

# USMInT: Abschlußbericht

**Projekt:** Universelle, Skalierbare Multimedia Dienste im Internet

**Autoren:**

Dorgham Sisalem, Henning Sanneck, Ilona Schubert *GMD Fokuz*

Prof. Klaus-Rüdiger Fellbaum, Hans-Jörg Ullmann *BTU Cottbus*

Prof. Adam Wolisz, Andreas Köpsel *TU – Berlin*

**Datum:** 11. November 1998

**Zusammenfassung:** Mit dem Projekt USMINT wurde in den letzten zwei Jahre an den aktuellen Forschungsgebieten Teleteaching, Telelearning und Multimedia-Teledienste im Internet gearbeitet.

Im Projektverlauf wurde das *Multimedia-Internet Terminal MINT* mit umfangreichen Funktionalitäten wie Einladungen zu Konferenzen, Vergabe von Rederechten, Abstimmungen, Audio-Video Übertragungen mit Qualitätsüberwachung und gemeinsames Sichten von Dokumenten entwickelt. Damit wurde ein breites Anwendungsspektrum für virtuelle Gruppenkommunikation unterschiedlichster Form eröffnet. MINT basiert auf einer innovativen Architektur, bei der voneinander unabhängige Komponenten sehr flexibel zu einem Konferenzsystem zusammengefügt werden. Besondere Bedeutung wurde der Gestaltung einer einheitlichen Bedienoberfläche unter ergonomischen Aspekten beigemessen.

Zur Qualitätsverbesserung multimedialer Kommunikation im Internet wurden verschiedene Algorithmen zur Dienstqualitätskontrolle wie RSVP und Regulierung der Senderate auf theoretischer sowie praktischer Basis untersucht und implementiert.

Derzeit sind die Anwendungsschwerpunkte für MINT in Forschungsprojekten und der Lehre zu sehen. Bereits während des Projektes wurde MINT in Lehrveranstaltungen der BTU Cottbus und TU Berlin eingesetzt. In zahlreichen Vorträgen und Veröffentlichungen wurden die Ergebnisse einem breitem Forum präsentiert.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Projektübersicht und Ziele</b>	<b>1</b>
1.1	Audiovisuelle Kommunikation im Internet . . . . .	1
1.2	Qualitätssicherung im Internet . . . . .	2
1.2.1	Adaptive Qualitätskontrollmechanismen . . . . .	3
1.2.2	Netzwerk-Basierte Qualitätssicherungsmechanismen . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Projekttablauf</b>	<b>5</b>
2.1	Phase 1: 1.November 1996 - 24. Februar 1997 . . . . .	5
2.2	Phase 2: 25.Februar - 2 Juli 1997 . . . . .	5
2.3	Phase 3: 3.July - 28.Oktober 1997 . . . . .	6
2.4	Phase 4: 29.Oktober 1997 - 16.März 1998 . . . . .	7
2.5	Phase 5: 17.März - 16.Juni 1998 . . . . .	8
2.6	Phase 6: 17.Juni 1998 - 2. November 1998 . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Projektergebnisse</b>	<b>11</b>
3.1	Das Multimedia Internet Terminal (MINT) . . . . .	11
3.2	Dienstqualitätssicherung im Internet . . . . .	14
3.2.1	Garantierte Dienstqualität mit RSVP . . . . .	14
3.2.2	Adaptive Qualitätskontrolle von Videoströmen . . . . .	14
3.2.3	Adaptive Qualitätskontrolle von Audioströmen . . . . .	15
3.3	Dokumentation und Verfügbarkeit . . . . .	15
<b>4</b>	<b>Ergebnisverwertung</b>	<b>17</b>
4.1	Einsatz von MINT für Teleteachingaktivitäten . . . . .	17
4.2	Einsatz von MINT in der Forschung . . . . .	18
4.3	Einsatz von MINT als Kommunikationsmedium im Internet . . . . .	19
<b>5</b>	<b>Unterstützung und Weiterentwicklung von MINT</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Veröffentlichungen</b>	<b>23</b>



# Kapitel 1

## Projektübersicht und Ziele

Mit der zunehmenden Verbreitung des Internets und der Verfügbarkeit von preiswerten sowie effizienten Rechnern und multimedialem Zubehör gewinnt das Internet immer mehr an Bedeutung als Medium für audiovisuelle Kommunikation.

In der Zeit von Oktober'96 bis Oktober'98 befaßte sich das DFN-Projekt "Universelle, skalierbare Multimedia Dienste im Internet" (USMINT) mit der Untersuchung von audiovisueller Kommunikation im Internet. Dabei standen die Aspekte der Benutzerfreundlichkeit und flexiblen Einsetzbarkeit im Vordergrund. Da gute Wiedergabequalitäten unabdingbar für eine hohe Benutzerakzeptanz sind, sollten Aspekte der Dienstqualitätensicherung im Internet untersucht werden.

Im Rahmen des USMINT-Projekts waren somit zwei Hauptthemen zu bearbeiten, und zwar die Realisierung von multimedialer Gruppenkommunikation im Internet sowie die Untersuchung von geeigneten Qualitätssicherungsmechanismen in diesem Kontext. Beim Einsatz in realen Umgebungen gesammelte Erfahrungen sollten die Entwicklung dieser zwei Arbeitsgebiete prägen.

### 1.1 Audiovisuelle Kommunikation im Internet

Die Akzeptanz virtueller Konferenzen hängt sicherlich auch davon ab, inwieweit die gewohnten Formen des Informationsaustausches erhalten bleiben können: Die Gesten des Gesprächsteilnehmers sorgen für feedback" (mit Videoübertragungen), in einigen Gesprächsrunden sind Diskussionsleitungen üblich. Mit technischen Details dagegen wollen sich die meisten Nutzer wohl kaum befassen.

Dementsprechend war eines der Hauptziele des USMINT-Projekts eine Applikation zur audiovisuellen Gruppenkommunikation im Internet zu erstellen, die ein breites Spektrum an Funktionalitäten unterstützt.

**Audiovisuelle Kommunikation:** Als Basis für die Kommunikation muß das Versenden und Empfangen von audiovisuellen Datenströmen unterschiedlicher Qualität angesehen werden. Hier sollte auf bereits vorhandene Applikationen zugegriffen werden, die es entsprechend den Erfordernissen des Projekts zu erweitern galt.

**Integrierte Kontrolle:** Um ein hohes Maß an Benutzerfreundlichkeit zu erreichen, sollten die unterschiedlichen Applikationen durch eine integrierte Schnittstelle kontrolliert werden. Diese Schnittstelle oder - in diesem Falle - der Konferenzmanager bietet dem Benutzer ein einheitliches Bild der Konferenz, d.h. alle Medien können von einer Benutzeroberfläche aus kontrolliert werden. Somit sind die verschiedenen Funktionalitäten der Applikation leicht zu steuern und die Komplexität der Applikation bleibt dem Benutzer verborgen. Durch den Konferenzmanager können auch während der Konferenzsitzung neue Medien hinzugefügt oder wieder ausgeschlossen werden.

