

**Universität Hamburg, Fachbereich Informatik**  
**Arbeitsbereich AGN**  
**Anwendungen der Informatik in Geistes- und Naturwissenschaften**  
**Prof. Dr. Klaus Brunnstein**

**Studienarbeit Sommersemester 1999:**

**„Internet-Telefonie:  
Eine sinnvolle Ergänzung zu herkömmlicher Telefonie  
im Unternehmen und Privathaushalt?  
Technologie, Produkte, Sicherheit und Kosten“**

**von stud. inform. Lutz Feldmann**

**Übersicht:** Die Internet-Telefonie, d.h. das Gespräch über Computer mit Sprachübertragung per Internet, ist eine neue interessante Alternative zu herkömmlicher Telefonie besonders bei Ferngesprächen, da beide Internetgesprächspartner im wesentlichen nur Ortsgebühren zahlen. Außerdem steht durch Internet-Telefonie neuartige Funktionalität zur Verfügung, die z.B. gemeinsame Bearbeitung von Dokumenten ermöglicht und die Verknüpfung bisher getrennter Kommunikationsformen leisten kann. Diese Studienarbeit gibt einen Technologieüberblick, vergleicht existierende Produkte und erörtert Sicherheitsaspekte. Die Kostenfaktoren für Unternehmen und Privathaushalte werden zusammengestellt. Im HTML-Text der Arbeit ist ein kleines Java-Applet enthalten, das spezielle Kostenabfragen ermöglicht.

**Hinweis:** In diesem Text werden eingetragene Warenzeichen, Handelsnamen und Gebrauchsnamen verwendet. Auch wenn diese nicht als solche gekennzeichnet sind, gelten die entsprechenden Schutzbestimmungen. Keine Gewähr für die Richtigkeit der Angaben. Die gewerbliche Nutzung ist nur nach schriftlicher Genehmigung gestattet.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung.....</b>	<b>5</b>
1.1 Begriffserklärung Internet-Telefonie.....	5
1.2 Warum Internet-Telefonie?.....	5
1.3 Nutzergruppen.....	6
1.4 Voraussetzungen für den Erfolg von Internet-Telefonie.....	7
1.4.1 Gründe für den Erfolg der herkömmlichen Telefonie.....	7
1.4.2 Voraussetzungen für den Erfolg von Internet-Telefonie im Unternehmen...8	
1.4.3 Voraussetzungen für den Erfolg von Internet-Telefonie im Privathaushalt. 9	
<b>2 Technologie.....</b>	<b>11</b>
2.1 Die gebräuchlichsten Kommunikationsformen.....	11
2.1.1 Klassische Internet-Telefonie: Computer zu Computer.....	11
2.1.2 Internet-Telefonie per ITSP-Gateway: Computer zu Telefon.....	12
2.1.3 Telefon zu Computer.....	12
2.1.4 Internet-Telefonie per (Internet-) Telefongesellschaft: Telefon zu Telefon.13	
2.1.5 Virtuelle zweite Telefonleitung.....	13
2.1.6 Telefon zu Call-Center.....	14
2.2 Standards.....	15
2.2.1 Die Bedeutung von Standards.....	16
2.2.2 Der H.323 Standard.....	16
<b>3 Produkte.....</b>	<b>21</b>
3.1 Hardware.....	21
3.1.1 PC-Architektur Hardware.....	21
3.1.1.1 Anforderungen an die Hardware.....	25
3.1.1.2 Schnittstellen zum Anschluß von Audio und Video.....	25
3.1.2 Externe Audio- und Videogeräte.....	28
3.1.2.1 Headsets.....	28
3.1.2.2 Videokamera (Webcam).....	29
3.2 Software.....	30
3.2.1 Betriebssystem.....	30
3.2.1.1 Anforderungen an das Betriebssystem.....	30
3.2.1.2 Eignung verschiedener Betriebssysteme.....	31
3.2.2 Internet-Telefonie-Programme.....	39
<b>4 Sicherheit.....</b>	<b>43</b>
4.1 Sicherheit herkömmlicher Telefonie.....	43
4.2 Sicherheit von Internet-Telefonie.....	43

<b>5 Kosten.....</b>	<b>45</b>
5.1 Kosten herkömmliche Telefonie.....	45
5.2 Kosten Internet-Telefonie.....	45
5.3 Java-Applet zur Kostenberechnung.....	46
<b>6 Schlussbemerkungen.....</b>	<b>47</b>
6.1 Erfüllt Internet-Telefonie die Erwartungen von Unternehmen?.....	47
6.2 Erfüllt Internet-Telefonie die Erwartungen von Privathaushalten?.....	48
<b>A Anhang.....</b>	<b>50</b>
A.1 Tabellarischer Technologievergleich (Ist-Stand).....	50
A.2 Quelltext des Java-Programms „Kosten“ (5.3).....	53
A.3 Literatur.....	55

# 1 Einleitung

Es werden zunächst die zentralen Begriffe erklärt, die sich durch die neue Technologie ergebenden Fragestellungen erörtert, Anwendungsgebiete aufgezeigt und die Voraussetzungen für den Erfolg von Internet-Telefonie ermittelt.

## 1.1 Begriffserklärung Internet-Telefonie

Unter Internet-Telefonie versteht man die Übertragung von Gesprächen über das Internet<sup>1</sup>. Da das Internet auf dem Internetprotokoll, abgekürzt IP basiert, wird das zugrunde liegende technische Übertragungsverfahren als „Voice over IP“ bezeichnet.

Durch die Nutzung des IP-Protokolls ergeben sich zusätzliche Möglichkeiten, so daß sich Internet-Telefonie-Produkte z.B. um Bildübertragung (Videofonie, Bildtelefonat, Videokonferenz) und gemeinsame Programmnutzung („application sharing“) erweitern lassen. Im Rahmen der gemeinsam vorhandenen Funktionalität können beliebige Systeme miteinander kommunizieren, wenn sie dem H.323 Standard entsprechen.

Eine strenge begriffliche Differenzierung zwischen Systemen für Internet-Telefonie, Videokonferenzsystemen und „application sharing“ ist nicht nötig, da die Basisfunktionalität Sprachübertragung in allen Produkten vorhanden ist und damit die bei der Untersuchung dieser Funktionalität gewonnenen Erkenntnisse auf alle Produkte zutreffen.

Im Telefonnetz wird Leitungsvermittlung für die Übertragung von Sprache verwendet. (Im analogen Telefonnetz gibt es nur Leitungsvermittlung, im ISDN gibt es Leitungsvermittlung und Packetvermittlung (siehe Andrew S. Tanenbaum, Computer-Netzwerke, S.125, 1992), wobei für den Wählverkehr aber nur Leitungsvermittlung genutzt werden kann.)

Im Internet wird Packetvermittlung für die Übertragung von Daten verwendet, da das Internet - wie bereits erwähnt - auf dem IP Protokoll basiert.

Während es sich beim Internet um ein öffentliches Netzwerk handelt, gibt es auch private, geschlossene Netzwerke mit der Technologie des Internets, welche als Intranets bezeichnet werden. Internet-Telefonie Produkte lassen sich auch im Intranet einsetzen.

## 1.2 Warum Internet-Telefonie?

- **Zusätzliche Funktionalität:** Bewegtbildübertragung, interaktives Arbeiten mit Programmen (Application Sharing), Voice Mail, Video Mail
- **Kostensparnis:** beide Gesprächspartner zahlen nur Ortsgebühren (und geringe Online-Gebühren), Kosten hängen nicht von der Entfernung des Gesprächspartners ab. Reisekosten zu Konferenzen entfallen. Firmen können nicht genutzte Kapazitäten von Datenstandleitungen für Sprachübertragung nutzen.

---

<sup>1</sup> Internet im Sinne des DoD und nicht im Sinne der Begriffswelt des OSI-Modells

- **Konvergenz** von Infrastruktur und Endgeräten im Bereich Daten- und Sprachübertragung. Verknüpfung aller gesprochenen und schriftlichen Korrespondenz wird möglich. Besseres **Informationsmanagement**. Unified Messaging mit dem Computer als Endgerät möglich: Anrufe, Email, Fax, Anrufbeantworter, Voice und Videomail ... gesamte multimediale Korrespondenz in Datenbank ablegbar. Hoffnung: weniger Kommunikationsgeräte, weniger Wartungskosten, weniger Personalkosten, schnellere Reaktionszeit bei Kundenbetreuung, höhere Kundenzufriedenheit, Kunde muß nicht erneut Anliegen bei neuem Bearbeiter schildern, größere Flexibilität bei Standortwahl, virtuelle Firma möglich, nur IP-Verbindung muß möglich sein.
- Durch Bewegtbildübertragung steht ein zusätzlicher **nonverbaler Kommunikationskanal** zur Verfügung.
- Mißverständnisse werden vermieden (z.B.: Ironie), schnellerer Aufbau eines persönlichen Kontakt zum Gesprächspartner über große Entfernung wird möglich, Teamgeist entsteht leichter. Die Bewegtbildübertragung verursacht hierbei keine zusätzlichen Verbindungskosten.
- **Zeitersparnis** durch Videokonferenzen: keine Reisen nötig, Problem: Zeitverschiebung kann zu ungewöhnlichen Konferenzzeiten führen.
- **Neue Möglichkeiten**: Telearbeit, Betreuung von Kunden rund um die Uhr, Arbeit kann Tagzone folgen: Entwicklung von Produkten rund um die Uhr (Software, Automobilindustrie) Telemedizin, Telelearning, räumliche Trennung von Entwicklung und Produktion, Produktsupport, Werbung, virtuelle Firma, Objektüberwachung aus großer Entfernung wird wirtschaftlich

### 1.3 Nutzergruppen

- **Privathaushalt**, derzeit hauptsächlich interessant für kostengünstige Ferngespräche. Persönlicherer Kontakt zu Verwandten und Freunden in anderen Ländern durch Bewegtbildübertragung. Auch ohne (Web)Kamera können die Bewegtbilder eines entsprechend ausgestatteten Gesprächspartners empfangen werden
- In **Firmen**: Ausnutzung vorhandener Datenstandleitungen für kostenlose Sprachkommunikation. Gesicherte Sprach- und Datenübertragung zwischen Filialen sowie Außendienst und Filialen durch Nutzung von virtuellen privaten Netzwerken (VPN, Virtual Private Networks).  
Besserer Kundensupport durch anklickbare Webbuttons (Web to phone), zentraler mehrsprachiger Produktsupport von einem Standort aus für Computerprodukte wird möglich, da weder für den Kunden noch die Firma Gebühren für Ferngespräche anfallen.  
In **Call-Centern**: keine zusätzliche Infrastruktur für Sprachverbindung (Telefonanlage, Verkabelung..) nötig, Nutzung des vorhandenen Ethernets für Sprachübertragung. Fle-

xibles Routing, schnelle Skalierbarkeit der Arbeitsplätze und flexible Anrufbehandlung sowie Weiterleitung.

- In der **Forschung, Lehre, Schulung**: Präsentationen und Vorträge können aus der Ferne an mehrere Orte gleichzeitig übertragen werden, eine Livepräsentation im Internet („**Streaming**“) ist möglich. Fachbereichs- und ortsüberschreitende gemeinsame Forschung wird möglich.
- **Hersteller und Nutzer von Netzwerkspielen**: Die Spieler können während des Spielens miteinander per Sprache kommunizieren.
- **Betreiber von Datennetzen** wie **Internetprovider, Kabelfernsehnetsbetreiber, Stromversorger** können durch Verwendung der Voice over IP-Technologie Leistungen von Telefongesellschaften anbieten.
- **Berichterstattende Medien**: Sprach- und Videoübertragung über das Internet bietet sich an, wenn für Berichterstattung Zensur umgangen werden muß oder der Zugang zu Sendeeinrichtungen nicht mehr möglich ist. Beispiel Videoliveberichterstattung über den Kosovo-Konflikt via Internet.

## 1.4 Voraussetzungen für den Erfolg von Internet-Telefonie

Nachfolgend werden Betrachtungen über technische und organisatorische Voraussetzungen von Internet-Telefonie angestellt. In einigen Anwendungsszenarios (Unified Messaging, Call-Center, Kabelfernsehnets als Internetzugang) soll Internet-Telefonie herkömmliche Telefonie gleichwertig ersetzen und nicht ergänzen.

Deswegen werden sollte Internet-Telefonie die wesentlichen Erfolgsmerkmale der herkömmlichen Telefonie bieten.

### 1.4.1 Gründe für den Erfolg der herkömmlichen Telefonie

- Leichte **Erlernbarkeit**, in vielen Ländern ist das Telefon eine Kulturtechnologie
- Leichte **Bedienbarkeit**. Hoher **Bedienungskomfort** und **Anpassbarkeit** an spezielle Wünsche durch breite Geräteauswahl (z.B. Designwünsche, Freisprechttelefon, Münz-, Kreditkartentelefon/fax, Mobiltelefon). Aber: schwierige Bedienung von Zusatzfunktionen wie Fernsteuerung von Anrufbeantwortern.
- Fremdgeräte in der Grundfunktionalität leicht bedienbar. Die Bedienung der Grundfunktionen folgt einem **einheitlichem Bedienschema**: Telefonhörer abheben, Telefonnummer auf Tastatur eingeben, bei Gesprächsende Telefonhörer auflegen. Bei Überlastung der Leitung kommt keine Verbindung zustande, es wird ein Besetztton hörbar. Die Ursache kann allerdings auch in einem bereits laufendem Telefonat der Gegenstelle liegen.
- Extrem hohe **Interoperabilität** und Kompatibilität von im weltweiten Telefonnetz eingesetzten Telekommunikationsgeräten durch konsequente **Normung**. Beispiel Gesprächs-

che zwischen alten Wählscheibentelefonen und neuen ISDN (Bild)-Telefonen sind problemlos möglich. Das weltweite Versenden von Faxen ist möglich.

- **Hohe Tonqualität**, bei digitalisierten Ferngesprächen ist die Tonqualität von der Entfernung unabhängig. Die Tonqualität schwankt während des Gesprächs nicht. Die Verzögerung bleibt konstant gering und ist außer bei inzwischen sehr seltenen Verbindungen über Satellit nicht mehr störend wahrnehmbar.
- **Kosten für Endgeräte und monatliche Grundkosten** gering
- **Weltweit eindeutige Telefonnummer** der Gesprächspartners. Aber: kein weltweites Telefonbuch.
- **Zusätzliche Informationen** (Zielland, Ort, Mobil/Festnetz, Preis für Sondernummern) aus der Telefonnummer (Vorwahl) ableitbar
- Hohe **Zuverlässigkeit** des Verbindungsaufbaus, große Verfügbarkeit. Telefongeräte und Telefonnetzinfrastruktur zuverlässig. Ausnahme: einige ISDN-Telefonanlagen arbeiten nicht zuverlässig. Kleinere Telefonsysteme sind unabhängig von der Stromversorgung, Vermittlungsstelle unterhält oft eigene Stromversorgung.
- **Genormtes Gebührensensibilisierungssystem** zwischen den Telefongesellschaften. Nur für erbrachte Verbindungszeit wird bezahlt. Aber: In Gebührenrechnern verwendete Algorithmen werden nicht für öffentliche Überprüfung freigegeben. Eine Gebührenüberprüfung per Gebührenimpuls kann der Endnutzer seit der Einführung von Mengenrabatten (10 plus Tarif) und dem bei einigen Call by Call - Telefongesellschaften fehlenden Gebührenimpuls nicht mehr durchführen.

#### 1.4.2 Voraussetzungen für den Erfolg von Internet-Telefonie im Unternehmen

- **Kostensparnis** muß tatsächlich **realisierbar** sein. Hierzu wird eine Aufstellung aller Kostenfaktoren von Internet-Telefonie benötigt, um einen Vergleich zu den Kostenfaktoren der herkömmlichen Telefonie herstellen zu können. Falls keine Kostensparnis eintritt, könnte die Internet-Telefonie trotzdem noch den Vorteil bieten, indirekt durch die **Verbesserung des Informationsmanagements** („*Unified Messaging*“) zu einer Einsparung von Arbeitszeit bei der Kundenbetreuung und durch höhere Kundenzufriedenheit zu größerem Umsatz zu führen.
- Falls wie eben erwähnt die gewählte Umsetzung der Internet-Telefonie herkömmliche Telefonie und andere Kommunikationsformen vereinigt („unified messaging“), wird ein entscheidender Faktor die **Verfügbarkeit**, die **Sprachqualität** und **Abhörsicherheit** der Internet-Telefonie. Zudem muß der **Schutz des aggregierten Unternehmenswissens** auf den eingebundenen Servern vor Zugriff von außen sichergestellt werden. Durch die Informationsverknüpfung werden in verstärktem Maße datenschutzrechtliche Belange tangiert.
- Falls nicht beabsichtigt ist die gewachsene Infrastruktur zu ersetzen, sondern nur Teilbereiche der unternehmensinternen Kommunikation auf Internet-Telefonie gestellt werden sollen, sehen die Anforderungen anders aus. Bei Problemen steht herkömmli-



che Telefonie als Backupkanal zur Verfügung, so daß die **Verfügbarkeit der Komponente Internet-Telefonie nicht entscheidend** ist, nur im statistischen Mittel sollte die Lösung ausreichend häufig zur Verfügung stehen, so daß sich Einsparungen trotz des zusätzlichen technischen und personellen Aufwands einstellen. Bei konzerninternen Kommunikationsnetzen können **Virtual Private Networks** realisiert werden. Falls sich Internet-Telefonie durch den abhörgeschützten Kanal eines Virtual Private Networks tunneln läßt, wird **Abhörsicherheit der Internet-Telefonie nicht mehr zwingend benötigt**. In bestimmten Fällen stellt jedoch nicht erst die Inhalt eines Gesprächs eine geheimzuhaltende Information dar, sondern bereits aus der Kenntnis wer wann mit wem gesprochen hat lassen sich Informationen ableiten. Ein Beispiel hierfür sind beispielsweise Übernahmeverhandlungen, deren Bekanntwerden große Veränderungen des Aktienkurses bewirken kann. Bei unternehmensinterner Kommunikation stellt sich kein Prestigeverlust wie gegenüber Kunden ein, falls die Sprachqualität mäßig ist.

- In Firmen erfolgt die Installation durch **geschultes Fachpersonal**, so daß durch entsprechendes Fachwissen Probleme umgangen und der Endnutzer in der Firma keine Wartung betreiben muß. Es ist folglich **keine leichte Installation nötig**, mehr Gewicht hat der Zeitaufwand bei der Installation vieler gleichartiger Geräte. Größere Firmen können durch **externe Anbieter** (Outsourcing) die Installation und Pflege vornehmen lassen und **Merkmale vertraglich absichern**, so daß keine finanziellen Risiken entstehen. Da externe Anbieter häufig auch konkurrierende Firmen unterstützen könnten sich, gerade angesichts der hohen Sicherheitsbedürfnisse beim Unified-Messaging, **Interessenkonflikte** einstellen.
- **Investitionsschutz**: Zum Schutz der getätigten Investitionen in Geräteausstattung und Mitarbeiterschulung ist lange Lieferfähigkeit der gewählten Lösung und eine geeignete **Standardisierung** der Technologie entscheidend.

