# Teleradiologie-Konzepte der letzten 10 Jahre am Beispiel von CHILI

*Uwe Engelmann[a], H. Münch[b], A. Schröter[b], H.P. Meinzer[a]*
*[a] Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg, Germany*
*[b] CHILI GmbH, Heidelberg*

## Zusammenfassung

Die Teleradiologie ist vermutlich das am weitesten entwickelte Gebiet der Telemedizin. Seit der Verbreitung des DICOM-Standards werden medizinische Bilder in Tausenden von Installationen versendet. Die dabei eingesetzten Technologien haben sich im Laufe der letzten zehn Jahre immer weiter entwickelt. Zukünftige Anwender können zwischen verschiedenen technischen Lösungen auswählen. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die technischen Möglichkeiten und Anwendungsszenarien der Teleradiologie, um Anwendern bei der Entscheidung über die angemessene Technik für ihre konkreten Bedürfnisse zu helfen.



## 1. Einführung

Dieser Beitrag basiert auf den langjährigen Erfahrungen in der Teleradiologie, die in den letzten 15 Jahren im Rahmen von wissenschaftlichen und kommerziellen Projekten gesammelt wurden.

CHILI ist eine Familie von Software-Modulen für die Teleradiologie und PACS. Die Entwicklung begann in den frühen 90er Jahren mit dem von der DeTeBerkom geförderten MEDICUS-Projekt, in dem auf der Basis einer Systemanalyse bei zukünftigen Anwendern ein reines Teleradiologie-Projekt entwickelt und zur Vernetzung von dreizehn Kliniken installiert und in Routine eingesetzt wurde. Nach zwei Jahren erfolgreichen Einsatzes der Software mit anschließender Evaluation [1], wurde die Software unter dem Namen CHILI neu konzipiert und als kommerzielles Produkt auf den Markt gebracht.

Der akademische Geist der Anfänge blieb in den letzten Jahren erhalten. Wesentliche Kennzeichen der Software sind ihre kontinuierliche Analyse und Verbesserung [2][3]. Benutzeranforderungen werden in Routine gesammelt und herangezogen, um diese optimal zu erfüllen. Fast jedes Teleradiologie-Projekt, auch kommerzielle, sind mit neuen Herausforderungen verbunden [4]. Diese grundlegenden Bausteine müssen flexibel und erweiterungsfähig sein, damit kundenorientierte Lösungen realisiert werden können, die an die spezifischen Anforderungen eines Projektes angepasst werden können. Dabei ist die Konformität zum Medizinproduktegesetz ein wichtiger Einflussfaktor. Mehrere grundlegende Architekturen auf der Basis verschiedener technischer Ansätze wurden so in den letzten Jahren implementiert und heute in der täglichen Routine eingesetzt.

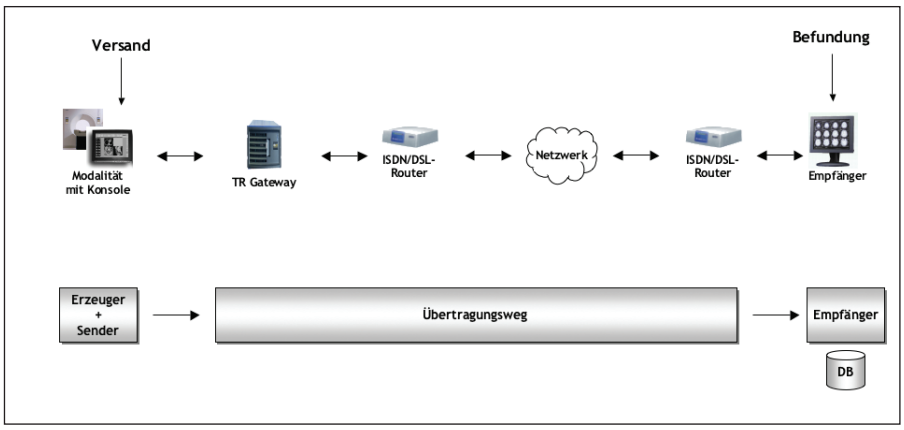


***Abbildung 1:*** *Push-Modell*

## 2. Teleradiologie-Architekturen

### 2.1 Der prinzipielle Unterschied: Push oder Pull?

In der klassischen Architektur eines Teleradiologie-Systems werden Bilder von einem Sender zu einem Empfänger übertragen (Push-Modell). Abbildung 1 zeigt das Prinzip dieser Arbeitsweise: Die Daten werden beim Versand bis auf die Festplatte des Empfängers übertragen. Der Empfänger greift bei der Bildbetrachtung oder –Befundung auf seinen lokalen Speicher zu.

Eine andere Möglichkeit stellt das Pull-Modell dar (s. Abbildung 2). Hierbei werden die Daten an einem vereinbarten Platz zur Verfügung gestellt, von dem der Empfänger sich die Bilddaten aktiv abholt. Dies ist in der Regel nicht der PACS-Server, sondern ein dedizierter Server, der sicherheitstechnisch geschützt ist und z. B. in der DMZ (demilitarisierten Zone) steht. Beispiele für solche Server sind Mailserver oder Webserver. Das prinzipielle Merkmal des serverbasierten Pull-Ansatzes ist, dass die Daten erst beim expliziten Zugriff des Empfängers während der interaktiven Benutzung (Webserver) oder durch einen regelmäßigen Abholprozess zum Empfänger gesendet werden (Mailserver).

