

Filmlose Radiologie

Übersicht für den klinisch tätigen Zuweiser

H. Hawighorst, M. Berger

Filmähnliche Medien werden in der Radiologie traditionell zur Aufnahme, Speicherung und Wiedergabe seit über 100 Jahren angewandt. In der letzten Jahrzehnten hat sich die Technik aber rasch fortentwickelt, und die Mehrzahl der Bilder wird digital generiert.

Radiologische Bilddaten liegen bei modernen Modalitäten, wie der Computer- und Magnetresonanztomographie (CT, MRT), primär in digitaler Form vor.

Auch bei der Bildverteilung, Befundung und der Archivierung lösen in immer mehr radiologischen Abteilungen digitale Modalitäten das ausgedruckte konventionelle Röntgenbild ab.

Der Begriff «PACS» (Picture Archiving and Communication System) wird dabei zur Beschreibung eines solch digital-radiologischen Gesamtkonzeptes gebraucht.

Andere geeignete Begriffe zur Beschreibung solch eines PACS-Konzeptes wären auch «filmlose Radiologie» oder «digitale Radiologie».

Die Idee eines «PACS»-Konzeptes reicht zurück bis in die 50 Jahre. Albert Jutras [1], Arzt, entwickelte dabei erstmals die Idee einer Teledradiologie im Bereich des Militärs zur Vernetzung und zum Bildaustausch unterschiedlicher Institute. Vor ungefähr 10 Jahren war es dann soweit und aus dem Golfkrieg wurden Röntgenbilder digital nach Amerika zur radiologischen Befundung übermittelt.

Obwohl wegen der hohen Investitionskosten PACS-Installationen derzeit noch weitgehend auf radiologische Abteilungen beschränkt sind, erlaubt eine moderne klinikweite Infrastruktur aber zunehmend eine hausinterne Bildverteilung mit dem Ziel eines «filmlosen Krankenhauses». Darüber hinaus können auch niedergelassene Arztpraxen via klinikinternen Server Zugriff zu den entsprechenden Patientenbildern haben.

In diesem Artikel sollen die technischen Entwicklungen und unsere Erfahrungen bei der Realisierung eines PACS in der Radiologie sowie eines intranetbasierten Bildverteilungssystems beschrieben werden, das Verständnis und die Akzeptanz solch eines Systems bei den klinisch tätigen Ärzten und bei den niedergelassenen Zuweisern erhöht werden.

Technische Umsetzung

Eine filmlose Radiologie setzt voraus, dass die Bilddaten digital vorliegen, möglichst in einem Format, welches unabhängig vom Gerätehersteller ist.

Als gemeinsamer Standard hat sich hierbei in der Radiologie der sogenannte DICOM-Standard (Digital Imaging and Communication in Medicine) durchgesetzt. Mit diesem speziellen Standard in der Radiologie ist weltweit eine Kommunikation zwischen heterogenen Systemen und Geräteherstellern und somit Austausch von Bildern möglich. Interessant an DICOM ist aber auch, dass dieser Standard fähig ist, Daten auch mit anderen Patienteninformationssystemen, wie z.B. einem klinikinternen sogenannten HIS-System (Hospital Information System), auszutauschen.

Radiologische Bilddaten werden zunehmend direkt in einem digitalen Format aufgenommen, wie z.B. bei der CT, MRT, Angiographie und Sonographie. Aber auch die konventionelle Röntgenfilmkassette wird immer häufiger durch die digitale Technik (z.B. sogenannte Speicherfolien) ersetzt.

In dem Fall, dass die Bilder primär nicht in einem digitalen, sondern in einem ausgedruckten Format vorhanden sind, können die Bilder z.B. durch einscannen digitalisiert werden. Moderne Hochleistungsscanner produzieren dabei Bildauflösungen, die auch noch nach dem Einscannvorgang mit der Qualität ausgedruckter Bilder vergleichbar sind.

