



Von der bilateralen Teleradiologie zur Vernetzung von Regionen – der CHILI-Ansatz

U. Engelmann^{a*}, A. Schröter^b, H. Münch^{a,b}, T. Schweitzer^{a,b}, V. Braun^b, H.P. Meinzer^a

^aDeutsches Krebsforschungszentrum, Abt. Medizinische und Biologische Informatik, Heidelberg
In Kooperation mit

^bCHILI GmbH, Heidelberg

Teleradiologische Verbindungen wurden in der Vergangenheit durch direkte, bilaterale Verbindungen zwischen den Kommunikationspartnern realisiert. Dieser Beitrag beschreibt einen Ansatz für offene und interoperable Teleradiologienetze, die gleichzeitig verschiedene Kommunikationsprotokolle, wie z. B. DICOM, HTTP und SMTP unterstützen. Dabei werden Sicherheitskonzepte integriert. Die vorgestellte Architektur erlaubt den beteiligten Kommunikationspartnern das von ihnen bevorzugte Protokoll zum Versenden und Empfangen von medizinischen Daten zu benutzen. Protokollumsetzungen und das automatische Routen der Daten im Netzwerk werden von zentralen und redundanten Kommunikationsservern übernommen. Die Daten können außerdem über standardisierte IHE-Profile in existierende Informationssysteme integriert werden. Somit wird die Teleradiologie in den klinischen Workflow integriert. Das Ergebnis ist ein offenes Netzwerk, das auch kleinen Krankenhäusern oder Praxen einfachen und sicheren Zugang zu Experten oder Kompetenzzentren ermöglicht.

1 Einführung

Die Teleradiologie wird seit vielen Jahren weltweit eingesetzt. Frühe, proprietäre Lösungen wurden im Laufe der letzten Jahre durch die Nutzung des DICOM-Standards abgelöst [1]. Anforderungen an Datenschutz und Datensicherheit wurden durch entsprechende Sicherheitskonzepte umgesetzt [2]. Heutzutage basieren Teleradiologienetze in der Regel auf bilateralen Verbindungen (peer-to-peer), sind oft Hersteller abhängig und meist nicht mit den Krankenhausinformationssystemen (KIS), Radiologieinformationssystemen (RIS) oder dem Bildarchiv (PACS) verknüpft. Dieser Beitrag stellt ein auf Standards basierendes Konzept einer offenen und flexiblen Plattform vor, das Datenschutz- und Datensicherheitsaspekte berücksichtigt und dennoch verschiedene Standards nahtlos miteinander integriert. Die ausgetauschten Daten (Bilder und andere Dokumente) können auf der Basis von IHE-Profilen mit vorhandenen

Informationssystemen verknüpft werden. Somit kann die Teleradiologie in den klinischen Workflow integriert werden.

Ein weiteres Ziel ist es, auch kleinen Krankenhäusern und niedergelassenen Ärzten einen einfachen und kostengünstigen, aber dennoch sicheren Zugang zu Experten zu ermöglichen.

2 Material und Methoden

CHILI[®] ist eine Softwarefamilie für Teleradiologie und PACS [3], die im Laufe der letzten sieben Jahre in einer Kooperation zwischen dem Steinbeis-Transferzentrum Medizinische Informatik (heute CHILI GmbH) und dem Deutschen

Krebsforschungszentrum in Heidelberg entstanden ist und kontinuierlich weiter entwickelt wird. Mehr als 120 Systeme wurden inzwischen in Deutschland, der Schweiz, Belgien, den USA, Schweden, Italien und in Spanien installiert [4]. Die meisten Verbindungen basieren auf direkten bilateralen Verbindungen (peer-to-peer) über ISDN-Leitungen. Dabei werden die Daten auf Anwendungsebene im CHILI-Protokoll und/oder auf Transportebene (per Virtual Private Network, VPN) verschlüsselt. Darüber hinaus wurden weitere Datenschutzmaßnahmen, dem CHILI-Sicherheitskonzept entsprechend, realisiert. Entfernt arbeitende Kommunikationspartner können mit dem System interaktive Telekonferenzen durchführen, in denen alle Daten und Funktionen synchronisiert werden [5].