**Einladung:** Um Konferenzen einfach und flexibel initiieren zu können, sollten Konferenzteilnehmer eingeladen werden können, ohne ihre augenblickliche IP Adresse zu kennen. Ein eingeladener Netzteilnehmer braucht dann nur die Einladung zu bestätigen, um an dieser Konferenz teilzunehmen, ohne sich um Details des Konferenzaufbaues und der Konfiguration von Anwendungen kümmern zu müssen. Ein Netzteilnehmer kann außerdem ankommende Einladungen automatisch annehmen, ablehnen oder weitervermitteln.

**Dokumentenverteilung:** Für die gemeinsame Besprechung von Dokumenten, sollte es dem Benutzer ermöglicht werden, vor der Konferenz vorbereitete Dokumente einzubringen.

**Rederechtvergabe:** Auch in Konferenzen mit guter audiovisueller Unterstützung ist es für die Teilnehmer schwierig, sich darauf zu verständigen, wer gerade sprechen soll. In großen Konferenzen ist es sogar unmöglich anhand von Gesten - "melden" - zu erkennen, wer etwas sagen möchte. Um solche Schwierigkeiten zu vermeiden, sollte eine Applikation realisiert werden, die die Vergabe der Rederechte organisiert und vermeidet, daß Benutzer, die nicht "an der Reihe" sind, die Audioqualität des aktiven Sprechers beeinträchtigen.

**Abstimmung:** Abstimmungen sind ein üblicher Bestandteil von Konferenzen . Diese Möglichkeit sollte auch in MINT vorgesehen werden. Anträge können von jedem Teilnehmer oder nur vom Konferenzleiter eingebracht werden. Abstimmungen können anonym oder namentlich erfolgen. (Dabei ist an informelle Anwendungen gedacht, sodaß Vorkehrungen gegen gezielte Manipulationsversuche nicht nötig sind.)

Um Inselfösungen zu vermeiden, sollten soweit möglich standardisierte Protokolle eingesetzt werden. Für die Übertragung multimedialer Daten wird das "Realtime Transport Protocol" (RTP) verwendet. RTP [1] ist ein Internet Draft Standard, der sich für Internet-basierte Multimediaanwendungen immer mehr durchsetzt. Die Einladung von Konferenzteilnehmern sollte dann auf dem "Session Initiation Protocol" basieren, das im Rahmen vom IETF standardisiert wurde.

## 1.2 Qualitätssicherung im Internet

Die Bandbreiten im Internet und MBONE variieren stark je nach Anbindung der Teilnehmer, Art und Anzahl anderer gleichzeitiger Veranstaltungen im MBONE und der Tageszeit. Im Rahmen von USMINT sollten deshalb Verfahren untersucht werden, die der Qualitätsverbesserung

von multimedialer Kommunikation im Internet dienen. Hierbei sollten hauptsächlich zwei Mechanismen untersucht werden: Endsystem-basierte und Netzwerk-orientierte Mechanismen.

### 1.2.1 Adaptive Qualitätskontrollmechanismen

Bisher mußten Konferenzleiter und Teilnehmer raten, welche Bandbreite den Netzwerkgegebenheiten im Laufe einer Konferenzsitzung angemessen ist und diese Bandbreite dann per Hand einstellen. Dies wurde noch dadurch erschwert, daß sich die Zahl der Videosender während einer Konferenz stark verändern kann, sodaß die ursprünglich eingestellte Bandbreite bei erhöhter Teilnehmerzahl zu Paketverlusten und damit Qualitätsbeeinträchtigung führen konnte.

Im Rahmen von USMINT sollten dementsprechend Algorithmen zur automatischen Anpassung des Sende Verhaltens von Videoquellen an die Gegebenheiten des Netzwerks entwickelt werden. In diesem Kontext ist insbesondere auch die Koexistenz mit TCP Anwendungen von Interesse. Die üblicherweise verwendeten UDP-basierenden Anwendungen, egal ob MBONE, Sun ShowMe oder die verschiedenen "Internet Telephony" Anwendungen, nehmen keine Rücksicht auf die sonst im Netzwerk vorhandenen Dienste. Da TCP bei Verlusten die Datenrate verringert, können einzelne UDP Anwendungen fast die gesamte vorhandene Bandbreite für sich beanspruchen. Die Bandbreitenanpassung sollte so gestaltet werden, daß UDP Anwendungen einen "fairen" Anteil an der Gesamtkapazität erhalten.

### 1.2.2 Netzwerk-Basierte Qualitätssicherungsmechanismen

Das *Resource Reservation Protocol* (RSVP) [2] wurde von der IETF spezifiziert als Signalisierungsprotokoll für Reservierungsanforderungen der Endsysteme. Dabei signalisiert der Sender den Empfängern die Charakteristika seiner Datenströme durch das Versenden von **PATH** Paketen. Basierend auf den Inhalten der **PATH** Pakete können die Empfänger ihre Reservierungswünsche spezifizieren und in **RESERVE** Paketen senden. Die **RESERVE** Pakete werden dann von Routern bearbeitet. Durch eine *admission control* Routine wird ermittelt, ob genügend Ressourcen vorhanden sind. Das Ergebnis der *admission control* wird dann dem Anforderer mitgeteilt. Nach Beendigung der Signalisierungsphase wird der ankommende Verkehr bei den Routern klassifiziert und entsprechend der reservierten Ressourcen differenziert behandelt.

Im Rahmen von USMINT sollten die benutzten audiovisuellen Applikationen um RSVP erweitert werden, um dem Benutzer die Möglichkeit zu geben, garantierte Dienstqualitäten anzufordern, sofern dies vom Netzwerk unterstützt wird.



# Kapitel 2

## Projektablauf

### 2.1 Phase 1: 1.November 1996 - 24. Februar 1997

Zu Beginn des Projektes war eine gründliche Analyse notwendig, welche Funktionalitäten ein zukünftiges "Multimedia Internet Terminal" umfassen müßte, um die aufgestellten Projektziele zu erfüllen. Bereits vorhandene Arbeiten wurden auf ihre Anwendbarkeit in diesem Kontext überprüft.

Dabei war auf der einen Seite der Konferenzmanager ISC zu betrachten (eine Eigenentwicklung), der das Kernstück des Zielsystems bilden sollte. Die Systemarchitektur und die verwendeten Protokolle waren auf ihre Flexibilität und Erweiterbarkeit hin zu analysieren.

Andererseits sollten auch bereits bewährte und verbreitete Applikationen, die als "freie" Software verfügbar sind, untersucht und ausgewählt werden, um im Projektverlauf in MINT integriert zu werden. Damit sollte im Projekt Entwicklungsaufwand eingespart werden. Es wäre auch nicht besonders sinnvoll, Applikationen von hoher allgemeiner Akzeptanz Neuentwicklungen als Konkurrenz gegenüberzustellen.

Im Bereich der Dienstqualitäten sollten neue Konzeptionen erarbeitet werden. Dazu wurde an dieser Stelle mit der Untersuchung existierender Verfahren begonnen.

### 2.2 Phase 2: 25.Februar - 2 Juli 1997

In der Phase 2 konnte eine erste Version von MINT erstellt werden, die bereits neuentwickelte Funktionalitäten wie Einladungen zu Konferenzen, Vergabe von Rederechten und Reservierung von Netzkapazitäten umfaßt. Verfügbare Applikationen wurden in MINT integriert und die Installation vereinfacht. Ein erstes Benutzerhandbuch wurde herausgegeben.

