

Potential der CDA in verteilten Gesundheitsinformationssystemen

Mario Beyer¹, Klaus A. Kuhn² und Richard Lenz¹

¹ Philipps-Universität Marburg, Institut für Medizinische Informatik,
Bunsenstr. 3, D-35033 Marburg.
`{beyerm|lenzr}@med.uni-marburg.de`

² Technische Universität München, Institut für Med. Statistik und Epidemiologie,
Ismaninger Str. 22, D-81675 München.
`klaus.kuhn@lrz.tum.de`

Zusammenfassung. Die IT-Unterstützung institutionsübergreifender Behandlungsprozesse wird immer wichtiger im Gesundheitswesen. Für eine zukunftssichere Lösung stehen Erweiterbarkeit und Integration in bestehende Systeme im Mittelpunkt, und damit auch die Wiederverwendbarkeit der gespeicherten Informationen. Mit CDA („Clinical Document Architecture“) steht eine flexible Dokumentenarchitektur zur Verfügung, die diese Ansprüche adressiert. Dieser Artikel befasst sich damit, inwiefern CDA über eine Nutzung als Dokumentationsformat hinaus als Informationsbasis in einem prozessorientierten Informationssystem im Versorgungsnetz eingesetzt werden kann.

1 Herausforderung Versorgungsnetz

Die Informationstechnik revolutioniert viele Bereiche des täglichen Lebens. Auch im Gesundheitswesen erhofft man sich ein hohes Verbesserungspotential durch Unterstützung der Arbeitsprozesse. Wie zahlreiche Studien belegen treten in der Medizin häufig Fehler auf, die zu einem großen Teil vermeidbar wären [1]. Als Ursachen lassen sich mangelnde Verfügbarkeit von Informationen, schlechte Kommunikation und Koordination, und ebenso die Komplexität dieser Anwendungsdomäne ausmachen [2, 3].

Vielfältige unterstützende IT-Anwendungen sind denkbar, von Wissensquellen zum schnellen, kontextbezogenen Nachschlagen über institutionsübergreifenden Datenaustausch und Telekommunikation hin zu entscheidungsunterstützenden Anwendungen. Aktuelle Entwicklungen im Gesundheitswesen wie der Ausbau der Integrierten Versorgung (sektorenübergreifende Behandlungskoordination), der Aufbau Medizinischer Versorgungszentren (spezialisierte ambulante Kliniken) und die Einführung von Disease-Management-Programmen (strukturierte Behandlungsprogramme zur Optimierung standardisierbarer Versorgungsabläufe für definierte Patientengruppen) zeigen den zunehmend verteilten Charakter der Versorgung, den ein IT-System reflektieren sollte. Leitlinien (evidenzgesicherte, systematische Entscheidungshilfen für bestimmte Krankheitsbilder) und Behandlungspfade (lokale, leitlinienbasierte Ablaufvorgaben für die Behandlung

bestimmter Fälle) versuchen Prozessvarianzen zu begrenzen und aktuelle Erkenntnisse in die Behandlung einfließen zu lassen. (vgl. auch [4])

Kernanforderungen an ein institutionsübergreifendes Informationssystem sind die *Integration* heterogener Systeme, so dass Informationen semantisch kompatibel ausgetauscht werden können, *Flexibilität* zur Anpassung des Systems auf regionale oder lokale Eigenheiten und *Evolutionsfähigkeit*, damit das System auf zukünftige Anforderungen reagieren kann, die im Laufe der Zeit entstehen, auch während der und durch die Systemeinführung [5]. Hierzu wäre es sinnvoll, eine IT-Infrastrukturplattform aufzubauen, auf der dann flexible Anwendungen je nach Bedarf aufsetzen können. Damit die Informationstechnik eine möglichst gute Unterstützung bietet, aber die realen Abläufe wenigstmöglich einschränkt, sollte sie sich an diesen orientieren, d. h. den Behandlungsprozess begleiten, wodurch der Patient als zentraler Bezugspunkt in den Fokus rückt.

Die Kernaufgabe der IT in einem Informationssystem lässt sich damit beschreiben als das Sammeln, Pflegen und vor allem Verknüpfen von patientenunabhängigem *Wissen* und patientenabhängiger *Information*. Dabei bilden eine patientenbezogene und institutionsunabhängige *elektronische Patientenakte* einerseits und der *Behandlungsprozess* andererseits die statischen und dynamischen Referenzobjekte.

