

GIGABIT-TESTBED SÜD
Teilprojekt 1.14

ABSCHLUSSBERICHT

Nutzung geeigneter Übertragungs- und Codierverfahren von hochaufgelösten Videosignalen zur Qualitätssicherung in der Tumorchirurgie

Projektleitung: Prof. Dr. W. Hohenberger, Chirurgische Klinik mit Poliklinik
Dr. Heinz Weber, Chirurgische Klinik mit Poliklinik
Friedrich Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

Beteiligte Einrichtungen:

Chirurgische Klinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr. W. Hohenberger, Ltd. OA Prof. Dr. J. Göhl, Dr. H. Weber
Tel.: 09131 / 853-2974, -32 96, Fax: 09131 / 853-2975, -65 95
E-Mail: telemedizin@chirurgie-erlangen.de

Prof. Dr. J. R. Siewert, OA Prof. Dr. H. Feussner
OA Dr. A. Ungeheuer, Dr. M. Etter
Chirurgische Klinik mit Poliklinik im Klinikum r. d. Isar, Techn. Universität München
Tel.: 089 / 41 40 20 30, Fax: 089 / 41 40 49 40
E-Mail: feussner@nt1.chir.med.tu-muenchen.de

Regionales Rechenzentrum der FAU Erlangen-Nürnberg
Dr. Hergenröder, Dr. F. Wolf, Dr. P. Holleczeck
Tel.: 09131 / 852-78 17, Fax: 09131 / 30 29 41
E-Mail: gigaerl@rzmail.uni-erlangen.de

Inhalt

1. Zusammenfassung	3
2. Das Projekt	4
2.1 Erfahrungen und Vorleistungen	6
2.2 Fragestellungen	8
2.2.1 Technische Fragestellung:	8
2.2.2 Medizinische Fragestellung:	10
2.3 Durchführung	12
2.3.1 Übertragung	12
2.3.2 Planbarkeit	12
2.4 Arbeitsschritte	14
2.5 Meilensteine	15
2.6 Projektablauf	16
2.7 Messergebnisse	26
2.7.1 Subjektive Messungen	26
2.7.2 Objektive Messungen	27
3. Verwendete Übertragungs- und Codierverfahren	30
3.1 Bildsignale	30
3.1.1 Standards	30
3.1.2 Auswahlkriterien und Bewertungen:	32
3.2 Codierverfahren	33
3.3 Übertragungsverfahren	34
3.4 Übertragungswege	34
4. Medizinische Qualitätssicherung durch Telepräsenz	36
4.1 Zielformulierung	36
4.2 Vorleistungen	37
4.3 Medizinische Prüfverfahren	38
4.4 Prüfprotokoll	39
5. Verwendete Mittel	40
5.1 Personal	40
5.1.1 Personalplanung	40
5.1.2 Personalumsetzung	41
5.2 Geräte	41
5.3 Sonstige Kosten	42
5.4 Aufstellung der Gesamtkosten	42
6. Öffentlichkeitsarbeit und Veröffentlichungen	43
7. Konfigurationsskizze	48

1. Zusammenfassung

Die Telepräsenz zwischen zwei Kliniken hat eine Etablierung der externen Qualitätssicherung zum Ziel, die es ermöglicht, die Kontrolleure im Bedarfsfall schnell und unverzüglich zu erreichen, ohne dass die eigene Klinik verlassen und längere Reisezeit in Kauf genommen werden müsste.

Die in Leitlinien formulierten Operationsschritte sind durch den Einsatz geeigneter Telekommunikation in zwei Zentren kontrollierbar und von technischer Seite her sehr gut beurteilbar. Auflösung und Farbtiefe bei der Bewegtbildübertragung sowie die Synchronität der Tonübertragung stellten dank der zur Verfügung stehenden Bandbreiten und getesteten Komprimierungsverfahren keine Schwierigkeit dar.

Problematisch blieb einzig die Latency, die schließlich auf ca. 200 msec gesenkt werden konnte.

Wird die Telepräsenz zur Qualitätssicherung eingesetzt ist dies jedoch die maximal tolerable Zeit.

Lediglich zum Einsatz für Aus- und Weiterbildungszwecke spielt die Latency eine untergeordnete Rolle.

Die Eignung verschiedener Komprimier- und Übertragungsverfahren wurde an Hand von subjektiven und objektiven Kriterien untersucht, hier zeigte sich eine deutliche Überlegenheit von MPEG-2 gegenüber den anderen eingesetzten Komprimierverfahren, die mindestens erforderliche Bandbreite wurde auf 15 Mbit/sec festgesetzt.

2. Das Projekt

Operationsbilder wurden als hochaufgelöste Videodaten zwischen den Chirurgischen Universitätskliniken Erlangen und München ausgetauscht. Die Videosequenzen wurden gleichzeitig zur Archivierung in Broadcastqualität auf Videobändern gespeichert. Während der Übertragungen bestand eine live Video- und Ton-Verbindung mit Kommunikationsmöglichkeit zwischen den beteiligten Einrichtungen. Während der Operation wurden die einzelnen Operationsschritte demonstriert. Mit verschiedenen Kameras wurden der Blickwinkel des Operateurs (mittels einer Stirnkamera), die Direktaufsicht auf das Operationsfeld (mit in die Operationsleuchte integrierter Kamera) und die Gesamtübersicht des OP-Saals mit pflegerischem sowie ärztlichem Assistenzpersonal und Anästhesie (mit mobiler Stativ-Kamera) aufgenommen. Zwischen den einzelnen Kameraeinstellungen wurde durch die OP-Regie hin- und hergeschaltet. Diese OP-Regie war neben der Haus-Regie auch mit der Gegenstelle in München verbunden.

In München befand sich für den Fall der Kontrolle zeitgleich zur Operation ein Gremium von Chirurgen, die die übertragenen Videosequenzen auf Monitoren beobachteten und live mit dem Operateur diskutierten. Ein Audio- und Videorückkanal ermöglichte die bidirektionale Übertragung von Audio und Video.

Die damit geschaltete Video-Ton-Konferenz ermöglichte Blick- und Gesprächskontakt. Gesten konnten ebenso untereinander ausgetauscht werden, wie Detailaufnahmen von Anatomieskizzen und Operationslehren (das Verwenden von Operationslehren zur Unterstützung des Operateurs bei der Differenzierung von anatomischen Aberrationen ist durchaus üblich) sowie angefertigte eigene Skizzen. Der ferne Betrachter konnte die Kameraführung um Änderung des Blickwinkels oder um Vergrößerung des Bildausschnittes bitten und konnte so mit der Regie zum Erreichen des bestmöglichen Übertragungsergebnisses zusammenarbeiten.

Technisch gesehen ist auch eine Änderung der Kameraperspektive aus der Ferne möglich, dies sollte in der Phase des auslaufenden Projektes noch getestet werden.

Postoperativ konnten bei Bedarf die aufgezeichneten Präparationsschritte nochmals betrachtet und in einer Videokonferenz mit allen Beteiligten diskutiert werden. Eventuell strittige oder diskussionswürdige Vorgehensweisen wurden mit Hilfe des Time-Codes vom Videoband erneut eingespielt und zur Diskussion gestellt. Hierzu wurden gegebenenfalls sogenannte Einspruchsprotokolle erstellt (siehe Anlagen). Diese Protokolle ermöglichten unter Bezugnahme auf den mitlaufenden Time-Code und die Realzeit die exakte Erfassung von Unstimmigkeiten hinsichtlich Operationstechnik oder Übertragungsqualität.

Die bisher verwendeten standardisierten Verfahren konnten so mit anderen Spezialisten diskutiert und eventuell verbessert werden. Anhand der vorbereiteten Ergebnisse der bislang durchgeführten Operationsserien wurde die Qualität des Vorgehens im Vergleich zu evtl. abweichenden Standards abgeglichen.

Der Weg - Demonstration Erlangen - Prüfung München - wurde im Falle des Magenkarzinoms umgekehrt, bei weiteren Tumorerkrankungen sowie gutartigen Leiden wurde wechselseitig übertragen.

Im Rahmen von zahllosen Fortbildungsveranstaltungen (Chirurgische Woche in Erlangen 1999 und 2000, Viszeralchirurgische Woche in München 1999, 2000 und 2001, 38. Jahrestagung der CAE in Erlangen 2000, World Congress of High-Tech in Medicine in Hannover 2000, Dt. Chirurgenkongress in München 2001) wurde der ursprüngliche Ansatz auf das gesamte chirurgische Spektrum (bezogen auf die jeweiligen Schwerpunkte) ausgedehnt, so dass ein großes Gremium die Operationsschritte beobachten und ggf. diskutieren konnte. Neben der reinen Übertragung von Operationsbildern zeigte sich ein großer Vorteil auch in der Option ISDN-geführte Videokonferenzen (z.B. mit New York, Mt. Sinai, IRCAD, Strasbourg, u.v.m.)

2.1 Erfahrungen und Vorleistungen

In der Chirurgischen Klinik Erlangen war bereits eine Videodokumentationseinheit zur Erstellung von wissenschaftlichen Videofilmen in Broadcast Qualität vorhanden. Diese Anlage umfasst heute drei Betacam-Videokameras, zwei DVCAM-Videokameras, vier Betacam-Videorekorder, fünf DVCAM-Videorekorder, zwei S-VHS / VHS Videorecorder, ein komplett ausgestattetes digitales Schnittstudio, eine mobile Projektionseinheit zur Präsentation auf Kongressen und eine fest installierte Projektionseinheit im eigenen Hörsaal.

Dazu kommen noch bereits vorhandene acht Minikameras der verschiedenen chirurgischen Abteilungen aus dem Bereich der minimal invasiven und endoskopischen Chirurgie hinzu.

Der Nennwert der Neuanschaffung dieser Gerätschaften steht mit Monitoren und Peripherie bei etwa DM 2.200.000.-.

Mit diesem Equipment wurden in den letzten fünf Jahren mehr als 80 Videofilme erstellt und auf nationalen und internationalen Kongressen sowie internen Fortbildungen vorgestellt. Elf dieser Filme wurden als Dauerpräsentationsfilme von der Industrie zu Ausbildungszwecken übernommen. Außerdem wurden mehrere Filme im Rahmen von Web-Streaming im Internet zur Verfügung gestellt und haben dort Abrufzahlen von über 300.000 in vier Monaten erreicht.

Die Erstellung bzw. die Konzeption und die Bearbeitung der Videofilme erfolgt durch ärztliche Mitarbeiter der Chirurgischen Klinik, unterstützt von Mitarbeitern der Klinik für Anästhesiologie und Mitarbeitern der Abteilung Telemedizin und Multimedia sowie der Firma MEDITOS GmbH.

1995 wurde eine Ton-Video-Übertragungsanlage mit „Talkback“, Tonverbindung zur Live-Demonstration von Bildern aus dem OP in den Hörsaal installiert. Seitdem werden monatlich solche Übertragungen durchgeführt. Einerseits für Studenten zur Ergänzung der Vorlesungen, andererseits für die „Erlanger Chirurgischen Tage“, als viertägiges Symposium zur Demonstration von neuen OP-Techniken und deren Diskussion.

Hierzu wurde in elf OP-Sälen je ein Anschluss geschaffen, der mit der zentralen Regieeinheit verbunden wurde. Neben den vier in die Deckenleuchten integrierten Kameras können über mobile Wandlereinheiten, die ein Videokomponentensignal (YUV) an die OP-Anschlüsse liefern können, zusätzliche, z.B. endoskopische, sonografische oder Vitalparameterdaten (PC-Signale) eingespeist werden. Die Wandlung ist aufgrund der unterschiedlichen Videosignale (Y/C, F-BAS, RGB, YUV) aus den verwendeten Geräten notwendig.

