

Ein 3LGM² Modell des Krankenhausinformationssystems des Universitätsklinikums Leipzig und seine Verwertbarkeit für das Informationsmanagement

Brigl B, Häber A, Wendt T, Winter A

Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie
Universität Leipzig
Liebigstr. 27
04103 Leipzig
birgit.brigl {haeber;wendt;winter}@imise.uni-leipzig.de

Abstract: Das systematische Management des Informationssystems des Universitätsklinikums Leipzig AöR ist – wie auch für Unternehmen ähnlicher Größenordnung in anderen Branchen – eine große Herausforderung. Erforderlich hierfür ist ein Bauplan, der zeigt, aus welchen möglicherweise heterogenen Bausteinen sich das Krankenhausinformationssystem (KIS) zusammensetzt und wie diese Bausteine zusammenwirken. Dieser Bauplan ist Grundlage für die Weiterentwicklung des KIS und damit für alle strategischen und taktischen Projekte des Informationsmanagements. Diese Arbeit zeigt, wie mit Hilfe des Drei-Ebenen-Metamodells (3LGM²) das Krankenhausinformationssystem des Universitätsklinikums Leipzig AöR modelliert wurde und wie das daraus entstandene Modell für die Aufgaben des Informationsmanagements genutzt werden konnte.

Schlüsselworte: Informationssysteme, Krankenhaus, Modellierung, Strategisches Informationsmanagement, Enterprise Architecture Planning

1 Einleitung

Der medizinische Fortschritt und die damit verbundene Spezialisierung und Arbeitsteilung bei dem Prozess der Patientenversorgung erfordern eine Vielzahl fachbezogener Einrichtungen mit unterschiedlichen Aufgaben innerhalb und außerhalb eines modernen Krankenhauses. Dies führt zu einem in hohem Maße arbeitsteiligen Unternehmen mit heterogener Struktur und setzt eine intensive Kommunikation sowohl zwischen den Einrichtungen innerhalb des Krankenhauses als auch zwischen dem Krankenhaus und externen Einrichtungen (z.B. Versicherungen, Lieferanten, niedergelassene Ärzte, Rehabilitationseinrichtungen etc.) voraus. Für ein Krankenhaus ist dies eine besonders große Herausforderung, da trotz der in hohem Maße

arbeitsteiligen Struktur eine integrierte Patientenversorgung hoher Qualität sichergestellt werden muss.

Die Heterogenität des Krankenhauses spiegelt sich auch in seinem Informationssystem wider. Aufgrund der sehr speziellen Anforderungen der verschiedenen Fachabteilungen eines Krankenhauses basieren die eingesetzten rechnerbasierten Werkzeuge häufig auf unterschiedlichen Hardware-Plattformen und Softwareprodukten verschiedener Hersteller [KG01]. Hinzu kommt, dass neben modernen rechnerbasierten Werkzeugen auch ‚Altlasten‘ (legacy systems) [BS95] existieren und nach wie vor papierbasierte ‚Datenbanken‘ – die klassische Krankenakte – das Feld beherrschen. In diesem Umfeld kann eine mit dem Auftrag und den Zielen des jeweiligen Krankenhauses abgestimmte Strategie für die Informationsverarbeitung nur in einem umfassenden, strategischen Informationsmanagement entstehen und umgesetzt werden [ATS95], [He99], [Wi01].

Die für die Informationsverarbeitung in einem Krankenhaus benötigten Anwendungssoftwareprodukte sind im allgemeinen marktgängige Produkte, die im Sinne von „Fachkomponenten“ [Tu02] eingesetzt werden. Das Informationsmanagement des Krankenhauses hat daher die Aufgabe zu klären, welche Fachkomponenten für die Erfüllung welcher Unternehmensaufgaben erforderlich sind und wie die Fachkomponenten als Bausteine zu einem *Krankenhausinformationssystem* (KIS) zusammengefügt werden können. Für das Zusammenfügen der Bausteine zu einem KIS- ‚Gebäude‘ ist ein Bauplan, d.h. ein Modell erforderlich.

