



## Eine offene Plattform für landesweite telemedizinische Dienste in Mecklenburg-Vorpommern

Martin Staemmler, Jürgen Dräger, Hans-Heino Ehrlicke  
Fachhochschule Stralsund, Institut für Angewandte Informatik e.V.

### Einleitung

Telemedizinische Dienste sind für ein Flächenland wie Mecklenburg-Vorpommern mit einer geringen Bevölkerungs- und Krankenhausedichte eine notwendige Voraussetzung, um zukünftig eine möglichst wohnortnahe, hochqualitative medizinische Versorgung zu gewährleisten.

Bereits 2002 wurde vom Institut für Angewandte Informatik (IAI) e. V. der FH-Stralsund in Zusammenarbeit mit dem Tumorzentrum Vorpommern e. V. das „Telemedizinische Netzwerk zur Unterstützung der Tumorversorgung in der Euroregion Pomerania“ ins Leben gerufen [1]. In zwei Projektphasen wurden zunächst für 10 Kliniken in Vorpommern und weitere Kliniken in Polen (Abb. 1) und Nordbrandenburg telemedizinische Dienste wie Teleradiologie, Telekonferenz, Telepathologie und Telekardiologie etabliert. Die Nachhaltigkeit konnte durch die Überführung der etablierten Dienste in den Routinebetrieb nachgewiesen werden. Verbunden damit ist die Bereitschaft der beteiligten Einrichtungen, den Betrieb der Netzwerks über die Förderphase hinaus zu finanzieren. Die intensive Nutzung lässt sich im Bereich der Teleradiologie an dem monatlichen Transfervolumen, das ca. 350 Studien mit ca. 50.000 Bildern und 25 GB Datenvolumen umfasst, leicht ablesen.

Im Juli dieses Jahres wurde das Institut für Angewandte Informatik (IAI) aufgefordert flächendeckend für ganz Mecklenburg-Vorpommern eine Teleradiologielösung zu entwickeln.

Die Ausweitung dieses Dienstangebots auf das gesamte Land Mecklenburg-Vorpommern mit ca. 35 relevanten Krankenhäusern führte zu einer Neukonzeption der Infrastruktur, um den gestiegenen Anforderungen an bi- und multilaterale Kommunikation und Kooperation, an Qualität und Verfügbarkeit der Dienstleistungen sowie an Flexibilität im Hinblick auf die Erweiterung des Dienstleistungsportfolios gerecht zu werden.

### Ausgangslage

Das bestehende Teleradiologie-Netzwerk ist durch einen „store & retrieve“ Ansatz gekennzeichnet, der über zentrale Anwendungsserver realisiert ist (Abb. 2).

Zur Bereitstellung z. B. einer CT-Studie aus Greifswald (HGW) werden die Bilddaten im Sinn „store“ an den zentralen Anwendungsserver gesendet (grüne Linie in Abb. 2). Die Pseudonymisierung im Standort entfernt die personenbezogenen Daten aus dem DICOM-Header und ersetzt den Patientennamen durch ein Pseudonym (z. B. HGW-xxx-123). Das Pseudonym selbst ist sprechend (HGW – Standort des Versenders, xxx – Geburtsdatum des Patienten) und eindeutig (123 – fortlaufende Nummerierung pro Standort) definiert. Nach dem Versand liegen die Bilddaten auf dem zentralen Teleradiologieserver (AGFA WEB 1000) in zwei Repräsentationen vor:

- I JPEG 2000 kodiert für die Betrachtung in einem Web-Viewer und
- II als DICOM-Objekt, das für eine Befundung zum Download bereitsteht.

Die Zuordnung Patient – Pseudonym erhält der Empfänger, z. B. der mitbehandelnde Arzt am Standort ABC oder Z, im Rahmen einer Kooperationsbeziehung auf separatem Wege (z. B. per Telefon). Er wird somit in der Lage versetzt, auf die gewünschten Bilder zuzugreifen. Vorteile dieses Vorgehens sind:

- I geringe Sicherheitsanforderungen auf der Kommunikationsstrecke und
- II keine Übertragung Patienten identifizierender Daten.

