

**5. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
15.-16. Oktober 2004 in
Saarbrücken**



„Teleradiologie, eine Einführung“

M. Bach
Praxis für diagnostische Radiologie, Städtisches Klinikum Neunkirchen gGmbH,
Neunkirchen, Deutschland
E-Mail: bach@radiologie-neunkirchen.de

O. Friedel
Ingenieurbüro Friedel, Trier, Deutschland

Band: „Tagungsband, Automed 2004“
Editors: W. I. Steudel
ISBN: 3-00-013509-X
Pages: 51-52

Teleradiologie, eine Einführung

M. BACH¹, O. FRIEDEL²

¹Praxis für diagnostische Radiologie, Städtisches Klinikum Neunkirchen gGmbH
Brunnenstraße 20, 66538 Neunkirchen

²Ingenieurbüro Friedel
Peter-Wust-Straße 15, 54295 Trier

E-Mail: bach@radiologie-neunkirchen.de

EINLEITUNG

In der Bundesrepublik sind jedes Jahr ca. 250.000 Menschen von Schlaganfällen und Hirnblutungen betroffen. Diese Erkrankungen können prinzipiell in jedem Lebensalter auftreten, auch bereits in der Kindheit. Da diese Krankheitsbilder oft mit höherem Lebensalter assoziiert werden, wird ohne den Einsatz bildgebender Verfahren häufig die klinische Symptomatik, insbesondere bei Kindern und jüngeren Patienten, fehlgedeutet.

Im Rahmen der Notfalldiagnostik hat sich die Computertomographie (CT) als hervorragendes bildgebendes Verfahren seit vielen Jahren bewährt.

Da zum Betrieb einer solchen Einrichtung fachradiologische Kompetenz erforderlich ist, sind insbesondere kleinere Krankenhäuser ohne radiologische Hauptfachabteilung von dieser Diagnostik ausgeschlossen. Dies hat zur Folge, dass Patienten oftmals lediglich zur Durchführung der CT des Neurokraniums (Zeitaufwand ca. 5 - 10 Minuten) in ohnehin schon ausgelastete Zentren gebracht werden. Oftmals erfolgt nach der Diagnostik wiederum die Rückverlegung.

Diese Vorgehensweise hat für die Patienten neben erheblichen Belastungen in vielen Fällen eine deutliche Verzögerung des Therapiebeginns zur Folge. Des Weiteren fallen in erheblichem Umfang Transportkosten an.

Die Computertomographien selbst werden nach fachärztlicher Planung durch MTRAs ausgeführt. Somit erscheint der teleradiologische Ansatz einer standardisierten Durchführung vor Ort mit anschließender Datenübertragung und fachradiologischer Auswertung sowie Befundübermittlung sinnvoll.

TECHNISCHE REALISATION

Am Beispiel eines seit 1998 bestehenden, mittlerweile 87 Standorte umfassenden Teleradiologienetzes werden technische bzw. organisatorische Probleme und Lösungen vorgestellt. Die technischen Anforderungen ergeben sich aus den entsprechenden Vorgaben des Gesetzgebers¹.

- **Netzwerk:** Aus Redundanzgründen wurde als logische Netzwerktopologie zunächst ein vollkonnek­tiver Ring über das ISDN-Netz der Telekom realisiert, der später jedoch aufgrund des immensen Verwaltungsaufwands zugunsten einer Sternstruktur mit mehreren Sternpunkten wieder verworfen wurde. Mit fortschreitendem Ausbau des ADSL-Netzes speziell in ländlichen Regionen soll zusätzlich eine Übertragungsmöglichkeit über das Internet implementiert werden, wobei die obligatorisch vorhandene ISDN-Leitung als Ausfallmedium bestehen bleibt.
- **Übertragungsformat:** Um eine einfache Verbindungsmöglichkeit mit anderen Produkten und Netzen, insbesondere den Computertomographen zu gewährleisten, findet ausschließlich das DICOM-Protokoll Anwendung.
- **Kompression und Übertragungszeit:** Die vom Gesetzgeber geforderte Übertragungszeit von maximal 10 Minuten für die Übertragung der Bilddaten einer Standarduntersuchung² kann bei Verwendung einer Bandbreite von 64kb/s nur durch eine Datenkompression mit einem Kompressionsfaktor von mindestens 2,6 erreicht werden. Darüber hinaus wird eine verlustbehaftete Kompression sowohl vom Gesetzgeber als auch von den Radiologen selbst ohne eine klinische Evaluation der diagnostisch relevanten Bildqualität abgelehnt, so daß die im DICOM-3.0-Protokoll vorgesehenen Kompressionsalgorithmen³ hier nicht verwendet werden können⁴.
- **Datenschutz:** Alle Daten werden mit einem Blowfish-2-Algorithmus verschlüsselt.
- **Verfügbarkeit:** Um die gesetzlich vorgeschriebene Verfügbarkeit von mindestens 98 % zu erreichen, wird als Betriebssystem Linux eingesetzt. Zur Erhöhung der Langzeitstabilität und Wartungsintervalle soll zukünftig "Embedded Linux" auf einem Rechnersystem ohne bewegte mechanische Bauelemente eingesetzt werden.

