

Grid-basierte Services für die elektronische Patientenakte der Zukunft

Die elektronische Patientenakte gilt als Schlüsselapplikation der Gesundheitstelematik. Um sie optimal nutzen zu können, sind verteilte Anwendungen nötig. Die Grid-Technik liefert dafür erste Konzepte. Für einen Vortrag zum Thema erhielt der Autor den Telemed-Preis.

TEXT: ULRICH SAX, ANETTE WEISBECKER, JÜRGEN FALKNER, FRED VIEZENS, YASSENE MOHAMMED, MICHAEL HARTUNG, JULIAN BART, DAGMAR KREFTING, TOBIAS A. KNOCH, SEBASTIAN C. SEMLER

Wegen der gestiegenen Dokumentationsanforderungen durch neue Abrechnungsformen (DRGs) und auch wegen des Paradigmenwechsels hin zu einer personalisierten Medizin gewinnen elektronische Patientenakten^[1, 2, 3, 4] zunehmende Bedeutung. Gerade für eine Personalisierung der Medizin stellt eine gute Datenbasis im Zusammenspiel von Phänotypdaten, Genotypdaten und Krankheitsgeschichte eine Schlüsselkomponente dar. Während die genomischen Untersuchungen hoch standardisiert durchgeführt werden, ist dies auf der Phänotypseite, also bei der tatsächlichen Ausprägung eines Merkmals beim Patienten, oft nicht der Fall. All diese Daten werden zunehmend nicht mehr in Papierform, sondern in elektronischen Patientenakten abgelegt. Es handelt sich jedoch oft um durch Institutionsgrenzen vorgegebene Datensilos.

Um aufwendige Untersuchungen in der genomischen Medizin oder in der Bildverarbeitung durchführen zu können, sind Speicher- und Computing-Ressourcen beziehungsweise spezielle Algorithmen notwendig, die in institutionsübergreifenden Akten oder auch in einer Krankenhaus-EPA meist nicht kurzfristig zur Verfügung stehen. Diese Services können im Rahmen der Virtualisierung von Rechner- Speicher- und Servicestrukturen durch Grid-Computing zur Verfügung gestellt werden. Derzeit untersucht das BMBF-geförderte Projekt MediGRID^[6] die Rahmenbedingungen für einen Grid-Einsatz in der Medizin. MediGRID ist das medizinische Teilprojekt der vom Bundesforschungsministerium seit 2005 mit insgesamt 15 Millionen Euro geförderten D-Grid-Initiative. Es wird von den Göttinger Medizininformatikern und von der Telematikplattform für Medizinische Forschungsnetze (TMF) gemeinsam geleitet. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01AK803A-H gefördert.

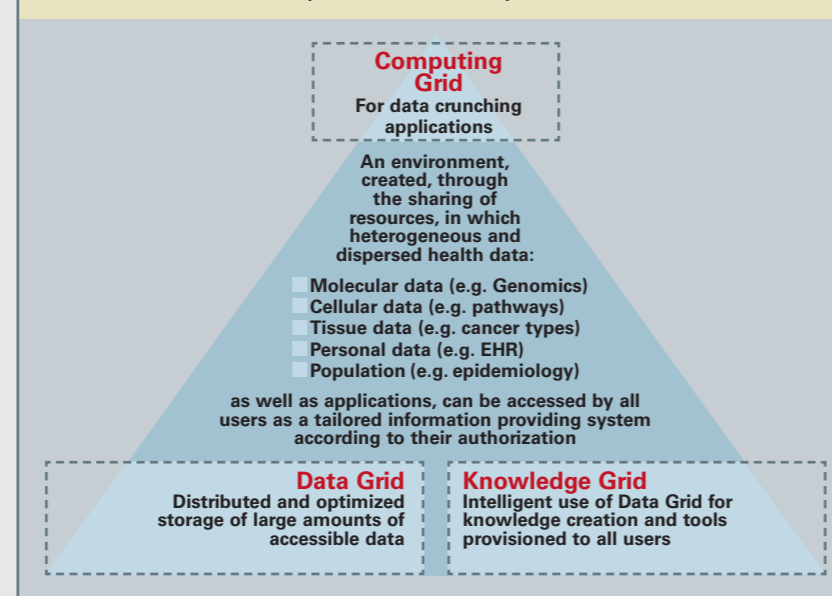
Grid-basierte Ansätze im Healthcare-Bereich^[7-19]