- Ein erster Prototyp des Einladungsagenten wurde basierend auf den neuesten Einladungsprotokollen implementiert. Dieser Agent ist in der Lage, Personen anhand ihrer Email-Adresse einzuladen, den Rechner, auf dem sie eingeloggt sind, zu lokalisieren, Einladungen anzunehmen daraufhin automatisch MINT mit den gewünschten Applikationen in einer ausgewählten Konfiguration zu starten oder Einladungen abzulehnen.

- Ein Agent zur Vergabe von Rederechten - Floor Controller - wurde in einer ersten Version implementiert. In dieser Version wurde nur die Kontrolle von Konferenzen mit gleichberechtigten Benutzern unterstützt. Der Agent arbeitet dezentral und ermöglicht, das Rederecht zwischen den verschiedenen Benutzern zu verteilen.
- Die VIC Videoapplikation wurde in MINT integriert.
- Ein RSVP-Agent konnte realisiert werden. Mit diesem Agenten können jegliche Applikationen RSVP benutzen, ohne selbst RSVP-fähig sein zu müssen.
- Um die Installation von MINT zu vereinfachen, wurde eine *autoconfigure* Funktion erstellt.
- Die neu erstellten Komponenten wurden in MINT integriert. Dabei wurde die Oberfläche um die Bedienungsfenster für die Reservierungs-, Einladungs- und Rederechtvergabeagenten erweitert.
- Ein erstes, kurzes Handbuch zur Installation und Benutzung von MINT wurde erstellt.

### 2.3 Phase 3: 3.July - 28.Oktober 1997

Die bereits entwickelten Komponenten wurden in der Phase 3 des Projektes um Funktionalitäten erweitert bzw. entsprechend neuerer Standards weiterentwickelt. Die Benutzerführung wurde neugestaltet, um die wesentlich erhöhte Komplexität des Systems dem Anwender leicht zugänglich zu machen. Die Bedienoberflächen der einzelnen Komponenten von MINT wurden vereinheitlicht, die Oberflächen einiger Funktionalitäten wurden vollständig in die von MINT integriert. Die erarbeiteten Konzepte zur Verbesserung der Bildqualität wurden realisiert und haben sich in Tests bewährt. Neue Konzepte zur Verbesserung der Sprachqualität wurden erarbeitet.

- Die graphische Oberfläche des *Integrated Session Controller* ISC wurde vollkommen überarbeitet. Die Auswertung von Benutzererfahrungen führte zu einer Neugestaltung der Benutzerführung mit einer größeren Übersichtlichkeit der Oberfläche. Die Gestaltung ist orientiert an verbreiteten Internet tools (z.B. SDR).
- Die RSVP Komponente wurde aktualisiert, sodaß die API Nachrichten der ISI Version 4.1a.6 verwendet werden konnten. Somit wurde eine Kompatibilität der MINT Software mit der vorhandenen RSVP Software erreicht.
- Der Einladungsagent *Invite* wurde an die neueste Version des *Session Invitation Protocol* (SIP) angepaßt. Im August 1997 fand ein Treffen des IETF statt, auf dem ein neuer Draft dieses Protokolls [3] beschlossen wurde.
- Die Integration in MINT und die Bedienung von VIC wurden verbessert.

- Funktionen zur Adaptivität von Video wurden implementiert und getestet. Die Konzeption und Erfahrungen wurden in IWQOS'97 veröffentlicht. Der realisierte Ansatz hat sich im Hinblick auf die Reduzierung von Verlustraten als sehr hilfreich erwiesen. Allerdings ist dieser Ansatz nicht "fair" gegenüber TCP basierten Verbindungen, welche immerhin den größten Teil des Verkehrs im Internet ausmachen.
- Erste Arbeiten zur Verbesserung der Tonqualität durch Adaption der Senderate wurden geleistet.
- Eine Alpha-Version von MINT wurde vorbereitet und für USMINT Partner, sowie andere interessierte Institute bereitgestellt.
- Der Agent zur Vergabe von Rederechten IFLOOR wurde um Funktionen zur Kontrolle des Konferenzablaufes durch einen Moderator bzw. Lehrer erweitert. Die graphische Oberfläche wurde an diese neuen Anforderungen angepaßt und erweitert. Erste Benutzererfahrungen wurden bei der Neugestaltung berücksichtigt.
- SDR wurde in MINT integriert. Eine Benutzbarkeit von MINT innerhalb von MBone Konferenzen wurde somit gewährleistet. Zudem kann durch diese Integration eine gute Verbreitung von MINT erreicht werden.
- Ein Upgrade der Software auf tcl version 8.0 wurde durchgeführt. Somit wurde eine stabile Tcl/Tk Version erreicht, die zu nachfolgenden Versionen kompatibel sein soll.

## 2.4 Phase 4: 29.Oktober 1997 - 16.März 1998

Die wesentlichen Arbeiten in Phase 4 des Projektes waren die erneute Verbesserung der Oberfläche von MINT und die Erweiterung der Funktionen zur Verbesserung der Bildqualität im Hinblick auf "Fairness" gegenüber TCP basierten Verbindungen.

Ein neues Verfahren zur Adaptivität von End-zu-End Verbindungen durch Anpassung der Übertragungsrate von Multimedia Applikationen an die Netzwerksauslastung, der "Direct Adjustment Algorithm", wurde entwickelt. Bei Bildübertragungen werden die Vorteile dieses Verfahrens am deutlichsten.

- Ein neues Design der ISC Oberfläche wurde entworfen, bei der in jeder Konferenz für jedes Mitglied eine Videorepräsentation in Form eines kleinen Bildes vorgesehen ist. Einzelne Bilder können ausgewählt werden, um Life-Übertragungen von diesem Sender zu empfangen. Über Symbole unter den Bildern kann Übertragung und Empfang von Audio gesteuert werden. Auch die Darstellung der Namen der Mitglieder wurde vereinfacht, detailliertere Daten sind mit der Maus abrufbar.
- Eine dynamische Konfigurierbarkeit von MINT basierend auf Einträgen in der mailcap Datei des Nutzers wurde erreicht. So können individuelle Variationen in der Konfiguration leicht berücksichtigt werden.

- Unterschiedliche Hilfsfunktionen wurden eingerichtet, die online ausgewählt werden können. In einem Fall werden allen wichtigen Funktionalitäten Fenster - etwa wie "Sprechblasen" - assoziiert, die Benutzeranweisungen enthalten und über Bewegungen der Maus aktiviert werden. Für detailliertere Informationen werden Einträge aus dem Handbuch über einen Web-Browser angeboten.
- Die Integration der Audioapplikation RAT konnte nahezu abgeschlossen werden. Mit RAT wird ein für Fernübertragungen wichtiges Kodierungsverfahren, welches auf der Übertragung von Redundanzen basiert, für MINT verfügbar gemacht.
- Während einer Konferenz sollen oftmals Bildschirmausschnitte anderen Teilnehmern gezeigt werden. Diese Funktionalität sollte in NEVIT integriert und somit über ISC verfügbar sein. Vorerst wurde es ermöglicht, einen Bildschirmausschnitt zu selektieren und in ein GIF-Format transformieren zu lassen, das für die Übertragung der Inhalte geeignet ist.
- Das Verfahren zur Verbesserung der Übertragungsqualität bei Multimediaanwendungen durch Anpassung der Senderate an die Netzwerkauslastung konnte verbessert werden. Der "Direct Adjustment Algorithm" wurde entwickelt und implementiert. Tests erwiesen die Effizienz des Verfahrens in der Ausnutzung von Netzwerkressourcen und die Reduzierung von Verlusten. Bei Einsatz des Algorithmus werden gleichzeitige TCP-Verbindungen nicht benachteiligt. Ohne zusätzliche Unterstützung von der Netzwerkseite fiel die Bilanz für Fernverbindungen weniger günstig aus.

