

Abschlussbericht

für den

Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e.V.

INTER-FACE

**Entwicklung, Erprobung und Einsatz eines multimedialen telemedizinischen Videokonferenzsystems in heterogenen Umgebungen,
am Beispiel einer interdisziplinären
computerunterstützten Therapieplanung von Form- und
Lage-anomalien des Kiefer- und Gesichtsschädels**

TK 602 – VA 105

Projektleiter

Prof..Dr.Dr. Hans-Florian Zeilhofer, PD Dr.Dr. Robert Sader

Hightech-Forschungs-Zentrum – centre of advanced studies in cranio-maxillofacial surgery

(Leiter: Prof.Dr.Dr. H.-F. Zeilhofer)

Technische Universität München, Klinikum rechts der Isar

Ismaninger Str. 22, 81675 München

www.hfz.info

Dipl.Ing. Michael Fromme

Lehrgebiet für Rechnernetze und Verteilte Systeme

(Dir.: Univ.-Prof.Dr. H. Pralle)

Universität Hannover

Schloßwenderstr. 5, 30159 Hannover

Projektlaufzeit

1.2.2001 bis 31.12.2003

Kooperationspartner

- 1) Dr.rer.nat.G. Grunst, Dr.rer.nat.Th. Berlage
Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik St. Agustin
ehem.: GMD - Forschungszentrum Informationstechnik GmbH
Schloß Birlinghover, 53754 St. Agustin
- 2) Prof.Dr.med.W. Gubisch
Klinik für Plastische Chirurgie, Gesichts-, Kiefer-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
Marienhospital Stuttgart
Böheimstr. 37, 70199 Stuttgart
- 3) Univ.-Prof.Dr.med.dent.D. Drescher, Dr.med.dent.C. Holtkamp
Poliklinik für Kieferorthopädie
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Moorenstr. 5, 40001 Düsseldorf
- 4) Dr. K. Maag, Prof.Dr. I.Rudzki-Janson
Poliklinik für Kieferorthopädie
Ludwig-Maximilians-Universität München
Goethestr. 70, 80336 München
- 5) Dr.med.dent.E. Chapman
Kieferorthopädische Praxis
Theatiner Str. 42, 80333 München
- 6) Dr.med.dent.U. Mehle
Kieferorthopädische Praxis
Sophienstr. 4, 80333 München
- 7) Prof.Dr.Dr. H.-F. Zeilhofer, PD Dr.Dr. R. Sader
Abteilung für Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinik für Wiederherstellende
Chirurgie, Kantonsspital Basel, Universitätskliniken
Spitalstr. 12, 4051 Basel

Inhaltsverzeichnis

1 Projektbeschreibung 4

1.1 Kurzbeschreibung.....	4
1.2 Inhaltlicher Hintergrund.....	5

2 Die Kommunikationsinfrastruktur 8

2.1 Informations- und kommunikationstechnische Beschreibung	8
2.2 Anschluss der Konferenzsysteme an das G-WiN.....	8
2.2.1 Anforderungen an das Netz – Dienstbeschreibung und Dienstgüte	8
2.2.2 Übertragungsparameter für das Whiteboard.....	9
2.2.3 Verfügbare Lösungen	10
2.2.4 Der Netzübergang.....	11
2.2.5 Realisierung der Anschlüsse mit SDSL.....	11
2.3 Videokonferenzsysteme	12
2.4 Videokonferenzen	13
2.4.1 Videokonferenz-Endgeräte Polyspan ViewStation und Sony Contact 1600.....	13
2.4.2 Test-Vergleich beider Geräte.....	14
2.4.3 H.323 Multipoint-Control-Unit (MCU).....	17
2.5 Gateway/MCU-Funktionalität.....	17
2.5.1 ATM-H.323-Gateway.....	17
2.5.2 Vergleich ATM, H.323 und MPEG-2– Videokonferenztechnologie	18
2.5.3 Skizze zum Aufbau eines ATM-H.323-Gateways	18
2.6 Nutzung der Videokonferenzinfrastruktur	19
2.7 Rasterbild-Whiteboard	22
2.7.1 Whiteboard-Anwendungen.....	22
2.7.2 Weitere Whiteboard-Entwicklungen	23
2.7.3 Grafik- oder Bild-orientierte Whiteboards	24
2.7.4 Farb-Management.....	24
2.7.5 Netzwerk-Architekturen für Whiteboard-Anwendungen.....	25
2.7.6 Anwendungsfälle für das IWB	26
2.8 Frontenddesk	26
2.8.1 Anforderungsanalyse.....	27
2.8.2 Implementierung.....	28
2.8.3 Integration der Video-Imaging-Systeme	31
2.8.4 Meilensteine.....	33

1 Projektbeschreibung

1.1 Kurzbeschreibung

Das Projekt *INTER-FACE* bietet durch seine Anlage und seine Komplexität ein ideales Environment, um den Nutzen von intelligenter Multimedia-Kommunikation zwischen Spezialisten in universitären Einrichtungen und der ärztlichen Praxis zu nutzen. Aus diesem Grund wurden in dem Projekt sowohl verschiedene sinnvolle technische Szenarien als auch mögliche Anwendungskonzeptionen erprobt. Als Ziel konnte eine multimediale Brückenbildung unter besonderer Berücksichtigung einer hochwertigen Videokonferenzumgebung zwischen dem Deutschen Wissenschaftsnetz (G-WiN) und schmalbandigen Zugangsnetzen realisiert werden.

Mit dem Projekt *INTER-FACE* wurde eine Systemumgebung bereitgestellt, über die ein niedergelassener Zahnarzt oder Kieferorthopäde mit einem Spezialistenteam in einem Kompetenzzentrum zusammenarbeiten kann. So wurde für Patienten mit Form- und Lageanomalien der Kiefer ein optimales Behandlungsergebnis erreicht. Bei den in der präoperativen Planungsphase regelmäßig durchgeführten Konferenzen konnten die beteiligten Kompetenzzentren der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie (München), der Kieferorthopädie (München, Düsseldorf) und der Plastischen Chirurgie (Stuttgart) in die Beratungsphase mit dem niedergelassenen Zahnarzt/Kieferorthopäden und seinem Patienten miteinbezogen werden. Eine Multimedia-Videokonferenz in hoher Qualität wurde mit der Übertragung weiterer Daten (intraorale Kamera, Röntgen- und Computertomographie-Bilder) kombiniert. Die Datenübertragung erfolgt mit einem Raster-Imaging Whiteboard. Die Anwendung wurde unter ein einheitliches Frontenddesk gestellt..

Das Projekt *INTER-FACE*, mit dem die Kommunikationsinfrastruktur für die präoperative Planungsphase erheblich verbessert wird, war die logische Weiterführung des Münchner DFN-Projektes „**CAFCAS - Nutzung breitbandiger Kommunikationsinfrastrukturen zur iterativen Qualitätskontrolle und -verbesserung am Beispiel der Planung und Simulation komplexer Operationen im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich**“ und des Hannoveraner DFN-Projektes „**Werkzeuge zur Unterstützung multimedialer Online-Konferenzen im MBo-ne**“. Durch die Weiterführung hier gewonnener Erfahrungen kann durch Einsatz moderner Hochleistungskommunikationstechnologie der eigentliche operative Eingriff weiter optimiert werden. Dieses exemplarisch für die interdisziplinäre Behandlung von Kieferfehlstellungen in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie entwickelte Kommunikationssystem wird zur Zeit wei

terentwickelt im Rahmen des Projektes MEDUSA „Medical Distributed Ubiquitous Service Applications“, bei dem jetzt vor allem auch wireless-Technologien angebunden werden

1.2 Inhaltlicher Hintergrund

Die erfolgreiche Behandlung skelettaler Kieferfehlstellungen und -fehlbildungen erfordert immer eine enge Zusammenarbeit zwischen Kieferorthopäden, kieferorthopädisch tätigen Zahnärzten und Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen. Aufgabe des Kieferorthopäden ist es in der präoperativen Phase, die Zähne so zu regulieren, dass sie wie Schlüssel und Schloss aufeinander passen, wenn der MKG-Chirurg die Kiefer operativ in die korrekte Stellung bringt. Untersuchung, Analyse, Diagnostik und Therapie müssen dabei immer wieder neu – dem Fortschritt der Behandlung entsprechend – aufeinander abgestimmt werden. Nur unter diesen Voraussetzungen können die Behandlungsziele – eine normalisierte Funktion und eine optimierte Ästhetik – erreicht werden.

Die intensive Kommunikation zwischen Kieferorthopäden und Kieferchirurgen ist also eine unerlässliche Vorbedingung bei der Behandlung schwerwiegender Fehlbildungen. Unerlässlich für Diagnostik und Therapieplanung sind vor allem die Diskussion von Analyseergebnissen und die simultane Bewertung der Bilddokumente. Da hier eine Vielzahl computergestützter Analyse- und Planungsverfahren angewendet werden, stellt die Nutzung eines Konferenzsystems in verteilter Umgebung eine notwendige Weiterentwicklung dar, um allen beteiligten Partnern häufige und weite Anfahrtswege zu ersparen.

Bisher übliche Kommunikationsformen – Arztbrief, Telefonat, Patientenvorstellung – können diesen Anforderungen nur unzureichend gerecht werden. Aus diesem Grund ist bisher die wünschenswerte enge Zusammenarbeit zwischen den Kieferchirurgen in den Kliniken und den niedergelassenen Kieferorthopäden nur mit einem hohen Zeitaufwand möglich. Die Einführung eines kieferchirurgisch-kieferorthopädischen Konferenzsystems eröffnet die Chance, eine intensivere Anbindung der Praxen in der präoperativen Phase an die Kliniken zu etablieren. Bevor ein solches klinisches Konferenzsystem praktisch genutzt werden kann, müssen die bereits vorhandenen fachspezifischen Softwaresysteme unter einer einheitlichen Konferenzoberfläche integriert werden. Dies stellt eine der Aufgaben des Projekts dar. Darüber hinaus muß die Benutzeroberfläche so gestaltet werden, dass sie den Arbeitsweisen der Anwender entgegenkommt. Dieser Aufgabe sollen sich unter anderem universitäre Partner der Fachbereiche Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie und Kieferorthopädie widmen, die über eine umfangreiche Erfahrung im Bereich der interdisziplinären Therapie verfügen.

Z.Zt wird dem Patienten mit seinem kieferorthopädischen Behandler eine Vielzahl von Besuchsterminen in den kieferorthopädischen und mund-kiefer-gesichtschirurgischen Kompetenzzentren zugemutet: Neben der Behandlung beim niedergelassenen Kieferorthopäden oder Zahnarzt, die sinnvollerweise wohnortnah durchgeführt werden soll, sind zur Festlegung des operativen Konzepts und des richtigen Zeitpunkts für den Eingriff unbedingt regelmäßige gemeinsame Kontrollen durch den MKG-Chirurgen und den Kieferorthopäden erforderlich.

Die zur Therapieplanung notwendigen diagnostischen Dokumente, wie Computertomogramm, Orthopantomogramm, Fernröntgenseitenbild oder Kiefermodelle werden bei den interdisziplinär zu treffenden Entscheidungen ständig herangezogen. Wichtig ist auch die Beurteilung von Gesichtsbewegungen wie z.B. dem Lachen („aesthetic smile“), die als Videosequenzen oder En-face-Bilder dokumentiert werden. Da das kieferchirurgische Fachwissen jedoch nur an Zentren verfügbar ist, müssen weiter entfernt wohnende Patienten und Kieferorthopäden oft umständliche und langwierige Anreisezeiten auf sich nehmen. Damit entsteht ein immenser zeitlicher Aufwand vor allem in der präoperativen Planungsphase.

Den Erfolg einer kieferorthopädischen Operation bestimmt aber nicht nur das funktionelle Ergebnis, sondern auch das ästhetische Ziel, wobei Patient, Kieferorthopäde und MKG-Chirurg durchaus unterschiedliche Erwartungen und Vorstellungen haben können. Die ästhetischen Anforderungen an das operative Endergebnis müssen deshalb unter Berücksichtigung von gleichzeitig notwendigen plastisch-ästhetischen Operationen (z.B. Nasenkorrekturen) in die Planungsphase miteinfließen.