Das Sozialministerium Rheinland-Pfalz förderte in den Jahren 2001 und 2002 den Aufbau eines Schlaganfall-Netzwerkes (Stroke-Units). Die Ausschreibung für die zu beschaffenden Systeme forderte erstmals, dass alle Bilddaten mit verschlüsselten E-Mails als DICOM-Mime-Attachments gem. DICOM Supplement 54 verschickt werden sollen [6] [7]. Hierzu wurde die in CHILI bereits vorhandene Methode des Bildversands per E-Mail durch eine zusätzliche Verschlüsselung mit PGP [8] [9] und den Erfordernissen des DICOM Suppl. 54 erweitert [10].

3.6

Autoren: U. Engelmann, A. Schröter, H. Münch, T. Schweitzer, V. Braun, H. P. Meinzer
Titel: Von der bilateralen Teleradiologie zur Vernetzung von Regionen – der CHILI-Ansatz
In: Jäckel (Hrsg.) Telemedizinführer Deutschland, Ober-Mörlen, Ausgabe 2005
Seite: 265-269



Bildgestützte Diagnostik, Teleradiologie

Zwei Kommunikationsserver in den Kompetenzzentren Ludwigshafen und Mannheim bilden den Kern dieses Netzwerkes, in dem radiologische Bilder und Konsultationsberichte untereinander ausgetauscht werden. Dabei sind die Teleradiologiesysteme mit den vorhandenen PACS-Systemen und vorhandenen Workstations verschiedener Hersteller integriert. Angeschlossene Modalitäten können direkt (über den CHILI-Kommunikationsserver) Daten per verschlüsselter E-Mail an andere Kommunikationspartner verschicken.

Das Schlaganfall-Netzwerk ist seit Sommer 2002 in klinischer Routine. Bis heute wurden in diesem aus vier Partnern bestehende Netzwerk ca. 800 Untersuchungen zwischen den Kommunikationspartnern ausgetauscht. Die Datenverbindungen wurden zunächst per ISDN (2 x 128kbit/s) und eine Standleitung (2 Mbit/s) realisiert. Inzwischen wurden alle Verbindungen auf das Internet umgestellt, wobei die kleineren Krankenhäuser per DSL bzw. über das baden-württembergische Hochschulnetz BelWue angeschlossen sind.

Das Sozialministerium des benachbarten Bundeslandes Baden-Württemberg fördert unter dem Namen Zukunftsoffensive III seit Anfang 2003 ein noch umfangreicheres Projekt zur Unterstützung der Diagnose und Behandlung von Schädelverletzungen und Schlaganfällen. Sechs regionale Netzwerke aus 44 Krankenhäusern und 4 Universitätskliniken um die Zentren Freiburg, Mannheim/Heidelberg/Karlsruhe, Stuttgart, Ulm, Ludwigsburg und Villingen-Schwenningen werden vom Sozialministerium gefördert, um eine offene Infrastruktur mit den Krankenhäusern in ihrer näheren Umgebung, sowie zu den anderen regionalen Netzwerken im „Ländle“ aufzubauen [11].

Jedes Teilprojekt ist autark in der Auswahl der entsprechenden technischen Realisierung. Aber eine wichtige Anforderung an alle zu realisierenden Teleradiologielösungen war, untereinander mit verschlüsselten E-Mails mit DICOM-Mime-Attachments (s. Stroke-Projekt Rheinland-Pfalz [6]) kompatibel zu sein. Darüber hinaus hat jedes Teilprojekt spezifische Voraussetzungen und Anforderungen, wie z. B. die web-basierte Bildverteilung in der Klinik, zu den

Dienst habenden Radiologen zu Hause im Nacht- und Wochenenddienst oder zu externen Kommunikationspartnern. Manche Teilprojekte verfügten über eine flächendeckende Lösung per VPN zwischen den Projektpartnern, bzw. wollten diese im Projekt aufbauen und andere wiederum nicht. Eine weitere Anforderung war die Integration der Teleradiologie in vorhandene Krankenhausinformationssysteme (KIS) und Radiologieinformationssysteme (RIS). Dies ist eine wichtige Voraussetzung, um die Teleradiologie in den klinischen Workflow zu integrieren und auch eine Abrechnung der erbrachten Leistungen zu ermöglichen.