## 2.5 Phase 5: 17.März - 16.Juni 1998

In Phase 5 des Projektes wurde MINT um Funktionalitäten erweitert, mit denen sich Audio/-Videokonferenzen flexibler gestalten lassen und die das Anwendungsspektrum von MINT vergrößern. Es wurden weitere Arbeiten an der Oberfläche von MINT geleistet, dabei wurde besonderer Wert darauf gelegt, auch ungeübten Anwendern den Umgang mit MINT zu erleichtern. Gute Ergebnisse wurden bei der Implementierung und den Tests des "Loss-Delay Based Adaptation Algorithm" zur Verbesserung der Bildqualität erzielt. Neue Mechanismen zur Verbesserung der Tonqualität versprochen in der Simulation gute Ergebnisse.

- Der Voting-Agent *MPoll* wurde in MINT integriert und dazu an Tcl/Tk Version 8.0 angepasst. *MPoll* bietet die Möglichkeit, Anfragen an mehrere Teilnehmer zu verschicken. Die Empfänger können dann eine Antwort auswählen und sie dem Sender mitteilen.
- Die Kontrolle des Audioausgabegerätes wurde in MINT integriert. So wurde die Übersichtlichkeit der Bedienoberfläche verbessert und die Anzahl der Fenster, mit denen ein Benutzer im Verlauf einer Konferenz konfrontiert wird, konnte reduziert werden.
- Eine neue Komponente des Konferenzsystems - NetGhost - wurde realisiert. Diese basiert auf der weitverbreiteten Applikation "ghostview" und ermöglicht es den Konferenzteilnehmern, das Anzeigen von Postscript-Dokumenten aus der Ferne zu steuern. Die Dokumente werden vor Beginn der Konferenz erstellt und elektronisch verteilt. Während des

Konferenzgeschehens kann das Anzeigen des gewünschten Dokuments angefordert und die Abfolge gesteuert werden. Solch ein Dokument kann beispielsweise das Protokoll der letzten (virtuellen) Sitzung sein, das jetzt zur Abstimmung vorgeschlagen wird.

- Umfangreiche Hilfe-Funktionen zur Unterstützung des Benutzers konnten jetzt angeboten werden. Unter

<http://www.fokus.gmd.de/globe/products/mint/>

befindet sich ein ausführliches Handbuch, das die verschiedenen Funktionalitäten von MINT detailliert erklärt und Hilfestellung bei der Installation anbietet.

Zusätzlich können direkt zur Laufzeit in MINT Hilfefunktionen aktiviert werden, die kurze Informationen über die wichtigsten Funktionsgruppen anzeigen. Das ist sehr hilfreich, um eine schnelle Unterstützung bei der Bedienung von MINT zu erhalten.

- Um Einladungen akustisch besser darstellen zu können, kann die Audioausgabe beim Eintreffen von Einladungen nun auf die Lautsprecher umgeleitet werden. Damit wurde gewährleistet, daß das Klingeln eines Anrufs nicht ungehört in nicht getragene Kopfhörer verhallt, sondern immer gehört wird.
- Die Beta-Version von MINT wurde an mehrere Tester (Hellfritsch von TKBREZEL, CSELT in Italien, Prof. Schulzrinne an der Columbia University) verteilt.
- Um die individuelle Konfigurierung von MINT zu vereinfachen, wurde MINT um einen mailcap-Editor erweitert. Die mailcap Datei wird im MINT-System dazu benutzt, zur Realisierung der jeweils gewünschten Funktionalitäten die geeigneten bzw. vorhandenen Applikationen und Kodierungen auszuwählen. Der Benutzer kann nun mittels eines einfachen Editors seine mailcap Datei - und somit seine Systemkonfiguration - ändern und erweitern.
- Zur Unterstützung des Benutzers wurden Kommunikationsprofile eingeführt.

In MINT sind entsprechend der Art der Verbindung - Weitverkehr oder im lokalen Bereich - verschiedene Parametereinstellungen notwendig. Der Benutzer von MINT kann entsprechend der Art der Kommunikation aus unterschiedlichen Profilen wählen, um eine optimale Parameterisierung zu erreichen. So ändern sich z.B. die Werte für zu sendende Videobilder und des Playoutbuffers für Audio entsprechend des gewählten Profils. Diese Profile können dann von dem Benutzer entsprechend seiner Kapazitäten und Wünsche verändert und wiederverwendet werden.

- Im Rahmen der Untersuchungen von adaptiven Videoapplikationen wurde der "Loss-Delay Based Adaptation Algorithm", siehe [4], spezifiziert, implementiert und getestet. Im Gegensatz zu älteren Algorithmen, z. B. siehe [5, 6], ist es anhand von LDA möglich geworden, die Adaptationsparameter dynamisch zu bestimmen. So wird das Verhalten des

Endsystems an die vorhandenen Kapazitäten und Topologien besser angepaßt. Außerdem verhält sich der Sender nun sozial gegenüber TCP-Verkehr und kann nicht zu dessen Unterbrechung führen, wie es der Fall bei älteren Ansätzen war.

- Neue Mechanismen zur Verbesserung der Audioqualität wurden vorerst auf theoretischer Basis entwickelt und anschließend spezifiziert. Erste Simulationen liegen vor und scheinen die Relevanz dieses Ansatzes zu bestätigen.

## **2.6 Phase 6: 17.Juni 1998 - 11. November 1998**

In der letzten Phase des Projektes wurde die gesamte entwickelte Software nochmals intensiven Tests unterzogen. Dabei sollte sie sich insbesondere auch bei stark verlustbehafteten Verbindungen, wie bei multicast-basierten Konferenzen durchaus üblich, bewähren. Eine Integration weiterer Systemkomponenten in Linux wurde erreicht, andere wurden nochmals aktualisiert. Ein vollständiges Benutzerhandbuch wurde zusammengestellt und über den Web-Server der GMD-FOKUS verfügbar gemacht.

- Bei intensiven Tests der MINTSoftware durch Projektpartner konnten bei einigen Applikationen Fehlersituationen aufgedeckt werden, die nur bei Verbindungen mit sehr hohen Verlustraten (bis zu 60 Prozent) zum Tragen kamen. Daraufhin konnten zahlreiche Fehler in den verschiedenen Applikationen beseitigt werden.
- Für den Agenten zur Vergabe von Rederechten IFLOOR konnten aufgrund der Erfahrungen im realen Einsatz die Protokolle und die Parameterisierung verbessert werden.
- Die Systemkomponente zur Reservierung von Netzkapazitäten (RSVP) wurde entsprechend der neuesten Protokollversion ISI 4.2 aktualisiert.
- Der Videoagent VIC kann jetzt mit einem breiteren Spektrum verschiedener Videokarten unter Linux eingesetzt werden.
- Die Portierung des Audioagenten VAT nach Linux konnte abgeschlossen werden.
- Ein ausführliches Benutzerhandbuch und Installationsanweisungen wurden erarbeitet.