In der vorliegenden Arbeit wird der Frage nachgegangen, wie eine institutionsunabhängige Patientenakte und eine geeignete Prozessbegleitung in einem verteilten Informationssystem umgesetzt werden können. In der Realität haben sich *Dokumente* in Papierform wie Arztbriefe und Rezepte etabliert. Diese sollen stabile, in einem gewissen Kontext gültige Informationen (Messwerte, Befunde etc.) zusammen mit ihrem Kontext festhalten und einen weitgehend standardisierten Informationsaustausch ermöglichen. Im Gegensatz zu diesen stabilen Daten stehen die volatilen operativen Daten (z. B. aktueller Aufenthaltsort), bei denen meist nur der aktuelle Wert von Interesse ist, und die meist in veränderlichen Datenbankfeldern abgelegt sind. Ein Ansatz basierend auf einer zentralen Informationsspeicherung etwa in einer relationalen Datenbank empfiehlt sich jedoch für eine institutionsübergreifende IT-Unterstützung nicht: Vorhandene semantisch heterogene Systeme sind nicht ohne weiteres integrierbar [6], die Festschreibung der Datensemantik in einem Datenbankschema ist zu unflexibel, außerdem muss ein Betrieb der Teilsysteme auch autonom ohne Online-Zugriff auf eine zentrale Datenbank möglich sein.

Ein rein dokumentbasierter Ansatz dagegen hat den Nachteil, dass operative Daten vielfach redundant in den Dokumenten vorgehalten und auch nicht aktualisiert werden, da dies der Philosophie der Dokumentorientierung widersprechen und immensen Aufwand bedeuten würde. Dennoch ist die Verwendung eines standardisierten Dokumentformats als systemunabhängige Einheit des Informationsaustauschs sinnvoll, da auf dieser Basis eine Entkopplung zwischen Informationsobjekten und den autonomen informationsverarbeitenden Systemen möglich wird.

Die Clinical Document Architecture (CDA, [7]) wird als Teil des Standards HL7 entwickelt und soll die informationstechnische Umsetzung austauschbarer

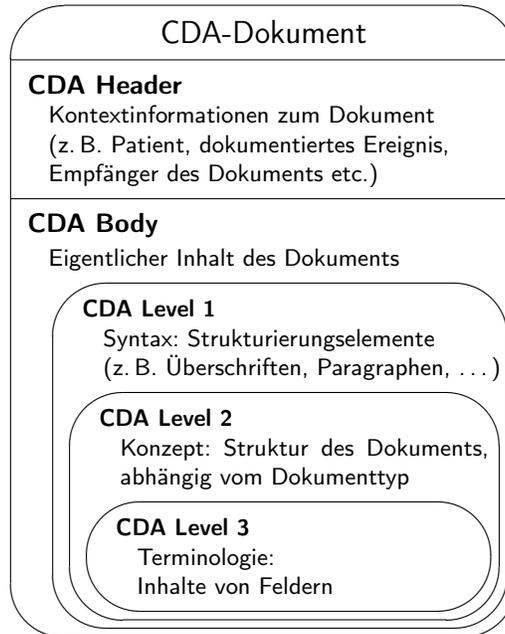


Abb. 1. Semantische Abstraktion bei CDA-Dokumenten

medizinischer Dokumente ermöglichen. CDA definiert basierend auf XML klinische Dokumente, wobei drei inhaltliche Abstraktionsstufen unterschieden werden (vgl. Abb. 1). Ebene 1 erfasst die Kontextdaten eines Dokuments, die Ebenen 2 und 3 sind für eine weitergehende semantische Annotation der Dokumentinhalte zuständig. So können einerseits auch unstrukturierte Dokumente zugeordnet werden, andererseits können strukturierte CDA-Dokumente zumindest angezeigt und vom Betrachter interpretiert werden, selbst wenn das System zur Interpretation nicht in der Lage ist. Auf diese Weise wird es ermöglicht, die semantische Kompatibilität der Primärsysteme auf der Basis einer gleichbleibenden Dokumentenarchitektur schrittweise zu verbessern.

Es stellt sich die Frage, inwieweit sich CDA über den reinen Dokumentationscharakter hinaus als Basis eines verteilten Gesundheitssystemes nutzen ließe, so dass man von der Plattformunabhängigkeit und Evolutionsfähigkeit des CDA-Konzeptes profitieren könnte.

