

Zur Architektur und Evolution von Krankenhausinformationssystemen

R. Lenz, K.A. Kuhn

Institut für Medizinische Informatik
Philipps-Universität Marburg
Bunsenstrasse 3
35037 Marburg

Abstract: Informationssysteme im Gesundheitswesen spielen eine wichtige Rolle bei der Unterstützung des Versorgungsprozesses, beim Qualitätsmanagement und auch bei der Reduktion von Fehlern in der Medizin. Eine wesentliche Voraussetzung für ihre Effizienz ist die Integration der operationalen Teilsysteme zur Gewährleistung einer bedarfsorientierten Informationsbereitstellung. Hierzu ist eine Unternehmens-Infrastruktur erforderlich, die eine kontinuierliche Weiterentwicklung und die Reaktionsfähigkeit auf sich ständig ändernde Rahmenbedingungen ermöglicht. Im vorliegenden Papier wird die Architektur des Krankenhaus-Informationssystems und die Strategie zur Systemevolution am Universitätsklinikum Marburg vor dem Hintergrund der verfügbaren Standards und Werkzeuge erläutert.

1. Einleitung

Die Bedeutung von Informationssystemen im Gesundheitswesen hat sich in jüngerer Zeit erheblich erhöht, wobei Gesichtspunkte wie die Unterstützung des Versorgungsprozesses, die gesetzlichen Dokumentationsforderungen und das Qualitätsmanagement eine wesentliche Rolle spielen. Das hohe Potential der IT zur Reduktion von Fehlern in der Medizin wird zunehmend besser erforscht und verstanden (z.B. [Le97], [BT99], [WH99], etc.). In Deutschland hat in diesem Zusammenhang der Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen 2003 auf die hohe Bedeutung von Mängeln in der Koordination, der Kommunikation und der Dokumentation hingewiesen.[Sa03] Eine offensichtliche Konsequenz aus dieser Situation ist die Forderung nach integrierten Informationssystemen im Krankenhaus (Krankenhausinformationssysteme, KIS) und darüber hinaus im Versorgungsnetz. Ziel der Integration ist die Erhöhung der Verfügbarkeit von Information, die Vermeidung von Mehrfacherfassungen, die Minimierung von Inkonsistenzen durch Reduzierung unkontrollierter Redundanz sowie die Herstellung einheitlicher Konzepte zur Benutzerinteraktion (Single System Image). Hinzu kommt die Forderung nach einer Bereitstellung von Wissen im Behandlungsprozess, etwa in Form von Leitlinien oder von Klinischen Pfaden. Die Rahmenbedingungen für eine solche Prozessunterstützung ändern sich häufig: Durch die Einführung der DRGs (Diagnosis Related Groups) wird z.B. vom Gesetzgeber ein neues pauschalisierendes Abrechnungssystem vorgegeben, das sich gravierend auf die Optimierung prozessrelevanter Zielgrößen (z.B. Liegezeiten) auswirkt. Darüber hinaus ändern sich auch bei der konkreten Einführung von Anwendungssystemen die Anwendungsanforderungen fort-

während.[BT03] Hieraus resultieren Forderungen nach flexibler Erweiterbarkeit und Adaptierbarkeit eines Systems, die Konsequenzen für die Struktur und den Aufbau (Architektur) eines Systems haben. Die Architektur eines Krankenhausinformationssystems sollte daher auf einer reaktionsfähigen Infrastruktur beruhen (vgl. auch [SF02]) und so die Grundlage bilden für eine kontinuierliche und bedarfsorientierte Systemevolution.