Autoren: Uwe Engelmann, H. Münch, A. Schröter, H.P. Meinzer
Titel: Teleradiologie-Konzepte der letzten 10 Jahre am Beispiel von CHILI
In: Jäckel (Hrsg.) Telemedizinführer Deutschland, Bad Nauheim, Ausgabe 2008
Seite: 242-248

## 2.2 Peer-to-peer oder server-basiert?

Die Topologie der Netzwerke ist abhängig davon, ob das Push- oder des Pull-Modell zum Einsatz kommt. Abbildung 3 zeigt ein kleines Netzwerk aus sechs Partnern. Wie man leicht sieht, werden für eine bilaterale Vernetzung aller Partner (n*(n-1))/2 = 15 Verbindungen benötigt, die sowohl auf Sender- als auch auf Empfängerseite konfiguriert werden müssen und in diesem kleinen Beispiel bereits zu 30 Schnittstellenkonfigurationen führt. Das heisst, dass in bis zu 30 Fällen die Firewall-Einstellungen der Partner beantragt, diskutiert und konfiguriert werden müssen, was bei kleinen Häusern oder privaten Praxen „nur Arbeit" bedeutet, aber in großen universitären Institutionen auch einen erheblichen Kommunikations- und Diskussionsaufwand mit den für die Netzwerksicherheit verantwortlichen Personen bedeutet.

Betrachtet man dagegen Abbildung 4, das den server-basierten Ansatz skizziert, so sieht man schnell, dass die Zahl der Verbindungen sich von 15 auf 5 (n-1) reduziert hat. Somit hat auch die Komplexität der Konfiguration des Netzwerkes stark abgenommen. Für jeden einzelnen Partner bedeutet dies, dass nur noch die Verbindung zum, bzw. vom zentralen Server konfiguriert werden muss.

## 2.2. Teleradiologie Workstations

In der klassischen Teleradiologie werden die Bilddaten von einer Workstation zu einer anderen übertragen. Beide Workstations sind in der Regel so ausgestattet, dass sie Bilddaten direkt an die Gegenseite senden können. Eine wichtige Voraussetzung hierfür ist, dass beide Rechner sich gegenseitig per TCP-IP erreichen können. Für die Übertragung selbst werden verschiedene Protokolle auf der Basis von TCP-IP verwendet, wie z. B. DICOM C-Store oder proprietäre Protokolle mit eingebauten Sicherheitsmaßnahmen und Telekonferenzfunktionalität. Der Nachteil dieses Ansatzes besteht darin, dass eine direkte Verbindung zwischen den Workstations benötigt wird. Setzt einer der beiden Kommunikationspartner eine Firewall ein, muss diese Verbindung explizit in der Firewall konfiguriert werden. Die Einrichtung

