

Informationssysteme in der Medizin*

Alfred Winter

Eingegangen: 12 März 2007 / Angenommen: 10 Dezember 2007 / Online veröffentlicht: 24 Januar 2008
© Springer-Verlag 2008

Zusammenfassung Die Medizin ist geprägt sowohl durch ihren besonderen unmittelbaren und existenziellen Bezug zu Menschen als auch durch ihre zunehmende ökonomische Bedeutung. Ein Medizinisches Informationssystem ist das umfassende System aller Informationsverarbeitung einer medizinischen Einrichtung oder Region. Während die Architekturprinzipien des rechnerbasierten Teils solcher Informationssysteme wenige Besonderheiten aufweist, bündelt das Management dieser Informationssysteme viele Herausforderungen und Probleme, die wegen der besonderen Bedeutung der Medizin besondere Priorität bei der Lösung haben müssen.

Schlüsselwörter Krankenhausinformationssysteme · Gesundheitsinformationssysteme · Informationsmanagement · Systemintegration · 3LGM² · Medizin

Abstract Medicine deals with live-and-death issues and errors can lead to serious harm to real people. Additionally medicine as an industry becomes increasingly significant. Medical information systems are the comprehensive systems of information processing in a care giving institution or region. Although the principles of medical information

systems' architectures do not differ significantly from information systems in other industries, there are considerable challenges with respect to the management of information systems in medicine.

Keywords Hospital Information Systems · Health Information Systems · Information Management · Systems Integration · 3LGM² · Medicine

CR subject classification C.2.4 · J.3 · J.1 · K.4.3 · K.6

1 Einleitung

Medizin und Gesundheitswesen erweisen sich immer deutlicher als Gestaltungsfaktoren für unsere Gesellschaft. Dies ist nicht zuletzt erkennbar an der Dominanz der aktuellen Diskussionen zur (erneuten) Reform des Gesundheitswesens im Verhältnis zu anderen gesellschaftlichen und politischen Themen. Darüber hinaus ist unbestritten, dass Medizin und Gesundheitswesen weltweit zu einem treibenden Wirtschaftsfaktor und für Deutschland zu einem vorrangigen weltwirtschaftlichen Wettbewerbsfaktor werden [39]. Es gibt Prognosen, dass bis zum Jahre 2012 12% des Brutto-Inlandsprodukts für Gesundheit aufgewendet werden wird [16]. Diese Entwicklung ist nicht zuletzt auf die demographischen Veränderungen („Alterung der Gesellschaft“) [36] und auf den medizinischen Fortschritt z.B. bei der Aufklärung neuer genetischer oder Infektions-Erkrankungen, aber auch auf die Entwicklungen im medizintechnischen Bereich zurückzuführen [22, 37].

Informations- und Kommunikationstechnik ist eine der Schlüsseltechnologien für die Medizin und das Gesundheitswesen [25] und die mit dieser Technologie konstruierten Informationssysteme prägen die Medizin bis hin zum

* Ausarbeitung eines Vortrages auf dem Workshop „Qualität in der Medizin durch Software Engineering“ der Software-Engineering ProfessorInnen im deutschsprachigen Raum, 25.–27. September 2006, Bad Windsheim (SEMed2006)

A. Winter (✉)
Institut für Medizinische Informatik, Statistik
und Epidemiologie, Universität Leipzig,
Härtelstr. 16–18,
04107 Leipzig, Deutschland
e-mail: alfred.winter@imise.uni-leipzig.de

ganz persönlichen und intimen Verhältnis zwischen Patient und Arzt [9].

Sicherlich ist die Beschreibung, Analyse, Konstruktion und der Betrieb von Informationssystemen keine Besonderheit der Medizin beziehungsweise der Medizinischen Informatik. Vielmehr gilt die erwähnte Prägung in ähnlicher Weise auch für andere Branchen und die vielfältige Beschäftigung mit diesem Thema belegen unzählige Publikationen, die hier nicht aufgelistet werden müssen.

Allerdings zeigt die Branche Medizin und Gesundheitswesen neben Vergleichbarem auch Besonderheiten gegenüber anderen Branchen [34]:

- Andauernde, unmittelbare Auseinandersetzung mit und Verantwortung für Leben und Tod (medicine “deals continuously with live-and-death issues. Errors of either omission or commission can lead to serious harm to real people” [34]);
- Komplexe Personalstrukturen und hohe ärztliche Eigenverantwortlichkeit auch in hierarchischen Rollensystemen;
- Verschiedene Eigentumsverhältnisse und damit verbundene Unternehmensziele;
- Vielfältige Interessengruppen mit widersprüchlichen Interessen;
- Abnehmendes Image statt „Halbgötter in Weiß“;
- Explosionsartige Vermehrung des medizinischen Wissens und der einsetzbaren Methoden und Technologien;
- Kostenexplosion;
- Oligopolistische Märkte;
- Völlig einzigartige Vergütungsmethoden;
- Strenge Traditionen und ethische Maßstäbe;
- Hochkomplexe Anforderungen an Datenschutz und Zugriffmanagement und
- Staatliche Aufsicht, Regulation und Akkreditierung.

Hinzu kommt die oben erwähnte enorme volks- und weltwirtschaftliche Bedeutung der Medizin. Die wiederum herausragende Bedeutung informationsverarbeitender Systeme, d.h. von Informationssystemen innerhalb der Medizin zeigte bereits 1966 eine Studie, die darstellte, dass ca. 25% der Krankenhauskosten auf die (damals sicherlich meist konventionelle oder papierbasierte) Verarbeitung von Informationen entfallen [27]. Für 1999 bzw. 2000 wurde geschätzt, dass zwischen 2,8% [12] und 4,6% [18] der jährlichen Krankenhauskosten auf nunmehr rechnerbasierte Informationsverarbeitung, d.h. Hard- und Software entfallen. Nimmt man nun das oben erwähnte besondere Betroffensein von Menschen als Patienten hinzu, rechtfertigt dies insgesamt sicherlich die Beschäftigung mit medizinischen Informationssystemen und es drängt sich die Frage auf, ob es Besonderheiten von oder besondere Anforderungen an Informationssysteme in der Medizin gibt.