2. Integration heterogener Systeme im Krankenhaus: „State of the Art“

Die IT-Infrastruktur in den meisten Krankenhäusern ist heute durch eine limitierte Zahl (ca. 3-10, seltener bis zu ca. 30) gekoppelter, heterogener Systeme gekennzeichnet. Traditionelle Kernsysteme sind das Patientendatenmanagement zur Verwaltung von Aufnahmen, Entlassungen und Verlegungen sowie kaufmännische Systeme für Finanzbuchhaltung, Materialwirtschaft und Controlling. Ebenfalls weit verbreitet und fest etabliert sind Abteilungssysteme wie das Laborinformationssystem (LIS) und das Radiologie-Informationssystem (RIS). Darüber hinaus dringt die IT inzwischen weit in klinische Bereiche vor. Zur Unterstützung der Auftrags- und Befundkommunikation für Stationen und Ambulanzen sind Systeme wie LIS und RIS mit sogenannten Klinischen Arbeitsplatzsystemen (KAS) zu integrieren. Zunehmend werden auch Bild- und Signalgebende Modalitäten (z.B. MRT, Herzkatheter, Ultraschall, etc.) in die durchgängige Informationsverarbeitung eingebunden. Werden hierbei digitale Daten erzeugt, so sind in diesem Zusammenhang dann auch PACS Systeme (Picture Archiving and Communication Systems) mit zu berücksichtigen. Für die Integration dieser Komponenten ergeben sich Anforderungen auf verschiedenen Ebenen:

Datenintegration: Das Kernproblem bei der Datenintegration besteht in der semantischen Heterogenität der zu integrierenden Teilsysteme, die auf die Entwurfsautonomie verschiedener Hersteller zurückzuführen ist.[LK01] Zur Reduzierung der semantischen Heterogenität hat sich im Krankenhausumfeld vor allem der nachrichtenbasierte Standard HL7 [SF98] etabliert („Health Level 7“ gemäß der Einordnung in die Anwendungsschicht im ISO-OSI Referenzmodell). HL7 basiert auf einem umfassenden Katalog von Nachrichten-auslösenden „Events“ und zugehörigen Nachrichtenformaten. Im Zuge der Standardisierung dieser Nachrichten wird vor allem die Semantik der auszutauschenden Daten festgelegt. Die Codierungsregeln spielen eine untergeordnete Rolle – So stellt auch der Übergang zu XML zur Codierung von HL7 Nachrichten kein grundlegendes Problem dar. HL7 ist aber kein Plug-and-Play-Standard: Kaum ein Hersteller hat den kompletten Standard implementiert, sondern bietet üblicherweise nur häufig vorkommende Events und Nachrichtentypen an. Eine Anwendungsintegration auf der Basis von HL7 erfordert auch immer die Definition einer Integrationsstrategie, wobei der Standard eine gewisse Bandbreite erlaubt, indem beispielsweise benutzerdefinierte Felder und Segmente und unterschiedliche Propagierungsstrategien ermöglicht werden (z.B. Push-Strategie oder Pull-Strategie mit datenschutzrechtlichen Konsequenzen).

Neben der semantischen Heterogenität spielt bei der Datenintegration auch die Synchronisation redundanter Datenbestände in autonomen Teilsystemen eine wesentliche Rolle. Eine HL7 basierte Integration beruht typischerweise auf einem asynchronen Nachrichtenaustausch, wobei zunächst die Konvergenz [Le97] redundanter Daten nicht gewähr-

leistet werden kann. Durch eine geeignete Komponentenaufteilung, bei der die Datenredundanz und die Notwendigkeit zur Synchronisation minimiert wird, kann auf das Risiko der Dateninkonsistenz Einfluss genommen werden. Die Gewährleistung der Datenkonsistenz spielt dementsprechend bei der strategischen Planung der Gesamtarchitektur eine wichtige Rolle.

Funktionale Integration: Redundanzen entstehen nicht zuletzt aufgrund einer mangelnden funktionalen Integration der verschiedenen Teilsysteme. Typischerweise gibt es in autonom entwickelten Systemen eine Reihe redundant implementierter Querschnittsfunktionen (z.B. Autorisierung, Patientenidentifikation, etc.). Neben solchen elementaren Funktionen kommen aber auch ganze Anwendungsverfahren (z.B. Patientenaufnahme) redundant vor. Hier bedarf es einer funktionalen Abstimmung der verschiedenen Komponenten im Rahmen einer umfassenden Systemarchitektur, die einerseits die Anwendungsanforderungen abdeckt (z.B. reguläre Patientenaufnahme durch Verwaltungspersonal, Kurzaufnahme außerhalb der normalen Dienststunden direkt in den Fachabteilungen, ambulante Aufnahme dezentral in den Polikliniken, Notaufnahme mit eingeschränkten Möglichkeiten zur Patientenbefragung und Identifikation) und gleichzeitig den Anforderungen zur Erhaltung der Datenkonsistenz Rechnung trägt (insbesondere Vermeidung von Mehrfachaufnahmen und Falschzuordnungen). Im Falle einer funktionalen Überlappung heterogener Systeme sind zur Erhaltung der Datenkonsistenz zentrale Komponenten unerlässlich: So ist die Funktion des zentralen „Master Patient Index“ unerlässlich, um eine systemweit eindeutige Patientenidentifikation zu gewährleisten.

