

U. Engelmann · M. Schwab · A. Schröter · P. Rusu · H.-P. Meinzer

Deutsches Krebsforschungszentrum, Abt. Medizinische und Biologische Informatik/H0100, Heidelberg

Evaluation des CHILI-Teleradiologienetzwerks nach 4 Jahren im klinischen Einsatz

Zusammenfassung

Das CHILI-Teleradiologienetzwerk besteht aus mehr als 60 installierten Systemen in Deutschland und den USA. Radiologische Bilder und kardiologische Multiframebilder werden mit Hilfe des CHILI-(Tele-)Radiologiesystems in Routine ausgetauscht. In diesem Artikel wird untersucht, wie das System im klinischen Betrieb eingesetzt wird. Dies geschieht auf der Basis von Logfiles, die durch das System generiert werden. In diesen Dateien werden die verwendeten Funktionen und Protokolle, die Menge der importierten Daten, durchgeführte Übertragungen, und weitere wichtige Informationen gespeichert. Betrachtet werden Zeitpunkt und Anzahl der Bildimporte für die einzelnen Modalitäten sowie die zur Datenübertragung verwendeten Methoden und Protokolle. Es werden unterschiedliche Aspekte der Telekonferenz betrachtet und schließlich medizinische Anwendungsszenarien in den verschiedenen Einsatzumgebungen beschrieben. Ein wichtiges Ergebnis dieser Evaluation ist, dass das System nicht nur als Notfallsystem dient, sondern darüber hinaus im täglichen Gebrauch als allgemeine multifunktionale Workstation mit fortgeschrittenen Funktionen für Teleradiologie und Telekardiologie eingesetzt wird.

Schlüsselwörter

Teleradiologie · Telekardiologie · Auswertung · Accounting · CHILI

Das CHILI-Teleradiologienetzwerk besteht aus mehr als 60 Installationen in Deutschland und den USA (s. Abb. 1). Alle Teilnehmer setzen das Teleradiologiesystem CHILI ein, das auf einer radiologischen Befundungsworkstation basiert. Hiermit werden medizinische Bilder aus der Radiologie und der Kardiologie in Routine ausgetauscht. Das System basiert auf den Ergebnissen des vorangegangenen MEDICUS-Projekts des Deutschen Krebsforschungszentrums Heidelberg, das von der DeTeBerkom, einer Tochter der Deutschen Telekom, gefördert wurde. Der kommerzielle Nachfolger CHILI wurde vom Steinbeis-Transferzentrum Medizinische Informatik in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Krebsforschungszentrum entwickelt. Relevante Forschungsergebnisse wurden in das System integriert.

Die wichtigsten Merkmale von CHILI sind: Das System ist eine Befundungsworkstation im PACS-Umfeld [3] und kann außerdem mit Hilfe einer Plug-In-Schnittstelle [4] um zusätzliche Module erweitert werden. Es hat ein einzigartiges Sicherheitskonzept, das auf den deutschen und europäischen Datenschutz- und Datensicherheitsbestimmungen beruht [1]. Verschiedene Übertragungsprotokolle und Bildformate können benutzt werden, um den Datenaustausch zwischen Geräten verschiedener Hersteller zu gewährleisten. Die Bildübertragung kann explizit durch die Anwender oder automatisch durch einen sog. Autorouter erfolgen. In der Telekonferenz können Bilder synchron dargestellt und gemeinsam bearbeitet werden. Alle Funktionen auf den Bildern werden auf beiden Seiten ausgeführt. Die Mauszeiger beider Kommunikationspartner sind dabei sichtbar.

Das System besteht aus ca. 20 Komponenten in Client-Server-Technologie, die miteinander kombiniert werden können. So kann das System flexibel an die jeweiligen Bedürfnisse des Anwenders angepasst werden. Die Client-Server-Technologie ermöglicht die Erweiterung des Systems um reine Darstellungskomponenten (Viewer), die die Infrastruktur des vorhandenen Systems, wie Datenbank, DICOM-Funktionalität, Teleradiologiefunktionen etc., mitbenutzen.

Die Software läuft auf modernen Personalcomputern unter dem Betriebssystem Linux. Bei sehr günstigen Hardwarepreisen wird damit die Leistung früherer Hochleistungsworkstations übertroffen. Die Hardware kann um ausfallsichere Plattenspeichersysteme (RAID) und Diagnostikmonitore zu PACS-Workstations ausgebaut werden.

Anwendungsszenarien

Eine Analyse der verschiedenen Anwendungsszenarien kann nicht auf der Basis von Accountingdateien vorgenommen werden. Statt dessen wurden vorhandene Informationen über die beteiligten medizinischen Einrichtungen und deren Vernetzung mit anderen Institutionen, sowie persönliche Auskünfte verwendet.