Nachteilig ist primär die Handhabung, da Nutzer die Zuordnung separat pflegen müssen. Wegen der intensiven Nutzung



Abbildung 1: Telemedizinisches Netzwerk in der Euroregion Pomerania: Standorte

Autoren: Martin Staemmler, Jürgen L. Dräger, Hans-Heino Ehrlicke  
Titel: Eine offene Plattform für landesweite telemedizinische Dienste in Mecklenburg-Vorpommern  
In: Jäckel (Hrsg.) Telemedizinführer Deutschland, Bad Nauheim, Ausgabe 2009  
Seite: 72-75



# Telekonsil, Telekonferenz, Telemonitoring

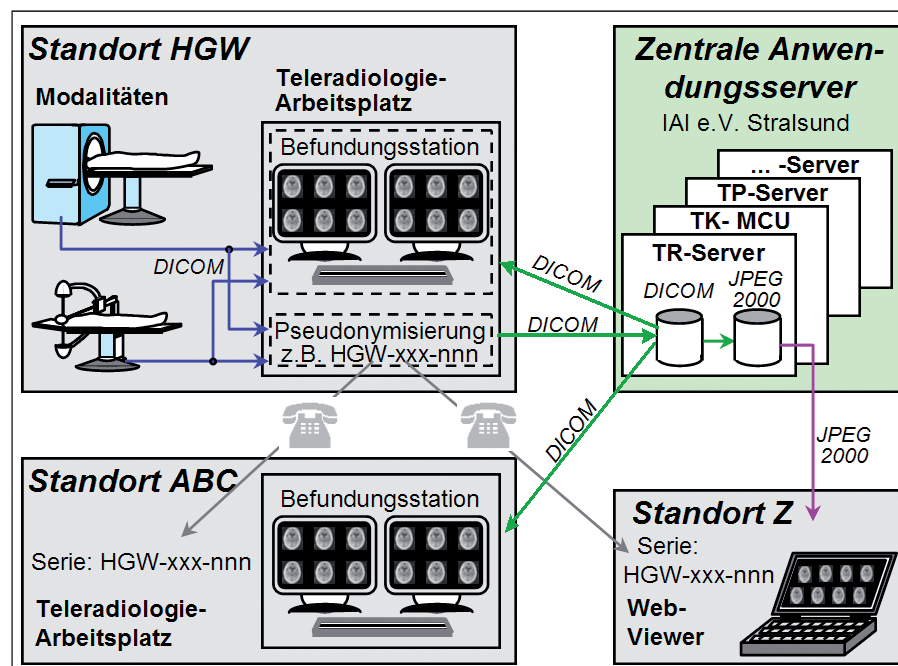


Abbildung 2: Darstellung des „store & retrieve“ Ansatzes unter Verwendung zentraler Anwendungsserver

der Teleradiologie-Strecke und der damit verbundenen großen Datenvolumina bietet sich in diesem Fall DICOM-E-Mail als Realisierungsvariante nicht an.

Grundlage für die Kommunikation mit den zentralen Anwendungsservern bildet eine sternförmige Netzwerktopologie gemäß „hub & spoke“. Auch die Anwendung „Telekonferenz“ profitiert von der gewählten Netzwerktopologie. Audio- und Videodatenströme können zunächst zentral von einer „multicast unit (MCU)“ empfangen und durch diese an die Teilnehmer der Konferenz verteilt werden. Verbunden damit ist eine Umsetzung auf das jeweils gewünschte Audio-/Videoformat des empfangenden Systems. Dabei wird zentral eine Bandbreite erforderlich, die größer als die Summe der genutzten Einzelbandbreiten der Konferenzteilnehmer ist. Diese liegen derzeit zwischen 384 kbit/s und 2 Mbit/s und nutzen sowohl gebündelte ISDN-S<sub>0</sub>-Leitungen, als auch, S-DSL und Standleitungen.

Für die Durchführung standortübergreifender Tumorkonferenzen wurde zusätzlich zu den bereits erwähnten Teleradiologie-, Telekonferenz- und Telepathologie-Komponenten ein Client-Server basiertes Tumorkonferenzsystem entwickelt [2]. Diese im Rahmen des Projekts initiierte Neuentwicklung übernimmt Aufgaben der Kon-

ferenzvorbereitung (zentrale Bereitstellung von Falldokumenten), der Konferenzorganisation (Terminplanung, Einladung der Teilnehmer), der Konferenzdurchführung (synchrone Darstellung von Falldokumenten) sowie der Dokumentation. Es wurde in die vorhandene telemedizinische Infrastruktur integriert, wobei z. B. Bilddaten per DICOM-Protokoll vom Teleradiologie-Server geladen und in die Falldokumentation integriert werden.

