



## Eine DICOM-basierte Telemedizinakte

Uwe Engelmann<sup>a)</sup>, H. Münch<sup>b)</sup>, C. Bohn<sup>b)</sup>, A. Schröter<sup>b)</sup>, H.P. Meinzer<sup>a)</sup>

<sup>a)</sup> Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg, Germany

<sup>b)</sup> CHILI GmbH, Heidelberg

### Einführung

Seit etwa zwei bis drei Jahren kommen vermehrt elektronische Akten auf den 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, dass 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 zeigt sich aber, 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)) [1], bzw. aus der IHE-Initiative (XDS) [2] als sinnvolle Grundlagen zur Verfügung.

Dieser Beitrag stellt ein System vor, das eine flexible elektronische Patientenakte mit einer webbasierten, DICOM-kompatiblen Bildverteilung kombiniert, die selbst auf einem PACS- und Teleradiologiesystem basiert [3]. Das System ist kompatibel zu den relevanten Profilen der IHE-Initiative (Integrating the Healthcare Enterprise), um eine nahtlose Integration

in den klinischen Workflow und konsistente Daten zu gewährleisten [7-9].

### Methoden

#### Grundlegende Mechanismen

Die Verteilung von medizinischen Bildern in Krankenhäusern mit Webtechnologie ist heutzutage Stand der Technik in modernen PACS-Systemen. Die Verteilung der Bilder zu anderen Klinikern, externen Einweisern oder zum Radiologen zu Hause erfordert über eine normale Bildverteilung hinausgehende Funktionen und Eigenschaften, wie Datenschutzmaßnahmen und Performanceverbesserungen. Das CHILI-Websystem ist eine Entwicklung, die diese besonderen Anforderungen berücksichtigt [4]. Ein weiteres Merkmal dieses Systems ist die Telekonferenzfähigkeit sowohl zwischen Benutzern des



Abbildung 1: Login-Bildschirm der Telemedizinakte

Webserverns als auch mit Benutzern einer klassischen Teleradiologie- bzw. PACS-Workstation. Das entwickelte System ist somit sehr gut für die Verteilung von Bildern von einer zentralen Einrichtung zu vielen Benutzern geeignet, wie die Erfahrungen aus vielen Installationen des CHILI-Webserverns zeigen.

Das Webportal ist eine Erweiterung des klassischen Webserver-Ansatzes, bei dem

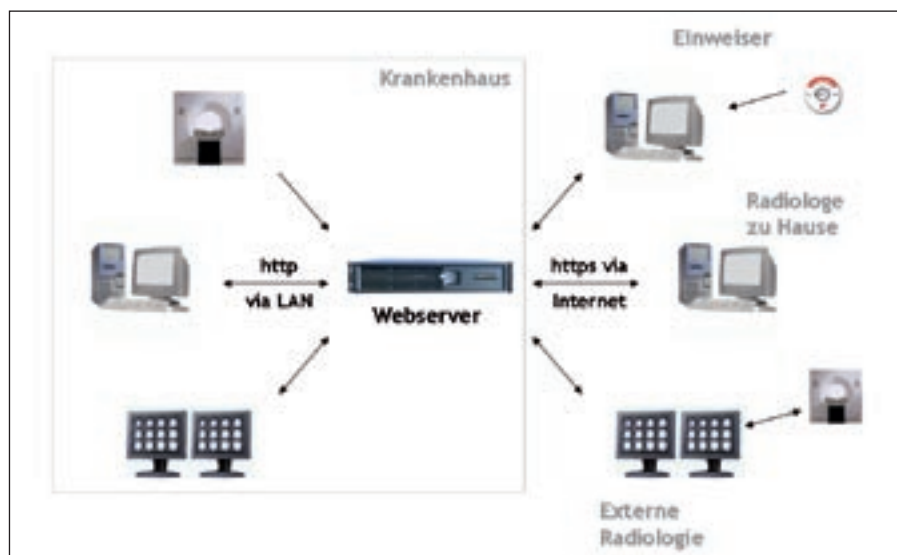


Abbildung 2: Webportal zur Bereitstellung von Bildern im Haus, aber auch zum bilateralen Datenaustausch mit externen Partnern

Autoren: Uwe Engelmann, H. Münch, C. Bohn, A. Schröter, H.P. Meinzer  
 Titel: Eine DICOM-basierte Telemedizinakte  
 In: Jäckel (Hrsg.) Telemedizinführer Deutschland, Bad Nauheim, Ausgabe 2009  
 Seite: 222-225