In Zusammenarbeit mit Steinbeis-Transferzentrum Medizinische Informatik, Im Neuenheimer Feld 517, 69120 Heidelberg

U. Engelmann
Deutsches Krebsforschungszentrum,
Abt. Medizinische und Biologische
Informatik/H0100, Im Neuenheimer Feld 280,
69120 Heidelberg
E-Mail: U.Engelmann@DKFZ-Heidelberg.de

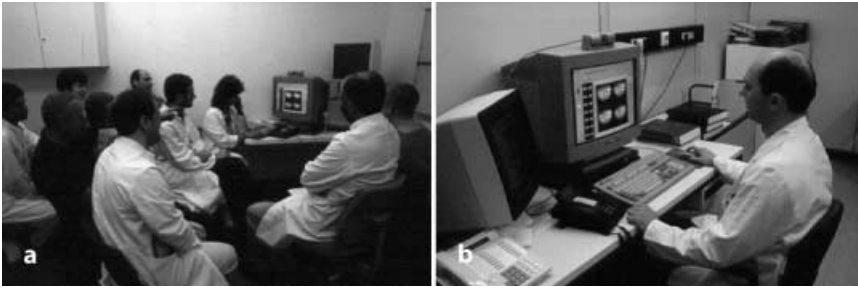


Abb. 2a, b ▲ Telekonferenzszenario. Krankenhaus Salem (a) und Deutsches Krebsforschungszentrum (b)

formiert sind und weitere diagnostische oder therapeutische Maßnahmen gemeinsam abgestimmt werden können.

Befundung außer Haus

Immer mehr kleinere Häuser können sich aus wirtschaftlichen Gründen keinen eigenen Radiologen leisten, möchten aber dennoch auf die Untersuchungsmethode CT im Hause nicht verzichten. Mit Hilfe der Teleradiologie ist es möglich, ein eigenes CT-Gerät zu betreiben und die Befundung außer Haus durchführen zu lassen.

Ein Beispiel für eine solche Kooperation im CHILI-Netzwerk findet man zwischen dem *Lutherkrankenhaus in Essen* (Dr. V. von Osten, Innere; Teilradiologie mit CT) und dem *Alfried-Krupp-Krankenhaus Essen* (Prof. Dr. Seegenschmiedt, Prof. Dr. Kühne), in dem die Befundung durchgeführt wird.

Anhand der Kooperation *Klinikum Krefeld* (PD. Dr. med. V. Fiedler, Institut für Röntgendiagnostik) und dem *St.-Vinzenz-Hospital in Dinslaken* (Dr. N. Koudmani, Innere Medizin) soll dieses Anwendungsszenario etwas genauer beschrieben werden.

Das St.-Vinzenz-Hospital in Dinslaken verfügt über einen eigenen Computertomographen und beschäftigt einen Arzt (und eine Stellvertreterin) mit der Fachkunde für CT und Röntgen. Die Organisation bzw. der Workflow zwischen Dinslaken und dem Klinikum in Krefeld ist eine wichtige Voraussetzung für ein reibungsloses Zusammenspiel der beiden Häuser. Die Indikation und Untersuchungsanforderung erfolgen üblicherweise durch die Kliniker in Dinslaken und werden per Fax nach Krefeld geschickt. Dort wird die Indikation vom Oberarzt überprüft. Per Fax wird dann den externen MTRAs die Anweisung zur Untersuchung mit genauer Vorgabe der Untersuchungsstrategie gegeben. Um

Missverständnisse zwischen dem anordnenden Radiologen und dem Personal vor Ort zu vermeiden, wurden die medizinisch-technischen AssistentInnen vorher in Krefeld entsprechend geschult, damit sie die dort üblichen Abläufe und Methoden kennen. Bei Kontrastmittelgaben muss der Stationsarzt während der Untersuchung anwesend sein.

Die aufgenommenen Bilder werden sofort per ISDN (Kanalbündelung von 4 Leitungen) nach Krefeld übertragen. Nach ca. 10–15 min stehen die Bilder in Krefeld zur Befundung bereit und werden dort automatisch im digitalen Langzeitarchiv (PACS) gespeichert. Auf diese Weise werden pro Tag ca. 5–8 Untersuchungen durchgeführt (1000–1200/Jahr). Der Befund wird ebenfalls schriftlich übermittelt. Institutionalisiert finden 2-mal/Woche Telekonferenzen zwischen den Krefelder Radiologen und den Klinikern in Dinslaken statt. Das CHILI-Telekonferenzmodul ermöglicht, dass beide Seiten dabei synchron dasselbe Bild sehen und alle Funktionen auf den Bildern synchron durchgeführt werden. Die Mauszeiger beider Parteien sind dabei sichtbar. Der Bildwechsel erfolgt ohne zeitliche Verzögerung. Die Sprachverbindung wird über ISDN-Telefone mit Freisprecheinrichtungen realisiert.

Der Service des Klinikum Krefeld ist 24 h an allen Tagen des Jahres gewährleistet. Dabei beschränkt sich dieser Service nicht nur auf die Röntgendiagnose, sondern umfasst auch das gesamte klinische Know-how des Klinikums. Dies ist insbesondere bei Notfällen in der Nacht von großer Bedeutung.