Dieser Beitrag möchte eine Antwort auf diese Frage dadurch versuchen, dass Informationssysteme in der Medizin vorrangig aus der Sicht des Managements von Informationssystemen und weniger aus der Sicht des Software-Engineering betrachtet werden. Anschließend sollen die sich aus der medizinischen Entwicklung ergebenden Entwicklungen der Informationssysteme in der nächsten Zukunft analysiert werden. Vorangestellt wird eine Klärung der dabei benutzten Begriffe.

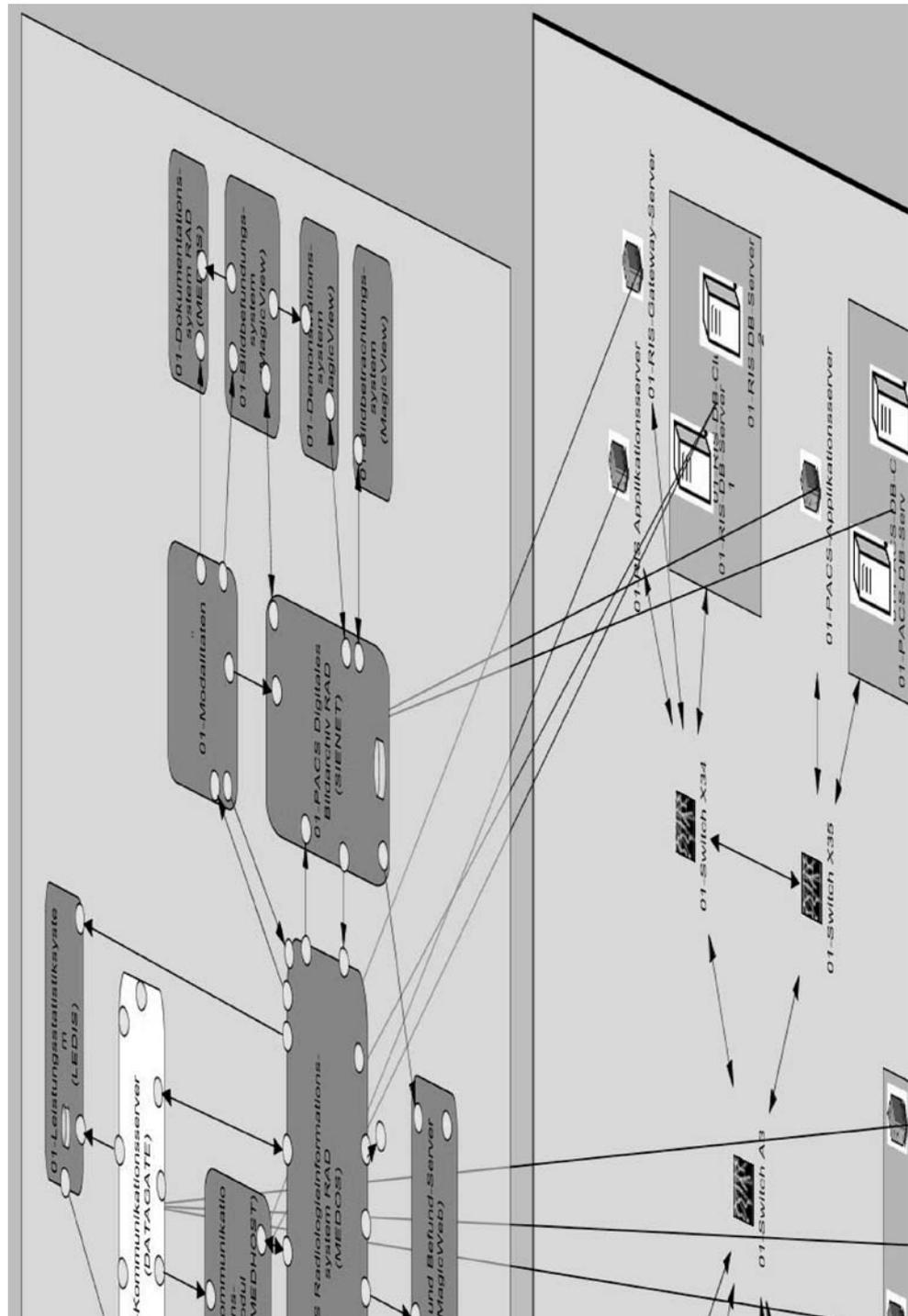
2 Begriffe

Informationsverarbeitung besonders im Krankenhaus ist auch 41 Jahre nach der oben zitierten Studie von 1966 in weiten Teilen von der Verwendung papierbasierter Werkzeuge geprägt. Wenn das System dieser Informationsverarbeitung Gegenstand der Betrachtung sein soll, ist es zweckmäßig, dieses Informationssystem unter Einbeziehung der papierbasierten Informationsverarbeitung als das sozio-technische Teilsystem einer Organisation (z.B. des Krankenhauses) zu definieren, welches alle informationsverarbeitenden Prozesse und die an ihnen beteiligten menschlichen und maschinellen Handlungsträger in ihrer informationsverarbeitenden Rolle umfasst [11, 52]. Typische Informationssysteme im Gesundheitswesen sind Arztpraxis-Informationssysteme, Krankenhaus-Informationssysteme und regionale Gesundheits-Informationssysteme.

Neben den nicht-rechnerbasierten Komponenten wie z.B. den papierbasierten Archiven sind die rechnerbasierten Anwendungssysteme Bausteine solcher Informationssysteme. Ein solches Anwendungssystem wird realisiert durch die Installation, Adaptation (Customizing) und Inbetriebnahme von Anwendungssoftware auf Rechnersystemen [50]. Die Komplexität alleine schon des rechnerbasierten Teils eines Krankenhaus-Informationssystems wird bereits in Abb. 1 deutlich. Sie zeigt die rechnerbasierten Anwendungssysteme des Krankenhaus-Informationssystems des Universitätsklinikums Leipzig und die zwischen ihnen existierenden Kommunikationsverbindungen. Es handelt sich um einen Ausschnitt eines Modells der Informationssysteme, das mit dem 3LGM²-Baukasten, einer Modellierungssoftware zur Darstellung und Analyse von Informationssystemen [48], erstellt wurde.