# Bildgestützte Diagnostik, Teleradiologie

Status	Patienten ID	Name	Vorname	Geburtsdatum	Letzter Eintrag
■	ID0001	Feuerstein	Fred	15.11.1957	24.05.2007, Weitere Dokumentation
■	ECR99-CR-CXR-PTX	Meyer	Hans	14.05.1934	24.05.2007, Radiologischer Befund
■	ECR99-CR-FOOT-FX	Schmitt	Bernhard	29.10.1944	24.05.2007, Radiologischer Befund
■	6693	Stühning	Sophie	10.05.1960	24.05.2007, Radiologischer Befund

Abbildung 3: Die Patientenliste eines Benutzers

nicht nur Bilder zum Betrachten oder Download zur Verfügung gestellt werden, sondern auch Daten zum Server hochgeladen werden können (s. Abbildung 2) [5]. 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 [4]. Somit können im LAN vorhandene DICOM-Geräte Bilder direkt per C-Store an das im Browser laufende Java-Applet schicken, das die Daten verschlüsselt zum Webserver weiterleitet. Neben dem Upload per DICOM-Protokoll ist es möglich, Dateien aus dem Filesystem oder von einer Patienten CD im Laufwerk des lokalen Rechners einzulesen und hoch zu laden. 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 2 unten rechts) [4].

Dieses webbasierte System zum Sammeln, Verteilen, Anzeigen und Bearbeiten von multimedialen Daten wurde um ein elektronisches Aktensystem erweitert. Die graphische Benutzungsoberfläche dieses Systems ist Patienten- und nicht Bild-orientiert. Das Datenmodell basiert in auf dem DICOM-Modell, das entsprechend erweitert wurde. Dabei wurde aber kein starres Modell ergänzt, sondern Mechanismen geschaffen, um das Basismodell sehr einfach

und flexibel an die aktuellen Bedürfnisse anzupassen. Das Modell ist in XML definiert und kann einfach erweitert werden.

## Datenimport und -eingabe

Daten können entweder in interaktiven, webbasierten Formularen eingegeben oder als multimediales Dokument zum Server hochgeladen oder auch automatisch gesendet werden. Die Daten werden als einzelne Werte oder als Dokumente, wie z. B. Befundberichte oder Laborberichte in verschiedenen Dateiformaten (z. B. PDF, Word, Excel) abgelegt. Auch

Biosignale (z. B. EKGs) können hochgeladen, gespeichert, exportiert und angezeigt werden.

## Datenspeicherung und -Präsentation

Alle Daten dieses Systems werden auf einem zentralen Server gespeichert. Ein Opensource-Datenbankmanagementsystem (PostgreSQL) wird für die Verwaltung der Daten eingesetzt. Der Zugang zu den gespeicherten Daten erfolgt über gängige Webbrowser, die auf dem Rechner des Anwenders laufen. Die graphische Benutzungsoberfläche ist sowohl unabhängig vom eingesetzten Betriebssystem (z. B. Linux, MS-Windows, Mac OS X), als auch vom eingesetzten Browser (z. B. Mozilla, Internet-Explorer, Safari). Die einzige Voraussetzung ist, dass die Java Runtime Umgebung auf dem Rechner installiert ist.

Der Zugang zu den Daten erfolgt patientenorientiert (s. Abbildung 3). Der Anwender sieht zunächst die Liste der Patienten, die er sehen darf. Diese Liste kann auf vielfältige Weise sortiert und angeordnet werden. Die Daten bestehen aus einzelnen Werten oder sind in verschiedenen Formaten gespeicherte Multimedia-Dokumente, gemäß MIME-Standard [6]. Spezifische plattformabhängige Hilfs-Applikationen werden aufgerufen, um diese Dokumente anzuzeigen. Die Abbildung 4 zeigt einen Akteneintrag mit radiologischen Bildern. Klickt der Anwender auf ein Thumbnail

2.6

Datum	Beschreibung	Angelegt	Benutzer
21.06.2007	Radiologischer Befund	CT-Bilder	Test Benutzer
21.06.2007	Weitere Dokumentation	Befund Dr. Muster	Test Benutzer
31.05.2007	Radiologischer Befund	Bilder aus Kreiskrankenhaus	Test Benutzer

Abbildung 4: Radiologische Daten in der Telemedizinakte



wird die entsprechende Untersuchung mit dem aktuellen Bild im Browserfenster angezeigt (s. Abbildung 5).