Die Zusammenarbeit beider Häuser ist durch einen bilateralen Vertrag geregelt. Die Abrechnung erfolgt pauschal pro Fall.

Eine wichtige Erfahrung der beteiligten Partner ist, dass der Workflow gut organisiert sein muss und dass außerdem das Personal am entfernten CT mit der Untersuchungsmethodik des Klini-

kums gut vertraut sein muss. Dies ließe sich nicht mit täglich wechselnden Nachtdiensten verschiedener Einrichtungen realisieren. Die große klinische Breite des Klinikums bietet dem kleinen Krankenhaus hier weitere Vorteile, die über die Radiologie hinaus gehen.

Kompetenzzentrum

Die Bedeutung der Teleradiologie ist insbesondere für Kompetenzzentren sehr groß: Gamma-knife- oder Herzzentren erhalten z. B. Bilder für die Planung therapeutischer Maßnahmen und für die Diskussion der Fälle zwischen dem zuweisenden Arzt und Experten. Auch die Bestrahlungsplanung außer Haus profitiert von der Teleradiologie.

Als ein Beispiel für dieses Anwendungsszenario soll hier das *Herzzentrum* der medizinischen Einrichtung *WakeMed in Raleigh, NC, USA* vorgestellt werden [2]:

Das Herzzentrum ist über T1-Standleitungen mit den Kardiologien von 3 Krankenhäusern verbunden. Die Krankenhäuser können per CHILI digitale Angiographien im DICOM-Standard (XA) online an das Kompetenzzentrum verschicken. Dort werden die Daten analysiert und in der Telekonferenz mit dem Einweiser synchron angesehen. Dabei werden die bewegten Bilder ohne zeitliche Verzögerung bildsynchron auf beiden Seiten dargestellt. Beide Kommunikationspartner können die Darstellung steuern und mit dem Mauszeiger der Gegenseite etwas zeigen.

Das dort realisierte Telekardiologienetzwerk mit einweisenden Krankenhäusern auf der Basis des CHILI-Systems hat die Wettbewerbsposition des Herzzentrums gesichert und weiter ausgebaut. Die Effizienz des Hauses wurde damit gesteigert. Die Zusammenarbeit mit den Einweisern wurde durch exzellenten Kundenservice gestärkt.

Der Einsatz der Teleradiologie hat die Zufriedenheit der Ärzte erhöht und hält die einweisenden Ärzte über den therapeutischen Fortschritt ihrer Patienten auf dem Laufenden. Der Imagegewinn des Hauses ist beträchtlich, da es den Patienten in den einweisenden Krankenhäusern die Gewähr gibt, dass sie durch das CHILI-Netzwerk eine ausgezeichnete Versorgung erhalten.

Da die Fälle vor der Einweisung in das Herzzentrum begutachtet werden

können, wurde die Zahl der nicht angemessenen Fälle stark reduziert. Dies ist eine große Kosteneinsparung, da hierdurch Fehlbelegungen und unnötige Transporte vermieden werden.

Wissenschaftliche Kooperation

Ein weiteres Anwendungsszenario ist der Datenaustausch und die Zusammenarbeit von Radiologen oder Chirur-

gen mit externen Arbeitsgruppen zur Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen. Nicht nur der Bilddatenversand, sondern auch die Rückübermittlung von berechneten Ergebnissen zum Kliniker wird dadurch effizienter.

Ein Beispiel hierfür ist der Sonderforschungsbereich 414 (computer- und sensorgestützte Operationsplanung). Des- sen Partner tauschen via CHILI Daten zwischen 3 Radiologen (Klinikum Mann-

heim, Universität Heidelberg, DKFZ Heidelberg), der Herzchirurgie (Universität Heidelberg), der Mund-, Zahn- und Kiefer-Chirurgie der Universität Heidelberg, den Robotik-Ingenieuren der Universität Karlsruhe und den Bildverarbeitungsexperten am Deutschen Krebsforschungszentrum aus [11].

Darüber hinaus werden von den Entwicklern des Sonderforschungsbereiches neue Bildverarbeitungsmetho-

Erfahrungsbericht: Teleradiologie in der Rufbereitschaft eines Krankenhauses der Regelversorgung

Von G. Ness, Evangelisches Krankenhaus Elisabethenstift, Darmstadt.

Am Evangelischen Krankenhaus Elisabethenstift Darmstadt, einem 420-Betten-Krankenhaus der Regelversorgung, wird der Radiologische Rufbereitschaftsdienst nachts und an Wochenenden von 4 Ärzten gewährleistet. Dabei fallen sowohl persönliche Leistungen vor Ort als auch Schnittbilddiagnostik an, die von einer MTA und einem röntgendiagnostisch fachkundigen Arzt durchgeführt werden können.

Als Reaktionszeit sind 25 min vorgesehen. Circa die Hälfte der Einsätze sind CT-Untersuchungen. An einem Wochentag fallen durchschnittlich 4 Untersuchungen an. Zwei Drittel der Einsatzzeit sind Fahrten zum und vom Krankenhaus.