Der Beitrag zeigt, wie das Krankenhausinformationssystem des Universitätsklinikums Leipzig AöR (UKL-KIS) unter Verwendung des Meta-Modells 3LGM² und des 3LGM² Baukastens modelliert wurde und wie das entstandene 3LGM² Modell für Fragen des Informationsmanagements verwertet werden konnte. Hierfür werden zu Beginn das Meta-Modell 3LGM² und der 3LGM² Baukasten kurz vorgestellt. Anschließend wird das 3LGM² Modell des UKL-KIS präsentiert und anhand von Beispielen die Verwertbarkeit des Modells aufgezeigt. Der Beitrag schließt ab mit einer kurzen kritischen Diskussion und zeigt im Ausblick die geplanten weiteren Entwicklungen auf.

2 Modellierung von Unternehmensarchitekturen

Für die Modellierung von Krankenhausinformationssystemen erscheinen die Methoden zur Planung von Unternehmensarchitekturen (enterprise architecture) geeignet (z. B. [Ch01], [Ma90], [SH92]), allerdings gibt es kaum formale Meta-Modelle, mit deren Hilfe Krankenhausinformationssysteme präzise und stringent beschrieben werden können.

Zwar steht die Unified Modeling Language [OMG03] als eine universelle Modellierungssprache zur Verfügung, allerdings sprechen insbesondere anwender- und anwendungsbezogene Anforderungen für den Einsatz einer spezifischen Modellierungssprache (siehe auch [FL03]). UML bietet dem Modellierer keine Hilfe bei der Beantwortung der Frage, welche Dinge oder Konzepte von Krankenhaus-

informationssystemen sinnvollerweise für das Informationsmanagement modelliert und welche Begriffe hierbei verwendet werden sollten. Durch die Verwendung des Konzepts der Stereotypen [HT01] könnte UML jedoch als Methode für die Modellierung von KIS-Architekturen spezifiziert werden. Voraussetzung für die Nutzung der Stereotypen wäre ein Meta-Modell. Speziell für KIS sind eine Fülle von Modellen publiziert worden, jedoch keine Meta-Modelle oder Modellierungstechniken. Architekturbeschreibungen wie HISA [Fer97], [GJM02] oder CORBAMED [WO99] sind dabei eher als Referenzmodelle denn als Meta-Modelle aufzufassen. Andere zur Verfügung stehende allgemeine Modellierungswerkzeuge konzentrieren sich auf die Modellierung von Geschäftsprozessen, vernachlässigen aber die sie unterstützenden informationsverarbeitenden Werkzeuge (z. B. [OSS94], [FS98]) oder bieten im Sinne von echten 'Werkzeugkästen' so viele verschiedene Modellierungsmethoden an, dass den Modellen kein einheitliches Meta-Modell mehr zugrunde liegt und sie über die Dokumentation und Präsentation hinaus nicht weiter verwertbar sind (z. B. [Po03], [Sc01]).

Mit dem Drei-Ebenen-Modell 3LGM [WH95] und seiner Weiterentwicklung zu dem Meta-Modell 3LGM² [WBW01], [Wi02], [WBW03a], [WBW3b] steht ein spezifisches Meta-Modell für die Beschreibung von Krankenhausinformationssystemen seit langem zur Verfügung. Die Modellierung wird durch den 3LGM² Baukasten [We03] unterstützt. Ein ähnlicher Ansatz ist auch in [Ki03] beschrieben, allerdings befindet sich die Modellierungssprache noch in der Entwicklung, auf ein Softwaretool wird nicht verwiesen.

3 Das Drei-Ebenen-Meta-Modell (3LGM²) für die Modellierung von Krankenhausinformationssystemen

Das Drei-Ebenen Meta-Modell 3LGM² (*Three Layer Graph Based Meta-Model*) dient der Modellierung von KIS bzw. von KIS-Architekturen und beschreibt die hierfür notwendigen Sprachkonzepte und deren Beziehungen. 3LGM² ist mit UML spezifiziert, wobei lediglich Modellelemente zur Darstellung von Klassendiagramm benötigt wurden. Im 3LGM² werden drei Ebenen zur Beschreibung von KIS unterschieden.