Im Regieraum werden angebotene Videosignale ausgewählt und weiter versendet. Zum Überbrücken der ca. 300 m langen Strecke vom OP in den Regieraum und von dort aus in den Hörsaal wurden Lichtwellenleiter installiert. Im OP und Hörsaal analog in digital gewandelt werden die Lichtwellensignale in der Regie wieder in YUV-Signale zurückgewandelt und dort über eine Vierfach-Kreuzschiene verschaltet. So können diese hochwertigen Signale z.B. einerseits an den Codec nach München, des weiteren in den Hörsaal und z.B. über eine ISDN-Konferenzsystem an ein angeschlossenes Lehrkrankenhaus gesendet werden.

Im Zeitraum von August bis Oktober 1997 wurde die gesamte technische Anlage des Hörsaals erneuert. Eine komplette Tonanlage und ein hochauflösender Broadcast-Videobeamer sowie ein Videopresenter (Kamera in Reprogestell mit Durchlichtaufsatz und Aufsicht Beleuchtung) zur Darstellung von Bildern aus Lehrbüchern oder Anatomieatlanten, respektive auch zur Aufnahme von Röntgen und CT Bildern, wurden installiert.

Zusammengefasst verfügt die Chirurgische Universitätsklinik Erlangen bereits über eine hochwertige Videoübertragungsanlage und über entsprechende Bedienungserfahrung. Das heißt, zur Betreuung bzw. Bedienung neuer bzw. zusätzlicher Geräte ist ausschließlich eine kurze Einarbeitungsphase notwendig. Auch hinsichtlich Digitalisierung bestehen bereits eigene Erfahrungen mit Motion JPEG und MPEG-2, da wissenschaftliche Filme mit dem bereits erwähnten digitalen Schnittstudio bearbeitet werden.

Die möglichen Fading-Effekte sowie das Verschwinden von schnell bewegten kleinen Gegenständen nach Digitalisierung auch in Broadcastqualität sind beobachtet worden. In der Videonachbearbeitung spielen diese Phänomene nur eine

untergeordnete Rolle, da durch exakte Konzeption und Regie eines Filmes solche Artefakte meist vermieden werden können.

Hochauflösende Videosignalverarbeitung (mehr als 700 Linien bei YUV) wurde besonders aufgrund der Schwierigkeit der Darstellung von unterschiedlichen Farbnuancierungen gewählt. Gerade im Rotbereich, die innerhalb eines OP-Feldes die vorherrschende Farbe, sind feinste Kontrastierungen zur Abgrenzung kranken Gewebes von gesundem notwendig. Nur exakte Kabellängeneinmessung und Farbkalibrierung mittels Videobildgenerator und Meßequipment lassen die Projektion eines realen Bildes bei Videoübertragungen zu. In Funk und Fernsehen geben hier das Testbild und der Sinus-Pfeifton die Möglichkeit, ein angeschlossenes Gerät zu testen (Auflösung bei 200 - 250 Linien). Diese Einstellung erfolgte bisher zusammen mit Videotechnikern aus der freien Wirtschaft.

2.2 Fragestellungen

Zur Auswertung sei auch auf den Abschnitt 2.7 Messergebnisse verwiesen

2.2.1 Technische Fragestellung:

Ist die Auflösung der Wandler und die Übertragungsqualität ausreichend, um einen Operationssitus in allen Farbnuancierungen, in entsprechender Tiefenschärfe und in den notwendigen Kontrastierungen zu demonstrieren?

Sowohl subjektiv wie objektiv beurteilbar, sind diese Voraussetzungen gegeben. Beide getesteten Codecs wurden von Probanden hinsichtlich ihrer Auflösung und Übertragungsqualität bei Verwendung von MPEG-2 als exzellent eingestuft. Auch Tiefenschärfe und Kontrastierungen wurden hervorragend beurteilt. Bei objektiven Messungen fiel eine Schwäche ab 6 MHz auf, was weit über Broadcastqualität hinausgeht.

Anfangs fand jedoch ein Problem wenig Beachtung, welches sich später als entscheidend herausstellen sollte: Durch die mehrfache Wandlerung der Signale kommt es zu einer nicht unerheblichen Verzögerung (Latency). Diese lag in ersten Versuchsreihen bei ca. 1 sec pro Weg. Dass dies jedoch völlig intolerabel ist mag man sich an dem Beispiel („Schneiden Sie, bis ich Stop sage“) vor Augen führen.

Kommt so ein Stoppsignal 2 sec später an als gewünscht, so kann dies fatale Folgen haben. Im Projektverlauf konnte diese Latency auf ca. 200 msec gesenkt werden, was die Obergrenze beim Einsatz zur Qualitätssicherung darstellt.

Zwingend erforderlich für Videoübertragungen zur externen Qualitätssicherung ist eine Latency von < 200 msec, wie sie derzeit nur im Bereich „Video über ATM“ verfügbar ist.

Bleiben sämtliche Informationen, auch Time-Code bei Digitalisierung und Rückwandlung erhalten? Gibt es Artefakte?

Sämtliche Informationen, Time-Code eingeschlossen, bleiben bei der Wandlung erhalten, Verzögerungen im Verlauf der Digitalisierung gab es, abgesehen von der bereits angesprochenen Latency nicht.

Sind Übertragungen von medizinischen Bildern in niedrigeren Auflösungen (M-JPEG, MPEG2) verwertbar?

Bei M-JPEG stellte sich zwar die geringe Latency der Geräte als vorteilhaft heraus, jedoch fiel die Instabilität im Bezug auf die Farbwiedergabe negativ auf, so dass dieses Komprimierungsverfahren zur Qualitätssicherung nicht in Frage kam. Im Bereich der Aus- und Weiterbildung kann dieses Verfahren jedoch eingesetzt werden, mit einer Latency von ca. 100 msec bei einer max. Bandbreite von 11.5 Mbit/sec lieferten die Codecs auch subjektiv ausreichende Ergebnisse und hatten lediglich im Detailbereich Schwächen.

Videoübertragungen über ISDN (H.320) sind derzeit zwar noch weit verbreitet, vor Allem zu Aus- und Weiterbildungszwecken, ließen jedoch, vor Allem im direkten Vergleich, deutliche Schwächen bei Bildaufbau und Schärfe, am Extremsten bei schnellen Bewegungen, erkennen. Sie sind somit eigentlich nach objektiven Kriterien nicht verwertbar.

Welche Mindestqualität erlaubt eine Ferndiagnose bzw. eine valide Beurteilung eines Bildes durch einen Mediziner?

Im Rahmen der durchgeführten Übertragungen erfolgte die Komprimierung mit

MPEG 4:2:2 bzw. MPEG@MainLevel (4:2:0) und erlaubte ein gute medizinische Beurteilbarkeit der dargestellten Operationsbereiche. Sowohl subjektiv wie objektiv wurde einhellig MPEG-2 (4:2:2) als hervorragend geeignet befunden, die Bilder valide zu beurteilen.

ISDN-Qualität erlaubt eine Beurteilung bei der Übermittlung von Standbildern, bei bewegten Bildern jedoch ist eine valide Beurteilung nicht sicher möglich.

2.2.2 Medizinische Fragestellung:

Ist eine ortsferne Qualitätssicherung logistisch überhaupt möglich?

Bei entsprechend guter Bildqualität, wie sie im vorliegenden Projekt möglich war, ist dies gut möglich, im Rahmen der verschiedenen Komprimierungsverfahren wurden die minimal erforderlichen Übertragungsraten herausgefunden.

Ist eine Videodatenübertragung über Hochgeschwindigkeitsdatennetze ausreichend, um valide Aussagen über die dargestellten Vorgehensweisen zu treffen, bzw. um eine Beurteilung im Sinne der chirurgischen Qualitätssicherung festzulegen, oder muss ein entsprechendes Team an die zu kontrollierende Klinik reisen?

Bei entsprechend guter Bildqualität (Komprimierverfahren MPEG-2 (4:2:2) mit mind. 15Mbit/sec), wie sie im vorliegenden Projekt möglich war ist dies sehr gut möglich. Im Sinne der chirurgischen Qualitätssicherung können valide Aussagen über die Leitlinienkonforme Durchführung der Eingriffe getroffen werden. Somit entfallen Reisen, die sonst notwendig wären.

Ist die ausgearbeitete Form der Qualitätssicherung auch für andere Kliniken oder operative Bereiche anwendbar?

Das Gigabit Testbed Süd stellte eine Vorstufe des G-Win dar. Seit Sommer 2000 wurde das vorhandene B-Win schrittweise durch ein flächendeckendes G-Win – Netz ersetzt. Somit ist ein Anschluss an entsprechend hohe Bandbreiten möglich, sofern auch ein ATM-Service verfügbar ist, kann dies bejaht werden. Es ist beabsichtigt, Übertragungen auch nach Projektende weiterzuführen, wie dies im Rahmen des

Deutschen Chirurgenkongresses 2001 in München z.B. wiederum durchgeführt wird. Die Fachgesellschaften haben die hohe Qualität der Übertragungen schätzen gelernt.

Ist diese Form der Qualitätssicherung auf die Zertifizierung nach ISO 2002 anwendbar?

Eine Zertifizierung nach ISO hat im medizinischen Bereich nur in einzelnen wenigen Fällen Anwendung finden können (Stationsbereich, besonders Abläufe im Routinebetrieb). Wegen der hohen Anschaffungskosten und der Notwendigkeit es Anschlusses an entsprechende Netzwerktopologie kann diese Form der Qualitätssicherung zwar empfohlen werden und wird auch künftig, gerade im Bereich der Aus- und Weiterbildung eingesetzt werden, eine Implementierung im Rahmen der Zertifizierung nach ISO 2002 ist jedoch nicht möglich.

Sind für weitere Instrumente der Qualitätssicherung, z.B. der Weiterbildung des ärztlichen Personals, Videoübertragungen von OP-Bildern relevant?

Hier stellte sich ein sehr großer Vorteil der Übertragungsqualität dar. Sehr positiv wurde die Option der bidirektionalen Verständigung aufgenommen. So waren Zwischenfragen bei einzelnen Operationsschritten möglich, das Auditorium konnte bei unklaren Befunden explizit nochmals Erklärungen vom Operateur erhalten. Der vielfache Einsatz der Verfahren zu diesem Zwecke ist unter 2.8 dargestellt und wurde bereits mehrfach angesprochen.

2.3 Durchführung

Im folgenden werden verschiedene technische Aspekte des Projekts beleuchtet:

2.3.1 Übertragung

Vor jeder Übertragung, sowie nach jedem Bild-Ton-Kontakt wurde mit einem Videogenerator auf der einen Seite ein standardisiertes Videosignal eingespeist und auf der Gegenseite mit einem Farbtemperaturmessgerät ausgepegelt, ebenso wurde ein 1kHz-Tonsignal eingespeist und ausgepegelt.

Zur subjektiven Beurteilung wurde der beigefügte „Fragebogen Übertragungsqualität,“ den Teilnehmern der Übertragung zugestellt.

Zur Nachbesprechung der stets aufgezeichneten Übertragungen wurde ebenso ein Einspruchsprotokoll an die Regie sowie an die fernen Betrachter ausgegeben. Hier konnte bei Qualitätsproblemen eine Bemerkung entweder zur Rückfrage zu medizinisch-technischen Themen sowie zu Übertragungstechnischen Themen mit Time-Code und Uhrzeit vermerkt werden.