## Neukonzeption

Aus der mehrjährigen erfolgreichen Nutzung des telemedizinischen Netzwerks haben sich unter Zugrundelegung der bestehenden Funktionalität folgende Anforderungen für eine Weiterentwicklung ergeben:

- 1 Gesicherte Übertragung von DICOM-Objekten ohne Pseudonymisierung zur besseren Handhabbarkeit
- 2 Geringer HW-Aufwand pro Standort: kein spezifisch teleradiologisches System für die Pseudonymisierung bzw. als Befundungsstation
- 3 Etablierung von bilateralen, direkten Kooperationsbeziehungen, d. h. Übertragung direkt in das Zielsystem des gewünschten Empfängers ohne manuelles „retrieve“

- 4 Hochverfügbarkeit zur Erfüllung der Anforderungen der RöV und künftiger Vorgaben einer DIN 6868-59
- 5 Geringer Aufwand für Wartung und Administration
- 6 Möglichkeit zur Befundübermittlung
- 7 Kompatibilität zum Identitätsmanagement einer kommenden Telematikinfrastruktur

Die Umsetzung der Anforderungen resultierte in der in Abbildung 3 dargestellten Struktur.

Deutlich wird zunächst die Verlagerung der Pseudonymisierung von den peripheren Standorten in den zentralen Bereich, die damit den ersten Teil der Anforderung 2 erfüllt. Voraussetzung für eine zentrale Pseudonymisierungsinstanz ist eine gesicherte Übertragung von den Standorten zum zentralen Bereich gemäß Anforderung 1, die über VPN-Tunnel mit IPsec realisiert wird. Abhängig von der Infrastruktur eines Standorts wird der Tunnel mit einer separaten aktiven Netzwerkkomponente – hier beispielhaft am Standort HGW oder über eine Firewall am Standort ABC abgeschlossen. Gesichert übertragene DICOM-Objekte gelangen zentral zunächst zum DICOM Forward Server. Aufgabe dieses Dienstes ist die Bereitstellung bilateraler, direkter Kooperationen (Anforderung 3), indem abhängig vom Eingangsport (mehrfache SCP-Instanzen) an Hand vordefinierter Regeln das DICOM-Objekt automatisch an den zugehörigen Kooperationspartner weitergeleitet wird. Aus dem vorab beschriebenen manuellen „store & retrieve“ wird ein automatisches „store & forward“ mit der Möglichkeit, DICOM-Objekte direkt bis in die Eingangswarteschlange eines PACS/RIS weiterzuleiten (blaue Linien in Abb. 3). Dieses Vorgehen erfüllt den zweiten Teil der Anforderung 2, da im Standort vorhandene PACS/RIS Komponenten für die Teleradiologie genutzt werden können und sich Anwender nicht mit der ggf. ungewohnten Benutzeroberfläche eines teleradiologischen Befundsystems vertraut machen müssen. Wird der DICOM Forward Server auf dem für die Pseudonymisierung vorgesehenen Eingangsport angesprochen, so wird das DICOM-Objekt an die Pseudonymisierung übergeben und steht danach im Web-Server zur Verfü-