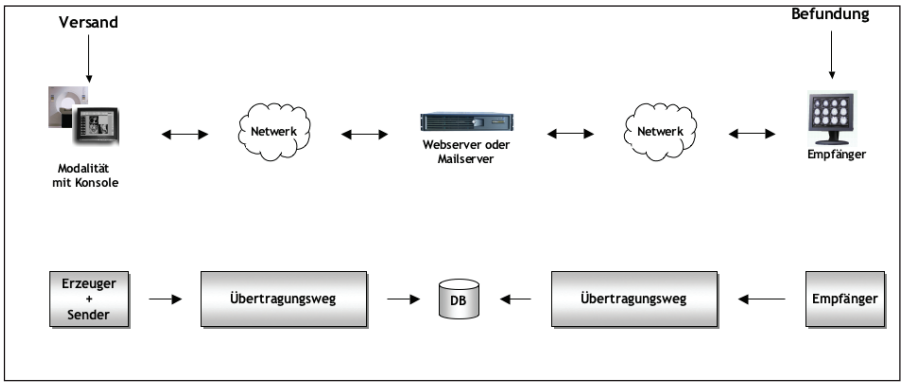


***Abbildung 2:*** *Pull-Modell*

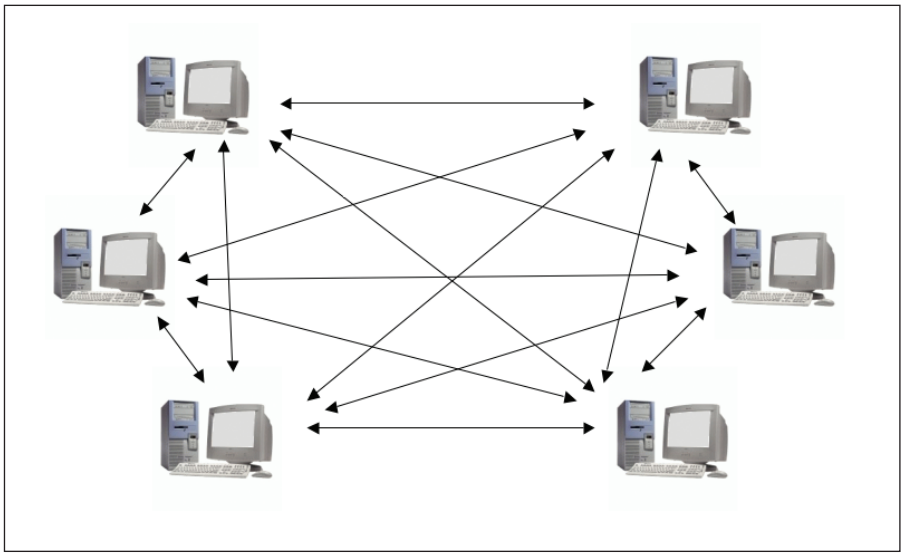

***Abbildung 3:*** *Peer-to-Peer-Netzwerk*

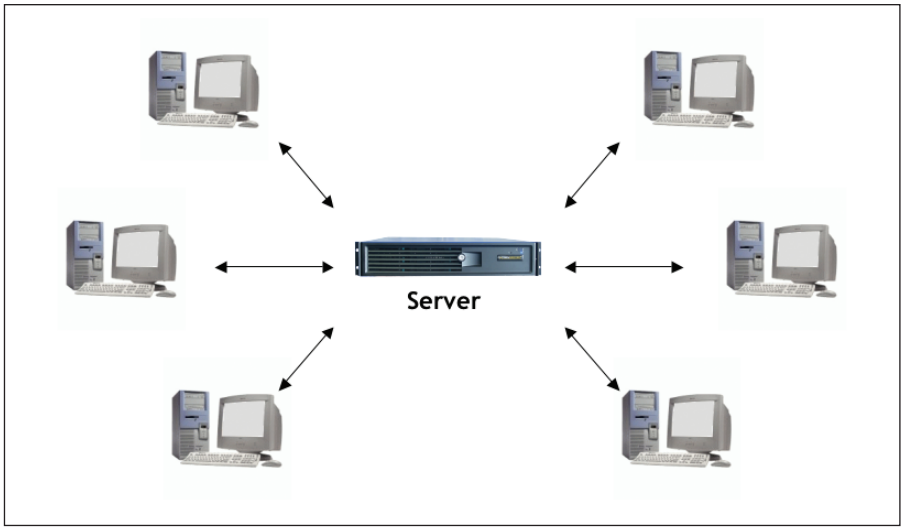


***Abbildung 4:*** *Server-basiertes Netzwerk*

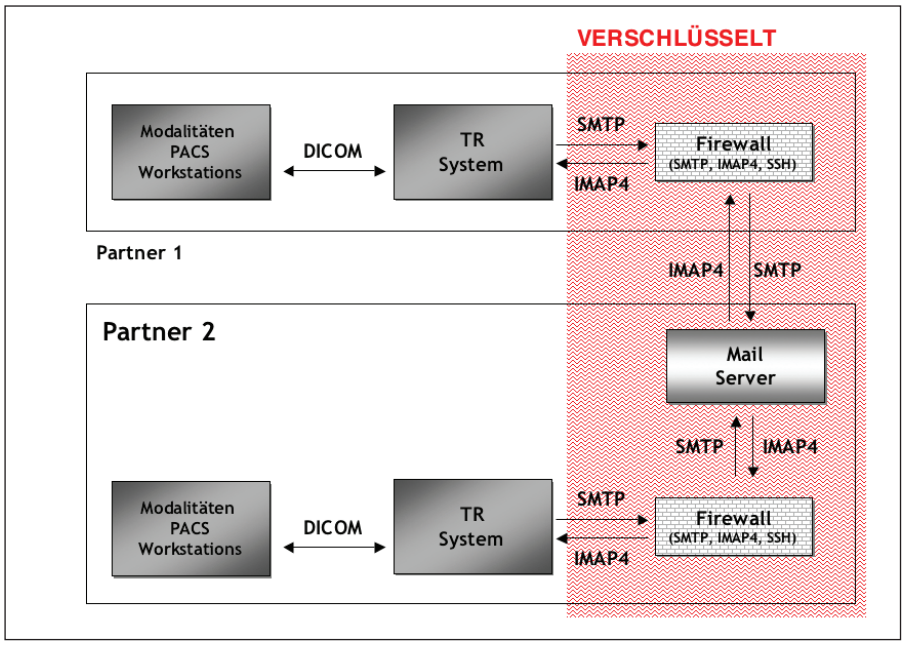


***Abbildung 5:*** *Datenfluss und Protokolle bei DICOM-E-Mail*

einer bilateralen Verbindung ist so – wenn auch mit hohem Aufwand – einmalig machbar. Benötigt eine Einrichtung jedoch viele Verbindungen und kommen spontan neue Kommunikationspartner hinzu, entsteht durch die Konfigurationsarbeit in den Firewalls ein Engpass, da die Zahl der Einstellungen exponentiell mit der Anzahl der möglichen Verbindungen zunimmt.

## 2.4 Teleradiologie per DICOM-E-Mail

E-Mail ist heute eine akzeptierte und weit verbreitete Methode des Datenaustausches. Das Supplement 54 des DICOM-Standards definiert, wie DICOM-Bilder als Anhang (so genannte MIME-Attachments) von E-Mails verschickt werden können [5]. Abbildung 5 zeigt das Prinzip dieses Verfahrens in vereinfachter Form: Partner 1 sendet z. B. Bilder per DICOM C-Store von der Modalität an das Teleradiologie-System. Dort wird jedes Bild einzeln digital signiert, verschlüsselt und als E-Mail mit dem Standard-Mailprotokoll SMTP auf den Mailserver geschickt. Dort fragt Partner 2 regelmäßig sein Postfach ab und holt seine E-Mails per IMAP, bzw. IMAP/S-Protokoll ab. Dann werden die E-Mails entschlüsselt, die digitale Signatur überprüft und die daraus resultierenden ursprünglichen DICOM-Bilder per DICOM C-Store z. B. an das PACS oder eine Workstation gesendet [7].

Die Verwendung dieser Methode ist in vielfacher Hinsicht vorteilhaft, aber es müssen eine Reihe von zusätzlichen Maßnahmen implementiert werden, um z. B. Datenschutz- und Datensicherheit zu gewährleisten. Andere zu berücksichtigende Aspekte sind Mengenbeschränkungen in Mailgateways, sowie die Tatsache, dass radiologische Untersuchungen sehr viele Dateien umfassen, deren Anzahl bei Schnittbildserien z. B. zwischen 50 und 2500 liegen können und somit ein manueller Versand und Empfang der Bilddaten nicht so einfach ist [6]. Die Arbeitsgemeinschaft Informationstechnologie @GIT der Deutschen Röntgengesellschaft DRG hat einen Minimalstandard für die Teleradiologie auf der Basis von E-Mail und dem DICOM Suppl. 54 entwickelt, die diese zusätzlich erforderlichen Maßnahmen berücksichtigt. Mehr als 100 Institutionen setzen diesen Standard inzwischen in Deutschland ein [7].