Zur weiteren Beurteilung wurde ein Verlaufs- und ein Ergebnisprotokoll an alle wesentlichen Beteiligten ausgegeben.

2.3.2 Planbarkeit

Die zeitliche Dimension der einzelnen Untersuchungsabschnitte, bei nach Themenschwerpunkten gegliederten Untersuchungsabfolgen, hing entscheidend von der Verfügbarkeit des entsprechenden Patientengutes ab. Dabei traten bisweilen kurze, überschaubare Verzögerungen auf, die den Projektablauf jedoch nicht beeinträchtigten.

Ebenso war bekanntermaßen in der Chirurgie, hier der Tumorchirurgie eine Operation nicht in allen Einzelheiten planbar. In Fällen der präoperativen Fehleinschätzung der Operabilität bzw. Resektabilität eines Tumors wurde die Operationsstrategie geändert, die Operation war dann für die Untersuchung

hinsichtlich der Qualitätssicherung nicht verwertbar. Dies traf jedoch nur in jeweils vier Fällen zu.

Technische Schwierigkeiten bei der Übertragung hatten niemals eine wesentliche Verzögerung des Fortschreitens der Operation zur Folge haben. Die Operationsdauer hing einzig von intraoperativen und anästhesiologischen Komplikationen ab.

2.4 Arbeitsschritte

	Arbeitsschritt <i>(kursiv: im Vorfeld bzw. parallel verlaufende Arbeitsschritte)</i>	Zeitpunkt
I	Einrichten der Videoverbindung Codec Erlangen - Codec München	01/1999
II	Ausbau und Etablieren der Übertragungsanlage in den jeweiligen Kliniken	05/1998 bis 03/1999
III	Kalibrieren und Einmessen der Übertragungsstrecke in beide Richtungen mittels Videogenerator und Meßequipment (Waveformer)	01/1999
IV	Testbetrieb von bidirektionalen Übertragungen, Fehlersuche und Elimination	01-03/1999
V	<i>Festlegen der Themenschwerpunkte: zunächst ausschließlich onkologische Chirurgie, dann Miteinbeziehen anderer Arbeitsbereiche)</i>	02/1999
VI	<i>Exaktes und detailliertes schriftliches Festlegen der Schritte der einzelnen zu übertragenden und diskutierenden Operationen (Lymphknotenschemata)</i>	02/1999
VII	<i>Aktualisieren der Statistiken zu einzelnen Themen</i>	07/1999
VIII	Beginn der Übertragungen im Sinne der Qualitätssicherung, pro Themenkreis mindestens 3 Übertragungen. 8 onkologische Schwerpunkte: Lunge, Ösophagus, Magen, Pankreas, Leber, Colon, Rektum, Malignes Melanom	03/1999 bis 12/2000
IX	Auswerten der Protokolle der einzelnen Themen und gemeinsames Besprechen der Ergebnisse per Videokonferenz	03/1999- 12/2000 begleitend
X	Ausweiten auf andere Themenschwerpunkte: endokrine Chirurgie, allgemeine Chirurgie (Leistenbrüche, Gallenoperationen etc.), Minimalinvasive Chirurgie, Gefäßchirurgie	03/1999- 12/2000 begleitend
XI (zu VIII)	Versuch, in niedrigeren Auflösungen unter gleichen Kriterien gleiche Beurteilungsergebnisse zu erzielen in Form einer Blindstudie, d. h. der Betrachter kennt die verwendete Auflösung der Übertragung nicht	08-12/2000

2.5 Meilensteine

Meilenstein	Arbeitsschritte	Zusammenfassung	Zeitpunkt
M 0		Hardware ist beschafft	08/1999
M 1	I-IV	Hardware ist beschafft Verbindung ist eingerichtet	01/1999
M 2	VIII	Durchführung der Übertragungen, teilweise unter Studienbedingungen, Zwischenauswertungen nach jeweils 3 Monaten	01/1999 bis 12/2000
M 2a		Übertragungsverfahren (M-JPEG/MPEG2) sind getestet Test von ATM-Parametern	04/1999
M 2b		Verkehrsklassen (CBR, UBR-realtime) sind getestet	03/2000
M 2c		Bandbreite, Überbuchung, Puffergröße sind getestet	06/2000
M 2d		PVCs im Vergleich zu SVCs sind getestet	11/2000
M 3	IX	Alle Test sind abgeschlossen	12/2000
M 4	X, XI	Alle Untersuchungsergebnisse sind dokumentiert	12/2000

2.6 Projektablauf

Das Projekt wurde im Januar 1999 begonnen und ohne Aufstockung der Mittel bis 31.12.2000 verlängert.

Ausschlaggebend für den verspäteten Beginn waren zwei wesentliche Faktoren:

Der Umbau im OP-Bereich der Chirurgischen Kliniken in Erlangen und München, wo zeitgleich die hausinterne Verkabelung, eine wesentliche Voraussetzung für das Projekt, komplettiert wurde, dieser war erst Ende 1998 abgeschlossen.

Ärzte Zeitung, 13.1.1999

Bayern/ Kliniken verbunden

Zweitmeinung am Bildschirm dank schneller Leitung

Erlangen/München (sto). Mit Hilfe der Telemedizin wollen die Chirurgische Universitätsklinik Erlangen und das Klinikum rechts der Isar der TU München die Qualität in der Tumorchirurgie verbessern. Zwischen den Kliniken ist eine Hochgeschwindigkeits-Videoschaltung in Betrieb gegangen, die eine Übertragung von Live-OP-Bildern ohne Zeitverzögerung ermöglicht.

Bislang konnten für eine Bildübertragung nicht mehr als sechs ISDN-Leitungen gebündelt werden. Mit dem Gigabit-Testbed Süd, das vom Bundesforschungsministerium gefördert wird, steht den Chirurgen nach Angaben der Uni Erlangen eine Kapazität von 120 000 ISDN-Leitungen zur Verfügung.

Dank der Datenübertragung können Live-OP-Bilder aus Erlangen und München ohne Zeitverzögerung in der jeweils anderen Klinik am Bildschirm verfolgt, Expertenmeinungen eingeholt sowie die Einhaltung der Behandlungsleitlinien überprüft werden. Von Mitte Februar an soll es drei Tele-Konsultationen pro Woche geben, um die technischen Anforderungen zu testen. Das erklärte Projektkoordinator Dr. Heinz Weber aus Erlangen der "Ärzte Zeitung". Langfristig werde sich der Arbeitsaufwand verringern, da die neuerliche Untersuchung für eine Zweitmeinung wegfalle.

Die Chirurgische Klinik in Erlangen hat bei dem Projekt ihren Schwerpunkt auf Operationen des kolorektalen Karzinoms gesetzt, während die Chirurgische Klinik des Klinikums rechts der Isar der TU München den fachlichen Austausch bei Operationen des Magenkarzinoms anstrebt. Das Projekt soll das Spezialwissen zusammenführen. Es wird in den nächsten zwei Jahren vom Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes mit mehr als einer Million DM gefördert.

Copyright © 1998 Ärzte Zeitung

Email:

info@aerztezeitung.de

Daneben war auch die Suche nach geeignetem Personal ein wesentlicher Grund für den verspäteten Beginn des Projektes. Dieses Problem konnte in München durch Einstellungen eines Dipl.-Ing. (F.H.) (Hr. K. Thiele) gelöst werden, in Erlangen brachte erst das Engagement der Fa. MEDITOS GmbH Abhilfe.

Ein erster, in der Presse vielbeachteter Test fand am 11. Januar mit CellStack Video™ Codecs (K-Net) statt, die vom RRZE für eine Übertragung zwischen den Hörsälen in Erlangen und München (Klinikum rechts der Isar) zur Verfügung gestellt wurden.

Bereits bei diesem ersten Gespräch zwischen Prof. J.R. Siewert und Prof. W. Hohenberger fiel die Brillanz der Bilder, obwohl hier lediglich MJPEG-Komprimierung eingesetzt wurde (11,5 Mbit/s) ins Auge, besonders im Vergleich zu den bisher ausschließlich über ISDN - Leitungen durchgeführten Konferenzen mit entsprechend minderer Qualität . Aufgrund der Latency von fast 1 sec wirkte der Echo-Effekt jedoch sehr störend. Die Bilder beeindruckten auch die Mitarbeiter des ZDF, die im Rahmen einer Dokumentation über das „Internet 2“ sogar eine bessere Qualität als bisher aus Satellitenübertragungen bekannt, bescheinigten.

Anlässlich einer internationalen Fortbildungsveranstaltung in München wurde die Leitung am 12. März erstmals mit mobilen Kameras an Kränen sowie Handkameras für eine bidirektionale Übertragung aus dem OP in Erlangen in den Hörsaal nach München übertragen. Hier wurden erneut MJPEG-komprimierte Bilder übertragen, am Testcodec (wiederum K-Net) konnte jedoch nur ein FBAS-Signal übertragen werden, so dass das eigentlich verfügbare Y-U-V-Signal "heruntergewandelt" werden musste. Beeindruckend war dennoch die hohe Bildqualität und vor Allem die synchrone Übertragung von Bild und Ton.



Prof. H. Feussner, München auf dem Monitor und Prof. W. Hohenberger, Erlangen stehend.

Vom 21. - 24. März wurde das Projekt auf der CeBIT 99 in Hannover auf dem Stand des DFN-Verein von Mitarbeitern des RRZE Erlangen und der Chirurgischen Klinik Erlangen mit einer bidirektionalen Live-Schaltung nach Erlangen vorgestellt, was, nicht zuletzt wegen der, für Techniker ungewohnten, Live-Bilder, für Aufmerksamkeit sorgte. Immer wieder fragten interessierte Messebesucher, ebenso wie Aussteller nach den Einsatzmöglichkeiten von Netzwerktechnologie im Bereich der Medizin und waren von der Qualität der Live-Übertragungen stark beeindruckt.



Testhalber wurde hier ein NewBridge MainStreetXpress 36150 MPEG Access Switch eingesetzt, der ein mit MPEG-2 (4:2:2) – komprimiertes Signal mit 40 Mbit/s verarbeitete.

Auch die Medien waren sehr interessiert, hier Dr. H. Weber, Erlangen im Interview mit dem NDR.



Auf der "Gesundheitsmesse" in Nürnberg vom 09.-11. April 1999 konnte die Bevölkerung sich auf einem Gesamtstand der Universitätsklinik Erlangen auch von den telemedizinischen Aktivitäten ein Bild machen, begleitend wurde das Gigabit-Projekt in einem Kurzvortrag vorgestellt.

Am 23. April 1999 war der Bayerische Rundfunk zu Gast im OP in Erlangen um in einer Reportage über die Telemedizin zu berichten. Die Übertragung aus dem OP in Erlangen nach München, erstmals mit der in die OP-Leuchte integrierten 3-Chip-Kamera, war überzeugend. Der BR zeigte sich von der hohen Qualität beeindruckt und brachte dies auch in einigen Beiträgen zum Ausdruck.



Am 24. April war in Erlangen "Tag der Offenen Tür", wo der Bevölkerung Gelegenheit gegeben wurde, die OP-Atmosphäre einmal hautnah mitzuerleben. Viele interessierten sich, aufmerksam geworden durch Beiträge in den Medien, auch für die Telemedizin und waren von deren Möglichkeiten beeindruckt. Bei dieser Gelegenheit wurden auch andere Aktivitäten des DFN-Vereins vorgestellt, was über eine Präsentation auf einem, von der Firma JVC freundlicherweise kostenlos zur Verfügung gestellten, Groß-LCD-Display sehr gut möglich war.