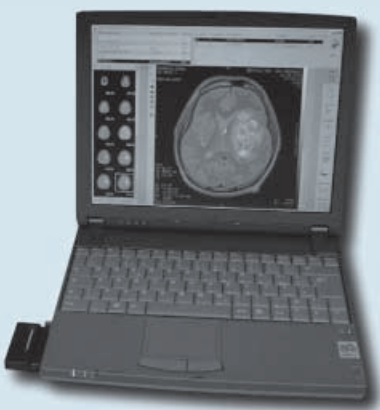


Abb. 3 ▲ CHILI-Notebook für den Bereitschaftsdienst zu Hause (z. B. im Einsatz im Evangelischen Krankenhaus Elisabethenstift Darmstadt)

Die Krankenhausradiologie wird in Kooperation mit einer radiologischen Praxis an einem anderen Standort in Darmstadt betrieben. Für MR-Untersuchungen existierte bereits eine ISDN-Router-Verbindung zwischen 2 Siemens MagicView-Workstations via DICOM. Die Übertragungszeit beträgt hier 1,5 min/512-k-Bild.

Ziel war die Einrichtung einer schnellen Teleradiologieverbindung zwischen einem nicht DICOM-C-Store-fähigen Toshiba-CT und dem diensthabenden Arzt zu Hause sowie die Integration eines Siemens-MR, einer MagicView-300-Workstation in der Klinik, einer MagicView-1000-Workstation in der Praxis sowie einer MagicView-50-Workstation in der Wohnung des Chefarztes.

Als Endgerät für den Bereitschaftsdienst wurde ein Notebook favorisiert, das dem jeweiligen Arzt mitgegeben wird (s. Abb. 3).

DICOM-Funktionalitäten wie Windowing, HU-Messungen, Distanz und Cine loop sollten abrufbar sein. Proprietäre Lösungen der Hersteller bildgebender Modalitäten waren durch die zu konvertierenden Bildformate aufwendig, zu teuer und in der Bildübertragung zu langsam. Voraussetzung für eine Beschaffung war auch eine Anbindungsmöglichkeit benachbarter neurochirurgischer Abteilungen in Universitätskliniken mittels DICOM-Protokoll über ISDN-Router zur Konsultation bei neurochirurgischen Notfällen.

Das angebotene CHILI-System überzeugte sowohl durch die problemlose Übernahme von Bildern des Toshiba-CT im ACR-Nema-Format als auch durch die Integration in das Siemens-Netzwerk und die Routerverbindungen. Im Hause ließen sich

ferner Freeware workstations (efilm) als Client anbinden.

Die Primärbefundung von Notfalluntersuchungen erfolgt über einen CHILI-Client auf dem Notebook. Die Bilder werden per ISDN und CHILI-Protokoll mit einer Wavelet-Kompression (Faktor 10) übertragen. Eine erkennbare Qualitätseinbuße besteht nicht. Die Übertragungsdauer beträgt bei 20 Bildern mit 512er Matrix nur 3,5 min.

Bei Übertragungen auf Siemens-Workstations per ISDN-Router wird Standard-DICOM benutzt mit Übertragungszeiten von 35 min.

Die Befundübermittlung erfolgt per E-mail mit PGP-Verschlüsselung oder über Fax.

In den ersten 2 Monaten zeigte sich, dass ca. 50% der bisher notwendigen Rufbereitschaftseinsätze durch teleradiologische Konsultationen ersetzt werden konnten. Die Bedienung des CHILI-Servers durch die MTA war durch die X-Windows-Oberfläche von Linux nach kurzer Schulung intuitiv.

Den beteiligten klinischen Kollegen bietet die „Telekonferenzschaltung“ in CHILI eine ausgezeichnete Demonstration des pathologischen Befundes.

Es konnte eine Effizienzsteigerung der radiologischen Abteilung erreicht werden. Durch die entfallenden Fahrtkosten werden ca. DM 20.000–30.000 p. a. eingespart. Von den klinischen Kollegen wurde das System von Anfang an angenommen, mit der Folge einer verstärkten Inanspruchnahme während der Nacht. Für die beteiligten Radiologen ist die teleradiologische Befundung stressfreier, so dass eine sehr befriedigende Anfangsbilanz des CHILI-Systems im radiologischen Bereitschaftsdienst besteht.

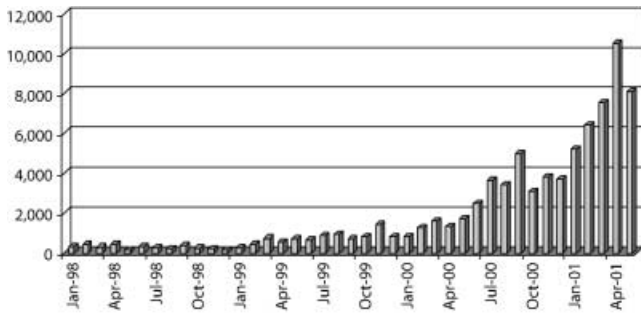


Abb. 4 ◀ Über die Partner gemittelte Anzahl der importierten Bilder (pro Monat)

den als CHILI-PlugIns realisiert. So können die Prototypen schneller und einfacher in die klinische Evaluierung gebracht werden [9]. Das beschleunigt den Entwicklungsprozess und schafft viele Vorteile für Benutzer und Entwickler.