Zusätzlich gehören zu einem Informationssystem auch die physischen Bausteine, das sind im rechnerbasierten Teil die Rechnersysteme, auf denen die Anwendungssysteme installiert sind. Gerade im Krankenhaus werden zunehmend mobile Werkzeuge (z.B. PDA, Tablet-PC) eingesetzt, die über WLAN und Terminal-Server-Architekturen mit den Servern verbunden sind [10]. Abbildung 2 zeigt in einem weiteren Ausschnitt aus dem Modell des Krankenhaus-Informationssystems des Universitätsklinikums Leipzig ein

Abb. 2 Ausschnitt des rechnerbasierten Teils des Informationssystems des Universitätsklinikums Leipzig mit Anwendungs- und Rechnersystemen in einem 3LGM²-Modell



Krankenhäuser (selbst große Universitätsklinik) und erst recht andere Einrichtungen des Gesundheitswesens erstellen in aller Regel ihre Software nicht selbst, sondern suchen marktgängige Anwendungssoftware einzusetzen (vgl. [8, 28, 31, 51]). So ergibt sich eine Unterscheidung der Sichtweisen, wie sie in Abb. 3 aus [5] anschaulich illustriert wird. Dabei sind die Katze als Untersuchungsobjekt mit

den zuvor definierten Anwendungssystemen, die Tierärztin mit dem Software-Engineering und die ältere Dame mit dem Informationsmanagement zu vergleichen. Allerdings ist es die Aufgabe des Informationsmanagements, eine große ‚Herde‘ solcher unterschiedlicher ‚Katzen‘ zu managen (vgl. Abb. 1) und darf dabei sicherlich nicht zahnlos auftreten.

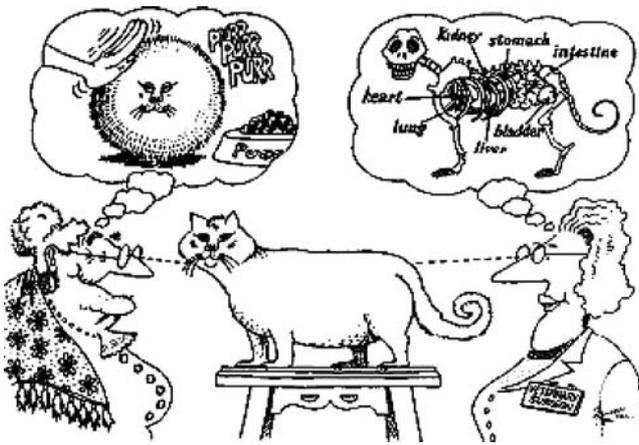


Abb. 3 Unterschiedliche Sichtweisen bei der objektorientierten Programmierung [5]

Wenn innerhalb des Informationssystems die einzelnen Anwendungssysteme jeweils als Ganzes als Untersuchungsobjekt im Vordergrund stehen und weniger ihre jeweilige innere Struktur, ergeben sich Aufgaben des Informationsmanagements, die mit den folgenden Fragen exemplarisch verdeutlicht werden sollen:

Woher kommt die Anwendungssoftware für eine bestimmte Aufgabe? In den Anfängen rechnerbasierter Krankenhaus-Informationssysteme wurde die dafür erforderliche Software an den noch wenigen Einsatzorten, zumeist Universitätsklinik, selbst erstellt (z.B. [41–43]). Mit zunehmender Markt-Verfügbarkeit brauchbarer Produkte hat es sich aber durchgesetzt, weitgehend Standard-Softwareprodukte einzusetzen und eher komponentenbasierte Architekturen anzustreben [8, 30, 51].

Dies führt dazu, dass Projekte für die Einführung neuer Komponenten in ein Informationssystem neben der Systemanalyse ganz wesentlich im Rahmen der Systemauswahl durch Marktanalyse und Produktvergleiche und im Rahmen der Systemeinführung durch Integrationsaufgaben geprägt sind [2, 40]. Trotz der oben geschilderten ökonomischen Bedeutung der Branche ist der Nachfragemarkt für Software für Krankenhaus-Informationssysteme bei rund 2100 Krankenhäusern in Deutschland [45] relativ klein. Entsprechend klein ist der Anbietermarkt. Bei den rund 113.000 deutschen Arztpraxen [46] ist der Nachfragemarkt und in Folge auch der Anbietermarkt für Soft- und Hardware für Praxisinformationssysteme größer.

Bei der Auswahl von Software konkurrieren das Bestreben eine hohe Homogenität, d.h. möglichst wenig unterschiedliche Produkte unterschiedlicher Hersteller, im eigenen Informationssystem zu haben mit dem Wunsch nach optimaler Aufgabenunterstützung durch hochspezialisierte Produkte und dem dadurch sich ergebenden „best of breed“ Ansatz [28].

Wie wird eine Anwendungssoftware zu einem Anwendungssystem installiert? Am Markt erworbene Softwareprodukte gelten in der Regel als Standardprodukte, die mit einem geringen Anpassungsaufwand installiert werden können. Jedoch sind die Aufwendungen für das entsprechende Customizing in der Regel sehr hoch; die entsprechenden Kosten bilden neben den Kosten für Hard- und Software den dritten wesentlichen Kostenblock entsprechender Projekte [2, 26]. Dennoch ist es oft nicht möglich, alle Anforderungen des Anwenders durch reine Parametrierung zu erfüllen, sodass in aller Regel zusätzliche Programmierung erforderlich wird. Die Sicherstellung des korrekten Betriebs solcher individueller Zusätze auch nach einem Release-Wechsel des Standardprodukts bedeutet eine große Herausforderung. Hierzu bieten nur wenige Hersteller von Standardsoftware ausreichend leistungsfähige Werkzeuge zu ihren Produkten an [29]. Auch die bereits 1986 auf die Einführung von 4GL-Sprachen gelegte Hoffnungen auf Abbau des durch den hohen Aufwand bei der Realisierung individueller Softwarelösungen sich ergebenden „Anwendungsstaus“ [38] haben sich nicht erfüllt.