Während des Semesters wurden zweimal wöchentlich Operationen zur Qualitätssicherung und Fortbildungsveranstaltungen übertragen, außerdem die Chirurgische Hauptvorlesung einmal wöchentlich wechselweise aus München, bzw Erlangen.

Nachdem die Personalsituation sich in Erlangen zunächst als ausweglos dargestellt

hatte, konnte eine externe Firma (MEDITOS GmbH, 91074 Herzogenaurach) gewonnen werden, die Mitarbeiter für das Projekt abstellte, so dass ein reibungsloser Ablauf sichergestellt war, ohne den finanziellen Rahmen zu sprengen.

Nach dem Test verschiedener Codecs (K-Net, Newbridge, Tektronix) konnten am 18. August 1999 die Codecs der Firma Tektronix im RRZE in Erlangen vorkonfiguriert und schließlich in München, bzw. Erlangen durch Mitarbeiter des RRZE installiert werden.

Am Freitag, 09.09.1999 stand erstmals die Verbindung zwischen Erlangen und München mit den neuen Tektronix M2T300-Codecs, Farbbalken und Ton konnten übertragen werden und erstmals zwischen MPEG-1 (constrained) mit 1.856 Mbit/s, MPEG-1 mit 4 Mbit/s, MPEG-2 (4:2:0) mit 15Mbit/s und MPEG-2 (4:2:2) mit 50 Mbit/s gewählt werden.

Am 08.10.99 schließlich konnten dann Bilder aus den beiden Operationssälen übertragen werden. Zum Einsatz kam Main-Profile@Main Level mit Bitraten bis 15Mbps, was zur geplanten Übertragung im Rahmen der Weiterbildungsveranstaltung „Chirurgische Woche in Erlangen“ ausreichen sollte.

In der Woche vom 18.-22.10.99 wurden dann Bilder aus dem OP in Erlangen nach München, bzw. am Nachmittag das wissenschaftliche Programm aus dem Erlanger Hörsaal in den Konferenzraum in München übertragen.

Am Dienstag, 19.10.99 fand eine ISDN-basierte Videokonferenz zwischen Erlangen und Mount Sinai, New York, USA statt (6 x ISDN = 384 kB/sec), Bild und Ton wurden vom Regieraum in Erlangen aus zusätzlich über die Gigabit-Teststrecke nach München geschaltet, so dass auch Prof. Feussner und seine Mitarbeiter in München an der Fortbildung „Robotics in surgery“ teilnehmen konnten. Besonders frappierend war hier wiederum die gute Bildqualität im Vergleich zum stark komprimierten ISDN-Bild.

Von Tektronix wurden die MPEG-2 (4:2:2)-Karten im November 1999 eingebaut und die Codecs aktualisiert.

Gerade rechtzeitig zum Beginn des Wintersemesters waren die Codecs somit mit höherer Qualität wieder voll einsatzbereit.

Dies war Anlass genug für das Zweite Deutsche Fernsehen im Rahmen einer Dokumentationsserie über Internet2 auch einen Beitrag über den Einsatz dieser Netzwerktechnologie in der Medizin zu bringen. Dieser wurde in Erlangen gedreht und war mit einem Clip von vier Minuten Länge fester Bestandteil der Sendung („Rotohr grüßt Mondgöttin – Internet2“, ausgestrahlt am 22.03.2000)

Im November wurde zusätzlich zu den Operationen die chirurgische Hauptvorlesung aus Erlangen nach München und im Dezember in der Gegenrichtung übertragen, was bei den Studenten, insbesondere durch den gleichzeitig möglichen Blick in den jeweiligen OP sehr gut ankam. Nachdem Patienten vorgestellt worden waren, konnte das Vorgehen bei der Operation dann schrittweise erläutert werden und besonders auf Detailfragen eingegangen werden. Die Bildqualität selbst der gezoomten Bilder (z.B. Detailaufnahmen der Nahtstellen bei Darmoperationen) beeindruckte sehr, dank der Verwendung von MPEG-2 (4:2:2).

Die anfängliche Latency von ca. 400 msec konnte bis zum Jahresende 1999 durch Einspielen einer neuen Firmware und den Kartentausch auf um 200 msec gesenkt werden, was schon eine deutliche Verbesserung darstellte. Insbesondere der Ton-Delay fiel wegen des bisweilen auftretenden Echo-Effektes störend auf.

Die Übertragungsverfahren M-JPEG und MPEG2 waren bereits bei den Tests der unterschiedlichen Codecs im Vorfeld getestet worden und wurden spätestens durch den Tausch der Encoder/Decoderkarten in 4:2:2-Karten noch bestätigt, waren somit also zeitgerecht abgeschlossen.

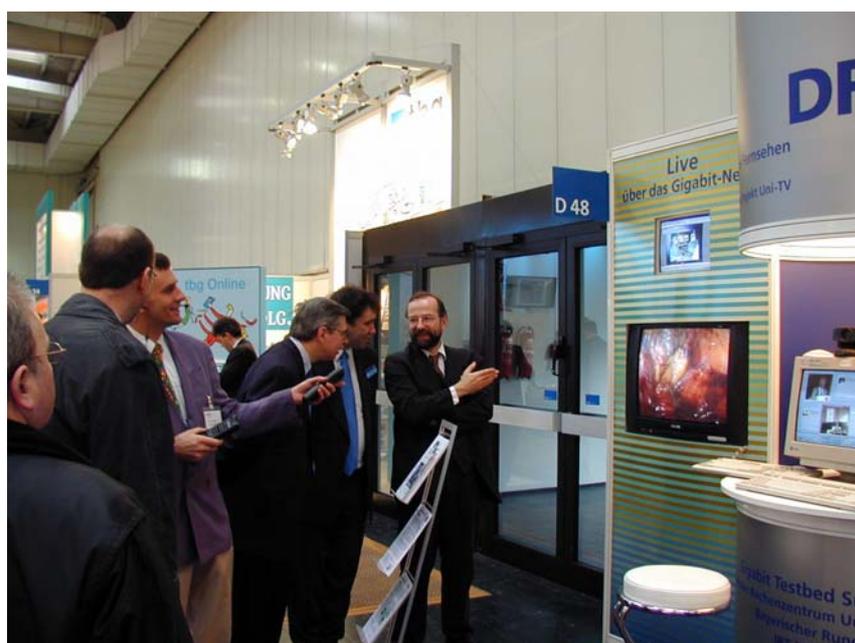
Ende März waren die Liveübertragungen aus den Erlanger- und Münchner OP-Sälen wieder fester Bestandteil der „Chirurgischen Woche“ der Chirurgischen Klinik des Klinikums rechts der Isar. Vier Tage lang wurde vormittags aus zwei Operationssälen in Erlangen und zwei Sälen in München sowie der Endoskopie in München in den dortigen Hörsaal übertragen und das Summensignal vormittags sowie die am

Nachmittag stattfindenden Vorträge über den Rückkanal in den Erlanger Hörsaal übertragen, damit das dortige Auditorium an dieser Veranstaltung teilnehmen konnte. Eine Gruppe von 30 Studenten bewertete verschiedene eingesetzte Komprimierverfahren und Bandbreiten.



Auch 2000 stellten das RRZE und die Chirurgische Klinik Erlangen das Projekt vom 24.02. – 01.03. wieder gemeinsam auf der CeBIT vor.

Eine Vielzahl von interessierten Besuchern war von der Qualität und der Bidirektionalität stark beeindruckt, die dank des Engagements in den beiden Chirurgischen Kliniken in Erlangen und München rechts der Isar deutlich gezeigt werden konnte.



Dr. H. Weber (3. v. li.) erklärt hier der Besucherschar die erforderliche Technik um derartige Übertragungen zu realisieren.



Der Andrang war wiederum groß, war doch die gezeigte Brillanz kaum fassbar für die Besucher.

Ein weiterer Höhepunkt war die Vorstellung der medizinischen Applikationen im Gigabit Testbed Süd auf der TERENA Networking Conference „Pioneering tomorrow's Internet“ im Mai 2000 in Lissabon mit dem Vortrag von Dr. H. Weber „Advances in medical Communications“.

Neben den regelmäßig stattfindenden Übertragungen war einer der beiden Kongresshöhepunkte die 38. Jahrestagung der CAE (Chirurgische Arbeitsgemeinschaft für Endoskopie der dt. Gesellschaft für Chirurgie) im Oktober in Erlangen mit dem Thema „Endoskopie – live“ als der gesamte Kongress, inklusive aller Live-Übertragungen nach München übertragen wurde und zudem Prof. Feussner's laparoskopische Fundoplicatio direkt zugeschaltet werden konnte. In diesem Rahmen wurden auch die subjektiven Messungen durchgeführt, die im Anhang dargestellt werden. 40 Probanden bewerteten die Bilder bezüglich ihrer Eignung für eine Beurteilung und kamen zu dem Ergebnis, dass es mindestens einer Übertragungsrate von 6 Mbit/s, besser 15 Mbit/s und MPEG-2 (4:2:0) bedarf um eine sichere Aussage treffen zu können.

Bezüglich des Hauptkriteriums der Latency muss eindeutig für MPEG-2 (4:2:2) plädiert werden, angestrebt werden sollte hier eine Latency von unter 150 msec.

Der zweite Höhepunkt war der erste World-Congress of High-Tech-in-Medicine im Oktober anlässlich der EXPO 2000 in Hannover. Insgesamt wurden mehr als 70 Live-Übertragungen durchgeführt. Aus dem Klinikum rechts der Isar in München, aus Großhadern in München und aus Erlangen kamen die Beiträge über das Gigabit Testbed, das zu diesem Zweck mit Unterstützung der Telekom bis in Hannover Congresscentrum verlängert worden war. Alle Besucher zeigten sich von der eingestetzten MPEG-2-Komprimierung (4:2:2 mit 40 Mbit) äußerst beeindruckt, bot sich doch hier erstmals die Möglichkeit direkt mit ISDN-Konferenz-Bildern zu vergleichen.

Abschließend wurde noch eine Messreihe mit von der Fa. Lux AV freundlicherweise zur Verfügung gestellten Geräten durchgeführt, die eine zuverlässige Übertragung der Tektronix-Codecs in Broadcastqualität bis 6,1 MHz zeigte. Die Spektren sind im Anhang dargestellt. Bei vergleichender Messung zeigte sich ein deutlicher Qualitätsvorteil zugunsten einer externen Digitalisierung im Digitalcodec gegenüber dem M2-Serie Codec mit analogen Videokarten.

2.7 Messergebnisse

2.7.1 Subjektive Messungen

Im Rahmen von Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen wurden Gruppen von 20 bzw. 50 randomisiert ausgewählten Personen gebeten, die Bildqualität zu beurteilen. In unterschiedlichen Abschnitten der Übertragungen wurden zum Einen verschiedene Komprimierverfahren (MPEG1, MP@ML und MPEG2 (4:2:2)), zum Anderen unterschiedliche Bandbreiten eingesetzt.

Erstaunlicherweise konnten über 90% der Teilnehmer die Qualitätsunterschiede exakt abstufen.

