

Aktuelle Trends in PACS und Teleradiologie

Uwe Engelmann^{1,2}

Andre Schroeter²

Heiko Münch²

Christian Bohn²

Hans-Peter Meinzer¹

¹ Deutsches Krebsforschungszentrum,
Abteilung Medizinische und Biologische Informatik, Heidelberg

² CHILI GmbH, Heidelberg

1 Zielsetzung

In dem vorliegenden Artikel werden die aktuellen Veränderungen von PACS- und Teleradiologie-Lösungen in Deutschland vorgestellt. Diese resultieren aus unterschiedlichen Einflüssen verschiedener Bereiche, wie z. B. dem technischen Fortschritt, neuen Formen der Zusammenarbeit und veränderten gesetzlichen Anforderungen. In diesem Beitrag werden einige der wichtigsten Aspekte sowie ihre Auswirkungen auf Hardware- und Software-Architekturen und die Implementierung technischer Lösungen dargestellt.

2 Methode

Die Autoren sind aktiv in der Forschung im Bereich Teleradiologie und PACS tätig sowie in der Entwicklung und Implementierung solcher Systeme bei der Firma CHILI GmbH (Heidelberg). Dieser Artikel gibt ihre subjektiven Erfahrungen der vergangenen zwei Jahre wieder und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

3 Ergebnisse

3.1 Hardware: Lang- und Kurzzeit-speicherung im PACS

Kurz- und Langzeitspeicherlösungen bieten fortwährend Vorteile, sie sind einfacher zu handhaben und ihre Preise sinken (z. B. NetApp, HP EVA, Tivoli TSM, SUN SAM-FS und FAST LTA). Medizinische Institutionen etablieren daher zunehmend Unternehmensarchive für die Datenhaltung all ihrer IT-Anwendungen. Diese Systeme werden normalerweise von hauseigenem IT-Personal betreut. Dabei besteht der Anspruch, dass zumindest das PACS-Langzeitarchiv die bestehenden Lösungen verwendet, anstatt zusätzliche Hardware (und Konzepte) mitzubringen.

In der Konsequenz sind klare Schnittstellen erforderlich, wenn der Kunde das Archiv selbst stellt. Zwar können so die Kosten reduziert werden, aber die Verantwortlichkeit wächst auf der Betreiberseite. Der PACS-Lieferant kann sich

stattdessen auf wichtigere und komplexe Aspekte des PACS konzentrieren, wie z. B. den Workflow zwischen den verschiedenen IT-Systemen (bzw. IHE-Akteuren) im Krankenhaus [1].

Darüber hinaus haben einige PACS-Betreiber und -Lieferanten damit begonnen, externe Speicherlieferanten für die Langzeitarchivierung ihrer Bilddaten heranzuziehen. Dies ist insbesondere interessant für Krankenhausketten mit vielen Einrichtungen.

3.2 Hardware: Virtualisierung von PACS-Servern

Eine virtuelle Maschine (VM) ist die Software-Implementierung einer Maschine (z. B. eines Computers), die Programme wie eine physikalische Maschine ausführt [2]. Der Hauptvorteil von VM-Systemen liegt darin, dass verschiedene Betriebssystem-Umgebungen nebeneinander auf demselben Computer existieren können und dabei streng voneinander isoliert sind. Einzelnen Applikationen können eigene VMs zur Verfügung gestellt werden. Weitere Vorteile sind die einfache Wartung sowie die hohe Verfügbarkeit und Notfallwiederherstellung (disaster recovery) [3].

VMware (VMware Inc, Palo Alto, <http://www.vmware.com>) ist nach den Erfahrungen der Autoren die beliebteste Virtualisierungs-Software im medizinischen Bereich. Dementsprechend besteht auch bei PACS-Servern ein Trend zur Virtualisierung. Dies vereinfacht die Skalierbarkeit der Systeme und erhöht ihre Ausfallsicherheit.

In der Folge fordern medizinische Einrichtungen von ihren PACS-Herstellern, dass sie ihre Server-Software in virtuellen

Autoren: Engelmann, U.; Schroeter, A.; Münch, H.; Bohn, C.; Meinzer, H.-P.