Wie werden Anwendungssysteme in das Informationssystem integriert? Selbst wenn die Krankenhäuser nach dem Prinzip „sowenig Anwendungssysteme wie möglich und soviel wie nötig“ [49] handeln und den „best of breed“-Ansatz eher im Ausnahmefall verfolgen, ist Heterogenität unvermeidlich und die Integration der Anwendungssysteme erforderlich. Hierbei stehen die Daten- und die Funktionsintegration im Vordergrund. Datenintegration beschreibt einen Zustand des Informationssystems, in dem Daten, die in unterschiedlichen Anwendungssystemen benötigt werden, nur in einem einzigen Anwendungssystem eingegeben werden müssen. Funktionsintegration beschreibt den Zustand, dass jede Funktion eines Anwendungssystems, die ein Mitarbeiter nutzen muss, an der Stelle und in dem Kontext, in dem er sich aktuell bei der Nutzung des Informationssystems befindet, auch tatsächlich genutzt werden kann.

Hierbei gilt der Anspruch, dass die zu integrierenden Anwendungssysteme nach dem „plug & play“-Prinzip zusammenbaubar sein sollten. Tatsächlich existieren schon lange dedizierte Middlewarekonzepte, wie Kommunikationsserver [4, 20, 32] und Standards für die damit auszutauschenden Nachrichten, wie z.B. HL7 [1, 21] und DICOM [3]. Mit diesen Mitteln ist eine Datenintegration auf der Basis asynchroner Kommunikation mit vergleichsweise geringem Aufwand möglich. Dies gilt vor allem deshalb, weil im Krankenhaus die verteilt genutzten Datenobjekte je nach Typ (z.B. Laborbefunde) nur in jeweils einem Anwendungssystem (z.B. dem Labor-Informationssystem) erzeugt oder geändert werden, in allen anderen Anwendungssystemen (z.B. Klinisches Dokumentations- und Management-system) aber nur gelesen werden. Daher sind verteilte

Änderungs-Transaktionen und entsprechende Transaktionsprotokolle (z.B. 2-phase-commit) über die verschiedenen Datenbanken der Anwendungssysteme hinweg nicht erforderlich.

Bei darüber hinausgehenden Anforderungen an Funktionsintegration mit synchronen Mechanismen werden weitere Techniken der Systemintegration [15] notwendig [40], die zu deutlich höheren Aufwänden führen.

Daten- und Funktionsintegration müssen sowohl die Datenintegrität, d.h. der Korrektheit der gespeicherten Daten, als auch die inhaltliche bzw. semantische Integrität sicherstellen. Semantische Integrität bedeutet dabei, dass dieselben Daten bei ihrer Verwendung in unterschiedlichen Anwendungssystemen identisch interpretiert werden [17]. Dies erfordert einheitlich genutzte Begriffssysteme [33], z.B. für die Klassierung von Diagnosen und medizinischen Prozeduren aber auch für die Bezeichnung von Laboruntersuchungen [44]. Diese Begriffssysteme müssen entweder durch die Verteilung entsprechender Kataloge oder durch ein dediziertes „Medical Data Dictionary“ [24] bereitgestellt werden.

Die eingangs erwähnten komplexen Personalstrukturen und die hohe ärztliche Eigenverantwortlichkeit in Verbindung mit einer hohen Arbeitsteilung stellen eine weitere Herausforderung an die Integration von Anwendungssystemen dar. So ist die technische Integration eines Labor-Informationssystems mit einem Anwendungssystem zum klinischen Management auf der Station auf der Basis der vorhandenen Middleware und Kommunikationsstandards technisch problemlos, kann aber leicht daran scheitern, dass sich Stations- und Laborärzte nicht auf das Darstellungsformat für die übermittelten Laborbefunde einigen. Das naheliegende Anbieten von Sichten je nach Wunsch ist gerade in diesem Fall nicht möglich, da der Laborarzt nicht nur für die von ihm gemessenen Parameter der Blutprobe sondern auch für die Darstellung der Ergebnisse verantwortlich ist. Nur so kann er sicherstellen, dass die Messergebnisse auch richtig interpretiert werden.

Wie werden Nutzer befähigt, ein Anwendungssystem effizient zu nutzen? Während an einem typischen Büro-Arbeitsplatz ein Mitarbeiter über einen großen Teil des Arbeitstages konstant mit den für seine Arbeitsaufgaben erforderlichen Anwendungssystemen arbeitet, herrscht z.B. auf einer Station eines Krankenhauses eine hohe Fluktuation. Sie drückt sich zum einen durch eine zwar häufige aber immer wieder unterbrochene Nutzung der Anwendungssysteme und durch den permanenten Wechsel der ärztlichen und pflegerischen Benutzer an bestimmten Rechnern aus. Hinzu kommen Wechsel, die durch Schichtdienste und solche, die durch die ausbildungsbedingte Rotation durch unterschiedliche Fachabteilungen bedingt sind.

Vor diesem Hintergrund reichen Schulungen bei der Einführung von Software nicht aus, sondern müssen re-

gelmäßig wiederholt werden. Gerade diese Wiederholungsschulungen sind im Schichtbetrieb und bei der schon mehrfach erwähnten Konfrontation der Mitarbeiter mit lebensbedrohenden Situationen von Patienten oft kaum planbar. Umso mehr ist im Krankenhaus ein proaktives, individuelles Schulungskonzept erforderlich, das eher zur individuellen Beratung als zum Angebot standardisierter Kurse zu festen Zeiten tendiert.

Wie wird der Betrieb der Anwendungssysteme organisiert?