Für die Planung von skelettverlagernden Operationen bei Form- und Lageanomalien der Kiefer werden zur Berücksichtigung der Ästhetik die Möglichkeiten des „Videoimaging“ eingesetzt, mit dem das funktionelle und das ästhetische Ergebnis der Operation vorab am Computer simuliert werden kann (vergl Abb. 1). Bei diesem Verfahren wird ein Fernröntgenseitenbild in den Computer eindigitalisiert und anhand bestimmter Profilpunkte kephalometrisch ausgewertet. Eine Video-Aufnahme des Patienten wird anschließend in den Computer übertragen. Die Profilpunkte werden so weiterbearbeitet, daß sie mit denen des eindigitalisierten Fernröntgenseitenbildes übereinstimmen. Dann können am PC operative Eingriffe am Ober- und Unterkiefer des Patienten simuliert werden. Der PC errechnet die Profiländerung und stellt sie am Videobild auf dem Bildschirm in Echtzeit dar. Die kephalometrischen Linien und Werte und die Patientenbilder, die das Ergebnis des chirurgischen Eingriffs mit hoher Präzision vorab zeigen (Abweichung $< 2\text{mm}$), können als hochauflösende Grafiken in unterschiedli

chen Dateiformaten gespeichert werden. Patient und Behandler können sich so ein genaues Bild vom Ziel der geplanten Operation machen.

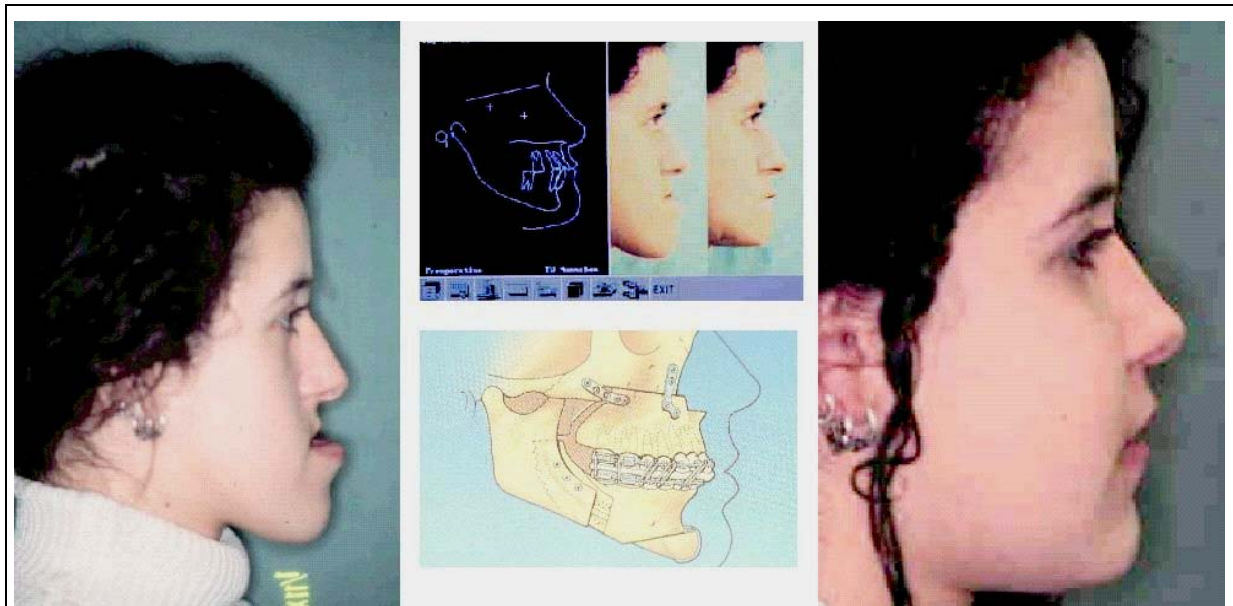


Abb.1: Junge Patientin mit ausgeprägter Kieferfehllstellung (Rücklage des Oberkiefers und Vorlage des Unterkiefers)

- Links: Patientin vor der Operation
- Mitte oben: OP-Simulation mit Weichteilprofilprognose über Videoimaging
- Mitte unten: OP-Schema
- Rechts: tatsächlich erzielttes Ergebnis nach der Operation

Da für das Videoimaging-Verfahren alle Planungs- und Behandlungsunterlagen in digitalisierter Form vorliegen, bietet sich ein Informationsaustausch zwischen den dezentral verteilten Kieferorthopäden und den Spezialisten am universitären Kompetenzzentrum über eine computerunterstützte Telekooperationsplattform an. Auf diese Weise können häufige und langwierige Untersuchungs- und Beratungstermine vermieden werden. Für die Patienten bedeutet dies eine erhebliche Reduzierung der Fehlzeiten am Arbeitsplatz oder in der Schule, für die Behandler entfällt die wirtschaftlich nachteilige Abwesenheit von der Praxis. Vor allem wird durch die bessere Verfügbarkeit der Daten die Qualität der Behandlung erhöht.

2 Die Kommunikationsinfrastruktur

2.1 Informations- und kommunikationstechnische Beschreibung

Der Grundgedanke war, dass die in (zahn-) ärztlichen Praxen üblicherweise vorhandenen Zugangsnetze mit relativ geringer Datenrate, wie z.B. ISDN oder xDSL an ein im Deutschen Wissenschaftsnetz (G-WiN) eingebundenes System angebunden werden. Das Anwendungsszenario soll über ein multimediales Konferenz-System (Whiteboard, Videokonferenz) gestaltet werden, wobei die Videokommunikation über H.323-Terminals realisiert wird. Die universitären Einrichtungen sind dabei über das G-WiN, die externen Partner über Zugangsnetze angebunden. Die im Projektantrag erwähnte Verwendung von ATM-Geräten zur Videoübertragung wurde im Zuge des Projektes komplett durch H.323-basierte Geräte ersetzt, da im G-WiN keine ATM-Konnektivität mehr zur Verfügung steht.

Da bei der Therapieplanung bewegte Bilder des Patienten eine bedeutende Rolle (Beurteilung der Lachlinie) spielen, muss die Videokonferenzumgebung eine hohe Qualität bieten. Neben der Videokonferenz muss ein Online-Datenaustausch von weiteren Videobildern und Röntgenbildern auf Abruf möglich sein, die Videoimagingsoftware wird dabei in das Konferenzszenario eingebettet. Für die erweiterte Kommunikation wird ein softwarebasiertes Whiteboard integriert, ein userfreundliches Frontenddesk sorgt für Akzeptanz bei EDV-unerfahrenen Anwendern.

2.2 Anschluss der Konferenzsysteme an das G-WiN

2.2.1 Anforderungen an das Netz – Dienstbeschreibung und Dienstgüte

Damit eine korrekte Planung des Netzes für eine Videoübertragung in ausreichender Qualität vorgenommen werden kann, mussten die Anforderungen an einzelne Parameter für den bereitzustellenden Dienst genau festgelegt werden: In jeder teilnehmenden Arztpraxis bzw. Klinikum wird ein Videokonferenzsystem aufgestellt. Dieses beinhaltet eine Instanz zur Video- bzw. Audioübertragung. Zusätzlich wird eine Whiteboard – Anwendung zur Verfügung gestellt. Diese beiden Anwendungen konkurrieren beim Zugriff auf die Netzressourcen. Es musste also ein Datenanschluss realisiert werden, der die Anforderungen beider Anwendungen gleichzeitig erfüllen kann.

2.2.1.1 Übertragungsparameter für die Videokonferenzsysteme

Die Videoübertragung in allen im Projekt betrachteten Systemen erfolgt über das H.323 – Protokoll. Dabei wird die Sprache und das Videobild mit einer variablen Datenrate kodiert, wobei eine obere Grenze für die Übertragungsrate festgelegt wird. Bei den in diesem Projekt betrachteten Systemen ist die maximale Datenrate auf 768 kbit/s begrenzt. Die Codecs benutzen die volle Datenrate lediglich bei zeitlich stark veränderlichen Bildern. Findet zwischen zwei übertragenen Bildern wenig Bewegung statt, so werden die Differenzen mit einer geringeren Datenrate kodiert. Für eine Videokonferenz nach dem H. 323-Standard in akzeptabler Qualität ist an das Datennetz die Anforderung einer beinahe verlustfreien Übertragung zu stellen. Die Paketverlustrate soll in jedem betrachteten Zeitintervall deutlich unter 1 % liegen. Eine Verlustrate von mehr als 2 % kann zum Erliegen des Dienstes führen. Da für die Datenübertragung in IP-Netzen keine festen Kapazitäten reserviert werden, haben unterschiedliche Datenpakete, die zu einer logischen Verbindung gehören, unterschiedliche Laufzeiten. Die Laufzeitdifferenzen zwischen benachbarten Datenpaketen werden als Jitter bezeichnet. Eine derartige Datenübertragung wird als asynchrone Datenübertragung bezeichnet. Einzelne Bilder einer Videoübertragung werden aber auf dem Bildschirm des Empfängers regelmäßigen in fest definierten Zeitabständen – also synchron - aufgebaut. Als Bindeglied zwischen der asynchronen Datenübertragung und der synchronen Darstellung sind sogenannte Jitterbuffer in die Video-Empfänger eingebaut. Diese speichern bei Bedarf die empfangenen Datenpakete zwischen, damit diese in gleichen Zeitabständen auf dem Bildschirm dargestellt werden können. Üblicherweise können solche Jitterbuffer Laufzeitschwankungen von bis zu 100 ms ausgleichen. Größere Schwankungen führen zum entleeren des Buffers (Bufferunderflow). Dieses kann von der Beeinträchtigung des Dienstes einem Paketverlust gleichgesetzt werden. Folglich stellt sich die Anforderung an das Netz, dass Paketverluste im Datennetz, sowie Laufzeitschwankungen von mehr als 100 ms deutlich unter 1 % liegen sollen.

2.2.2 Übertragungsparameter für das Whiteboard

Bei der Übertragung hochauflöser Bilder, die von einer Whiteboard-Anwendung bereitgestellt werden, können keine festen Anforderungen bezüglich der benutzten Datenraten gemacht werden. Die Anforderungen an das Datennetz sind hierbei ähnlich den der World Wide Web- oder den FTP-Anwendungen. Es werden in unterschiedlichen Zeitabständen Bilder in der Größe zwischen 1 und 10 MBytes übertragen bzw. Änderungen zu diesen Bildern zwischen den Teilnehmern ausgetauscht. Auf der Empfängerseite wird dabei gewartet, bis das Bild bzw. das Update übertragen wird. Eine Wartezeit von wenigen Minuten für den Aufbau

eines neuen Bildes ist hierbei durchaus tolerierbar. Die Updates der Bilder sind vielfach kleiner als ein komplettes Bild und stellen somit keinerlei zusätzliche Anforderungen an das Netz. Die Flusskontrolle bei der Übertragung der Bilder wird von den Transportprotokollen (z.B. TCP) vorgenommen. Dieses hat zur Folge, dass verloren gegangene Datenpakete neu angefordert werden. Folglich ist diese Anwendung robust gegen Paketverluste im Netz. Eine wichtige Eigenschaft des TCP-Protokolls ist, dass ein Sender seine Datenrate mit jedem Paketverlust reduziert. Bei vielen Paketverlusten im Netz können also erhebliche Verzögerungen bei der Bildübertragung auftreten. Die Grenzwerte für Datenverluste für einen TCP-Datenstrom liegt aber deutlich höher als bei einer Videoübertragung nach H. 323. Es bestehen keine besonderen Vorgaben für Jitter.

2.2.3 Verfügbare Lösungen

Aus den oben angestellten Betrachtungen konnte geschlossen werden, dass für den Anschluss einer Facharzt-Praxis bzw. eines Klinikums eine Datenrate von bis zu 768 kbit/s für die Videoübertragung sowie ca. 300 kbit/s für die Whiteboard – Übertragung benötigt werden. An dem Ort der Aufstellung der MCU wird ein Vielfaches davon benutzt - in Abhängigkeit davon, wie viele Teilnehmer gleichzeitig bei einer Konferenz teilnehmen. Es wird für die Realisierung eines Anschlusses für die Arztpraxen ein Anschluss mit einer verfügbaren Datenrate von ca. 1 Mbit/s je Übertragungsrichtung benötigt. Eine derartige Anschlusstechnik wird zurzeit über unterschiedliche DSL-Lösungen zur Verfügung gestellt. Dabei wird der Datenanschluss über eine einfache Kupferdoppelader realisiert. Diese ist in der Regel in jedem Gebäude vorhanden. Diese Leitungen können nach der gegenwärtigen Gesetzeslage sowohl von dem Inhaber dieser Leitungen, der DTAG, als auch von den Mitbewerbern benutzt werden. Zur Realisierung des DSL-Anschlusses müssen im Wesentlichen 2 Voraussetzungen erfüllt sein:

Die Übertragungscharakteristik der Kupferleitung muss in bestimmten Grenzen liegen. Dieses ist bei den allermeisten Anschlüssen gegeben (Heise NT 01.08.2001)

Der Anbieter eines DSL-Dienstes muss in einer entsprechenden Vermittlungsstelle einen Übergang von einer DSL-Leitung in das Backbone-IP-Netz realisieren. Somit ist man in Abhängigkeit vom geografischen Standort auf bestimmte Service Provider eingeschränkt.