Der Hauptvorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass ein Teleradiologie-Netzwerk einfach erweitert werden kann und keine aufwändigen Konfigurationen von Teleradiologie-Workstations und Firewalls erfordert. Eine Voraussetzung ist, dass alle Kommunikationspartner einen Mailserver im Internet erreichen können, zu dem die Bilddaten geschickt und von dem sie auch abgeholt werden. Als Mailserver empfiehlt sich ein explizit für die Teleradiologie abgestellter Server, da existierende Server möglicherweise den Austausch dieser großen Datenmengen durch Mengenbeschränkungen verhindern oder die Durchlaufzeit eines Standardservers zu lang ist. Die Erfahrung hat gezeigt, dass vorhandene Mailserver von Universitätskliniken hierfür ungeeignet sind, da die Durchlaufzeiten aufgrund des generellen großen Mailverkehrs und intensiver Virus- und SPAM-Filterungen zu lang werden oder dass es Mengenbegrenzungen gibt, die den Austausch großer Datenmengen nicht erlauben.

## 2.5 Webserver

Die Bildverteilung innerhalb von Kliniken wird in modernen PACS-Systemen (Picture Archiving and Communication Systems) über die Web-Technologie realisiert. Will man diese Technik auch für die Bildzustellung zum Einweiser oder gar bis zum Teleradiologen zu Hause erweitern, werden zusätzliche Funktionen für Datenschutz und Datensicherheit notwendig. Außerdem müssen die geringeren Übertragungsbandbreiten über das Internet berücksichtigt werden. Im lokalen Netzwerk (LAN) der Klinik oder der Praxis stehen heutzutage Netzwerke 100 oder 1000 Mbit/s zur Verfügung, während ein Standard-DSL-Anschluss nur eine maximale(!) Download-Bandbreite von 768 kbit/s bietet. Selbst sehr gute DSL-Anschlüsse mit max. 6 Mbit/s sind deutlich langsamer als ein lokales Netzwerk.

Daher müssen Webserver für die Bilddatenverteilung um flexible Kompressionsverfahren und andere Methoden einer besseren Ausnutzung der geringeren Bandbreite erweitert werden, damit sie auch über langsame, öffentliche Leitungen genutzt werden können [8].

Außerdem sind geeignete Methoden zur Sicherung des Datenschutzes und der Datensicherheit einzusetzen, um die Vertraulichkeit, Authentizität und Integrität zu gewährleisten.

Eine weitere Verbesserung der klassischen Bildverteilung stellt die Möglichkeit der interaktiven Telekonferenz sowohl zwischen Anwendern des Webservers als auch zwischen Webserver und Befundungs-Workstations dar.

Bei Realisierung dieser Maßnahmen ist der Ansatz der webbasierten Bildver-

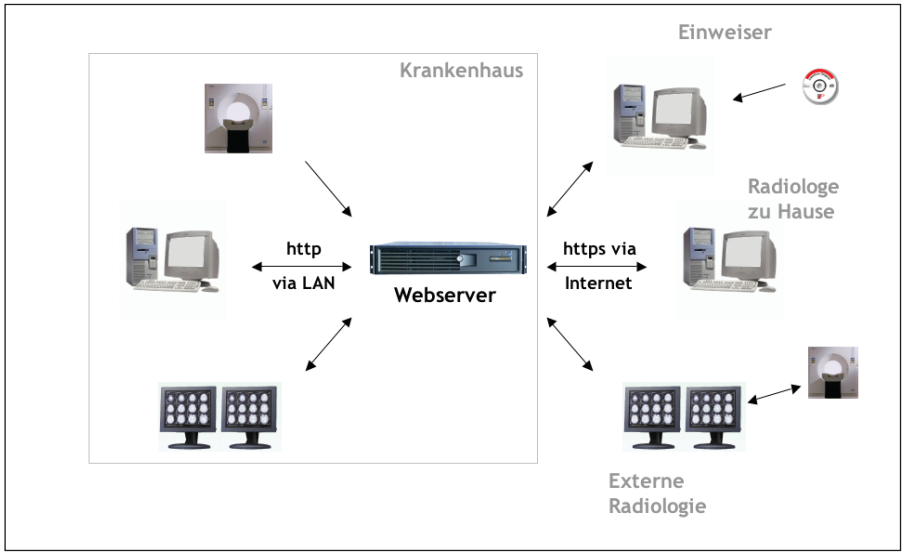


***Abbildung 6:*** *Webportal zur Bereitstellung von Bildern im Haus, aber auch zum bilateralen Datenaustausch mit externen Partnern*

teilung über die Grenzen einer Institution hinaus eine sehr sinnvolle Methode der Teleradiologie (vgl. Abbildung 1) [9].

## 2.6 Webportal

Das Webportal ist eine Erweiterung des klassischen Webserver-Ansatzes, bei dem nicht nur Bilder zum Ansehen oder Download zur Verfügung gestellt werden, sondern auch Daten zum Server hochgeladen werden können (s. Abbildung 11). Das CHILI/Web-System stellt z. B. auch die DICOM-Protokolle zum Versand (C-Store SCU) und Empfang (C-Store SCP) im Applet zur Verfügung [8]. Somit können im LAN vorhandene DICOM-Geräte Bilder direkt per C-Store an das im Browser laufende Java-Applet schicken, das die Daten veschlüsselt zum Webserver weiterleitet. Neben dem Upload per DICOM-Protokoll können auch Dateien aus dem Filesystem oder von einer DICOM-DIR-CD im lokalen Laufwerk des lokalen Rechners eingelesenen und hochgeladen werden. Die auf verschiedene Weise zum Webserver hochgeladenen Daten können anschließend in den klinischen Workflow integriert werden.

In der umgekehrten Richtung kann das Applet Daten per DICOM-C-Store an ein DICOM-Gerät im LAN senden (s. Abbildung 6 unten rechts) [8].