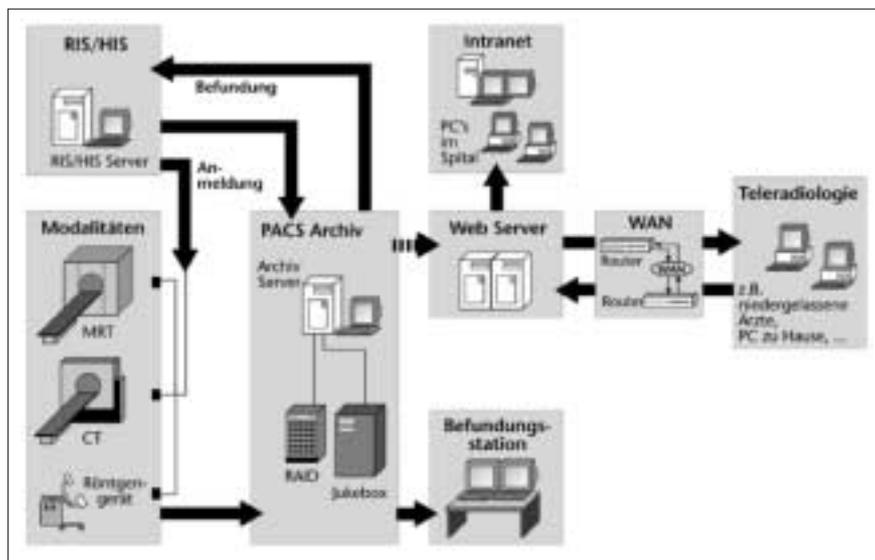
Das Einscannen von Bildern bietet sich insbesondere bei konventionellen Röntgengeräten an mit einer niedrigen Untersuchungsfrequenz oder wenn ein digitaler Geräteersatz noch nicht ansteht. Obwohl diese Methode am wenigsten effektiv ist, gilt sie aber zurzeit noch als die kostengünstigste.

Korrespondenz:
PD Dr. med. Hans Hawighorst
Schweizer Paraplegiker Zentrum
Institut für Radiologie
CH-6207 Nottwil

E-Mail:
hans.hawighorst@bluewin.ch

Abbildung 1
Datenfluss der digitalen Bilder.

Nach der Aufnahme der Patientendaten im HIS/RIS werden die Daten an die unterschiedlichen Untersuchungsmodalitäten (MR, CT, Röntgen, Sonographie) weitergegeben. Die digitalen Daten können dann zwischengespeichert (RAID) und/oder gleichzeitig in einem Zentralarchiv (Jukebox) abgelegt werden. Danach werden in unserem Spital die Bilder der spitalinternen Patienten auf den Webserver übermittelt (können dann auf den PC-Stationen eingesehen werden). Demgegenüber werden die vom Radiologen zu befundenen Bilder an die technisch höherwertig ausgestatteten Befundungsstationen geschickt. Via Router und Schutz durch eine Firewall können Bilder auch nach extern verschickt werden bzw. auch von extern durch den Überweiser eingesehen werden.



Bildadministration

Ein PACS-System sollte gleichzeitig auch die problemlose Interaktion mit patientenbezogenen Informationssystemen ermöglichen, wie z. B. einem RIS-System (Radiological Information System) oder dem zuvor genannten HIS-System zur Erfassung und Speicherung patientenbezogener Daten (Patientenaufnahme, Terminplanung, Befundbeschreibung, medizinische Dokumentation, Leistungsabrechnung, medizinische Statistik). Wichtig ist hierbei, dass PACS und RIS/HIS unterschiedliche Kommunikationsprotokolle verwenden. Für PACS gilt der DICOM-Standard, für RIS/HIS der HL7-Standard (Health Level). Hierbei erhalten die bildgebenden Systeme über das RIS-System Arbeitsplatzlisten für die direkte Übernahme der Patientendaten in den Bilderzeugungsprozess. Hierdurch wird oftmals der Arbeitsprozess erleichtert am Untersuchungsgerät und verhindert z. B. die Mehrfachaufnahme von Patienten durch unterschiedliche Schreibweise und verbessert somit die Konsistenz des Datenbestandes, z. B. beim Wiederaufspielen der alten Bilder zur Verlaufskontrolle. Bei der Neuanschaffung eines PACS-Systems sollte deswegen unbedingt auf die komplikationslose Interaktion zwischen dem PACS und dem RIS-/HIS-System

geachtet werden. Einen guten Einstieg in diese Materie gibt der Artikel von Huda [2].