# Kapitel 3

## Projektergebnisse

Als wesentliches Ergebnis des USMINT-Projekts ist die Erstellung einer Applikation zur audiovisuellen Gruppenkommunikation anzusehen. Diese Applikation namens *Multimedia Internet Terminal* (MINT) erfüllt die in Kapitel 1 erwähnten Zielsetzungen und diente als Basis für die Untersuchungen von Dienstqualitätssicherungsmechanismen.

### 3.1 Das Multimedia Internet Terminal (MINT)

Der traditionelle Weg bei der Gestaltung von Applikationen zur audiovisuellen Gruppenkommunikation ist, wie auch aus der Telekom-Branche bekannt, komplette Lösungen anzubieten. Diese sind kaum flexibel für Veränderungen und tragen der Schnellebigkeit der technologischen Entwicklung keine Rechnung. Bei der Gestaltung vom MINT wurde auf eine andere Architektur zurückgegriffen, bei der voneinander unabhängige Komponenten zu einem Konferenzsystem zusammen gefügt wurden. Um diese Flexibilität zu realisieren, ist rege Interaktion der einzelnen Komponenten des Systems notwendig. Dazu werden lokal im System Kontrollnachrichten über einen Conference Bus gesendet, die von allen Agenten empfangen und ausgewertet werden, siehe Bild 3.1.

Die wichtigsten Systemkomponenten werden im folgenden beschrieben.

**Verwaltung der Konferenz:** Die zentrale Kontrolleinheit, namens ISC, bietet eine einheitliche Oberfläche zum Einrichten und Beenden einzelner Sitzungen. Auf folgende Funktionalitäten kann über ISC zugegriffen werden:

- Starten, Kontrollieren und Beenden von Mediaagenten
- Konfiguration einzelner Mediatypen
- Auflistung aller Konferenzteilnehmer
- Kontrolle des Audiogerätes
- Wahl von Voreinstellungen für gängige Szenarien, sodaß Benutzer sehr wenig über die einzelnen Anwendungen für Audio, Video usw. wissen müssen. Geübte Nutzer können die Konfiguration für ihre Bedürfnisse "maßschneidern".

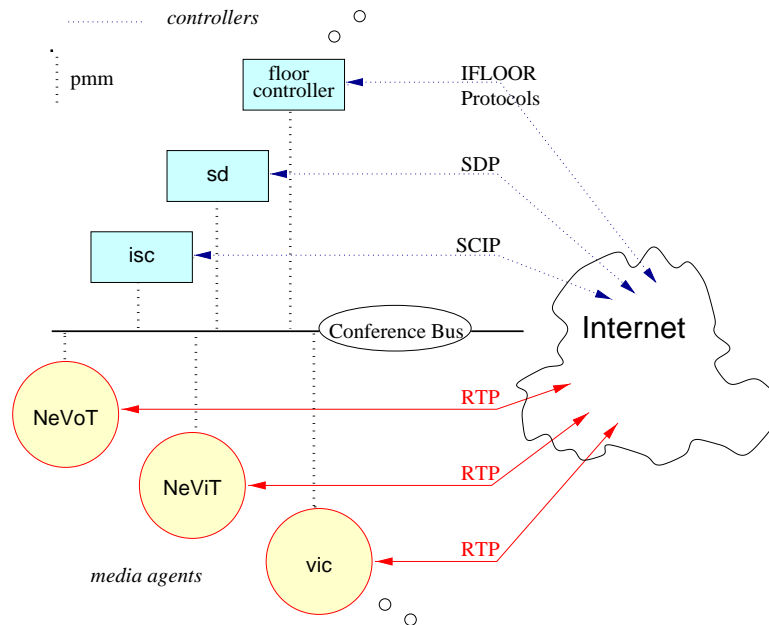


Abbildung 3.1: MINT Architektur

- Kurze Erklärungen zu verschiedenen Funktionalitäten der Oberfläche
- Automatisches Aufrufen eines On-Line-Handbuchs
- Editor zum Verändern einer mailcap Datei, die die Konfiguration von MINT bestimmt
- Zugriff auf den Einladungsagenten und somit die Möglichkeit, neue Teilnehmern zu der Konferenz einzuladen
- Vermerk der vom Benutzer gewünschten Reaktionen auf eingehende Einladungen. Es können z.B. Einladungen direkt abgelehnt oder weitergeleitet werden.
- Ein Telefonbuch mit Abkürzungen für Gruppen von Benutzern
- Unterstützung unterschiedlicher Arbeitsmodi für kleine und große Konferenzen sowie für Konferenzteilnehmer und Konferenzleiter

Bild 3.2 zeigt die Bedienoberfläche von MINT, über die alle Systemkomponenten kontrollierbar sind.

**Einladung von Teilnehmern:** Basierend auf dem "Session Initiation Protocol", welches vom IETF standardisiert wurde, wurde in MINT die Möglichkeit realisiert, neue Teilnehmer einzuladen. Mit der Einladung werden die Charakteristika der Konferenz, wie Uhrzeit oder die Art der involvierten Medien bekannt gegeben. Als Adresse für die Einladung genügt die E-mail Kennung, der aktuelle Standort des gewünschten Teilnehmers wird dann ermittelt. Dabei wird bei Akzeptanz bei den eingeladenen Benutzern MINT automatisch mit allen für den Ablauf der Konferenz benötigten Applikationen gestartet.

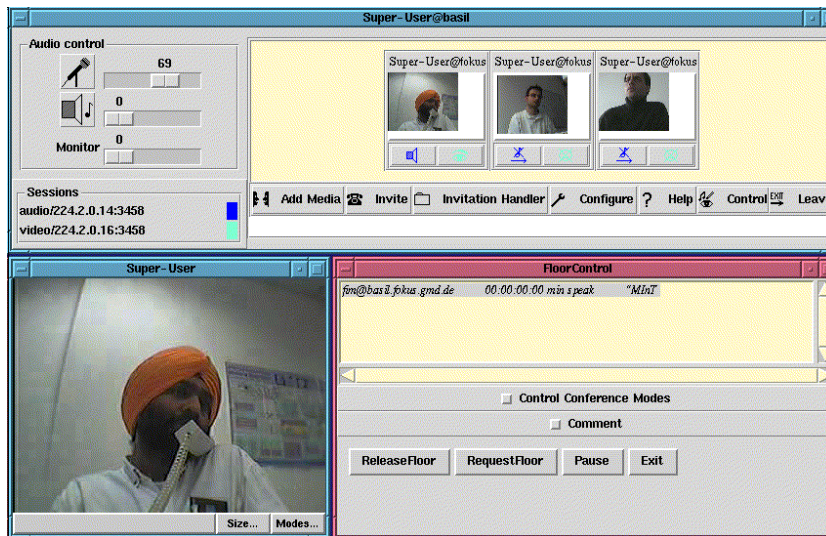


Abbildung 3.2: Ein Standbild des MINT Konferenzsystems

**Vergabe von Rederechten:** Mit diesem Werkzeug können sich Teilnehmer in eine Rednerliste eintragen (und natürlich auch wieder austragen). Dieser Agent regelt - synchron - den Zugriff auf beliebige Kommunikationsmedien und steuert beispielsweise sowohl das Senden als auch das Empfangen von Audiodaten. Es verhindert so auch die Störung durch Hintergrundgeräusche. Die Rednerliste steht allen Teilnehmern zur Verfügung. Bei der erstellten Applikation, namens IFLOOR wird zwischen zwei Konferenzmodi unterschieden:

**Konferenzmodus:** Die Reihenfolge der Redner wird lediglich von der Reihenfolge ihrer Anfragen determiniert.

**Kontrollierter Modus:** Die Reihenfolge der Redner kann sowohl von der Reihenfolge ihrer Anfragen als auch von einem Moderator anhängen, der das Recht hat, Benutzer aus der Rednerliste auszutragen oder hinzuzufügen.