Für den Betrieb des gesamten Informationssystems mit seinen zahlreichen Anwendungssystemen ist ein gut strukturiertes, systematisches IT-Service-Management erforderlich [35, 52]. Als Vorbild hierfür beginnt sich die Best-Practice-Sammlung ITIL [23, 47] auch im Gesundheitswesen durchzusetzen. ITIL strukturiert die verschiedenen Bereiche des IT-Service-Managements und beschreibt die Prozesse und Rollen, die zur Erledigung der Aufgaben in diesen Bereichen in einer Einrichtung für das Informationsmanagement durchgeführt bzw. eingerichtet werden sollten. Aus Sicht der Nutzer ist der in ITIL beschriebene Service Desk von zentraler Bedeutung. Um die Vielzahl der von der Geschäftsführung über die Leitungsebenen bis zu den Mitarbeitern geäußerten Änderungs- und Entwicklungswünsche und -forderungen mit den begrenzten Ressourcen in Einklang bringen zu können, sind in ITIL das „Change Management“ und als dessen Basis das „Configuration Management“ als Basisprozesse beschrieben, mit denen auf die Meldungen des Service Desks reagiert werden kann.

Der störungsfreie Betrieb der Anwendungssysteme kann auch durch die zahlreichen und regelmäßigen rechtlichen Änderungen bei den Abrechnungsverfahren gefährdet werden. Solche Änderungen implizieren regelmäßige Softwareupdates, die leider nicht immer fehlerfrei sind und daher vor ihrer Produktivsetzung sorgfältig in eskalierenden Testumgebungen getestet werden müssen, die sich stufenweise der realen Produktivumgebung annähern.

Störungsfreier Betrieb muss schließlich durch wohlkalkulierte Redundanz bei den Server- und Speichersystemen bis hin zur räumlichen Redundanz des Rechenzentrums abgesichert werden.

In einem Krankenhaus der Maximalversorgung stehen ca. 20–30 Personen für diese Aufgaben des Informationsmanagements zur Verfügung. Ein solches Krankenhaus ist meist durch folgende Charakteristika gekennzeichnet: alle medizinischen Fachdisziplinen und die entsprechende Versorgung werden angeboten; ca. 25–30 Fachabteilungen, ca. 1300 Betten, ca. 40.000 jährliche stationäre und 250.000 jährliche ambulante Behandlungsfälle; ca. 3000 Mitarbeiter; ca. 1/4 Mrd. € Jahresumsatz.

Wie wird der Zugriff auf die Daten eines Anwendungssystems geregelt? Basis der Zugriffsregelung ist ein rol-

lenbasiertes Zugriffskonzept. Darin wird für die Rollen, die Mitarbeiter einer Einrichtung einnehmen können (z.B. Chefarztin, Stationsarzt, Pflegedienstleiter, Stationschwester, Pförtner, . . .), geregelt, auf welche Daten zugeordnete Mitarbeiter lesenden bzw. schreibenden Zugriff haben sollen. Jedem Mitarbeiter werden dann (möglicherweise auch temporär) eine oder mehrere Rollen zugeordnet.

Problematisch stellt sich allerdings in großen Krankenhäusern wie z.B. Universitätsklinik die Berücksichtigung der Fachabteilungen (z.B. Chirurgie, Innere Medizin, Orthopädie, . . .) dar. Diese Fachabteilungen sind in einem Klinikum jeweils als eine Klinik organisiert, die aus Sicht des Datenschutzes als eigene datenverarbeitende Einrichtungen aufgefasst werden kann. Das Datenschutzrecht stellt aber an die Übermittlung zwischen solchen Einrichtungen hohe Anforderungen. Diese Sicht würde folglich implizieren, dass Daten eines Patienten z.B. aus der Orthopädie in der Regel in der Kinderchirurgie nicht sichtbar gemacht dürften. Aus Sicht eines Patienten ist dies einerseits unter Umständen nachvollziehbar, da es ihm möglicherweise nicht bewusst ist, dass die Orthopädische Klinik Teil desselben Krankenhauses ist wie die Kinderchirurgische Klinik, und er möglicherweise beide Kliniken desselben Klinikums als unterschiedliche Einrichtungen im Sinne des Datenschutzrechtes wahrnimmt. Andererseits ist es sicherlich im Interesse des Patienten, dass die Daten aus beiden Kliniken von einem modernen Informationssystem zusammengeführt werden um eine ganzheitliche Sicht des behandelnden Personals auf ihn zu gewährleisten. Verfügbare Softwaresysteme haben noch erhebliche Defizite bei der Lösung dieses Zielkonflikts. Für die Informationsmanager bleibt häufig der ethische Konflikt, sich zwischen der Verwirklichung des Ziels des gesundheitlichen Wohls und der Verwirklichung des Ziels der informationellen Selbstbestimmung des Patienten entscheiden zu müssen [9].

Wie wird die Authentizität von Dokumenten gewährleistet? Solange medizinische Dokumente im Krankenhaus auf Papier gespeichert sind, wird die Identität des jeweiligen Autors, z.B. des Arztes, der ein Medikament verordnet hat, durch seine eigenhändige Unterschrift bekräftigt. Die Unverändertheit des Dokumentes und die Korrektheit der Unterschrift kann notfalls mit kriminaltechnischen Mitteln überprüft werden. Im Zivilrecht werden solche Dokumente als Urkunde bezeichnet, die im Zivilprozess einen herausragenden Beweiswert haben. Liegen die Dokumente dagegen digital bzw. elektronisch in rechnerbasierten Anwendungssystemen vor, sind elektronische Signaturen erforderlich, wenn auf die Papierversion des Dokumentes verzichtet werden soll.

Da Patientenunterlagen jedoch teilweise bis zu 30 Jahre lang beweiskräftig aufzubewahren sind, können die elektronisch signierten Dokumente ihre Beweiskraft mit der Zeit

verlieren. Zu den Ursachen dafür gehören laut [14] u.a., dass qualifizierte Signaturzertifikate nur zeitlich begrenzt verfügbar und prüfbar sind und durch die Transformation signierter Dokumente in andere Datenformate oder auf andere Datenträger der Beweiswert der ursprünglichen Signatur gemindert wird. Zur Lösung dieser Probleme sind besondere Vorgehensweisen einzuhalten [7].

