Digitale Langzeitarchivierung von medizinischen Bildern

T. Fuckner[1], S. Villain[1], K. Adelhard[2], R. Stattkus[3], U. Dahmann[1]

[1] Organisation und Informationstechnik (OIT) der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, Marchioninistraße 15, 81377 München
[2] Institut für Medizinische Informationsverarbeitung, Biometrie und Epidemiologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, Marchioninistraße 15, 81377 München
[3] Fa. StorageTek, Düsseldorf
Email: fuckner@oit.med.uni-muenchen.de

Zusammenfassung. Um den zukünftigen Aufgaben eines universitären Klinikbetriebes gerecht zu werden, installiert gegenwärtig die OIT ein zentrales digitales Archiv. Dieses Archivsystem soll die Möglichkeit bieten, das von beiden PAC-Systemen generierte Datenaufkommen und weitere Abteilungssysteme zu archivieren. Der zu erwartende Technologiewandel macht es erforderlich, Bilddaten innerhalb der Aufbewahrungsfrist (bis zu 30 Jahren) auf neue Speichermedien zu migrieren. Die Skalierbarkeit der Speichersysteme ist besonders wichtig. Die intelligente Organisation der Zugriffe (Prefetching) und die Kommunikation mit den anfordernden Subsystemen trägt beträchtlich zur Performanz bei. Durch eine zentrale Lösung für alle Einheiten eines Klinikums können bessere Betreuungs- u. Betriebskonzepte implementiert und Kosten gesenkt werden.

Schlüsselwörter: Archiv, PACS, Sicherung, Sienet, Impax

1 Ausgangslage

Die OIT (Organisation und Informationstechnik) ist als Betriebseinheit der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) für den reibungslosen Betrieb der zentralen Server sowie Dienstleistungen rund um die Informationstechnik zuständig. Nachdem die Klinika Innenstadt und Großhadern 1999 zu einem Klinikum fusioniert wurden, ist nun ein Betrieb mit ca. 8000 Mitarbeitern und 2800 Planbetten entstanden, in dem etwa 6000 Rechner in einem über beide Standorte reichenden Netz zu betreuen sind. Eine wesentliche Aufgabe ist hierbei die Langzeitarchivierung der patientenbezogenen Daten. Wie in anderen großen Klinika hat hier vor allem der Umstieg der Radiologien auf rein digitale Speicherung der Bilder und Befunde (PACS) den Anstoß zu umfassenden Konzepten gegeben.

Am Klinikum der Universität München sind derzeit zwei verschiedene PACS/RIS im Einsatz. Die Klinikumsdirektion Innenstadt entschied sich bei der Beschaffung ihres PACS für das Produkt Impax der Firma Agfa und nutzt ein eigenentwickeltes RIS, die Klinikumsdirektion Großhadern hingegen verwendet Sienet als PACS und MagicSAS als RIS, beides Produkte der Firma Siemens. Die Gewährleistung des Datenschutzes, der Datensicherheit und der hohen Verfügbarkeit bei zentraler Betreuung der Systeme auf der einen und die Wirtschaftlichkeit auf der anderen Seite sprachen dennoch für ein gemeinsames zentrales Langzeitarchiv, das von der OIT zusammen mit der Lieferfirma betreut wird.

Die Firmen Agfa und Siemens konnten motiviert werden, im Rahmen eines einjährigen Pilotprojektes zusammen mit der OIT eine gemeinsame Lösung zur Langzeitarchivierung der Bilddaten zu erarbeiten und zu installieren. Als Anbieter eines Archivsystems kamen die Firmen StorageTek und Grau/Emass infrage. Die Wahl fiel auf die Firma StorageTek, da diese als Weltmarktführer (Anteil ca. 80 %) über die größere Erfahrung verfügt und für die Anbindung von unterschiedlichen PACS ein schlüssiges Konzept vorstellte. Das Pilotprojekt hat eine Laufzeit von ca. einem Jahr und soll im folgenden kurz dargestellt werden.

2 Pilotprojekt

Der tägliche Neuanfall von unkomprimierten Daten aus der Radiologie beträgt für die Innenstadt ca. 8 GByte und für Großhadern ca. 12 GByte, d. h., für das erste Jahr wird eine Speicherkapazität von 7-8 TByte benötigt. Bei voller Nutzung des PACS werden in Großhadern ca. 12 GByte Altaufnahmen täglich angefordert. In der Innenstadt ist dementsprechend mit etwa 8 GByte zu rechnen.