Das Web-Portal ermöglicht außerdem die selektive Bereitstellung von Bildern für Einweiser per Webtechnologie. Abbildung 7 zeigt dabei eine Ausprägung dieses Prinzips: Auf dem Webserver werden die bereit gestellten Bilddaten explizit für den Einweiser „freigegeben“ [9]. Der Zugriff auf diese Daten erfolgt mit einem Schlüssel, den der Einweiser kennen muss. Die Übermittlung des Schlüssels erfolgt in diesem Fall in einer verschlüsselten E-Mail, die automatisch bei der Freigabe an den Einweiser gesendet wird. Zusätzliche Sicherheitsaspekte, wie zeitliche Begrenzung der Zugangsberechtigung, Client-Zertifikate oder Access-Gateways, die die Zugriffe aus dem Internet zusätzlich auf valide URLs prüfen und darauf begrenzen sind möglich. Ebenso die Übermittlung des Zugangsschlüssels mit dem Arztbrief.

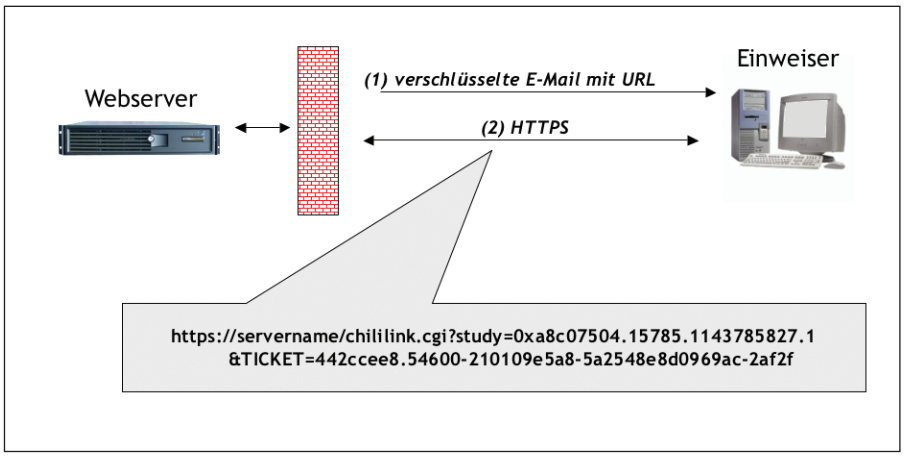


***Abbildung 7:*** *Übermittlung eines temporären Zugangsschlüssels per verschlüsselter E-Mail. Der Einweiser kann damit zeitlich begrenzt und verschlüsselt auf die für ihn bereit gestellten Daten zugreifen*

## 2.7 Teleradiologie-Gateways

Teleradiologie-Gateways (TR-Gateways) sind Blackbox-Systeme, die einfach in vorhandene PACS-Umgebungen integriert werden können, um darüber eine transparente Kommunikation mit externen Partnern zu realisieren. Dabei kann die Funktionalität des Gateways eine Kombination der bisher beschriebenen Kommunikationsmethoden sein. Der wesentliche Vorteil besteht darin, dass die Teleradiologie-Benutzer ihre vorhandenen Arbeitsplätze für Bildgewinnung und Befundung weiter nutzen können und keine Einarbeitung in neue Anwendungen notwendig ist. Daten werden mit den darin vorhandenen Protokollen des lokalen Systems (z. B. HL7, DICOM) auf das TR-Gateway gesendet, das automatisch die notwendigen Protokollumsetzungen in Abhängigkeit des (externen) Empfängers vornimmt. Zusätzlich werden Datenschutzmaßnahmen, Kompression und Fehlertoleranz durch das TR-Gateway sichergestellt.

Diese Art der Realisierung ist gut geeignet, um viele Institutionen in großen Regionen oder ganzen Ländern mit einer wartungsfreundlichen, ausfallsicheren Blackbox-Lösung miteinander zu vernetzen. Das „landesweite“ Teleradiologie-Netzwerk von Grönland wurde mit TR-Gateways realisiert (s. Abbildung 8) [10].