4 Entwicklungen

Medizin und Gesundheitswesen werden in den kommenden fünf bis zehn Jahren durch Entwicklungen geprägt sein, die erhebliche Auswirkungen auf Medizinische Informationssysteme haben werden. Im Folgenden sollen exemplarisch einige dieser Entwicklungen herausgehoben werden:

Patientenzentrierte und intersektorale Versorgung werden die Rollen von Patienten und Versorgungseinrichtungen verändern. Die Anfänge der integrierten Versorgung und die Einführung der elektronischen Gesundheitskarte beginnen die Grenzen zwischen den Sektoren der ambulanten und stationären Versorgung aufzubrechen. Ziel sind dabei nahtlose Versorgungsprozesse („continuity of care“ [13]) nicht nur innerhalb der Versorgungseinrichtungen sondern auch einrichtungsübergreifend. Damit steht sowohl bei der Steuerung des Versorgungsprozesses als auch bei seiner Dokumentation nicht mehr die jeweilige Institution sondern der Patient im Zentrum. Dies erfordert Informationssysteme, die nicht nur für Institutionen sondern für den Patienten gestaltet werden [37]. So muss der Patient z.B. befähigt werden („patient empowerment“), selber Daten zu seiner Gesundheitsakte beizutragen oder sich an der zeitlichen Planung weiterer Behandlungsschritte in verschiedenen Einrichtungen zu beteiligen. Die verwendeten Systeme müssen eng mit den für Freizeit und Unterhaltung verwendeten Systemen integriert sein. Nicht zuletzt muss der Patient mit dem medizinischen Wissen versorgt werden, dass er für eine verantwortliche Beteiligung an seinem Behandlungsprozess benötigt. Die Qualität dieses Wissens muss, gerade dann wenn es aus verschiedenen Quellen des Internet bereitgestellt wird, überprüft und gesichert werden [6].

Technisch setzt dies vor allem eine viel weitergehende Integration der Informationssysteme als bisher und ihre Öffnung für die Patienten voraus. Die Öffnung der Informationssysteme für die Patienten und damit für alle Bürger bedeutet eine zusätzliche Herausforderung für die Wahrung des Patientengeheimnisses und des informationellen Selbstbestimmungsrechtes.

Qualitätssicherung in Medizin und Gesundheitswesen erfordern die Bereitstellung operationalisierbaren, aktuellen medizinischen Wissens. Nicht nur die medizinische Ethik

sondern auch zunehmender ökonomischer Druck und der Wettbewerb am nationalen und internationalen Gesundheitsmarkt erfordern die Sicherung höchster Versorgungsqualität bei möglichst geringen Kosten. Hierfür stehen evidenzbasierte Leitlinien zunehmender inhaltlicher Qualität zur Verfügung, deren Empfehlungen für den Ablauf der Therapie am Arbeitsplatz des Arztes und der Pflegekräfte bereitgestellt werden müssen, z.B. indem sie durch lokale Adaptierungen in klinische Behandlungspfade übersetzt werden. Medizinische Informationssysteme müssen das medizinische Personal bei der Steuerung auf solchen Pfaden aber auch bei seiner Anpassung an die individuellen Bedürfnisse des Patienten unterstützen und prozessintegriert das jeweils relevante medizinische Wissen bereitstellen und Entscheidungsunterstützung anbieten.

Durch molekulare Diagnostik und Therapie werden Krankheiten gezielter erkannt und behandelt werden. Bereits heute haben molekulare Verfahren Einzug in die klinische Medizin gehalten. Zum Beispiel durch molekulare Bildgebung und das Design individueller therapeutisch wirksamer Moleküle können Patienten gezielter behandelt werden. Die dabei entstehenden großen Datenmengen müssen nicht nur verwaltet sondern durch neuartige Algorithmen ausgewertet werden.

Die sich in diesem Zusammenhang ergebenden genetischen Informationen über den Patienten können für Prognosen über möglicherweise schwere Erkrankungen herangezogen werden. Daher ergeben sich erhebliche Herausforderungen für den Schutz sowohl der Privatsphäre der Patienten als auch ihres Rechts auf ‚Nichtwissen‘.

Versorgung auf höchstem Niveau und Fortschritte in der Medizinischen Forschung werden sich gegenseitig bedingen. International konkurrenzfähiges Medizinisches Wissen als Voraussetzung für eine konkurrenzfähige Medizinische Versorgung entsteht in erheblichem Umfang im Rahmen klinischer Forschung. Versorgungsdaten müssen dazu in größerem Maße und mit besserer Qualität als bisher aber unter Wahrung der Persönlichkeitsrechte für die klinische Forschung genutzt werden. Bereits existierende Medizinische Forschungsverbände und Behandlungszentren werden organisatorisch und technisch zusammenrücken. Dies erfordert auch hier eine hohe Integration der beteiligten Informationssysteme.

5 Diskussion

Auch wenn sich Medizin und Gesundheitswesen wegen der unmittelbaren, existenziellen Betroffenheit von Menschen ganz offensichtlich von anderen Branchen unterscheiden, lassen sich weder die Architektur seiner Informationssysteme noch das erforderliche Informationsmanagement als völlig einzigartig im Verhältnis zu denen anderer Bran-

chen ansehen. Einzelne Anforderungen können in ähnlicher Form in einzelnen anderen Branchen wiedergefunden werden. Als Besonderheit kann aber angesehen werden, dass sich in Medizin und Gesundheitswesen diese Anforderungen und die damit verbundenen Probleme bündeln. Betroffenheit der Patienten zusammen mit der sogar noch wachsenden ökonomischen Bedeutung ergeben eine besondere Notwendigkeit, diese Probleme gerade bei Medizinischen Informationssystemen mit einer gewissen Priorität zu lösen.