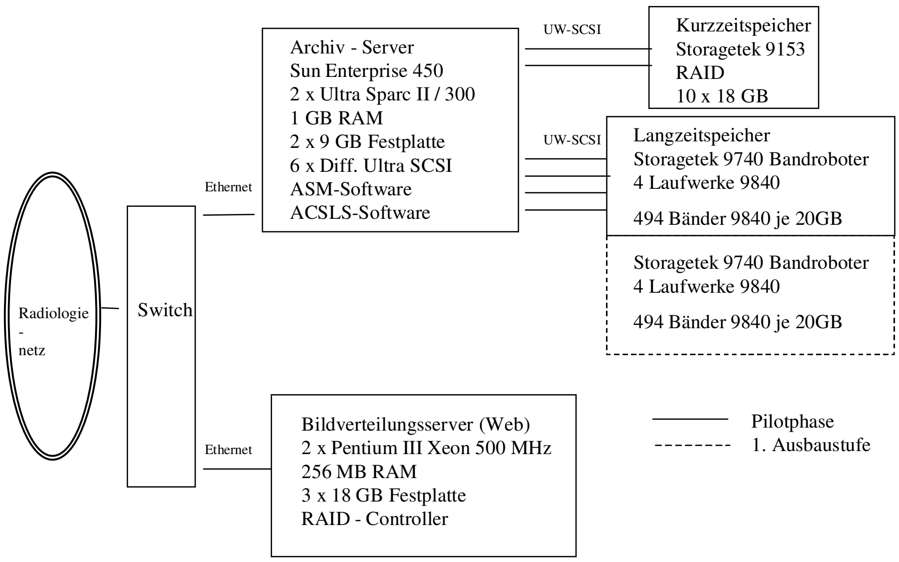
Für die Radiologien und andere bildverarbeitende Bereiche wurde neben den vorhandenen Netzen für medizinische Versorgung (internes, durch einen Firewall geschütztes Netz) und Wissenschaft und Forschung (nach außen offenes Netz außerhalb der Firewall) ein eigenes Radiologienetz mit Verbindung zum Medizinischen Versorgungsnetz aufgebaut (1 Gigabit Ethernet). Hieran wurde das Langzeitarchiv angeschlossen.

Abb. 1 zeigt die Konfiguration des Langzeitarchivs für die Pilotphase und die erste Ausbaustufe des Echtbetriebs, die zunächst einen Zeitraum von zwei bis drei Jahren abdecken soll.

Bis zu vier weitere Bandroboter können bei Bedarf angeschlossen werden. Aus Kostengründen ist eine Grundinstallation und dann Erweiterung nach Bedarf sinnvoll, zumal sich genaue Daten über den Anstieg des Volumens erst im Laufe des Pilotprojekts ergeben werden.

Aus dem Arbeitsablauf in Großhadern ergibt sich die Forderung, daß bei Aufnahme eines Patienten sämtliche verfügbaren Voraufnahmen aus dem Archiv auf schnellere Zwischenspeicher (RAID-System) geholt werden, damit die Ärzte bei Eintreffen des Patienten im Behandlungsbereich ohne große Zeitverluste auf diese Voraufnahmen zugreifen können. Es werden ca. 500 Patienten täglich neu aufgenommenen (stationär und ambulant), wobei für etwa die Hälfte der Patienten Voraufnahmen existieren. Bei einer geschätzten Verteilung von Voraufnahmen auf drei Bänder pro Patient ergeben sich 750 Dateizugriffe. Die mittlere Ladezeit eines Bandes in das Laufwerk liegt bei 5 Sekunden, die mittlere Zeit, um an den Dateianfang zu spulen weitere 8 Sekunden. 30 - 40 Minuten nach Aufnahme der Patienten sollten die Voraufnahmen verfügbar sein. Das läßt eine Anzahl von 4 Bandlaufwerken des

Abb. 1. Konfiguration des Langzeitarchivs an der LMU München



Typs 9840 pro Roboter als Minimalausstattung sinnvoll erscheinen. Laufwerke anderen Typs (z.B. DLT) würden die Geschwindigkeit des Bandzugriffs deutlich verringern und somit die Anforderungen nicht erfüllen. Ein Vollausbau auf 10 Laufwerke wird derzeit aus Kostengründen für nicht vertretbar gehalten. Die Speicherung auf optische Platten wurde nach anfänglichen Überlegungen wieder verworfen: zu klein, zu teuer, zu unsicher.