**Videoübertragung:** In MINT werden zur Zeit zwei Videokonferenzagenten unterstützt. Die VIC Videoapplikation von LBL bietet dem Benutzer unterschiedliche Videokodierungen an wie JPEG, H.261 und CellB. VIC ist auf verschiedenen Plattformen verfügbar und unterstützt eine Reihe von Videokarten.

Mit MINT wird außerdem die Eigenentwicklung der GMD FOKUS, die NEVIT Videoapplikation, angeboten. NEVIT unterstützt JPEG und YUV und realisiert verschiedene Mechanismen zur Bandbreitenregulierung in Abhängigkeit von der Netzwerklastsituation. Somit können Verluste reduziert und Überlastsituationen im Netzwerk vermieden werden.

**Audioübertragung:** Für die Solaris-Version von MINT ist das "Network Audio Terminal" (NEVOT) verfügbar. NEVOT unterstützt Audioqualitäten, die das breite Spektrum von der

niedrigen GSM-Qualität bis zur CD-Qualität überspannen.

Die Linux-Version enthält das "Voice Audio Tool" (VAT) von LBL. VAT unterstützt zwar eine weitaus kleinere Anzahl von Audiokodierungen, ist jedoch auch geeignet für Halbduplex-Audiokarten, die vor allem unter Linux verbreitet sind.

**Abstimmung:** Zur Verteilung von Anfragen, Auswählen von Antworten und dem Sammeln von Benutzerreaktionen darauf wurde die *MPoll*-Applikation der CRC in Kanada erweitert und in MINT integriert.

**Gemeinsame Sicht auf Dokumente (Joint Viewing):** Diese auf der weitverbreiteten Applikation "ghostview" basierte Anwendung bietet dem Benutzer die Möglichkeit, das Anzeigen von Postscript-Dokumenten aus der Ferne zu steuern. So ist es möglich, daß, nachdem Studenten einer Teleteaching-Vorlesung die vorbereiteten Folien heruntergeladen haben, der Lehrer die Reihenfolge der Präsentation aus der Ferne steuert. Dies ist ein einfacher sowie effizienter Ersatz für ein "Whiteboard". Da die Daten gleich am Anfang einer Vorlesung übertragen werden, müssen während der Vorlesung nur einfache Befehle verschickt werden. Das führt zu erheblich geringeren Verzögerungen und somit zu einer verbesserten Synchronisation zwischen den audio-visuellen Erklärungen des Lehrers und dem Folieninhalt.

## 3.2 Dienstqualitätssicherung im Internet

Im Rahmen dieses Arbeitsgebiets wurden verschiedene Algorithmen zur End-zu-End Dienstqualitätssicherung auf theoretischer sowie praktischer Basis untersucht und implementiert. Desweiteren wurde RSVP als Funktionalität innerhalb von MINT realisiert.

### 3.2.1 Garantierte Dienstqualität mit RSVP

Mit MINT wird eine sehr flexible Form der Reservierung angeboten, mit der auch Nutzer, die mit dem Protokoll nicht vertraut sind, für die unterschiedlichen Medien nach Bedarf Reservierungen vornehmen können.

Die Schnittstelle zu RSVP ist in MINT nicht direkt in die einzelnen Applikationen integriert, sondern ist eine eigenständige Applikation innerhalb von MINT. Somit können alle in MINT integrierten Applikation direkt auf RSVP zugreifen ohne selbst eine geeignete Schnittstelle zu RSVP anzubieten.

### 3.2.2 Adaptive Qualitätskontrolle von Videostreamen

Nach mehreren Untersuchungen bezüglich Effizienz und gerechter Verteilung von Bandbreite zwischen Echtzeitverkehr und Datenverkehr wurde das "Loss Delay Based" (LDA) spezifiziert und implementiert. LDA reguliert die Senderate von Datenquellen basierend auf der Rückkopplung

von Empfängern. Da der LDA-Algorithmus auf dem RTP-Protokoll basiert, stellt die Realisierung der Rückkopplung keinen zusätzlichen Aufwand dar und ist von der Netzwerkarchitektur völlig unabhängig. Die Datenempfänger teilen dem Sender ihre gemessenen Verlust- und Verzögerungsstatistiken mit. Darauf basierend stellt der Sender dynamisch die geeignete Senderate fest, wobei hier darauf geachtet wird, daß die von der Quelle beanspruchten Netzwerkreisourcen vergleichbar sind mit denen einer TCP-Quelle, d.h. mit denselben Verlust- und Verzögerungscharakteristika.

### 3.2.3 Adaptive Qualitätskontrolle von Audioströmen

Um den spezifischen Eigenschaften von Audioströmen gerecht zu werden, beruht unser Ansatz zur Verbesserung von Audioqualität auf adaptiver Paketisierung beim Sender, die die Verschleierung (Concealment") von Paketverlusten am Empfänger erleichtert. Damit werden Verluste weniger stark vom Hörer wahrgenommen.

## 3.3 Dokumentation und Verfügbarkeit

MINT wird zur Zeit in Binärform für Linux und Solaris unter

*<http://www.fokus.gmd.de/glone/products/mint>*

zur Verfügung gestellt. Die Wahl der Binärform ist vor allem in Anbetracht der einfacheren Installation von großem Vorteil.

Zusätzlich, wird unter

*<http://www.fokus.gmd.de/glone/products/mint/handbook>*

ein ausführliches Handbuch angeboten.



# Kapitel 4

## Ergebnisverwertung

Eines der Hauptziele des USMINT-Projektes war es, eine benutzerfreundliche und erweiterbare multimediale Applikation zu erstellen, die sich für Forschungszwecke, Teleteaching und Gruppenkommunikation eignet.

Die im Rahmen von USMINT entwickelte Applikation, MINT, wird entsprechend dieser Ziele zur Zeit ebenso wie in naher Zukunft sowohl in verschiedenen nationalen als auch internationalen Projekten und Einrichtungen eingesetzt.

### 4.1 Einsatz von MINT für Teleteachingaktivitäten

Der Einsatz neuer Medien in der universitären Lehre erfordert neues Herangehen sowohl an die inhaltliche, didaktische und technische Vorbereitung und Durchführung als auch an die Teilnehmer selbst; d.h. an die Lehrenden und Lernenden. Neben dem unbestritten hohen zeitlichen, personellen und technischen Aufwand sind natürlich die entsprechenden Vorteile des Teleteaching zu sehen: individuelle Gestaltung der Lernmöglichkeiten, schnelle Wissensverbreitung und vor allem aus unserer Sicht die Möglichkeit, Fachexperten zeitgleich an entfernten Orten in das Lehrangebot einbeziehen zu können.