3.1 Die Fachliche Ebene

Die fachliche Ebene eines KIS (siehe Abb. 1) ergibt sich aus den (Unternehmens-) Aufgaben des Krankenhauses (enterprise functions) [Ma90], [SH92] deren Erledigung das KIS unterstützt, und den Informationen, die im Rahmen der Erledigung der Aufgaben jeweils bearbeitet bzw. interpretiert werden. Informationen beziehen sich auf Objekte. Objekte sind physische oder virtuelle Dinge eines Krankenhauses („part of the perceivable or conceivable universe“¹), die durch Daten repräsentiert werden. Objekte

¹ ISO 1087

mit denselben Merkmalsarten werden als Objekttyp zusammengefasst. Objekttypen in einem Krankenhaus sind z.B. (entsprechend [CEN97]) *Patient* oder *Behandlungsfall*.

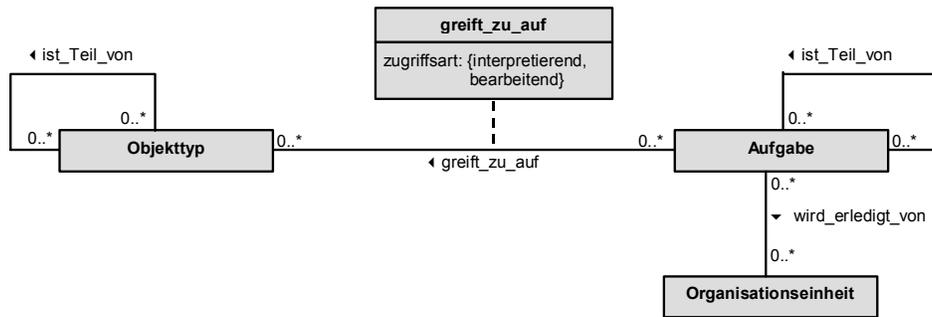


Abb. 1: Das Meta-Modell der fachlichen Ebene.

Eine typische Aufgabe eines Krankenhauses ist z. B. die *Patientenaufnahme*. Aufgaben werden in bestimmten Organisationseinheiten erledigt.

Die konkreten Objekttypen, Aufgaben und Organisationseinheiten sind spezifisch für jedes individuelle Krankenhaus. Allerdings existieren Standards, die als Referenzmodellen für die Modellierung eines konkreten Krankenhausinformationssystem angepasst werden können (z. B. [ABH02]).

Die Aufgaben werden von den in einem Krankenhaus tätigen *Personen* erledigt. Diese nutzen dafür *informationsverarbeitende Werkzeuge*. Wir unterscheiden logische Werkzeuge, die auf Softwareprodukten oder Organisationsplänen basieren, und physische Werkzeuge wie z.B. Rechnersysteme.

3.2 Die logische Werkzeugebene

Auf der logischen Werkzeugebene (siehe Abb. 2) stehen die Anwendungsbausteine im Mittelpunkt. Anwendungsbausteine (syn. auch Anwendungssysteme) unterstützen die Erledigung von Aufgaben und verarbeiten, speichern und transportieren die Daten, die die Objekte der fachlichen Ebene repräsentieren.

Rechnerbasierte Anwendungsbausteine werden durch *Anwendungsprogramme* gesteuert, die ihrerseits durch das Customizing von *Softwareprodukten* (die man kaufen kann) entstehen. Wenn Softwareprodukte den Anforderungen in [Tu02] genügen, können sie als *Fachkomponenten* aufgefasst werden. Ein einziges Softwareprodukt in einem Krankenhaus kann auch mehrfach installiert und dabei jeweils unterschiedlichem und jeweils erneut auch sehr teurem Customizing unterzogen werden. Dies macht es für das Informationsmanagement wichtig, zwischen der Fachkomponente und den jeweils entstehenden Anwendungsbausteinen zu unterscheiden.

schnittstellen drücken aus, dass zwischen den Schnittstellen bestimmte Nachrichten bzw. Dokumente zu bestimmten Ereignissen transportiert werden können.

Anwendungsbaustein-Konfigurationen dienen der Herstellung der Beziehung zur fachlichen Ebene und werden wie die ebenfalls hierzu dienenden gepunkteten Klassen und Assoziationsbeziehungen (siehe Abb. 2) im Abschnitt 'Inter-Ebenen-Beziehungen' erläutert. Anwendungsbaustein-Konfigurationen entsprechen „Komponenten-Konfigurationen“ [Tu02] nach Installation und Customizing.