3 Ergebnisse

Die vorhandenen CHILI-Softwarekomponenten wurden für das Projekt weiter ausgebaut und erweitert, um das gesamte Spektrum der Anforderungen abzudecken. Die folgenden Module, bzw. Server sind nun verfügbar (s. Abb. 1):

CHILI Kommunikationsserver

Der Kern dieses Servers ist ein Mailserver, der PGP-verschlüsselte E-Mails mit DICOM-Mime-Attachments [10] entgegennimmt und verschickt. Die Daten werden mit dem standardisierten Mailprotokoll SMTP über das Internet und andere Netzwerke verschickt. Die Software des Kommunikationsservers läuft auf einem eigens dafür bereitgestellten Rechner, der im Internet oder in der DMZ platziert ist. Dies stellt kein Sicherheitsrisiko dar, da sämtliche Anwendungsdaten ausschließlich verschlüsselt

vorliegen. E-Mail-Klienten, wie der CHILI-Server, die CHILI-Workstation, bzw. andere E-Mail-Programme, pollen den Kommunikationsserver regelmäßig per IMAP4-Protokoll [12], um festzustellen, ob neue Daten für sie angekommen sind und diese dann herunterzuladen.

CHILI Autorouter

Alle ankommenden Daten durchlaufen den CHILI-Autorouter (s. Abb. 1). Diese Softwarekomponente verteilt die Bilder, die über verschiedene Protokolle hier eintreffen, zu den gewünschten Kommunikationspartnern. Dabei können sich das Protokoll, mit dem die Daten ankommen und das Protokoll, mit dem der Zielpartner die Daten empfangen kann, unterscheiden. Die entsprechende Protokollumsetzung, z. B. zwischen DICOM und SMTP, erfolgt im Autorouter. Das Routing wird durch Regeln gesteuert, die in Abhängigkeit von der Uhrzeit oder DICOM-Parametern, wie z. B. Port, AET, IP-Adresse des Senders oder von den Inhalten bestimmter DICOM-Felder, den Kommunikationspartner und das entsprechende Sendeprotokoll definieren. Eine grafische Bedienungsfläche (CHILI/Admin) erlaubt dem Administrator die aktuellen Regeln darzustellen und zu modifizieren. Diese Software läuft auf demselben Rechner, auf dem auch der CHILI-Server läuft.

CHILI-Server

Der CHILI Server empfängt Bilder per DICOM-Protokoll oder per E-Mail aus internen und externen Quellen, speichert sie in einer Datenbank und kann die emp-

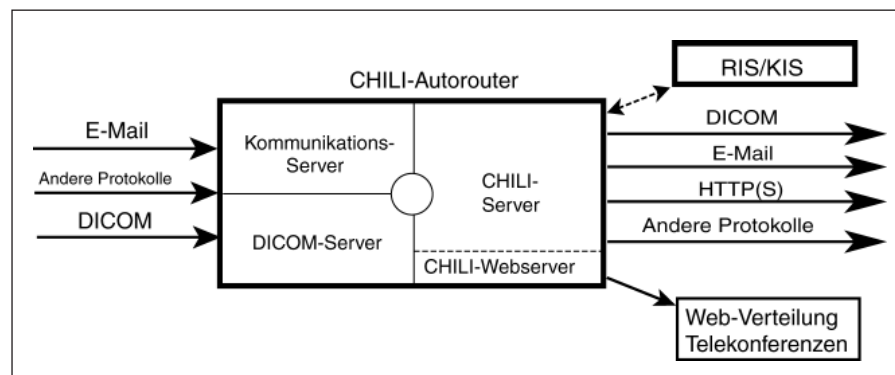


Abbildung 1: Die Architektur des CHILI-Autorouters



fangenen Daten mit verschiedenen Protokollen zu anderen Systemen weiterleiten. Er verarbeitet die empfangenen Bilder und Befunde in ihrem ursprünglichen Format und ist zusätzlich auch für die Kommunikation mit dem KIS und RIS zuständig. Von externen Quellen ankommende Daten werden ebenfalls in die Informationssysteme der empfangenden Klinik integriert. Dies wird durch die Benutzung von IHE-Profilen, also HL7-Nachrichten und DICOM-Services, insbesondere Patient Admission, Order Entry und Modality Worklist Management, erreicht.