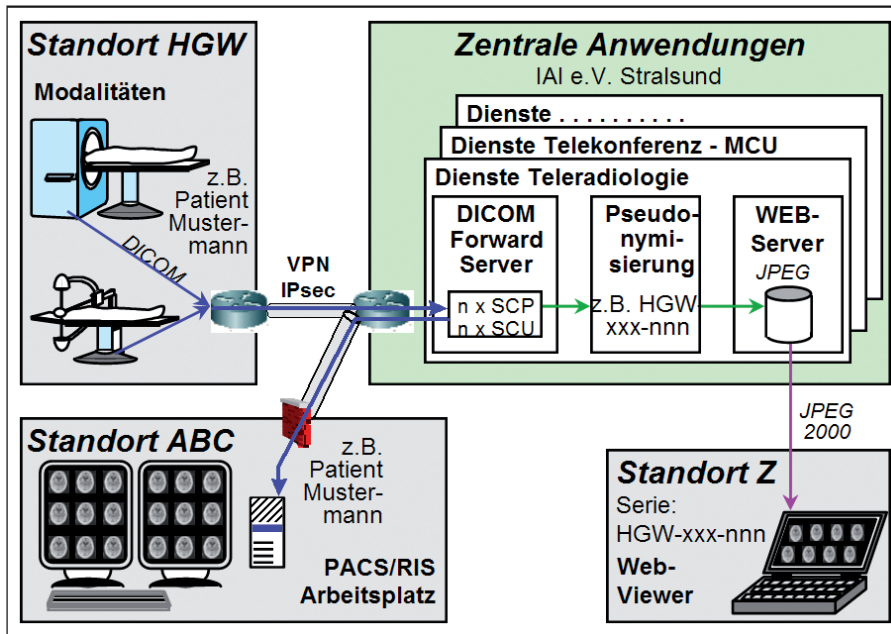


Abbildung 3: Darstellung des „store & forward“ Ansatzes mit zentraler Bereitstellung von Diensten

gung (grüne Linie in Abb. 3). Da er über keine personenbezogenen Daten verfügt, kann er über eine http Verbindung für Berechtigte zugänglich gemacht werden.

Um eine hohe Verfügbarkeit gemäß Anforderung 4 zu realisieren, wurden die genannten Dienste weitgehend virtualisiert. Sie werden auf virtuellen Maschinen unter VMware (www.vmware.com) ESX Servern ausgeführt. Die HW-Plattform bilden zwei physische Hosts mit einem iSCSI SAN. Im Fehlerfall eines physischen Hosts können die Anwendungen vom zweiten physischen Host automatisch übernommen werden. Die Betriebssicherheit im Bezug auf die Netzwerkanbindung und die Stromversorgung wird durch einen Colocation Service Anbieter erreicht, der 99,95% Verfügbarkeit garantiert. Die Virtualisierung benötigt initial etwas Mehraufwand im Rahmen der Installation und bedingt die Bereitschaft der Hersteller, ihre Produkte virtualisiert zu betreiben. Mittelfristig ist somit davon auszugehen, dass Anforderung 5 – dem geringen Aufwand für Wartung und Administration – und insbesondere die Flexibilität für weitere Dienstangebote erfüllt werden können. Dazu zählt u. a. auch die Möglichkeit einer Befundübermittlung (Anforderung 6) die entweder über DICOM SR („structured reporting“) [3]

oder über einen gesicherten email Dienst erfolgen kann. Die Spezifikation der Telematikinfrastruktur der gematik sieht die Übermittlung großer Datenmengen (z. B. radiologische Bilddaten oder Video-Streams) derzeit nicht vor [4], so dass im Bezug zur Teleradiologie eine Nutzung des Identitätsmanagement zu erwarten ist. Die damit verbundene Anforderung 7 kann durch Einsatz eines Konnektors im zentralen Bereich realisiert werden.

Das hier vorgestellte Konzept einer Telematik-Plattform wurde im Rahmen der Ausschreibung „Projekte zur verstärkten Nutzung der Telemedizin im Gesundheitswesen Mecklenburg-Vorpommern“ des Ministeriums für Soziales und Gesundheit erfolgreich eingereicht. Mit der Bewilligung ist – wie bereits bei den durch die Pomerania geförderten Vorgängerprojekten – der Nachweis der Nachhaltigkeit verbunden, dass heißt ein fünfjähriger Routinebetrieb nach der Inbetriebnahme, finanziert durch die beteiligten Standorte. Die Umsetzung des Vorhabens erfolgt stufenweise. Zum Jahresende 2008 wird die Infrastruktur mit mindestens fünf neuen Standorten bereitstehen und bis Ende 2009 mit zusätzlichen zehn klinischen Standorten in Mecklenburg. Damit sind landesweit ca. 25 Standorte zu erwarten.