2 CDA als Basis für verteilte Patientenakte

Das CDA-Format enthält bereits auf Ebene 1 notwendige Kontextdaten zum Dokumentinhalt. Darunter fallen auslösendes Ereignis, Bezugspersonen (z. B. Patient, Arzt) oder maßnahmenbezogene Angaben (Maßnahme, Grund, Ort). Weiter werden Querbezüge hergestellt, bspw. kann zu einem Ergebnisdokument ein Anforderungsdokument über dessen ID referenziert werden oder es können

Beziehungen zu vorherigen Versionen desselben Dokuments („ersetzt“, „ergänzt“, ...) hergestellt werden. Damit ist also eine grundlegende Metadatenstruktur vorhanden, die für eine elektronische Patientenakte genutzt werden kann. Mit der zunehmenden Standardisierung von CDA wird auch die Detailliertheit medizinischer Spezifikationen steigen und ihr Normierungsgrad zunehmen, was die strukturelle und semantische Kompatibilität erweitern würde.

CDA erscheint damit interessant als Basis für eine verteilte Patientenakte. Im Zuge der Verbreitung von HL7 Version 3 kann auch davon ausgegangen werden, dass zunehmend Systeme in der Lage sein werden, CDA-Dokumente zu liefern oder weiterzuverarbeiten. Auch Haas [8] hält CDA als Datenbasis zwar für denkbar, sieht aber eine Nutzung der Daten für nachgeordnete Verwendung als erschwert oder unmöglich und schlägt vor, CDA für die Dokumentation von Ergebnissen als Spiegelbilder einer konventionell datenbankgestützten Akte zu verwenden. Dies brächte allerdings wieder eine im Datenbankschema festgeschriebene und damit unflexible Semantik mit sich.

In vielen Projekten zur elektronischen Patientenakte beschränkt sich diese auf eine gegliederte Sammlung von Dokumenten. Um das Nutzenpotential auszuschöpfen, sollte sie aber deutlich darüber hinausgehen. Enthaltene Informationen müssen frei zugreifbar und auswertbar sein und sich mit im System abgelegtem Wissen verknüpfen lassen. Daher schlagen wir den in Abbildung 2 gezeigten Ansatz vor. Im Mittelpunkt steht dabei die Dokumentation mittels CDA-Dokumenten, die in einer geeigneten, bspw. verteilten Datenbank abgelegt werden (s. u.). Analog zum EAV-Ansatz (Entity-Attribute-Value, vgl. [9]), der eine generische Datenspeicherung in einer einzigen dreispaltigen Datenbanktafel vorsieht, wird hier die Semantik nicht in einem Datenbankschema gespeichert, sondern bleibt offen bzw. wird dokumentspezifisch festgelegt. Semantikspezifikationen (z. B. Struktur der CDA-Dokumente, Domänenkonzepte, Terminologien) können ebenfalls in XML-Formaten – und damit in der Datenbank – abgelegt und mit XML-Mitteln verarbeitet werden (bspw. durch XSL-Transformationen), um die semantische Kontrolle der Inhalte zu ermöglichen. Mit Hilfe eines geeigneten Werkzeugs kann die Wartung der Spezifikationen nahe an den Endnutzer, also an Domänenexperten gebracht werden, ohne gleichzeitig IT-Fachwissen vorauszusetzen. Die Anbindung vorhandener Systeme wird durch den graduellen Aufbau der CDA ermöglicht, Fremddokumente können bei Vorhandensein minimaler Kontextinformationen zumindest zu einem CDA-Level-One-Dokument konvertiert („verpackt“) und damit korrekt zugeordnet werden.

An die Datenbasis wird nur die Anforderung gestellt, in einem Netzwerk XML-Daten verarbeiten zu können. Naturgemäß bietet sich hierfür eine XML-Datenbank an, für den hier genannten Ansatz wird zunächst lediglich eine beliebige verteilte Datenhaltung für XML-Dokumente vorausgesetzt, aus der durch eine transparente Zugriffsschicht Informationen abgefragt werden können. – Die Performanz von XML-Datenbanken bei komplexen Anfragen ist gegenüber konventionellen Datenbanken noch ein Nachteil, die Entwicklung schreitet jedoch voran. Um eine schnelle Verarbeitung auch großer Datenmengen für Auswertungszwecke zu ermöglichen, kann der Datenexport an ein Data-Warehouse-