CHILI-Webserver

Der CHILI-Webserver benutzt entweder eine eigene Datenbank oder greift auf die des CHILI-Servers zu [13] [14]. Der Zugriff auf diesen Server erfolgt wahlweise per HTTP-Protokoll oder über die sichere Variante HTTPS [15]. Dabei wird der neue Standard WADO (Web Access to DICOM Persistent Objects), der im DICOM Suppl. 85 definiert ist [16], verwendet. Der Server stellt dem zugreifenden Client ein Java-Applet zur Verfügung [18]. Der Benutzer kann in seinem lokalen Webbrowser ein breites Spektrum von Bilddarstellungs- und Bildauswertungsfunktionen auf die Bilder (und Befunde) anwenden.

Der Webserver kann jedoch nicht nur zur Bildverteilung im Hause verwendet werden. Radiologen in Nacht- oder Wochenenddienst zu Hause, Einweiser oder auch andere Krankenhäuser können die Bilder herunterladen, wenn sie die entsprechende Zugangsberechtigung haben. Dabei können die Bilder wahlweise mit verlustbehafteten Kompressionen per JPEG-2000 Standard [19], verlustfrei komprimiert als „zip-Dateien“ oder auch im Original DICOM-Format übertragen werden. Der Benutzer kann die Kompression in Abhängigkeit der gewünschten Qualität, bzw. Übertragungsgeschwindigkeit, individuell für jedes Bild einstellen.

CHILI/Web-Benutzer können untereinander interaktive Telekonferenzen abhalten. Dabei werden sowohl die Daten, die Funktionen, als auch die Mauszeiger synchronisiert. Konferenzen sind nicht nur zwischen zwei Web-Clients sondern auch Plattform übergreifend zwischen einem Web-Client und einer CHILI-Workstation möglich.

Eine weitere Funktion des CHILI-Webserver ist das Hochladen von Daten auf den Server. Dabei können sowohl DICOM-Bilder, als auch Daten in anderen Formaten übertragen werden. Die Datenübertragung kann ebenfalls verschlüsselt erfolgen [14].

Der Webserver kann auf derselben Hardware laufen, wie der CHILI-Server, wobei sich beide auch eine gemeinsame Datenbank teilen können, sofern die Performance, bzw. die Last auf dem Server dies zulässt.

E-Mail-Clients

Jede CHILI-Workstation (CHILI-Start, CHILI-Basic und CHILI-Report) kann als E-Mail-Client fungieren. Außerdem kann auch ein CHILI-Server die Funktionen eines E-Mail-Clients einer CHILI-Client-Workstation zur Verfügung stellen. Die folgenden Aufgaben sind auf der sendenden Seite notwendig: Aufsplitten von DICOM-Studien, bzw. -Serien in einzelne E-Mails, denen jeweils ein einzelnes Bild als DICOM Mime Type [10] angehängt wird, und die digitale Signierung und Verschlüsselung der Daten per PGP [8][9]. Der Datentransfer kann wahlweise interaktiv durch einen Benutzer oder automatisch durch den CHILI-Router erfolgen. Die verschickten E-Mails landen schließlich im Postfach des Empfängers. Dessen E-Mail-Client fragt seine Mailbox regelmäßig mit dem IMAP4-Protokoll ab [12], entschlüsselt die erhaltenen Daten, prüft die digitalen Signaturen und baut wieder die ursprüngliche DICOM-Studie zusammen. Während der Übertragung der Daten können Sender- als auch Empfangsprogramm dem Benutzer den Fortschritt des laufenden Prozesses darstellen [6].

Die Benutzung einer CHILI-Workstation ist die einfachste und bewährteste Möglichkeit der Bilddatenübertragung per verschlüsselter DICOM-E-Mail. Diese Methode wurde erstmalig in CHILI implementiert und erfolgreich in klinischer Routine benutzt [7]. Die dahinter liegenden Prinzipien, bzw. Standards wurden veröffentlicht [6], damit auch andere Entwickler eigene E-Mail-Clients realisieren können. Es ist sogar möglich, diese E-Mails mit Open-Source-Mailprogrammen zu empfangen, zu entschlüsseln und dann

mit einem vorhandenen DICOM-Viewer anzuzeigen. Dies geht natürlich auf Kosten der Benutzerfreundlichkeit, da hierbei jedes Bild einzeln entschlüsselt, ausgepackt, abgespeichert und zur Anzeige aufgerufen werden muss.