3.3 Die physische Werkzeugebene

Die physische Werkzeugebene (siehe Abb. 3) stellt die physischen Datenverarbeitungsbausteine bereit, die für den Betrieb von Anwendungsbausteinen erforderlich sind. Ein physischer Datenverarbeitungsbaustein ist entweder ein System von Personen und konventionellen Werkzeugen (wie z.B. Archivregale, Posteingangs- und Postausgangskörbe) der Informationsverarbeitung (nicht-rechnerbasierter physischer Datenverarbeitungsbaustein) oder ein rechnerbasierter physischer Datenverarbeitungsbaustein, z.B. Rechnersysteme (PCs, Server, Monitore, Drucker, Switches, Router, Subnetze, Netzwerkkarten, Netzanschlusspunkte).

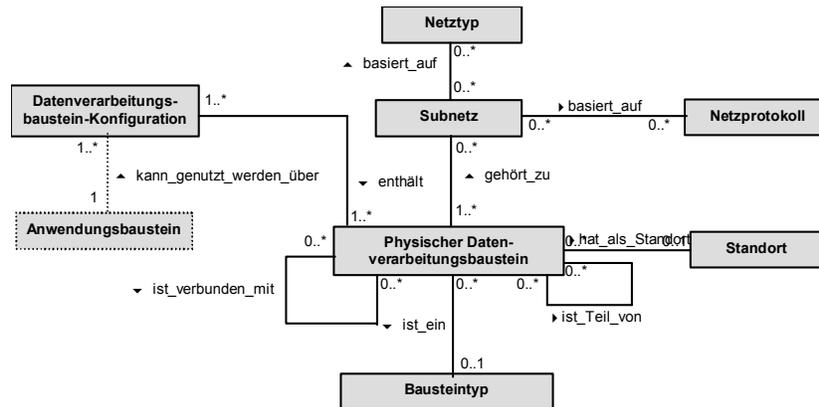


Abb. 3: Das Meta-Modell der physischen Werkzeugebene. Gepunktete Linien und Symbole repräsentieren Inter-Ebenen-Beziehungen (siehe Abschnitt 3.4).

Die physischen Datenverarbeitungsbausteine können zur Kommunikation miteinander verbunden werden und bilden so ein physisches Netzwerk. Innerhalb dieses Netzwerks lassen sich die Datenverarbeitungsbausteine unterschiedlichen Subnetze zuordnen, die jeweils auf der Nutzung bestimmter *Netzprotokolle* basieren. Auf der physischen Werkzeugebene können auf diese Weise sowohl 'echte' physische Netzwerke als auch 'logische Netzwerke' beschrieben werden.

3.4 Inter-Ebenen-Beziehungen

Zwischen den drei Ebenen existieren vielfältige Beziehungen (*Inter-Ebenen-Beziehungen*). Inter-Ebenen-Beziehungen sind den Abbildungen 2 und 3 als gepunktete Linien und Symbole repräsentiert. Diese Beziehungen helfen, Schwächen der logischen oder physischen Werkzeugebene zu entdecken.

Zwischen fachlicher Ebene und logischer Werkzeugebene bestehen die wichtigsten Beziehungen zwischen den Aufgaben und den Anwendungsbausteinen. Eine Aufgabe benötigt möglicherweise einen einzelnen Anwendungsbaustein oder mehrere Bausteine gemeinsam. Eine *Anwendungsbaustein-Konfiguration* enthält die Anwendungsbausteine, die gemeinsam für eine Aufgabe erforderlich sind. Es kann sein, dass eine Aufgabe alternativ durch mehrer *Anwendungsbaustein-Konfigurationen* unterstützt werden kann. Eine solche Situation kann auf Redundanz hinweisen. Die Zuordnung von Anwendungsbaustein-Konfigurationen zu Aufgaben erfolgt in Abhängigkeit von Organisationseinheiten, da in unterschiedlichen Organisationseinheiten häufig unterschiedliche Anwendungsbausteinkonfigurationen eingesetzt werden. Zwischen logischer und physischer Werkzeugebene repräsentiert eine *'Datenverarbeitungsbaustein-Konfiguration'* eine Beziehung zwischen Anwendungsbausteinen und physischen Datenverarbeitungsbausteinen. Sie drückt aus, dass ein Anwendungsbaustein auf einem oder auch auf mehreren physischen Datenverarbeitungsbausteinen gemeinsam installiert sein kann (z.B. typische Client/Server Installation). Daneben existieren noch weitere Inter-Ebenen-Beziehungen, die beispielsweise in [WBW03b] erläutert sind.