Bildverteilung und Archivierung

Nachdem die Bilder digital aufgenommen oder aber auch eingescannt wurden, sollten die Daten an einem sicheren (wie z. B. gegen Feuer, Wasser), aber dennoch gut erreichbaren Raum archiviert werden, dem Zentralarchiv. Die Auswahl des Archivierungstyps sollte von den zu erwarteten Datenmengen und der benötigten Zugriffsgeschwindigkeit abhängig gemacht werden. Daten, die für einige Tage verfügbar sein sollen, wie z. B. gerade angefertigte Bilder zur Befundung, können auf konventionellen Festplatten mit einer hohen Rechnerleistung zwischengespeichert werden, wie z. B. einem RAID-System (Redundant Array of Inexpensive Disks). Vorteil eines solchen RAID-Systems ist die hohe Datensicherheit. Magnetoptische Speichermedien sind meist wegen langer Zugriffszeiten weniger sinnvoll.

Bei einem grossen Zentralarchiv kommt meist eine sogenannte «Jukebox» zur Anwendung. Hierbei handelt es sich um ein Massenspeichersystem, welches z. B. aus einer grossen Anzahl von Festplatten besteht, die in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sind. Die Speicherkapazitäten liegen meist im Terabytebereich. Ein Terabyte ist genügend, um mehrere Millionen CT-Bilder (512×512 Bildauflösung) oder einige hunderttausend konventionelle Röntgenbilder (1600×1200 Bildauflösung) zu speichern. Andere Möglichkeiten die Daten zu archivieren sind z. B. CD- oder bald wohl auch auf DVD-Jukeboxen.

An unserem Institut werden die Bilder temporär in einem RAID-System zwischenarchiviert und gleichzeitig im zentralen Archiv abgespeichert. Da die Bilder für die hausinternen Patienten nicht gedruckt werden, erfolgt eine zweite Sicherungskopie noch zusätzlich auf CD, in Zukunft wegen der höheren Speicherrate hoffentlich auch auf DVD (kostengünstig und platzsparend).

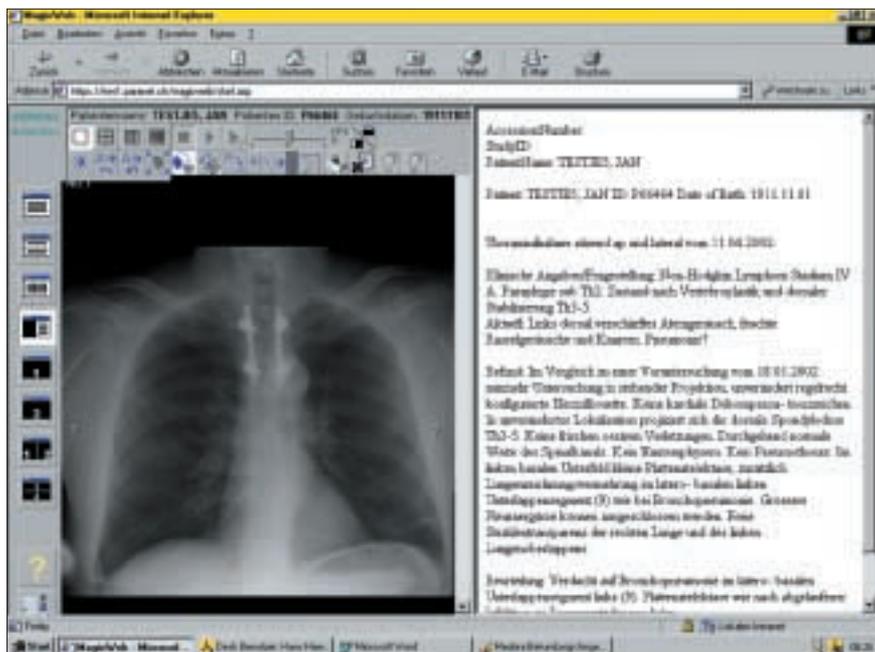
Bildverteilung

Innerhalb der Klinik und der Radiologie werden die Daten über das hausinterne Netzwerk übertragen. Wird hierbei an die Neuanschaffung eines hausinternen Netzwerkes gedacht, sollten zur schnellen Datenkommunikation als Backbone Glasfaserkabel eingesetzt werden. Vorteil

Abbildung 2

Allgemeine PC-Befundungsstation dargestellt im Explorer.