Präsentationsintegration (Desktop-Integration): Zur Präsentationsintegration gehört, daß der klinische Benutzer den Eindruck erhält, mit einer einzigen Anwendung zu arbeiten, auch wenn er tatsächlich mit vielen verschiedenen Applikationen interagiert. Dazu gehört ein „single sign on“ sowie ein Kontextmanagement, das Kontextwechsel in verschiedenen gleichzeitig aktiven Anwendungen synchronisiert. CCOW („Clinical Context Object Working Group“) bezeichnet einen aufkommenden Standard, der für die Kontextsynchronisation einschliesslich „Single sign on“ für heterogene Applikationen sorgen soll. Ein derartiger Standard muss naturgemäss Annahmen über die Rolle zentraler Systemkomponenten machen (zentraler Kontextmanager) und damit Rahmenbedingungen für eine CCOW-konforme Systemarchitektur abstecken. CCOW-konforme Applikationen müssen in der Lage sein, in eine solche Architektur eingebettet zu werden (und damit einen Teil der eigenen Autonomie aufzugeben). Die meisten der heute erhältlichen autonomen Anwendungssysteme weisen eine entsprechende Kompatibilität noch nicht auf und müssen mit entsprechendem Aufwand nachträglich an eine vorgegebene Architektur angepasst werden.

Ablaufintegration: Die Ablaufintegration betrifft die Koordinierung des Informationsflusses zwischen verschiedenen Anwendungssystemen gemäss der Anforderungen, die aus den zu unterstützenden Behandlungs- bzw. Geschäftsprozessen resultieren. Eine Trennung von Ablaufspezifikation und Anwendung ist wünschenswert, um die Flexibilität und Anpassbarkeit zu erhöhen.[DR00] So sind beispielsweise die bei der Arztbrieferstellung zu durchlaufenden Stationen nicht immer gleich (Je nachdem, ob der Arztbrief direkt erstellt, diktiert – auf Band oder digital – oder per Spracherkennung generiert wird oder ob aus abteilungsspezifischen Gründen eine andere Vorgehensweise

gewählt wird, ändert sich der Ablauf). Eine Ablaufintegration im Sinne einer flexiblen Steuerungsmöglichkeit für Geschäftsprozesse wird heute in heterogenen verteilten Umgebungen mit autonomen Abteilungssystemen nur sehr rudimentär unterstützt. Die Forderung nach einer Trennung von Ablauflogik und Anwendungslogik lässt sich kaum realisieren, da die abteilungsinterne Ablauflogik meist im Abteilungssystem fest codiert ist und die abteilungsübergreifende Ablauflogik zunächst einmal die Datenintegration voraussetzt. Workflow-Technologie wird zunehmend eingesetzt, bleibt aber derzeit noch vorwiegend auf den Einsatz im Rahmen homogener integrierter Systeme beschränkt.(z.B. [HS03])

Für den Informationsfluss von und zu Modalitäten hat sich vor allem DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) als Standard für medizinische Bilddaten und zugehörige Kontextdaten etabliert.[BH97] Neben dem Informationsmodell, das den DICOM-Kontextdaten zugrunde liegt, werden im Rahmen des Standards auch Kommunikationsdienste spezifiziert. Dazu gehört die Übermittlung von Arbeitslisten an Modalitäten (DICOM Worklist Management), so dass die zur Bildindizierung erforderlichen Kontextdaten nicht an der Modalität redundant eingegeben werden müssen. Auch DICOM ist kein Plug-and-Play-Standard, weil es – genau wie HL7 – nicht die funktionale Überlappung der zu integrierenden Teilsysteme vermeidet und nicht regelt, welche Funktionalität von welchem System wahrzunehmen ist. Die Initiative IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) versucht auf der Basis von HL7 und DICOM, die Integration verschiedener KIS Komponenten zu verbessern.[We03] Dabei werden vor allem Integrationsprofile und die daran beteiligten Akteure definiert. Durch die Spezifikation von Akteuren (Rollen) im Zusammenhang mit Integrationsprofilen wird genau festgelegt, welche IHE-Transaktionen wann aufgerufen werden müssen. Eine Integration auf der Basis von IHE erfordert dann die Aufteilung der erforderlichen Akteure auf die realen Systeme.