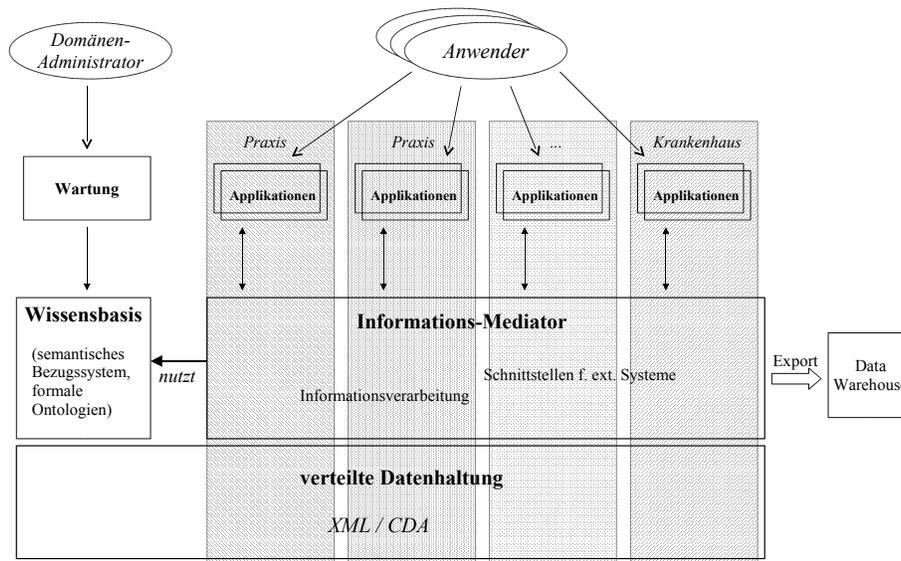


Abb. 2. Skizze einer CDA-basierten Informationssystem-Infrastruktur

System angebracht sein. Eine solche unidirektionale Anbindung schränkt die Flexibilität des beschriebenen Ansatzes nicht ein. Der Export kann bei Vorliegen von Semantikinformatoren in der XML-Datenbank einfach durch Transformationen erledigt werden und ist ebenso flexibel konfigurierbar.

3 Prozessbegleitung

Der beschriebene Ansatz soll eine ausbaufähige, standardisierte Informationsbasis für die IT-Unterstützung im Versorgungsnetz ermöglichen. Dabei wurde bisher allerdings noch nicht auf eine Prozessorientierung eines solchen Informationssystems eingegangen. In der Praxis wird ein Prozess nicht zentral überwacht, stattdessen wird ein Patient von einem Laufzettel begleitet, der die notwendigen Informationen zu Prozess und Status enthält. Lassen sich auch CDA-Dokumente in dieser Funktion nutzen?

Eine Möglichkeit wäre die Einführung einer Art „Prozesszustandsdokument“ als Bezugsobjekt in einem verteilten Behandlungsprozess, dessen Semantik in Form eines XML-Dokuments in der Datenbank abgelegt werden könnte. Damit wäre auch die Prozesssemantik nicht festgeschrieben. Dazu müsste allerdings die Möglichkeit, Dokumente durch neue Versionen zu ersetzen, zweckentfremdet werden, um mit den eigentlich zustandslosen Dokumenten Zustände auszudrücken. Außerdem erlaubt CDA nur Rückwärtsreferenzen („ersetzt“-Verweise), da für Vorwärtsreferenzen Dokumente nachträglich geändert werden müssten. Weiter würden entweder ein ganzer Prozess durch ein einzelnes Dokument repräsentiert und damit verschiedene logische Dokumenttypen verknüpft, oder es

wäre zusätzlich zu den einzelnen Dokumenten in einem Prozess ein übergeordnetes Dokument zu übertragen, zu pflegen und aktuell zu halten, mit dem die beteiligten Systeme auch umgehen können müssten.

Die bessere Alternative wäre es, die Prozessinformation über die einzelnen Dokumente zu verteilen, so dass sich der jeweils nächste Prozessschritt ableiten lässt. Dazu müsste ein CDA-Dokument zumindest um eine Prozessstatusinformation erweitert werden, die den im Kontext des Dokuments gültigen (bzw. durch die im Dokument beschriebene Aktion erzielten) Status wiedergibt. Damit würde sich ein Prozess aus seinen Teildokumenten automatisch zusammensetzen lassen, sofern die Systeme die Information verstehen. Andere Systeme können das CDA-Dokument normal bearbeiten und die Information ignorieren, der Ansatz ist also kompatibel zur CDA-Philosophie. Die Semantik der Prozessinformationen kann analog zur Dokumentsemantik in Abschnitt 2 flexibel konfiguriert und inferiert werden. Benötigt würde noch eine Terminologie zur Prozessbeschreibung, die für die Standardisierung der Prozessinformation sorgt.