Aus Verfügbarkeitsgründen konnte der Standort Bad Aibling über DSL nicht angeschlossen werden. Die Facharztpraxen in München sowie das Klinikum in Stuttgart können mit Hilfe von DSL angeschlossen werden. DSL gibt es im Wesentlichen in 2 Ausprägungen.

- Als asymmetrischer Anschluss (ADSL). Bei diesem ist die Übertragungsrate zum Endteilnehmer vielfach höher als in der Gegenrichtung.
- Als symmetrischer Anschluss (SDSL), bei dem die maximale Übertragungsrate in beiden Richtungen gleich ist.

Bei den Videokonferenzsystemen wird eine gleiche maximale Datenrate in beiden Richtungen benötigt. Somit kommt das symmetrische DSL zum Einsatz. Bei der Netzplanung ist zusätzlich zu beachten, dass die Datenströme von den Videosystemen zur MCU laufen. Folglich muss die MCU je nach Anzahl der Konferenzteilnehmer mit mindestens 4- bis 6-fachen Datenrate der Konferenzsysteme angeschlossen werden. Diese Datenrate steht mit großer Reserve im G-WiN zur Verfügung.

Als Konsequenz aus den obigen Entwicklungsarbeiten konnte deshalb nachgewiesen werden, dass die MCU innerhalb des G-WiN platziert werden muss.

2.2.4 Der Netzübergang

Die Anforderungen an das IP-Netz hinsichtlich der Paketverluste sowie Jitter wurden oben untersucht und diskutiert. Wird ein Dienst innerhalb einer administrativen Domäne angeboten, so kann über gesammelte Erfahrungswerte die bereitgestellte Dienstgüte mit großer Wahrscheinlichkeit vorhersagt werden. Benötigt ein Dienst eine Datenübertragung über die Grenzen, ist die Dienstgüte zusätzlich von der Realisierung des Übergangs zwischen den Netzen abhängig. Der Netzübergang kann durch eine direkte Verbindung zwischen den Netzen sowie ein entsprechendes IP-Routing realisiert werden. Diese Realisierung benötigt ein gegenseitiges Abkommen über das sogenannte *Peering* zwischen den betroffenen Providern. Eine zusätzliche Bedingung für einen solchen Übergang ist die richtige Dimensionierung des Netzübergangs. Existiert kein gegenseitiges Abkommen zwischen den Providern, so werden die Datenströme über einen zentralen Austauschpunkt – in Deutschland den DE-CIX – geroutet. Da sehr viele Netzbetreiber ihre Daten über den DE-CIX austauschen, ist die Dienstgüte bei einem Übergang über DE-CIX in der Regel geringer als bei einem Peering.

2.2.5 Realisierung der Anschlüsse mit SDSL

Bild 1 zeigt die für das Projekt neu entwickelte Netzstruktur. Die Facharztpraxen und das Klinikum in Stuttgart wurden über SDSL angeschlossen. Das Klinikum in München, das PFK Düsseldorf sowie GMD in Sankt Augustin und die Universität Hannover waren bereits mit der Datenrate 155 Mbit/s an das G-WiN angeschlossen. Als MCU wurde vorerst das System in Hannover verwendet, in einer späteren Projektphase wurde die MCU des DFN-Videokonferenzdienstes eingesetzt. Beim DSL steht die volle auf der Anschlussleitung ver

fügbare Datenrate dem Endteilnehmer zur Verfügung. Aus den oben aufgeführten Überlegungen ergibt sich eine benötigte Datenrate von 1 Mbit/s je Richtung. Solche Anschlüsse werden in München und Stuttgart z.B. vom Provider QSC angeboten. Außerdem besteht zwischen dem DFN und QSC ein Peering-Abkommen, wodurch ein verlustfreier Übergang zwischen den zwei Netzen zu erwarten war. Da keiner der beiden Netzbetreiber eine Quality of Service gemäß RFC 2475 oder RFC 2382 anbietet, steht aber keine Alternative zum Best-Effort Dienst zur Wahl.

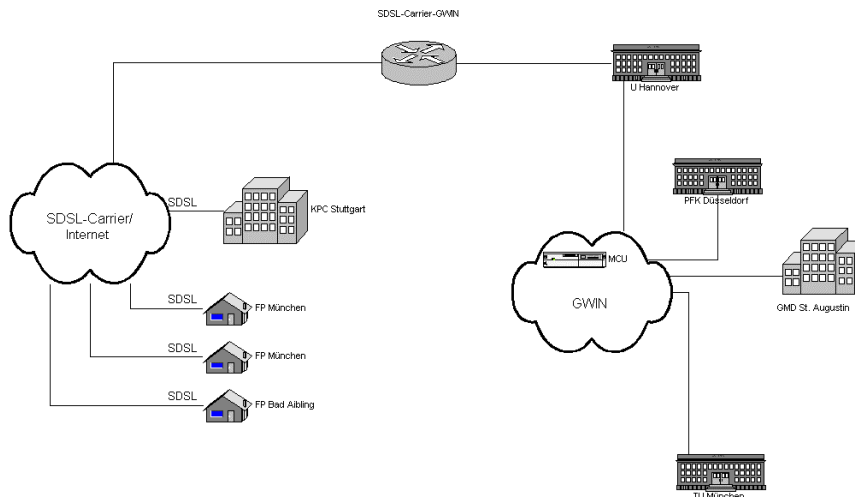


Bild 1: Netzstruktur für den Videokonferenzdienst


2.3 Videokonferenzsysteme

Zur Zeit des Projektantrags war geplant, die am Projekt teilnehmenden Hochschuleinrichtungen über den ATM-Dienst des B-WiN und entsprechende ATM-Videoübertragungs-Codex zu koppeln. Dazu sollten für die Standorte Hannover, und Düsseldorf entsprechende ATM-VideoCodex vom Typ CellStack beschafft und installiert werden. Diese Geräte sollten zusammen mit dem CellStack und der CellStack-MCU der MKG zu Videokonferenzen zusammengeschaltet werden.

Durch den Umbau des B-WiN zum G-WiN entfiel die technische Möglichkeit der Datenübertragung über ATM-Strecken im Wissenschaftsnetz. Keine der am Projekt beteiligten Universitäten setzt den GWiN-ATM-Dienst ein – vorrangig aus Kostengründen. Daher musste zur Verbindung der Hochschulen eine andere technische Lösung gefunden werden, die IP als Übertragungsprotokoll einsetzt und somit im Wissenschaftsnetz sofort einsetzbar ist. Die Wahl fiel auf Videokonferenzsysteme nach dem Standard ITU-H.323. Derartige Systeme sollten auch in den Facharztpraxen eingesetzt werden. Statt nun die im MKG vorhandene, auf ATM basierende Videokonferenzinfrastruktur mit den H.323-Systemen zu koppeln, die bei

den Fachärzten installiert sind, werden nun auch die Hochschulen mit Systemen dieser Art ausgestattet.

Als H.323-Endgeräte kamen vor allem zwei verschiedene Systeme in Betracht, Polyspan ViewStation SP und Sony Contact 1600. Für beide Geräte wurden Online-Referenzen mit Bedienungshinweisen erstellt, die unter der URL <http://www.mml.uni-hannover.de/viewstation/> bzw. <http://www.mml.uni-hannover.de/pcs1600/> verfügbar sind. Für Mehrpunkt-Konferenzen nach H.323 ist eine zentrale Serverkomponente, eine Multipoint Control Unit (MCU) notwendig. Hier wurde zunächst die MCU des RRZN für die Konferenzen verwendet, später wurde der zu Projektbeginn im DFN entstehende Videokonferenzdienst (DFN-MCU) genutzt.

Aufgrund der unten aufgeführten Testergebnisse und da sich die Firma  Deutschland als offizieller Kooperationspartner zur Projektteilnahme bereiterklärt hat, wurden die noch fehlenden Endgeräte von diesem Hersteller beschafft.

Die Installation der Geräte gestaltete sich recht einfach. Entsprechend des IP-Anschlusses vor Ort werden die IP-Adressdaten, die H.323-Terminal-IDs und die Daten des Gatekeepers eingetragen. Daraufhin ist das Gerät für Videokonferenzen im Projekt einsetzbar.

2.4 Videokonferenzen

Um erste Videokonferenzen zwischen dem RRZN und dem MKG durchzuführen, hat das RRZN dem MKG ein Polyspan ViewStation SP leihweise zur Verfügung gestellt. Somit konnten mehrere Videokonferenzen über das GWiN zwischen Hannover und München durchgeführt werden. Dabei wurden sowohl Videokonferenzen direkt zwischen den Endgeräten als auch Videokonferenzen unter Einbeziehung der MCU abgehalten. In allen Fällen erwies sich die Übertragungsqualität der Geräte ab einer Übertragungsdatenrate von 384 kbit/s als ausreichend.

2.4.1 Videokonferenz-Endgeräte Polyspan ViewStation und Sony Contact 1600

Das RRZN hat als Grundlage für die eigene Videokonferenzinfrastruktur bereits im Herbst 2000 10 Geräte vom Typ Polyspan ViewStation SP beschafft. Daher liegen mit diesem Gerätetyp bereits weitreichende Erfahrungen vor. Außerdem erhielt das RVS/RRZN im Juli 2001 eine Leihstellung eines Sony Contact 1600 mit H.323-Interface, so dass die Funktionalität und Interoperabilität dieses Gerätetyps mit den Polyspan Geräten und der RRZN-MCU getestet werden konnte. Hier sollen nun die Eigenschaften beider Geräte kurz gegenübergestellt werden.

2.4.1.1 Polyspan Viewstation SP

Als SetTop-System benötigt man neben einem TV-Monitor keine weitere Hardware. Das System besteht aus der Grundeinheit mit der integrierten Kamera, einem Tisch-Mikrofon und einer Fernbedienung, mit der sowohl die Steuerung als auch die Administration des Systems erfolgt. Daneben kann das Gerät über ein Web-Interface gesteuert werden. Es werden H.323-Konferenzen mit bis zu 768 Kilobit/s sowie ISDN-Verbindungen



mit 64 und 128 Kilobit/s unterstützt. Polyspan Viewstations gibt es in diversen Ausstattungen mit zusätzlichen ISDN-Kanälen, Multipoint-Funktionalität usw. sowie als 19"-Gerät, wobei die SP die preisgünstigste Variante darstellt. Die SP bietet keine Anschlussmöglichkeit eines zweiten Monitors, so dass die gemeinsame Darstellung des eigenen und fremden Bildes nur als Bild-in-Bild (Picture-in-Picture, PiP) möglich ist.

2.4.1.2 Sony Contact 1600

Da das Konzept der Sony und Polyspan Geräte sehr ähnlich ist, soll im Folgenden lediglich auf die Unterschiede eingegangen werden. Bei beiden Geräten gibt es zu der Set-Top-Einheit eine Infrarot-Fernbedienung sowie ein externes Netzteil. Während die Polyspan über ein externes Mikrofon verfügt, ist das Standard-Mikrofon bei der Sony in der Grundeinheit neben der Kamera integriert. Aus dem Sony-Gerät kann die Kamera entnommen werden und mit einem optionalen Kabel beliebig positioniert werden. Die Sony Contact 1600 verfügt im Vergleich zur Polyspan SP über einen zweiten Monitor-Anschluss, auf dem z. B. das Eigenbild dargestellt werden kann. Die PiP-Funktion steht jedoch bei beiden Geräten zur Verfügung, so dass auch die Sony mit nur einem Monitor betrieben werden kann.

Die Sony 1600 besitzt einen Einschub für die Sony-typischen Memory-Sticks. Hiermit sind unterschiedliche Funktionen (Firmware-Update, Abspeichern von Bildern etc.) realisiert.

2.4.2 Test-Vergleich beider Geräte

Während sich im RRZN seit einiger Zeit mehrere Polyspan SP Systeme im Einsatz befinden wurde uns von der Firma Fleischhauer für einige Tage eine Sony Contact 1600 (Firmware 1.5) zur Verfügung gestellt. Für die Tests lief die Sony gegen Polyspan SP, Polyspan ViaVideo sowie MS Netmeeting. Die Bildschirmfotos zu diesem Vergleich sind unter <http://www.mml.uni-hannover.de/h323test/> zu finden.