Integration mit PACS

Unserer Erfahrung nach ist es absolut unerlässlich, eine Teleradiologieworkstation in existierende PACS-Lösungen zu integrieren. Das CHILI-System kann als regulärer PACS-Arbeitsplatz zur Diagnose und Bildbetrachtung eingesetzt werden. Damit bietet jede PACS-Workstation die Möglichkeit der einfachen und sicheren Bildübertragung an andere Stellen sowie die Möglichkeit interner und externer Telekonferenzen. Dieser integrierte Ansatz macht die Bereitstellung dedizierter Teleradiologieworkstations überflüssig.

Ein Beispiel für dieses integrierte PACS-Teleradiologie-Szenario wurde am *Deutschen Krebsforschungszentrum* in Heidelberg realisiert. Alle digitalen bildgebenden Modalitäten (CT, MR, Ultraschall, PET) sind an ein CHILI-PACS angeschlossen. Die Befundung erfolgt ausschließlich an Monitoren. Der Datenversand an Einweiser oder wissenschaftliche Kooperationspartner und Telekonferenzen erfolgen direkt an den Befundungs- oder Konsolensystemen [6, 10].

Material und Methoden

Jedes CHILI-System schreibt Accountingdaten in ein Logfile auf der lokalen Platte. Aus Datenschutzgründen enthalten diese Dateien keine Benutzer- oder Patientendaten, sondern das Datum und die Uhrzeit, zu denen eine Systemfunktion aufgerufen wurde. Diese können z. B. aus einer Benutzeraktivität resultieren oder aus einer automatischen Funktion einer Softwarekomponente. Die Accountingda-

teien werden typischerweise jede Nacht automatisch über ISDN von den Partnern zum Servicezentrum in Heidelberg übertragen. Ausnahmen sind die Installationen in den USA, deren Dateien täglich per Internet übermittelt werden.

Es werden die Accountingdaten des Zeitraums März 1997–Juli 2001 analysiert. Das 1. Halbjahr 2001 wird teilweise detaillierter untersucht.

Ergebnisse

Anzahl der Installationen

Das CHILI-Netzwerk startete im März 1997 mit 2 Systemen in der Universität Bonn (HNO und Radiologie) und stei-

gerte sich bis Juli 2001 auf 63 installierte Systeme.

Bildimport

Das Importieren von Daten in das CHILI-System kann aus verschiedenen Quellen, in verschiedenen Formaten, und mit Hilfe verschiedener Protokolle geschehen. Mögliche Importquellen sind DICOM, das CHILI-Protokoll, CD-ROM, FTP, RCP, SCP, NFS, Video und E-mail. Die Datenformate können DICOM, ACR-Nema 1.0 und 2.0 sowie andere medizinische und nichtmedizinische Bildformate sein. Die Analyse des Accountings zeigt, dass die am häufigsten benutzte Methode für den Datenimport von Fremdsystemen in das CHILI-System der digitale Bilddatentransfer per DICOM-Protokoll ist (über 95%). Übertragungen per file transfer protocol (ftp) im alten ACR-NEMA-Format liegen anteilmäßig z. Z. bei ca. 2% und werden bei etwa gleichbleibender Anzahl relativ immer weniger. Die Aufnahme von Bildern über eine Videokamera verliert seit Einführung des Systems zunehmend an Bedeutung und hat heute einen Anteil von ca. 1%. Die Mehrzahl der importierten

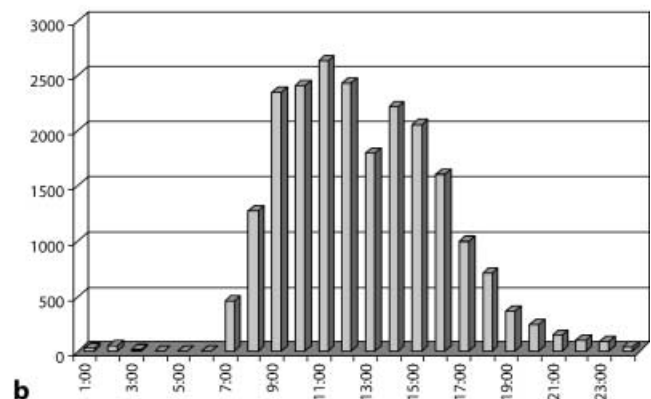
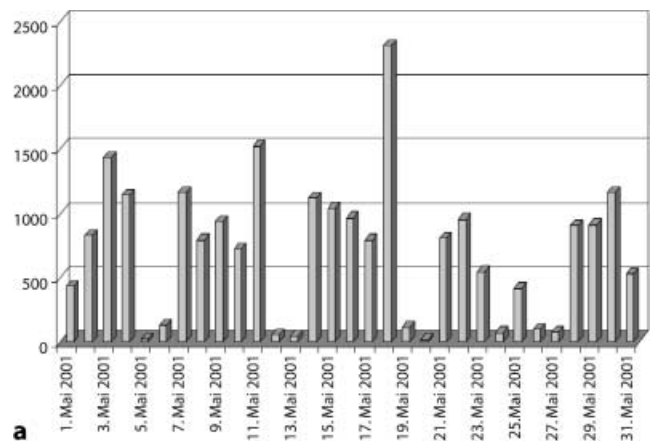