Mit einem entsprechenden Konfigurationswerkzeug kann die Spezifikation Domänenexperten ohne technische Datenbankkenntnisse übertragen und damit näher an den Benutzer gebracht werden. In einem verteilten Informationssystem ist der Konsens der beteiligten Parteien essentiell [10]. Es muss Einigkeit über gemeinsam benutzte Daten und Mittel sowie Abläufe bestehen. Das Konfigurationswerkzeug sollte daher einerseits als universelles Kontrollinstrument für Inhalte und Prozesse dienen und andererseits den Konsensfindungsprozess unterstützen. Bei der Konfiguration soll es dem Benutzer Konfigurationselemente anbieten, die den im System hinterlegten Konzeptbeschreibungen entsprechen (z. B. Datenobjekte aus CDA-Dokumenten) und dadurch dafür sorgen, dass systembekannte Konzepte eingesetzt werden, um eine Wiederverwendbarkeit der Daten sicherzustellen.

4 Zusammenfassung

In diesem Artikel wurde ein Ansatz für eine elektronische Patientenakte in einem Gesundheitsinformationssystem für ein Versorgungsnetz vorgestellt, in dessen Mittelpunkt CDA-Dokumente als zentrale Informationsobjekte stehen. Die in jedem CDA-Dokument vorhandenen Metainformationen ermöglichen die Zusammenführung zur Patientenakte. Darüber hinaus sorgen der graduelle Aufbau in mehrere semantische Abstraktionsschichten („Layer“) und die Möglichkeit der Semantikspezifikation für eine hohe Flexibilität und Evolutionsfestigkeit. Eine endnutzernahe Konfiguration mit geeigneten Werkzeugen erlaubt eine schnelle Anpassung durch medizinische Fachexperten. Weiter wird die Möglichkeit einer Prozessspezifikation durch geeignete Erweiterung von CDA-Dokumenten um Statusinformationen vorgeschlagen. Komplexe Auswertungen über größeren Datenmengen können mittels Datenexport in ein Data-Warehouse-System realisiert werden.

Entscheidend an diesem Ansatz ist, dass weder Semantikinformationen zu den enthaltenen medizinischen Daten noch Prozessinformationen fest codiert

werden, sondern dass sämtliche Konzepte selbst ebenso wie die eigentlichen Nutzdaten als Instanzen der Datenbank abgelegt sind. Diese Struktur bildet die Basis für verschiedenste Anwendungen und erlaubt die Verknüpfung von Informationen und Wissen sowie die evolutionäre Weiterentwicklung des Systems. Wichtig für eine Umsetzung ist die Verfügbarkeit performanter XML-Datenbanken mit weitreichenden Zugriffsstrukturen. XML stellt in diesem Zusammenhang nicht die Lösung des Problems „verteilte Akte“ dar, sie lässt sich jedoch mit geeigneten Konzepten wie der CDA so einsetzen, dass sie eine späte semantische Festlegung und damit die nötige Flexibilität für ein zukunftsfähiges System ermöglicht.

Literatur

1. Bates, D.W., Gawande, A.A.: Improving safety with information technology. *N Engl J Med* **348** (2003) 2526–2534
2. Kohn, L.T.: *To Err Is Human. Building a Safer Health System*. National Academy Press, Washington D.C. (2000)
3. Leape, L.L.: A systems analysis approach to medical error. *J Eval Clin Pract* **3** (1997) 213–222
4. Lenz, R., Beyer, M., Meiler, C., Jablonski, S., Kuhn, K.A.: Informationsintegration in Gesundheitsversorgungsnetzen – Herausforderungen an die Informatik. *Informatik Spektrum* **28** (2005) 105–119
5. Berg, M., Toussaint, P.: The mantra of modeling and the forgotten powers of paper: A sociotechnical view on the development of process-oriented ICT in health care. *Int J Med Inf* **69** (2003) 223–234
6. Colomb, R.M.: Impact of semantic heterogeneity on federating databases. *The Computer Journal* **40** (1997) 235–244
7. Dolin, R.H., Alschuler, L., Beebe, C., Biron, P.V., Boyer, S.L., Essin, D., Kimber, E., Lincoln, T., Mattison, J.E.: The HL7 Clinical Document Architecture. *J Am Med Inform Assoc* **8** (2001) 552–569
8. Haas, P.: *Medizinische Informationssysteme und elektronische Krankenakten*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (2005)
9. Nadkarni, P.M., Marenco, L., Chen, R., Skoufos, E., Shepherd, G., Miller, P.: Organization of heterogeneous scientific data using the EAV/CR representation. *J Am Med Inform Assoc* **6** (1999) 478–493
10. Lenz, R., Kuhn, K.A.: Aspekte einer prozessorientierten Systemarchitektur für Informationssysteme im Gesundheitswesen. In Dadam, P., Reichert, M., eds.: *Informatik 2004 – Informatik verbindet, Band 2, Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI)*. (2004) 530–536