Es zeigt sich aber auch, dass sich die Probleme bei der Planung, Steuerung, Überwachung und dem Betrieb Medizinischer Informationssysteme nicht auf die – sicher wichtigen – Aspekte des Datenschutzes und der Sicherheit reduzieren lassen. Vielmehr stellen aktuell auch das Customizing und die Integration von Anwendungssystemen, die Schulung der Mitarbeiter und das IT-Servicemanagement zusätzliche Herausforderungen dar. In der Zukunft, die allerdings schon begonnen hat, wird es darum gehen, medizinisches Wissen und aktuelle Patienteninformationen auch auf molekularer Ebene besser miteinander zu verknüpfen und den Patienten besser als Partner und Kunden zu integrieren.

Literatur

1. Alschuler L (1997) First Do No Harm: A Standard for Electronic Communication in Healthcare. In: Dudeck J, Blobel B, Lordieck W, Bürkle T (eds) *New Technologies in Hospital Information Systems*. IOS Press, Amsterdam, pp 141–147
2. Ammenwerth E, Haux R, Bess A, Blomer R, Bott O, Häber A et al (2005) *IT-Projektmanagement in Krankenhaus und Gesundheitswesen – Einführendes Lehrbuch und Projektleitfaden für das taktische Management von Informationssystemen*. Schattauer, Stuttgart
3. Bidgood WD, Horii SC (1992) Introduction to the ACR-NEMA DICOM standard. *Radiographic* 12:345–355
4. Blobel B, Holena M (1997) Comparing middleware concepts for advanced healthcare system architectures. *Int J Med Inform* 46:69–85
5. Booch G (1994) *Object-Oriented Analysis and Design*. Benjamin Cummings, Redwood City, CA
6. Boyer C, Selby M, Scherrer JR, Appel RD (1998) The Health On the Net Code of Conduct for medical and health Websites. *Comput Biol Med* 28:603–610
7. Brandner R, van der Haak M, Hartmann M, Haux R, Schmucker P (2002) Electronic signature for medical documents – integration and evaluation of a public key infrastructure in hospitals. *Methods Inf Med* 41:321–30
8. Clayton PD, Narus SP, Huff S, Pryor TA, Haug PJ, Larkin T et al (2003) Building a comprehensive clinical information system from components. The approach at Intermountain Health Care. *Methods Inf Med* 1:1–7
9. Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik Biometrie und Epidemiologie (GMDS) (2006) *Ethische Leitlinien für die Medizinische Informatik*
10. Jaeckel D, Funkat G, Willke U (2005) *Genauer, effizienter, leichter – auf Visite mit dem Tablet-PC*. *Ärztezeitung* 24.5.2005
11. Ferstl OK, Sinz EJ (1993) *Grundlagen der Wirtschaftsinformatik*. R Oldenbourg, München
12. Garets D, Duncan M (1999) *Enterprisewide Systems: Fact of Fiction?* *Healthcare Informatics Online*