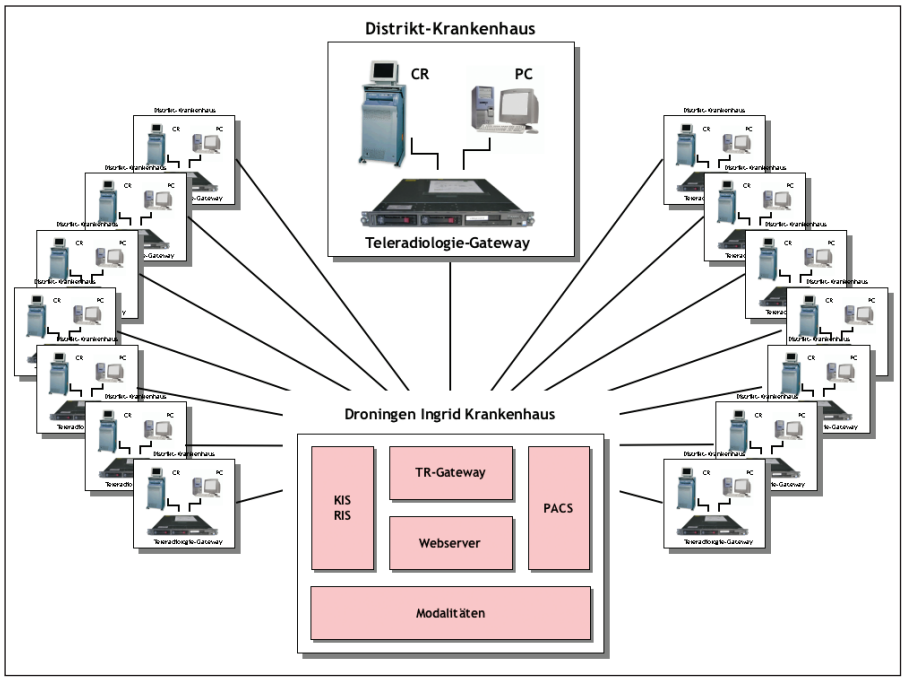


***Abbildung 8:*** *Die Vernetzung Grönlands mit Teleradiologie-Gateways*

## 2.8 Heterogene Netzwerke

Die oben beschriebenen Techniken können auch kombiniert werden, um mit mehreren Kommunikationspartnern Daten auszutauschen, die jeweils verschiedene Protokolle einsetzen. Ein Beispiel für solch ein heterogenes Netzwerk wurde rund um die Universitätsklinik Freiburg aufgebaut. Die Kommunikationspartner benutzen DICOM über VPN, DICOM-E-Mail und https, um bildgebende Modalitäten, radiologische Workstations, spezifische Teleradiologie-Workstations, Webserver und E-Mail-Server miteinander zu verbinden. Die zentrale Komponente dieses Netzwerkes ist ein CHILI-Kommunikationsserver, der alle Protokolle beherrscht und per Auto-routing mit integrierter Protokoll-Umsetzung die Daten automatisch zwischen den beteiligten Systemen vermittelt [11].

## 3. Workflow Integration (IHE)

Teleradiologie-Systeme stellen oft isolierte Inseln in der IT-Landschaft der Betreiber dar. Dies liegt darin begründet, dass fremde Patienten-IDs und Auftragsnummern der externen Kommunikationspartner mit den eigenen Nummernkreisen kollidieren können. Ein weiteres Problem entsteht, wenn KIS, RIS und PACS stark miteinander verzahnt sind. Erlaubt ein PACS z. B. den Zugriff auf Bilddaten im PACS nur über das RIS oder KIS, sind normalerweise vom PACS per DICOM empfangene Bilddaten nicht sichtbar, da das KIS und das RIS diese nicht kennen.

Dieses Problem betrifft nicht nur Daten, die per Teleradiologie empfangen werden, sondern auch Daten, die z. B. von einer mitgebrachten Patienten-CD eingelesen werden.

Die Integration der Teleradiologie in die IT-Infrastruktur und den Workflow des Betreibers ist eine wichtige Voraussetzung für den langfristigen Erfolg einer Teleradiologie-Lösung. Die internationale Initiative „Integrating the Healthcare Enterprise Initiative“ (IHE) hat hierzu in ihrem technischen Rahmenwerk (Technical Framework) Lösungsvorschläge auf der Basis von etablierten, herstellerunabhängigen Standards erarbeitet [12]. Das IHE-Profil „Import Reconciliation Workflow” (IRWF) definiert die notwendigen Schritte der beteiligten Informationssysteme, um eine „saubere“ Integration von Fremddaten in das eigene System zu gewährleisten [13].

Die von IHE definierten Szenarien werden jährlich auf so genannten Connectathons zwischen den Herstellern getestet. Das IRWF-Szenario wurde erstmalig auf dem Europäischen Connectathon 2007 in Berlin zwischen unterschiedlichen KIS-RIS- und PACS-Herstellern getestet. Auf dem deutschen Röntgenkongress 2007 in Berlin wurde dieses Szenario in zwei Demo-Krankenhäusern der Öffentlichkeit präsentiert. CHILI ist einer der wenigen Teleradiologie- und PACS-Hersteller, der dieses Szenario getestet und in der klinischen Routine im Einsatz hat.

## 4. Qualitätssicherung in der Teleradiologie

Die Teleradiologie nach Röntgenverordnung, also zur Primärbefundung von Bildern, die mit ionisierenden Strahlen ohne einen fachkundigen Arzt vor Ort aufgenommen wurden, ist in Deutschland genehmigungspflichtig und unterliegt einer strengen Qualitätskontrolle bzgl. Übertragungszeit, Vollständigkeit, Korrektheit der übertragenen Daten und deren Darstellung. Der Normenausschuss Radiologie der Deutschen Röntgengesellschaft NAR hat unter der Federführung des Autors in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Institut für Normung einen Normentwurf DIN 6868-59 für die Abnahme- und Konstanzprüfung von Teleradiologie-Systemen nach Röntgenverordnung erarbeitet [14], der bis Ende Mai 2007 öffentlich kommentiert werden konnte und voraussichtlich bis Ende 2007 endgültig verabschiedet wird [15].

Die Konformität zu dieser Norm wird zukünftig sehr wahrscheinlich für die Erteilung einer Genehmigung zum Betrieb einer Teleradiologie-Einrichtung nach RöV verpflichtend werden. Fortschrittliche Teleradiologie-Systeme werden Funktionen für die Sicherstellung und Überwachung der Qualität bereitstellen, um den Betreiber in effektiver und zuverlässiger Weise bei den täglichen und monatlichen Qualitätssicherungsmaßnahmen zu unterstützen. Das Teleradiologie-Statistik-Modul des CHILI-Systems ist ein Beispiel für eine solche Software, die dies schon heute leistet.