Titel: Aktuelle Trends in PACS und Teleradiologie

In: Duesberg, F. (Hrsg.) e-Health 2011, Solingen (2010), Seiten: 177-184

Maschinen ohne Hardware anbieten, wobei die Hardware vom Kunden selbst gestellt wird. Die Vorteile sind die hohe Verfügbarkeit, die Notfallwiederherstellung und auch die Skalierbarkeit. Hardware ist dennoch notwendig und muss sogar leistungsfähiger sein, da im Falle der VM nur indirekt auf Hardware zugegriffen wird.

Ein wichtiger Vorteil von VM-Lösungen besteht darin, dass die verschiedenen Server einer Einrichtung konsolidiert werden können, was letztendlich zu Kosteneinsparungen führt.

Ein Teil der Verantwortlichkeit für das PACS wandert damit vom Lieferanten zum Kunden, der nun für die Hardware und die VM verantwortlich ist. Der PACS-Lieferant bleibt verantwortlich für die Applikationen innerhalb der VM. Diese Zuständigkeiten müssen klar geregelt werden. Trotzdem müssen Kunde und Lieferant in solch einem Szenario ein Team bilden und vertrauensvoll zusammenarbeiten. Die Erfahrung hat gezeigt, dass das Aufsetzen einer VM kein reines Plug&Play ist, sondern für den effizienten Betrieb eines PACS Anpassungsarbeiten notwendig sind, die sich aus den spezifischen Anforderungen der Anwendungs-Software ergeben.

3.4 Veränderungen in der Zusammenarbeit

Zu Beginn des Jahres 2004 wurde vom Gesetzgeber eine neue organisatorische Form der ambulanten Versorgung im Deutschen Gesundheitssystem eingeführt, das so genannte "Medizinische Versorgungszentrum" (MVZ). Zum ersten Mal können Krankenhäusern den Bereich der ambulanten Versorgung mit übernehmen (abgesehen von der Notfallversorgung) [4]. Außerdem verzichten in zunehmendem Maße kleine und mittelgroße Krankenhäuser auf eine eigene radiologische Abteilung mit eigenem Personal, sondern holen sich einen niedergelassenen Radiologen ins Haus oder betreiben ein hauseigenes Medizinisches Versorgungszentrum für stationäre und ambulante Patienten.

Auf diese Weise teilen sich verschiedene rechtliche Organisationen (z. B. Arztpraxen, Medizinische Versorgungszentren und Krankenhäuser) die bildgebenden Modalitäten und sogar Archive. Mehrere verschiedene IT-Systeme (z. B. Krankenhausinformationssysteme, Praxiscomputersysteme) müssen demzufolge in der Lage sein, gleichzeitig Untersuchungsaufträge zu erstellen und dann die Bilder in verschiedenen Archiven bzw. Archiv-Mandanten zu speichern.

Krankenhausinformationssysteme (KIS) oder Radiologieinformationssysteme (RIS) bieten Funktionen zur Beauftragung von radiologischen Untersuchungen. Diese Aufträge werden den bildgebenden Modalitäten in einer DICOM Modality Worklist (DMWL) zur Verfügung gestellt. Dies erleichtert nicht nur die Arbeit für das Personal an den Modalitäten, sondern erhöht auch die Datenqualität, da Daten nicht mehrfach eingegeben werden müssen und so Eingabefehler vermieden werden.

Die meisten bildgebenden Modalitäten können allerdings nur eine DICOM Modality Worklist (DMWL) abfragen, in der die Aufträge für radiologische Untersuchungen für die bildgebende Modalität bereitgestellt werden. Normalerweise wird der DMWL-Server vom Hersteller des

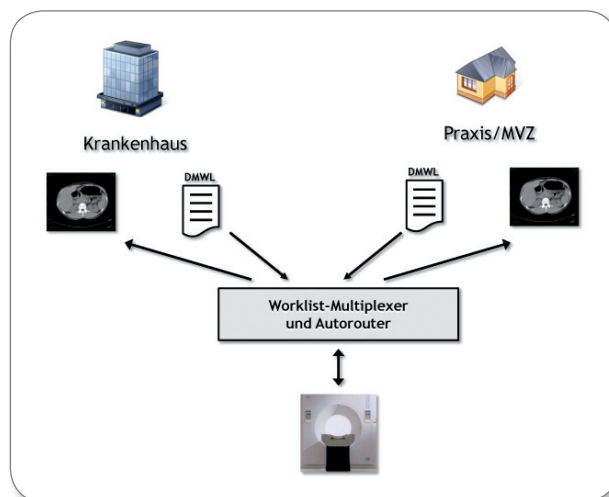


Abb. 1: Workflow bei geteilter Modalität zwischen Krankenhaus und MVZ

Krankenhausinformationssystem (KIS) oder Radiologieinformationssystem (RIS) zur Verfügung gestellt und kann häufig nur Worklist-Einträge des eigenen Informationssystems verarbeiten, da trotz Standardisierung der Schnittstellen zwischen der DMWL und dem eigenen Informationssystem (KIS, RIS) doch nur eine proprietäre Schnittstelle existiert.