Für die allgemeine Bildverteilung der Patientenbilder im Spital steht ein eigener Webserver zur Verfügung. Durch die Kopplung an das RIS-/HIS-System erkennt der Webserver alle spitalinternen Patienten und erhält die entsprechenden Bilddaten als Kopie aus dem Archiv. Hierdurch wird es möglich, Bilder des laufenden Tages auf einem beliebigen PC im gesamten Spital mittels Intranet und Webbrowser abzufragen, unten exemplarisch an einer Thoraxübersichtsaufnahme gezeigt. Die PC-Befundungsstationen erlauben nur einfache Bildmanipulationen, wie Fensterung, Vergrößerung einzelner Bilddetails usw. Durch die Kopplung an ein RIS-/HIS-System können gleichzeitig auch die radiologische Befunde eingesehen werden (rechts im Bild).



der Glasfaserkabel gegenüber z. B. sogenannten Twisted-Pair-Kabeln ist insbesondere die hohe Datenübertragungsrate im Gigabitbereich. Nach unserer Erfahrung sind die Geschwindigkeit der Datenübertragung und die Stabilität entscheidend bei der Akzeptanz durch die Zuweiser.

Bildinterpretation

In einem filmlosen Institut ersetzen Computer und Bildschirme die konventionellen Lichtkästen. Die Qualität der Bildbefundungsstation sollte dabei im wesentlichen abhängig von der gestellten Aufgabe sein. Sinnvollerweise stehen dabei in der Radiologie Bildbefundungsstationen mit einer hohen Qualität, da diese primär für die Bildbefundung (hohe Anforderung an die Qualität der Bildschirme) und Nachbearbeitung dienen, also Arbeitsplätze mit schneller Rechnerleistung. Aber auch in anderen klinischen Abteilungen kann die Installation einer leistungsfähigen Bildbefundungsstation sinnvoll sein, wenn z. B. präoperative 2D- oder 3D-Nachbearbeitungen wünschenswert sind. So stehen in un-

serem Institut leistungsfähige Bildbefundungsstationen nicht nur in der Radiologie, sondern auch in der Intensivstation, der Urologie und der Orthopädie.

Demgegenüber sind einfache Bildbetrachtungsstationen oftmals auf den einzelnen klinischen Bettenstationen ausreichend. So werden im Schweizer Paraplegiker Zentrum die Bilder über das hausinterne Intranet zu den einzelnen Computern auf den Stationen geschickt, wo die Bilder angeschaut werden können (Abb. 2). Durch eine Vernetzung mit dem hausinternen RIS-System kann dann gleichzeitig auch der zugehörige Befund abgefragt werden. Solch eine Intranetlösung ist besonders im Ambulanzbereich oder bei Konsultationen sinnvoll. Interessanterweise werden Bildqualitätsverluste durch vorgeschaltete Komprimierungsverfahren oft gar nicht wahrgenommen. In naher Zukunft ist auch eine drahtlose Übertragung der Bilder auf die Stationen denkbar. Hierdurch kann z. B. bei den Visiten ein portabler Computer die gewünschten Bilder via drahtlosem Zugang aus dem Netzwerk beziehen.

Vor- und Nachteile

Die Umstellung auf digitale Bildbefundung verursacht zweifellos primär Kosten. So müssen neue Befundungsstationen angeschafft und eventuell noch vorhandene konventionelle Röntgenanlagen durch digitale Systeme ersetzt werden. Demgegenüber steht das offensichtlichste Einsparungspotential durch Filmkostenreduktion.