## Diskussion

Das vorliegende Konzept setzt für die Teleradiologie vollständig auf Dienste des DICOM-Protokolls (z. B.: „query“, „send“, „retrieve“) und impliziert damit bei jeder DICOM-Assoziation die Verwendung fester IP-Adressen. Netzwerktechnisch müssen diese für den VPN-Verbindungsaufbau berücksichtigt werden, da übliche aktive Netzwerkkomponenten kein NAT („network address translation“) für das DICOM-Protokoll unterstützen. Ein möglicher Ausweg ist die Verwendung von DICOM-Proxies [5] oder DICOM-Router, die DICOM-Systeme eines Standorts geeignet kapseln. Andererseits ist die Anzahl der DICOM-Systeme, die für die Teleradiologie genutzt werden, begrenzt, so dass der Aufwand für die Konfiguration akzeptabel erscheint. Einen alternativen Lösungsansatz stellt DICOM-E-Mail dar [6-8]. Dabei wird auf eine unmittelbare DICOM-Verbindung zwischen Standorten verzichtet und das DICOM-Objekt ggf. in Teilen per E-Mail übertragen. Die Erfahrungen im bestehenden Netzwerk haben gezeigt, dass Studien im Mittel mit mehr als 100 Bildern übertragen werden, d. h. Datenvolumina größer als 50 MB. Der Transfer eines solchen Datenvolumens über übliche E-Mail-Provider erscheint unter dem Gesichtspunkt garantierter Übertragungszeiten unrealistisch, so dass standortbezogene E-Mail Services (SMTP-Server) mitgenutzt und/oder eingerichtet werden müssten. Dies widerspricht der Anforderung 2 und erlaubt zudem individuelle Punkt-zu-Punkt Verbindungen. Diese gefährden die Skalierbarkeit, da im Gegensatz zu dem gewählten zentralistischen Ansatz der Administrationsaufwand proportional zu  $n$  ( $n$  – Anzahl der Teilnehmer) ist, während er bei Punkt-zu-Punkt Verbindungen mit  $n^2$  skaliert. Dennoch ist ein zentralistisch betriebener DICOM-E-Mail-Dienst nicht ausgeschlossen. Er könnte problemlos mit einem Eingangsport des DICOM Forward Server verbunden werden bzw. von ihm mit DICOM-Objekten gespeist werden, um z. B. auch an externe Praxen DICOM-Objekte ohne direkte DICOM-Verbindung zu übertragen. In dem vorgestellten Konzept wird diese Aufgabe durch den DICOM Web Server übernommen, der allerdings kei-





# Telekonsil, Telekonferenz, Telemonitoring

ne zur Befundung geeigneten DICOM-Objekte bereitstellt. Um diesen Nachteil auszugleichen wäre ein DICOM WADO [9] Dienst parallel zum Web Server denkbar. Da DICOM WADO neben Datenobjekten im DICOM-Format auch weitere Repräsentationen (z. B. JPEG, PDF) unterstützt, hätte die externe Praxis über die bereitgestellte URL entsprechenden Zugriff. Dabei gilt jedoch die Einschränkung, dass DICOM WADO jedes einzelne Datenobjekt (z. B. jedes einzelne Bild) mit einer separaten URL referenziert. Ob ein DICOM WADO Dienst vor oder nach der Pseudonymisierung angebunden wird, muss abhängig von den verwendeten Sicherungsmaßnahmen in der Kommunikation (https, SSL, VPN, etc.) entschieden werden. Der mögliche Nachteil einer Pseudonymisierung erscheint bei einer Bereitstellung einer URL für den Nutzer vernachlässigbar.

Der vorgestellte „store & forward“ Ansatz bedingt eine zweifache Übertragung (z. B. Standort HGW – Zentrale – Standort ABC) und könnte sich nachteilig auf die geforderten Transferzeiten (RöV bzw. DIN 6868-59) und kostenpflichtige Datenvolumina auswirken. Da die Weiterleitung im DICOM Forward Server bildorientiert und unmittelbar erfolgt, ist die Verzögerung auf die Übertragung eines Bildes beschränkt. Kostenseitig ergeben sich keine Nachteile, da Colocation Anbieter i.d.R. nur den „outgoing traffic“ für das kostenpflichtige Datenvolumen zugrunde legen.