3.5 Der 3LGM² Baukasten

Der 3LGM² Baukasten ist ein prototypisches, plattformunabhängiges, java-basiertes graphisches Werkzeug für die Modellierung von Krankenhausinformationssystemen auf der Grundlage des 3LGM². Er bietet die Möglichkeit, 3LGM²-konforme Modelle von Krankenhausinformationssystemen unter Verwendung aller Modellelemente (Begriffe des 3LGM²) zu schaffen. Hierfür gibt der 3LGM² Baukasten eine konkrete Notation vor, die ausdrücklich nicht auf der UML-Notation basiert. Hierfür wurde eine einfache, intuitive, graphische Darstellungsweise gewählt. Die Instanzen der Modellelemente *Aufgabe*, *Objektyp*, *Anwendungsbaustein*, *Datenbanksystem*, *Dokumentensammlung*, *Bausteinschnittstelle* und *physisches Datenverarbeitungsbaustein* werden visualisiert und können graphisch bearbeitet werden. Instanzen anderer Modellelemente und ihre Eigenschaften werden über Dialogfenster erfasst. Bereits während der Modellierung wird die Übereinstimmung mit dem Meta-Modell abgeprüft. Die drei Ebenen können sowohl in einem Ein-Ebenen-Modus separat betrachtet und bearbeitet werden, als auch in einem Mehr-Ebenen-Modus, in dem insbesondere die Inter-Ebenen-Beziehungen dargestellt werden können. Ähnlich wie andere Modellierungswerkzeuge bietet der 3LGM² Baukasten typische Funktionen für die graphische Modellierung (z. B. Ausrichten von Graphikelementen, etc.), einen hierarchischen Modellbrowser, Dialogfenster zur Eingabe und Betrachtung detaillierter Informationen zu Instanzen (Eigenschaftendialog) und Menü- und Werkzeugeleisten. Darüber hinaus stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

Extraktion von Teilmodellen

Wenn ein Informationssystem mit unterschiedlichen Schwerpunkten modelliert wird, z. B. Erstellung eines Rahmenkonzeptes vs. Erstellung einer Projektdokumentation, dann entstehen Modelle mit unterschiedlicher Genauigkeit. Um die Modellkonsistenz zu gewährleisten, ist es für das Informationsmanagement erforderlich, für das gesamte Krankenhausinformationssystem *ein* Modell zu erstellen und zu pflegen, das *alle* wesentlichen Komponenten des KIS enthält. Ein solches Gesamtmodell kann jedoch schnell unübersichtlich werden. Daher können Teilmodelle aus dem Gesamtmodell extrahieren werden, ohne dabei den Zusammenhang mit dem Gesamtmodell zu verlieren. Solche Teilmodelle werden in einem separaten Fenster dargestellt und bearbeitet. Sie besitzen einen eigenen Modellbrowser und eigene Layoutbeschreibungen. Änderungen in Teilmodellen, beispielsweise das Hinzufügen von Modellkomponenten oder Änderungen von Eigenschaften von Modellkomponenten, wirken sich direkt auf das Gesamtmodell aus, so dass die Konsistenz zwischen Gesamtmodell und Teilmodellen jederzeit erhalten bleibt.

Analyse von Modellen

3LGM² Modelle dienen nicht nur der Dokumentation und der Visualisierung, sondern auch der Ableitung von Aussagen hinsichtlich der Qualität des Modells aber auch des modellierten Krankenhausinformationssystems. Der 3LGM² Baukasten bietet hierfür vordefinierte Analysefunktionen, um typische Fragen des Informationsmanagements beantworten zu können (siehe auch 5.4), wie z.B. das Finden aller Aufgaben, die nicht mehr erledigt werden können, wenn ein bestimmter Server ausfällt oder aller Anwendungsbausteine und physischen Datenverarbeitungsbausteine, die an der Erledigung bestimmter Aufgaben beteiligt sind. Das Ergebnis einer Analyse kann sowohl im Modell hervorgehoben, als auch als separates Teilmodell dargestellt werden. Diese Analyse basiert auf Suchalgorithmen auf der internen Graphenstruktur. Weitere benutzerspezifische Analysefunktionen können jederzeit leicht definiert werden.