Status in den Teleradiologie-Projekten in Baden-Württemberg

Die Teleradiologie-Netzwerke in Baden-Württemberg befinden sich im Moment (Juli 2004) noch in der Aufbau- bzw. Testphase. Vereinzelt wurde der Routinebetrieb bereits begonnen. In den Projekten in Heidelberg/Mannheim/Karlsruhe und in Freiburg werden bewusst Komponenten von verschiedenen Herstellern eingesetzt, um von vornherein eine Hersteller unabhängige Architektur zu schaffen [17]. Kommunikationsserver in Mannheim, Heidelberg, Karlsruhe und Freiburg wurden auf der Basis der beschriebenen CHILI-Lösung aufgebaut. Mehrere CHILI-Webserver und -Workstations wurden ebenfalls installiert. DICOM-Workstations, DICOM-E-Mail-Clients und digitale Bildarchive (PACS) anderer Hersteller konnten problemlos an die Kommunikationsserver angeschlossen werden.

4 Diskussion

Die implementierte Software-Architektur erlaubt die nahtlose Integration der Teleradiologie in den klinischen Workflow. Die Verwendung von Standards, wie z. B. DICOM, HL7 und SMTP garantiert die Offenheit des Systems und erlaubt den Aufbau von Hersteller übergreifenden Netzwerken. Empfangene Bilddaten von außen können unabhängig vom Empfangsprotokoll automatisch in das eigene PACS oder an Workstations weitergeleitet werden. Die Untersuchungen können mit dem KIS oder RIS integriert werden. Somit können die Anwender die externen Daten in ihrer gewohnten Umgebung bearbeiten. Zusätzlich können die Bilder und die dazugehörigen Befunde oder Konsultationsberichte im CHILI-Webserver gespeichert werden. Dieser stellt die Daten den klinischen Arbeitsplätzen im Haus, den externen Kommunikationspartnern und den eigenen Radiologen im Hintergrunddienst zu Hause zum Abruf



Bildgestützte Diagnostik, Teleradiologie

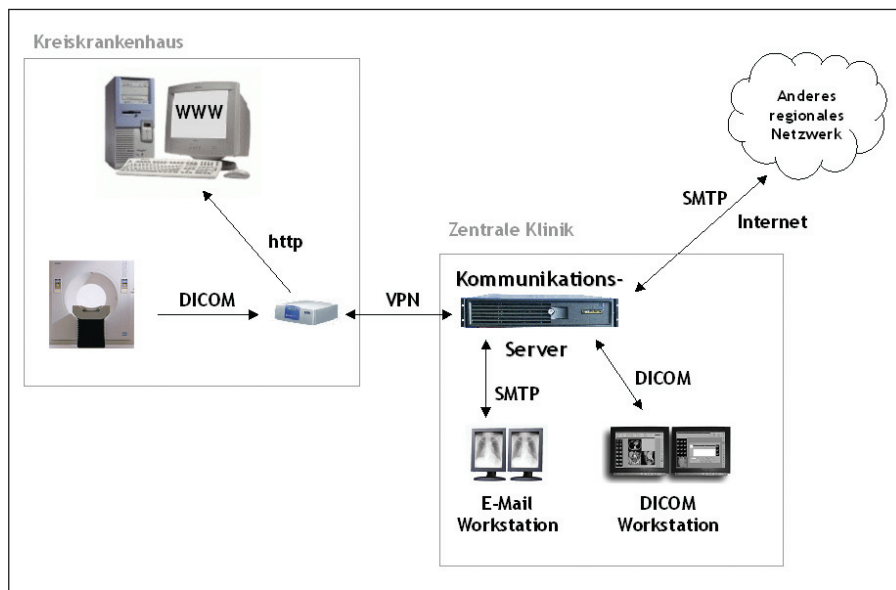


Abbildung 2: Beispiel für ein heterogenes Netzwerk mit verschiedenen Protokollen und Protokoll-Übergängen

bereit. Zugangsberechtigungen, Leitungsverschlüsselungen und Kompressionsverfahren kommen dabei zum Einsatz.