Werkzeuge

Zur Unterstützung der nachrichtenbasierten Integration auf der Basis von HL7 wird üblicherweise ein Kommunikationsserver eingesetzt: eine spezialisierte MOM (Message oriented Middleware), die in erster Linie dazu dient, das Management der Schnittstellenbasierten Systeme zu erleichtern. Dazu gehören graphische Werkzeuge zur Abbildung von verschiedenen Schnittstellen und Kommunikationsprotokollen, zur Spezifikation der Nachrichtenverteilung (Routing) und zur Überwachung (Monitoring). Die Spezifikation von Schnittstellen wird erleichtert durch die Möglichkeit, verschiedene HL7-Versionen aufeinander abzubilden. Zur Laufzeit werden Nachrichten entgegengenommen und in persistenten Warteschlangen zwischengespeichert, die Nachrichten werden identifiziert, ggf. in andere Zielformate überführt und gemäss der spezifizierten Protokolle an die empfangenden Systeme übermittelt. Eine weiter spezialisierte Form einer MOM sind sogenannte PACS-Broker, welche zur DICOM konformen Koordinierung des Informationsflusses zwischen KIS, RIS, PACS und Modalitäten eingesetzt werden. Der PACS-Broker nimmt dabei Kontextdaten aus KIS und RIS entgegen (Patientenidentifikation, Untersuchungsnummer, Untersuchungsgerät, etc.), generiert eine DICOM Worklist, die an die Modalität übergeben wird, und liefert die zurückkommenden Bilddaten zusammen mit den Kontextdaten aus dem KIS an ein DICOM-PACS. Zur Bildverteilung wer-

den häufig Web-Server eingesetzt, die eine rasche Etablierung eines ortsunabhängigen Datenzugriffs in einem Intranet ermöglichen. Repositories (physisch zentral oder virtuell) werden eingesetzt, um in heterogenen Umgebungen die Funktion des Master Patient Index, eines Befund-Containers und eines Terminologie-Servers wahrzunehmen.

Architekturkonzepte

Neben den an einer Bottom-up Integrations-Strategie orientierten und in der Praxis etablierten Standards HL7 und DICOM existieren eine Reihe weiterer Standardisierungsbestrebungen, die im Sinne einer Rahmenarchitektur für Informationssysteme im Gesundheitswesen eher eine Top-Down Vorgehensweise propagieren, um so der semantischen Heterogenität und der funktionalen Überlappung entgegenzuwirken. HISA (Healthcare Information Systems Architecture)[Fe98] und die darauf aufbauenden bzw. nachfolgenden Standards (z.B. [HS98], [GJ02]) stellen ein Beispiel dar, bei dem versucht wird auf einem vordefinierten zentralen Datenbankschema krankenhausspezifische generische Dienste zu spezifizieren. Die Idee, die funktionale Überlappung durch standardisierte domain-spezifische Dienste zu reduzieren liegt auch der CORBAMED-Initiative der OMG zu Grunde (z.B. Patient Identification Service, Lexical Query Service, etc.).[JW98] Bislang haben diese Ansätze in der Praxis noch nicht zu einer Verbesserung der Produktkompatibilität geführt, vereinzelt werden die definierten Konzepte aber bereits genutzt um die Spezifikation einer Komponentenarchitektur für ein verteiltes Krankenhausinformationssystem daran zu orientieren (z.B. [DM03], [Ve00]).