Abb. 5 ▶ Importe aller Partner (Mai 2001) – a Monatsprofil, b Tagesprofil

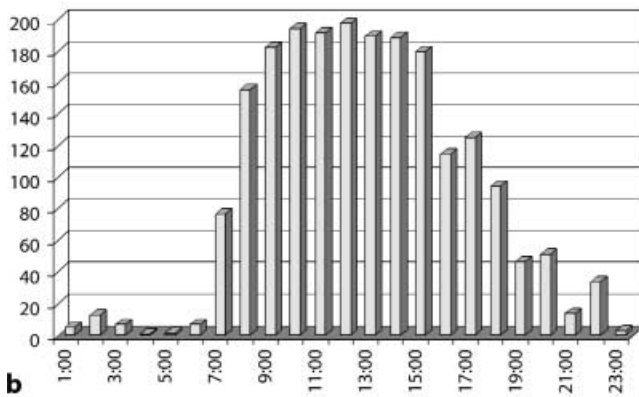
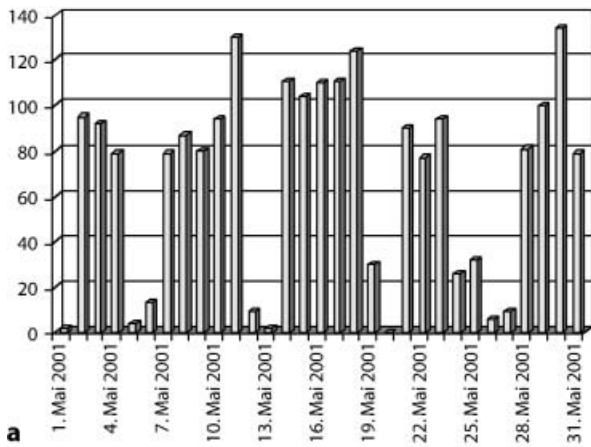


Abb. 6 ▲ **Aufrufe im Mai 2001 – a Monatsprofil (1. Mai = Dienstag), b Tagesprofil**

Analyse der Systemaufrufe

Das System wird derzeit mehr als 2000-mal/Monat aufgerufen. Eine detaillierte Analyse der Daten von Mai 2001 (dargestellt in Abb. 6) zeigt, dass das Programm im Schnitt 80- bis 130-mal/Tag im gesamten Netzwerk aufgerufen wurde. Am Wochenende betragen die Aufrufe nicht mehr als 10–30/Tag (von 63 Benutzern). Das stündliche Profil zeigt, dass die Benutzer zwischen 7 bis ca. 18 Uhr aktiv mit dem System arbeiten. Es gibt 2 Spitzenwerte um 11 und um 14 Uhr. Vereinzelt Benutzer arbeiten noch bis 23 Uhr mit dem System. In der restlichen Nacht wird es nur noch gelegentlich genutzt (Anmerkung: Der Deutsche Röntgenkongress um den 25. Mai ist deutlich zu erkennen).

Bildübertragung

Das CHILI-System erlaubt es, den Datentransfer explizit vorzunehmen oder ankommende Daten automatisch ohne Benutzereingriff (Autorouting) weiter zu leiten. Die Analyse der Accountingdaten zeigt, dass Autorouting in 67% der Transfers zum Einsatz kommt. Allerdings werden dabei nur 21% aller transferierten Bilder übertragen, während die manuelle Übertragungsmethode in 33% der Bildtransfers für 79% aller übertragenen Bilder angewendet wird.

Für die Datenübertragung können in CHILI verschiedene Protokolle eingesetzt werden. Das DICOM-Protokoll wird genutzt, um Daten an Geräte anderer Hersteller zu senden. 62% aller Transfers werden mit diesem herstellerunabhängigen Standard durchgeführt. Das CHILI-Protokoll zeichnet sich gegenüber DICOM durch kürzere Übertragungszeiten und integrierte Sicherheitsmaßnahmen aus. Es kann allerdings nur zum Versand zwischen CHILI-Systemen eingesetzt werden. 38% aller Transfers werden mit diesem Protokoll durchgeführt.

Bilder sind Computertomographien (CT), gefolgt von Magnetresonanztomographien (MR), Ultraschall, digitalen Angiographien (XA) und über eine Videokamera aufgenommene Bilder (secondary capture, SC).

Die Zahl der importierten Bilder wuchs exponentiell. Mehr als 4,5 Mio. Bilder wurden insgesamt von allen Partnern importiert. Multiframedatensätze (z. B. Angiographie, Ultraschall), also digitale Filme, die aus vielen Einzelbildern bestehen, wurden aus technischen Gründen nur als Einzelbilder gewertet.