2.4.2.1 Bildqualität

Das Bild der internen Kamera wirkt beim Sony System etwas schärfer und kontrastreicher als das des Polyspan Systems – obwohl sich in beiden Geräten eine Sony OEM Kamera befindet. Diese Unterschiede verschwinden, wenn beide Geräte über den Videoeingang mit dem Signal einer externen Kamera versorgt werden. Da in der Praxis jedoch oft die internen Kameras verwendet werden, kann die Sony hier einen Pluspunkt verbuchen. Während die SP das Bild mit maximal 720 kbit/s kodieren kann, verfügt die Sony über einen Codec mit bis zu 1 Mbit/s. Dieses konnte jedoch mangels einer passenden Gegenstelle nicht getestet werden. In Mehrpunkt-Konferenzen relativiert sich dieser Vorteil, da zum Testzeitpunkt verfügbare MCUs – insbesondere bei hoher Teilnehmeranzahl – nicht die entsprechende Bitrate zur Verfügung stellen. Neben den Punkt-zu-Punkt-Verbindungen wurden die Geräte auch in praxisrelevanten Konferenzen via MCU getestet. Im oft verwendeten Quatersplit-Modus senden die Stationen mit 192 kbit/s, während das von der MCU empfangene Bild eine Bitrate von 768 kbit/s aufweist. Hierbei sind verstärkte Artefakte bei der Sony 1600 festzustellen; es dauert deutlich länger, bis sich bei der dynamischen Bildänderung (z. B. durch Bewegung) das Bild wieder stabilisiert. Die stärkere Artefaktbildung ist auch bei Punkt-zu-Punkt-Verbindungen wahrnehmbar, insbesondere bei kleineren Bitraten. Bei 720 kbit/s werden die Unterschiede zwischen Sony und Polyspan deutlich geringer. Ferner ist auf den Bildschirmfotos sichtbar, dass das Bild der Sony eine minimal höhere Laufzeit aufweist.

2.4.2.2 Tonqualität

Im Gegensatz zum externen Tischmikrofon der Polyspan ist das Mikrofon in der Sony 1600 fest eingebaut. Die Wiedergabe erfolgt z. B. über die im Monitor integrierten Lautsprecher. Beide Geräte liefern eine gute Tonqualität. Beim Sony-Gerät ist die Wiedergabe jedoch während der Verbindung des Öfteren eingebrochen. Dies äußerte sich darin, dass plötzlich der höhere Frequenzbereich abgeschnitten wurde. Die Gegenstelle war nur noch dumpf zu hören, worunter die Sprachqualität erheblich litt. Da uns lediglich eine Sony 1600 für den Test zur Verfügung stand (als Gegenstelle diente eine Polyspan SP) ist nicht auszuschließen, dass in einer homogenen Sony-Umgebung dieser Fehler nicht oder nur abgeschwächt auftritt. Aufgrund der weiten Verbreitung der Polyspan-Geräte (nicht nur an der Uni Hannover) ist eine

Interoperabilität jedoch unbedingt erforderlich. Der Test erfolgte unter Standard-Bedingungen (MCU-Konferenz, 2-3 Teilnehmer, 768 kbit/s).

2.4.2.3 Handhabung

Die Bedienoberfläche sowohl der Fernbedienung, des On-Screen-Menüs als auch des Web-Interfaces ähneln sich sehr. Bei beiden gibt es Schwach- und Pluspunkte - grundsätzlich sind beide Geräte gut bedienbar. Auch das bei beiden Geräten vorhandene Web-Interface zur Steuerung des Systems mittels Web-Browser ist sehr ähnlich.

2.4.2.4 Interoperabilität

In dem zur Verfügung stehenden H.323-Gerätepark ist festzustellen, dass wesentliche Funktionen zwischen allen Geräten möglich sind. Allerdings funktioniert die in Punkt-zu-Punkt-Verbindungen mögliche Kamerasteuerung (Position, Brennweite) nicht zwischen dem Polyspan- und Sony-System.

2.4.2.5 Ausstattung

Während die Polyspan grundsätzlich für H.323 und H.320 (ISDN-Betrieb mit 2 B-Kanälen) ausgestattet wird, muss bei der Sony die H.323-Funktionalität kostenpflichtig freigeschaltet werden. Updates sind bei Polyspan über den Webserver der Firma kostenlos erhältlich und können vom Benutzer über das Netz eingespielt werden. Bei Sony werden Updates über den Service abgewickelt und sind neuerdings auch im Web verfügbar. Technisch ist das Upgrade mittels Memory-Stick oder via Netzwerk möglich. Die Aktualisierung über die serielle Schnittstelle ist dem Service vorbehalten.

2.4.2.6 Ergebnis

Eine eindeutige Empfehlung für Sony oder Polyspan lässt sich nicht aussprechen. Bezüglich einiger Zusatzfunktionen (Zweischirm-Betrieb, Anschlussmöglichkeiten, Erweiterbarkeit) sollte die Sony Contact 1600 eher mit der Polyspan 128 als mit der Polyspan SP verglichen werden; diese Geräte sind auch preislich ähnlicher als die günstigere SP. Ein Teil der zusätzlichen Sony-Features (1 Mbit/s, Memory-Stick, Zweischirm-Betrieb) wird für viele Anwendungen nicht benötigt.

2.4.3 H.323 Multipoint-Control-Unit (MCU)

Um mit H.323 Systemen Multipoint-Konferenzen (die Zusammenschaltung von mehr als zwei Teilnehmern) zu realisieren ist eine zentrale



Konferenz-Steuerungs-Instanz erforderlich. Bei dieser Multipoint Control Unit (MCU) laufen sämtliche Signale der Konferenz-Endgeräte zusammen. Die MCU berechnet jetzt für die Teilnehmer die Audio- und Videosignale. Hierzu wird z. B. das Bild des gerade sprechenden Teilnehmers an die anderen weitergeleitet. Neben einer manuellen Auswahl kann hierzu die Analyse des Audiosignals verwendet werden und die Umschaltung automatisch durch die MCU erfolgen. Auch ist die Berechnung von zusammengesetzten Bildern ist möglich, so können mehrere (verkleinerte) Bilder der Teilnehmer gleichzeitig angezeigt werden (Continuous Presence).



Bei der im RRZN im ersten Projektteil verwendeten MCU handelt es sich um eine Radvision MCU 323. Im Laufe des Projektes wurde diese MCU durch eine leistungsfähigere RadVision ViaIP400

ersetzt. Gegen Ende des Projektes wurde für Videokonferenzen die MCU des DFN Videokonferenzdienstes eingesetzt, die auf der gleichen Hardware-Plattform basiert.

Voraussetzung für den Einsatz einer MCU ist weiterhin die Abwicklung der Signalisierung über einen Gatekeeper (GK). Im Projekt wurden die im RRZN verfügbaren Gatekeeper eingesetzt. Die Teilnehmer können jedoch ohne Funktionseinschränkung auch an beliebigen GK im mittlerweile etablierten DFN- oder im internationalen GK-Netz angemeldet werden.

2.5 Gateway/MCU-Funktionalität

2.5.1 ATM-H.323-Gateway

Wie bereits bei AP2 dargelegt, konnte die gemischte Videokonferenzlandschaft bestehend aus ATM- und H.323-Videokonferenzsystemen nicht erreicht werden. Daher entfällt auch die

Notwendigkeit eines Gateways, das beide Konferenzsysteme verbindet. Dessen Funktionalität wird durch die H.323-MCU bereits vollständig erfüllt. Dennoch soll ein solches Gateway an dieser Stelle kurz skizziert werden, auch wenn es in INTER-FACE nicht zum Einsatz kommt.

2.5.2 Vergleich ATM, H.323 und MPEG-2– Videokonferenztechnologie

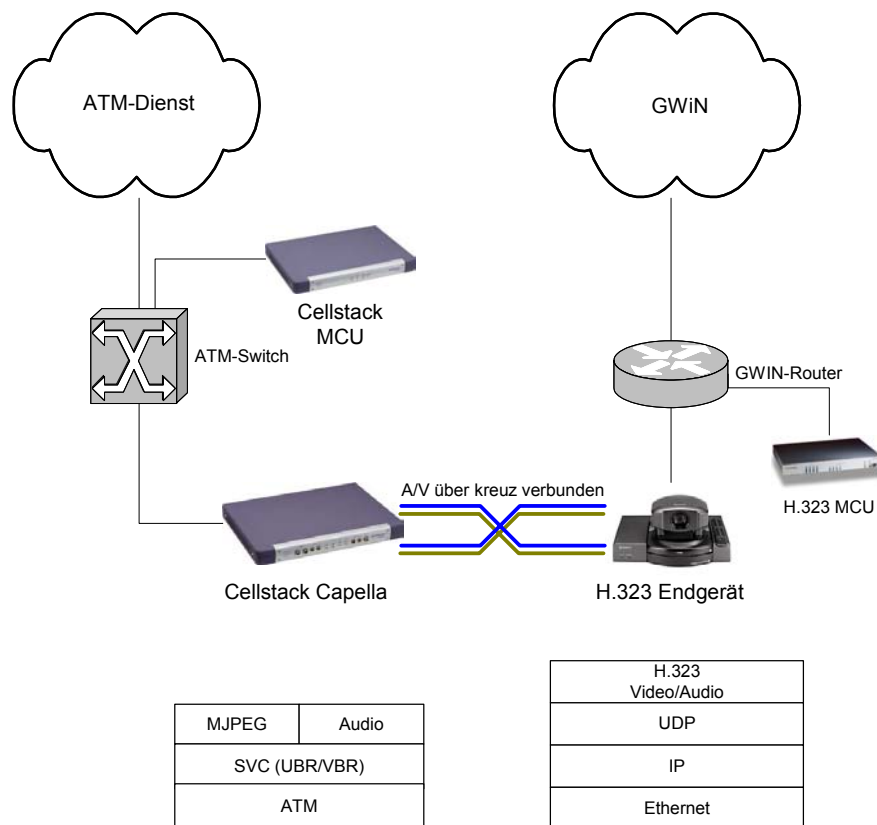
<i>Kriterium/System</i>	<i>ATM/FORE Streamrunner</i>	<i>H.323/Polycom Viewstation oder Sony Contact 1600</i>	<i>MPEG-2/VT Netlink</i>
Gerätetyp	Stand-Alone-HW, AV-Anschlüsse	SetTop, Kamera und Mikrofon integriert	basiert auf dediziertem PC, AV-Anschlüsse
Handhabung	Fernbedienung, OSD	Fernbedienung, OSD	Windows-Oberfläche
Multipunkt-Fähigkeit	proprietäre MCU	H.323 MCU	nein (aber Multicastfähig)
Netzwerk-Technologie	ATM	IP (H.320/ISDN möglich)	IP
typ. Daterate	6-25 Mbit/s	128-768 kbit/s	3-8 MBit/s
typ. Latenzzeit	< 60 ms	» 0,5 s	³ 1 s
Qualitätsstufe	fast TV	Konferenz	TV
Codec Audio	unkomprimiert	G.711, G.722, G.728	MPEG-2, Layer 2
Codec Video	M-JPEG	H.261, H.263	MPEG-2
Auflösung	PAL, 25 fps	CIF, 10-25 fps	PAL, 25 fps

2.5.3 Skizze zum Aufbau eines ATM-H.323-Gateways

Ein Gateway zwischen so unterschiedlichen Videübertragungssystemen wie ATM-CellStack-Codecs und H.323-Videokonferenzsystemen lässt sich auf einer rein digitalen Umsetzung der Signale schwer erreichen. CellStack verwendet ATM-SVCs (oder PVCs), über die Motion-JPEG-kodierte Videosignale mit bis zu 30 Mbps Datenrate übertragen werden. H.323 verwendet IP-UDP-Datagramme, in denen die Video- und Audiodaten nach dem Videokodierungen H.261 oder H.263 mit bis zu 1 Mbps kodiert werden. Daher unterscheiden sich die Protokollstacks beider Verfahren in allen Schichten: bis zur Transport-Schicht wird ATM AAL5 bzw. UDP/IP verwendet, auf den oberen Schichten finden sich verschiedene Kodierungen der Audio- und Videosignale. Vor allem durch die verschiedenen Kodierungsverfahren bei Bild und Ton muss ein Gateway auf den unkodierten Medienströmen aufsetzen. Da weder gängige H.323-Geräte noch die CellStack-Codecs über digitale Ausgänge verfügen, bleibt keine andere Lösung, als die analogen Signale zum Aufbau eines Gateways zu verwenden. Dann gestaltet sich ein solches Gateway allerdings recht einfach:

Verwendet werden jeweils ein Gerät der CellStack-Serie und ein H.323-Endgerät. Die Video- und Audioanschlüsse der Endgeräte werden dann über Kreuz verbunden, so dass der Ausgang des CellStack-Codecs mit dem Eingang des H.323-Codecs verbunden wird und umgekehrt. Dadurch tritt die Konferenz der jeweils anderen Konferenz-Wolke als Teilnehmer in der eige

nen Konferenzwolke auf und umgekehrt. Da die in den Konferenzwolken vorhandenen MCUs für die Bildumschaltung und Tonmischung sorgen und es ohnehin kein Signalisierungsprotokoll für die Teilnehmergruppe gibt, reicht diese Art der Kopplung bereits aus. Allenfalls der Setup der einzelnen Codecs des Gateways muss noch recht aufwendig durchgeführt werden. Dies kann jedoch durch die Remote-Management-Fähigkeit der Videokonferenzgeräte gemindert werden.