Das Langzeitarchiv basiert auf der Speicherverwaltungssoftware ASM (StorageTek - Application Storage Manager). ASM stellt die Schnittstelle zwischen den Applikationen wie z.B. PACS und den angeschlossenen Speichersystemen dar und faßt alle angeschlossenen Speichersysteme logisch zusammen, als handele es sich um eine einzige große Festplatte. Allein die ASM-Software ist für die Verwaltung der Medien oder die Datenmigration verantwortlich. Dieses System ist mandantenfähig und erlaubt daher die Aufteilung des Gesamtarchives in mehrere logisch und physisch getrennte Einheiten. Der Archivroboter (TimberWolf 9740) verwaltet 494 Magnetbandkassetten (STK-9840) und damit eine Speicherkapazität von ca. 10 TByte nativer Daten , d. h. ca. 20 TByte komprimierter Daten. Bis zu 6 Roboter können logisch miteinander verbunden und damit Speicherkapazität von bis zu 60 TByte nativer Daten zur Verfügung gestellt werden.

Neben der Speicherkapazität steht bei der Konzeption eines zentralen digitalen Archivs aufgrund des konkurrierenden Zugriffs unabhängiger Applikationen und Abteilungen die Performance im Vordergrund. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, werden als Speichertechnologie STK-9840-Bandmedien eingesetzt. Dieses 288-Spur-Aufzeichnungsverfahren archiviert 20 GByte unkomprimierter Daten je Medium. Schreib-/Lesegeschwindigkeiten von bis zu 10 MByte/sec erlauben es, gespeicherte Files vom Archiv in ca. 20 – 25 Sekunden der Applikation zur Verfügung zu stellen. Neben dem Archivroboter dient ein 180 GByte RAID-5 zur Archivierung neuer Daten sowie zur Organisation der Bandmedien.

Die Wartung des Systems wird von einer externen Servicefirma übernommen. Im Servicevertrag sind Hardware, Software und Technikereinsätze abgedeckt. Aus Sicherheitsgründen werden von einem Techniker der OIT zweimal im Monat die im Archivroboter existierenden Kopiebänder aus dem Roboter entnommen und in den feuerfesten Tresor ausgelagert. Die logische Verwaltung dieser Bänder erfolgt weiterhin durch die Archivsoftware. Die tägliche Auslagerung der Bänder ist nicht nötig, da die aktuellen Daten jeweils noch im SIENET-System in Großhadern beziehungsweise auf den optischen Jukeboxen in der Innenstadt vorhanden sind. Die Lebensdauer der Bänder ist mit 30 Jahren angegeben. Somit entspricht diese Technologie den gesetzlichen Anforderungen.

Der Direktzugriff auf das Langzeitarchiv erfolgt in der Pilotphase ausschließlich über die jeweiligen RIS/PACS-Systeme, die neben den Radiologien auch ausgewählte weitere Behandlungsbereiche (z. B. OP-Bereich, Intensivstationen) nutzen können. Für die übrigen Bereiche werden von den Radiologen freigegebene Bilder über ein Gateway (Eigenentwicklung Dr. König, Innenstadt) in JPEG-Format auf einem Webserver abgelegt. Diese Bilder können über das Intranet des Klinikums zusammen mit den Befunden abgerufen werden. Das Langzeitarchiv ist in der ersten Phase hiervon nicht betroffen.