Die Qualität der Übertragungen wurde bei einer Skala von 1-6 bei

MPEG1, alle Bandbreiten	mit	4,5
MP@ML, 2 Mbit/sec	mit	3,0
MP@ML, 6 Mbit/sec	mit	2,0
MPEG2 (4:2:2), 6 Mbit/sec	mit	1,5
MPEG2 (4:2:2), 15 Mbit/sec	mit	1,3
MPEG2 (4:2:2), 40 Mbit/sec	mit	1,0

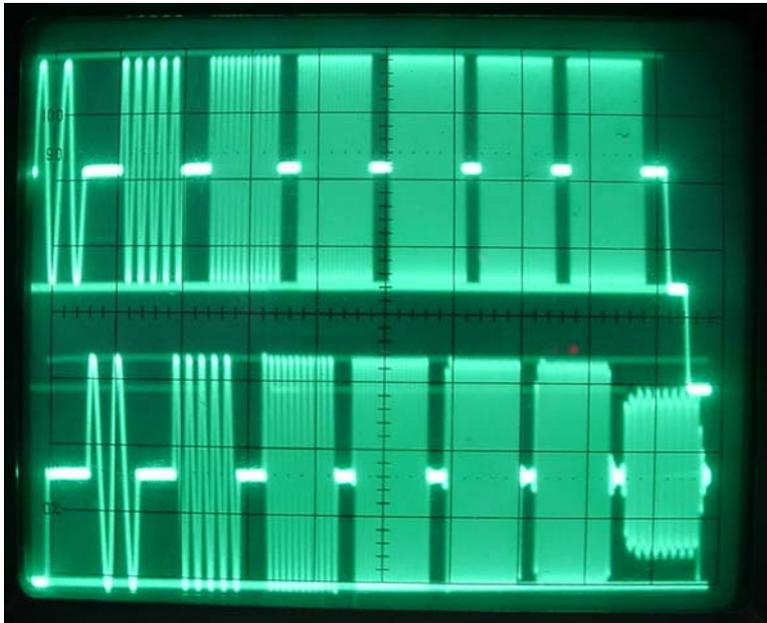
bewertet.

Legt man hier einen Maßstab an, so sind qualitativ niedere Verfahren für den Zweck der Aus- und Weiterbildung geeignet, zur Qualitätssicherung wird ein qualitativ hochwertiges Komprimierverfahren gefordert.

2.7.2 Objektive Messungen

Verzögerungszeit (Latency)

Bei objektiven Messergebnissen zeigte sich bei Verwendung eines Multiburst-Videostrahles und eines 1 kHz Pegeltones eine messbare Verzögerungszeit (Latency) zwischen gesendetem Quellen-Signal (Source) und durchgeschleiftem Signal am Ausgang des Decoders. Diese ließ sich am Ende des Projektes auf um 200 msec in einer Richtung reduzieren und ist in der Grafik durch den Rechtsversatz der unteren Kurve dargestellt (400 msec bei geschleiftem Signal).



Multiburst-Strahl mit Source (oben) und codiertem Signal (unten)

Die Latency war unabhängig davon ob das Signal direkt im Codec geschleift wurde, oder über die Strecke erst in der Gegenstelle vor dem Codec geschleift wurde, die Strecke hatte somit keinen messbaren Einfluss auf die Latency. Lediglich das neuerliche Decodier- und Encodierverfahren im Codec der Gegenstelle machte sich wieder bemerkbar durch eine Verdopplung der Latency. Zusammenfassend kann somit gesagt werden, dass der Digitalisiervorgang für die Latency verantwortlich ist; im Laufe des Projektes konnte durch Aktualisierung der Firmware der Codecs die Latency so auf 200 msec pro Richtung gesenkt werden.

Bildqualität

Zwei Faktoren ließen sich objektiv messen:

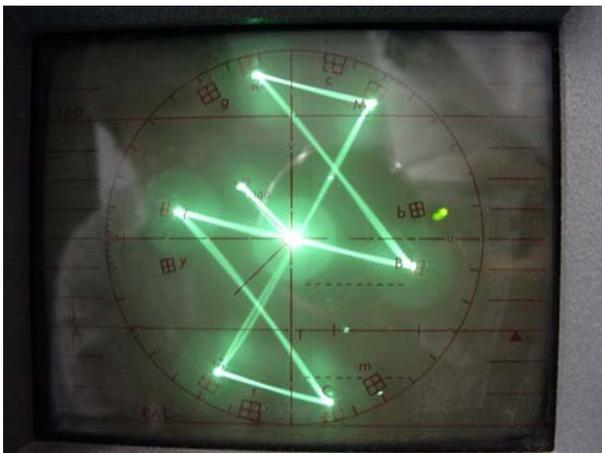
Zum Einen die Schärfe/ bzw. Unschärfe der Bilder, hier fiel eine leichte symmetrische Unschärfe auf.

Zum Anderen ein Verlust der Frequenzen oberhalb von 6,2 MHz, was von der Qualität her durchaus Studioqualität entspricht und auf das Verfahren der A/D-Wandlung zurückzuführen ist.

Bildqualität – Unschärfe:

Bei Abbildung einzelner Bildpunkte im Koordinatensystem zeigte sich ein minimaler Versatz um einen zentralen fixen Mittelpunkt.

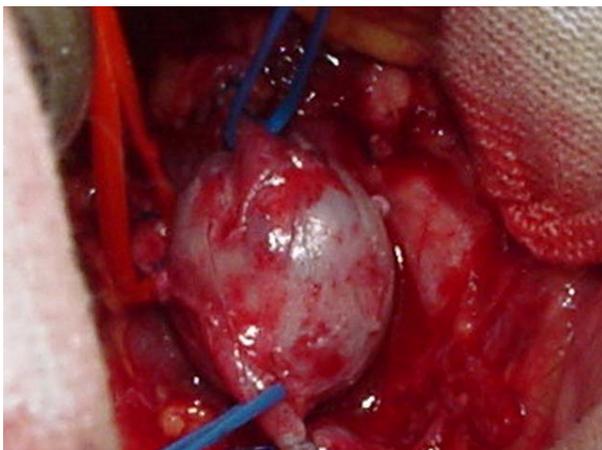
Diese symmetrische Unschärfe wirkte sich insgesamt kaum störend auf die Übertragungen aus und beeinträchtigte das gute Ergebnis nicht.



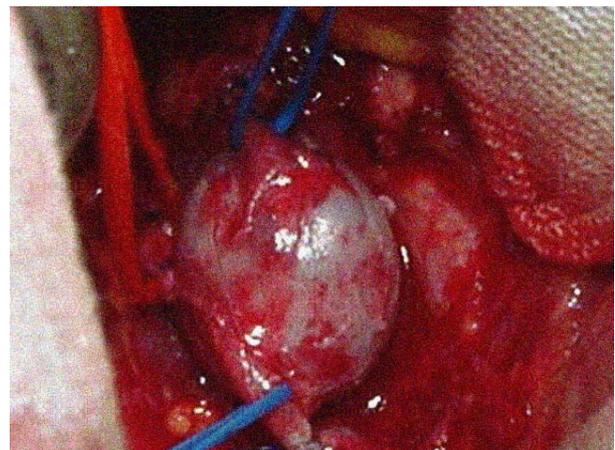
Source-Signal



codiertes Signal, source überlagert



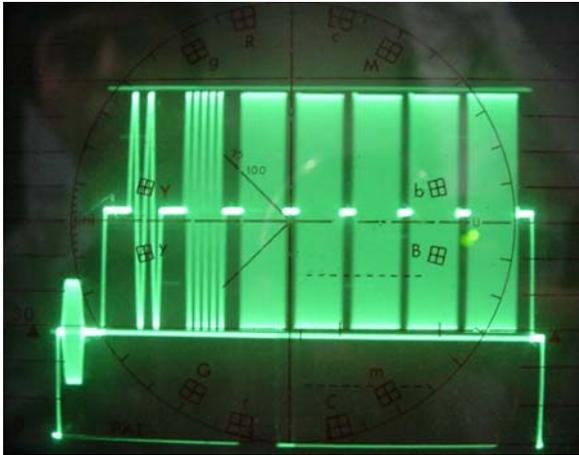
Beispielbild – Gefäßchirurgie (Source)



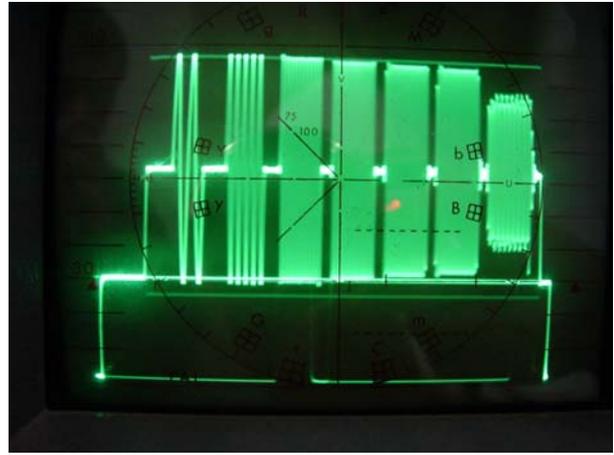
Beispielbild – Gefäßchirurgie (codiert)

Bildqualität - Frequenzveränderung

Ein codiertes Multiburst-Signal mit Frequenzen von 0,5 bis 10 MHz zeigte im Rahmen des Encoding/Decoding-Prozesses eine Veränderung der Frequenzen beginnend bei 5,6 MHz und ein Fehlen der Frequenzen oberhalb von 6,5 MHz.



Multiburst – Source



Multiburst – codiert

Insgesamt ein sehr gutes Ergebnis, liegt doch ein Video im Studiobereich ebenfalls im Bereich unter 5 MHz.

3. Verwendete Übertragungs- und Codierverfahren

Ob verfügbare Codierverfahren und die im Gigabit Testbed Süd erstmals verfügbaren Übertragungstechniken mit hoher Bandbreite die Basis für eine Telepräsenz darstellen würden, die dem menschlichen optischen/akustischen Wahrnehmungsvermögen optimal entspricht war eine der Kernfragen des Projektes. Zunächst eine Aufstellung der verwendeten technischen Schnittstellen bzw. Komponenten.

3.1 Bildsignale

Zur Übertragung von Videodaten standen mehrere Signalarten zur Verfügung.

3.1.1 Standards

Der folgende Abschnitt enthält eine Übersicht der verwendeten Bild-Signal-Formen. Ein wichtiges Unterscheidungskriterium ist dabei die **Linienauflösung**, die maximale Anzahl von darstellbaren und erkennbaren schwarz-weiß Sprüngen in horizontalen Ebenen.