2.6 Nutzung der Videokonferenzinfrastruktur

Um die H.323-Kommunikation (TCP und UDP-Kommunikation) zu ermöglichen, mussten zunächst in den Firewalls der PFK und der GMD die entsprechenden Endgeräteadressen umkonfiguriert und an das Szenario optimiert werden. Daraufhin konnten die H.323-Terminals zur Kommunikation mit dem Gatekeeper konfiguriert werden. (Vgl. <http://www.mml.uni-hannover.de/gk/settings.html>). Die Konfigurationsparameter wurden bei der GMD im technischen Report aufgelistet.

Die erste Videokonferenz-Sitzung aller Partner in einem MCU-gesteuerten Umfeld erfolgte am 25.03.02 (s.Abb.1). Hier konnten letzte technische Probleme (Umgehung der Firewall, Mikrofon Konfiguration, Audio Eingänge) gemeinsam eruiert werden. Behoben wurden sie dann in anschließenden Einzelsitzungen. In einer gemeinsamen Videokonferenz-Sitzung am

07.05.02 über die MCU waren alle technischen Probleme gelöst. Weitere Sitzungen haben seitdem stattgefunden.

Mit der RadVision MCU 323 erfolgten dabei bereits mehrere Konferenzen zwischen München, Düsseldorf, Sankt Augustin und Hannover. Hierbei wurden die Nutzer auch in die Technologie eingewiesen und geschult.



Abb.1.: Screenshot der MCU gesteuerten Videokonferenz zwischen Hannover, München, Düsseldorf und St.Augustin

Aufgrund von Leistungsbeschränkungen der MCU H.323 konnte bisher allerdings nicht die volle Datenrate (1 Mbps) der Sony Terminals verwendet werden, sondern die Konferenzen konnten maximal 768 kbps einsetzen.

Im weiteren Projektverlauf wurde die RadVision MCU 323 durch eine leistungsfähigere MCU ViaIP 400 desselben Herstellers ersetzt. Mit dieser MCU traten die Beschränkungen nicht mehr auf.

Im September 2003 wurde von der MCU im RRZN/Uni Hannover auf die MCU des DFN-Videokonferenzdienstes gewechselt. Zwar handelt es sich in beiden Fällen um ein ViaIP Sys

tem von RadVision. Beim DFN-Videokonferenzdienst kommt jedoch eine neuere Firmware-Version (3.0) zum Einsatz, die verschiedene erweiterte Funktionen bietet, wie z. B. G.722-Unterstützung und dynamisches Continuous Presence (gleichzeitige Anzeige mehrerer Teilnehmer). Daneben ist das System redundant und für eine höhere Auslastung ausgelegt.

Die beteiligten Endgeräte blieben weiterhin am Gatekeeper (GK) des RRZN angemeldet, der mit dem GK des DFN gekoppelt ist. Diese Konfiguration zeigt keine Auffälligkeiten, sie funktioniert seit dem Aufbau robust. Für einen Regelbetrieb können die Geräte aber auch an einem beliebigen anderen GK im DFN-Verbund angemeldet werden.

Es zeigte sich, dass die in INTER-FACE eingesetzten Videokonferenz-Endgeräte Sony Contact 1600 mit der ausgelieferten Firmware Version 1.5 zu der neuen MCU-Version nicht kompatibel waren. Die Fehlfunktionen traten bereits beim Verbindungsaufbau auf und äußerten sich durch hochfrequente intermittierend auftretende Störgeräusche sowie ein fehlendes Videobild. Vereinzelt, aber ohne erkennbares Muster, gelang der Verbindungsaufbau störungsfrei.

Abhilfe schaffte das Firmware-Update auf Version 3.2, das entgegen ursprünglicher Aussagen von Sony auch für Endnutzer im Netz bereit steht (<http://bssc.sel.sony.com/Professional/webapp/Software>). An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass für zum Einspielen des Upgrades lediglich die IP-Adresse des Endgerätes bekannt sein muss. Ein Abbruch der Verbindung während des Update-Vorgangs führt dazu, dass die Contact 1600 nicht mehr startet. Eine Wiederinbetriebnahme ist dann lediglich über die serielle Schnittstelle möglich, für die Sony jedoch keine Software bereitstellt. Da H.323-Geräte auf Grund der dynamischen Portnutzung nicht durch Firewalls geschützt sind, stellt dies eine Sicherheitslücke dar, die von Sony behoben werden sollte –etwa durch eine Abfrage des Administrator-Passworts vor dem Update. Auch ist auf Grund des unsicheren Updates via Netz derzeit die Aktualisierung mittels Memory-Stick empfehlenswert.

Mit der neuen Sony-Firmware funktionieren die Verbindungen auch über die DFN-MCU stabil. Sprachverständlichkeit und Bild wurden von den Teilnehmern ab einer Bitrate von 384 kbit/s mit gut bewertet. In der Abschlusskonferenz waren die Standorte Basel, München, Bonn und Uni Hannover im Wissenschaftsnetz sowie ein über einen kommerziellen Anbieter per SDSL angebundener Teilnehmer in Hannover beteiligt.

2.7 Rasterbild-Whiteboard

Am Lehrgebiet für Rechnernetze und Verteilte Systeme der Universität Hannover (RRZN/RVS) wurde im Zuge eines DFN-Projektes ein CSCW-Tool (Image Whiteboard, IWB) entwickelt, das mehreren Teilnehmern an einer Multimedia-Konferenz erlaubt, gemeinsam Rasterbilder in hoher Auflösung zu betrachten und im Laufe einer Besprechung mit Annotationen zu versehen oder zu bearbeiten.

In INTER-FACE wurde für die Besprechung des präoperativen Behandlungsfortschritts und der Operationsplanung eine Lösung zur Übertragung und gemeinsamen Bearbeitung von Bilddaten intraoraler Aufnahmen sowie Röntgen- und CT-Bildern benötigt. Neben der Darstellung der Bilder wurde auch eine gemeinsame Annotation / Bearbeitung benötigt, um für den entfernten Betrachter beispielsweise auf Details zu zeigen oder Bildbereiche während der Diskussion hervorzuheben. Aufgrund seiner Spezialisierung auf Rasterbilder ergab sich hier ein ideales Anwendungsgebiet für das am RVS entwickelte Image-Whiteboard IWB.

Da durch die Anbindung der Facharztpraxen keine hohen Datenraten wie beispielsweise im GWiN zur Verfügung stehen, muss das IWB an die Erfordernisse dieser Umgebung angepasst werden. Neben komprimierter Übertragung der Rasterbilder sollten gegebenenfalls weitere Caching-Möglichkeiten auf dem über langsame Strecken angeschlossenen System vorgesehen werden, um z.B. für eine Konferenz notwendige Bilder im Voraus bzw. während der Konferenz im Hintergrund zu übertragen.

Da es sich bei den übertragenen Daten um vertrauliche, personenbezogene Daten handelt, sind Belange der Datensicherheit zu prüfen und sicherheitsrelevante Funktionen im Whiteboard zu realisieren. Hierbei ist vor allem im Multicast-Netz für Authentisierung und verschlüsselte Datenübertragung Sorge zu tragen.

2.7.1 Whiteboard-Anwendungen

Elektronische Whiteboards sind in Desktop-Konferenzlösungen häufig anzutreffende Werkzeuge. Diese Programme erlauben das Laden von Dokumenten wie z.B. Postscript-Dateien, Grafiken oder Bildern und verteilen diese Dokumente automatisch an alle Konferenzteilnehmer, die ebenfalls ein Whiteboard verwenden. Dabei werden die Dokumente auf allen Teilnehmer-Whiteboards visualisiert. Die meisten Whiteboards erlauben zudem gruppenorientierte Aktionen wie beispielsweise grafische oder textuelle Anmerkungen auf dem Dokument, so dass Whiteboards den Einsatz von Papierdokumenten in Besprechungen simulieren können. Häufig bieten Whiteboards auch Zeigermechanismen, mit denen Sprecher teile des angezeigten Dokumentes hervorheben können, um auf wichtige Bereiche hinzuweisen.

Heutzutage haben viele Online-Konferenzen mehr als zwei Teilnehmer. Dies wird technisch durch die Verwendung von zentralen Serversystemen (Multipoint-Control-Unit MCU) oder den Einsatz von IP-Multicast erreicht. Mehrere Rechenzentren wie das RRZN und auch der DFN-Verein bieten ihren Nutzern die Möglichkeit, Mehrpunktkonferenzen auf zentralen MCU's vorzunehmen, das DFN-Netz erlaubt zudem seit mehreren Jahren auch IP-Multicast. Aktuelle Whiteboards müssen demnach den Betrieb in Konferenzen mit mehreren Teilnehmern unterstützen.

Eines der ersten elektronischen Whiteboards, das intensiv für Online-Konferenzen genutzt wurde, war wb. Diese Anwendung wurde von Van Jacobson und Steve McCanne am Lawrence Berkeley National Laboratory [1] im Kontext der MBone-Tools entwickelt. Die MBone-Tools sind Anwendungen, die IP-Multicast als Transportmedium für Online-Konferenzen verwenden und beinhalten Programme zur Übertragung von Video, Audio und Dokumenten. Wb wurde von vielen MBone-Nutzern für Tele-Teaching-Anwendungen eingesetzt. Es erlaubt die Verwendung von Postscript-Dokumenten und kann grafische und textuelle Anmerkungen übertragen. Wb wurde speziell für den Einsatz in großen bis sehr großen Konferenzen designed, es wurde erfolgreich in Online-Konferenzen mit mehr als 100 Teilnehmern eingesetzt. Dazu verwendet wb ein speziell für diesen Zweck entwickeltes Protokoll, Scalable Reliable Multicast.

Ein weiteres populäres Whiteboard ist Bestandteil von Microsofts NetMeeting [2]. Dieses Whiteboard hat ähnliche Funktionalität wie wb, erlaubt allerdings nur das Laden von Bilddaten und unterstützt keine Postscript-Dokumente. Zur Kommunikation verwendet dieses Whiteboard das ITU-T T.120 und T.126-Protokoll, die als Tele-Collaboration-Protokolle zusammen mit den H.320 und H.323-Protokollfamilien entworfen wurden. Im Gegensatz zu wb verwendet das NetMeeting-Whiteboard kein IP-Multicast, sondern vermaschte Einzelverbindungen oder einen entsprechenden Konferenzserver.

2.7.2 Weitere Whiteboard-Entwicklungen

In den letzten fünf Jahren wurden verschiedene elektronische Whiteboards in unterschiedlichen Anwendungsgesichtspunkten entwickelt:

WBD ist kompatibel zu wb und unterstützt aktuelle Betriebssysteme (wb läuft nur unter Unix),

TeleDraw wurde von Andreas Rodzek an der Universität Stuttgart innerhalb des Projektes MERCI entwickelt. TeleDraw unterstützt die wesentlichen Whiteboard-Funktionen, besitzt aber nur geringe Funktionalität zum Umgang mit Rasterbildern.

Am Lehrstuhl Praktische Informatik IV der Universität Mannheim wurde dlb, das Digital Lecture Board, entwickelt. Dlb besitzt spezielle Funktionen für Teleteaching-Anwendungen.

Das „Authoring on the Fly (AOF)“ Whiteboard erlaubt das Aufzeichnen von Konferenzen und die spätere Wiedergabe und kann so beispielsweise in einem asynchronen Teleteaching-Szenario eingesetzt werden.

Dlb und aof wurden in einem Nachfolgeprojekt zu dem „Multimedia Lecture Board“ zusammengefasst.

2.7.3 Grafik- oder Bild-orientierte Whiteboards

Alle bisher beschriebenen Whiteboards verarbeiten Dokumente, die Vektor-Grafiken beinhalten. Rasterbilder können Bestandteil dieser Grafiken sein, werden aber immer nur als Komponente verwendet. Daher fehlen bildspezifische Verarbeitungsmöglichkeiten wie Ausschnittvergrößerungen, Helligkeits- und Kontrasteinstellungen oder Farbmanagement.