Um den Entwicklungen in der medizinischen Versorgung und der medizinischen Forschung gerecht zu werden, ist eine leistungsfähige IT-Infrastruktur notwendig, die in-

stitutionsübergreifendes, vernetztes Arbeiten an verschiedenen Standorten sowie die gemeinsame Nutzung von Daten und Anwendungen unter Berücksichtigung des Datenschutzes und der Datensicherheit ermöglicht. Grid-Computing als Modell für die Nutzung von verteilten Ressourcen wie Rechenleistung, Daten und Software durch transparente Dienste erfüllt diese Anforderungen und eröffnet neue Möglichkeiten für die bedarfsgerechte Bereitstellung von Ressourcen. Der Begriff Grid-Computing wird sehr heterogen verwendet.^[7-10] Für die Vielfältigkeit des Themas Grid in der Medizin ist ein Blick auf die aktuelle EU-Förderung hilfreich. Hier werden für die Grid-Anwendung im Health-Care-Bereich (HealthGrid) von der EU-Kommission drei konzeptuelle Aspekte medizinischer Grids unterschieden (siehe Grafik 1).^[20]

Im Gegensatz zu manch anderer Fachcommunity wie zum Beispiel der Hochenergiephysik kann sich der Aufbau >

Grafik 1 – Drei Aspekte der Grid-Funktionen im Gesundheitswesen (nach Iakovidis)



und die sinnvolle Nutzung von Grids nicht ausschließlich an „Computing-Grids“ richten. Zwar gibt es Anwendungsfälle im Health-Grid-Bereich, die vorrangig Computing-Grids benötigen, wie beispielsweise hochdimensionale Analysen im Bereich der Bildverarbeitung oder High-throughput-Verfahren der Genomik/Proteomik. Aber auch in diesen Bereichen kommt es bei vernetzten Vorhaben schnell zu Fragen der Datenstandardisierung, des sicheren Zugriffs auf verteilte Datenbanken und der wirtschaftlichen Etablierung und Pflege allgemein zur Verfügung stehender Werkzeuge. Bei der Etablierung von Services steht Deutschland derzeit noch am Beginn. Erste Schritte werden unternommen.

Im Rahmen der deutschen eScience-Initiative D-Grid wird in dem Verbundprojekt „MediGRID – Ressourcenfusion für Medizin und Lebenswissenschaften“ eine Grid-Infrastruktur für die interdisziplinäre, standortunabhängige Zusammenarbeit von Medizinern und Bioinformatikern geschaffen. Derzeit sind Anwendungen aus den Bereichen Biomedizin, medizinische Bildverarbeitung und klinische Studien in MediGRID verfügbar. Neben den Anwendungsszenarien Bildverarbeitung, bioinformatische und klinische Forschung vervollständigen Arbeiten in den Bereichen Middleware, Ressourcenfusion, Ontologie und eScience das Projekt bezüglich softwaretechnischer, semantischer, rechtlicher und internationaler Fragestellungen.

Beispiele für die Analyse von medizinischen Bilddaten im Grid

Illustrative Beispiele für den Einsatz von Grid-Techniken im Rahmen elektronischer Patientenakten liefert die Analyse von medizinischem Bildmaterial. Das Grid bietet hier Möglichkeiten der individualisierten Diagnose und Therapieplanung, die durch andere Technologie nicht oder nur schwer umsetzbar sind. Zum einen ermöglicht der gridweite Zugriff auf medizinische Bilddatenbanken eine strukturierte Bildsuche nach vergleichbaren Fällen als Diagnoseunterstützung, insbesondere bei selteneren Krankheitsbildern, die nicht in der täglichen Routine bekannt sind. Des Weiteren benötigt

die Analyse von medizinischen Bildern oft hochspezialisierte Algorithmen. Der serviceorientierte Ansatz moderner Grids, bei dem aus einem weiten Angebot von Analysetools und Bildverarbeitungsalgorithmen die jeweils benötigten ausgewählt und genutzt werden können, ermöglicht so die individualisierte Diagnoseunterstützung, ohne dass die entsprechende Software oder notwendige Hardware von dem behandelnden Arzt dauerhaft erworben werden muss. Im Rahmen des MediGRID-Projekts werden drei prototypische Anwendungsszenarien der medizinischen Bildverarbeitung implementiert:

1. Die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) ermöglicht durch die statistische Analyse über große Sätze von Hirnbilddaten die Zuordnung von Hirnbereichen zu verschiedenen Stimulationen. Die Analyse stellt hohe Anforderungen an die Rechenkapazität und kann durch Parallelisierung auf Einzelbildebene durch den Einsatz im Grid stark beschleunigt werden. Das Anwendungsszenario wird unter der Leitung des Instituts für medizinische Informatik der Universität Magdeburg implementiert.