#### 1.4.3 Voraussetzungen für den Erfolg von Internet-Telefonie im Privathaushalt

Für Privatanwender sind besonders die leichte Installierbarkeit, die **geringen Beschaffungskosten** für die Technologie sowie **Kosteneinsparungen bei der Kommunikation** entscheidend. Die **Verfügbarkeit der Internet-Telefonielösung** ist **nicht entscheidend**.

Eine **leichte Installation** ist wichtig, da bei inkorrekten Installationen oder Unverträglichkeiten mit anderen Systemkomponenten mit Funktionsstörungen des Gesamtsystems zu rechnen ist. Eine automatische Deinstallation zur Behebung dieser Fehler ist bei inkorrekten, unvollständigen Installationen nur selten möglich. Ein hohes Detailwissen in der Hard- und Softwarearchitektur notwendig, um überhaupt die Ursache des Fehlers zu finden und manuell zu beheben. Bei Laien kann dieses Wissen nicht vorausgesetzt werden. Mit der zunehmenden Nutzung des Privat-PCs auch für berufliche Zwecke gewinnt die Verfügbarkeit des Gesamtsystems an Bedeutung. Zumindest die für berufliche Zwecke unbedingt nötige Teilfunktionalität sollte weiterhin zur Verfügung stehen (**graceful degradation**).

In Firmen können diese Probleme durch Testinstallationen von Computerspezialisten auf nicht genutzten von der Hard- und Software identischen Testsystemen umgangen werden. Die geringen Beschaffungskosten sind entscheidend, weil Privatanwender die Technologie im allgemeinen seltener als z.B. die Angestellten globale Konzerne einsetzen werden. Bei hohen Beschaffungskosten lassen sich bei Privatanwendern Kosteneinsparungen nicht in absehbarer Zeit realisieren. Sobald die Kosten für Internet-Telefonielösungen niedrig sind, werden PC-Hersteller diese in die Standardausstattung der PC-Systeme aufnehmen, um sich vom Wettbewerb zu differenzieren. Für Technikbegeisterte, die aus technischer Neugier ein Internet-Telefonie-fähiges System wünschen, sind zwar die erzielbaren möglichen Einsparungen bei Kommunikation nicht entscheidend, der niedrige Beschaffungspreis hingegen schon.

Die Verfügbarkeit der Internet-Telefonie-Lösung ist bei Privatpersonen deswegen als unwichtig anzusehen, weil die Internet-Telefonielösung nur im Sonderfall das **herkömmliche Telefon als Backupkanal** verdrängen wird. Der Telefonanschluß ist meist die Voraussetzung für den Internet-Zugang. Eine Ausnahme stellt die noch ungebräuchliche **Nutzung des Kabelfernsehanschlusses als Internet-Zugang** dar, der sich mittels Internet-Telefonie und Gateways als Ersatz für den Telefonanschluß nutzen läßt. In diesem Sonderfall wird die Verfügbarkeit zum kritischen Kriterium.

## 2 Technologie

Internet-Telefonie läßt sich für verschiedene Kommunikationsformen einsetzen. Im Abschnitt über die gebräuchlichsten Kommunikationsformen werden die technologiebedingten Eigenschaften beschrieben, während der H.323 Standard die technischen Verfahren und über die Beschreibung der *H.323 Architektur die Gesamtmenge der möglichen Kommunikationsformen beschreibt*.

### 2.1 Die gebräuchlichsten Kommunikationsformen

Die zuerst genutzte Variante der Internet-Telefonie ist die Kommunikation von Computer zu Computer. Durch Verwendung von Gateways ist inzwischen der Übergang die Kommunikation von Computer zu herkömmlichen Telefon möglich. Jede der Kommunikationsformen hat bestimmte Vorteile aber auch Nachteile z.B. bei der Anrufentgegennahme. Die spezifischen Nachteile der jeweiligen Kommunikationsform bei der Nutzung können größtenteils durch zusätzliche Technologien umgangen werden.

Diese Technologien befinden sich aber zumeist noch in der Entwicklung oder es ist nicht absehbar, welche Variante sich als Standard durchsetzen wird.

#### 2.1.1 Klassische Internet-Telefonie: Computer zu Computer

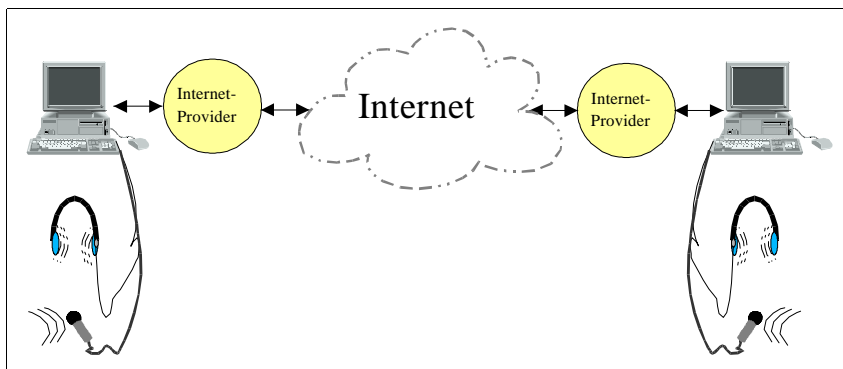


Abbildung 1: Computer zu Computer

- Gesprächspartner muß online im Internet sein
- IP-Adresse des Gesprächspartner muß bekannt sein
- Internetprovider vergeben derzeit *IP-Adresse* jedoch *dynamisch* daraus folgt *keine feste „Telefonnummer“ im Internet*

#### Lösung:

- feste IP-Adresse (aber IPv4 bietet nicht genug IP-Adressen, Lösung durch Ipv6)
- Verzeichnisdienst (ILS) Anwesenheitsliste
- Email Adresse zum Austausch von IP-Nummern

#### Kosten für Anrufer und Angerufenen:

- Telefongebühren zum Internetprovider
- Onlinegebühren für Internetprovider

### 2.1.2 Internet-Telefonie per ITSP-Gateway: Computer zu Telefon

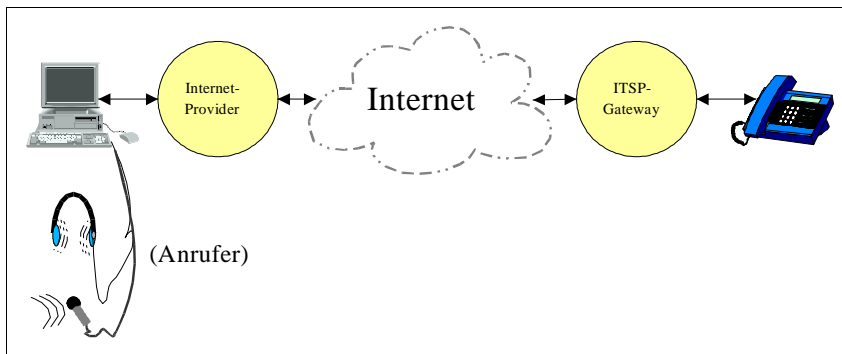


Abbildung 2: Internet-Telefonie per ITSP-Gateway

- Anrufer schließt Vertrag mit **ITSP (Internet-Telephony-Service-Provider)** ab (Kreditkartennummer wird benötigt, Einrichtung eines Guthabenkontos)
- ITSP verwendet für Sprache optimierte, großzügige Verbindungen ins Internet (weniger Aussetzer)
- Es wird nur eine herkömmliche Telefonnummer benötigt
- Kosteneinsparungen gegenüber herkömmlichen Ferngespräch abhängig vom ITSP teilweise gering, bestimmte Regionen (USA) bei einigen Anbietern per monatlichen Pauschaltarif für regelmäßige Telefonierer sehr günstig erreichbar (pro Monat 10 Dollar, Gesprächszeit nicht begrenzt) Ob diese Angebote Bestand haben werden oder ob es sich um nicht kostendeckende Einstiegspreise handelt, muß sich noch zeigen

#### Kosten für den Anrufer:

- Telefongebühren zum Internetprovider
- Onlinegebühren für Internetprovider
- Gebühren für Nutzung des ITSP-Gateways, abhängig von Gesprächszeit und Zielland

#### Kosten für den Angerufenen:

- Keine

### 2.1.3 Telefon zu Computer

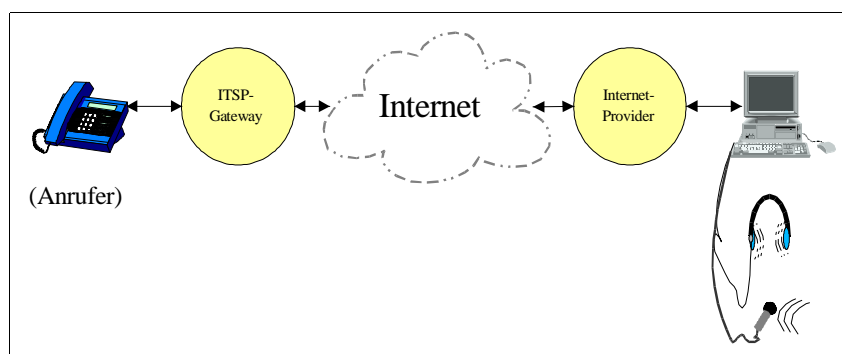


Abbildung 3: Telefon zu Computer

- Anrufer wählt Vorwahl zum ITSP und danach virtuelle Telefonnummer oder IP-Adresse

- IP-Adresse des angewählten PCs muß entweder dem Anrufer bekannt sein oder der ITSP vergibt eine virtuelle Telefonnummer, die über einen Verzeichnisdienst in die aktuelle IP-Adresse umgesetzt wird
- Der angewählte PC muß entweder permanent mit dem Internet verbunden sein, oder die Zeit des Anrufs wurde vorher vereinbart oder dem Gesprächspartner wurde per herkömmlichem Telefongespräch der Anruf über das Internet vorher angekündigt.

Kosten für den Anrufer:

- Gebühren für Nutzung des ITSP-Gateways, abhängig von Gesprächszeit und Zielland

Kosten für den Angerufenen:

- Telefongebühren zum Internetprovider
- Onlinegebühren für Internetprovider

Telefongebühren zum Internetprovider:

- Onlinegebühren für Internetprovider

**2.1.4 Internet-Telefonie per (Internet-) Telefongesellschaft: Telefon zu Telefon**

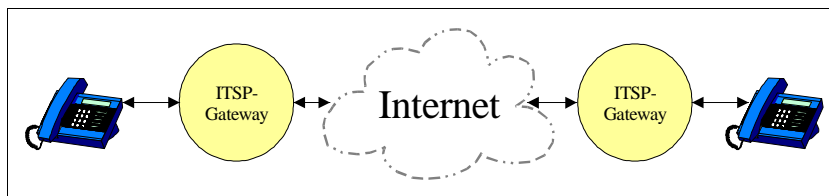


Abbildung 4: Telefon zu Telefon

- ITSP verwendet zwischen Gateways für Sprache optimierte, großzügige Verbindungen ins Internet (weniger Aussetzer)
- keine Installations und Treiberprobleme, ITSP kann hohe Zuverlässigkeit erreichen
- Alternativ zu der im Schema dargestellten Methode besteht es die Möglichkeit, das Telefon mittels einer Beistellbox zu einem PC zu erweitern. Das Ergebnis funktioniert wie PC zu PC-Telefonie funktioniert. Die Box ist aber ständig empfangsbereit. Der Anrufer wählt zunächst den Gesprächspartner über das Wählnetz an, der Angerufene signalisiert seine Anwesenheit, danach wird eine Befehlssequenz zwischen beiden Boxen ausgetauscht, beide Seiten legen auf und von beiden Seiten her wählen die Beistellboxen einen Internetprovider an und verbinden sich über das Internet. Steht die Verbindung klingeln beide Telefone.

**2.1.5 Virtuelle zweite Telefonleitung**

- Eine in Deutschland ungewöhnliche Lösung für das Problem, daß man während des „Surfens“ im Internet nicht erreichbar ist, weil die Telefonleitung belegt ist
- Die in Deutschland naheliegende Lösung: ISDN Anschluß mit zwei Telefonleitungen. ISDN ist aber nicht überall verfügbar: hohe Kosten für digitale Vermittlungsstelle bei schlechter Amortisation, z.B. in Amerika geringe bis keine Ortsgebühren

- Voraussetzung: speziell erweiterte Vermittlungsstelle, Telefongesellschaft ist gleichzeitig Internetprovider

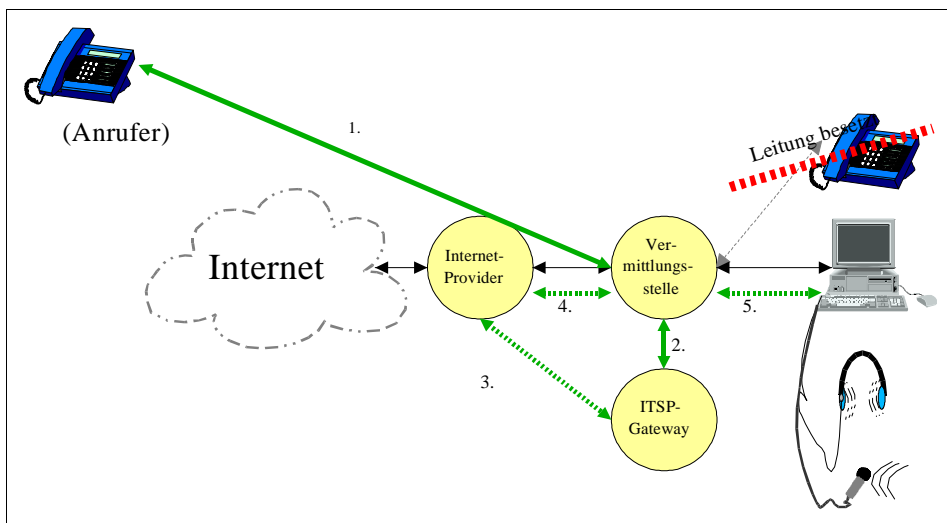


Abbildung 5: Virtuelle zweite Telefonleitung

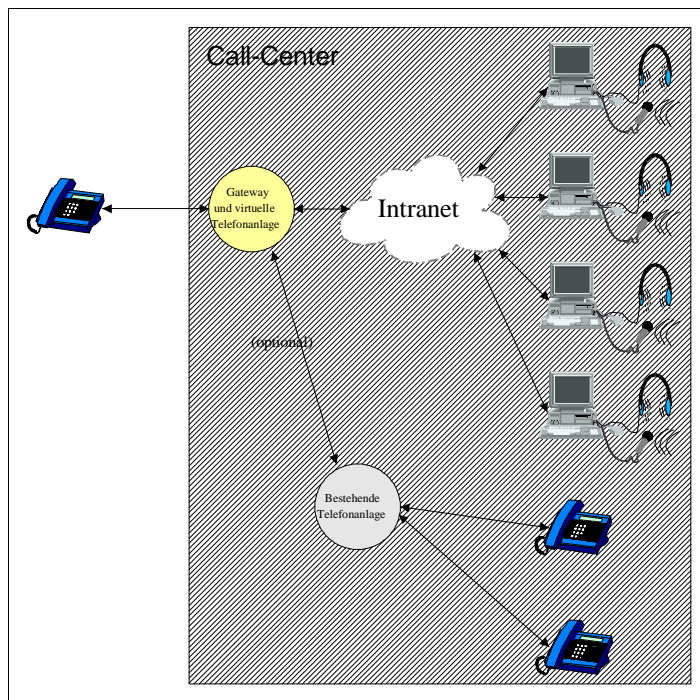
#### Funktionsweise:

1. Der Anrufer wählt über das normale Telefonnetz eine anderes Telefon an.
2. Die Vermittlungsstelle erkennt, daß die gewählte Telefonnummern durch den im Internet,„surfenden“ Computer belegt ist und verbindet den Anrufer mit einem ITSP-Gateway.
3. Der ITSP-Gateway wandelt den Anruf in ein Internet-Telefonie-Gespräch um und sendet im Voice over IP-Verfahren(grün gestrichelt). In die umgekehrte Richtung wird ebenfalls gewandelt.
4. Der Internet-Provider sendet Voice over IP parallel über die bereits bestehende Internet(wähl)verbindung zur Vermittlungsstelle.
5. Die bestehende Wahlverbindung der Vermittlungsstelle zum Computer des Gesprächspartners wird zur Übertragung des Gesprächs zum Computer des Gesprächspartners benutzt.

#### **2.1.6 Telefon zu Call-Center**

- Mittels eines Gateways und einer virtuellen Telefonanlage können Call-Center das Intranet in Verbindung mit entsprechend erweiterten Computern als Ersatz für die herkömmliche Telefonanlage nutzen.

- Die kostenintensive Installation, Pflege und Konfiguration einer herkömmlichen Telefonanlage, von Telefonen und die Verlegung von Telefonleitungen parallel zur Infrastruktur des Intranets entfällt.
- In Spitzenzeit können normalerweise mit anderen Aufgaben befaßte Arbeitsplätze zur Kundenbetreuung hinzugeschaltet werden.



- Bestehende Telefonanlagen können optional integriert werden.
- Da es sich bei den Arbeitsplätzen um Computer handelt, kann leicht eine Integration von Unified Messaging vorgenommen werden. Durch Unified Messaging wird die zentrale Verwaltung von Kundenkontakten und multimedialen Informationen (Email, VoiceMail, VideoMail, Anrufbeantworter...) möglich.

Wenn eine Verbindung des Intranet mit dem Internet besteht, können Anbieter einen Button auf ihrer Homepage anbieten, über der Kunde mit seinem Computer eine Sprachverbindung via Internet in das Call-Center herstellen kann. Der Computer des Kunden muß hierzu mit Mikrofon und Kopfhörer/Lautsprecherbox ausgestattet sein. Software/Hardwarefirmen können z.B. den Kunden während der Treibersuche durch Sprachanweisungen eines Supportmitarbeiters unterstützen.

Die Belastung des Internets ist nicht voraussehbar und es kann während des Gesprächs über das Internet bei hoher Internetbelastung zu Aussetzern in der Sprachübertragung kommen. Deswegen bieten vereinzelt Internetprovider/Internet-Telefonieprovider die Möglichkeit an, während des Internet-Gesprächs bei zu großen Störungen auf eine herkömmliche Wählleitung umzuschalten. Wenn die Netzlast geringer wird, kann wieder auf das Internet zurückgeschaltet werden.

Einige Internet-Phone Programme bieten zum gleichen Zweck auch die Verständigung über Tastatur (Chat).