Gerade in der medizinischen Anwendung werden eher Bildverarbeitende Verfahren benötigt, Dokumente aus Vektorgrafiken spielen eine untergeordnete Rolle. Daher verwendet das im Projekt INTER-FACE eingesetzte Whiteboard IWB einen anderen Ansatz. Hier werden Rasterbilder als Dokumente aufgefasst, grafische oder schriftliche Anmerkungen werden auf einer transparenten Ebene über dem Bild verwaltet. Damit können Anmerkungen angebracht oder verändert werden, ohne den Bildinhalt zu verändern. Es ist möglich, das Rasterbild mit oder ohne Anmerkungen zu speichern.

2.7.4 Farb-Management

Bei der Wiedergabe von Rasterbildern spielt die Farbtreue häufig eine wichtige Rolle, z.B. bei der Wiedergabe von Fotos. Das Ziel der möglichst wirklichkeitsgetreuen Farbproduktion ist allerdings nicht leicht zu erreichen, da die verschiedenen Wiedergabesysteme wie z.B. Bildschirme, TFT-, Plasma-Displays oder Drucker mit unterschiedlicher Technologie und damit häufig in verschiedenen Farbräumen arbeiten.

Unterschiedliche Verarbeitungsweisen bei der Farbproduktion führen zu Fehlern bei der Farbwiedergabe. Um die bestmögliche Qualität zu erzielen, müssen diese Fehler auf einen nicht wahrnehmbaren Bruchteil reduziert werden. Dies ist – innerhalb der physikalischen

Grenzen der Wiedergabetechnologie – durch entsprechende Korrekturmaßnahmen vor der Wiedergabe möglich. Dadurch kann der Fehler durch Korrektur in den wiederzugebenden Bilddaten eliminiert werden. Diese Aufgabe übernimmt ein Farbmanagement System. Dazu verwendet das Farbmanagementsystem Profile, die die Charakteristiken und Fehler der verschiedenen Ein- und Ausgabegeräte beschreiben und so entsprechende Korrekturmaßnahmen erlauben.

Zur Speicherung und Übertragung von Bilddaten gibt es zwei mögliche Verfahrensweisen: entweder wird nach jedem Verarbeitungsschritt das dem Bild zugeordnete Profil entsprechend verändert, so dass es weiterhin die Bildcharakteristik korrekt beschreibt, oder das Bild wird jeweils in einen definierten Farbraum umgerechnet, so dass bei der Ausgabe lediglich das Profil des Ausgabegerätes berücksichtigt werden muss. Die letztgenannte Vorgehensweise hat den Vorteil, dass das Bild auch ohne Profildaten gespeichert und übertragen werden kann. Als Farbraum bietet sich der von Hewlett Packard und Microsoft definierte Farbraum sRGB an, der so definiert wurde, dass er die Ausgabecharakteristiken von Bildschirmen bereits gut trifft. Daher ist auch eine direkte Wiedergabe von derartigen Bildern auch ohne Farbmanagementsystem möglich.

Aktuelle Betriebssysteme wie z.B. Microsoft Windows oder MacOS integrieren bereits Farbmanagementsysteme. Daher sollten Rasterbild-Whiteboards in der Lage sein, diese Funktionen zu nutzen.

2.7.5 Netzwerk-Architekturen für Whiteboard-Anwendungen

Die einfachste Konfiguration für ein Whiteboard-Kommunikationsszenario ist der Punkt-zu-Punkt-Einsatz in einer Zweier-Konferenz. Hierbei kommt eine einfache TCP-Verbindung zwischen den beiden IWB-Instanzen als Kommunikationskanal zum Einsatz.

Für Konferenzen mit mehreren Teilnehmern bietet sich der Einsatz von IP-Multicast an. In diesem Fall verwendet IWB ein von INRIA entwickeltes zuverlässiges Multicast-Transportprotokoll LRMP.

Um den Einsatz des IWB im Mehrbenutzerbetrieb auch in Netzen ohne Multicast-Unterstützung oder durch Firewalls hindurch möglich zu machen, wurde ein zentrales Server-System entwickelt, das die Mehrpunkt-Funktionalität realisiert, wobei die einzelnen Whiteboard-Instanzen TCP-Verbindungen zum Server aufbauen.

Aufgrund der Punkt-zu-Punkt-Verbindungen der IWB-Instanzen mit dem Whiteboard-Server verringert sich auch die Möglichkeit des Abhörens dieser Datenverbindung gegenüber einer

Multicast-Lösung. Zudem lassen sich die Datenströme durch VPN-Technologie oder durch SSH-Tunnel einfach und effektiv schützen.

2.7.6 Anwendungsfälle für das IWB

Die INTER-FACE-Anwendungsszenarien verlangen den häufigen Austausch von Bildern: Fotografien der Patienten, Röntgenaufnahmen, und Bilder von medizinischen Operationsplanungssystemen werden bei den pre-operativen Therapiebesprechungen benötigt. Diese Bilder sind eine wichtige Informationsquelle für die Kieferorthopäden und die Chirurgen und ergänzen das aktuelle Videobild des Patienten. Das IWB erlaubt die Unterstützung der Diskussion durch Anmerkungen textueller und grafischer Art.

2.8 Frontenddesk

Das Institut für Angewandte Informationstechnik der Fraunhofer Gesellschaft/St. Augustin (FIT) beschäftigt sich seit längerer Zeit mit interaktiven online-basierten Arbeitsprozessen und deren Umsetzung in einer effizienten Arbeitsumgebung. Damit Kommunikation über unterschiedliche Verstehenshintergründe funktioniert, ist es notwendig eine gemeinsame Veranschaulichung der Diskussionsgrundlagen zu haben. Zu diesem Zweck müssen beide Seiten intuitiv einen gemeinsamen fokalen Blickpunkt einstellen können, dort etwas zeigen können, und solche Aktionen des Gegenüber auch wahrnehmen und zuordnen können. Die wesentlichen Sichtweisen, die unterstützt werden müssen, ergeben sich aus einer Feldanalyse von bildbasierten Diskussionssituationen.

Zu lösende Aufgaben sind

- Feldanalyse der Interaktionsnotwendigkeiten und kognitiv-ergonomische Evaluation des Systems
- Design und Programmierung einer Interaktionsumgebung

Dazu sollte ein Frontend erstellt werden, das diese intuitive Navigation und Interaktion mit dem Bildszenario auf beiden Seiten erlaubt. Das Frontend-System wurde mit den medizinischen Partnern evaluiert und iterativ verfeinert. Dabei war auch daran zu denken, zusätzliches aufklärendes multimediales Material zu integrieren, um die kontinuierliche Fortbildung der beteiligten Partner zu fördern. Ein solches Enabling-System mit nicht patientenspezifischem Material kann während der Interaktionen problembezogen in die Diskussion integriert werden und damit der kontinuierliche Wissensfortschritt der universitären Zentren auch in die Peripherie transportieren.

2.8.1 Anforderungsanalyse

Es erfolgte eine ausgedehnte Feldanalyse von bildbasierten Diskussionssituationen in Kooperation mit PFK anhand von mehreren *Dysgnathie-Sprechstunden* mit vorhergehenden und nachfolgenden *Dysgnathie-Konferenzen* am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Düsseldorf durchgeführt.

Ziele der Dysgnathie-Konferenzen sind die Besprechung der Diagnose (vor allem Form der dentalen und skelettalen Abweichung, sowie zu erwartende Probleme) und die Entscheidung über das therapeutische Vorgehen (kieferorthopädische, skelettale und ästhetische Behandlungsziele).

Zunächst wird der Patient im Rahmen einer Experten-Diskussion (behandelnder Kieferorthopäde und -chirurg) anhand der klinischen Dokumentation vorgestellt. Konferenzort ist das Büro des Kieferorthopäden oder ein anderer Konferenzraum.

Als Datenbasis dienen in erster Linie Kiefermodelle (Abdrucke des Ober- und Unterkiefers), die als dreidimensionales Abbild eine taktil-visuelle Exploration der Form und des Ausmaßes einer Abweichung zulassen. Die zweidimensionalen Abbildungen basieren hauptsächlich auf Röntgenaufnahmen (OPG, FRS, FRF) und Fotografien (Profil- und En face-Fotos). Mit ihrer Hilfe lassen sich Profilprognosen erstellen. In der Dysgnathie-Sprechstunde sprechen die Experten ihre Entscheidung mit dem Patienten ab. Diese Absprache erfolgt im Behandlungsraum unter Anwesenheit des Kieferorthopäden, des Kieferchirurgen und einer Helferin. Meist sind neben dem Patienten auch die Angehörigen zugegen. Entscheidend für ein beiderseits befriedigendes Therapie-Ergebnis ist eine gute Compliance des Patienten.

Notwendige Bedingung hierfür stellt eine gute Information und Beratung dar. Dabei muss berücksichtigt werden, dass sich ein Patient in einer Sitzung durchschnittlich drei Diskussionspunkte merken kann. Mehrfache Aufklärungssitzungen in zeitlicher Abfolge sind unabdingbar. Nachdem der Patient nach seiner Motivation, seinen Wünschen und Erwartungen befragt wurde, erfolgt eine Überprüfung der Abweichungen am Patienten. Die Experten sprechen eine Empfehlung aus, die Entscheidung über das therapeutische Vorgehen liegt beim Patienten.

Zusätzlich zu den Datenbasen, die schon der Dysgnathie-Konferenz zugrunde lagen, können sich die Experten einen klinischen Eindruck vom Patienten im Gespräch und in der Funktion durch Palpation und Introspektion verschaffen. Wenn sich der Patient für das therapeutische Vorgehen entscheidet erfolgt eine Aufklärung über Risiken des chirurgischen Eingriffs (Schädigung des N.mandibularis bei Unterkiefer-Osteotomien, allgemeine Risiken) und Vor

sorgemaßnahmen (Eigenblutspende). Durch den Vergleich von Anfangs- und Abschlussfotos wird dann der Therapieerfolg visualisiert und gegenüber der Profilprognose bewertet.

Das IWB (Abbildung 2 zeigt die Version 0.4) soll die gemeinsame Betrachtung von Rasterbildern in hoher Auflösung anbieten. Diese werden im Laufe einer Besprechung mit Annotationen versehen oder bearbeitet. Hierbei handelt es sich um statische Elemente (z.B. Linien, Kreise, statische Pointer), die von dem jeweiligen Konferenzteilnehmern gesetzt werden.

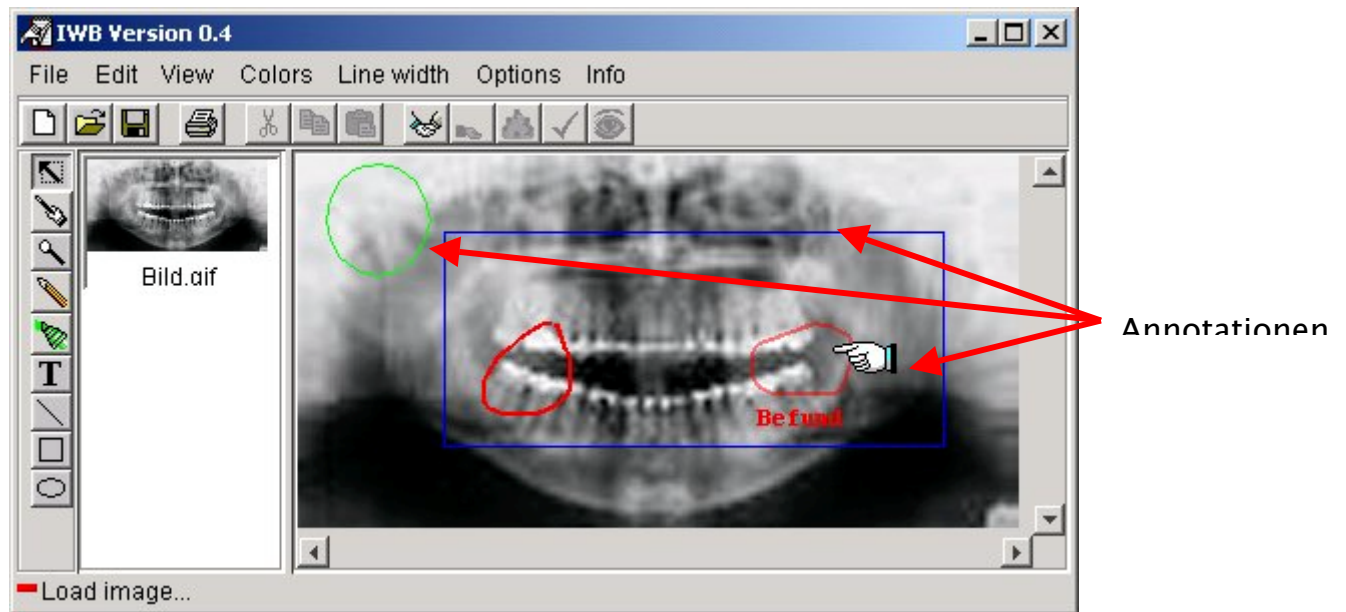


Abbildung 2: IWB mit (statischen) Annotationen

Ziel war die Entwicklung eines Frontend-Systems, das die intuitive Navigation und Interaktion mit dem Bildszenario auf beiden Seiten erlaubt.