3 Weitere Planung

Längerfristig sollen nicht nur statische Bilder und Befunde aus der Radiologie, sondern auch aus anderen Bereichen (z. B. Endoskopie, Sonographie, Herzkatheter) in das Langzeitarchiv fließen. Hier ist die Anbindung von weiteren kommerziellen Systemen notwendig. Das Pilotprojekt muß unter anderem zeigen, ob das ASM (Application Storage Management) der Firma StorageTek, dessen Funktionalität über die eines HSM (Hierarchical Storage Management) hinausgeht, diese Anforderungen erfüllt. Für die zu erwartende Steigerung des Speicherplatzbedarfs kann das bestehende System zunächst ausgebaut oder unter Beibehaltung der Bänder und der Roboterarme durch ein größeres System ersetzt werden. Darüber hinaus ist zu erwarten, daß sich die Steigerung der Speicherkapazität der Medien wie in der Vergangenheit fortsetzt. Die Nachfrage nach dieser Speichermöglichkeit aus den Bereichen ist groß. Es erscheint auch durchaus sinnvoll, die Fachabteilungen mit ihrem jeweiligen Abteilungssystem auf die Bilder und Befunde zugreifen zu lassen, da dies in der Regel das dort dominierende System ist. Für die übrigen patientenführenden Bereiche ist die vorhandene Weblösung ausbaubar. Nicht mehr in den Webservern vorhandene Bilder können aus dem Langzeitarchiv nachgeladen werden, die Bildqualität läßt sich bei vorhandener Arbeitsplatzqualität weiter verbessern, z. B. durch Einsatz eines frei erhältlichen DICOM-Viewers. Für Bereiche mit höheren Ansprüchen muß bei entsprechender Arbeitsplatzkapazität ein kommerzielles System eingesetzt werden (z. B. Magic View oder ähnliches).

Neben den Bilddaten sollen auch andere Patienten- und Verwaltungsdaten im Langzeitarchiv abgelegt werden. Hier handelt es sich nicht um so große Datenmengen (statt Tera- sind nur Gigabyte zu erwarten), aber es ist eine größere Zugriffshäufigkeit auf kleine Datenpakete zu erwarten. Wir planen hierzu im kommenden Jahr erste Tests mit ausgewählten SAP-Verfahren. Schließlich soll auch die Datensicherung unserer zentralen Server automatisch in das Archiv laufen. Das System ist auch in der Lage, offline gehaltene Archivbänder mit zu verwalten.

Ziel ist es, für alle digital zu archivierenden Daten des gesamten Klinikums *ein* zentrales Langzeitarchiv zu haben.

4 Literatur

1. Fuckner T, Swoboda N, Adelhard K: Using Intranet Technology to Access Valuable Information in a Clinical Environment Fast and Efficiently. Intelligent Information Systems IIS ´97: 24–26. IEEE Computer Society, Los Alamitos, California, 1997.
2. Fuckner T, Swoboda N: Using the Intranet at the University Clinics in Munich, Status, Plans, Visions. Informatica Medica Slovenica, Proceedings Part II, 10th IEEE Symposium on Computer Based Medical Systems: 31–32, 1997.
3. Nissen-Meyer S, Adelhard K, Reiser M: PACS. Aktueller Stand und Einsatzmöglichkeiten. Radiologe, 39(4):255–256, 1999.
4. Deutsche Forschungsgemeinschaft: Medizinische Bildarchivierungs- und Kommunikationssysteme (PACS). Empfehlungen der Kommission für Rechenanlagen der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Berücksichtigung bei Anmeldungen nach dem Hochschulbauförderungsgesetz (HBFG). Radiologe, 39(4):257–259, 1999.
5. Pelikan E, Kotter E, Jäger D, Langer M, Timmermann U: Moderne Netztechnologien für die Datenkommunikation im Krankenhaus. Radiologe, 39(4):292–297, 1999.
6. Adelhard K, Swoboda N, Nissen-Meyer S, Reiser M: Einheitlicher Zugriff auf klinische Daten in einem verteilten System. Beispiel Radiologie. Radiologe, 39(4):298–303, 1999.
7. Rau W, Schwabe C: Wunsch und Wirklichkeit bei der Installation einer abteilungsübergreifenden Bild- und Befunddistribution. Radiologe, 39(4):304–309, 1999.
8. Nissen-Meyer S, Fink U, Pleier M, Becker C: The full-scale PACS archive. A prerequisite for the filmless hospital. Acta Radiologica, 37(6): 838-846, 1996.
9. Nissen-Meyer s, Fink U, Pleier M. An improved, clinically oriented archive concept for PACS. A substitute for the conventional film archive. Eur Radiol, (3):520, 1993.