## 2.2 Standards

Es wird die Bedeutung von Standards für die Entwicklung und Durchsetzung neuer Technologien aufgezeigt und insbesondere auf den H.323 Standard eingegangen.

## 2.2.1 Die Bedeutung von Standards

Wenn Hersteller Standards einhalten, bietet das dem Verbraucher die Möglichkeit, beliebige Geräte von verschiedenen Herstellern miteinander einzusetzen, die diesen Standard einhalten („Interoperabilität“). Andererseits führen Standards zu verstärktem Konkurrenz- und Preisdruck, da Produkte austauschbar werden, weil sie durch die Konformität zum Standard bedingt vergleichbare Funktionen bieten. Die Hersteller haben folglich erst dann ein Interesse einen Standard umzusetzen, wenn große Kundenschichten die Wahl eines Produktes / einer Technologie des Herstellers von der Standardisierung desselben / derselben abhängig machen.

Standards können sich auch hemmend auswirken, da bei internationalen Standards teilweise langwierige Abstimmungen der Beteiligten nötig sind und somit die Möglichkeit besteht, daß ein Standard hinter dem derzeitigen technischen Stand zurückbleibt. Man kann diese längere Verzögerung aber auch als Chance sehen, Fehlentwicklungen zu vermeiden, die sonst unter dem Druck der potentiellen Käufer vorschnell verfügbar werden, noch bevor sie zuverlässig funktionieren oder Erweiterbarkeit für zukünftige Entwicklungen bieten.

## 2.2.2 Der H.323 Standard

(H.323 Standard für Audio und Videokonferenzen, Version 2)

Der Titel des ITU (International Telecommunication Union) Standards H.323 lautet „Packet Based Multimedia Communications Systems“.

Der H.323 Standard beschreibt Grundlagen für Audio-, Video- und Datenkommunikation über IP-basierte Netzwerke, eingeschlossen das Internet. Er baut auf bestehenden Standards der ITU auf („umbrella“) und beschreibt Terminals, Ausrüstung und Dienste für Multimediakommunikation über Netzwerke, die keine garantierte „Quality of Service“ Dienstgüte zur Verfügung stellen. Ziel ist es die herstellerübergreifende **Interoperabilität** zu erreichen zwischen Multimediaprodukten, Programmen und Geräten die H.323 entsprechen. Geeignete Netzwerktypen sind z.B. Ethernet, Fast Ethernet, FDDI, Token Ring und ATM.

Die Tabelle 1: Elemente und verwendete Standards von H.323 am äußeren Rand listet in der linken Spalte die wichtigsten Elemente des H.323 Standards auf. Optionale Elemente, die nicht implementiert sein müssen, sind grau hinterlegt sind. In der rechten Spalte

	<b>H.323 Version 2 (Febr. 98)</b>
<b>Network</b>	Non-guaranteed bandwidth packet switched networks
<b>Audio</b>	G.711 PCM (G.722 optional) (G.728 optional) (G.723 optional) (G.729 optional)
<b>Video (optional)</b>	H.261 (H.263 optional)
<b>Data (optional)</b>	T.120
<b>Gatekeeper (optional)</b>	H.323
<b>Gateway (optional)</b>	H.323
<b>Multipoint (optional)</b>	H.323
<b>System Control</b>	H.245
<b>Multiplexing</b>	H.225.0
<b>Communication Interface</b>	TCP/IP, UDP

Tabelle 1: Elemente und verwendete Standards von H.323



te befindet sich der Standard, auf den H.323 zur Beschreibung des Elements eventuell verweist. Nachfolgend werden die einzelnen Elemente näher erläutert. Einen schematischen Überblick über die Architektur, den Geltungsbereich und über ein Gateway erreichbare herkömmliche Endgeräte wie Telefone und ISDN-Bild-Telefon gibt Abbildung 7: H.323 Architektur und Geltungsbereich weiter hinten.

### Audio

Durch z.B. ein Mikrofon gelangen analoge Audiodaten in das H.323 Terminal. Es stehen mehrere Verfahren zur Verfügung, um das Audiosignal zu digitalisieren und die Sprache zu komprimieren. Diese Verfahren stellen stets einen Kompromiß zwischen Sprachqualität, Datenrate, benötigter Rechenleistung und Signalverzögerung dar.

Beim G.711 Verfahren wird das analoge Schallsignal achttausendmal pro Sekunde gemessen und als 8 Bit breite Dualzahl ausgegeben. Bei dem G.711 Verfahren handelt es sich also um PCM (Pulse Code Modulation) mit einer Samplingrate von 8 kHz bei 8 Bit Auflösung. Der übertragene Frequenzbereich reicht bis 4 kHz, die Datenrate beträgt 64 KBit pro Sekunde. Dieses Verfahren findet ebenso Verwendung in digitalisierten Vermittlungsstellen und ISDN-Telefonen. Die erreichte Klangqualität entspricht genau der Klangqualität von herkömmlichen Telefonaten.

Leider erlaubt diese Datenrate nicht die Verwendung herkömmlicher Wählleitungen als Netzwerkzugang. Die anderen in Tabelle 1: Elemente und verwendete Standards von H.323 aufgeführten Codecs, (Co dec: Kodierer Dekodierer) komprimieren besser.

Bei Zugang zum Netzwerk (z.B. Internet) über Wählleitungen und zusätzlicher Videoübertragung wird G.723.1 empfohlen. Bei Zugang über Wählleitungen ohne zusätzliche Videoübertragung wird G. 729 empfohlen.

### Video

Die Unterstützung von Video, also Bewegtbildübertragung ist optional. Die Bandbreite, welche nach der Übertragung des Audiostroms übrigbleibt, wird für die Übertragung von Video genutzt.

Sinkt die verfügbare Datenrate, fällt die Anzahl der pro Sekunde übermittelten Bilder. Ab 15 Bilder pro Sekunde wird die Darstellung flüssig, bei 25 Bildern pro Sekunde ist die Bildwiederholrate des Fernsehens erreicht.

Wenn Videoübertragung vorgesehen ist, muß der H.261 Codec (oder der H.263 Codec) vorhanden sein. H.261 kodiert nur wenige Bilder vollständig und kodiert ansonsten nur die

<i>Bezeichnung des Videoformats</i>	<i>Bildgröße in Punkten (H*V)</i>	<i>Videocodec H.261</i>	<i>Videocodec H.263</i>
Sub-QCIF	128*96	nicht spezifiziert	<b>vorhanden</b>
QCIF	176*44	<b>vorhanden</b>	<b>vorhanden</b>
CIF	352*288	<b>optional</b>	<b>optional</b>
4CIF	702*576	nicht möglich	<b>optional</b>
16CIF	1408*1152	nicht möglich	<b>optional</b>

Unterschiede zwischen ei- *Tabelle 2. Bildformate für Videokonferenzen (nach ITU)*

nem Bild und dem vorhergehenden Bild. H.263 ist abwärtskompatibel zu H.261. Wie

zeigt, können Multimediageräte, von denen eines über den H.261 und das andere über den H.263 Codec verfügt im QCIF Modus miteinander kommunizieren. Die Bildqualität von H.263 ist stark verbessert durch die Nutzung von Halb Pixel Bewegungsabschätzung (½ pixel motion estimation), Vorhersage von Bildern, und eine Huffman Kodierungstabelle, welche für Übertragung mit geringer Bandbreite optimiert ist.

### Data

Die Unterstützung für Datenkonferenzen (Data conferencing) ist optional. Data conferencing ermöglicht gemeinsames Arbeiten mit Anwendungsprogrammen. Ein Beispiel für solche gemeinsam online genutzten Anwendungen sind Whiteboards (elektronische Zeichenbretter), Texteditoren zum gleichzeitigen Editieren von Texten oder Anwendungen zum Dateitransfer.

H. 323 unterstützt Data conferencing durch die T. 120 Spezifikation. T. 120 ermöglicht Punkt zu Punkt und Mehrpunkt Datenkonferenzen. T. 120 stellt die Interoperabilität auf der Ebene der Anwendungssoftware, auf Netzwerkebene und der Transport-Schicht her.

### Gatekeeper

Der Gatekeeper zu deutsch Torwächter ist optional. Er kontrolliert in lokalen Netzwerken den Zugang zu H.323 Terminals und nimmt die Umsetzung von lokalen in externe IP-Adressen vor. Der Netzwerkadministrator kann über den Gatekeeper die maximal verfügbare Bandbreite sowie die Anzahl der erlaubten Multimedia-Verbindungen festlegen.

### H.323 Architektur, Gateway und Multipoint

Einen Überblick gibt Abbildung 7: H.323 Architektur und Geltungsbereich.

Ein **H.323 Terminal** ist z.B. ein Computer mit einer Internet-Telefonie- oder Videokonferenz-Software, die dem H.323 Standard entspricht. Die **Multipoint Control Unit (MCU)** unterstützt Konferenzen zwischen drei oder mehr Teilnehmern (genauer drei oder mehreren Endpunkten, hier H.323-Terminals).

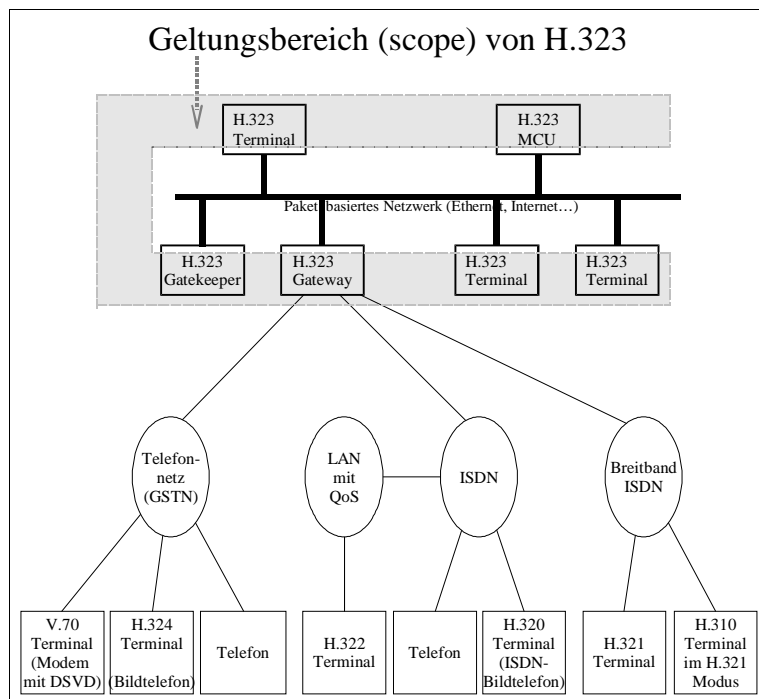


Abbildung 7: H.323 Architektur und Geltungsbereich

Eine MCU ist notwendig, weil ein einzelnes H.323-Terminal weder über die Netzwerkbandbreite noch über die nötige Rechenkapazität verfügt, um über eine Netzwerkverbin-

dung gleichzeitig an zwei oder mehr Rechner Audio- und Videoströme zu senden und zu empfangen.

Die MCU beinhaltet einen Multipoint Controller (MC) und einen optionalen Multipoint Prozessor (MP). Diese übernehmen die Kontrolle der Terminals und verarbeiten die Audio- Video- und Datenströme in der Mehrpunkt-Konferenz. Der MP kann die Medienströme zusammenmischen. MC und MP Fähigkeiten können in einer speziellen Komponente implementiert sein oder ein Teil von anderen H.323-Komponenten sein. Alle Konferenzen über zwei Teilnehmern müssen über die Multipoint Control Unit geroutet werden. Die Multipoint Control Unit unterstützt Multicasting (Erklärung siehe folgender Absatz Kommunikationsschnittstelle), kann aber auch Audio, Video und Datenströme nicht per Multicast erreichbarer H.323 Geräte wie herkömmliche Telefone in Konferenzen einbeziehen.

Das **Gateway** ist ein optionales Element in einer H.323 Konferenz. Gateways bieten viele verschiedene Dienste, die am häufigsten führen sie Übersetzungsfunktionen zwischen H.323-Terminals und anderen Terminaltypen (analoges Telefon / ISDN-Telefon und ISDN-Bildtelefon, siehe Abbildung 7: H.323 Architektur und Geltungsbereich) aus. Diese Übersetzungsfunktion schließt die Übersetzung zwischen verschiedenen Übertragungsformaten (z.B. H.225 nach H.221), Kommunikationsprozeduren (z.B. H.245 nach H.242) und die Umwandlungen (**Transkodierung**) zwischen verschiedenen Audio- und Videocodern vor. Durch die Transkodierung kann die innerhalb eines Netzwerkes noch ausreichende Audioqualität bei dem Übergang in eine andere Audiokodierung unterhalb des akzeptablen Minimums sinken. Ein Beispiel hierfür ist die Verbindung eines Handys zu einem H.323-Terminal. Die Art der Implementierung vieler Gateway Funktionen ist nicht festgelegt, so ist z.B. die maximale Zahl der H.323-Terminals an einem Gateway, die Zahl der gleichzeitigen Verbindungen zwischen verschiedenen Netzen, die Zahl der gleichzeitig unterstützten Konferenzen und ob Multipoint Konferenzen unterstützt werden dem Hersteller überlassen.

### Kommunikationsschnittstelle

Für den H.245 Kontroll-Kanal, die Datenübertragung H.225.0 und die Anrufsignalisierung wird gesicherte Datenübertragung benötigt. Typischerweise wird TCP genutzt. Der Verbindungsauf- und -abbau und der Austausch der Fähigkeiten ist in der Empfehlung H.245 spe-

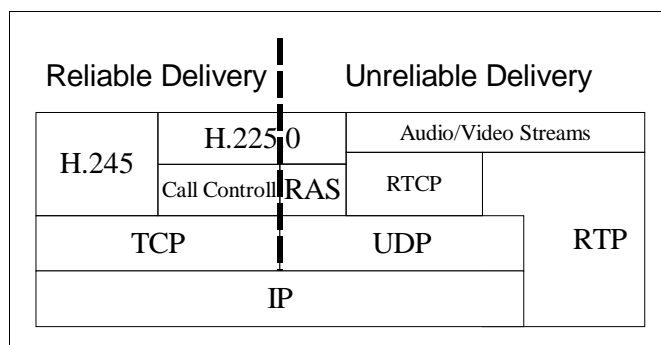


Abbildung 8. Kommunikationsschnittstelle, Protokollstapel

zifiziert. H.245 stellt auch logische Kanäle für die verschiedenen Datenarten zur Verfügung. Das Multiplexing dieser Kanäle über die Modemverbindung übernimmt H.223. Mehrpunkt-Kommunikation unter Zuhilfenahme einer MCU ist ebenfalls vorgesehen.

Für die Audio und Videokanäle sowie die Kommunikation (RAS) mit dem Gatekeeper muß unzuverlässige Datenübertragung ohne Fehlerkorrektur zur Verfügung stehen. Grund ist der höhere und kontinuierlichere Datendurchsatz. Typischerweise wird UDP (User Datagramm Protokoll) genutzt.

Für Konferenzen mit mehreren Audio und Video-Strömen über UDP wird IP Multicast und das RTP ( Real Time Protokoll) genutzt.

Bildliche Erklärung von IP Multicast: Nehmen wir an, ein Amerikaner möchte eine Videokonferenz mit zwei Europäern führen. Beide Europäer möchten nun gleichzeitig das Video und den Ton des Amerikaners hören bzw. sehen. Bei Multicast wird der Ton und das Videobild nur einmal über den Atlantik geschickt.

Erst in Europa wird von einem Multicast fähigen Router eine Kopie erstellt und die beiden Exemplare auf nun getrenntem Wege an die beiden Europäer weitergeleitet.

Das Real-Time-Protokoll setzt auf IP-Multicast auf und erweitert jedes UDP-Paket um einen Vorspann mit Zeitstempel und Sequenznummer. Beim Empfänger werden die Pakete gepuffert und in die falsche Reihenfolge geratene Pakete sortiert, doppelte Pakete aussortiert.

Durch Zwischenspeicher können Ton, Videobild und Daten synchronisiert werden und die schwankenden Durchlaufverzögerungen der Pakete kompensiert werden.

## **3 Produkte**

Nachfolgend werden die Komponenten aus Hard- und Software untersucht, aus denen die Kommunikationsendgeräte für Internet-Telefonie (H.323-Terminals, 2.2.2.) bei Verwendung von üblichen Personalcomputern bestehen. Die PC-Architektur wird betrachtet, um die durch die Architektur vorgegebenen Grundeigenschaften verschiedener alternativ verwendbarer Komponenten zu erfassen. Durch die Kenntnis der Grundeigenschaften wird eine Auswahl der am besten geeigneten Komponentenklasse für die Anwendungsfelder Unternehmen/Privathaushalt ermöglicht.

### **3.1 Hardware**

Falls als Kommunikationsform eine Kommunikationsform verwendet werden soll, in der mindestens ein Computer als Endgerät verwendet wird, so muß dieser mit spezieller Hardware ausgerüstet sein. Um die Voraussetzungen für den Erfolg der Internet-Telefonie im Unternehmen bzw. im Privathaushalt (1.4.1 bzw. 1.4.2) zu erfüllen, muß geeignete Hardware über deren spezifische Merkmale in Verbindung mit der PC-Architektur ermittelt werden.

#### **3.1.1 PC-Architektur Hardware**

Ein wesentliches Merkmal der PC-Architektur ist die Erweiterbarkeit von PC-Systemen durch Steckkarten.

Variationsgrenzen der PC-Architektur werden den Herstellern von PC-Systemen durch die für den Verkaufserfolg nötige Kompatibilität zu Betriebssystemen gesetzt. Im Jahresrhythmus unterbreitet der Hersteller des verbreitetsten Betriebssystems Microsoft in Zusammenhang mit Intel eine Empfehlung, welche Architekturmerkmale aktuelle PCs aufweisen sollten. Die derzeit aktuelle Empfehlung heißt PC99 (siehe [INT99])

#### **Interrupts**

Steckkarten und externe Geräte wie z.B. Tastatur, Festplatte oder serielle Schnittstelle signalisieren der CPU selbständig über Interrupts (genauer über die Interruptsignalleitungen des verwendeten Busses), daß Daten und Routinen in Zusammenhang mit diesen Steckkarten von der CPU verarbeitet werden sollen.

Wenn z.B. auf der Tastatur ein Zeichen eingegeben wird, signalisiert der Tastaturkontroller per Interrupt, daß die CPU die Ausführung des aktuellen Programms zeitweilig unterbrechen sollte, um das Zeichen einzulesen. Falls nicht gerade eine Interruptanforderung mit höherer Priorität bearbeitet wird, wird der der Interruptnummer zugeordnete Interrupt-Händler gestartet. Dies ist eine kleine Routine, die auf das Ereignis eingeht, aufgrund dessen der Interrupt ausgelöst wurde. In diesem Fall handelt es sich bei dem Ereignis um den Tastendruck und der Interrupt-Händler bewirkt das Einlesen des Zeichens. Nach der Beendigung des Interrupt-Händlers fährt die CPU mit der Verarbeitung des unterbrochenen Programms fort.