In diesem Kontext werden basierend auf MINT verschiedene Projekte realisiert:

- Die Durchführung regelmäßiger Online-Veranstaltungsreihen zum Thema “Elektronische Sprachsignalverarbeitung” an der BTU Cottbus und deren Übertragung an die TU Berlin. Zum einen sind diese Vorlesungen - bedingt durch die Inhalte - besonders gut geeignet, multimediale Lehrinhalte anzubieten. Gleichzeitig können damit an beiden Standorten parallel laufende Veranstaltungen entfallen. Inhaltlich liegt dazu am Lehrstuhl Kommunikationstechnik der BTU Cottbus bereits ein vollständiges Konzept vor, welches u.a. folgende Themen umfaßt: “Spracherzeugung”, “Sprachwahrnehmung”, “Verfahren der Sprachverarbeitung”, “Sprachsynthese”, “Spracherkennung” sowie “Sprechererkennung”. Natürlich bieten die durchzuführenden Teleteaching-Veranstaltungen breiten Raum für weiterführende Forschungen, und zwar sowohl in übertragungstechnischer als auch in didaktischer und ergonomischer Hinsicht.

- Durchführung ausgewählter, besonderer Lehrveranstaltungen an der BTU Cottbus bzw. TU Berlin und deren Übertragung in die entfernten Hörsäle, wenn z.B. Experten (Dozenten) auftreten und ihre Vorträge von besonderem, gemeinsamen Interesse sind.
- Als Bestandteil der am Lehrstuhl Kommunikationstechnik der BTU Cottbus angebotenen Lehrveranstaltungen beschäftigt sich das Projektlabor Kommunikationstechnik II mit ergonomischen Fragestellungen der Mensch-Maschine-Kommunikation anhand konkreter Anwendungen. Dabei wird MINT bezüglich ergonomischer Fragestellungen durch Studenten des 8. Semesters aus der Sicht erstmaliger Benutzer getestet. Am Beispiel von MINT können somit sehr praxisnah viele Aspekte (z.B. der Gestaltung von Dialogsystemen) behandelt werden. Gleichzeitig werden die Teilnehmer geschult, auf der Grundlage zuvor vermittelter theoretischer Zusammenhänge auch am praktischen Beispiel u.a. Beurteilungen der Funktionalität und Benutzbarkeit vorzunehmen.
- Im Rahmen des regulären Angebots des Instituts für Telekommunikation und Netzwerke der TU Berlin, soll im Wintersemester 98/99 die Vorlesung Networksecurity angeboten werden. Die Vorlesung wird von Professor Henning Schulzrinne an der Columbia University gehalten und mit MINT übertragen und empfangen. Ferner wird die Vorlesung aufgenommen und auf einem web-server bereitgestellt werden. Somit können die Studenten zu einem späteren Zeitpunkt die Vorlesung mit MINT abspielen.

Zusätzlich zu der Vorlesung wird eine elektronische Sprechstunde angeboten, während der die Studenten mittels MINT anrufen und spezifische Fragen stellen können.

- An der Columbia University wird z. Z. in der Gruppe von Professor Henning Schulzrinne ein vernetztes Klassenzimmer realisiert. Hierbei hält der Vortragende die Vorlesung direkt am Rechner. Lehrmaterialien wie Folien oder Sprachsequenzen sowie Stimme und Bild des Vortragenden werden dann direkt vom Rechner versendet. Studenten, die sich an der Vorlesung beteiligen möchten, loggen sich mit einer bestimmten Erkennung ein. Daraufhin wird automatisch MINT in der für diese Vorlesung benötigten Konfiguration gestartet. Während und nach dem Vortrag nimmt der Vortragende Fragen und Kommentare entgegen. Rederechte, z.B. für Zwischenfragen, können mit IFLOOR vergeben werden.

## 4.2 Einsatz von MINT in der Forschung

MINT unterstützt nebst audiovisuellen Kommunikationsmöglichkeit auch verschiedene Qualitätssicherungsmechanismen. Ferner basiert MINT auf einer neuartigen Architektur. Im Gegensatz zu herkömmlichen multimedialen Anwendungen, die üblicherweise als ein monolithes System aufgebaut werden, womit die Erweiterbarkeit und Flexibilität der Anwendung eingeschränkt werden, besteht MINT aus verschiedenen Teilapplikationen, die anhand eines einfachen Protokolls miteinander kommunizieren.

Dank dieser Eigenschaften konnte MINT in verschiedenen Einrichtungen zu Forschungszwecken eingesetzt werden. Durch entsprechende Konfigurationen und Erweiterungen konnte

MINT an die Erfordernisse unterschiedlicher Forschungsthemen wie beispielsweise RSVP oder Lippensynchronizität angepaßt werden.

Schon während der Betatestphase wurde MINT in verschiedenen Projekten eingesetzt von denen wir hier exemplarisch einige vorstellen:

**Tarifierung von Kommunikationsdiensten (GMD Fokus):** Im Rahmen des von der europäischen Gemeinschaft geförderten Projektes werden verschiedene Aspekte der Tarifierung von Kommunikationsdiensten im Internet untersucht. Durch die Unterstützung von RSVP wird MINT hierbei als ein multimedialer Dienst eingesetzt auf dessen Basis multimediale Gruppenkommunikation mit garantierter Qualität realisiert werden kann.

**Integration von IP und ATM (GMD Fokus):** Im Rahmen des von der europäischen Gemeinschaft geförderten Projektes werden die Aspekte der Integration von IP und ATM untersucht. Hierbei ist vor allem die Realisierung von skalierbaren Protokollen für Gruppenkommunikation von Interesse. MINT wird hier für Testzwecke eingesetzt und hat bei der Untersuchung der Effizienz und Leistung der entwickelten Infrastruktur eine große Bedeutung.

**Synchronisation von Mediaströmen (Huges Electronics):** Aufbauend auf der flexiblen Architektur von MINT, werden im Forschungslabor der Huges Electronic in den Vereinigten Staaten die Aspekte der Synchronisation von audiovisuellen Strömen untersucht sowie Verfahren, die Reservierungsmechanismen an die erzielte audiovisuelle Qualität anzupassen.

**Untersuchungen zum Dialogverhalten (BTU Cottbus):** Ein Forschungsgegenstand der BTU Cottbus sind Untersuchungen zum Dialogverhalten in realen Konferenzumgebungen. Dies betrifft beispielsweise den Umstand, wie sich entfernte Dialogpartner in ihrer Dialogführung verhalten, wenn z.B. eine deutliche zeitliche Verzögerung (bis zu 1,5 s) während der Kommunikation zwischen den entfernten Partnern auftritt. MINT wird hier als Kommunikationssystem eingesetzt.

**Adaptive Reservierung (Columbia University):** Um die Qualität der Kommunikation im Internet den Netzwerkverhältnissen anzupassen aber trotzdem eine minimale garantierte Qualität sichern zu können, beschäftigt sich diese Arbeit mit der Möglichkeit entsprechend der gewünschten Qualität und vorhandenen Ressourcen dynamische Reservierungswünsche zu versenden statt statische Reservierungswünsche, die jeweils zum Verbindungsaufbau initiiert werden.