## Datenschutz und Datensicherheit

Verbindungen zwischen dem Webbrowser und der Telemedizinakte werden mit dem https-Protokoll verschlüsselt. Client-Zertifikate werden eingesetzt, um die Host-zu-Host-Verbindung noch sicherer zu machen. Benutzer loggen sich mit ihrer persönlichen Zugangskennung und Passwort auf dem System ein. Ein Rollen- und Rechtekonzept regelt die Zugriffsrechte und erlaubte Funktionen der Benutzer. Rollen und Rechte können spezifisch bis auf einzelne Datenfelder vergeben werden. Es können mehrere Akten-Mandanten mit einem Aktensystem verwaltet werden, die jeweils ihr eigenes Rechte- und Rollenkonzept haben.

Das Datenschutzkonzept basiert auf dem generischen Datenschutzkonzept und dem PID-Generator der Telematikplattform für medizinische Forschungsnetze (TMF e.V) [10]. Alle Daten werden automatisch pseudonymisiert, wenn sie in das System importiert werden. Die personenbezogenen Daten werden in getrennten Datenbanken gehalten. Wenn ein Benutzer das Recht hat, alle Daten des Patienten personalisiert zu sehen, wie z. B. der behandelnde Arzt, werden diese zur Laufzeit wieder depseudonymisiert. Andere Benutzer haben je nach Rolle nur eingeschränkten Zugriff auf die pseudonymisierten Daten. Die Rollen der Benutzer können sich aber auch dynamisch ändern, wie im Folgenden noch beschrieben wird.

## Konsil und Nachrichtensystem

Der behandelnde Arzt, der die vollen Rechte an den Daten hat, kann die gesamte Akte an einen anderen Benutzer desselben oder eines anderen Aktensystems zum Konsil verschicken. Damit erhält auch der Konsiliar die Rechte des ursprünglichen Benutzers und kann auch weitere Daten hinzufügen. Nach Abschluss des Konsils werden diese Rechte wieder entzogen.

Darüber hinaus hat jeder Benutzer eine sog. „Message Box“, mit der Nachrichten analog zu E-Mail mit anderen Benutzern ausgetauscht werden können (s. Abbildung

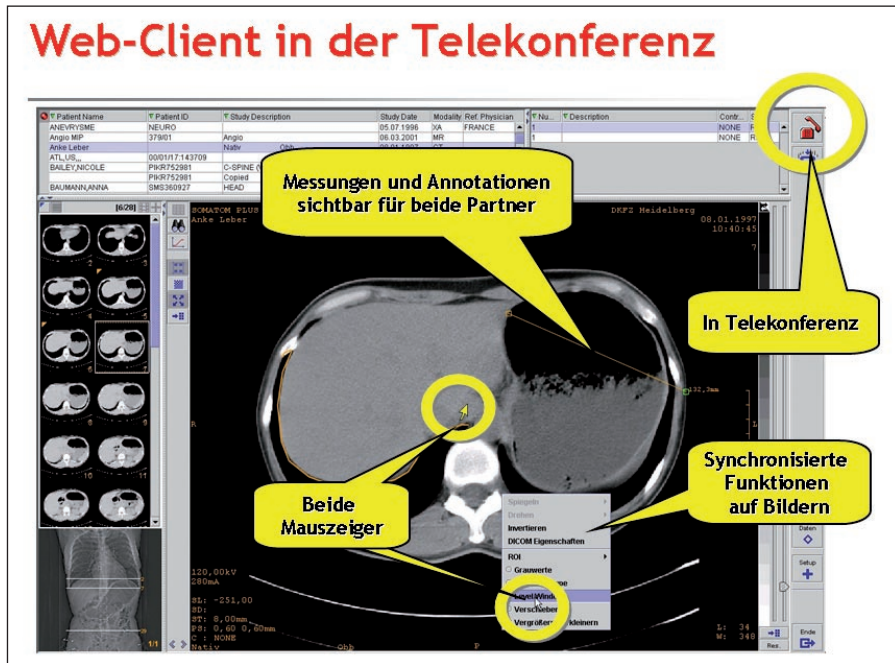


Abbildung 5: Telekonferenz auf Bildern der Telemedizinakte

3). Nachrichten über den Eingang oder die Beantwortung eines Konsils werden ebenfalls über dieses System abgewickelt.

## Telekonferenzen

Das CHILI/Java Applet, das zur Anzeige und Bearbeitung von Bildern verwendet wird, erlaubt synchrone Telekonferenzen zwischen gleichzeitig eingeloggten Benutzern des Aktensystems (s. Abbildung 5). Dabei werden die Mauszeiger beider Partner angezeigt und alle Funktionen mit dem System synchron bei beiden Konferenzpartnern ausgeführt.

## Patientenzentrierte Foren

Analog zu Internetforen hat die Telemedizinakte ebenfalls Foren. Die Besonderheit hier ist, dass die Foren patientenzentriert sind, also direkt in der individuellen Patientenakte gehalten werden. So ist der aktuelle Patientenbezug immer gewährleistet.