2. Im Rahmen der virtuellen Gefäßchirurgie (siehe Abbildung 2) werden aufwendige hämodynamische Simulationen durchgeführt. Dabei kann der Benutzer die aus computertomographischen Bilddaten extrahierte Gefäßgeometrie verändern, um zum Beispiel die Implantation eines Stents zu testen. Die Algorithmen werden vom Institut für Strömungsforschung der Universität Erlangen eingebracht.

3. Das dritte Anwendungsbeispiel implementiert die komplexe Bildverarbeitungskette der computergestützten Diagnose von Prostatabiopsien. Die Gewebeproben, die bei Verdacht auf Prostatakrebs entnommen werden, werden anhand von zwei- und dreidimensionalen transrektalen Ultraschallbildern im Prostatavolumen lokalisiert und visualisiert. Der Workflow umfasst auch den Zugriff auf PACS und auf Image Retrieval Systeme.

Durch die enge Zusammenarbeit mit den anderen Modulen des MediGRID-Projektes ist eine Standardisierung gewährleistet, die die Zusammenführung der genotypischen Daten und der multidimensionalen phänotypischen Daten mit der medizinischen Bildverarbeitung technisch vereinfacht. Diese prototypischen Anwendungen sind richtungweisend für eine individualisierte und leicht verfügbare, computergestützte Diagnose und Therapieplanung. Sie lassen sich natürlich prinzipiell auch ohne Verknüpfung des Bilddaten-Grids mit einer elektronischen Patientenakte umsetzen. Je stärker aber künftig Zusatzinformationen wie die individuelle Krankheitsgeschichte, Labor- oder Gendaten oder der individuelle Krankheitsverlauf nach einer therapeutischen Intervention in die Auswertungen einfließen, umso wichtiger wird

eine über die reinen Informationen aus PACs hinausgehende Verknüpfung mit der klinischen Dokumentation.

Diskussion und Ausblick: EPA in einem Grid

Medizinische Grids, die in der klinischen Versorgung eingesetzt werden sollen, sind wesentlich komplexer als die bisher aufgesetzten Forschungsapplikationen. Wenn beispielsweise Krankenhäuser eine Grid-Infrastruktur für individuelle Therapieentscheidungen einsetzen wollen, müssen auf einmal nicht nur Rechenkapazitäten verwaltet werden, sondern es müssen auch medizinische Informationen aus verteilten Datenbanken zugänglich gemacht werden. Es müssen Algorithmen geschaffen werden, um diese Informationen sinnvoll auszuwerten. Es muss festgelegt werden, wer welche Daten nutzen darf und ob, wie und wem dafür Kosten in Rechnung gestellt werden dürfen. Und es gibt plötzlich ganz andere Anforderungen an den Datenschutz.

Blickt man auf das grundlegende „Healthgrid White Paper“ der europäischen HealthGrid-Initiative von 2005,^[21] so findet man dort verschiedene Anwendungsfälle konkret beleuchtet. Dazu zählen die medizinische Bildverarbeitung (medical imaging, medical image processing), die genomische Forschung, das Biomodelling und sogar epidemiologische Studien und mögliche Szenarien für Grids in der Pharmaindustrie. Mit Ausnahme der patientennahen Bildverarbeitung, zum Beispiel des standortübergreifenden Aufbaus von Picture Archiving Communication Systems (PACS) basierend auf Grid-Technologien, findet sich dabei aber wenig direkter Bezug zur Patientenversorgung und zum Aufbau neuer IT-Strukturen hierfür. In Bezug auf die „genomische Medizin“ wird lediglich ein Ausblick gegeben, in welcher Weise die Gesundheitsversorgung künftig betroffen und verbessert wird:

■ In der klinischen Diagnostik werden Biochip-basierte Hochdurchsatzverfahren genetisch begründete Diagnosen erstellen helfen.