Im Untersuchungszeitraum importierten alle Partner zusammen 300.000–600.000 Bilder/Monat. Wie Abb. 4 zeigt, hat sich der Mittelwert der importierten Bilder/Monat/Partner in den letzten 3 Jahren von 100 auf über 5000/Monat gesteigert (im April lag er über 10.000).

Eine Analyse der Verteilung des täglichen Bildimports für die Monate Januar 2001–Juni 2001 (vgl. Abb. 5) zeigt, dass an normalen Arbeitstagen von Montag–Freitag 500–2200 Bilder täglich importiert werden. Die typische Zahl an Wochenenden liegt unter 100 am Tag.

Die Verteilung der Bildimporte über den Tag wurde für den Monat Mai 2001

analysiert. Etwa ab 7 Uhr morgens beginnen die Bildimporte (mit ca. 400 Bildern), der Spitzenwert wird gegen 11 Uhr erreicht, sackt in der Mittagszeit etwas ab, steigert sich noch einmal am frühen Nachmittag und fällt dann exponentiell bis 20 Uhr ab. Weitere Bilder werden importiert bis 1 Uhr morgens, mit Zahlen zwischen 50 und 100.

Zusammenfassend ergibt die Analyse der importierten Bilder, wie bei der Analyse im Vorjahr [5], dass die Anzahl der monatlich importierten Bilder/Partner im Laufe der Zeit ansteigt; die Benutzer also im Laufe der Zeit immer mehr Bilder mit dem gleichen System verarbeiten. Die meisten Bilder werden an normalen Arbeitstagen während der üblichen Arbeitszeit importiert, wobei am späten Vormittag besonders hohe Werte auftreten.

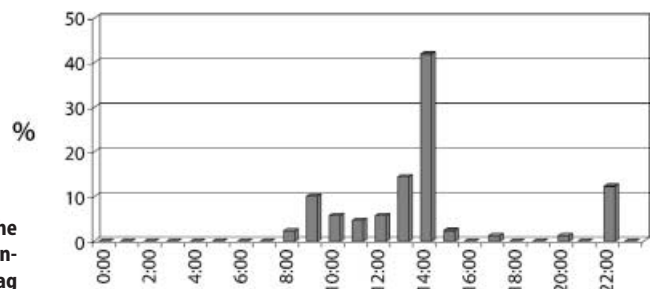


Abb. 7 ► **Zeitliche Verteilung der Telekonferenzen über den Tag**



Abb. 8 ▲ Mobile Teleradiologie auf dem PDA

Die Analyse der Bilddatentransfers zeigt also, dass sich die per Autorouting angestoßenen Bildtransfers im Vergleich zu einer Analyse im Vorjahr von 50 auf 67% gesteigert hat. Daran ist zu erkennen, dass Teleradiologie zunehmend „fest verdrahtet“ stattfindet. Damit hat sich der vor einem Jahr bereits abgezeichnete Trend verdeutlicht. In den von Benutzern definierten Datentransfers werden aber die meisten Daten (bezogen auf die Menge) übertragen.

Telekonferenz

Die CHILI-Benutzer können Telekonferenzen auf Daten durchführen, die entweder auf beiden Seiten vorliegen bzw. während der Telekonferenz übertragen werden. Alle Funktionen und Daten werden während der Telekonferenz synchronisiert. Es ist keine Rederechtverwaltung notwendig [4].

Eine Analyse der Konferenzzeiten (Abb. 7) zeigt, dass die meisten Telekonferenzen am frühen Nachmittag zwischen 13 und 15 Uhr stattfinden. Konferenzen in der Nacht kommen zwar vor, doch die Mehrzahl findet tagsüber zwischen 8 und 22 Uhr statt. Der frühe Morgen ist ebenfalls beliebte Telekonferenzzeit.

Diskussion und Zusammenfassung

Die Analyse der Accountingdaten zeigt, dass das CHILI-(Tele-)Radiologiesystem nicht nur ein Notfallwerkzeug für den Bereitschaftsdienst oder zum Einholen von Expertenmeinungen ist. Statt dessen ist es vollständig in die Infrastruktur einer radiologischen Abteilung integriert. Das System wird im täglichen Betrieb als reguläre radiologische

Workstation verwendet, die zusätzliche Funktionen für die Telemedizin anbietet. Es hat eine hohe radiologische und klinische Akzeptanz und verbessert den Informationsfluss bzgl. Qualität und Geschwindigkeit. Viele verschiedene Anwendungsszenarien wurden von den Anwendern umgesetzt. Modularität, Flexibilität und Skalierbarkeit sind notwendige Eigenschaften eines Systems, das in einem derart weiten Bereich verwendet werden kann.