Evolutionsstrategien

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Standards und Werkzeuge, und unter Berücksichtigung der am Markt verfügbaren Hersteller und Produkte, ist eine Unternehmensarchitektur zu definieren und in diesem Zusammenhang auch ein Konzept zur Systemevolution. Die grobe Strategie wird üblicherweise in einem DV-Rahmenkonzept [KB98] festgeschrieben. Aus technischer Sicht soll im Zuge einer Evolutionsstrategie eine Gesamtarchitektur definiert werden, die einerseits eine Infrastruktur definiert, die eine flexible technische und funktionale Weiterentwicklung ermöglicht und andererseits auch eine prozessorientierte Integration in das Gesamtsystem unterstützt. Im Prinzip kann man zwei grobe Richtungen unterscheiden: Best-of-Breed (BoB) Ansätze und ERP Ansätze (ERP = Enterprise Resource Planning). In den letzten Jahren wurde nicht nur im Business Bereich sondern auch im Kontext von Krankenhausinformationssystemen eine Grundsatzdiskussion in dieser Frage geführt (z.B. [LH00], [CN03], [KL03], [DM03]). ERP-Ansätze werden motiviert durch die integrierte Datenhaltung (meist eine zentrale und hochkomplexe Datenbank) und die dadurch ermöglichte Ubiquität des Datenzugriffs aus verschiedenen Anwendungsverfahren. BoB-Ansätze sind dagegen vorwiegend durch die Schwächen der schwerfälligen ERP Produkte motiviert:

- Keine ERP-Suite bietet für alle Anwendungsverfahren ein integriertes Anwendungsmodul, das die jeweils beste Lösung für diesen Anwendungsbereich darstellt.

- Die Einführung von ERP-Systemen ist häufig mit einer sogenannten „Big Bang“-Umstellung mit umfangreichen organisatorischen Änderungen verbunden, die im Zuge der Anpassung auf die der Software unterliegenden Grundannahmen bezüglich der Geschäftsprozesse notwendig werden. Dies ist mit einem hohen Projektrisiko verbunden, was in der Vergangenheit nicht selten zu Projektfehlschlägen geführt hat.[LH00]
- Die Weiterentwicklung des Systems hängt in hohem Maße von einem Hersteller ab, was eine bedarfsorientierte Systemevolution im konkreten Unternehmen erschwert. Änderungen und Anpassungen an der Software sind häufig mit großem Aufwand und langen Entwicklungszyklen verbunden.
- Die Bindung an einen einzigen Hersteller ist mit einem erhöhten Risiko verbunden, weil man sich auch von der wirtschaftlichen Entwicklung und langfristigen Existenz dieses Unternehmens abhängig macht.[CN03]

Der BoB-Ansatz versucht das Risiko zu streuen und die Flexibilität zu erhöhen indem Anwendungskomponenten nach Bedarf von verschiedenen Herstellern gekauft werden und über Schnittstellen in eine Gesamtarchitektur integriert werden. Der Aufwand, der bei der Schnittstellenintegration entsteht, ist aber nicht zu unterschätzen. Unzureichende Integration und mangelnde Kompatibilität von heterogenen Anwendungskomponenten stellen ebenfalls einen bedeutenden Risikofaktor für Projektfehlschläge dar (vgl. [Sa99], [AZ99]). Die für ERP Systeme genannten Nachteile gelten darüber hinaus zumindest teilweise für einzelne BoB-Komponenten auch, da diese für sich genommen auch nur beschränkte Möglichkeiten zur bedarfsorientierten Prozessanpassung bieten. Noch dazu wird die Komponenten-übergreifende Prozessanpassung durch den hohen Integrationsaufwand begrenzt. Unabhängig vom verwendeten Integrationswerkzeug erfordert die semantische Abstimmung heterogener Systeme einen hohen manuellen Aufwand und ein tiefes Verständnis für die Datensemantik in allen zu integrierenden Systemen. Die Erstellung und Wartung von Schnittstellen ist dementsprechend (auch bei Verwendung von HL7 und DICOM) mit einem erheblichen Personalaufwand verbunden. Am Intermountain Health Care, einer Kette um Salt Lake City (mit 22 Krankenhäusern, 2500 Betten, 100.000 stationären Patienten und 3 Mio. ambulanten Behandlungen im Jahr), werden 19 Mitarbeiter ausschließlich für die Wartung von 31 verschiedenen Schnittstellen-Typen beschäftigt.[CN03] Ein homogener Ansatz wird am Universitätsklinikum in Marburg (mit 1200 Betten, 45.000 stationären Patienten und 250.000 ambulanten Behandlungen pro Jahr) praktiziert, wo derzeit für die Wartung von 2 – 5 Schnittstellen eine halbe Stelle vorgesehen ist. Bei dem in Marburg verfolgten Ansatz soll die mangelnde Flexibilität herkömmlicher ERP Lösungen durch den Einsatz eines integrierten Generator-Werkzeugs ausgeglichen werden.