Auf heutigen PCs stehen für alle Busse, für die es Steckkarten gibt (ISA, PCI und den nur für Grafikkarten vorgesehene AGP Bus), zusammen 16 Interrupts (genauer Hardwareinterrupts) zur Verfügung. Von den 16 Interrupts ist die Mehrzahl jedoch durch die auf allen aktuellen Systemen vorhandenen Schnittstellen und die benötigte Grafikkarte belegt, so daß letztlich nur vier Interrupts für den Einbau von Steckkarten zur Verfügung stehen. Auf den ersten PCs konnten nur 8 Bit breite, später 16 Bit breite ISA- Steckkarten eingebaut werden. Der Benutzer hatte dafür zu sorgen, daß jeder Steckkarte ein freier, nicht anderweitig verwendeter, Interrupt zugeordnet wurde. Dazu mußte der Benutzer die Interruptbelegung kennen und einen freien Interrupt per Steckbrücken (Jumper) auf der einzubauenden Steckkarte einstellen.

Um dieses unbequeme und für unerfahrene Benutzer fehlerträchtige Verfahren abzuschaffen, wurde von Intel mit dem leistungsfähigen PCI-Bus der Plug and Play-Standard geschaffen. Alle aktuellen PCI-Steckkarten, alle AGP-Steckkarten sowie neuere ISA-Karten sind Plug and Play fähig.

### **PCI-Bus, Plug and Play**

Der PCI-Bus hat eine theoretische Bandbreite von 132 MByte pro Sekunde, in der Praxis werden etwa 100 MByte pro Sekunde erreicht. Während der PCI-Bus Mechanismen unterstützt, welche Datenübertragung von PCI-Gerät zu PCI-Gerät ohne Belastung der CPU des Host-Systems unterstützen (Busmastering), unterstützt der PCI-Bus keine Zugriffssteuerung für bevorzugten Zugriff oder andere Mechanismen für isochrone Datenströme wie z.B. Videostreams (siehe PC 99). Von den PCI-Geräten im System soll nach PC 99 höchstens soviel Bandbreite belegt werden, daß etwa 30 MByte für Videostreams verfügbar bleiben, was auch für die Übertragung von Bildern in Fernsehqualität (etwa 640\*480 Punkte, 24 Bit Farbtiefe, 25 Bilder / s entsprechend 20 MByte/s) ausreicht. Bei der Übertragung über das Internet ist abhängig von der von der Videokonferenz-Software genutzten Auflösung, Farbtiefe und Bildwiederholrate mit Datenraten des Videostroms (320\*240 Punkte, 16 Bit Farbtiefe, 15 Bilder / s) ab 2,2 MByte /s auf dem PCI-Bus zu rechnen. Die Datenrate über das Internet reduziert sich stark durch Kompression.

Somit ist der PCI-Bus - trotz der fehlenden Mechanismen für isochrone Datenströme als gut geeignet für Video-Konferenz Anforderungen anzusehen.

Beim **Plug and Play** - Verfahren erfolgt die Interruptvergabe nicht mehr manuell durch den Benutzer, sondern automatisch durch eine im BIOS (Basic Input Output System) vorhandene Routine. Diese Routine wird bei jedem Einschalten des Rechners aktiv. Sie prüft, ob neue Steckkarten in das System einbaut wurden. Wenn dies der Fall ist, wird den Steckkarten eine ihrer Anforderung entsprechende Zahl von Interrupts sowie weitere Systemressourcen wie Adressbereiche und DMA-Kanäle (bei ISA-Soundkarten) zugewiesen und die Ressourcen in einer Tabelle als belegt eingetragen.

Dieses Verfahren setzt voraus, daß sich alle Geräte beim BIOS anmelden und nur dann Ressourcen und Interrupts belegen, wenn ihnen diese vom BIOS zugewiesen wurden. Ältere Hauptplatinen mit AWARD 4.5 Bios melden die Schnittstellen auf der Hauptplatine (insbesondere die parallele Schnittstelle) nicht korrekt bei der Plug and Play Routine an so daß eine scheinbar freie Resource ein zweites Mal vergeben wird, wenn ein Plug and Play Gerät Ressourcen anfordert.

(Dieses Problem verhinderte bei mir zunächst die erfolgreiche Installation einer ISA-Plug&Play Soundkarte auf einer Hauptplatine des amerikanisch taiwanesischen Herstellers Mycomp-TMC).

Windows 95 und Windows 98 unterstützen Plug and Play, sie können die Plug and Play-Tabelle für die Ressourcenvergabe lesen und auch ändern. Nicht vollständig Plug and Play-taugliche Betriebssysteme wie Linux oder Windows NT 4 können die Ressourcenvergabe des BIOS nicht nachträglich ändern.

Über die in der Plug and Play-Tabelle abgelegte aus der Steckkarte ausgelesene und für jeden Steckkartentyp eindeutige Device und Herstelleridentifikationsnummer wählt Windows 95/ 98 den passenden Treiber aus. Stellt Windows eine fehlerhafte Plug and Play Tabelle fest oder ändert der Benutzer manuell unter Windows 95/98 die Ressourcenvergabe, wird eine geänderte Tabelle von Windows neu im NV-RAM (non volatile-RAM, nicht flüchtiger Speicher) abgelegt. Bei fehlerhaften älteren BIOS-Varianten kann dies beim nächsten Start oder auch sporadisch zur Neuvergabe der Ressourcen und Wiederherstellung der fehlerhaften Tabelle führen. Eine Bios-Variante (1009) von Anfang 1999 zeigte auf der aktuellen Hauptplatine P2B-F des angesehenen Herstellers ASUS einen besonders tückischen Fehler. Sehr selten wird eine falsche Device ID aus einer Netzwerkkarte mit Realtek 8139 Chipsatz beim Systemstart ausgelesen. Die Folge ist, daß Windows 95 den bisherigen Treiber für die Netzwerkkarte erfolgreich deaktiviert und einen unpassenden Treiber installiert. Die Installation des passenden Treibers wird verweigert, da dieser eine nicht mit der erkannten Device ID übereinstimmende Device-ID aufweist.

Dieses Problem läßt sich, ebenso wie die anderen bisher geschilderten Probleme, durch Einspielen (flashen) einer neuen BIOS Variante beseitigen. Die Hersteller der betroffenen Hauptplatine müssen „nur“ ein fehlerkorrigiertes BIOS bereitstellen.

Leider zeigen sich im Konzept von Plug and Play andere nicht überwindbare Schwächen. Falls ein unbelegter Steckplatz neu belegt wird, der (in der Interruptvergabereihenfolge) vor oder zwischen den bestückten Steckplätzen liegt, werden bereits installierten Steckkarten neue Interrupts zugeordnet. Unter Windows 95 und Windows NT ergibt sich selten das Problem, daß sich bestehende Treiber nicht auf den neu verwendeten Interrupt umstellen und ein hängendes System oder ein System mit nur teilweise deaktiviertem Treiber für den falschen Interrupt auftritt.(z.B. Netzwerkkarte Realtek 8139 unter Windows 95, Netzwerkbindungen für deaktivierten Treiber noch vorhanden, Tekram 390 SCSI-Karte verursacht NT-Systemhänger nach Steckkartentausch) Im schlimmsten Fall scheitert eine Neuinstallation des Treibers und das Betriebssystem muß neu installiert werden.

Selbst wenn eine Neuinstallation gelingt stellt sich zumindest bei Windows 95/98/ NT 4 die Frage, ob vorher installierte Fehlerkorrekturen durch das Kopieren von älteren Dateien zerstört worden sind.

Da häufig nicht alle Schnittstellen benutzt werden, bietet es sich an, nicht benötigte Schnittstellen zu deaktivieren und damit den vorher von ihnen belegten Interrupt für anderweitige Verwendung frei zu machen. Dies geschieht im Setup-Menü des BIOS (<Entf> Taste beim Systemstart betätigen). Auf minderwertigen Hauptplatinen funktioniert die Freigabe nicht, auch wenn der entsprechende Menüeintrag korrekt gesetzt wird. Bei Verwendung von Windows 95 sollte die Deaktivierung zunächst in der Systemsteuerung und erst dann im BIOS erfolgen. Ansonsten findet Windows 95 eventuell trotz Abschaltung im BIOS die deaktivierte Hardware und gibt den Interrupt nicht frei.

Die gemeinsame Verwendung eines Interrupts durch zwei Geräte, als „*interrupt sharing*“ bezeichnet, ist nur für den PCI und AGP-Bus keineswegs aber für den ISA Bus zulässig.

In der Praxis scheitert der Versuch zwei PCI-Karten gemeinsam auf einem Interrupt zu verwenden häufig an der fehlerhaften Implementation durch die Treiber. Sobald ein Interrupt durch eine der beiden Steckkarten ausgelöst wird, muß zunächst der erste Treiber entscheiden, ob dieser Interrupt von der ihm zugeordneten Steckkarte ausgelöst wurde oder nicht. Wenn dieser Interrupt nicht von der dem Treiber zugeordneten Steckkarte stammt, muß der Treiber der ersten Steckkarte den Treiber der zweiten Steckkarte in korrekter Weise aufrufen. Fehlt diese Überprüfung oder wird der zweite Treiber nicht korrekt aufgerufen, scheitert das „*interrupt sharing*“.

Falls „*interrupt sharing*“ funktioniert, erleidet das vom zweiten Treiber in der Treiberkette gesteuerte Gerät durch die notwendige Prüfung durch den ersten Treiber einen Leistungsverlust durch Verzögerung,

Für Interruptsharing geeignet ist die USB-Schnittstelle auf Hauptplatinen sowie PCI-Netzwerkkarten mit aktuellen Treibern.

Eine im Interruptsharing betriebene aktuelle PCI Noname-Soundkarte mit Treibern und einem Chipsatz des amerikanischen Herstellers Fortemedia scheiterte mit zeitweise aussetzender Aufnahmefunktion und seltenen Systemabstürzen am Interrupt-Sharing. Von der Hardware her für Interrupt-Sharing ungeeignet sind weit verbreitete und 6/99 noch gefertigte Grafikkarten für den AGP Bus mit dem Chipsatz NVIDIA Riva TNT.

Bei aktuellen Hauptplatinen mit dem VIA MVP Chipsatz für den AMD K6/ K6-2/ K6-3 Prozessor sowie Pentium kompatible Prozessoren wird jeder PCI-Karte, die in dem Steckplatz direkt neben der AGP-Grafikkarte eingesteckt ist, fest der gleiche Interrupt wie der AGP-Grafikkarte zugewiesen. Bei jedem Benutzer, der in den erwähnten Steckplatz eine PCI-Karte einsteckt und gleichzeitig eine AGP-Grafikkarte mit Riva TNT-Chipsatz benutzt führt dies zu einem instabilen System.

Soundkarten für den PCI-Bus benötigen nur einen Interrupt zur Funktion, jedoch wird ein zweiter Interrupt unter Windows 95 belegt, um den Betrieb von älteren DOS-basierten Spielen zu ermöglichen.



Im Heimbereich wird häufig ISDN genutzt um eine Verbindung ins Internet aufzubauen. Eine Video-Capture-Karte benötigt ebenfalls einen Interrupt. Damit sind alle Interrupts belegt.

Falls eine SCSI-Karte (für professionellen Scanner oder einen CD-Brenner) benutzt wird, fehlt ein Interrupt. Auch im Heimbereich werden zunehmend Netzwerkkarten eingesetzt, für die ebenfalls ein Interrupt benötigt wird.

Es stellt sich die Frage, wie häufig die geschilderte Probleme mit Plug and Play in der Praxis auftreten. Am wenigsten betroffen sind neu erworbene Computersysteme, in die nur aktuelle Steckkarten eingebaut sind und eingebaut werden.

Selbst bei der Wahl von Herstellern, die für ihre Sorgfalt bei der Produktentwicklung und Pflege bekannt sind, treten Probleme mit Plug and Play mit großer Wahrscheinlichkeit auf, da für videokonferenzfähige Systeme sehr viele Komponenten benötigt werden.

Die Herstellern von Komplettsystemen fertigen zunehmend kundenspezifisch, so daß auch Komplettsysteme Plug and Play Probleme und Hardwareunverträglichkeiten durch die individuelle Zusammenstellung aufweisen können.

Im Unternehmen besteht die Möglichkeit, durch identische Systeme einen Vorabtest auf einem PC von einem Administrator durchzuführen zu lassen und damit Unverträglichkeiten zu vermeiden bzw. große Fehlinvestitionen zu vermeiden.

## **USB**

Um die Interrupt-Problematik zu umgehen und das Öffnen des Computer für Erweiterungen überflüssig zu machen, wurde die USB-Schnittstelle entwickelt. Näheres unter 3.1.1.2.

### **3.1.1.1 Anforderungen an die Hardware**

Je nach Einsatzgebiet der Hardware werden unterschiedliche Anforderungen (siehe 1.4.2, 1.4.3) an die Hardware gestellt in Bezug auf die Merkmale Beschaffungskosten, einfache Installation, Qualität der erzielbaren Kommunikationslösung und universelle Einsetzbarkeit.

### **3.1.1.2 Schnittstellen zum Anschluß von Audio und Video**

#### **Soundkarten**

An Soundkarten lassen sich Headsets (3.1.2.1.), also die Kombination aus Kopfhörer und Mikrofon, anschließen. Soundkarten gibt es für den älteren ISA-Bus (16 Bit, 8 Mhz) und den PCI-Bus (32 Bit, 33 MHz).

ISA Soundkarten benötigen mehrere Interrupts, die nicht gleichzeitig von anderen Geräten im System benutzt werden dürfen. Während die Bandbreite von ISA und PCI-Bus für die Übertragung von Audiodaten mehr als ausreichend ist, fällt die Belastung des restlichen Systems während der Übertragung von Audiodaten über den PCI Bus geringer aus.

PCI Karten sind zumeist nach PC97 und PC98 Logo spezifiziert, was einen hohen Geräuschspannungsabstand und damit niedriges Rauschen mit sich bringt.

Ein Schwachpunkt vieler Soundkarten ist die niedrige Empfindlichkeit, ein schlechter Geräuschspannungsabstand und eine zu niedrige Ausgangsspannung des Mikrofoneingang. Während sich ein schlechter Geräuschspannungsabstand durch ein Mikrofon mit hoher Eingangsempfindlichkeit kompensieren läßt, sind die empfehlenswerten Kondensatormikrofone auf eine ausreichende Spannungsversorgung über den Mikrofoneingang angewiesen. Falls die Spannung zu niedrig ist, oder gar wie bei einigen Notebooks keine Spannung anliegt, muß eine externes Speisegerät oder ein dynamische Mikrofon eingesetzt werden, das prinzipbedingt nicht auf eine Spannungsversorgung angewiesen ist.

Hauptsächlich in Notebook sind die Audio Ein-/Ausgänge nicht als Steckkarte realisiert sondern befinden sich fest auf der Hauptplatine, bei besseren Konzepten läßt sich diese Onboard-Schnittstelle abschalten und statt dessen eine Steckkarte verwenden. Die Funktionalität ist die gleiche.

Während alle Soundkarten die Samplingfrequenz und Auflösung der Audio CD von 44 kHz und 16 Bit Stereo bieten sind einige ältere Soundkarten (z.B. alter Yamahachip auf Notebooks) oder Soundkarten auf denen sich nur digitale Eingänge befinden (für die verlustfreie Überspielung von Digitalaufnahmen DAT oder CD in Studios) nicht in der Lage mit Samplingfrequenzen von 8 oder 11 kHz bei einer Auflösung von 8 Bit zu arbeiten. Dies ist aber die Samplingfrequenz und Auflösung, welche die meisten Internet-Telefonie Programme benötigen.

Mit vielen Internet-Telefonie-Programmen ist zwar noch Halbduplexbetrieb möglich, dies entspricht aber dem Komfort einer Verständigung per Handfunkgerät. Während alle aktuellen Soundkarten diesen Modus von der Hardware her unterstützen, mangelt es unter Windows Betriebssystem oft an Treibern die diese Funktion unterstützen.

### **Empirische Erkenntnisse**

- Vollduplexfähigkeit entgegen Herstellerangabe nicht immer funktionsfähig, zudem bei einigen Soundkarten Knistern und Störungen bei Nutzung
- Direct x Unterstützung verursachte im Test keine der von Microsoft in der Knowledge-Base genannten Probleme wie Echos und Aussetzer. Es scheint sich aber um ein gängiges Problem zu handeln, da in der nächsten Netmeeting-Version direct x abschaltbar ist.
- Interrupt-Probleme: Interrupt-Sharing funktioniert meist nicht mit Netzwerkkarte
- Nicht alle in Notebooks integrierten Soundkarten liefern ausreichende Spannung, es soll Soundkarten geben, die niedrige Ausgangsspannung liefern, um auf einfache Weise den für das PC 98 Logo nötigen hohen Geräuschspannungsabstand zu erreichen.
- Viele ältere Grafikkartentreiber benutzen eine nicht den Spezifikationen des PCI-Bus entsprechende Methode, um Daten „schneller“ zu übertragen. Nach jedem Transfer aus dem Hauptspeicher in den lokalen Speicher sendet die Grafikkarte ein Signal, wel-

ches bedeutet, daß die Grafikkarte bereit ist, neue Daten entgegenzunehmen. Diese Grafikkartentreiber werten jedoch dieses Signal nicht aus, sondern wiederholen den nächsten Transfer so lange, bis der Transfer erfolgreich war. Während dies in Benchmarks eine im bis 5 prozentigen Bereich liegende Steigerung ergibt, führt dieses Verhalten zur kompletten Sättigung der Busbandbreite durch den Grafikkartentreiber. Dies hat zur Folge, daß während Grafikkartenoperationen keine Bandbreite mehr für Sound- und Video- Ein-/Ausgabe zur Verfügung steht und deswegen Aussetzer bzw. Knackser in der Audiowiedergabe auftreten. Bei vielen dieser Treiber läßt sich das Verhalten durch RegistryKeys oder \*.ini Dateien (etwa Autoretry Bus Transfers) auf ein PCI-konformes Verhalten umstellen. Treiber von Microsoft oder solche von Hardwareherstellern, welche nach WHQL zertifiziert sind, weisen dieses Verhalten nicht auf.

### **Schnittstelle für digitalisiertes Videosignal: USB**

Der USB (Universal Serial Bus) stellt eine bidirektionale, isochrone serielle Schnittstelle dar, an die während des Betriebs (hot plug) USB-Geräte angeschlossen werden können. Der USB-Bus wurde von Compaq, DEC, IBM, Intel, Microsoft, NEC und Northern Telecom entwickelt.