Ein weiteres Problem besteht darin, dass private Praxen und Medizinische Versorgungszentren mit Praxiscomputersystemen arbeiten, die nicht IHE-konform sind und keine HL7- oder DICOM-Schnittstellen aufweisen. Das bedeutet, dass diese keine Aufträge auf der Basis der etablierten Standards in eine DMWL stellen können. Stattdessen verfügen viele dieser Systeme xDT-Schnittstellen [5], die aber keine DMWL-Schnittstellen bedienen können.

Die Aufgaben des PACS-Herstellers bestehen nun zum einen darin, Schnittstellen zwischen nicht IHE-konformen Systemen xDT und der DMWL zu implementieren. Zum anderen müssen sie Worklist-Multiplexer oder -Konzentratoren zur Verfügung stellen, die mehrere DMWL zusammenfassen und so den Modalitäten ermöglichen, Worklist-Einträge verschiedener Informationssysteme zu verarbeiten.

Nach der Erstellung der Bilder ist nun eine weitere Herausforderung, dass die Bilder per Autorouting an die entsprechenden Archive bzw. Archiv-Mandanten des ursprünglichen Auftraggebers (MVZ, KH) geleitet werden, da eine „Vermischung“ der Daten sowohl juristisch als auch arbeitstechnisch vermieden werden muss (vgl. Abb.1).

Die Aufgabe des PACS-Herstellers in solchen Szenarien ist also zunächst die Zusammenfassung von radiologischen Aufträgen in einer gemeinsamen DICOM Modality Worklist, die von der bildgebenden Modalität gelesen werden kann. Hierbei sind Schnittstellen von nicht-standardisierten Schnittstellen zwischen Praxiscomputersystem (z. B. per xDT) und der DMWL zu realisieren. Nach der Erstellung der Bilder müssen diese dann aufgrund der ursprünglichen Aufträge automatisch an das Archiv der korrekten Institution geleitet werden. Diese Archive sind entweder zwei eigenständige PACS-Systeme der jeweiligen Institution oder auch ein getrennter MVZ/Praxis-Mandant im Krankenhaus-PACS.

3.5 Teleradiologie

DICOM-Bilder in der EPA

Elektronische Patientenakten (EPA) wurden inzwischen auch krankenhaushübergreifend etabliert, um die Kommunikation und den Austausch von relevanten Informationen zwischen verschiedenen medizinischen Organisationen, die denselben Patienten behandeln, zu beschleunigen und zu verbessern. Ein typisches Problem dieser Systeme besteht darin, dass sie DICOM-Bilder nicht verarbeiten können und nicht mit den entsprechenden PACS-Systemen verbunden sind. Dies kann durch die Integration eines IHE-konformen WADO⁺-Gateways gelöst werden, das einen webbasierten Viewer für die EPA zur Verfügung stellt, mit dem online auf verschiedene PACS-Systeme der verbundenen Institutionen zugegriffen werden kann, also im Prinzip Referenzen auf die DICOM-Daten des entsprechenden PACS in der EPA verwaltet werden.

Bildverteilung mit Download und Upload

Bildverteilung ist außerdem nicht länger eine Einbahnstraße allein zur Bilddarstellung, sondern erlaubt sowohl die Weiterleitung an Dritte oder den Import von Daten (z. B. von Vor-Untersuchungen) auf den Webserver oder andere nachgeordnete Systeme. So erlauben heute fortgeschrittene DICOM-Webserver bzw. der Web-Client

- ▶ den Export von DICOM-Bildern in verschiedenen Formaten in das Filesystem,
- ▶ den Export per Drag & Drop in andere Anwendungen,
- ▶ den DICOM-Versand per DICOM C-Store im eigenen Netzwerk sowie
- ▶ das Brennen von CD/DVDs im DICOMDIR-Format.