3. Unternehmensarchitektur im Universitätsklinikum Marburg

Am Universitätsklinikum in Marburg wird zur Reduzierung der Zahl der Schnittstellen ein integriertes ERP-System als Kernsystem eingesetzt. Dieses führende System nimmt insbesondere die Funktion des Master Patient Index wahr. Standard Module, wie Patientendatenverwaltung (PDV) und administrative Module (Finanzbuchhaltung, Materialwirtschaft, etc.) sind über eine gemeinsame zentrale Datenbank integriert. Insbesondere

für den medizinischen Bereich, in dem eine hohe Flexibilität und Anpassbarkeit auf spezifische Dokumentations- und Ablaufanforderungen gefordert ist, wird ein RAD-Werkzeug eingesetzt (RAD= „Rapid Application Development“, nachfolgend auch: Generator), das mit dem Kernsystem integriert ist.[LE02] Die Unternehmensarchitektur wird in Abb. 1 schematisch dargestellt.

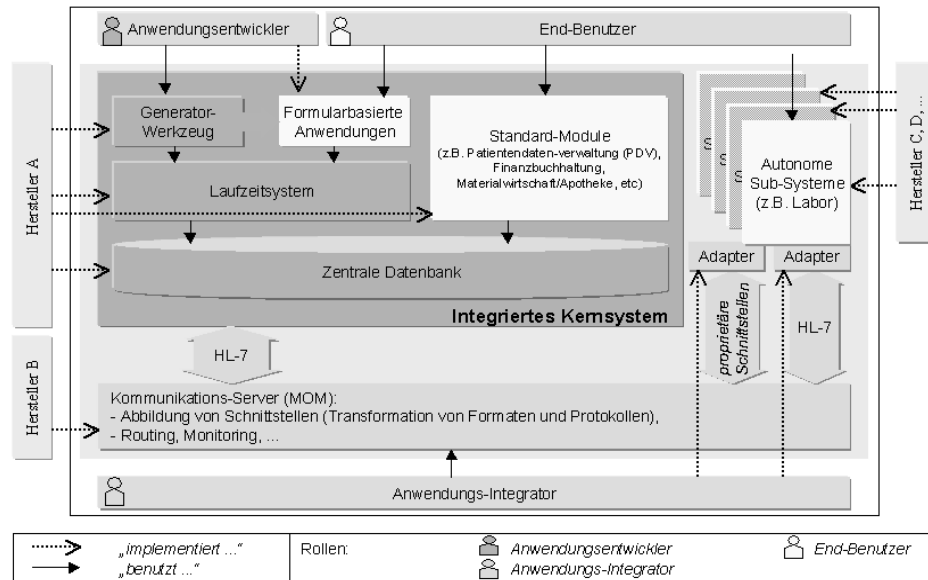


Abb.1 : Architektur des Krankenhausinformationssystems am Uni-Klinikum in Marburg. Im Rahmen der kontinuierlichen Systemevolution werden neue Anwendungsanforderungen bevorzugt unter Verwendung des integrierten Generator-Werkzeugs im Rahmen formularbasierter Anwendungen umgesetzt. Komplementär dazu werden autonome Subsysteme mit Hilfe eines Kommunikations-Servers über Standard-Schnittstellen integriert.

Der Generator unterstützt die rasche Erstellung formularbasierter Anwendungen im Rahmen eines iterativen und partizipativen Entwicklungsprozesses, mit sehr kurzen Entwicklungszyklen.[KL03] Die Integration in das Kernsystem ermöglicht die Spezifikation elektronischer Formulare, in die Daten aus der zentralen Datenbank automatisch eingelesen werden können. Workflows werden realisiert durch zustandsbehaftete elektronische Dokumente, mit deren Hilfe ein Dokumentenfluss über verschiedene Arbeitslisten realisiert werden kann. Auf diese Weise ist beispielsweise die abteilungsübergreifende Auftrags- und Befundkommunikation realisiert worden, ohne die Notwendigkeit einer Schnittstellendefinition.