## Ergebnisse

Das beschriebene System ist ein generischer Ansatz, um spezifische elektronische Patientenakten zu erzeugen und zu betreiben. Hierbei steht die Kommunika-

tion mit anderen Systemen außerhalb der eigenen Organisationsgrenzen und insbesondere von DICOM-Bilddaten im Vordergrund. Jedes Aktensystem kann nach den individuellen Bedürfnissen angepasst werden.

Circa zwanzig verschiedene Telemedizinakten werden zurzeit an verschiedenen deutschen Krankenhäusern und Forschungseinrichtungen in der täglichen Routine betrieben. Dabei sind verschiedene Anwendungsszenarien erkennbar.

Ein Anwendungsszenario ist die interdisziplinäre Kooperation von Medizinern in verschiedenen Krankenhäusern, die denselben Patienten behandeln. Etwa fünfzehn Krankenhäuser in Süddeutschland betreiben jeweils ein Telemedizinaktensystem zur interdisziplinären Kooperation innerhalb des eigenen Hauses, aber insbesondere mit medizinischen Kollegen in anderen Krankenhäusern.

Ein anderes populäres Szenario ist der Einsatz des Systems als Primärdatensammlung für klinische Studien. Insbesondere bei Studien zu seltenen Erkrankungen. Die multimedialen Daten von örtlich weit verstreuten medizinischen Einrichtungen können mithilfe des beschriebenen Systems sehr einfach, aber dennoch geschützt, über das Internet gesammelt und zentral gespeichert werden. Die telemedizinischen Ak-



# Bildgestützte Diagnostik, Teleradiologie

tensysteme sind den individuellen Bedürfnissen der jeweiligen Studien angepasst.

## Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war es, ein System zu entwerfen und zu implementieren, mit dem örtlich verteilte Benutzer personenbezogene medizinische Multimedia-Daten, einschließlich Bilddaten im DICOM-Format, zentral sammeln und gemeinsam zur Verfügung haben. Das Telemedizin-Aktensystem ist webbasiert und kann über das Internet eingesetzt werden. Als Basis des Systems wurde ein PACS- und Teleradiologiesystem (CHILI) gewählt, um die Kommunikation und Verwaltung von DICOM-Bildern zu gewährleisten. Die flexible und anpassbare Telemedizinakte ist daher auch IHE-kompatibel und einfach mit anderen Systemen integrierbar. Die Erfahrung mit dem System in den vorhandenen Installationen zeigen, dass dies nicht nur ein möglicher, sondern auch ein erfolgreicher Ansatz ist.

## References

- [1] 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: 08.08.2008]
- [2] 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](http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/IHE_RAD-TF_Suppl_XDSI_TI_2005-08-15.pdf) [Letzter Zugriff: 08.08.2008]
- [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] 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.
- [5] Engelmann U, Münch H, Schröter A, Meinzer HP. Teleradiologie-Konzepte der letzten 10 Jahre am Beispiel von CHILI In: Jäckel (Hrsg.) *Telemedizinführer Deutschland* 2008. Bad Nauheim: Minerva (2007) 242-248.
- [6] DICOM Standards Committee, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). Supplement 54: DICOM MIME Type. [http://medical.nema.org/Dicom/supps/sup54\\_pc.pdf](http://medical.nema.org/Dicom/supps/sup54_pc.pdf). [Letzter Zugriff: 08.08.2008].
- [7] Integrating the Healthcare Enterprise Initiative (IHE). Import Reconciliation Workflow. [http://wiki.ihe.net/index.php?title=Import\\_Reconciliation\\_Workflow](http://wiki.ihe.net/index.php?title=Import_Reconciliation_Workflow) [Letzter Zugriff: 08.08.2008].
- [8] 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.
- [9] CHILI GmbH, Heidelberg. IHE Integration Statements. <http://www.chili-radiology.com/en/ihe/> [Letzter Zugriff: 08.08.2008].
- [10] Pommerening K, Reng M, Debold P, Semler S. Pseudonymisierung in der medizinischen Forschung - das generische TMF-Datenschutzkonzept. *GMS Med Inform Biom Epidemiol*. 2005;1(3):Doc17.

## Kontakt

**Dr. Uwe Engelmann**  
*U.Engelmann@DKFZ.de*  
*Deutsches Krebsforschungszentrum*  
*Heidelberg*  
*Abteilung Medizinische &*  
*Biologische Informatik*  
*D-69120 Heidelberg*  
*Im Neuenheimer Feld 280*  
*Tel: +49 (0) 62 21 / 42 - 23 82*  
*Fax: +49 (0) 62 21 / 42 - 23 45*