Umgekehrt ist es möglich,

- ▶ Bilder aus dem Filesystem oder
- ▶ von DICOM-CD/DVDs hoch zu laden oder sogar
- ▶ per DICOM C-Store Protokoll von Modalitäten oder Workstations entgegenzunehmen und verschlüsselt per https auf den Webserver hochzuladen.

Beim Hochladen von Fremdbildern ist darauf zu achten, dass es nicht zu Kollisionen von z. B. Patienten- oder Untersuchungs-IDs von internen und externen Daten kommt. Dies wird durch die Implementierung des Import Reconciliation Workflow Profils (IRWF) gem. der Initiative Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) vermieden [1].

Integration von Bildverteilung und Teleradiologie mit der EPA

In der Konsequenz verschmelzen EPA, PACS und die beschriebene Bildverteilung aus Anwendersicht zu einem einzigen System, wobei die Referenzen zu den ursprünglichen Bilddaten bestehen bleiben. Verschiedene solcher Systeme wurden mit Hilfe von CHILI-Systemen in den letzten beiden Jahren aufgebaut und werden in der klinischen Routine eingesetzt (z. B. Professional Suite von InterComponentWare; Soarian Integrated Care, Siemens Healthcare Solutions).

Teleradiologie nach Röntgenverordnung und DIN 6868-159

Die Teleradiologie spielt eine zunehmende Rolle in Deutschland, seitdem in der letzten Änderung der Deutschen Röntgenverordnung (RöV) die Anwendung der Teleradiologie zum Zweck der Primärdiagnostik während der Nacht und am Wochenende definiert und erlaubt wurde [6]. Im März 2009 wurde die Norm für die Abnahme- und Konstanzprüfung in der Teleradiologie nach Röntgenverordnung (DIN 6868-159) veröffentlicht [8, 9]. Seitdem haben Betreiber, Hersteller und

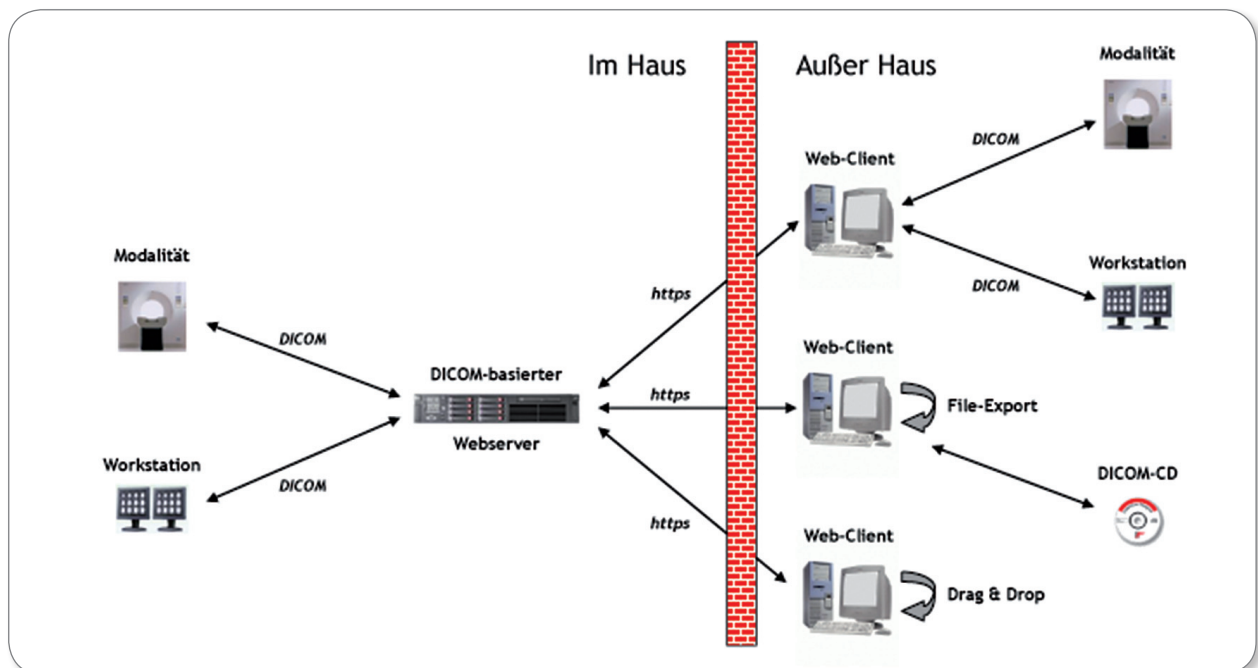


Abb. 2: Import und Export von DICOM-Bildern

Behörden Anhaltspunkte für qualitative und quantitative Parameter von Teleradiologie-Einrichtungen. Die Norm findet inzwischen zunehmend Anwendung bei der Abnahme- und Konstanzprüfungen von Teleradiologie-Systemen.