Der beschriebene holistische Ansatz ersetzt aber nicht die Notwendigkeit zur Integration autonomer Subsysteme: Diese werden über eine HL7-Schnittstelle und einen Message Broker an das Kernsystem gekoppelt. Zur Integration des Laborsystems wurde beispielsweise eine HL7-Schnittstelle etabliert, welche die strukturierte Übertragung von Laborergebnissen ermöglicht. Generatorbasierte Anwendungen ermöglichen dann die

bedarfsorientierte Präsentation der Labordaten in geeigneten Formularen auf der Station, bzw. in den anfordernden Abteilungen. Zur Umsetzung dieser Lösung waren auch Eingriffe in das Laborsystem erforderlich (z.B. Freigabestatus von Laborergebnissen muss mit im System abgelegt werden).

4. Diskussion

Die Grundsatzdiskussion um eine Unternehmensarchitektur für Informationssysteme im Gesundheitswesen ist noch im Gange. Pragmatisch (bottom-up) orientierte Standards gewinnen an Mächtigkeit, so wird dem bislang nur Nachrichtenformate umfassenden Standard HL7 mit der Version 3 ein Reference Information Model (RIM) zugrunde gelegt, das die konsistente Weiterentwicklung des Standards ermöglicht. Umgekehrt orientieren sich die top-down orientierten Komponenten-Architekturansätze auch stark an den etablierten Standards HL7 und DICOM, so dass eine Konsolidierung der Standards zunehmend realistischer wird. Es bleibt abzuwarten wie der Markt sich auf die Möglichkeiten der Komponententechnologie einstellen kann. Mit der Etablierung einer komponentenbasierten, dienstorientierten Middleware im Gesundheitswesen werden dann auch neue Entwicklungswerkzeuge benötigt, die analog zum Generator-Ansatz eine bedarfsorientierte Entwicklung und Anpassung klinischer Anwendungen unter Ausnutzung generischer Dienste ermöglichen.

Das vorgestellte Generatorwerkzeug ermöglicht es, im Rahmen eines integrierten Kernsystems die Reaktionsfähigkeit auf neue Dokumentationsanforderungen zu steigern, während die durch weitere Subsysteme verursachte Heterogenität beschränkt bleiben kann. Die Abhängigkeit von einem einzigen Hersteller bleibt als Nachteil des ERP-Ansatzes zwar bestehen, sie wirkt sich aber nicht mehr so negativ wie bisher auf die bedarfsorientierte Erweiterbarkeit des Systems aus. Der Generator unterstützt einen partizipativen Softwareentwicklungsprozess, der durch kontinuierliches Endbenutzer-Feedback die rasche Umsetzung konkreter Anwendungsanforderungen ermöglicht, was sich begünstigend auf die Benutzerakzeptanz auswirkt. Hinsichtlich der Workflow-Spezifikation weist das eingesetzte Werkzeug noch erhebliche Schwächen auf, wodurch die Wartbarkeit einmal erstellter Anwendungen eingeschränkt wird.[KL03]

Nach der Meinung der Autoren stellt die vorgestellte Systemarchitektur und Evolutionsstrategie einen tragfähigen Kompromiss dar, der mit der heute verfügbaren Produktpalette eine wirtschaftlich vergleichsweise günstige Möglichkeit zur bedarfsorientierten Systemevolution bietet.

5. Literaturverzeichnis

- [AZ99] Al-Mashari M, Zairi M. BPR implementation process: an analysis of key success and failure factors. *Business Process Management Journal* 1999; 5(1):87-112.
- [BH97] Bidgood WD, Horii SC, Prior FW, Van Syckle DE. Understanding and Using DICOM, the Data Interchange Standard for Biomedical Imaging. *Journal of the American Medical Informatics Association* 1997; 4(3):199-212.