2.8.2 Implementierung

Es wurde damit ein Szenario konzipiert, welches Dysgnathie-Konferenz und Dysgnathie-Sprechstunde stringent auf ein Telekooperationsszenario überträgt. Dabei galt das besondere Interesse einerseits der Integration der verschiedenen Daten unter eine gemeinsame Dach-Applikation, andererseits der taktilen Exploration verschiedener Daten (z.B. taktile Diagnose am Patienten, taktile Exploration des Kiefermodells), sowie deren Übertragung in ein Telekonferenzszenario. Die Fraunhofer FIT konzipierte ein Szenario, welches Dysgnathie-Konferenz und Sprechstunde stringent auf ein Telekooperationsszenario überträgt. Dabei gilt das besondere Interesse der Integration der verschiedenen Daten unter eine gemeinsame Frontenddesk Applikation unter Einbindung des IWB. Teile des Frontenddesk sind als Prototyp realisiert worden. Über ein einfaches Kontroll-Interface (siehe Abbildung 1) mit integriertem Videobild lassen sich einzelne Werkzeuge ein- und ausblenden.

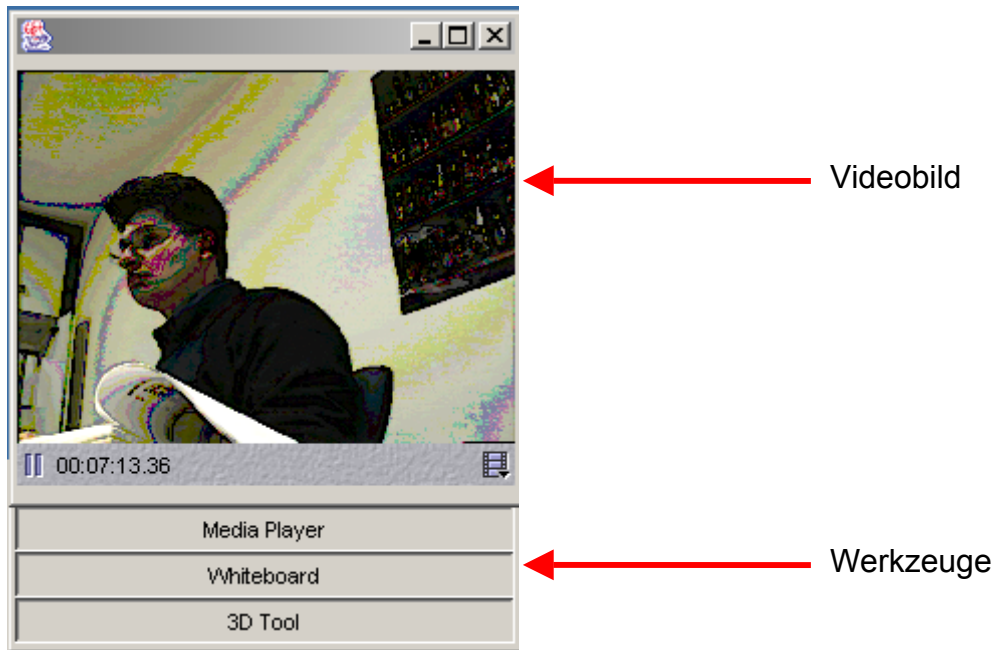


Abbildung 1: Kontroll-Interface (Prototyp)

Mit JMF (Java Media Framework) wurde eine kleine Applikation, der „Media Player“, erstellt, um (Patienten-)Videoaufnahmen zu laden und anderen Teilnehmern zur Verfügung zu stellen (siehe Abbildung 2).

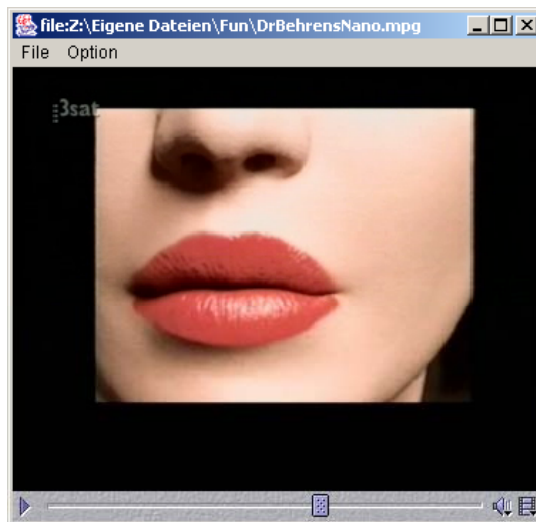


Abbildung 2: Videoaufnahmen

Das IWB (Abbildung 3 zeigt die Version 0.5) soll die gemeinsame Betrachtung von Rasterbildern in hoher Auflösung anbieten. Diese werden im Laufe einer Besprechung mit Annotationen versehen oder bearbeitet. Hierbei handelt es sich um statische Elemente (z.B. Linien, Kreise, statische Pointer), die von dem jeweiligen Konferenzteilnehmern gesetzt werden.

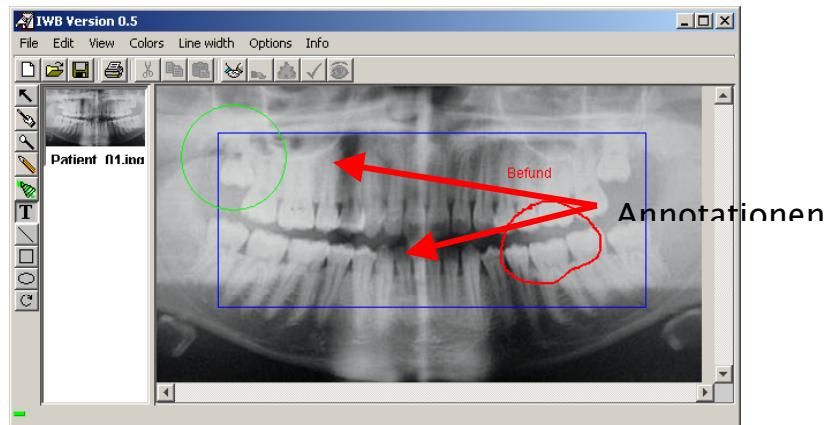


Abbildung 3: IWB mit (statischen) Annotationen

Stellvertretend für das Video-Imaging Software wurde ein einfaches 3D Tool entwickelt, das Weichteile und knöcherne Strukturen eines Kopfmodells visualisiert. Abbildung 3 zeigt das Kopfmodell, an dem bestimmte Strukturen mit einem Pointer hervorgehoben werden können.

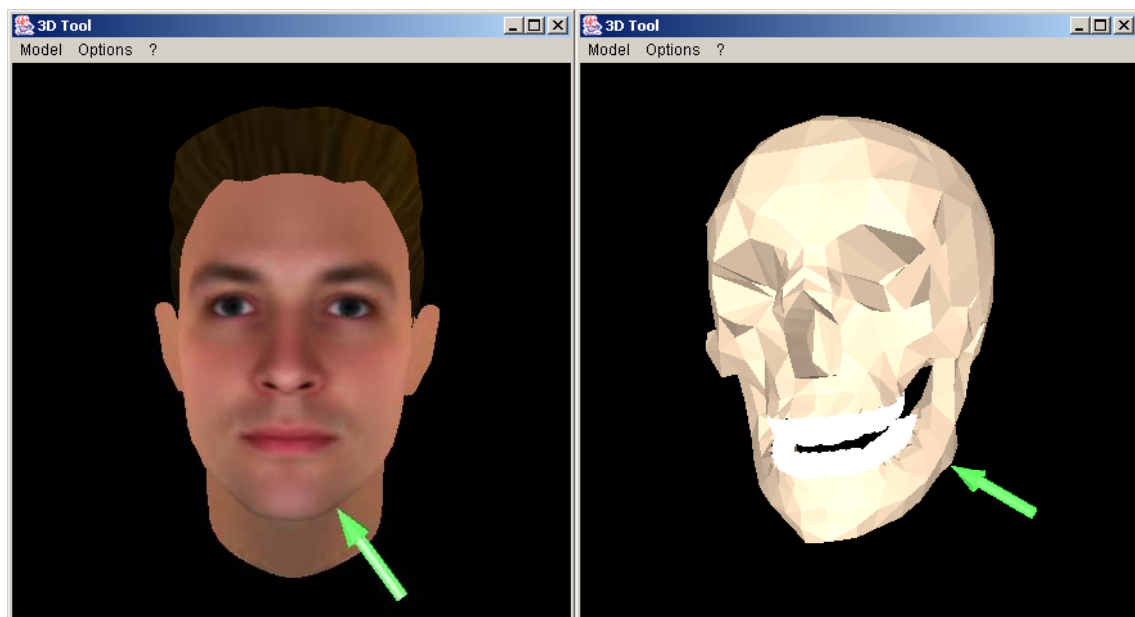


Abbildung 4: 3D Tool mit Pointer

Bei einer Telepräsentation wählt ein Anwender Graphiken aus, die bei allen Teilnehmern dargestellt werden. Sinnvoll ist eine Kopplung mit einem Telepointer. Dieser dient dazu, bestimmte Bildinformationen hervorzuheben.

Der Telepointer ist ein einfacher Mauszeiger, der auf den Bildschirmen aller Teilnehmer erscheint und von jeweils einem Teilnehmer bewegt werden kann. Wenn der Telepointer auf einem Bildschirm bewegt wird, so bewegt er sich auf den Bildschirmen der anderen Gruppenteilnehmer entsprechend mit.

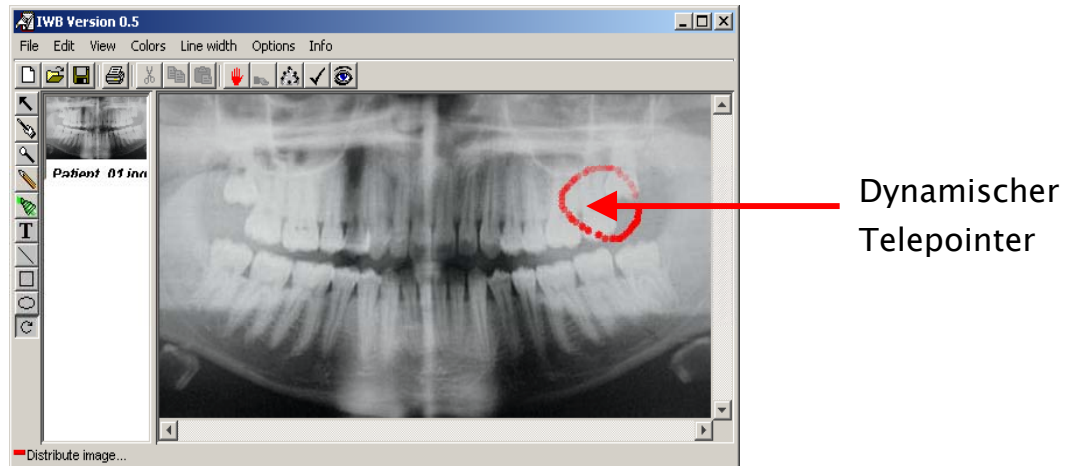


Abbildung 5: Dynamischer Pointer

Abbildung 5 zeigt exemplarisch die Implementierung eines „dynamischen Telepointer“. Sie erweitert die Grundfunktionalität des IWB um dynamische Anzeigekomponenten. Hierbei melden sich die Konferenzteilnehmer an einem Konferenz-Server an. Die Teilnehmer erhalten je einen Pointer (Mauszeiger) in unterschiedlichen Farben. Während einer Konferenz wird die Maus-Interaktion jedes Benutzers im Frontend der anderen Konferenzteilnehmer in seiner eigenen Farbe angezeigt, wobei der zuletzt durchgeführte Teil der Maus-Interaktionen als „Schweif“ dargestellt und nach Beendigung gelöscht wird. Dadurch können beliebige Konturen angedeutet und auf relevante Bereiche hingewiesen werden. Gleichzeitig wird eine Überladung des betrachteten Rasterbildes vermieden. Weitere Eingabehilfen, wie bspw. Segmentierungswerkzeuge, die eine Darstellung bestimmter Strukturen erleichtern, werden derzeit entwickelt und erprobt.