Insgesamt können maximal 127 Geräte (wie z.B. Maus, Tastatur, Scanner) über einheitliche Stecker angeschlossen werden. Theoretisch stehen etwa 1,2 MByte /s für isochrone Geräte wie USB-Kameras zur Verfügung. Bei der Übertragung wird im isochronen Modus eine maximale Latenz und die Bandbreite garantiert, eine Fehlerkorrektur durch automatische Wiederholung gibt es in diesem Modus nicht.

### **Schnittstelle für digitalisiertes Videosignal: parallele Schnittstelle**

Die ursprüngliche Umsetzung der parallelen Schnittstelle war für den Anschluß eines Druckers gedacht und unterstützte lediglich den unidirektionalen Datentransfer in Richtung des Druckers, wobei 8 Bits parallel übertragen werden können. Neuere parallele Schnittstellen unterstützen die ECP und den EPP- Modi, welche bidirektionalen Datentransfer mit einer Dauertransferrate zwischen 900 kByte bis 1 MByte /s Sekunde unterstützen. Die theoretischen Übertragungsraten von 2,3 MByte (EPP) und 2,1 MByte (ECP) werden in der Praxis nicht erreicht. EPP und ECP sind nach IEEE 1284 Standard genormt.

### **Schnittstelle für analoges Videosignal: Videocapture-Karten**

Nicht jede Videocapture-Karte mit Video-for-Windows Treiber ist geeignet für Internet-Telefonie Programme. Noch ist die vom Internet-Telefonie Programm verwendete Auflösung der Videobilder nicht einheitlich. Die Video for Windows Schnittstelle muß dem Programm jedoch genau die verlangte Auflösung liefern, was nur funktioniert, wenn der Videocapturetreiber die Auflösung unterstützt.

Die Video-for-Windows Schnittstelle verwendet bei Internet-Telefonie-Programmen stets nicht vorkomprimierte Rohdaten, so daß auf der Videocapture Karte vorhandene kompri-

mierende Hardwareencoder (z.B. MPEG Encoder) nicht verwendet werden, die Komprimierung erfolgt stets softwarebasiert durch die Internet Telefonie Software. Hardwareencoder sind nur bei Aufzeichnung von Videosequenzen nützlich, wobei das System, auf dem das Video abgespielt werden soll, entweder über einen Hardwaredecoder oder über einen im System installierten Softwaredecoder verfügen muß.

### **Empirische Erkenntnisse**

Nicht jede Videocapture-Karte mit Video-for-Windows Treiber ist geeignet für Internet-Telefonie Programme. Noch ist die vom Internet-Telefonie Programm verwendete Auflösung der Videobilder nicht einheitlich. Die Video for Windows Schnittstelle muß dem Programm jedoch genau die verlangte Auflösung liefern, was nur funktioniert, wenn der Videocapturetreiber die Auflösung unterstützt.

Die Video-for-Windows Schnittstelle verwendet bei Internet-Telefonie-Programmen stets nicht vorkomprimierte Rohdaten, so daß auf der Videocapture Karte vorhandene komprimierende Hardwareencoder (z.B. MPEG Encoder) nicht verwendet werden, die Komprimierung erfolgt stets softwarebasiert durch die Internet Telefonie Software. Hardwareencoder sind nur bei Aufzeichnung von Videosequenzen nützlich, wobei das System, auf dem das Video abgespielt werden soll, entweder über einen Hardwaredecoder oder über einen im System installierten Softwaredecoder verfügen muß.

### **3.1.2 Externe Audio- und Videogeräte**

Um den Kommunikationspartner hören und sehen zu können, muß dieser am H. 323 Terminal (2.2.2) Wandler anschließen haben, die den hörbaren bzw. sichtbaren Frequenzbereich in analoge elektrische Signale umwandeln und an das H.323-Terminal angeschlossen werden können.

#### **3.1.2.1 Headsets**

Man unterscheidet zwischen Headsets mit Mikrofonen die kein, passives oder aktives Noise-Cancelling unterstützen. Noise-Cancelling in diesem Zusammenhang bedeutet die Unterdrückung von Hintergrundgeräuschen, wie zum Beispiel Rechnergeräusche von PC-Lüftern, Gespräche im Hintergrund.

### **Empirische Erkenntnisse**

- Alle Bedienungsanleitungen von Internet-Telefonie-Programme raten zur Nutzung eines Headsets anstelle von Mikrofon und Lautsprecher. Im Praxistest traten bei der Kombination von Mikrofon und Lautsprecher Rückkoppelungsprobleme auf. Selbst wenn kein Rückkoppelungspfeifen wegen der relativ großen Verzögerung auftritt, hört der Sprecher sich selbst im Kopfhörer mit kurzer Verzögerung, was stark verunsichernd wirkt. (Siehe hierzu auch [TAN 92])
- Kabel der Headsets sind mit etwa 1,80 m zu kurz, keine Verlängerungskabel speziell für Headset (Mikrofon- und Kopfhörerkabel in einem Kabel integriert) im Handel er-

hältlich. Es muß gelötet werden.

Es gibt Probleme mit der Reißfestigkeit der Kabelverbindungen von billigen Headsets: mehrere Ausfälle durch unsichtbaren Kabelbruch sind aufgetreten.

- Umstecken zwischen Lautsprechern und Headsets läßt sich durch Verwendung von zwei Soundkarten oder durch Verwendung von Lautsprechern mit Kopfhöreranschluß vermeiden. Es gibt keine speziellen Umschaltkästen im Handel. Die Verwendung von zwei Soundkarten ist unter den Betriebssystem der Windowsfamilie prinzipiell möglich, die Zuordnung einer bestimmten Soundkarte zu den Anwendungen funktioniert jedoch nicht dauerhaft.
- Viele Headsets sind für längeren Gebrauch unbrauchbar, weil sie unbequem sitzen.
- Der Pegel der verwendeten Kondensatormikrofone war ausreichend
- Passives Noise-Cancelling funktioniert wirksam. Gespräche, welche im Hintergrund geführt werden, werden vom Mikrofon nicht mit aufgenommen.
- Der Abstand vom Mikrofon zum Mund ist bei einigen Mikrofonen entscheidend für das Klangbild: zu nah führt zu dumpfen Klang (Nahbesprechungseffekt) sowie starken Atemgeräuschen. Richtiger Abstand: zwei Finger breit vom Mund, etwas unterhalb des Mundes.

### **3.1.2.2 Videokamera (Webcam)**

Drei verschiedene Arten von Videokameras sind für den Anschluß an den Computer gebräuchlich: Videokameras mit analogem Ausgang, Webcams für die USB-Schnittstelle und Webcams für die parallele Schnittstelle.

#### **Videokameras mit analogem Ausgang**

Es können entweder sogenannte Webcams mit analogem Ausgang (in PAL oder NTSC Videonorm), die auf den Monitor gestellt werden können, oder herkömmliche Videokameras (mit VHS, SVHS, 8mm, Hi 8 Bandlaufwerk) mit analogem Ausgang verwendet werden. Der Computer muß mit einem analogem Videoeingang ausgestattet sein. (3.1.1.2, Video-capture-Karte). Die Entfernung von analogen Videokameras zum PC darf abhängig von der Qualität des verwendeten Kabels 100 Meter überschreiten, mit Signalverstärkern auch mehr.

#### **Webcam für USB**

Für den Anschluß an die digitale USB-Schnittstelle (3.1.1.2., USB) werden spezielle Webcams mit USB-Anschluß benötigt. Derzeit ist von den untersuchten Betriebssystemen nur Windows 98 (3.2.1.2.) zum Betrieb von USB-Webcams geeignet. Für einen flüssigen und ausreichend scharfen Bildablauf müssen mindestens 2,2 MByte Bilddaten pro Sekunde (3.1.1., PCI-Bus) in den Rechner übertragen werden. Da die Bandbreite des USB-Busses im isochronen Modus aber nur 1,2 MByte beträgt, komprimieren USB-Kameras den Datenstrom durch proprietäre Verfahren auf weniger als 1,2 MByte.

Bevor die Bilddaten der Internet-Telefonie-Programm an der Video-For-Windows-Schnittstelle übergeben werden können, muß der Treiber der USB-Webcam die Bilddaten wieder dekomprimieren. Durch diesen Zwischenschritt wird der Prozessor erheblich belastet.

Ein *leistungsfähiger Prozessor ist Voraussetzung*, häufig muß der Prozessor für die effiziente Dekompression mit einem erweiterten Befehlssatz (MMX von Intel) ausgestattet sein. Für „application sharing“ kann trotzdem zuwenig Rechenleistung übrig bleiben, bei Betrieb von aufwendigen Applikationen (wie z.B. Adobe Acrobat) ist durch deren Rechenbedarf und das schlechte Multitaskingverhalten von Windows 98 mit Bildrucklern zu rechnen. Da die Kompression verlustbehaftet ist, tritt zudem ein Verlust an Bildqualität auf. Viele USB-Webcams erreichen nur maximal 15 Bilder pro Sekunde und erreichen können bei dieser Bildrate eine maximale Auflösung von etwa 320\*240 Punkten erreichen. Dies ist für Videokonferenzen derzeit noch ausreichend, da die über das Internet derzeit erreichbare Datenrate nicht die Übertragung von höher auflösenden und flüssigeren Bilderfolgen erlaubt. Die USB-Webcam kann (ohne das sehr kostenaufwendige Einfügen von USB Verteilern, USB-Hubs) nur in einer Entfernung von maximal 5 Meter zum PC eingesetzt werden, da das Anschlußkabel aus elektrischen Gründen nicht verlängert werden darf.

### **Webcam für parallele Schnittstelle**

Die Webcam für die parallele Schnittstelle weist durch die beschränkte Datenrate der parallelen Schnittstelle (parallele Schnittstelle, EPP Modus, 3.1.1.2.) die gleichen Probleme wie die im vorherigen Absatz beschriebene Webcam für USB auf. Zusätzlich verursacht der übliche Betrieb von Drucker und paralleler Webcam an einer parallelen Schnittstelle Störungen bis zum Systemabsturz. Ein Vorteil gegenüber der USB-Webcam ist, daß einige Modelle unter Windows NT betrieben werden können und sich Entfernungen zum PC von 10 Metern, mit Signalregeneratoren sogar darüber, realisieren lassen.

## **3.2 Software**

Für die speziellen Anforderungen eines H.323 konformen Multimedia-Terminals (2.2.2) muß ein geeignetes Betriebssystem (3.2.1.) und Internet-Telefonie-Programm (auch als Webphone bezeichnet, 3.2.2.) mit der geeigneten Funktionalität zur Verfügung stehen.

### **3.2.1 Betriebssystem**

Die technischen Anforderungen an das Betriebssystem ergeben sich aus den Anforderungen des Nutzers an die Internet-Telefonie (1.4.). Es wird untersucht, wie gut die technischen Anforderungen von gängigen Betriebssystemen erfüllt werden und wie hoch somit die Eignung der Betriebssysteme (3.2.1.2.) für Internet-Telefonie ist.

#### **3.2.1.1 Anforderungen an das Betriebssystem**

- *Echtzeit En-/Dekodierung* von Audio- Videoströmen

- **Geringe Verzögerung** bei Ein- /Ausgabe, dies macht einen geringen Overhead durch Betriebssystem und Treiber erforderlich
- **Konstante Verzögerung**, ansonsten Aussetzer, Tonhöhen- oder bestenfalls Geschwindigkeitsschwankungen, Jitter. Eine konstante Verzögerung läßt sich nur durch ein „echtzeitfähiges“ Betriebssystem realisieren.
- **Multitasking /Multithreadingfähigkeit**: Gleichzeitige Bearbeitung von vier Audio-/Videoströmen, Verbindungssteuerung, Benutzerinteraktion. Ausführung von Anwendungen, „Application Sharing“
- **Echtzeitskalierung von Videofenstern**
- **Hohe Verfügbarkeit, Robustheit**
- Da als Übertragungsmedium das Internet benutzt wird, sollte das Betriebssystem **sicher sein gegen Angriffe aus dem Internet** oder ein Firewall sollte den Computer schützen.
- Um eine universelle Kommunikationsplattform und Skalierbarkeit in Preis/Leistung bieten zu können, sollte das Betriebssystem **gängige Schnittstellen unterstützen** und für gängige Geräte sollten **Treiber** für das Betriebssystem **verfügbar** sein.
- Während ein Telefon stets betriebsbereit ist, um Anrufe entgegenzunehmen und trotz des Dauerbetriebs keine Lärm- und Hitzebelastung verursacht, sieht dies bei Computersystemen anders aus.

Ein gut geeignetes Betriebssystem sollte **effiziente Energiesparmaßnahmen** zur Hitze- und Energiekostenreduzierung, die **Abschaltung von lärmverursachenden Komponenten** und eine **schnelle Betriebsbereitschaft** nach dem Einschalten des Computers bieten.

### 3.2.1.2 Eignung verschiedener Betriebssysteme

#### Windows 95 / 98

- Geringer Overhead: Durch das aus dem „Game sdk“ hervorgegangene „direct x“ in der Version 6 können Programme direkt auf Geräte wie Soundkarten, Grafikkarten und Videoeingänge zugreifen.

Beispielsweise kann direkt auf den lokalen Grafikspeicher auf der Grafikkarte zugegriffen werden, ohne daß das für die Aufbau von Fenstern sonst benutzte GDI (graphical device interface) benutzt und dessen Overhead in Kauf genommen werden muß. Viele Steckkarten und deren Treiber unterstützen zudem den Betrieb als Busmaster. Ein Busmaster ist in der Lage, ohne Belastung der Host-CPU Daten über den Bus (PCI-, ISA-, AGP- Bus) im sogenannten Busmaster DMA-Verfahren in den Speicherbereich anderer Steckkarten zu übertragen. Mit direct draw, einem Bestandteil von direct x und einem busmasteringfähigen Videoeingang kann ein Vorschaufenster mit Bildern der lokalen Video/Webcam bei Videokonferenzen ohne Prozessorbelastung und bei geringer Verzögerung angezeigt werden.

- Multitasking und multithreadingfähiges Betriebssystem (aber schlechtes Multitasking-Verhalten)
- Echtzeitskalierung von Videofenstern: Wenn nicht in den sichtbaren „primären“ Bereich des Grafikkartenspeichers geschrieben wird (Primary mode) sondern in einen nicht sichtbaren Bereich des Grafikkartenspeichers (overlay mode) kann der Prozessor auf modernen Grafikkarten (falls der Grafikkartentreiber diese Funktion ebenfalls unterstützt) die Videodaten skalieren sowie interpolieren und das Ergebnis als Fenster einblenden, ohne daß Host CPU-Leistung benötigt wird.
- Sehr niedrige Verfügbarkeit und sehr niedrige Robustheit. Windows 95 und Windows 98 bieten keinen vollständig geschützten Speicherraum wie ihn Windows NT oder Linux bietet. So kann ein fehlerhaft programmiertes Programm / Treiber / Betriebssystemkomponente durch schreibenden Zugriff auf den Speicherraum eines anderen Programmes sich selbst sowie das betroffene Programm und das Betriebssystem zum Absturz bringen. Auf die Realisierung eines vollständig geschützten Speicherraumes wurde zugunsten der Kompatibilität zu für Windows 3.x geschriebene Anwendungen verzichtet. Bestimmte Systemressourcen haben keinen linearen Speicherraum zur Verfügung, sondern müssen in einem stark beschränktem Speicher Platz finden, der nicht von der Größe des installierten Hauptspeichers abhängt. Da für ein videokonferenzfähiges Computersystem sehr viele Treiber installiert werden müssen, die in diesen beschränkten Speicherplatz Platz benötigen, wird das System beim Öffnen von vielen Fenstern instabil. Bei der Nutzung des GDI für den Fensteraufbau wird nämlich ebenfalls Speicher in diesem Speicherbereich belegt. Dies macht „application sharing“ instabil.

Sehr mangelhaften Schutz auch von zentralen Systemdateien gegen das Überschreiben bietet Windows 95/98 während der Installation neuer Software.

Microsoft stellt keine Sammlung von Fehlerkorrekturen für Windows 95/98 in Service Packs ähnlich wie für Windows NT zur Verfügung. Falls Service Packs verfügbar sind, beheben diese nicht alle Fehler. Es sind sehr viele einzelne Fehlerkorrekturen verfügbar, die jedoch häufig nicht bestimmte Abhängigkeiten von der installierten Betriebssystemversion und von Systemdateien überprüfen. Fehlerkorrekturen sind wegen des mangelhaften Schutzes gegen Überschreiben in einer bestimmten Reihenfolge zu installieren. Einige Fehlerkorrekturen werden selbst von Microsoft nicht empfohlen. Nur wenige Fehlerkorrekturen werden in einer deutschen Version für ein deutsches Windows 95 verfügbar. Es bleibt fast immer der Phantasie des Anwenders überlassen, ob die Installation einer amerikanischen Fehlerkorrektur auf ein deutsches Windows 95 / 98 dem System mehr nützt als Schaden zufügt. Über englische Meldungen nach der Installation wird sich sicher kein Anwender aufregen, da nach der Installation diverser Peripherie sowieso bereits etliche Meldungen auf englisch erfolgen.

Die zentrale Sammlung von Fehlersymptomen, Fehlerbeschreibungen und möglichen Lösungen „Knowledgebase“ ist über das Internet nur theoretisch, nicht aber in der Pra-



xis erreichbar, da der Andrang die Kapazitäten von Microsoft übersteigt.

Fast alle Microsoft-Programme führen ohne weitere Rückfrage eine Aktualisierung von Betriebssystemdateien durch, als Beispiel sei hier der Internet-Explorer und das Office-Packet genannt. Dies hatte in der Vergangenheit oft die Folge, daß andere Programme mit den neueren Betriebssystemdateien teilweise Fehlverhalten zeigen.

Eine zentrale Technik des Betriebssystems OLE, Object Linking and Embedding, funktioniert bis heute nur in kleinen Dokumenten.

Im Laufe des Betriebs von Windows 95/ 98 nimmt die verfügbare Systemleistung permanent ab, da sich Programme nicht rückstandslos deinstallieren lassen und nicht mehr benötigte Betriebssystemerweiterungen und Programmteile weiterhin geladen werden und Rechenleistung, linearen sowie beschränkten Speicher (Systemressourcen) benötigen. Die Ursache hierfür liegt in einem weiterem Mangel der Systemarchitektur von Windows 95/98, der (Nicht)Verwaltung von Shared libraries, also Programmteilen“, die von mehreren Programmen gemeinsam benutzt werden. Da hier über keine zuverlässige Datenbank geführt wird, werden bei der Deinstallation von Programmen die eventuell noch von anderen Programmen benötigten shared libraries vorsichtshalber nicht deinstalliert. Es kann auch der umgekehrte Fall eintreten, daß bei der Deinstallation eines Programmes eine noch von anderen Programmen benötigte shared library deinstalliert wird, was zum teilweisen funktionsabhängigen oder kompletten Versagen der betroffenen Programme führt. Ebenso kann die Neuinstallation von Programmen eine Aktualisierung von shared libraries bewirken, was das Versagen von vorher installierten Programmen zur Folge haben kann.