Abbildung 2 zeigt ein regionales Netzwerk, das auf der beschriebenen Architektur beruht. Es hat typischerweise in der Mitte eine zentrale Klinik, die den zentralen telemedizinischen Dienst in Form eines Kommunikationsservers mit Diensten für DICOM, E-Mail und web-basierten Zugriff bereitstellt. Dabei kann der zentrale Server auch als Schaltzentrale zwischen den externen Partnern verwendet werden, die automatisch zwischen den unterschiedlichen Übertragungsprotokollen übersetzt. Kleinere Häuser mit geringem Budget können auf diese Weise sehr kostengünstig an ein Netzwerk angeschlossen werden. Änderungen an Firewall-Einstellungen können hiermit vermieden oder auf ein von allen Beteiligten akzeptiertes Minimum (SMTP, IMAP4) beschränkt bleiben.

Kleinere Häuser mit einem sicheren Zugang zur zentralen Klinik, z. B. über ein VPN können ihre Bilder sogar von den vorhandenen Modalitäten per DICOM-Standard zum Kommunikationsserver versenden, wo sie automatisch an den richtigen Empfänger mit dessen bevorzugtem Protokoll weitergeleitet werden (vgl. Abb. 2, links). Der Webserver in der zentralen Klinik kann die verschickten

Bilder und die dazu erstellten Befunde oder Konsultationsberichte per Web zur Verfügung stellen und erlaubt außerdem sogar Telekonferenzen zwischen dem Absender und dem konsultierten Arzt, wobei natürlich eine entsprechende Rechteverwaltung zum Einsatz kommt. Der Vorteil dieser Methode ist, dass in dem sendenden Haus keine zusätzlichen Workstations oder Software benötigt wird. Es werden nur eine DICOM-fähige Modalität, ein PC mit Internet-Browser und ein VPN-Router benötigt.

Die Verständigung der Telemedizin-Netzwerke in Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg auf die Verwendung von verschlüsselten E-Mails gem. DICOM Suppl. 54 schafft hiermit einen Minimalstandard nicht nur für Südwestdeutschland, sondern vermutlich für ganz Deutschland. Mehrere deutsche und internationale Firmen, Endanwender aus Universitätskliniken und anderen öffentlichen Einrichtungen haben das beschriebene Protokoll in eine Ad-Hoc-Arbeitsgruppe zur Standardisierung von Telemedizin in der @GIT der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG) weiter verfeinert und die Interoperabilität in zwei sog. Connect-a-thons, wie sie bei IHE üblich sind, erfolgreich getestet. Auf dem deutschen Röntgenkongress im Mai 2004 in Wiesbaden wurde das Verfahren offiziell

von der DRG als Minimalstandard für die Teleradiologie empfohlen [20].

Teleradiologie wurde in Deutschland erstmals in der seit Mai 2003 gültigen Röntgenverordnung definiert und ist nach Beantragung und Erteilung einer entsprechenden Genehmigung unter bestimmten Voraussetzungen erlaubt [21]. Diese Einschränkung gilt allerdings nur im Geltungsbereich der Röntgenverordnung, also nicht für die Teleradiologie mit Ultraschall- oder MR-Bildern und auch nicht für reine Konsultationen. Eine entsprechende Richtlinie zur Teleradiologie befindet sich (Stand Juli 2004) noch in Arbeit. Soweit bisher absehbar ist, wird das CHILI-System die von der Richtlinie geforderten Qualitätsmerkmale erfüllen. Mehrere Kommunikationspartner in den genannten Netzwerken betreiben bereits nach der neuen RÖV genehmigte Teleradiologie-Verbindungen für den Nacht- und Wochenenddienst.