Speicherung und Export

Die Speicherung der Modelle erfolgt zur besseren Wiederverwendbarkeit im XML Format. Die graphische Repräsentation der Modelle und Teilmodelle kann in gängige Graphikformate (TIFF, JPG, BMP, etc.) exportiert werden. Unter Verwendung von XSLT (XML Stylesheet Language Transformation) können aus der XML-Beschreibung des Modells Tabellen für Dokumente (z.B. Rahmenkonzept, HBBG-Antrag etc.) abgeleitet und in formatierter Form generiert werden. Eine Vielzahl solcher Export-Tabellen-Definitionen (Exportskripte) sind bereits im Baukasten vordefiniert. Die daraus resultierenden Tabellen stehen im HTML-Format zur Verfügung und können einfach in WORD- oder EXCEL-Dokumente übernommen und formatiert oder weiter ausgewertet werden. Weitere Exportskripte können selbst definiert werden. Dies erfordert allerdings XSLT-Kenntnisse.

Der Prototyp des 3LGM² Baukastens ist unter http://www.imise.uni-leipzig.de/forschung/kis_modellierung/3LGM_2-Baukasten/ zusammen mit einigen Beispielmodellen verfügbar. Eine Beschreibung des 3LGM² Baukastens wird in [We03] publiziert.

4 Das 3LGM² Modell des UKL-KIS

Im Rahmen mehrerer Projekte im Rahmen des Informationsmanagements für das Universitätsklinikum Leipzig (UKL) entstanden unabhängig voneinander eine Reihe von 3LGM² Modellen zur Beschreibung von Sub-Informationssystemen des UKL-KIS. Diese sich zum Teil massiv überschneidenden Modelle wurden zu einem Gesamtmodell UKL-KIS zusammengeführt.

Im Folgenden wird zunächst das UKL kurz beschrieben. Anschließend werden die drei Ebenen des UKL-KIS präsentiert. Die Größe des Gesamtmodells lässt eine vollständige graphische Darstellung nicht mehr zu. In den Abbildungen beziehen wir uns daher auf das Teilmodell 'MCC'². Die Beschreibung spiegelt den Stand Oktober 2003 wider. Das UKL-KIS Modell wird laufend erweitert und vervollständigt.

4.1 Das Universitätsklinikum Leipzig

Das Universitätsklinikum Leipzig AöR ist eine rechtlich und wirtschaftlich selbstständige Anstalt des öffentlichen Rechts. Zu ihr gehören 29 Kliniken und Polikliniken sowie vier Institute. Die verbundene Medizinische Fakultät umfasst 15 Institute. Im Jahr 2002 wurden im UKL ca. 44.400 Patienten stationär und ca. 225.000 Patienten ambulant behandelt. Das Klinikum verfügt über 1.385 vollstationäre und 89 teilstationäre Betten in den 29 Kliniken und hat einen Umsatz von jährlich ca. 250 Mio €.

4.2 Die fachliche Ebene

Auf der fachlichen Ebene sind die im UKL zu erfüllenden Aufgaben aus den Bereichen Verwaltung, Patientenversorgung, Forschung und Lehre und die Objekttypen, die die zu verarbeitenden Informationen repräsentieren, modelliert. Das Gesamtmodell enthält auf der Fachlichen Ebene derzeit 116 Aufgaben, 49 Objekttypen und 146 Organisationseinheiten. Zu diesen Modellkomponenten sind die sie beschreibenden Eigenschaften und die Beziehungen zu anderen Modellkomponenten erfasst. Abb. 4 zeigt die fachliche Ebene des Teilmodells „MCC“ und den Eigenschaftendialog für die Aufgabe 'Administrative Aufnahme'.

² Dieses Teilmodell beschreibt den Einsatz des Softwareproduktes MCC der Meierhofer AG inkl. Schnittstellen am Universitätsklinikum Leipzig mit Stand 2003.