Die Anschaffung eines PACS-Systems unter primär wirtschaftlichen Aspekten zu sehen, wird allerdings die Neuanschaffung allein selten rechtfertigen. Weniger offensichtlich, aber sicherlich entscheidender sind andere Möglichkeiten, die die digitale Bildbefundung eröffnen. So können Bilder besser nachbearbeitet werden, örtlich flexibel befundet werden (Teleradiologie), für Konsultationen leichter verschickt werden und dem Zuweiser oftmals früher und zuverlässiger zur Verfügung gestellt werden. Gleichzeitig entfällt der Verlust von Daten und der Workflow kann vereinheitlicht werden. Insbesondere die Zugriffsmöglichkeit und der Vergleich mit den Vorbildern können die Befundungsqualität entscheidend verbessern und unnötige Doppeluntersuchungen verhindern. Dieser zusätzliche wirtschaftliche Nutzen wird oftmals erst auf dem zweiten Blick erkennbar.

Bei der Neuanschaffung eines PACS-Systems sollte auf die Kompatibilität und Integration in

ein bereits bestehendes oder geplantes HIS-System geachtet werden mit dem Ziel, sämtliche Daten des Patienten papierlos zur Verfügung zu haben, wie z.B. laborchemische Daten oder EKG-Kurven.

Es darf aber nicht vergessen werden, dass ein solches Netzwerk auch anfällig ist für «Break-downs». Die möglichen Fehlerquellen seitens der Hard- und Software oder des Netzwerkes sind dabei fast unerschöpflich und auch in unserem Alltag «erlebbar». Es sei aber daran erinnert, dass Bilder in einem solchen Störfall wieder ganz konventionell ausgedruckt werden können und dem Patienten mitgegeben werden.

Als schwierig erweist sich noch die Anbindung der niedergelassenen Zuweiser an solch ein digitales Datennetz. Bei uns werden derzeit bei externen Zuweisern die ausgedruckten Bilder dem Patienten direkt im Anschluss an die Untersuchung zum Verbleib mitgegeben. Die Zuweiser schätzen dabei, dass der Patient die Bilder dann direkt bei der Wiedervorstellung mitbringt. Solch ein Vorgehen zeigt aber auch, dass auch in unserem Institut Bilder noch auf Film gedruckt werden. Eine Lösung dieses Problems ist sicherlich, die Patientenbilder zuweiserspezifisch auf einem zentralen Server abzulegen, zu denen nur der überweisende Arzt passwortgeschützt zugreifen kann. Eine weitere Möglichkeit ist, die Bilder digital auf eine CD zu brennen und dem Patienten mitzugeben. Der Arzt kann die Bilder dann z.B. durch einen bestimmten Viewer auf seinem

PC anschauen. Nachteil beider Methoden ist, dass dies ein gewisses technisches Interesse des Zuweisers, eine schnelle Internetanbindung (wie z.B. ISDN, ADSL, Kabel) und einen PC voraussetzt.

Zusammenfassung

Technische Fortschritte in den letzten Jahren haben die Realisierung einer filmlosen Radiologie ermöglicht. Die Anschaffung eines solchen PACS-Systems wird zunehmend für Spitäler aber auch niedergelassene Praxen interessant. Bei der Neuanschaffung sollte aber die problemlose Integration in ein digitales Informationsmanagement (HIS) mitgeplant sein mit dem Ziel der digitalen Patientenakte. Weiterhin ist zu erwarten, dass der Bedarf an Ärzten mit entsprechenden Kenntnissen bei der Planung und Umsetzung krankenhausspezifischen Bedürfnisse in einem digitalen Gesamtkonzept steigen wird.

Literatur

- 1 Bronson JG. Teleradiology reaches out. *Imaging Econ* 1998;11(5):62-6.
- 2 Huda W, Szeverenyi NM. The filmless radiology department: a primer. *Appl Radiol* 1999; 28(2):30-4.
- 3 Marchese B. Archiving: a piece of the PACS. *Med Imaging* 1998;13(3):43-8.