■ Genetisch differenzierte Grundlagen von Krankheitsbildern werden zu einer neuen Klassifikation der Krankheiten führen.

■ Pharmakogenomische Therapieverfahren werden als neue Technologie einer individualisierten Medizin auf genetischer Basis Einzug halten.

■ Der Transfer von Daten und Wissen auf genetischer Basis in die Epidemiologie wird wiederum die Gesundheitsvorsorge und -versorgung beeinflussen.

In der Frage, wie Grid-Strukturen konkret in IT-Architekturen der Patientenversorgung einzubauen und zu nutzen sind, ist eine Innsbrucker Arbeitsgruppe^[22] einen Schritt weitergegangen: In ihrem Projekt zum Aufbau einer institutionsübergreifenden „shared electronic health record“ (SEHR) in Westösterreich betrachten sie Grid-Strukturen im Sinne von medizinischen Data Grids als Netzwerkinfrastruktur für

eine IHE-XDS-konforme Austauschplattform medizinischer Daten und Dokumente in einer Region.

Betrachtet man die Anforderungen an eine patientenzentrierte, institutionsübergreifende elektronische Patientenakte, so findet man grundsätzliche Analogien zum Aufbau von Grids. Insbesondere gibt es einen erneuten Paradigmenwechsel in den IT-Architekturen rund um die Krankenhäuser: In der Phase der 90er-Jahre bis etwa 2001 standen vielfach nicht planungsgemäß gewachsene Abteilungssysteme und deren Kommunikation im Mittelpunkt. Dieser Ansatz geriet zwischen 2001 und 2005 stark unter Druck durch die „monolithischen Systeme“, die vor dem Hintergrund der DRG-Einführung versprochen, „alles aus einer Hand“ durchgängig zu lösen. Seit den ersten Projekten zur intersektoralen Versorgung 2006 und insbesondere durch die Detailplanung der Genematik beim Aufbau der Telematikinfrastruktur wächst zunehmend die Erkenntnis, dass die fraglos vernünftige Konsolidierung in Teilbereichen noch lange nicht das Problem der intersektoralen Interoperabilität löst. Der Trend zu komponentenbasierter Architektur, Nutzung offener Standards und webbasierter Applikationen ist eindeutig.

Viele Probleme, die solchen Kommunikations- und Interaktionsstrukturen erwachsen, sind dieselben, die beim Aufbau von Grid-Strukturen bereits berücksichtigt und zu lösen versucht werden: Standardisierung von Datenstrukturen (Nutzung von Ontologien und Terminologien), automatisierte Regelung des Datenzugriffs, Absicherung des Datenschutzes, Absicherung verlässlicher Rechenprozesse (inklusive Trackability), Parallelisierung zumindest bei der Übertragung und Verarbeitung großer Datenvolumina, elektronische Automatisierung von Vertrags- und Rechnungsprozessen – und all dies kombiniert mit dem bereits einsetzenden Trend zu Outsourcing und Hosting-Lösungen, um die betriebswirtschaftlichen Vorhaltekosten zu reduzieren. Viele der Grid-Entwicklungen könnten daher für den Aufbau von künftigen patientenzentrierten, institutionsübergreifenden elektronischen Patientenakten wertvolle Lösungen bieten.

Betrachtet man die Anforderungen an eine ePatientenakte, so findet man grundsätzliche Analogien zum Aufbau von Grids.

■ **PROFESSOR DR. ULRICH SAX¹** (Foto)
Coautoren: ANETTE WEISBECKER²
JÜRGEN FALKNER², JULIAN BART², FRED VIEZENS¹, YASSENE MOHAMMED¹, MICHAEL HARTUNG³, TOBIAS A. KNOCH⁵, DAGMAR KREFTING⁴, SEBASTIAN C. SEMLER⁶



¹ Abt. Med. Informatik Universität Göttingen

² Fraunhofer IAO, Stuttgart

³ Institut für Informatik, Universität Leipzig

⁴ Institut für Medizinische Informatik Charité Berlin

⁵ Kirchhoff Institut für Physik, Universität Heidelberg

⁶ Telematikplattform für medizinische Forschungsnetze

[1]-[22] Literaturhinweise unter

► www.e-health-com.eu/zeitschrift/ausgabe/literatur

Auf MediGRID-Ressourcen gerechnete Simulation für Strömungsverhältnisse in Blutgefäßen im Gehirn, Applikation Gefäßchirurgie.