## Ergebnisse und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich mit der heute zur Verfügung stehenden Technologie eine Vielzahl telemedizinischer Applikationen, die für ein dünn besiedeltes Flächenland Bedeutung haben, realisieren lässt. Unsere Erfahrungen der letzten 7 Jahre zeigen jedoch, dass die Bereitstellung der Technik alleine nicht unbedingt zu den notwendigen Kooperationen zwischen den Einrichtungen führt. Die schleppende Annahme der technischen Möglichkeiten einer standortübergreifenden Tumorkonferenz in unserem Projekt beispielsweise zeigt, dass die organisatorische Betreuung einer Gesundheitstelematik-Plattform mindes-

tens ebenso wichtig ist. Dazu gehört die Vermittlung von Kooperationsbeziehungen, die Begleitung bei der vertraglichen Ausgestaltung, die Durchführung von Schulungsmaßnahmen, die Organisation von Applikationstests, die Übernahme der Generalverantwortung für die Systemwartung inklusive Hotline-Support sowie die Beratung und Begleitung der Nutzer bei Fragen der Zulassung, Qualitätssicherung und des Datenschutzes.

## Danksagung

Die Projekte „Telemedizinisches Netzwerk in der Euroregion Pomerania“ wurde mit Mitteln der Gemeinschaftsinitiative INTERREG III A des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) in Verbindung mit Mitteln des Landes Mecklenburg Vorpommern gefördert.

Das landesweite Projekt „Schaffung eines Teleradiologie-Netzwerks in Mecklenburg-Vorpommern“ wird mit Mitteln des Ministeriums für Soziales und Gesundheit Mecklenburg-Vorpommern gefördert.

## Referenzen

- 1 Staemmler M, Ehrlicke H-H, Dräger J, Hosten N, Interdisziplinäres Telemedizinisches Netzwerk zur Unterstützung der Tumorversorgung in der Euroregion Pomerania, mdi, 14-18, Heft 1, Jahrgang 6 (2004)
- 2 Otto K, Ehrlicke H-H, Staemmler M, Bethke R, Tele-Tumorkonferenz-Plattform mit integriertem Workflow-Management, Proceedings TELEMED '07, Berlin, 2007
- 3 DICOM Supplement 23, Structured Reporting Object, <http://www.dclunie.com/dicom-status/status.html#SupplementsByNumber>, letzter Zugriff 30.7.2008
- 4 gematik, Einführung der Gesundheitskarte - Gesamtarchitektur, Version 1.4.0 vom 30.6.2008, Abschnitt 4.6.2.1, Seite 57, [www.gematik.de](http://www.gematik.de), letzter Zugriff 30.7.2008
- 5 Heldt A, Staemmler M, DICOM Proxy zur Kommunikation von DICOM Objekten über Einrichtungsgrenzen, 51. Jahrestagung der GMDS, Leipzig 10.-14.9.2006, [www.egms.de/en/meetings/gmids2006/06gmids210.shtml](http://www.egms.de/en/meetings/gmids2006/06gmids210.shtml),

letzter Zugriff 30.7.2008

- 6 Schütze B, Kämmerer M, Engelmann U, Weisser G, Schröter A, Klos G, Mildenerger P, DICOM-eMail in der Teleradiologie, 50. Jahrestagung der GMDS, Freiburg 12-15.9.2005, <http://www.egms.de/en/meetings/gmids2005/05gmids339.shtml>, letzter Zugriff 30.7.2008
- 7 DICOM Supplement 54, DICOM MIME Type, <http://www.dclunie.com/dicom-status/status.html#SupplementsByNumber>, letzter Zugriff 30.7.2008
- 8 Ruggiero S, Lederle K, Schönberg S, Walz M, Weisser G, Regionale Nutzung der Teleradiologie einem flächendeckenden Netzwerk, in Schug S, Engelmann U (Hrsg) Telemed 2008 Proceedings, 33-43, (2008)
- 9 DICOM Supplement 85, DICOM Web Access to DICOM Persistent Objects (WADO), <http://www.dclunie.com/dicom-status/status.html#SupplementsByNumber>, letzter Zugriff 30.7.2008

## Kontakt

**Martin Staemmler**

*FH-Stralsund*

*Zur Schwedenschanze 15*

*18435 Stralsund*

*[martin.staemmler@fh-stralsund.de](mailto:martin.staemmler@fh-stralsund.de)*