F-BAS (Fernsehbild, VHS, Umatic):

Signal wird über eine Phase geleitet

Summe der Einzelsignale für Synchronisationssignal vertikal und horizontal, Luminanz Anteil (Helligkeit) sowie dem modulierten Farbsignal.

maximale Auflösung am Endgerät: 250 Linien

Y/C (S-VHS, Hi 8):

Signal wird über zwei Phasen geleitet

Y = Synchronisationssignal vertikal und horizontal, Luminanz Anteil

C = moduliertes Farbsignal läuft getrennt

maximale Auflösung am Endgerät: 400 Linien

Frequenzbandbreite: Y 5 MHz, C 2,5 MHz

RGB (optional plus Sync, normalerweise Sync on green):

Signal wird über drei (vier) Phasen geleitet

R = rotes Farbsignal

G = grünes Farbsignal (plus Sync on green)

B = blaues Farbsignal

S = Synchronisations und Luminanzsignal

maximale Auflösung am Endgerät 600 - 800 Linien, kameraabhängig

Frequenzbandbreite: R, G und B jeweils mit 5MHz

YUV (Betacam):

Signal wird über drei Phasen geleitet

Y = Synchronisations und Luminanzsignal

U = B - Y (blau minus Y) Farbdifferenzsignal blau abzüglich Synchronisationssignal

V = R - Y (rot minus Y) Farbdifferenzsignal rot abzüglich Synchronisationssignal

maximale Auflösung am Endgerät 600 - 800 Linien, Kameraabhängig

Frequenzbandbreite: Y 5 MHz, U und V 2,5 MHz

Digital Beta:

10 Bit serielles Videosignal, 2:1 Kompression

Datenstrom 270 Mbit/s Aufteilung der Phasen entsprechend Betacam YUV

Frequenzbandbreite Y 6,75 MHz, U und V 3,75 MHz

DVCAM:

10 Bit serielles Videosignal, 2:1 Kompression

Datenstrom 270 Mbit/s Aufteilung der Phasen entsprechend Betacam YUV

Frequenzbandbreite Y 6,75 MHz, U und V 3,75 MHz

3.1.2 Auswahlkriterien und Bewertungen:

Für die Einrichtung einer Videovernetzung mit dem Anspruch der Übertragung von Bildern in Broadcastqualität standen im semi-professionellen Bereich die oben genannten Systeme zur Verfügung.

F-BAS und **Y/C** als Signalverarbeitung schieden bei der Nachbearbeitung von aufgezeichnetem Material wegen zu niedriger Auflösung aus. Bereits in der zweiten Generation (Kopie vom Original) waren Artefakte zu verzeichnen. Bei Direktübertragungen zeigten diese Bilder Schwächen in Farbgebung und Kontrastierung.

Die übrigen Videosignale ähnelten sich in der Auflösung untereinander und standen sich bei einer Direktübertragung in der Qualität in nichts nach:

Digital Betacam war noch nicht finanzierbar, außerdem erwies sich das uneinheitliche Format der digitalen Bildverarbeitung durch unterschiedliche Firmen als problematisch.

Die in Zukunft zu erwartende digitale Bildarchivierung und Verarbeitung lässt sich bei Durchsetzen einer Technologie problemlos nachrüsten.

RGB war in der Frequenzbreite am Umfangreichsten. Diese Auflösung konnte jedoch vom menschlichen Auge nicht differenziert werden. Zudem existierte kein Aufzeichnungsmedium für RGB.

YUV hatte sich als Standard im professionellen und semi-professionellen Bereich durchgesetzt. Die Auflösung der Videosignale war ausreichend, die Aufzeichnung hochwertig und zeigte bei Messungen erst in der fünften bis sechsten Generation Schwächen.

Als Übertragungssignal haben wir in unserem Hause YUV Komponentensignale eingesetzt. Als Standardverarbeitungssignal aller professioneller Videoendgeräte resultierte hieraus volle Kompatibilität der denkbaren Endgeräte wie Monitore, Projektoren, LWL-Wandler und letztendlich auch des einzusetzenden Codec. Für das vorliegende Projekt war somit lediglich eine moderate Erweiterung der eigenen Infrastruktur notwendig.

3.2 Codierverfahren

Die verschiedenen professionellen Digitalisierungstechniken zur Weiterverarbeitung bzw. für Direktübertragungen waren vielfältigst. So verwendete nahezu jedes auf dem Markt angebotene digitale, non-lineare Schnittsystem ein eigenes, modifiziertes Encoding- und Decodingverfahren.

Die anfangs vom RRZE bereitgestellten Übertragungstechniken mit **Motion-JPEG** auf Basis von **K-NET Cellstack** oder entsprechenden Interfaces für FORE-ATM-Switches konnten die erforderliche Qualität für Medizinbildübertragung nicht erfüllen, da deren Übertragungsbandbreiten mit bis maximal 15 Mbit/s keine entsprechende Farbtiefe und Kontrastierung gewährleisteten, bei gleichzeitig fehlender Tonsynchronität. Durch Verdopplung der Übertragungseinrichtungen konnte Hin- und Rückkanal getrennt übertragen werden, wodurch ca. 25Mbps ausgenutzt werden konnten.

MPEG2 sah zwei Übertragungs-/Qualitätsprofile vor:

- Main Profile @ Main Level mit Bitraten bis 15Mbps
- Professional Profile mit Bitraten bis 50Mbps

Auf dem Markt verfügbar waren mehrstufige Übertragungstechniken. Sie bestanden aus

- Wandlern, die (verschiedene) Kamerasignale in ein einheitliches Digitalsignal (D1) transformierten und
- MPEG2-Encodern/Decodern, die das Signal komprimieren/dekomprimieren und in DVB-Format wandeln, wobei hier die Encoder besonders kostspielig waren.
- Geräten, die DVB-Code in ATM (z.B. 34Mbps) ein- bzw. entpackten.

Im Institut für Rundfunktechnik (IRT) in München wurde zur Anwendung in der Fernsehtechnik ein Digitalisierungsverfahren mit einer Wandlungskapazität von 270 Mbit/s PAL-Kamera-Signalen in einen bis 150 Mbit/s betragenden Datenstrom entwickelt, mit dem Bild und Tonsignale in sogenannter „nearlossless“-Qualität übertragen werden konnten.

3.3 Übertragungsverfahren

Als Übertragungsverfahren wurde im Projekt grundsätzlich ATM (über STM) eingesetzt.

3.4 Übertragungswege

Eine zentrale Regie wurde eingerichtet, von der aus alle Teilnehmer über eine Videokreuzschiene verschaltet werden konnten. Sämtliche Audioleitungen konnten über drei Mischer geschaltet werden. So war eine Trennung zwischen hausinternem und externem Ton sowie einem Regieton möglich. Im Bereich des Hörsaals wurde ein Anschlusspaket geschaffen, das den digitalen Codecwandler beinhaltete. Es wurde ein Ausgangssteckfeld für Komponentensignale (YUV) und ein entsprechendes Steckfeld für ankommende Signale vorgesehen. Entsprechend waren die Tonleitungen installiert worden. Ankommende und abgehende Signale, Ton wie auch Video, wurden auf Kontrollmonitoren beurteilt.

Die eingehenden Signale wurden zunächst auf einen Ton und Videoverteiler mit einer entsprechenden sogenannten Kreuzschiene (Regie Hörsaal) gelegt. Von dort aus wurde das Signal an den Verbraucher weitergeschaltet. Über einen weiteren Kontrollmonitor wurde das Signal auf Lichtwellenwandler gelegt und über die LWL-Strecke in den OP exportiert. Hier (Regie OP) zurückverwandelt, erneut auf einem Monitor kontrolliert, erfolgte über ein weiteres Steckfeld die Aufschaltung auf den entsprechenden OP-Saal, wo die Ausgabe an den Endmonitor erfolgte. Zeitgleich konnte im Hörsaal jederzeit der Dialog über eine Videoleinwand verfolgt werden.

Der Bildexport gestaltete sich entsprechend. Die verschiedenen Bildsignale vom OP-Feld wurden aus mindestens zwei verschiedenen Kamerablickwinkeln synchron aufgenommen. Zur Orientierung bzw. zur exakten Beurteilung der Operationstechniken bei fehlender stereotaktischen Sehweise waren verschiedene Blickwinkel notwendig. Um Verzögerungen beim Fortgang der Operation und dem damit verbundenen Anstieg des Operationsrisikos für den Patienten zu vermeiden,

waren mehrere Kamerafixpunkte eingerichtet, die sich mittig in der Deckenlampe und an einem zusätzlichen Kameraausleger befanden .

In einigen Fällen wurde eine Übersichtskamera als zusätzliche mobile Kameraeinheit zur Aufzeichnung von Anatomieskizzen und Schemazeichnungen mit Lymphknotenentnahmestellen zu Operationsschritten verwendet und zum besseren Verständnis während der Operation über die Regie eingespielt. Nach Abwurf des Resektates konnte dieses ebenso in Aufsicht detailliert gezeigt werden.

Diese Signale wurden in den Regieraum OP gesendet, dort nach Monitorkontrolle in Lichtwellensignale gewandelt und über LWL-Leiter in den Hörsaal exportiert. Da die moderne LWL-Wandler mit Videorückkanal serienmäßig zweimal Komponentensignale wandeln, war hier nur ein Wandler erforderlich. Durch das Durchschleifen beider Videosignale direkt aus dem OP in den Hörsaal ohne Regievorauswahl ist hier die Einsparung eines Regieassistenten möglich. Ein Intercom-Ton für Regieanweisungen an Kamera und Ton wurde zusätzlich zu Funkansteckmikrofonen für den Operateur und den 1. Assistenten angeschafft.

Im Hörsaal erfolgte nun die Rückwandlung der LWL-Signale und die Begutachtung über zwei Monitore. Dort wurde nun die Auswahl über die nach München zu exportierenden Signale durchgeführt. Aufgelegt auf die bereits erwähnte Kreuzschiene wurde das Signal an die Codecbox weitergeleitet, zuvor letztmals per Monitor kontrolliert und auf Betacam – Bänder aufgezeichnet.

In München, im Gegenstück zur Erlanger Codec Box, erfolgte die Rückübersetzung der Bild- und Toninformation in einem beliebigen Gebäudeteil. Entsprechend des Erlanger Ausbaus wurde das Signal weiterverteilt, durch Umstecken wahlweise in die dortige Bibliothek, den Hörsaal oder die Operationsabteilung. Den Betrachtern wurde ein Komponentensignal auf zwei Monitore gelegt und ggf. die Beameranlage und eine Konferenzkamera zur Aufnahme eingesetzt.

Im Falle der Gegenübertragung waren die bereits benannten Signalwege einfach umzudrehen.

4. Medizinische Qualitätssicherung durch Telepräsenz

4.1 Zielformulierung

Entsprechend der Industrienorm ISO 2002 ist eine gesetzliche Grundlage zur Zertifizierung von Kliniken geschaffen worden. Mit den Instrumenten der internen und vor allem der externen Qualitätssicherung sollte in manchen Bereichen ein Gütesiegel für Kliniken formuliert werden.

Die angestrebte Bilddatenübertragung zwischen den Chirurgischen Kliniken der Technischen Universität München und der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg hatte zum Ziel eine Etablierung der externen Qualitätssicherung, die es ermöglichen sollte, die Kontrolleure im Bedarfsfall schnell und unverzüglich zu erreichen, ohne dass die eigene Klinik verlassen und längere Reisezeit in Kauf genommen werden müssten.

Eine derartige Kontrollfunktion über andere Operateure auszuüben war in der Medizin bislang noch nicht versucht worden.

Der erste Schritt zur Vermittlung des erforderlichen Vorgehens war die Erstellung von Leitlinien. Hierzu wurde 1996 und 1997 von der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie und der Deutschen Krebsgesellschaft jeweils gleichlautende Leitlinien sowohl zur Therapie des Magenkarzinoms, wie auch des kolorektalen Karzinoms veröffentlicht. Beide Kliniken waren maßgeblich an der Erstellung dieser Leitlinien beteiligt.

Mit diesem Projekt war nun mittels modernster Videotechnik zu prüfen, inwieweit Operateure die durch Leitlinien vorgegebenen Operationsschritte tatsächlich nachvollziehen.