13. Gulliford M, Naithani S, Morgan M (2006) What is 'continuity of care'? *J Health Serv Res Policy* 11:248–250
14. Häber A, Dujat C, Schmücker P, Beß A, Erdmann J, Herrmann A et al (2005) Leitfaden für das rechnerunterstützte Dokumentenmanagement und die digitale Archivierung von Patientenunterlagen im Gesundheitswesen – Empfehlungen der Arbeitsgruppe „Archivierung von Krankenunterlagen“ der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie. GIT VERLAG, Darmstadt
15. Hasselbring W (2000) Information System Integration. *Commun ACM* 43:33–38
16. Haux R, Ammenwerth E, Herzog W, Knaup P (2002) Health care in the information society. A prognosis for the year 2013. *Int J Med Inf* 66:3–21
17. Haux R, Winter A, Ammenwerth E, Brigl B (2004) *Strategic Information Management in Hospitals*. Springer, New York
18. Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS) (2000) The 11th Annual HIMSS Leadership Survey Sponsored by IBM: Trends in Healthcare Information and Technology – Final Report. <http://www.himss.org>
19. Heinrich LJ (1999) Informationsmanagement: Planung, Überwachung und Steuerung der Informations-Infrastruktur. Oldenbourg, München
20. Heitmann KU (1997) The Role of Communication Servers in the Architecture of Healthcare Information Systems. In: Dudeck J, Blobel B, Lordieck W, Bürkle T (eds) *New Technologies in Hospital Information Systems*. IOS Press, Amsterdam, pp 156–162
21. Heitmann KU, Schweiger RK, Dudeck J (2003) Migration von | nach < > – XML als Austauschformat für HL7 Version 2. GMDS, Münster
22. Henke K-D (2005) Sprengt die Hochtechnologiemedizin die Finanzierung der sozialen Sicherungssysteme? Die Antwort der Gesundheitsökonomie. In: Niederlag W, Lemke HU, Nefiodov LA, Grönemeyer DHW (eds) *Hochtechnologiemedizin im Spannungsfeld zwischen Ökonomie, Politik, Recht und Ethik*. Dresden-Friedrichstadt General Hospital, Dresden, pp 37–50
23. Hochstein A, Zarnekow R, Brenner W (2004) ITIL als Common-Practice-Referenzmodell für das IT-Service-Management: Formale Beurteilung und Implikationen für die Praxis. *Wirtschaftsinformatik* 46:382–389
24. Huff SH, Cimino JJ (1995) Medical Data Dictionaries and their Use in Medical Information System Development. In: Prokosch HU, Dudeck J (eds) *Hospital Information Systems*. Elsevier, Amsterdam, pp 53–75
25. Glesner S, Jähnichen S, Paech B, Rumpe B, Wetter T, Winter A (2007) Strategische Bedeutung des Software Engineering für die Medizin. *LNI* 105:25–28
26. JF (2006) Customizing sorgt für hohe R/3-Kosten. *Computer Zeitung* 44:9
27. Jydstrup RA, Gross MJ (1966) Cost of Information Handling in Hospitals. *Health Serv Res* 1:235–271
28. Kuhn K, Lenz R, Blaser R (1999) Building a hospital information system: design considerations based on results from a Europe-wide vendor selection process. *Proc AMIA Symp* 1999, pp 834–838
29. Kuhn K, Lenz R, Elstner T, Siegele H, Moll R (2003) Experiences with a Generator Tool for Building Clinical Application Modules. *Methods Inf Med* 1:37–44
30. Kuhn KA, Giuse DA (2001) From Hospital Information Systems to Health Information Systems. *Methods Inf Med* 40:275–287
31. Kuhn KA, Wurst SHR, Bott OJ, Giuse DA (2006) Expanding the Scope of Health Information Systems. In: Haux R, Kulikowski C (eds) *IMIA Yearbook of Medical Informatics 2006*. *Methods Inf Med* 2006, 45 Suppl 1, pp. 43–52. Schattauer, Stuttgart
32. Lange M, Prokosch HU, Hasselbring W (1999) Eine Taxonomie für Kommunikationssysteme im Krankenhaus. *Inform Biom Epidemiol Med Biol* 30:21–34
33. Leiner F, Gaus W, Haux R, Knaup-Gregori P, Pfeiffer KP (2003) *Medizinische Dokumentation: Grundlagen einer qualitätsgesicherten integrierten Krankenversorgung*. Schattauer, Stuttgart
34. Lorenzi NM, Riley RT (1995) *Organizational Aspects of Health Informatics: Managing Technological Change*. Springer, New York
35. Lowitsch V (2006) Krankenhausmanagementsysteme – Praxisbeispiel Universitätsklinikum Aachen. In: Herbig B, Büssing A (eds) *Informations- und Kommunikationstechnologien im Krankenhaus*. Schattauer, Stuttgart, pp 57–67
36. Mayer KU, Baltes PB (1999) *Die Berliner Altersstudie*. Akademie Verlag, Berlin
37. Moehr JR (2006) Where to in the next ten years of health informatics education? *Methods Inf Med* 45:283–7
38. Möhr J, Haas P, Sawinski R, Wiederspohn J, Victor N (1986) EDV-Gesamtkonzept – Klinikum der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. Bericht. Klinikum der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Heidelberg
39. Nefiodov LA (2001) Der Sechste Kondratieff – Wege zur Produktivität und Vollbeschäftigung im Zeitalter der Information. Rhein-Sieg-Verlag, Sankt Augustin
40. Niemann H, Hasselbring W, Wendt T, Winter A, Meierhofer M (2002) Kopplungsstrategien für Anwendungssysteme im Krankenhaus. *Wirtschaftsinformatik* 44:425–434
41. Pryor TA, Gardner RM, Clayton PD, Warner HR (1983) The HELP system. *J Med Syst* 7:87–102
42. Reichertz PL (1985) *Medizinische Informatik*. In: Festschrift zum 20 jährigen Bestehen der Medizinischen Hochschule Hannover. Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, pp 231–237
43. Scherrer JR, Baud RH, Hochstrasser D, Ratib O (1990) An Integrated Hospital Information System In Geneva. *MD Computing* 7:81–89
44. Shapiro JS, Bakken S, Hyun S, Melton GB, Schlegel C, Johnson SB (2005) Document ontology: supporting narrative documents in electronic health records. *AMIA Annu Symp Proc* 684–688
45. Statistisches Bundesamt: Gesundheitsberichterstattung des Bundes. http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/WS0100/_XWD_PROC?_XWD_2/1/XWD_CUBE.DRILL/_XWD_32/D.922/28095
46. Statistisches Bundesamt (2005) Pressemitteilung: 1,7 Mill. Beschäftigte in der ambulanten Gesundheitsversorgung. <http://www.destatis.de/presse/deutsch/pm2005/p1630095.htm>
47. Victor F, Günther H (2005) Optimierte IT-Management mit ITIL: so steigern Sie die Leistung Ihrer IT-Organisation; Einführung, Vorgehen, Beispiele. Vieweg, Wiesbaden
48. Wendt T, Häber A, Brigl B, Winter A (2004) Modeling Hospital Information Systems (Part 2): Using the 3LGM2 Tool for Modeling Patient Record Management. *Methods Inf Med* 43: 256–267
49. Winter A (2002) Rahmenkonzept für die Weiterentwicklung des Informationssystems des Universitätsklinikums Leipzig AöR (2002–2004). Universitätsklinikum Leipzig AöR, Leipzig
50. Winter A, Brigl B, Wendt T (2003) Modeling Hospital Information Systems (Part 1): The Revised Three-Layer Graph-Based Meta Model 3LGM². *Methods Inf Med* 42:544–551
51. Winter A (2005) Rahmenkonzept für die Weiterentwicklung des Informationssystems des Universitätsklinikums Leipzig AöR 2005–2007. Universitätsklinikum Leipzig AöR, Leipzig
52. Winter AF, Zimmerling R, Bott OJ, Gräber S, Haas P, Hasselbring W et al (1998) Das Management von Krankenhausinformationssystemen: Eine Begriffsdefinition. *Inf Biom Epidemiol Med Biol* 29:93–105



Alfred Winter ist Professor für Medizinische Informatik am Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie der Universität Leipzig. Er studierte Informatik an der RWTH Aachen. Er wurde promoviert (1991) und habilitierte (1995) sich an der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg. Seine aktuellen Forschungsschwerpunkte sind Methoden und Werkzeuge für das Management von Informationssystemen im Gesundheitswesen, Modellierung von Informationssystemen, Telemedizin, Ethik der Medizinischen

Informatik. Er unterrichtet Informationsmanagement im Gesundheitswesen an der Universität Leipzig und an der Dresden International University. Am Universitätsklinikum und der Medizinischen Fakultät Leipzig ist er für die strategische Rahmenplanung des Informationssystems verantwortlich. Er ist Mitglied von GI und GMDS und war Leiter einer gemeinsamen Arbeitsgruppe und eines gemeinsamen Fachausschusses beider Gesellschaften.