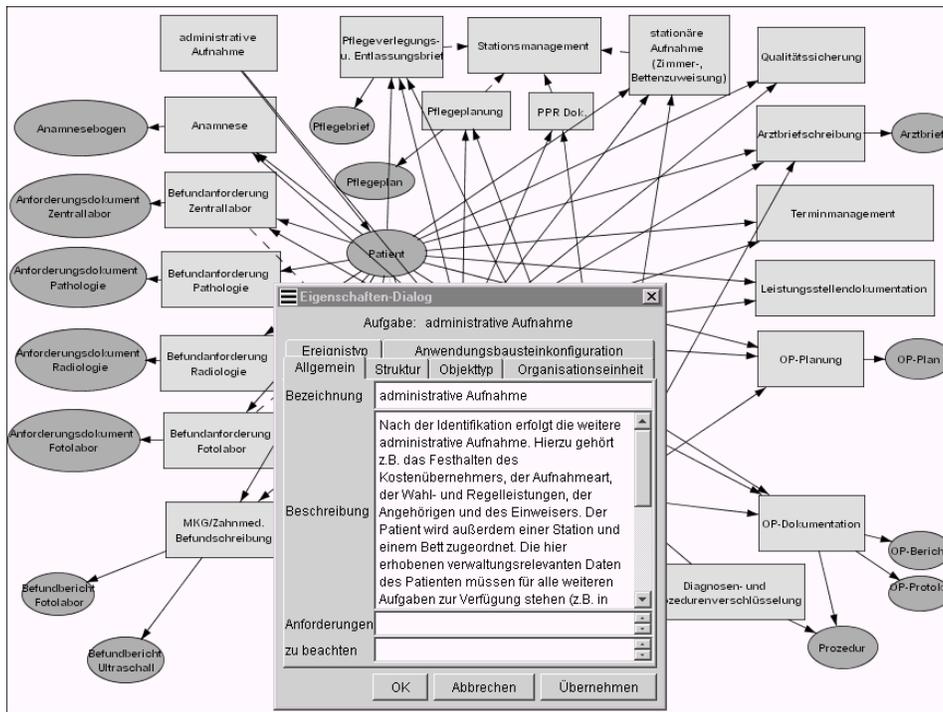


Abb. 4: Fachliche Ebene des Teilmodells 'MCC' und Eigenschaftendialog für die Aufgabe 'Administrative Aufnahme'.

4.3 Die logische Werkzeugebene

Auf der logischen Werkzeugebene sind derzeit 185 rechnerbasierte und konventionelle Anwendungsbausteine erfasst. Einen Eindruck über die Größe und Komplexität des Modells liefert Tabelle 1 mit der Anzahl der Modellkomponenten der verschiedenen UML-Klassen des Gesamtmodells.

Tabelle 1: Im Gesamtmodell UKL-KIS enthaltene Modellkomponenten der logischen Werkzeugebene differenziert nach ausgewählten UML-Klassen des 3LGM².

UML-Klasse	Anzahl Modellkomponenten
Rechnerbasierte Anwendungsbausteine	141
Konventionelle Anwendungsbausteine	44
Bausteinschnittstellen	246
Datenbanksysteme	81
Dokumententypen	49
Anwendungsbausteinkonfigurationen	149
Softwareprodukte	50