## 5. Erkennbare Trends

Seit etwa zwei bis drei Jahren kommen vermehrt elektronische Akten auf den

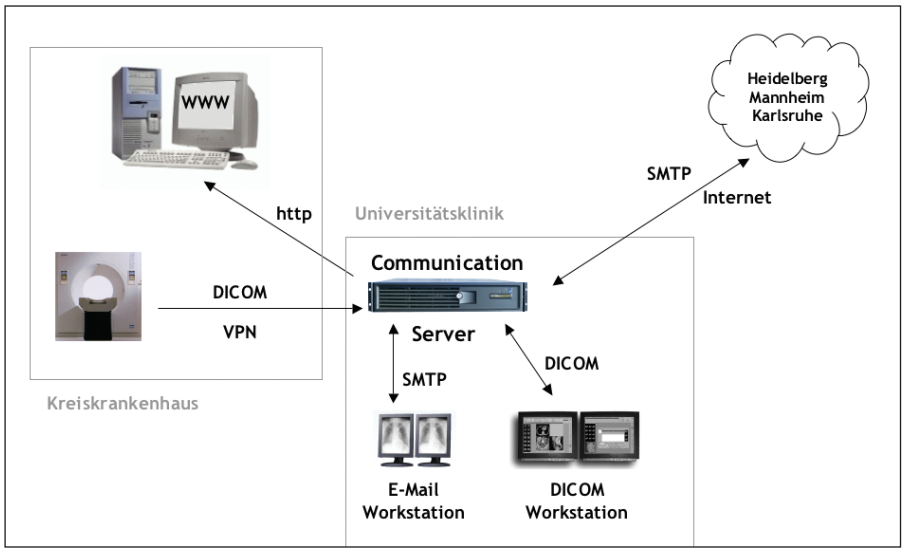


***Abbildung 9:*** *Beispiel für ein heterogenes Teleradiologie-Netzwerk mit den Protokollen: DICOM C-Store, DICOM-E-Mail und Webzugriff per http(s)*

Markt, die als Gesundheitsakte, Krankenakte, Patientenakte oder unter anderen thematischen Schwerpunkten angeboten werden. Auf Anwenderseite ist zu beobachten, dass am Behandlungsprozess eines Patienten beteiligte Institutionen immer intensiver miteinander kooperieren wollen oder müssen. Auch in der Forschung werden vermehrt webbasierte Akten für wissenschaftliche Studien realisiert und angewendet. All diesen elektronischen Akten ist gemeinsam, das sie in der Regel webbasiert sind und Patientendaten über Institutionen hinweg speichern oder per Link miteinander verbinden. Solche Systeme widmen sich zunächst dem Austausch alphanumerischer Daten. Es stellt sich aber schnell heraus, dass die Integration der medizinischen Bilder im DICOM-Format in solche Systeme ebenfalls notwendig ist. Das heisst, dass auch überregionale Aktensysteme in der Lage sein müssen, mit bildgebenden Geräten oder PACS-Systemen Daten auszutauschen, temporär zu speichern und auch anzeigen zu können. In verschiedenen Projekten und kommerziellen Produkten konnte gezeigt werden, dass die Integration eines bildbasierten Webservers, der über die entsprechenden Schnittstellen zu KIS/RIS/PACS verfügt, in solche Aktensysteme integriert werden kann. Hierfür stehen entsprechende Standards aus dem DICOM-Bereich ("Web Access to DICOM Persistent Objects" (WADO)) [16], bzw. aus der IHE-Initiative (XDS) [17] als sinnvolle Grundlagen zur Verfügung. Das Ergebnis ist, dass ursprünglich rein teleradiologische Systeme mit regionalen oder organisationsübergreifenden Telemedizinsystemen verschmelzen.

## 6. Diskussion

Im Laufe der Jahre hat es in der Teleradiologie eine ständige Weiterentwicklung von isolierten Systemen auf der Basis von proprietären Protokollen bis hin zu vollständig in den klinischen Workflow integrierten Systemen auf der Grundlage von standardisierten Protokollen gegeben. Vor dem Aufbau eines Teleradiologie-Netzwerkes oder den Anschluss an ein existierendes Netzwerk sollte eine Analyse der vorhandenen IT-Systeme (z. B. KIS, RIS und PACS, Modalitäten und Teleradiologie-Systeme) vorgenommen werden. Dabei sollte die Sicherheitspolitik der beteiligten Institutionen und deren vorhandene Sicherheitsinfrastruktur (z. B. Firewalls) berücksichtigt werden. Große Aufmerksamkeit ist auch den Bedürfnissen der zukünftigen Teleradiologie-Anwender zu widmen. Die Auswahl der für den individuellen Fall angemessenen technischen Umsetzung sollte auf den Ergebnissen dieser Analyse beruhen und im Ergebnis eine der oben dargestellten technischen Möglichkeiten oder eine Kombination verschiedener Techniken sein. Alle dargestellten technischen Möglichkeiten wurden mit Softwarekomponenten der CHILI-Software-Familie realisiert und befinden sich im täglichen Routineeinsatz [18].

## 7. Paradigmen-Wechsel

Anfang der 90er Jahre wurden dedizierte Teleradiologiesysteme, wie z. B. die KAMEDIN- oder MEDICUS-Workstation, entwickelt. Mitte der 90er Jahre wurde erkannt, dass reine Teleradiologieworkstations, die ausschließlich für die Teleradiologie genutzt werden, keinen Sinn machen. Die Restriktion auf diesen Einsatzzweck ist nicht nur teuer, sondern bringt auch gravierende Nachteile bei der (gelegentlichen) Nutzung mit sich, wie vergessene Passwörter oder mangelnde Vertrautheit mit dem System. Mit der Konzeption der CHILI-Architektur wurde daher konsequent auf einer allgemeinen Workstation aufgebaut, die der Anwender in der täglichen Routine primär für seine Standardaufgaben (z. B. Befundung) nutzt, die jedoch über eingebaute Teleradiologie-Funktionen verfügt. Heutzutage sind die CHILI-Systeme, egal ob die radiologische Befundungsworkstation oder der webbasierte Viewer, telekonferenzfähig und können Daten über verschiedene standardisierte Protokolle mit anderen Partnern austauschen. Heute ist ein neuer Paradigmenwechsel erkennbar. Krankenhaus- oder konzernübergreifende Telemedizinakten werden entwickelt und eingesetzt. Dabei werden auch zunehmend die radiologischen Bilder integriert. In der Konsequenz wird die Teleradiologie über die Telemedizinakte abgewickelt, bzw. geht vermutlich sogar darin auf.