Dies war vor dem Hintergrund zu sehen, dass bei kurativ operablen malignen Tumoren der Operateur einer der wichtigsten prognostischen Faktoren nicht nur bezüglich der Häufigkeit postoperativer Komplikationen, sondern auch des Langzeitüberlebens darstellt (Kessler H. (1996) „Oncologic surgery in advanced age: results in colorectal carcinoma,, Langenbecks Arch Chir Suppl Kongressbd 113: 499-501; Hermanek P. (1995) „Prognostic factors of rectum carcinoma--experience of the German Multicentre Study SGCRC. German Study Group Colo-Rectal Carcinoma,, Tumori 81(3 Suppl): 60-4; Hermanek P. (1997) „Prognostic factors in malignant

tumors--significance for quality management,, Z Arztl Fortbild Qualitätssich 91(3): 289-92; Hohenberger W. (1997) „The Effect of Specialization or Organisation of Rectal Cancer Surgery,, in Søreide O. et al.: „Rectal Cancer Surgery,, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 353-63; Siewert J.R. et al. and the German Gastric Carcinoma Study Group (1993) Prognostic relevance of systematic lymph node dissection in gastric carcinoma,, Br J Surg 80: 1015-1018; Böttcher K. et al. (1992) „ Prognosefaktoren beim Magencarcinom. Ergebnisse einer uni- und multivariaten Analyse,, Chirurg 63: 656-661; Bollschweiler E. et al. (1993) „Is the prognosis for Japanese and German patients with gastric cancer really different,, Cancer 71:2918-2925).

4.2 Vorleistungen

Eines der wesentlichen Medien um operative Techniken zu vermitteln war althergebracht die Darstellung von Operationsverfahren mittels Operationsvideos. Es hatte sich gezeigt, dass damit wesentliche Schritte besser erfasst werden können. Das Medium Video führt jedoch zu einer einseitigen Wissensvermittlung, ohne dass hierdurch eine unmittelbare Kontrollfunktion erreicht werden konnte.

Beide Kliniken hatten zu beiden Thematiken, jeweils entsprechend ihrem Schwerpunkt mehrere Lehrfilme verfasst, die beispielsweise auch Eingang gefunden haben in die Videobibliothek der deutschen Gesellschaft für Chirurgie

Daneben haben, wiederum entsprechend ihrem Schwerpunkt, beide Kliniken in der Vergangenheit Studien durchgeführt, welche wegweisende Ergebnisse erbrachten.

In München wurde unter der Leitung von Prof. Dr. J. R. Siewert eine Magenkarzinom-Studie durchgeführt, in Erlangen erfolgte unter Prof. Dr. P. Hermanek (ehemaliger Leiter der Abteilung klinische Pathologie des Pathologischen Institutes) die Koordination der Studiengruppe kolorektales Karzinom.

In beiden Kliniken war bereits ein hoher Kenntnisstand bzgl. Videoübertragung vorhanden (vgl. 4.1)

4.3 Medizinische Prüfverfahren

Es wurden, den Leitlinien gemäß, in der Münchener Klinik die Schritte beim Magenkarzinom und in der Erlanger Klinik die entsprechenden Schritte einer rechtsseitigen Hemikolektomie, bzw. einer tiefen anterioren Rektumresektion durchgeführt. Im weiteren Verlauf des Projektes wurde dies auf alle malignen Tumore sowie benigne Erkrankungen ausgedehnt.

Die Qualität einer onkologischen Operation ist zu messen an der Häufigkeit von lokoregionären Rezidiven und 5-Jahres-Überlebens-Raten. Da dieses Intervall zur unmittelbaren Erfassung einer onkologischen Operation nicht ausreicht, muss man weitere Parameter, welche indirekt auf die Qualität onkologischer Chirurgie hinweisen, heranziehen.

Dies sind bei allen Tumoren im wesentlichen die Anzahl entfernter Lymphknoten. Beim Magenkarzinom zudem der Abstand des Tumorrandes von den Resektionslinien und die Anzahl der Lymphknoten in den verschiedenen Kompartimenten. Beim Kolonkarzinom die Länge des Resektates und beim Rektumkarzinom die Vollständigkeit der Hüllfaszie um das sog. Mesorektum. Diese Parameter konnten unmittelbar postoperativ bereits erfasst werden.

Bei diesem Projekt wurde jedoch noch ein weiteres Kriterium untersucht; inwieweit während der Übertragung seitens der kontrollierenden Klinik (Kontrollklinik für Magenkarzinom: Klinikum rechts der Isar, München, Kontrollklinik für kolorektales Karzinom: Chirurgische Klinik Erlangen) eine Erfassung zur gegenseitigen Überprüfung des operativen Vorgehens möglich war. Dies war, wie unter 3.4 dargestellt mittels der verwendeten Verfahren sehr gut möglich.

Anhand eines Protokolls wurde die den eigenen Richtlinien entsprechende Vorgehensweise graduell bewertet.

Dieses Protokoll wurde in einem ersten Schritt an jeweils zehn Operationen der betreffenden Lokalisation evaluiert. zu jeder Operation wurde mit Freitext zusätzlich ein Protokoll angefertigt, welches über die o.g. Kategorien hinausgehende Anmerkungen aufnahm.

In der zweiten Hälfte des Projektes und gegen Ende der Laufzeit wurden darüber hinaus eine Vielzahl von Operationen bei anderen malignen Tumoren durchgeführt und in der gegenüberliegenden Klinik bewertet. Auch andere Krankheitsbildern, z.B. endokrine Chirurgie, Herzchirurgie wurden evaluiert.

4.4 Prüfprotokoll

medizinische Qualität

A über eigenes Vorgehen hinausgehend (evtl. vorteilhaft, Verbesserung eigener Ergebnisse)

B dem eigenen Vorgehen entsprechend (gemäß den Leitlinien)

C ungenügendes Vorgehen

technische Qualität (Bild bzw. Ton)

0 Wiedergabe zur Beurteilung nicht ausreichend

1 Wiedergabe zur Beurteilung ausreichend

	Qualität			Bild		Ton	
Magenkarzinom							
M1: Dissektion der A. hepatica communis	A	B	C	1	0	1	0
M2: Dissektion der hinteren pancreatico-duodenalen Lymphknoten	A	B	C	1	0	1	0
M3: Dissektion der A. lienalis bzw. der linksseitigen Pankreas-LK	A	B	C	1	0	1	0
M4: Dissektion des Milzhilus	A	B	C	1	0	1	0
M5: Dissektion mediastinal	A	B	C	1	0	1	0
M6: Dissektion links-aortal	A	B	C	1	0	1	0
M7: Zugangswege	A	B	C	1	0	1	0
M8: Resektionsausmaß	A	B	C	1	0	1	0
Kolorektales Karzinom							
1. Hemikolektomie rechts							
K11: Dissektion der A. gastroepiploica dextra	A	B	C	1	0	1	0
K12: Dissektion Pankreaskopf	A	B	C	1	0	1	0
K13: Dissektion V. mesenterica sup.	A	B	C	1	0	1	0
K14: Dissektion A. mesenterica sup.	A	B	C	1	0	1	0
K15: Zugangsweg	A	B	C	1	0	1	0
K16: Resektionsausmaß	A	B	C	1	0	1	0
2. anteriore Rektumresektion							
K21: aboraler Sicherheitsabstand	A	B	C	1	0	1	0
K22: Durchtrennungsebene des Mesorektums	A	B	C	1	0	1	0
K23: Zugangsweg	A	B	C	1	0	1	0
3. tiefe anteriore Rektumresektion							
K31: komplette Entfernung des Mesorektums	A	B	C	1	0	1	0
K32: aboraler Sicherheitsabstand	A	B	C	1	0	1	0
K33: Schonung der autonomen Nerven	A	B	C	1	0	1	0
K34: Zugangsweg	A	B	C	1	0	1	0

5. Verwendete Mittel

5.1 Personal

5.1.1 Personalplanung

Erlangen:

Lfd. Nr.	Anzahl	Art des Mitarbeiters	Verwendungszweck	Besoldung	Finanzierung
I	1	Informatiker mit medientechn. Erfahrung	Erstellung und Aufrechterhaltung der Verbindung im Sendebetrieb, Etablierung und Prüfung der Übertragungsstrecke Operationsbereich Chirurgie	BAT 2a DM 200 000.-	DFN
II	1	Stud. Hilfskraft halbtags	Organisationsassistentz, Protokollierung, Hilfsdienste, Kameraassistentz	18 Stunden pro Woche DM 20 000.-	DFN
III	4	Ärzte mit medientechn. Erfahrung jeweils mit ca. 10 Std./Woche	Konzeption der Übertragungen, Durchführung der Übertragungen, Kamerabedienung, Regie und Regieassistentz, Fehlersuche und Fehlerelimination	BAT 2a C 1 Jeweils ¼ von DM 200 000.-	Chirurgie Erlangen
IV	2	Doktoranden	Protokollierung und Auswertung der Videodatenverbindung	Unkostenaufwandsentschädigung	Chirurgie Erlangen

München:

lfd. Nr.	Anzahl	Art des Mitarbeiters	Verwendungszweck	Besoldung	Finanzierung
VI	½	Informatiker mit medientechn. Erfahrung	Erstellung und Aufrechterhaltung der Verbindung im Sendebetrieb, Etablierung und Prüfung der Übertragungsstrecke	½ BAT 2a DM 100 000.-	DFN
VII	2	Ärzte mit medientechn. Erfahrung	Konzeption der Übertragungen, Durchführung der Übertragungen, Kamerabedienung, Regie und Regieassistentz, Fehlersuche und Fehlerelimination	BAT 2a C 1 Jeweils ¼ von DM 100 000.-	Chirurgie München
VIII	1	Hilfskraft halbtags	Organisationsassistentz, Protokollierung, Hilfsdienste, Kameraassistentz	18 Stunden pro Woche DM 20 000.-	DFN

5.1.2 Personalumsetzung

Erlangen:

lfd. Nr.	Anzahl	Art des Mitarbeiters	Verwendungszweck	Besoldung	Finanzierung
I	1	Team der MEDITOS GmbH mit medientechn. Erfahrung	Erstellung und Aufrechterhaltung der Verbindung im Sendebetrieb, Etablierung und Prüfung der Übertragungsstrecke Operationsbereich Chirurgie	BAT 2a DM 200 000.-	DFN
II	1	Stud. Hilfskräfte der MEDITOS GmbH	Organisationsassistentz, Protokollierung, Hilfsdienste, Kameraassistentz	18 Stunden pro Woche DM 20 000.-	DFN
III	4	Ärzte mit medientechn. Erfahrung jeweils mit ca. 10 Std./Woche	Konzeption der Übertragungen, Durchführung der Übertragungen, Kamerabedienung, Regie und Regieassistentz, Fehlersuche und Fehlerelimination	BAT 2a C 1 Jeweils ¼ von DM 200 000.-	Chirurgie Erlangen
IV	2	Freie Mitarbeiter der MEDITOS GmbH	Protokollierung und Auswertung der Videodatenverbindung	Unkostenaufwandsentschädigung	Chirurgie Erlangen

München:

lfd. Nr.	Anzahl	Art des Mitarbeiters	Verwendungszweck	Besoldung	Finanzierung
VI	½	Informatiker mit medientechn. Erfahrung	Erstellung und Aufrechterhaltung der Verbindung im Sendebetrieb, Etablierung und Prüfung der Übertragungsstrecke	½ BAT 2a DM 100 000.-	DFN
VII	2	Ärzte mit medientechn. Erfahrung	Konzeption der Übertragungen, Durchführung der Übertragungen, Kamerabedienung, Regie und Regieassistentz, Fehlersuche und Fehlerelimination	BAT 2a C 1 Jeweils ¼ von DM 100 000.-	Chirurgie München
VIII	1	Hilfskraft halbtags	Organisationsassistentz, Protokollierung, Hilfsdienste, Kameraassistentz	18 Stunden pro Woche DM 20 000.-	DFN

5.2 Geräte

Aufnahme-/Wiedergabe-Einrichtungen

Erlangen:

Siehe Abrechnungen

München:

Siehe Abrechnungen

Übertragungseinrichtungen

Sowohl für Erlangen als auch für München wurde aus Projektmitteln

- je ein nearlossless'-Codec der Fa. Tektronix M2T300 mit digitaler Encoder- und Decoderkarte

- je ein ATM-Traffic-Shaper von Cellware

Eigenbeteiligung:

Zeitweilig zur Verfügung gestellt wurden:

vom RRZE: MJPEG-Codecs sowie MPEG1-Codecs der Fa. CellStack oder Newbridge

Die weitergehende Eigenbeteiligung des RRZE wurde im übergreifenden Betreuungsprojekt aufgeführt.