### 4.3 Einsatz von MINT als Kommunikationsmedium im Internet

MINT wurde als eine benutzerfreundliche Applikation zur audiovisuellen Gruppenkommunikation im Internet konzipiert. Schon während der Projekts ersetzte MINT einen großen Teil der

Telefonate zwischen den Projektpartnern. Dies wurde vor allem durch die hochqualitativen Internetverbindungen zwischen den drei beteiligten Einrichtungen möglich. Innerhalb der Einrichtungen wurde MINT auch des öfteren als Ersatz für das herkömmliche Telefon benutzt.

# Kapitel 5

## Unterstützung und Weiterentwicklung von MINT

Die audiovisuelle Gruppenkommunikation ist ein integraler Bestandteil der Forschungsarbeiten der GMD Fokus. Mit der Beendigung des USMINT-Projekts wird die Weiterentwicklung und Unterstützung von MINT nicht beendet. Basierend auf den Ergebnissen des Projekts werden neue Forschungsprojekte aufgebaut und MINT selbst erweitert, um größere Popularität zu erreichen. Als konkrete Beispiele für geplante Arbeiten in diesem Bereich sind zu nennen:

- Um zusätzlich zu den vorhandenen Audio- Videokommunikationsmöglichkeiten auch den Austausch von Daten und verteiltes Arbeiten - damit ist gemeint, gemeinsamer, auch verändernder Zugriff auf Dokumente - zu ermöglichen, ist eine Integration eines Whiteboards in MINT geplant.
- Um MINT auf den jeweils aktuellen Stand im Bereich der Protokollentwicklung und -standardisierung für multimediale Kommunikation im Internet, insbesondere SIP und RTP, zu halten, sollen in entsprechenden Zyklen Veränderungen und Erweiterungen vorgenommen werden.
- Die vorhandene Version von MINT unterstützt die Solaris und Linux Plattformen. Da jedoch die Popularität von multimedialer Kommunikation auf PC-Basis in den letzten zwei Jahren drastisch gestiegen ist, wird momentan angestrebt, MINT auch nach Windows NT zu portieren.
- Insbesondere für Teleteachingaktivitäten sind effiziente Methoden zum Abholen multimedialer Inhalte von Videoseverern von größter Bedeutung. Im Rahmen von USMINT wurde MVoD, eine Applikation zum Aufnehmen und Abspielen multimedialer Inhalte, in MINT integriert. Bei der IETF wurde kürzlich das RTSP Protokoll zu diesem Zwecke standardisiert. Um dieser Entwicklung gerecht zu werden, ist die Integration eines RTSP basierten Videoseverers in Planung.
- Um die Qualität der mit MINT erzielten audiovisuellen Kommunikation weiterhin zu verbessern, sollen die in USMINT realisierten Mechanismen zur Sicherung von Bildqualitäten

weiterentwickelt werden. Die entwickelten Konzeptionen im Bereich Tonübertragung sollen realisiert werden und sich im praktischen Einsatz bewähren. In diese Arbeiten müssen neueste Forschungsergebnisse fortlaufend einbezogen werden.

- Ein wichtiger Bestandteil der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der GMD Fokus wird sich in der nächsten Zukunft auf IP-Telefonie konzentrieren. Aufbauend auf MINT sollen verschiedene Aspekte dieses Forschungsgebietes untersucht werden wie Signalisierung, Qualitätssicherung und Erstellen von Applikationen. MINT spielt dabei eine zentrale Rolle und wird zum IP-Telefon erweitert werden und eventuell als eine PBX zum Einsatz kommen.
- Die Ergebnisse des USMINT-Projekts zeigen, daß das eingesetzte Protokoll zur Kommunikation zwischen den verschiedenen Systemkomponenten von MINT eine einfache und flexible Architektur ermöglicht. Die Spezifikation des Protokolls ist jedoch noch mangelhaft und benötigt weitere Arbeit. Hierbei soll eine vollständige Spezifikation entstehen, die dann implementiert werden und in MINT Anwendung finden soll.

# Kapitel 6

## Veröffentlichungen

Um die Ergebnisse des USMINT- Projekts einer größeren Öffentlichkeit zu präsentieren, wurden im Laufe des Projekts zahlreiche Vorführungen und Vorträge gehalten sowie Veröffentlichungen in nationalen und internationalen Konferenzen und Journalen publiziert.

So wurde das Projekt unter anderem bei folgenden Anlässen vorgestellt:

- Zehnjährige Gründungsfeier von Fokus mit Beteiligung der Presse
- DFN-Betriebstagung und DFN Multimediaforum
- Informationstage des Fachbereiches “Technische Kommunikationsnetze” der TU Berlin

Desweiteren wurden die Ergebnisse des Projekts in folgenden Konferenzen und Journalen veröffentlicht:

1. Sanneck, H. (1998). Concealment of lost speech packets using adaptive packetization. In *Proceedings IEEE Multimedia Systems*, Austin, TX.
2. Schubert, I., Sisalem, D., and Schulzrinne, H. (1998). A floor control application for light-weight multicast conferences. Chalkidiki, Greece.
3. Sisalem, D. (1997). End-to-end quality of service control using adaptive applications. In *IFIP Fifth International Workshop on Quality of Service (IWQOS '97)*, New York.
4. Sisalem, D. (1998). Fairness of adaptive multimedia applications. In *International Conference on Communications (ICC'98)*, Atlanta, USA.
5. Sisalem, D. and Emanuel, F. (1998). QoS control using adaptive layered data transmission. In *IEEE Multimedia Systems Conference '98*, Austin, TX, USA.
6. Sisalem, D. and Schulzrinne, H. (1998a). The loss-delay based adjustment algorithm: A TCP-friendly adaptation scheme. In *Proc. International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video (NOSSDAV)*, Cambridge, England.

7. Sisalem, D. and Schulzrinne, H. (1998b). The multimedia internet terminal. *Journal of Telecommunication Systems*, 9(3).

# Literatur

- [1] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, and V. Jacobson, "RTP: a transport protocol for real-time applications," Request for Comments (Proposed Standard) RFC 1889, Internet Engineering Task Force, Jan. 1996.
- [2] B. Braden and L. Zhang, "Resource ReSerVation protocol (RSVP) – version 1 message processing rules," Request for Comments (Proposed Standard) 2209, Internet Engineering Task Force, Oct. 1997.
- [3] M. Handley, H. Schulzrinne, and E. Schooler, "SIP: Session initiation protocol," Internet Draft, Internet Engineering Task Force, July 1997. Work in progress.
- [4] D. Sisalem and H. Schulzrinne, "The loss-delay based adjustment algorithm: A TCP-friendly adaptation scheme," in *Proc. International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video (NOSSDAV)*, (Cambridge, England), July 1998.
- [5] D. Sisalem, "End-to-end quality of service control using adaptive applications," in *IFIP Fifth International Workshop on Quality of Service (IWQOS '97)*, (New York), May 1997.
- [6] I. Busse, B. Deffner, and H. Schulzrinne, "Dynamic QoS control of multimedia applications based on RTP," *Computer Communications*, vol. 19, pp. 49–58, Jan. 1996.