2.8.3 Integration der Video-Imaging-Systeme

Das Whiteboard stellt bereits die notwendige Infrastruktur zur Übertragung und Diskussion von Rasterbildern zur Verfügung. Da bei der Diskussion der präoperativen OP-Simulation statische Bilder bzw. Bildsequenzen aus den Video-Imaging-Systemen ausreichen, wurde als einfachste und zugleich universell einsetzbare Lösung Integrationsmöglichkeit die Integration von Screenshots in IWB-Sitzungen gewählt. Gesteuert über das Frontend, kann das IWB Teile des Rechnerbildschirms ablichten und als Rasterbild importieren und verteilen. Somit stehen alle Annotationsmöglichkeiten des IWB auch für aus Video-Imaging-Systemen importierte Bilder zur Verfügung. Die Auswahl des Bildschirmbereiches kann dabei über das Frontenddesktop eingestellt werden.

Zusätzlich konnte als internationaler Partner auch die Universität Basel/Schweiz gewonnen werden. Über das Peering zwischen SWITCH (Swiss Education and Research Network) und G-Win des DFN-Vereins konnte das Universitätsklinikum in Basel als vollwertiger Partner miteinbezogen werden. Die lokal nötige telemedizinische Infrastruktur wurde vom Universitätsrechenzentrum Basel zur Verfügung gestellt.

Der Image-Whiteboard Server wurde komplementiert und die Video-Imaging Software über eine Online-Screenshot Funktionalität implementiert und in das Frontenddesk integriert. Zusätzlich wurde das IWB dahin gehend erweitert, dass auch Daten im medizinischen DICOM-Format geladen und an andere Teilnehmer verteilt werden konnten.

Das Telekooperationsszenario unter Berücksichtigung der Integration von verschiedenen medizinischen Bilddaten wurde inzwischen unter eine gemeinsame Frontenddesk Applikation mit dem gestellt.

Damit sind die Entwicklungsarbeiten abgeschlossen. Zur Zeit erfolgt die Zusammenfassung und Publikation der Ergebnisse. Desweiteren läuft noch die Evaluation unter Anwendungsbedingungen, die bis zum Ende des Jahres abgeschlossen sein wird.

2.8.4 Meilensteine

- Nach 6 Monaten** Abschluss der Konfiguration und Installation des Videoconferencing mit Multicasting zwischen G-WiN und Zugangsnetzen durch RVS/RRZN unter medizinischer Anleitung von MKG, Durchführung erster gemeinsamer Sitzungen mit allen beteiligten Partnern unter Testbedingungen, Vorbereitung der lokalen Schnittstellen für den Datentransfer über das IWB; damit Abschluß der AP 1 – 6, die AP 7 - 11 und 14 sind bereits begonnen
- Nach 12 Monaten** Adaptierung und Implementierung des IWB durch RZZN/RVS, Erstellung des Frontenddesk für multimedial unterstützte Videokonferenzen durch GMD, erste multimediale telemedizinische Kommunikationssitzungen zwischen allen Projektpartnern. Damit Abschluß der Installation des Kommunikationsszenarios (Videokonferenz, interaktive Datenbearbeitung) bei allen Anwendungspartnern (MKG, PFK, KPC, KFO), Abschluß der AP 7 – 10 und 14, Weiterführung der AP 11 – 13, die AP 15 und 16 sind begonnen
- Nach 18 Monaten** Routinemäßiger Einsatz des Szenarios zur Therapieplanung zwischen MKG, PFK, KPC und KFO, dabei Optimierung des Frontenddesk (GMD), Implementierung der Routinen für den Datentransfer aus den lokalen Netzen (Bildübertragung, Videoimaging) mit Weiterentwicklung des IWB durch RRZN/RVS. Nach 18 Monaten ist das Kommunikationsszenario in der klinischen Routine voll implementiert, die Schnittstellenproblematik ist gelöst und das System intuitiv bedienbar. Abschluß der AP 11 – 17, die AP 18 – 20 sind begonnen.
- Nach 24 Monaten** Abschluss der Optimierung von IWB und Frontenddesk durch RVS/RRZN und GMD, Erfahrungen und Ergebnisse bezüglich des Vergleichs der Nutzung des IP-Dienstes des GwiNs und des ATM-Dienstes für Videokonferenzen liegen vor und werden dokumentiert. Das Kommunikationsszenario liegt unter einer einheitlichen Systemoberfläche vor und ist als solches für den kommerziellen Einsatz vorbereitet. Dokumentation und Publikation der Ergebnisse, die AP 18 – 22 sind abgeschlossen.

Da eine Basis-EDV-Infrastruktur bei den meisten Zahnärzten und Kieferorthopäden vorhanden ist, kann *INTER-FACE* als „User Help Desk“ nach erfolgreicher Projektierung sehr schnell für einen bundesweiten, aber auch internationalen Einsatz vorbereitet werden. Eine Kommerzialisierung durch die Projektpartner ist vorgesehen.

Eine Übertragung der ärztlichen, technischen und kommerziellen Erfahrungen auf andere Telemedizin-Bereiche ist sinnvoll und einfach möglich, insbesondere lassen sich z.B. die erarbeiteten kommunikationstechnischen Tools vom Bereich Telekonsultation auch auf den Bereich Teleteaching übertragen.

Vorträge

- 1) Telemedizin als raumübergreifende, dreidimensionale Information, 42. Bayerischen Zahnärztetag. 28.-30. Juni 2001, München
- 2) Operationen im Cyberspace – Ein Forschungsprojekt in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, Vortragsprogramm der Freunde der Technischen Universität München, 20. Juli 2001, München
- 3) Virtuelle Welten in Medizin und Pflege: Anwendungsfelder in Aus- und Fortbildung, Pflegekongress „Strukturwandel in der Pflege“, 6. Oktober 2001, München
- 4) Neue Verfahren für die prothetische Chirurgie und Implantologie, Fortbildung des Zahnärztlichen Bezirksverbandes München, Arbeitskreis für Chirurgie und Grenzgebiete, 15. Oktober 2001, München
- 5) Informations- und Kommunikationstechnologien in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde – Stand des Wissens und Zukunft, Österreichischer Zahnärztekongress 2001, 25.-29. September 2001, Innsbruck
- 6) H.-F. Zeilhofer, R.Sader: Neueste 3D Planungsverfahren in der computerassistierten kraniofazialen Chirurgie. Symposium “Neue Entwicklungen in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie”, 20. Oktober 2001, München
- 7) Zeilhofer, H.-F., Deppe, H., Sader, R., Horch, H.-H.: Neue Verfahren in der präprothetischen Chirurgie und Implantologie. Fortbildung der Bayer. Landeszahnärztekammer, 22. November, 2001, München
- 8) Die rehabilitative Behandlung von Spaltpatienten mit der Kallusdistraction □ Zeilhofer, H.-F., Sader, R., Hauck, W., Montanez, F., Zimmermann, A., Mady K. □ 52. Jahreskongress der Deutschen Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, 29.5.-1.6. 2002, Leipzig
- 9) Zeilhofer, H.-F, R. Sader: Neue Verfahren für die prothetische Chirurgie und Implantologie. Fortbildung des ZBV München, Arbeitskreis für Chirurgie und Grenzgebiete, 15. Oktober 2001, München
- 10) Zeilhofer H.-F: Rapid Prototyping Technologies and Applications in Medicine. CAS 2001, 6th International Workshop on Computer, Assisted Surgery and Rapid Prototyping in Medicine, 12. Oktober 2001, Nürnberg
- 11) H.-F. Zeilhofer, R. Sader: Informations- und Kommunikationstechnologien in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde – Stand des Wissens und Zukunft. Österreichischer Zahnärztekongress 2001, 25.-29. September 2001, Innsbruck/Österreich
- 12) Zeilhofer, H.-F.: Die dreidimensionale Planung in der computerassistierten MKG-Chirurgie □ □ 11. Münchner Symposium, 20. Oktober 2001, München
- 13) Zeilhofer, H.-F.: Management of skull injuries in humans – Computer assisted techniques □ □ 7. FECAVA & FK-DVG 47th Annual Congress, 25. –28. October 2001, Berlin
- 14) Zeilhofer H.-F.: Rapid Prototyping Technologies – Applications in Medicine. 3rd caesarium, Computer Aided Medicine, 12. November 2001, Bonn

- 15) H.-F. Zeilhofer: Advanced technologies and telemedical applications in cranio-maxillofacial surgery. 18th Congress of the Bulgarian Society für Oral and Maxillofacial Surgery, 22.-23. November 2001, University of Medicine and Pharmacology, Sofia, Bulgarien
- 16) R. Sader: Advanced technologies in cranio-maxillofacial surgery. 18th Congress of the Indian Society für Oral and Maxillofacial Surgery, 23.-27. November 2001, Goa/India
- 17) H.-F. Zeilhofer: Future Trends in Surgery – 3D Technologies, Virtual Reality and Telemedicine. Intern. Research Days of the Iuliu Hatieganu University of Medicine and Pharmacy 6.-7. Dezember 2001, Cluj/Rumänien
- 18) H.-F. Zeilhofer: Neue Technologien in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Kolloquium der Klinik für Mund-Kiefer- Gesichtschirurgie der Martin-Luther-Universität Wittenberg-Halle, 10. Januar 2002, Halle
- 19) H.-F. Zeilhofer, R. Sader: Telemedizin in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Informationsveranstaltungen der Kassenärztlichen Vereinigung Bayerns, 13. Februar 2002, München/Nürnberg
- 20) H.-F. Zeilhofer: The new face of maxillofacial surgery Festvortrag zum 60-jährigen Bestehen der Universität für Medizin und Pharmazie Sofia, 8. März 2002, Sofia/Bulgarien
- 21) Zeilhofer H.-F., Zachow S., Sader R., Hege C., Deuflhard P: Funktionelle und ästhetische Planung von kraniofazialen Operationen in einer virtuellen Simulationsumgebung. 40. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Plastische und Wiederherstellungschirurgie, 17. Oktober.2002, Aachen/D
- 22) Schwenzer, K., Holberg, C., Hering, P., Sader, R., Zeilhofer, HF., Kober, C., Kovacs, N: Moderne Technologien zur dreidimensionalen Erfassung von Weichgewebeoberflächen, Kongress 2003 der ÖGMKG, 29.1.-2.2.2003, Bad Hofgastein
- 23) H.F. Zeilhofer, R. Sader, St. Zachow, Ch. Hege, A. Wichelhaus, P. Deuflhard: Computer assisted presurgical planning in orthognathic surgery. 16th IOMS (International Conference on Oral and Maxillofacial Surgery), May 14th-20th, 2003, Athens/Greece
- 24) K. Schwenzer, R. Sader, P. Hering, H.F. Zeilhofer, C. Kober, C. Holberg, N. Kovacs: Modern technologies in threedimensional scanning of soft tissue surfaces. 16th IOMS (International Conference on Oral and Maxillofacial Surgery), May 14th-20th, 2003 , Athens/Greece
- 25) Sader R, Zeilhofer H.F, Fromme M, Einhorn R, Grunst G, Drescher D, Heilmann-Mehle U: Multimedial videoconferencing for combined treatment of orthodontics and cranio-maxillofacial surgery.. 16th IOMS (International Conference on Oral and Maxillofacial Surgery), May 14th-20th, 2003, Athens/Greece
- 26) Sader, R., Holberg, Ch., Zachow, S., Deuflhard, P., Schwenzer, K., Wawrzyn, H., Zeilhofer H.-F.: Planung von Kallusdistraktionen im Gesichtsbereich in einer virtuellen Simulationsumgebung. 76. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie, 10.-14. September 2003, München
- 27) Zeilhofer, H.-F., Sader, R., Hauck, W., Montanez, F.-A., Schwenzer, K., Kunz, Ch.: Die kieferorthopädisch-kieferchirurgische rehabilitative Behandlung von Spaltpatienten mit der Kallusdistraktion. 76. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie, 10.-14. September 2003, München

- 28) Jürgens, Ph., Zeilhofer, H.-F., Sader, R., Fromme, M., Grunst, G., Drescher, D: Multimediales Videokonferenzing zwischen kieferorthopädischer Praxis und mund-kiefer-gesichtschirurgischer Klinik. 76. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie, 10.-14. September 2003, München

Publikationen

- 1) Sader R.: Therapieplanung mittels Computer – Moderner Transfer von Röntgenbildern zwischen Klinik und Praxis. Dentalmagazin 4/2003, S.68-72 (2003)
 - 2) Sader R., Zeilhofer H.-F.: Die Kiefer- und Gesichtschirurgie im Cyberspace –Mehr Sicherheit für Arzt und Patient ?. Schweizerisches Medizinforum 1/04, 22-23 (2004)
-