5.3 Sonstige Kosten

Reisekosten, siehe Abrechnung

5.4 Aufstellung der Gesamtkosten

	Bereich	Gesamtkosten	Projektmittel	Eigenbeteiligung
5.1	Personal	640.000.- DM	340.000.- DM	300.000.- DM
	Erlangen		220.000.- DM	200.000.- DM
	München		120.000.- DM	100.000.- DM
5.2	Geräte	602.000.- DM	386.000.- DM	216.000.- DM
	Erlangen		308.000.- DM	216.000.- DM
	München		78.000.- DM	
5.3	Sonstige Kosten	5.000.- DM	5.000.- DM	
	Erlangen	2.500.- DM	2.500.- DM	
	München	2.500.- DM	2.500.- DM	
5.4	Summen	1.247.000.- DM	731.000.- DM	516.000.- DM

Die detaillierte Kostenaufstellung geht aus der Aufstellung des Referats Fc der Verwaltung des Klinikums der Friedrich-Alexander-Universität hervor

6. Öffentlichkeitsarbeit und Veröffentlichungen

- **„Möglichkeiten und Grenzen der Telemedizin in der Endoskopie“**
H. Weber, T. Horbach, C. Schick, H. Groitl, W. Hohenberger
Endoskopie heute, 13. Jahrgang, Heft 1, März 2000, Thieme, S. 50
- **„Telematik in der Chirurgie - Zusammenarbeit zwischen Klinik und Praxis“**
H. Weber, W. Hohenberger
in "Telemedizinführer Deutschland Ausgabe 2001" / Achim Jäckel (Hrsg.) - Ober
Mörlen: Medizin Forum AG: Dt. Medizin Forum, 2000, ISBN 3-00-007017-6
- **„Möglichkeiten und Grenzen der Telekonsultation in der Endoskopie“**
H. Weber, T. Horbach, H. Groitl
34. Symposium der Chirurgischen Arbeitsgemeinschaft für Endoskopie und
Sonographie (CAE) der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie, 25. – 26.
September 1998 in Rotenburg (Wümme)
- **„Telemedizin in Bayern – Das Virtuelle Tumorzentrum“**
R. Hanke, H. Weber, V. Weidinger
Symposium mit Fachausstellung anlässlich der Bayerischen Woche 1998 in
Moskau
6. – 7. Oktober 1998 in Moskau
- **„Modern Medical Communication Networks Medizinisches Intranet
Mittelfranken e.V. – ,Medical Intranet Central Franconia Association““**
V. Weidinger, R. Hanke, H. Weber
G7 SP4 Forum Meeting „The Impact of Telemedicine on Health Care
Management“
21. – 23. November 1998 in Regensburg
- **„The Virtual Tumor Center of Erlangen“** am 09.12.1998
H. Weber, R. Hanke, V. Weidinger, A- Thierauf, S. Petsch, W. Hohenberger
„Advances in Oncology“ bei „Surgery Meets High-Tech in the Information Age“
09.-12.12. 1998 München, 4th International Congress on new Technology in
Surgery AECV
- **„The Telemedicine Project Erlangen-Munich in Colorectal and Gastric
Cancer“**
H. Weber, J. Gusinde, P. Holleczeck, M. Etter, H. Feussner, W. Hohenberger
„Advances in Oncology“ bei „Surgery Meets High-Tech in the Information Age“
09.-12.12. 1998 München, 4th International Congress on new Technology in

Surgery AECV

- **„Möglichkeiten der Telemedizin in der Endoskopie“** am 05.03.1999
H. Weber, T. Horbach, W. Hohenberger
XXIX. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Endoskopie und bildgebende Verfahren 03.-06.03.1999, München
- **„Ein virtuelles Gefäßzentrum – Teil der Gesundheitsplattform der Zukunft“**
am 18.03.1999
H. Weber, D. Böckler, W. Lang
XX. International Vascular Workshop 13.-20.03.1999, Obergurgl, Österreich
- **„GIGABIT-TESTBED SÜD: Vergleich unterschiedlicher Übertragungs- und Codierverfahren von hochaufgelösten Videosignalen anhand der Qualitätssicherung in der Tumorchirurgie“** am 22.03.1999 und 24.03.1999
CEBIT 99, 21.-24.03.1999, Hannover
- **„Telemedizin – Anforderungen für die Zukunft aus Sicht der Kliniken“** am 24.03.1999
Forum Medizin-Technik-Pharma-Gesundheit 24.03.1999, Erlangen
- **„Telemedizin – Innovative Kommunikationstechniken in der Medizin“** am 11.04.1999
Gesundheits-Messe 09.-11.04.1999, Nürnberg
- **„Telemedizin – Anforderungen für die Zukunft“** am 08.06.1999
Fortbildungsreihe „Erlanger Internisten“ 08.06.1999, Erlangen
- **„Ein virtuelles Tumorzentrum – Gesundheitsplattform der Zukunft am Beispiel des kolorektalen Karzinoms“** am 18.06.1999
9. Kongreß der Chirurgenvereinigung Sachsen-Anhalt 17.-19.06.1999, Lutherstadt Wittenberg
- **„Telemedizin – Aktueller Stand – zukünftige Entwicklungen“** am 02.11.1999
Informationsveranstaltung Telemedizin der Kassenärztlichen Vereinigung Bayerns, Nürnberg
- **„Telemedizin – Innovative Kommunikationstechniken in der Medizin“** am 04.12.1999
Gesundheitsforum 99, 03.-05.12.1999, Erlangen
- **„Telemedizin – Überblick“** am 12.01.2000
Interdisziplinäres Radiologisches Colloquium – Telemedizin, Erlangen
- **„GIGABIT-TESTBED SÜD: Vergleich unterschiedlicher Übertragungs- und**

Codierverfahren von hochaufgelösten Videosignalen anhand der Qualitätssicherung in der Tumorchirurgie“

CEBIT 2000 DFN-Verein 23.02.-01.03.2000, Hannover

- **„Telemedizin – Überblick“** am 02.03.2000
Fortbildungsreihe der Erlanger Hausärzte - Telemedizin, Erlangen
- **„Möglichkeiten und Grenzen der Telemedizin in der Endoskopie“** am 24.03.2000
H. Weber, T. Horbach, C. Schick, H. Groitl, W. Hohenberger
XXX. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Endoskopie und bildgebende Verfahren 23.-25.03.2000, Hamburg
- **„Endoskopische Dokumentation integriert in eine bundesweite Gesundheitsplattform“** am 25.03.2000
H. Weber, V. Weidinger, R. Schmidt, D. Tübergen, M. Pross, T. Horbach
XXX. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Endoskopie und bildgebende Verfahren 23.-25.03.2000, Hamburg
- **„Telemedizin in der Gefäßchirurgie – Möglichkeiten und Grenzen einer Optimierung der Diagnostik“** am 05.04.2000
H. Weber, D. Böckler, C. Schick, W. Lang
16. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie 05.-09.04.2000, Nürnberg
- **„Advances in Medical Quality-Securing by New Network Technologies – Using the Gigabit Testbed South for Online Quality Control of Tumor Operations in Surgery“**
H. Weber, M. Graeve, S. Schoolmann, P. Holleczeck, W. Hohenberger
TERENA Networking Conference 2000 „Pioneering Tomorrow's Internet“, 22.-25.05.2000, Lissabon, Portugal
- **„Austausch telemedizinischer Daten über das Gigabit Testbed Süd zwischen München, Erlangen und Berlin - Aktuelle Entwicklungen und online-Präsentation“** am 14.07.2000
H. Weber, W. Hohenberger
4. Workshop der Arbeitsgruppe Telemedizin der Bayern-Innovativ, München
- **„Schmankerl moderner Chirurgie - Operationen zur Verbesserung der Lebensqualität“** am 10.10.2000
H. Weber, T. Horbach, C. Schick

Collegium Alexandrinum anlässlich der Projektvorstellung "UNI-TV" beim BMBF und bayerischen Wissenschaftsministerium

- **Übersichtsreferat auf Einladung: "Telematic in Surgery - The Past and The Future"**
am 19.10.2000
World Congress of High-Tech in Medicine, 16.-20.10.2000, Hannover
- Telekonferenz mit München/ kanad. Delegation aus Montreal, Quebec, Calgary, Toronto **"Telematic in Surgical Education and Consulting"**
am 27.11.2000
- Telekonferenz mit München/ Prof. Watanabe/Kanada **"Telematic in Surgical Education and Consulting - The Past and The Future – Gigabit-Applications"**
am 11.12.2000
- **„Olympischer Gedanke in der Telemedizin – Dabeisein ist alles oder höher, weiter, schneller“** am 16.03.2001
H. Weber, D. Böckler, S. Eder, W. Lang
Viszeralchirurgische Woche 2001, Wagrain, Österreich
- **„Olympischer Gedanke in der Telemedizin – Dabeisein ist alles oder höher, weiter, schneller“** am 17.03.2001
H. Weber, D. Böckler, S. Eder, W. Lang
XXII. International Vascular Workshop 12.-17.03.2001, Leogang, Österreich
GEWINN DES HONORARY PRESIDENT'S CUP 2001 mit diesem Vortrag
- **„Telemedizin – Behandlung per Mausclick“**
Gesprächssendung „alpha-Forum Wissenschaft“ Bayerischer Rundfunk, ausgestrahlt 8. und 9.12.1999
- **„Rotohr begrüßt Mondgöttin – Internet 2“**
Dokumentationssendung ZDF, ausgestrahlt 22.03.2000
- **„Schmankerl moderner Chirurgie - Operationen zur Verbesserung der Lebensqualität"** ausgestrahlt in Bayern alpha am 10.10.2000, 4.11.2000
- **„Ein virtuelles Tumorzentrum – Gesundheitsplattform der Zukunft“** am 08.04..1999
H. Weber, R. Hanke, A. Thierauf, V. Weidinger, S. Petsch, W. Hohenberger
116. Kongreß Deutsche Gesellschaft für Chirurgie 06.-10.04.1999, München

- **„Virtuelles Gefäßzentrum – Gesundheitsplattform der Zukunft?“** am 04.06.1999
H. Weber, D. Böckler, W. Lang
15. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie 02.-05.06.1999, Friedrichshafen
- **Sitzung „Computer in der Medizin“** am 18.06.1999
9. Kongreß der Chirurgenvereinigung Sachsen-Anhalt 17.-19.06.1999, Lutherstadt Wittenberg
- **Sitzung „New Technologies for Processing and Imaging Patient Data and Clinical Information“** am 20.10.2000
World Congress of High-Tech in Medicine, 16.-20.10.2000, Hannover

7. Konfigurationsskizze