Ausblick

Auf technischer Ebene sind weitere Entwicklungen zu erwarten und kurz vor der Produktreife. Im Mai 2001 hat die Deutsche Röntgengesellschaft das „Mobile CHILI-System“ mit dem @Roentgenpreis ausgezeichnet [7]. Das mobile CHILI ist nicht mehr kabelgebunden, sondern kommuniziert über Funk mit der Basisstation (s. Abb. 8). Dies kann innerhalb des Hauses über drahtloses Ethernet (Standard IEEE 802.11b) auf einem mobilen Notebook oder Webpad installiert werden und erspart z. B. das Herumtragen von Filmen bei der Visite. Das drahtlose Gerät greift online auf das PACS oder die Datenbank eines CHILI-Systems zu. Das mobile CHILI gibt es außerdem auch für den persönlichen digitalen Assistenten (PDA) auf der Basis des Compaq-Pocket PC H3600. Schon heute kann dieser Daten über drahtloses LAN empfangen und in der synchronen Telekonferenz besprechen [8]. Außer Haus wird der PDA über die nächsten beiden Generationen von Mobiltelefonstandards GPRS und UMTS kommunizieren können. Damit ist der Arzt dann auch vom aktuellen Standort unabhängig und kann die „Teleradiologieworkstation“ in der Hemdtasche mitnehmen.

Danksagung. Wir möchten allen medizinischen Partnern für ihre jahrelange kooperative Zusammenarbeit, Geduld und Unterstützung danken. Besonderen Dank an PD Dr. V. Fiedler, Klinikum Krefeld, Dr. G. Ness, Elisabethenstift Darmstadt, und Richard Ganotta, WakeMed, Raleigh, NC, USA, die Teile dieses Beitrages beige-steuert haben. Die Entwicklung von *Mobile CHILI* wird im Rahmen des EU-Projektes Multimedia Terminal Mobile (MTM) im Förderprogramm *Benutzerfreundliche Informationsgesellschaft* (IST, Information society technology) gefördert.

Literatur

1. Baur HJ, Engelmann U, Saurbier F, Schröter A, Baur U, Meinzer HP (1997) How to deal with security and privacy issues in teleradiology. *Comput Methods Programs Biomed* 53(1):1–8
2. CHILI Homepage (2001) Example of a teleradiology network. <http://www.chili-radiology.com/Cardio/>
3. Engelmann U, Schröter A, Schwab M, Eisenmann U, Meinzer HP (1999) Openness and flexibility: from teleradiology to PACS. In: Lemke HU, Vannier MW, Inamura K, Farman AG (eds) *CARS 99*. Elsevier, Amsterdam, pp 534–538
4. Engelmann U, Schröter A, Baur U, Schwab M, Werner O, Makabe MH, Meinzer HP (1998) Openness in (tele-)radiology workstations: the CHILI PlugIn concept. In: Lemke HU, Vannier MW, Inamura K, Farman A (eds) *CARS 98 – computer assisted radiology and surgery*. Elsevier, Amsterdam, pp 437–442
5. Engelmann U, Ellsäcker C, Schwab M, Söllig C, Schröter A, Meinzer HP (2000) Evaluation des CHILI-Teleradiologienetzwerkes nach drei Jahren im klinischen Einsatz. In: Jäckel A (Hrsg) *Telemedizinführer Deutschland*, Ausgabe 2001. Deutsches Medizin Forum, Ober-Mörlen S 343–345
6. Engelmann U, Schröter A, Schwab M, Eisenmann U, Bahner ML, Delorme S, Hahne H, Meinzer HP (2000) The Linux-based PACS project at the German Cancer Research Center. In: Lemke HU, Inamura K, Farman AG, Doi K (eds) *CARS 2000: computer assisted radiology and surgery*. Proceedings of the 14th international congress and exhibition. Elsevier, Amsterdam, pp 419–424
7. Engelmann U, Schröter A, Schwab M, Schweitzer T, Borälv E, Meinzer HP (2001) *Mobile Teleradiologie: Alle Bilder immer und überall*. *Fortschr Röntgenstr* 173:S108
8. Engelmann U, Schröter A, Borälv E, Schweitzer T, Meinzer HP (2001) *Mobile teleradiology: all images everywhere*. In: Lemke HU, Vannier MW, Inamura K, Farman AG, Doi K (eds) *CARS 2001: proceedings of the 15th international congress and exhibition*. Elsevier, Amsterdam, pp 798–803
9. Evers H, Mayer A, Engelmann U, Schröter A, Baur U, Wolsiffer K, Meinzer HP (1999) Extending a teleradiology system by tools for visualization and volumetric analysis through a plug-in mechanism. *Int J Med Inform* 53(2–3):265–275
10. Grandy M, Engelmann U, Schröter A, Schwab M, Schoenberg SO, Delorme S, van Kaick G (2001) Multislice-CT and PACS: Das Teleradiologie-Projekt am Deutschen Krebsforschungszentrum. *Fortschr Röntgenstr* 173:S108
11. SFB 414 (2001) *Informationstechnik in der Medizin – Computer- und sensorgestützte Chirurgie*. <http://mbi.dkfz-heidelberg.de/mbi/sfb414/>