## 8. Fazit

Die für einen Teleradiologie-Anwender optimale Teleradiologie-Architektur basiert auf verschiedenen prinzipiellen Kommunikationsmodellen, wie Push vs. Pull und Peer-to-Peer vs. serverbasiert. Die zur Realisierung eingesetzte Software muss auf Standards (z. B. DICOM, HL7, SMTP, http/s, POP und IMAP4) und den Ergebnissen der IHE-Initiative beruhen. Eine initial gewählte Architektur sollte flexibel und erweiterungsfähig sein, um auch

mit zukünftigen Kommunikationspartnern problemlos Bilddaten austauschen zu können. Die nahtlose Integration in den eigenen Workflow und die Qualitätssicherungsmaßnahmen sind wichtige Aspekte für den Erfolg einer Teleradiologie-Einrichtung.

## Fußnoten


1 Engelmann U, Schröter A, Baur U, Werner O, Schwab M, Müller H, Bahner M, Meinzer HP, Borälv E, Göransson B. The German teleradiology system MEDICUS: System description and experiences in a German field test. European Journal of Radiology 26 (1998) 219-225.

2 Engelmann U. Schröter A, Baur U, Werner O, Schwab M, Müller H, Bahner M, Meinzer HP. Second Generation Teleradiology. In: Lemke HU, Vannier MW, Inamura K (eds): Computer Assisted Radiology and Surgery. Amsterdam: Elsevier (1997) 632-637.

3 Engelmann U, Schröter A, Baur U, Werner O, Schwab M, Müller H, Meinzer HP. A Three-Generation Model for Teleradiology. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine 2 (1) (1998) 20-25.

4 Engelmann U, Schröter A, Schwab M, Meinzer HP. Reality and perspectives in teleradiology: a personal view based on personal experiences. International Journal of Medical Informatics, Vol. 64 (2-3) (2001) 449-459.

5 DICOM Standards Committee, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). Supplement 54: DICOM MIME Type. http://medical.nema.org/Dicom/supps/sup54_pc.pdf. [Letzter Zugriff 11.03.2007].

6 Engelmann U, Schroeter A, Schweitzer T, Meinzer HP. The communication concept of a regional stroke unit network based on encrypted image transmission and the DICOM-Mail standard. In: Lemke HU, Vannier MW, Inamura K, Farman AG, Doi K, Reiber JHC (eds). CARS 2002. Heidelberg: Springer (2002) 612-617.

7 Weisser G, Walz M, Ruggiero S, Kämmerer M, Schröter A, Runa A, Mildenberger P, Engelmann U., Standardization of teleradiology using Dicom e-mail: recommendations of the German Radiology Society. Eur Radiol. 2006 Mar;16(3):753-8.

8 Münch H, Engelmann U, Schröter A, Meinzer HP. The integration of medical images with the electronic patient record and their web-based distribution. Acad Radiol 2004; 11:661-668.

9 Münch H,, Schröter A, Meinzer HP, Engelmann U. A webbased approach to distributing medical images for referring physicians outside hospitals without specialised user management. Int. J CARS (2006) 1:130-132.

10 Engelmann U, Münch H, Schröter A, Schweitzer T, Christoph K, Eilers R, Olesen H, Møller Jensen J, Meinzer HP. A teleradiology concept for entire greenland. Int. J CARS (2006) 1:121-123.

11 Engelmann U, Münch H, Schröter A, Meinzer HP. Jäckel A (ed). Von der bilateralen Teleradiologie zur Vernetzung von Regionen: Der CHILI-Ansatz. Telemedizinführer Deutschland, Ausgabe 2005. Ober-Mörlen: Deutsches Medizin Forum (2004) 265-269.

12 Hussein R, Engelmann U, Schröter A, Meinzer HP. Implementing a full-feature PACS solution in accordance with the IHE technical framework: The CHILI approach. Academic Radiology 11/4 (2004) 439-447.

13 Integrating the Healthcare Enterprise Initiative (IHE). Import Reconciliation Workflow. http://wiki.ihe.net/index.php?title=Import_Reconciliation_Workflow [Letzter Zugriff 11.03.2007].

14 Deutsches Institut für Normung e.V. DIN 6868-59:2007-02. Image quality assurance in diagnostic X-ray departments - Part 59: Acceptance and constancy testing in teleradiology according to RöV. Berlin: Beuth 2007.

15 Engelmann U, Bodemeyer J, Hackländer T, Mildenberger P, Schmid U, Seidel B, Simmler R, Walz M, Westhof J. Stand des Normentwurfs DIN 6868-59 zur Qualitätssicherung der Teleradiologie nach RöV. Fortsch. Röntgenstr 2007; 179:S87.

16 DICOM Standards Committee, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Part 18: Web Access to DICOM Persistent Objects (WADO) Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Part 18: Web Access to DICOM Persistent Objects (WADO). http://www.nema.org/stds/ps3-18.cfm [Letzter Zugriff 11.06.2007]

17 IHE Radiology Technical Framework. Supplement 2005-2006. Cross-enterprise Document Sharing for Imaging (XDS-I). http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/IHE_RAD-TF_Suppl_XDSI_TI_2005-08-15.pdf [Letzter Zugriff 11.06.2007]

18 CHILI GmbH, Heidelberg. List of CHILI related publications. http://www.chili-radiology.com/de/pub/ [Letzter Zugriff 11.06.2007].



***Kontakt***
***Dr. Uwe Engelmann***
*Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg*
*Im Neuenheimer Feld 280*
*69120 Heidelberg*
*Tel.: + 49 (0) 62 21 / 42 - 23 82*
*Fax: + 49 (0) 62 21 / 42 - 23 45*
*u.engelmann@dkfz.de*

***Kontakt für die eingesetzten Produkte***
***CHILI GmbH***
*Tel.: + 49 (0) 62 21 / 1 80 79 - 10*
*Fax: + 49 (0) 62 21 / 1 80 79 - 11*
*info@chili-radiology.com*
*www.chili-radiology.com*