Ein Komplettbackup im laufenden Betrieb von Windows 95/98 ist nicht möglich, da sich schreibender Zugriff des Betriebssystems während des Backup beispielsweise auf die Auslagerungsdatei nicht verhindern läßt. Um ein Komplettbackup zu erstellen, muß der Start mit einem anderem Betriebssystem erfolgen, dem im Regelfall die Treiber für fortschrittliche Geräte wie CD-Brenner fehlen. Falls der Anwender nur vom Benutzer erzeugte Dokumente sichern möchte, gelingt dies nicht komplett, da es kein einheitliches Benutzerverzeichnis (wie unter Linux das /home ) Verzeichnis gibt, in dem alle Anwendungen vom Benutzer erzeugten Dateien und auch Programmeinstellungen ablegen.

Die erste Windows 95 Version, dies ist die einzige auf legalem Weg ohne Computer/Hardware einzeln frei käufliche Version von Windows 95, beherrscht kein Multihomeing, die Zuweisung einer unterschiedlichen IP-Adresse zu einer Modem/ISDN Internet-Verbindung und einer Netzwerkkarte ist nicht möglich. Der Betrieb einer Netzwerkkarte und eines Modems oder eines ISDN-Adapters in einem Computer ist mit dieser Version daher nicht möglich.

- Das Betriebssystem ist nicht „sicher“. Als gravierende Beispiele für Unsicherheit seien hier nur die sehr schwache Verschlüsselung Verschleierung der per Default auf der Festplatte abgelegten Paßwörter für den Internetzugang zu Internet-Providern genannt.

Die Paßwörter während der Übermittlung in lokalen Netzwerken sind ebenso unwirksam verschlüsselt. Die Paßwörter für die Anmeldung können zwar aus Groß- und Kleinbuchstaben bestehen, aber die Auswertung unterscheidet nicht zwischen beiden Varianten, es gibt keinen Sicherheitsgewinn. Für sicherheitskritische Anwendungen empfiehlt Microsoft Windows NT.

- Windows 95 unterstützt fast alle für Internet-Telefonie und Videokonferenz verwendbaren Schnittstellen. Die preisgünstige in dem Bereich Videokonferenz/Webcam sehr wichtige Schnittstelle USB wird aber durch Windows 95 nicht unterstützt. Zwar ist USB-Unterstützung ab Windows 95 OSR2 (also nicht für die für den Endkunden freikäufliche Version) verfügbar, aber die Verbreitung der nötigen Dateien hat Microsoft den Herstellern von USB Geräten einige Zeit nach dem Erscheinen von Windows 98 untersagt, um den Absatz von Windows 98 zu fördern. Die Dateien sind zwar im Internet verfügbar, funktionieren aber nicht mit beliebigen USB Geräten. Weitere Probleme treten unter Windows 95 mit bestimmten USB-Chipsätzen (von VIA) auf.
- Die mit Geräten wie Steckkarten gelieferten Treiber sind fast immer veraltet und fehlerhaft oder die auf Diskette bzw. CDROM befindlichen Treiber entsprechen nicht den tatsächlich vom Computerhersteller im System installierten Treibern. In vielen Fällen müssen funktionsfähige Treiber im Internet beschafft werden, wobei das Entfernen der alten Treiber oft unüberwindliche Hindernisse aufwirft, welche sich nur durch die Neuinstallation von Windows 95 und aller Programme lösen lassen. Falls sich bei der Installation von Windows 95 eine ältere Soundkarte (ISA nicht plug and play fähige Soundkarte) im System befindet, wird ein unpassender Treiber automatisch installiert. Dies hat Fehlfunktionen zur Folge. Für ältere Geräte werden Treiber mit Windows 95 geliefert, die recht zuverlässig funktionieren, dies aber meist auf Kosten der Geschwindigkeit, oft werden nicht alle Hardwareeigenschaften unterstützt.

Unter Windows 98 werden alle gängigen Schnittstellen inklusive USB unterstützt, aber nicht einmal die von Microsoft verkauften USB-Lautsprecher funktionieren ohne Aussetzer bei hoher Rechnerbelastung.

Es werden Anfang 1999 noch immer Geräte verkauft, denen zwar funktionierende Treiber für Windows 95 beiliegen. Unter Windows 98 funktionieren diese Geräte nicht oder nicht stabil (Beispiel ISDN-Karten von Teles und US Robotics: veralteter nicht Win 98 tauglicher Treiber / instabil, TV-Karten von Lenco und anderen: auch im Internet kein für Win 98 nutzbarer Treiber verfügbar).

- Windows 95 unterstützt Energiemanagement nach APM Standard. APM unterstützt das Abschalten von Festplatten, die Verringerung der Taktfrequenz von Prozessoren und das Abschalten von Bildschirmen.

Die CPU wird vom System nicht in den stromsparendsten Modus versetzt, weil der HALT-Befehl der CPU nicht unterstützt wird. Das hat eine hohe Hitzeentwicklung bei Verwendung von aktuellen CPUs zur Folge. Eine Nachrüstung dieser Funktionalität per Zusatzprogramm führt zu Problemen u.a. mit Soundkartentreibern.

Das Speichern des Betriebssystemzustands auf Festplatte („Suspend to disk“) und anschließende Abschalten des Computers wird nicht unterstützt. In Notebooks wird dies durch Zusatzprogramme ermöglicht, der langwierige Ladevorgang von z.B. Treibern entfällt dann, so daß ein spontaner Systemstart möglich ist. Selbst beim Marktführer Toshiba verursacht die Nutzung auf älteren Notebooks nach dem Wiedereinschalten den zeitweiligen Ausfall von Geräten wie CD-ROM Laufwerk, wobei es sich um Treiberprobleme handelt. Eine dieser Funktionalität Nachrüstung von Desktop Computern durch Zusatzprogramme stößt ebenso auf Probleme mit Gerätetreibern.

Windows 98 unterstützt den APM Nachfolger ACPI. Auf nahezu allen aktuellen Hauptplatinen ist die ACPI Unterstützung durch das BIOS fehlerhaft, so daß die Nutzung von Suspend to disk (auch unter ON NOW vermarktet) und anderen neuen Funktionen fehlschlägt. Immerhin wird der HALT Modus von ACPI und damit Windows 98 unterstützt. Einige mit dem Betriebssystem gelieferte Treiber sind nicht ACPI fähig. Selbst von Microsoft zertifizierte Treiber für Windows 98 müssen kein ACPI unterstützen und tun dies vielfach auch nicht. Auf neueren Hauptplatinen kann per ACPI der Prozessorlüfter abgeschaltet werden, der Netzteillüfter läßt sich aber nicht während des Betriebs abschalten.

Windows 95 bietet die schlechtesten Energiespareigenschaften der betrachteten Betriebssysteme und damit geht auf aktuellen Computern eine störende Hitzeentwicklung einher. Da gängige Netzteillüfter bei höheren Temperaturen stärker lüften, entwickeln sie unter Windows 95 einen höheren Lärmpegel. Windows 98 bietet mit ACPI Unterstützung theoretisch die besten Energiesparmaßnahmen, in der Praxis sind diese jedoch nicht nutzbar. Windows NT 4 und Linux verursachen demgegenüber keine Probleme, unterstützen aber den für schnelle Systemstarts nötigen Suspend to disk Modus nicht.

#### **Windows NT 4**

- Für Windows NT 4 ist direct x in der älteren Version 3 verfügbar, was eine spürbar größere Verzögerung bei der Audioübertragung als bei Windows 95/98 bewirkt.
- Multitasking und multithreadingfähiges Betriebssystem, besseres Multitasking als Windows 95/98. Beim Starten und arbeiten mit anderen Programmen („application sharing“)
- Bessere Verfügbarkeit und bessere Robustheit als Windows 95/98. Windows NT bietet einen geschützten Speicherraum. Zugriffe auf den Adreßraum fremder Prozesse werden vom Betriebssystem genauso unterbunden wie der direkte Zugriff auf Ressourcen an der Windows NT-Treiber Architektur vorbei. Eine Ausnahme bildet lediglich der Grafikkartentreiber, der aus Performanzgründen seit der Version 4 von Windows NT im Kernel Model ausgeführt wird und damit direkten Zugriff im Gegensatz zu den sonst im User-Mode arbeitenden Prozessen und Treibern erhält. Die Systemressourcen unterliegen nicht den Speicherplatzbegrenzungen wie Windows 95/98.

Microsoft stellt eine Sammlung aller bis zu dem Zeitpunkt erschienen Fehlerkorrekturen in sogenannten Servicepacks zur Verfügung. Servicepacks erscheinen jedoch auch bei sicherheitsrelevanten Fehlerkorrekturen mit teilweise monatelanger Verzögerung wie beim Servicepack 4. Bis zum Erscheinen sind sogenannte Hot- oder Postfixes verfügbar, teilweise schließen sich diese Hotfixes gegenseitig aus oder eine schlecht dokumentierte Installationsreihenfolge ist einzuhalten, lokalisierte Hotfixes werden nur verzögert verfügbar.

Unter Windows NT 4 funktioniert auch nach Installation des Service Packs 3 und einer von Microsoft empfohlenen manuellen Aktualisierung der Plug and Play Komponente Plug and Play nicht einwandfrei, so wird die von vielen Hersteller eingesetzte Soundkarte Terratec Base I in regelmäßigen Abständen als neues Plug and Play Gerät erkannt und die Treiber für die Soundkarte müssen neu installiert werden. Auch bei Windows NT 4 sind zentrale Systemdateien sehr schlecht gesichert gegen das Überschreiben während der Installation neuer Software. So wird beispielsweise nach der Installation des Internet Explorers 5 oder von Treibern für neue Hardware die erneute Installation des aktuellen Service Packs empfohlen.

Unter Windows NT können nur Treiber und Programme installiert werden, wenn der Benutzer als Administrator angemeldet ist. Bei Netzwerken aus mehreren Computern kann ein zentraler Administrator die Verträglichkeit neuer Software mit bestehenden Internet-Telefonie Lösungen testen, bevor die Verteilung der Software erfolgt. Es ist möglich die Software nur für lizenzierte Benutzer freizugeben. Ein Nachteil durch die zentrale Probeinstallation ist der hohe Zeitbedarf und Kommunikationsaufwand der für den zentralen Administrator anfällt. Um die neue Software auf alle Rechner automatisch in gleicher Weise zu installieren, wird Zusatzsoftware benötigt. Eine Möglichkeit zur Verteilung ist das Aufspielen von Festplattenimages. Dies erfordert jedoch nahezu identische Hardwareausstattung (Ausnahme Festplattengröße) auf den Systemen und bringt das Risiko von Datenverlust mit sich, wenn die Anwender nicht alle Programmeinstellungen und Dokumente in einer eigenen Partition der Festplatte oder auf einem Server abspeichern. Eine andere Möglichkeit ist die Installation per Microsoft ZAK (Zero Administration Kit) oder falls Novell Netware verwendet wird per ZEN-Komponente.

Die zentrale Sammlung von Fehlersymptomen, Fehlerbeschreibungen und möglichen Lösungen „Knowledgebase“ ist über das Internet nur theoretisch, nicht aber in der Praxis erreichbar, da der Andrang die Kapazitäten von Microsoft übersteigt.

Fast alle Microsoft-Programme ohne weitere Rückfrage eine Aktualisierung von Betriebssystemdateien durch, als Beispiel sei hier der Internet-Explorer und das Office-Packet genannt. Dies hatte in der Vergangenheit oft die Folge, daß andere Programme mit den neueren Betriebssystemdateien teilweise Fehlverhalten zeigen.

Im Laufe des Betriebs von Windows NT 4 nimmt die verfügbare Systemleistung permanent ab, da sich Programme nicht rückstandslos deinstallieren lassen und nicht

mehr benötigte Betriebssystemerweiterungen und Programmteile weiterhin geladen werden und Rechenleistung und Speicher (Systemressourcen) benötigen.

Ein Kompletbackup im laufenden Betrieb von Windows NT 4 ist nicht möglich, da sich schreibender Zugriff des Betriebssystem während des Backup beispielsweise auf die Auslagerungsdatei nicht verhindern läßt. Um ein Kompletbackup zu erstellen, muß der Start mit einem anderem Betriebssystem erfolgen, dem im Regelfall die Treiber für fortschrittliche Geräte wie CD-Brenner fehlen. Falls der Anwender nur vom Benutzer erzeugte Dokumente sichern möchte, gelingt dies nicht komplett, da es kein einheitliches Benutzerverzeichnis (wie unter Linux das /home ) Verzeichnis gibt, in dem alle vom Benutzer erzeugten Dateien und auch Programmeinstellungen ablegen. An vom Benutzer angelegten Dateien im Programmverzeichnis scheitert die Deinstallation per Systemsteuerung zudem zumeist.

- Das Betriebssystem Windows NT ist von der Systemarchitektur her prinzipiell „sicher“. Sicherheitsprobleme ergeben sich aus der Installation von fehlerhafter Software wie diverse Netzwerkbrowser sowie das defaultmäßige Verhalten, daß statt Sicherheit die Kompatibilität mit unsicheren Windows 95/98 basierten Rechnern in den Vordergrund stellt. Dieses Verhalten kann vom Administrator nicht durch systeminterne grafische fensterbasierte Werkzeuge geändert werden, sondern muß durch eine Vielzahl vom manuellen Einträgen in die zentrale Datenbank von Windows NT, die Registry, (Bearbeitung von Registrykeys) geändert werden. Dies erfordert hohes Detailwissen über die Funktionsweise von Windows NT, fehlerhaft gesetzte Registry-Keys gefährden die Stabilität des Gesamtsystems. So werden per Default nur schwache Verschlüsselungsverfahren zur Übermittlung von Paßwörtern bei der Netzwerkanmeldung verwendet, um die Anmeldung in Netzwerken mit Windows 95 basierten Rechnern zu ermöglichen.

- Für Windows NT 4 gibt es zwar inzwischen funktionierende Soundkartentreiber auch mit Vollduplexunterstützung, aber es gibt fast keine günstigen Videocapturekarten mit Treibern für Windows NT 4 im Bereich unter 200 DM. So bleibt nur die Wahl einer Fernsehkartentuner, die nebenbei auch einen Videocaptureeingang bietet, aber für Firmen ungeeignet ist, da sie GEZ gebührenpflichtig ist.

Von Hauppauge wird eine angeblich Windows NT 4 fähige Capturekarte hergestellt, die im Test aber kläglich unter Windows NT 4 versagte. Da diese Capturekarte eine neuere Varianten des hochintegrierten Chips Brooktree 848, den BT 848A, verwendet, steht zu vermuten, daß die Windows NT-Treiber nur die vorherige Variante mit mehreren Quarzoszillatoren korrekt initialisieren konnten.

Ansonsten wird von Intel im sogenannten Create & Share Pack eine nahezu identische Capturekarte mit Webcam vertrieben. Diese Lösung ist nicht offiziell für Windows NT 4 geeignet, jedoch existiert ein passender Treiber auf dem Webserver von Intel, der damit funktionieren soll (nach Benutzerangaben, keine Gewähr)

Es gibt zwar einige günstige Grafikkarten mit Videocaptureeingang, unter Windows

NT bleiben diese Eingänge jedoch bis auf eine nicht mehr produziertes Ausnahme nutzlos, weil es zwar Treiber für die Grafikkartenfunktion, nicht aber für den Videoeingang gibt.

USB-Unterstützung ist unter Windows NT 4 nicht möglich. Seit kurzem gibt es einige an die parallele Schnittstelle anschließbare Webcams, für die sich Treiber auf den Internetservern der Hersteller finden. Nicht alle Hersteller haben jedoch den Mut auch auf der Verpackung die vollständige Unterstützung von Windows NT 4 zu garantieren. Der Nachfolger von Windows NT 4, Windows 2000 Professional ist für USB geeignet und unterstützt direct x in der aktuellen Version.

- Windows NT unterstützt Energiemanagement nach APM Standard, der HALT Befehl der CPU wird zusätzlich unterstützt. „Suspend to disk“ ist nicht vorgesehen. (Erläuterungen siehe Windows 95)

## Linux

- Open Source Betriebssystem, keine Lizenzkosten für das Betriebssystem und eine Vielzahl von Anwendungen.

Verschiedene Distributionen, wobei es sich bei einer Distribution um eine Zusammenstellung eines gebrauchsfertig übersetzten Betriebssystems mit wahlweise installierbaren Anwendungen und den dazugehörigen Quelltexten handelt. Die Freigabe von neuen Kernen erfolgt zentral durch Linus Torvalds. Eine Produkthaftung wie bei kommerziellen Betriebssystemen ist nicht gegeben.

- Treiber unterstützen Busmaster-Betrieb. Die Treiber stammen derzeit oft nicht vom Hardwarehersteller wie die Windows Treiber, sondern werden von der Linux Entwicklungsgemeinde erstellt.

Vorteil: kein kommerzieller Verfügbarkeitsdruck, was zusammen mit der inzwischen großen aktiven Nutzerbasis zu ausgereiften Treiber führt. Nachteil: die freien Entwickler sind auf die Dokumentation der Hardware von den Hardwareherstellern angewiesen, die wegen der durch Open Source freigelegten Konstruktionsdetails den Verlust von Marktvorteilen durch mögliche Nachahmung von herstellerinternem Know-how befürchten. Die Treiber werden später verfügbar als Treiber für Windows. Da die freien Entwickler der Hardwaretreiber kein finanzielles Interesse an der Marktförderung des durch den Treiber unterstützten Produktes haben, existieren weniger Leistungsvergleiche verschiedener Hardware unter Linux in Zeitschriften, was die Auswahl von besonders leistungsfähigen Produkten erschwert.

Keine einheitliche Fensteroberfläche (GUI), verbreitet ist KDE, welches auf dem genormten X-Window-System aufsetzt.

- Multitasking und multithreadingfähiges Betriebssystem, sehr gutes Multitaskingverhalten. Keine vollständige Unterstützung der Hardwarefähigkeiten: 3D Fähigkeiten der Grafikkhardware sowie Overlay noch sehr selten unterstützt. Eine zu direct x vergleichbare Funktionalität existiert noch nicht.