- [BT99] Bates DW, Teich JM, Lee J, Seger D, Kuperman GJ, MaLuf N, Boyle D, Leape L. The impact of computerized physician order entry on medication error prevention. *J Am Med Inform Assoc* 1999; 6(4):313-321.
- [BT03] 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* 2003. In Press.
- [CN03] Clayton PD, Narus SP, Huff SM, Pryor TA, Haug PJ, Larkin T, Matney S, Evans RS, Rocha BH, Bowes WA, III, Holston FT, Gundersen ML. Building a comprehensive clinical information system from components. The approach at Intermountain Health Care. *Methods Inf Med* 2003; 42(1):1-7.
- [DM03] Degoulet P, Marin L, Lavril M, Le Bozec C, Delbecke E, Meaux JJ, Rose L. The HEGP Component based Clinical Information System. *Methods Inf Med* 2003; In Press.
- [DR00] Dadam P, Reichert M, Kuhn K. Clinical Workflows- The Killer Application for Process-oriented information Systems? *Proc 4th Int Conf on Business informations Systems* 2000.
- [Fe98] Ferrara FM. The CEN healthcare information systems architecture standard and the DHE middleware. A practical support to the integration and evolution of healthcare systems. *Int J Med Inf* 1998; 48(1-3):173-182.
- [GJ02] Grimson W, Jung B, van Mulligen EM, van Ginneken A, Pardon S, Sottile PA. Extensions to the HISA standard--the SynEx computing environment. *Methods Inf Med* 2002; 41(5):401-410.
- [HS98] Hurlen P, Skifjeld K, Andersen EP. The basic principles of the synapses federated healthcare record server. *Int J Med Inf* 1998; 52(1-3):123-132.
- [HS03] Haux R, Seggewies C, Baldauf-Sobez W, Kullmann P, Reichert H, Luedecke L, Seibold H. Soarian--workflow management applied for health care. *Methods Inf Med* 2003; 42(1):25-36.
- [JW98] Jagannathan V, Wreder K, Glicksman B, alSafadi Y. Objects in Healthcare-focus on standards. *ACM Standards View* 1998;22-26.
- [KB98] Kuhn K, Blaser R, Göckeritz A, Hornung B, Koch H, Lenz R, Opitz E, Overath M, Steinblock W. Informationsverarbeitung im Universitätsklinikum Marburg: Rahmenkonzept für das Krankenhausinformationssystem 1998 - 2002. 1998.
- [KL03] Kuhn KA, Lenz R, Elstner T, Siegele H, Moll R. Experiences with a generator tool for building clinical application modules. *Methods Inf Med* 2003; 42(1):37-44.
- [Le97] Leape LL. A systems analysis approach to medical error. *J Eval Clin Pract* 1997; 3(3):213-222.
- [Le97] Lenz R. Adaptive Datenreplikation in verteilten Systemen. Leipzig: B.G. Teubner, 1997.

- [LE02] Lenz R, Elstner T, Siegele H, Kuhn KA. A practical approach to process support in health information systems. *J Am Med Inform Assoc* 2002; 9(6):571-585.
- [LH00] Light B, Holland C., Kelly S, Wills K. Best of Breed IT Strategy: An Alternative to Enterprise Resource Planning Systems. *Proceedings of the 8th European Conference on Information Systems* 2000; 1:652-659.
- [LK01] Lenz R, Kuhn KA. Intranet meets hospital information systems: the solution to the integration problem? *Methods Inf Med* 2001; 40(2):99-105.
- [Sa99] Sauer C. Deciding the future for IS failures: not the choice you might think. In: Curie W., Galliers R, editors. *Rethinking management information systems*. Oxford: Oxford University Press, 1999: 279-309.
- [Sa03] Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen. *Finanzierung, Nutzerorientierung und Qualität* 2003. <http://www.svr-gesundheit.de/gutacht/sogu03-03deut/lang03.pdf>.
- [SF98] Schadow G, Fohring U, Tolxdorff T. Implementing HL7: from the standard's specification to production application. *Methods Inf Med* 1998; 37(1):119-123.
- [SF02] Smith H, Fingar P. *Business Process Management: The Third Wave*. 1st ed. Meghan-Kiffer Press, 2002.
- [Ve00] van de Velde R. Framework for a clinical information system. *Int J Med Inf* 2000; 57(1):57-72.
- [We03] Wein BB. [IHE (Integrating the Healthcare Enterprise): a new approach for the improvement of digital communication in healthcare]. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahren* 2003; 175(2):183-186.
- [WH99] Wilson RM, Harrison BT, Gibberd RW, Hamilton JD. An analysis of the causes of adverse events from the Quality in Australian Health Care Study. *Med J Aust* 1999; 170(9):411-415.