² Schädel-CT mit Bildern von jeweils 512kB

³ Jpeg Lossless mit einem durchschnittlichen Kompressionsfaktor von 1,6 für CT-Daten

⁴ Zudem erzeugen moderne Mehrzeilen-CT Bilddaten mit einer Auflösung von mehr als 12 Bit pro Pixel, die ebenfalls nicht mehr mit den vorgesehenen Algorithmen komprimiert werden können

¹ Bis heute liegt lediglich ein Entwurf "Richtlinie zur Teleradiologie nach § 3 Abs. 4 der Röntgenverordnung" vom 11. März 2004 vor, so dass die hier erwähnten rechtlichen Vorgaben noch nicht verbindlich sind

Ein technischer Notdienst mit Reaktionszeiten von durchschnittlich 10 Minuten steht zur Beseitigung von Störungen 24 Stunden zur Verfügung. Zusätzlich besteht ein vom Teleradiologiesystem unabhängiges organisatorisches Ausfallkonzept.

- **Dokumentation:** In einer Datenbank werden sämtliche Übertragungen protokolliert, so daß auf Anfrage jederzeit alle Vorgänge, z. B. im Zuge einer Qualitätssicherung, dokumentiert werden können.
- **Verteilung der Bilddaten:** Zur Zeit existiert ein Verfahren zur statischen Zuweisung von Radiologen zu den entsprechenden CTs. Durch die steigende Anzahl der angebundenen Standorte bedingt, soll hier ein dynamisches Verfahren mögliche Engpässe verhindern.
- **Bedienung an sendenden Standorten:** Alle Übertragungen können vom CT aus gestartet werden. Das Teleradiologiesystem verhält sich wie eine "Black Box" und kann bzw. soll nicht bedient werden.
- **Entwicklung:** Alle eingesetzten Programme wurden unter C++ speziell für das Teleradiologiesystem entwickelt. Der Einsatz von fremden Bibliotheken beschränkt sich auf OpenSource Produkte, die unter der LGPL veröffentlicht wurden. Damit ist jederzeit eine Anpassung an fehlerhafte DICOM-3.0-Imple-

mentierungen und an sich ändernde Gesetzesvorgaben möglich. Jedes verwendete Programm wird mit "valgrind" auf Speicher- und damit mögliche Sicherheitslöcher eingehend geprüft.

ZUSAMMENFASSUNG

Nach bereits sechs Jahren ist das hier vorgestellte Teleradiologiesystem vollständig in den klinischen Alltag der angebundenen Krankenhäuser integriert. Es ermöglicht unter besonderer Berücksichtigung von ökonomischen Vorgaben, insbesondere in ländlichen Regionen, die Anwendung eines modernen diagnostischen Verfahrens und damit eine Verbesserung der Patientenversorgung. Durch die Möglichkeit eines schnellen Bildtransfers zu den kooperierenden neurochirurgischen Abteilungen können die teilweise sehr engen Zeitfenster kurativer Maßnahmen erreicht werden.

Im Hinblick auf eine absehbare und bereits beginnende Unterversorgung mit Radiologen bei gleichzeitig wachsender Bedeutung bildgebender Verfahren in der Medizin steht zukünftig einer steigenden Nachfrage immer weniger radiologische Fachkompetenz in einem stetig enger werdenden ökonomischem Korsett gegenüber. In diesem Umfeld bieten Teleradiologiesysteme eine realistische Alternative zu einem Versorgungsvakuum im ländlichen Raum.