- Hohe Verfügbarkeit und große Robustheit.  
Geschützter Speicherraum. Das Betriebssystem muß üblicherweise nur zum Einbau von neuer Hardware oder zur Installation von Betriebssystemupdates (neuer Kernel) heruntergefahren werden. Sehr gute Speicherverwaltung, gutes Betriebsverhalten mit vielen geöffneten Applikationen, also prinzipiell gute Eignung für „application sharing“. Restlose Deinstallation von Programmen möglich, keine Probleme mit überschriebenen Dateien der shared libraries.  
Benutzereigene Dateien werden im home Verzeichnis des jeweiligen Benutzer abgelegt, dadurch leichtes Backup.  
Das Betriebssystem kann als von der Architektur (Unix basierend) her als sicher betrachtet werden. Der Administrator hat allerdings Zugriff auf die Daten aller Benutzer, was bei Windows NT verhindert werden kann. Durch die hohe Anpassbarkeit des Betriebssystems kann der Kernel und die verwendeten Module auf die unbedingt nötige Grundmenge reduziert werden, was die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von sicherheitsrelevanten Fehlern verringert. Treiber (in Modulform) können dynamisch während ge- und entladen werden. Der Quelltext kann auf Fehler oder sogenannte Backdoors untersucht werden. Bekannt gewordenen Fehler werden schneller als bei Microsoft korrigiert, wobei es das Problem der zeitverzögerten Lokalisierung nicht gibt. Zudem lassen sich mit allen gängigen Distributionen Firewalls herstellen. Sicherheit per Defaultinstallation gibt z.B. es bei der in Deutschland weit verbreiteten SUSE-Distribution nicht, weil für das Hilfesystem der INETD installiert wird, der das Starten von Diensten über das Internet ermöglicht. Allerdings wird bereits bei der Installation auf das mögliche Sicherheitsproblem hingewiesen.
- Linux unterstützt erst seit kurzem offiziell die USB-Schnittstelle, es sind jedoch erst Treiber für Tastaturen und Mäuse verfügbar und noch nicht für Webcams. Für Capturekarten, welche auf dem weitverbreiteten Chip BT 848 oder 878 basieren, gibt es jedoch funktionierende Treiber. Seit kurzem gibt es die zweite Version der Betriebssystemschnittstelle „Video for Linux“, „Video for Linux 2“, die Anpassung der Capturetreiber ist noch nicht beendet. Video for Linux ist das Äquivalent zu Video for Windows.
- Linux unterstützt Energiemanagement nach APM Standard, der HALT Befehl der CPU wird zusätzlich unterstützt. „Suspend to disk“ ist nicht vorgesehen. (Erläuterungen siehe Windows 95)

### 3.2.2 Internet-Telefonie-Programme

- Im Lieferumfang von Windows 95 befindet sich Netmeeting 2, im Lieferumfang von Windows 98 Netmeeting 2.1 von Microsoft. Die Installation dieses Programmes ist einfach. Gefährlich ist aber die Voreinstellung, welche bewirkt, daß der Benutzer von beliebigen Personen über eine elektronische Anwesenheitsliste (ILS) im Internet von beliebigen fremden Personen anrufbar ist und über die elektronische Anwesenheitsli-

ste auch persönliche Daten wie die Email-Adresse öffentlich werden. Es ist nicht offensichtlich, welche Informationen für die Lizenzierung des Produkts und welche für ILS benutzt werden. Netmeeting 2.1 erkennt nachträglich ins System integrierte Hardware wie Videocapturekarten nicht zuverlässig. Eine erneute Deinstallation über die Systemsteuerung und erneute Installation löst dieses Problem nicht, da die Deinstallationsfunktion nicht einwandfrei arbeitet. Erst wenn Netmeeting deinstalliert, das Netmeetingverzeichnis per Hand gelöscht wird und danach Netmeeting erneut installiert wird, erkennt Netmeeting zuverlässig neue Hardware. Die Sprachqualität von Netmeeting und die Verzögerungszeit (wegen direct x) sind sehr gut. Von Netmeeting der Version 2.1 gibt es zahllose Unterversionen mit diversen Fehlerkorrekturen, natürlich werden die behobenen Fehler in der Hilfe oder im Readme nicht erwähnt.

Netmeeting rendert beim Start alle in Windows installierten TrueType Vektor Schriftarten in Bitmaps, vermutlich um Tonaussetzer beim Start von zusätzlichen Programmen für Application sharing zu vermeiden. Leider führt dieses Verhalten zum Systemabsturz, falls zu viele Schriftarten im System installiert sind (beispielsweise nach der Installation von Corel Draw und den mitgelieferten Schriftarten der Fall). Ebenso führen alte TrueTypeschriftarten für Windows 3.1 zu Absturz, welche z.B. von diversen verbreiteten Hewlett-Packard Druckertreibern im System installiert werden, um die Bildschirmdarstellung dem Ausdruck anzupassen.

Beide (Winnov Videum AV PCI, Asus 3400TNT/TV) von mir mit Netmeeting getesteten Videoeingänge zeigten nur mir Netmeeting 2.1 das Verhalten, daß sich die Eigenschaften des Videotreiber unter Netmeeting zeitweise nicht verändern ließen, da der entsprechende Menüeintrag zeitweise ausgegraut war.

Mit dem Videoeingang des Asusgrafikkarte war kein zuverlässiger Betrieb möglich, da bei der Aktivierung des lokalen Videoeingangs gelegentlich Systemabstürze zu beobachten waren. Selbst bei Nutzung eines jeweils vor Nutzung von Netmeeting eingespielten Komplettbackups (Festplattenimage) stellte sich mal ein völlig problemloser Betrieb und mal ein Systemabsturz ein.

Die Netmeeting-Lizenz ist kostenlos, ein Download als vom Internet-Explorer unabhängiges Produkt per Internet ist möglich. Die nächste Netmeeting Version 3 erfordert zwangsweise die Installation des Internet-Explorers.

- Die meisten Internet-Telefonie-Programme sind für Windows 95/98 sowie in etwas niedriger Zahl für Windows NT verfügbar. Für Mac-OS und Linux sind wenige Internet-Telefonie Programme verfügbar.
- Internet Phone 5 von Vocaltec verursachte beim ersten Installationsversuch eine schwere Schutzverletzung und ein halb installiertes Internet Phone, welches sich nicht mehr deinstallieren ließ. Erst mit einer neueren Version gelang die Installation. Negativ fällt die defaultmäßig deaktivierte H.323 Unterstützung auf, in dieser Einstellung sind nur Verbindungen zu anderen Internet- Phone Nutzern ermöglicht. Auch eine Deaktivierung des Videobildes während des Gesprächs funktionierte nicht. Dies ist bei sich



während des Gesprächs verschlechternden Verbindungen per Internet störend. Vocaltec und diverse Internet-Telefoniefirmen bieten kostenpflichtige Gateways aus dem Internet ins Telefonnetz an. Obwohl Internet Phone kostenpflichtig ist, dürfte es zumindest in der älteren Version 4 größere Verbreitung erfahren haben, da es mit diversen Soundkarten (z.B. von Terratec) sowie Internetzugängen (1&1, Telekom Internetzugang T-Online) mitgeliefert wird.



## 4 Sicherheit

Während unter Sicherheit umgangssprachlich eher Abhörsicherheit, Schutz der Vertraulichkeit (security) verstanden wird, ist Sicherheit im Sinne von Verfügbarkeit (safety) ein zentrales Merkmal der herkömmlichen Telefonie. Da herkömmliche Telefonie nur einen geringen Schutz der Vertraulichkeit bietet, ist die Verfügbarkeit Voraussetzung für den Erfolg der Internet-Telefonie.

### 4.1 Sicherheit herkömmlicher Telefonie

- Hohe Verfügbarkeit. Unterbrechungen durch Softwareupdates der Vermittlungsstellen (neue Gebührentaktung usw.) oder physikalische Unterbrechung (Baggerarbeiten) der Telefonkabel. Nur bei Unterbrechung von angemieteten Standleitungen oder bei Unterbrechung der Leitung zur Vermittlungsstelle fällt die Verbindung aus, ansonsten wird die Leitung nicht mehr benutzt.
- Abhörschnittstellen vorhanden, permanente automatisierte Überwachung auf Schlüsselwörter findet statt (ECHELON, siehe [RUH98] )
- ISDN-Telefonanlagen können durch Aktivierung von in Deutschland nicht zulässigen Funktionen (z.B. sogenannte Zeugenschaltung) und durch Einschalten der in vielen ISDN-Telefonen vorhandenen Freisprecheinrichtungen zu Abhörzwecken mißbraucht werden. Die Konfigurationspaßwörter der Telefonanlagen sind nur schwach geschützt und werden teilweise dem Endbenutzer nicht mitgeteilt, so daß dieser diese nicht auf sichere Paßwörter ändern kann.

### 4.2 Sicherheit von Internet-Telefonie

- Niedrige Verfügbarkeit des Kommunikationssystems bei Softwarelösung: Computerhardware, Betriebssystem, Treiber für Internetanbindung (üblicherweise ISDN), Videocapturehardware, Soundkarte, Grafikkarte müssen fehlerfrei miteinander funktionieren und im Hintergrund darf kein Prozeß zu viel Rechenleistung verbrauchen. Auch wenn die Verfügbarkeit der Verbindung bis zum Internetprovider durch starken Wettbewerb gestiegen ist, bleibt die Ungewißheit, ob gerade ausreichend Übertragungskapazität im Internet zur Verfügung steht. Die verfügbare Bandbreite hängt vom Verhalten anderer Benutzer ab. Noch ist die Implementierung von Verfahren in den Routern nicht üblich, welche die bevorrechtigte Übertragung von Sprach- und Videodaten per Quality of Service Management ermöglichen (wie IPv6, das Internetprotokoll in der Version 6). Bei hoher Belastung des Internet gehen daher Datenpakete verloren, treffen in der falschen Reihenfolge oder mehrfach ein. Für die Übertragung der Ton- und Bildströme wird das UDP-Protokoll genutzt, welches keine Korrektur wie das TCP Protokoll unterstützt. Folge sind Tonaussetzer und Störungen.
- Das Mithören ist erschwert durch potentiell wechselnde Route während des Gesprächs und zur Zeit noch proprietäre Codierungsverfahren. Selbst wenn die Route wechselt,

so bleibt doch mindestens die Teilstrecke bis zum Internet-Provider konstant. Die Abhörsicherheit ist abhängig von der gewählten Kommunikationsform, so hängt beispielsweise die Abhörsicherheit bei Internet-Telefonie-Gesprächen vom Computer zu Telefon (2.2.2) von der Abhörsicherheit der herkömmlichen Telefonsprachverbindung ab ITSP-Gateway und von der Sicherheit der Internet-Telefonie bis zum Gateway ab. Mit dem Programm Speakfreely steht ein kostenloses Internet-Telefonie-Programm mit Echtzeit-Verschlüsselung im Triple DES oder IDEA-Verfahren (128 Bit Schlüssellänge) zur Verfügung. Der hohe Rechenaufwand zur Ver- und Entschlüsselung bewirkt abhängig von der Rechnerleistung eine Übertragungsverzögerung im sendenden und im empfangenden Computer.

## 5 Kosten

Kostenvorteile gegenüber der herkömmlichen Telefonie sind neben der größeren Funktionalität der Hauptgrund für die Ausbreitung der Internet-Telefonie. Nachfolgend werden die Kostenfaktoren von herkömmlicher Telefonie und Internet-Telefonie untersucht.

### 5.1 Kosten herkömmliche Telefonie

Die untere Kostenschranke bei Ferngesprächen über das Fernsprechnetz wird durch die Gebühren bestimmt, welche die Telefongesellschaft an andere Telefongesellschaften für die Leitungsbenutzung zu entrichten hat. Einen sehr großen Anteil machen Kosten aus, die an die zu durchquerenden Länder zu entrichten sind. Da bei Internet-Telefonie diese Einnahmen für die Staatskasse entfallen, ist in einigen Ländern Internet-Telefonie gesetzlich verboten.

### 5.2 Kosten Internet-Telefonie

Die laufenden Kosten für Internet-Telefoniegespräche von Computer zu Computer setzen sich bei klassischen Internet Providern wie AOL aus Telefonkosten bis zum Internetprovider und Onlinegebühren zusammen.

Ein Internet-Telefoniegespräch (Computer zu Computer) verursacht im Gegensatz zum herkömmlichen Telefonat bei beiden Gesprächspartnern Kosten für die Internetnutzung. Die Telefonkosten werden als herkömmliches Telefongespräch im zum Ortstarif über die Telefongesellschaft abgerechnet.

Für die Online-Gebühren gibt es mehrere Modelle:

- Typisch ist eine geringe monatliche Grundgebühr (ca. 10 DM) in der die Gebühren für einige Stunden Internet enthalten sind. (ca. 3-5 Stunden) Jede weitere Stunde kostet dann einen relativ hohen Betrag, (ca. 5 DM)
- Für die Vielnutzer von Internet wird für ca. 40 DM pro Monat zeitlich unbegrenzter Internetzugang angeboten. Zusätzlich müssen Ortsgebühren an die Telefongesellschaft entrichtet werden
- Es gibt auch kostenlosen Internet-Zugang (Germany.net) der sich über Werbeeinblendungen und Werbe- Email finanziert. Um die Kosten zu senken sind hierbei keine direkten Zugriffe auf das Internet möglich, sondern alle Zugriffe müssen über einen Zwischenspeicher (Proxy) geführt werden, der Kopien von bereits abgerufenen Internetseiten enthält. Dieser Proxy verhindert aber die Nutzung von Internet-Telefonie.
- Ein relativ neues Verfahren ist das Call-By-Call Verfahren für Internetzugang. Hierbei tritt eine Telefongesellschaft auch als Internetprovider auf, so daß separate Telefongebühren entfallen. Eine Stunde Call-By-Call Internet kostet ab etwa 3 DM, dies beinhaltet die Telefongebühren. Eine Anmeldung ist (meist) nicht erforderlich.

Die klassischen Internetprovider bieten auch meist gegen Gebühr feste IP-Adressen an.

(siehe 2.1.1)

### 5.3 Java-Applet zur Kostenberechnung

Das folgende Java-Applet „Kosten“ erlaubt in der HTML-Version dieser Arbeit, am Bildschirm die Tarifzone, die Uhrzeit des Gesprächsbeginns, die Dauer des Gesprächs und ISDN/TNet auszuwählen.

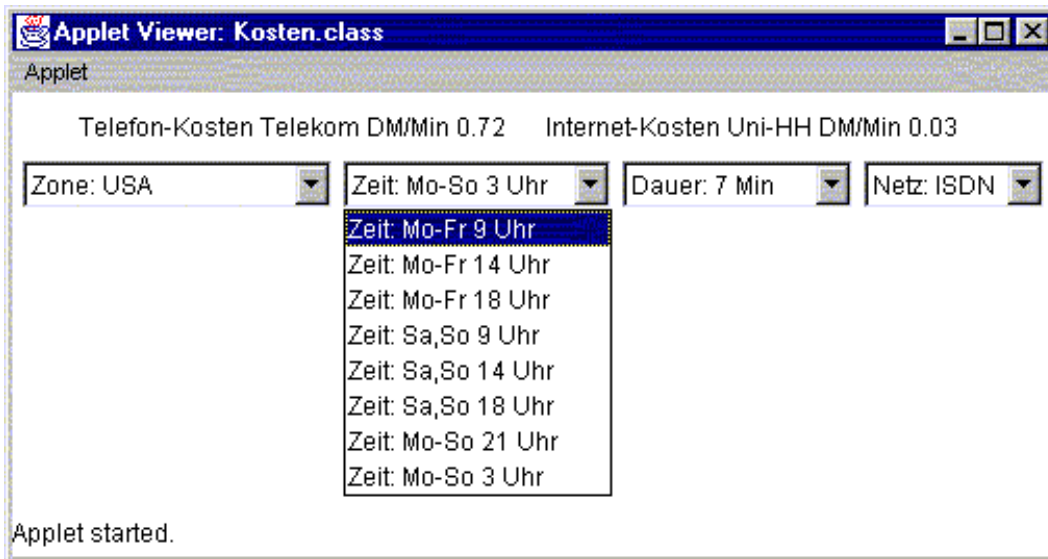


Abbildung 9. Grafische Benutzerschnittstelle des Java-Applets zur Kostenberechnung

Berechnet werden nach den Tarifen der Deutschen Telekom die Kosten für ein herkömmliches Telefongespräch und die Kosten für ein entsprechendes Internet-Telefoniegespräch bei Nutzung des Internetzugangs der Universität Hamburg.

Im Anhang A.2 ist das kurze Java-Applet „Kosten“ im Quelltext beigefügt. Die Benutzeroberfläche wird durch Verwendung von Auswahlmenüs erzeugt, die durch die Java-Klasse `java.awt.Choice` bereitgestellt werden.

## 6 Schlussbemerkungen

Internet-Telefonie sollte die wesentlichen Erfolgsmerkmale der herkömmlichen Telefonie bieten: Kompatibilität, Verfügbarkeit und ausreichende Qualität (1.4). Technologiestandards haben sich zwar noch nicht allgemein durchgesetzt, es ist aber zu erwarten, daß der internationale H.323 Standard für Audio- und Videokonferenzen die derzeitig noch gebräuchlichen herstellereigenen Verfahren ersetzen wird. Die gebräuchliche PC-Systemarchitektur - Hardware, Software und Betriebssystem - ist derzeit noch schlecht geeignet für Internet-Telefonie (3.1). Die Sicherheit (4.2) im Sinne von Zuverlässigkeit (englisch safety) ist sehr hoch bei herkömmlicher Telefonie, aber ohne spezielle Maßnahmen (Wahl von geeigneter Software, Hardware, QoS-Management) noch sehr niedrig bei Internet-Telefonie. Um vergleichbare Zuverlässigkeit zu erreichen, muß sich ein „Quality of service“ Management allgemein durchsetzen. Die Abhörsicherheit (englisch security) ist sehr niedrig bei herkömmlicher Telefonie, z.B. findet Überwachung auf Schlüsselwörter statt (ECHELON). Bei Internet-Telefonie ist Abhörsicherheit höher und kann weiter gesteigert werden. Sowohl für Unternehmen als auch Privathaushalte läßt sich in bestimmten Einsatzbereichen voraussichtlich eine signifikante Kostenersparnis erzielen, wie nachfolgend ausgeführt wird.

### 6.1 Erfüllt Internet-Telefonie die Erwartungen von Unternehmen?

Falls Internet-Telefonie die gewachsene Infrastruktur für firmeninterne Gespräche ergänzen soll, muß die Lösung lediglich im statistischen Mittel ausreichend häufig verfügbar sein, damit sich eine Kostenersparnis realisieren läßt (1.4.2).

Die für firmeninterne Kommunikation wichtige Vertraulichkeit läßt sich auch im Internet durch Virtual Private Networks oder durch Verwendung von proprietären Internet-Telefonie-Programmen mit Verschlüsselung erreichen. Bei mangelnder Verfügbarkeit von ausreichender Bandbreite kann bei firmeneigenen Verbindungen ein QoS-Management eingesetzt werden, bei Nutzung des Internets ist bei Problemen ein Internet-Provider zu wählen, der von Filiale zu Filiale ein durchgängiges QoS-Management anbietet. Durch Einsatz eines Gatekeepers (2.1.2.) läßt sich eine feste Aufteilung der Bandbreite des internen Netzwerks auf herkömmliche Datentransfers und Internet-Telefonie erreichen, so daß eine Beeinträchtigung durch die neue Technologie ausgeschlossen ist.