5 Zusammenfassung

Mit den Komponenten der CHILI-Software-Familie können PACS-Systeme, web-basierte Bildverteilungen und regionale Telemedizin-Netzwerke aufgebaut werden. Das wichtigste Ergebnis der hier vorgestellten Konzepte ist, dass nun auch verschiedene Protokolle durch den Einsatz des vorgestellten Kommunikationsservers interoperabel werden. Dabei wird der Datenschutz durch den Einsatz von Verschlüsselungstechniken in der Anwendungssoftware oder auf der Transportebene, sowie weitere Sicherheitsmaßnahmen auf verschiedenen Ebenen realisiert [2]. Die Daten können in den Routine-Workflow der Klinik integriert werden. Die Offenheit dieses Ansatzes erlaubt den Aufbau von herstellerübergreifenden Netzwerken, die auf Standards beruhen.

Referenzen

- [1] NEMA Standards Publication PS 3.1-15. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). National Electrical Manufacturers Association, 2101 L Street, N.W., Washington, D.C. 20037, 2000



- [2] Baur HJ, Engelmann U, Saurbier F, Schröter A, Meinzer HP. Ein Datenschutzkonzept für die Teleradiologie. *Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie* 29 (2) 1998, 117-128
- [3] Engelmann U, Schröter A, Schwab M, Eisenmann U, Meinzer HP. Openness and Flexibility: From Teleradiology to PACS. In: Lemke HU, Vannier MW, Inamura K, Farman AG (Eds). *CARS'99*. Amsterdam: Elsevier (1999) 534-538
- [4] CHILI GmbH. CHILI: Digital Radiology. <http://www.chiliradiology.com/>
- [5] 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
- [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] Engelmann U, Schroeter A, Schweitzer T, Meinzer HP. Kommunikationskonzept für das Schlaganfall-Netzwerk Rheinland-Pfalz. In Jäckel A (ed). *Telemedizinführer 2003*. Ober-Mörlen: Deutsches Medizin Forum (2002) 96-99
- [8] Elkins M, Del Torto D, Levien R, Roessler T. RFC 3156: Mime security with openPGP, August 2001. <http://www.ietf.org/rfc.html>
- [9] Callas J, Donnerhacke L, Finney H, Thayer R. RFC 2440: OpenPGP message format, November 1998. <http://www.ietf.org/rfc.html>
- [10] DICOM Standards Committee, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). Supplement 54: DICOM MIME Type. http://medical.nema.org/Dicom/supps/sup54_pc.pdf
- [11] Sozialministerium Baden-Württemberg. Telemedizin wird ausgebaut. URL <http://www.doit-online.de/cms/doIT+Service/Pressecenter/Presseinfos?detailid=176>
- [12] Mullet D, Mullet K. *Managing IMAP*. O'Reilly: Sebastopol USA 2000
- [13] Engelmann U, Münch H, Schröter A, Meinzer HP. CHILI/Web: Klinikweite Bildverteilung aus der elektronischen Patientenakte heraus. Jäckel A (ed). *Telemedizinführer Deutschland*, Ausgabe 2004. Ober-Mörlen: Deutsches Medizin Forum (2004) 170-174
- [14] 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
- [15] Dierks T, Allen C. RFC 2246: The TLS Protocol Version 1.0. January 1999. <http://www.ietf.org/rfc.html>
- [16] DICOM Standards Committee, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). Supplement 85 (Ballot) Web Access to DICOM Objects (WADO): ftp://medical.nema.org/medical/dicom/supps/sup85_lb.pdf
- [17] Weisser G, Ruggiero S, Runa A, Düber C, Walz M, Köster C. Emergency teleradiology using DICOM-email: security and technical aspects in a setting with 17 hospitals. In: Lemke et al. (eds). *Proceedings of CARS 2004*. Amsterdam: Elsevier (2004) 271-273
- [18] Sun Microsystems. The Java Runtime Environment. <http://java.sun.com/jre/>
- [19] ISO/IEC 15444-1:2000. JPEG 2000 image coding system. <http://www.iso.org/>
- [20] @GIT Ad-Hoc Working Group zur Standardisierung von Telemedizin. <http://www.tele-x-standard.de/>
- [21] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlung (Röntgenverordnung - RöV). BGBl. 2003 Teil I Nr. 17 S.605, ausgegeben zu Bonn am 5. Mai 2003 http://www.sidiblume.de/info-rom/anl_gsi/roevo_f.htm

Kontakt

Korrespondierender Autor

Tel: (+ 49) 62 21/42-23 82

E-Mail: U.Engelmann@DKFZ.de