Bildversand per DICOM-E-Mail

Die Deutsche Röntgengesellschaft hat in seiner Arbeitsgemeinschaft @GIT einen Standard für den Datenaustausch auf der Basis von E-Mail und dem DICOM-Standard definiert, der auch den Aspekten Datenschutz und Ärztliche Schweigepflicht gerecht wird [7]. Durch vom Land Baden-Württemberg geförderte Teleradiologie-Projekte wurde dieser Standard verpflichtend für die Projektteilnehmer gemacht und hat so in Baden-Württemberg und auch in Nachbarbundesländern eine weite Verbreitung gefunden. Dieser Standard ist neben der Teleradiologie nach Röntgenverordnung auch für Ad-hoc-Kommunikation mit bisher unbekanntem Partnern sehr gut geeignet. In heterogenen Teleradiologie-Netzwerken sind hier die Hersteller gefordert, entsprechende Übergänge zwischen DICOM-E-Mail und anderen Übertragungsstandards zu schaffen.

Inzwischen wird dieser Standard nicht nur in Baden-Württemberg, sondern bundesweit eingesetzt, und hat Einzug in öffentliche Ausschreibungen gefunden.

4 Ergebnisse

Alle hier beschriebenen Trends wurden nicht nur beobachtet, sondern auch in den CHILI PACS- und Teleradiologie-Projekten der letzten Jahre erfolgreich umgesetzt. Daher laufen viele PACS-Systeme in VMware-Umgebungen in Verbindung mit Kurz- und Langzeitspeichersystemen, die vom Betreiber zur Verfügung gestellt werden. Auch externe Langzeitarchive sind an CHILI-PACS-Systeme angeschlossen.

Die Integration von Medizinischen Versorgungszentren und niedergelassenen Radiologen in das PACS-Konzept von Kliniken gehört heute zur Tagesordnung. Dabei betreiben die Letztgenannten entweder ein eigenes PACS oder speichern ihre Daten in einem getrennten Mandanten des Krankenhauses. Durch den Zusammenschluss von Krankenhäusern werden zunehmend auch Multi-Site-PACS-Systeme aufgebaut, in denen jedes Haus einen autarken Kurzzeitspeicher mit zentralen Archiv- und Teleradiologie-Funktionen in der „Zentrale“ der verteilten Einrichtung etabliert.

Die Integration der webbasierten Bildverteilung in institutionsübergreifende Systemen, wie Web-EPAs oder das Zurverfügungstellen von Bildern für Einweiser oder den Teleradiologen zu Hause sind ebenfalls Routine in heutigen CHILI-Installationen. Je nach Umgebung kommen hierbei verschiedene Protokolle inkl. DICOM-E-Mail mit nahtlosen Übergängen zu den jeweils anderen Übertragungsprotokollen zum Einsatz.

CHILI unterstützt Betreiber sowohl bei der Durchführung der Abnahmeprüfung der Teleradiologiestrecke, als auch durch unterstützende Statistik-Software für die regelmäßigen Funktions- und Konstanzprüfungen auf die einzuhaltende Übertragungszeit.

5 Zusammenfassung

Technische Innovationen und neue Formen der Zusammenarbeit führen zu neuen Systemen und System-Architekturen. Dies erfordert die Definition von standardisierten und sauberen Schnittstellen, nicht nur zwischen IT-Systemen, sondern auch zwischen Kunde und Lieferant. Verantwortlichkeiten und Haftungspflichten müssen klar definiert werden.

PACS und Teleradiologie sind zwei sich ständig fortentwickelnde und miteinander verschmelzende Gebiete und müssen permanent neuen technischen Entwicklungen und anderen Randbedingungen angepasst werden. Hierfür sind nicht nur die Hersteller, sondern zunehmend auch die Betreiber gefordert.

Quellenangaben unter www.e-health-2011.de

Kontakt

Dr. Uwe Engelmann

CHILI GmbH

Tel.: +49 (0)6221 - 180 79 - 10

Fax.: +49 (0)6221 - 180 79 - 11

u.engelmann@chili-radiology.com