Von den betrachteten Betriebssystemen kommen Windows NT und Linux für den Arbeitsplatz in Frage (3.2.1.), wobei die Verfügbarkeit von passender Software nach H.323 (2.1.2.) unter Linux zu klären ist. Als Audioschnittstelle eignet sich eine PCI-Soundkarte (3.1.1., 3.1.1.2), wenn Videoübertragung gewünscht wird, eignet sich eine PCI-Video-capturekarte (3.1.1.2). Videocapturekarten unterstützen unter Windows 95, 98, NT 4 direct x (3.2.1.2) und erfordern zwingend eine passende Grafikkarte, die ebenfalls direct x unterstützt. Da andernfalls die Kostenersparnis und Verfügbarkeit nicht sichergestellt sind, sollte der Administrator eine Testinstallation vornehmen. Erst bei Erfolg sollte die Anschaffung erfolgen und anschließend die Installation nur auf von der Hard- und Soft-

ware (3.2.2) identischen Clients erfolgen. Durch geeignete Rechtevergabe ist die nachträgliche Installation von Software durch die Anwender zu verhindern. Der Grund ist der möglicherweise ständige Verbrauch von Rechenzeit durch nachträglich installierte Programme und unter Windows die mögliche Beeinflussung der Lauffähigkeit bereits installierter Programme.

Die derzeitige Implementation des H.323 Standards in gängigen Internet-Telefonie-Produkten erlaubt noch keine zuverlässige Interoperabilität zwischen herstellerfremder Internet-Telefonie-Software für den Arbeitsplatz.

Falls mehrere Teilnehmer an Konferenzen teilnehmen sollen (Mehrpunktконференz), wird eine MCU nach H.32 benötigt (2.1.2.) Das Betriebssystem der MCU (2.2.2, H.323 Architektur, Gateway und Multipoint) sollte echtzeitfähig sein (für den Arbeitsplatz übliche Betriebssysteme wie Windows, Linux und Mac-OS bieten dieses Merkmal nicht), womit neben besserem Verhalten unter Last auch eine höhere Verfügbarkeit der MCU einhergeht.

Die Voraussetzungen für den Einsatz von Internet-Telefonie-Software für die firmeninterne Kommunikation sind also erfüllbar.

Falls Internet-Telefonie die gewachsene Infrastruktur nicht ergänzen soll, sondern zur Umstellung der gesamten Kommunikation auf eine IP-basierte Netzwerkstruktur und Einführung von unified-messaging dienen soll, fallen die Anforderungen an die Internet-Telefonielösung ungleich höher aus. Die entscheidenden Faktoren sind die Verfügbarkeit, die Sprachqualität und die Abhörsicherheit der Internet-Telefonie. Zudem müssen sich alle bisherigen Kommunikationsformen unter Erhaltung des Bedienungskomforts in die Gesamtlösung integrieren lassen. Durch die Verwendung von unified messaging findet eine Zusammenführung von Information und über die Verknüpfung in einer multimedialen Datenbank ein Informationsgewinn statt. Das wettbewerbsentscheidende Unternehmenswissen wird bei konsequenter Umsetzung über ein System abrufbar, was die Anforderungen an die Vorkehrungen gegen das Eindringen von außen und gegen Denial-of-Service Angriffe erhöht. Durch die nötige Freigabe von Ports für Internet-Telefonie in dem Firewall, der das Intranet gegen Angriffe aus dem Internet schützt, ergeben sich aber zusätzliche Angriffsmöglichkeiten. Zudem wirft die vom Kunden nicht vorhersehbare Kombination aller ihn betreffenden Informationen datenschutzrechtliche Probleme auf. Für eine abschließende Bewertung dieses Einsatzfalls besteht noch zusätzlicher Forschungsbedarf.

## **6.2 Erfüllt Internet-Telefonie die Erwartungen von Privathaushalten?**

Die leichte Installierbarkeit, die geringen Beschaffungskosten für die Technologie sowie Kosteneinsparungen bei der Kommunikation sind (1.4.2) sind die Voraussetzungen für den Erfolg der Internet-Telefonie im Privathaushalt.

Diese Voraussetzungen sind derzeit für alle Benutzer erfüllbar, die als Betriebssystem Windows 98 einsetzen, über einen aktuellen leistungsfähigen Computer verfügen und bereit sind Einbußen in der universellen Einsetzbarkeit zugunsten leichter Installierbarkeit



und geringen Beschaffungspreis hinzunehmen. Genauere Erläuterungen hierzu finden sich im Kapitel 3.

Während die erzielbaren Kosteneinsparungen bei Inlandsgesprächen als nicht ausschlaggebend anzusehen sind, sind die erzielbaren Kosteneinsparungen bei Auslandsgesprächen beachtlich. Da leistungsfähige Internet-Telefonie Software kostenlos verfügbar ist und auch ohne Webkamera bereits Kommunikation möglich ist, ist die Einstiegshemmschwelle als niedrig anzusehen.

Im Zeitalter von Email und des „Global Village“ wird der Bedarf nach Auslandsgesprächen beständig auch bei Privatnutzern steigen, so daß Internet-Telefonie sich als sinnvolle Ergänzung zur herkömmlichen Telefonie, wenn nicht sogar als einzige finanzierbare Möglichkeit zur sprachlichen und bildlichen Kommunikation für diese Zwecke zunehmende Verbreitung finden wird.

## A Anhang

### A.1 Tabellarischer Technologievergleich (Ist-Stand)

Vergleichsgegenstand	Internet-Telefonie Computer zu Computer	Internet-Telefonie Computer zu Computer	Internet-Telefonie per ITSP- Gateway Computer zu Telefon
gleichzeitige Dienste ohne Zusatzgeräte	Sprachübertragung	Sprachübertragung mit Application- und Datasharing	Sprachübertragung
gleichzeitige Dienste mit Zusatzgeräten	Videübertragung ( Videotelefon bei Empfänger und Sender)	Videübertragung (Webcam beim Sender, Empfang ohne Zusatzgerät)	NEIN
Erreichbarkeit an festem Ort	permanent	permanent während Internetverbindung besteht und Anrufmonitorsoftware bereit	permanent
Erreichbarkeit an wechselndem Ort	permanent mit Handy	Computer mit gleicher Internet-Telefonie-Software nötig, derzeit nicht mobil	permanent mit Handy, aber kaum verständlich
Erreichbarkeit bei anderer Kommunikationsausstattung (entscheidende Komponente in Klammern)	gegeben (Telefon)	unwahrscheinlich (andere Software)	gegeben (Telefon)
Tonqualität (Verständlichkeit)	sehr gut verständlich	nicht verständlich bis sehr gut verständlich	brauchbar bis sehr gut verständlich, typisch: wie Handy
Schwankung Tonqualität während Gespräch	keine	keine wahrnehmbar bis sehr stark (Aussetzer)	keine wahrnehmbar bis mittel (Aussetzer eher unwahrscheinlich)
Durchlaufverzögerung bis gesprächspartner	keine wahrnehmbar bzw. 0,5s (Satellit)	0,05s bis 0,35s (Internet, Hops) +0,2 bis 1s (Computer: Sender und Empfänger)	0,05s bis 0,35s (Internet, Hops) +0,2 bis 0,75 (Computer: Sender und Empfänger)
Durchlaufverzögerung während des Gesprächs	konstant	schwankend	mittel schwankend
Videoqualität	mittel	gering (Wahlverbindung) bis ausgezeichnet (schneller Internetzugang auf beiden Seiten, gute „Verbindung“)	entfällt (keine Videübertragung)
Schwankungen Videoqualität	keine	sehr stark (noch stärker als Tonqualität)	entfällt (keine Videübertragung)
Kosten für Zugangsgeräte zur Technologie	sehr gering (gültig beide Kommunikationspartner)	wenn Computer und Internetzugang vorhanden: sehr gering wenn kein Computer vorhanden: sehr hoch (gültig für beide Kommunikationspartner)	wenn Computer und Internetzugang vorhanden: sehr gering (für den Sender) wenn kein Computer vorhanden: sehr hoch (für den Sender) in beiden Fällen sehr gering für Empfänger

Kosten Software	keine	keine (MS Netmeeting)	keine (von Internet-Telefoniegesellschaft/ITSP)
Dauer Einrichtung (abhängig von)	ab 1 Tag, ISDN länger zusätzliche Zeit Video: keine	schneller Multimedia PC und Internetzugang vorhanden: typisch < 1 Tag (Software, eventuell neue Soundkarte) Multimedia PC neu beschafft: etwa zwei Wochen (Vorwissen, Hersteller, Händler, Software, Hardware, Ausstattung) zusätzliche Zeit Video +5 Min (USB) bis unendlich (Asus AGP3400TNT/TV, PCI: Hauppauge Impact VCB, NT)	schneller Multimedia PC und Internetzugang vorhanden: typisch < 1 Tag (Software, eventuell neue Soundkarte) Multimedia-PC neu beschafft: etwa zwei Wochen (Vorwissen, Hersteller, Händler, Software, Hardware, Ausstattung)
Verfügbarkeit der Grundfunktionalität (ohne Übertragungsmedium)	sehr hoch (analog), ISDN: je nach Gerät	sehr schlecht (Windows 95, Windows NT, zwei PC)	schlecht (Windows 95, Windows NT, ein PC)
Abhörsicherheit (*)	-permanente Überwachung auf Schlüsselwörter findet statt (ECHELON) - ISDN Telefone mit Mikrofön als Abhöreinrichtung (Zeugenschaltung) nutzbar -Aufzeichnung der Gesprächsdaten, Abhörschnittstellen vorgeschrieben	-wechselnde Route erschwert abhören -Gesprächsqualität vermutlich nicht für Überwachung auf Schlüsselwörter geeignet - nicht genormte Sprachcoders erschweren das Abhören -Echtzeitverschlüsselung der Sprachdaten frei verfügbar	-wie herkömmliche Telefonie, das letzte Stück Übertragungsstrecke ist das Telefonnetz, Qualität der Sprachübertragung geringer, schwieriger abhörbar -Speicherung der Verbindungsdaten bei nicht dem Datenschutz unterliegenden Privatfirmen
Grundkosten für Bereitstellung Übertragungsmedium	24-40 DM / Monat	ab ca. 8 DM / Monat (Internetprovider) alternativ Internet per Call: keine Grundgebühren Internetprovider + 24-40 DM / Monat (Wählleitung bis Internetprovider)	wie Internet-Telefonie
Gebühren pro Gespräch abhängig von	-Entfernung (City, Regional, Deutschland, Welt 1, Welt 2, Welt 3), -Gesprächsdauer -Zeit des Gesprächs	-Onlinegebühren des Internetproviders (meist Gesprächsdauer, alternativ Monatspauschale, NICHT Entfernung) -Gebühr Wählleitung (meist Citytarif) bis Internetprovider (Gesprächsdauer, Zeit des Gesprächs) Oder: Internet per Call: - Kompletgebühren für Wählleitung und Onlinekosten	wie Internet-Telefonie, zusätzlich: -Gebühr für optimierte Internet-Strecken sowie Gateway der Internet-Telefonie-Gesellschaft ins Telefonnetz (Zielland, Gesprächsdauer) 10\$ Monatspauschale nach USA möglich

Legende Hintergrundfarben:

grün: (derzeit)beste Technologie, in diesem Vergleich

gelb: zweitbeste Technologie in diesem Vergleich

rot: schlechteste Technologie in diesem Vergleich

Hinweis: Die Hintergrundfarben geben die Reihenfolge der Technologien in Bezug auf einen Vergleichsgegenstand an.

Es handelt sich um eine relative Bewertung, nicht aber um eine absolute Bewertung.

(\*) Beispiel: Die Farbe grün für Internet-Telefonie bedeutet keineswegs, das Internet-Telefonie derzeit einen befriedigenden Stand in "Abhörsicherheit" erreicht hat sondern lediglich, daß ich unter Berücksichtigung einiger ausgewählter Merkmale diese Technologie für derzeit als am schwierigsten abzuhören erachte.

## A.2 Quelltext des Java-Programms „Kosten“ (5.3)

```

/*****
//          Kosten: herkoemmliche Telefonie / Internet-Telefonie
/*****
//          java.lang. O b j e c t
import java.awt.event.*; //      ItemListener' | | `ItemEvent
import java.awt.*; //      Component' `FlowLayout
import java.applet.*; //      Container' `Choice `Label

public class Kosten extends Applet implements ItemListener
{final double[][] COST=//ISDN ISDN ISDN ISDN ISDN
// + Deut + + +
//TNet TNet TNet TNet TNet TNet
//City Regi Deut EG-N EG-S USA
/* Mo-Fr 9 *//{.080, .24, .36, .84, .84, .72},
/* Mo-Fr 14 *//{.080, .24, .36, .84, .84, .84},
/* Mo-Fr 18 *//{.048, .12, .12, .72, .84, .84},
/* Sa,So 9 *//{.048, .12, .12, .72, .72, .72},
/* Sa,So 14 *//{.048, .12, .12, .72, .72, .84},
/* Sa,So 18 *//{.048, .12, .12, .72, .72, .84},
/* Mo-So 21 *//{.030, .06, .06, .72, .72, .84},
/* Mo-So 3 *//{.030, .06, .06, .72, .72, .72}},
    PL10=//7min 30min 60min 180min
/* ISDN *//{ 1, .800, .750, .717}, // 30% Rabatt
/* TNet *//{ 1, .933, .917, .906}}; // 10% Rabatt
String[] TITLE= {"Zone","Zeit","Dauer","Netz"};
final String[][] WAHL=
    {"City 20km","Regional 50 km",
     "Deutschland","EG-Nord","EG-Sued","USA"},
     {"Mo-Fr 9 Uhr","Mo-Fr 14 Uhr","Mo-Fr 18 Uhr",
      "Sa,So 9 Uhr","Sa,So 14 Uhr","Sa,So 18 Uhr",
      "Mo-So 21 Uhr","Mo-So 3 Uhr"},
     {"7 Min","30 Min","60 Min","180 Min"},
     {"ISDN","TNet"}};
int[] wahl=new int [WAHL.length];
Choice[] chc=new Choice[WAHL.length];
Label telcost=new Label(),
      intcost=new Label();
double rund(double d) // rundet auf ganze Pfennige
{return (int)(100*d+0.5)/100.0;}
void setCostText()
{telcost.setText("Telefon-Kosten Telekom DM/Min "+
String.valueOf(rund((wahl[0]==2 && wahl[3]==0 // Falls:
?COST[wahl[1]][1] // Regional ISDN
:COST[wahl[1]][wahl[0]])* // sonst
(wahl[1]>=6 && wahl[0]<=2 // Falls:
?1 // Abend in Deutschland
:PL10[wahl[3]][wahl[2]]))))); // sonst
intcost.setText("Internet-Kosten Uni-HH DM/Min "+
String.valueOf(rund( COST[wahl[1]][0])));// City zum Provider
}
public void itemStateChanged(final ItemEvent e) // ItemListener
{loop:for(int i=0;i<WAHL.length;i++)
for(int j=0;j<WAHL[i].length;j++)
if((e.getItem().toString()).endsWith(WAHL[i][j]))
{wahl[i]=j;break loop;}
setCostText();
}
public void start() // overrides Applet
{setCostText();add(telcost);add(intcost); // Container
for(int i=0;i<WAHL.length;i++)
{add(chc[i]=new Choice()); // Container
for(int j=0;j<WAHL[i].length;j++)
{chc[i].addItem(TITLE[i]+": "+WAHL[i][j]);}
chc[i].addItemListener(this);//listenes ItemStateChanged()
}
}
} // FlowLayout is default for Applet
/*****

```

Das Java-Programm `Kosten.java` wird mit dem Befehl `javac` überführt in die Java-Bytecode-Datei `java.class`.

Um das Programm durch den in gängigen HTML-Browser integrierten Java(Bytecode)-Interpreter aufrufen zu können, wird ein HTML-Dokument benötigt, in der das Java-Programm durch das `APPLET`-Element gekennzeichnet wird. Das `APPLET`-Element beginnt mit dem Anfangs-Tag `<APPLET...>` und endet mit dem End-Tag `</APPLET>` .

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.0//EN"
    "http://www.w3.org/TR/REC-html40/strict.dtd">
<TITLE>Kostenberechnung herkoemmlische Telefonie / Internet-
Telefonie</TITLE>
<APPLET code="Kosten.class" width="550" height="200">
    alt ="JAVA-Applet zur Kostenberechnung"
</APPLET>
```

### A.3 Literatur

- [ARN98] Arnold, K., Gosling, J., "The Java (TM) Programming Language", 2nd Ed., Java 1.1, Addison Wesley Longman: Bonn, 1998, ISBN 0-201-31006-6
- [FAB97] Fabich, Carsten, "Webfernsprecher, Telefonieren per Internet", c't 10/97
- [GOS96] Gosling, J., Joy, B., Steele G., "The Java (TM) Language Specification", Java 1.0, Addison Wesley: Reading MA, 1996, ISBN 0-201-63451-1
- [IEEE] IEEE 1284 Standard für die parallele Schnittstelle,  
<http://www.iee.org>, <http://www.fapo.com/ieel284.htm>
- [INT99] Intel/Microsoft, "PC 99 System Design Guide Version 1.0", via <http://developer.intel.com/design/desguide>
- [ITU98] ITU-Empfehlung H. 323, Packet-based Multimedia Communication Systems,  
<http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/h/index.htm>
- [KUR99] Kuri, Jürgen, "Sprache in Päckchen", c't 10/99
- [PFL97] Pfleeger, Charles, "Security In Computing", 2nd Ed. Prentice-Hall: 1997, ISBN: 0-13-185794-0
- [RAG98] Ragget, D., Le Hors, A., Jacobs, J., "HTML 4.0 Specification", W3C Recommendation 24-Apr-1998,  
<http://www.w3.org/TR/REC-html40/>
- [RUH98] Ruhmann, Ingo, Schulzki-Haddouti, "Abhör-Dschungel, Geheimdienste lesen ungeniert mit - Grundrechte werden abgebaut", c't 5/98
- [SCH97] Schnurer, Georg, "Die Schatten kommen. Erstkontakt mit USB Devices", c't 2/97
- [SCH98] Schulze, Sven, "Parallelportwandlungen, Vom Druckerport zur parallelen Schnittstelle", c't 22/98
- [TAN92] Tanenbaum, Andrew S., "Computer-Netzwerke", Wolfram's Fachverlag: Attenkirchen, 1992, ISBN 3-925328-79-3
- [WIL97] Wilde, Michael, "Mitfahrgelegenheit, Internet setzt Telefongesellschaften unter Druck", c't 10/97