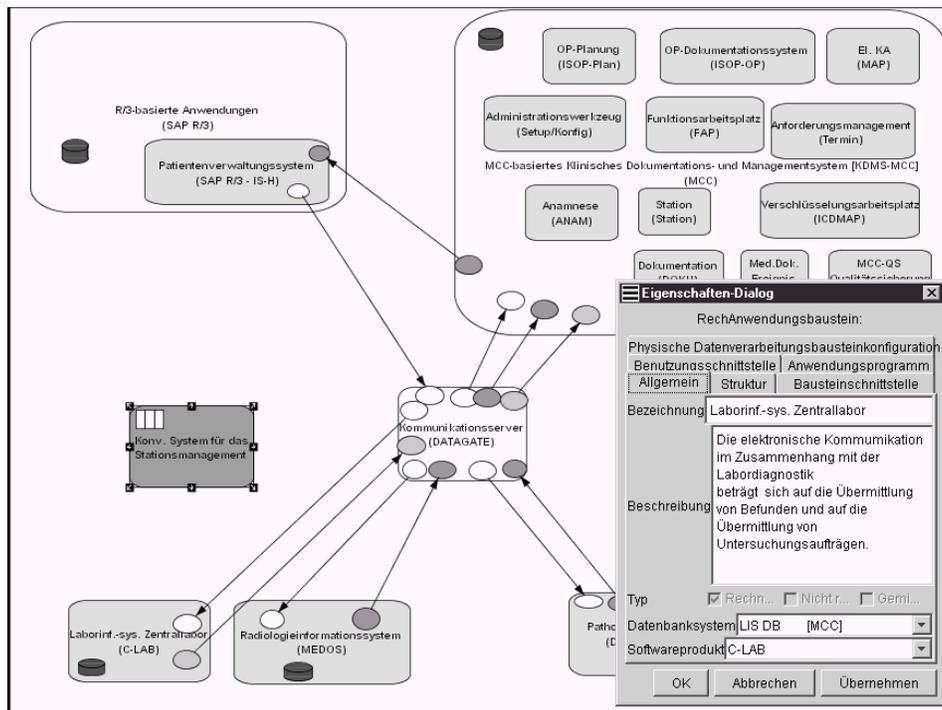


Abb. 5: Logische Werkzeugebene des Teilmodells 'MCC' und Eigenschaftendialog für den rechnerbasierten Anwendungsbaustein 'Laborinf.-sys. Zentrallabor'.

Der Zusammenhang von Aufgaben und unterstützenden Anwendungsbausteinen wird durch 149 Anwendungsbausteinkonfigurationen (siehe auch Abschnitt 2.2) im Modell dargestellt. Abb. 5 zeigt die logische Werkzeugebene des Teilmodells 'MCC' und den Eigenschaftendialog für den rechnerbasierten Anwendungsbaustein 'Laborinf.-sys. Zentrallabor'.

4.4 Die physische Werkzeugebene

Auf der physischen Werkzeugebene sind neben den rechnerbasierten physischen Datenverarbeitungsbausteinen wie Netz, Server, Clients und Druckern auch konventionelle physische Datenverarbeitungsbausteine wie Mappen, Formulare, Regale oder Telefone modelliert. In den Teilmodellen wurden jeweils Repräsentanten (z.B. nur die PCs im Archivbereich und in der Mund-, Kiefer- und Plastischen Gesichtschirurgie, nur die Telefone in der Neurochirurgie) modelliert, um die Übersichtlichkeit der Teilmodelle nicht zu gefährden und das jeweils mit dem Teilmodell angestrebte Ziel zu erreichen. Zur Zeit sind 271 physische Datenverarbeitungsbausteine modelliert. Auch für die Modellkomponenten der physischen Werkzeugebene sind die sie beschreibenden Eigenschaften erfasst.

5 Nutzung des UKL-KIS Modells

Die Erstellung von Modellen ist erfahrungsgemäß mit einem hohen Aufwand verbunden und 'lohnt' sich nur dann, wenn solche Modelle im nachhinein für weitere Aufgaben des Informationsmanagements verwertbar sind. Die Verwertbarkeit des 3LGM² Modells UKL-KIS wird im folgenden an drei Beispielen aufgezeigt.

5.1 Beispiel 1: Erstellung eines HBFG-Antrags zur Digitalen Archivierung

Die Finanzierung von Investitionen in die IT-Infrastruktur an den Universitätsklinikum erfolgt in der Regel über Anträge nach dem Hochschulbauförderungsgesetz (HBFG). Für die Einführung der digitalen Archivierung am UKL musste ein solcher Antrag erstellt werden. Dieser umfasst unter anderem eine Beschreibung des Ist- und des Sollzustandes des Sub-Informationssystems 'Archivierung'. Als Grundlage hierfür diente das Gesamtmodell UKL-KIS. Für die Archivierung wurde ein neues Teilmodell erstellt; die im Gesamtmodell bereits enthaltenen, relevanten Modellkomponenten konnten unmittelbar übernommen werden. Das Teilmodell wurde dann entsprechend der Aufgabenstellung modifiziert und ergänzt. Da diese Ergänzungen auch Bestandteil des Gesamtmodells sind, wurde dieses wiederum weiter vervollständigt. Abgeleitet aus diesem Teilmodell wurde ein weiteres Modell erstellt, das den Soll-Zustand nach Einführung des beantragten Anwendungssystems darstellt. Im Rahmen der Begutachtung des Antrags kann so grafisch präsentiert werden, worin sich der Soll-Zustand vom Ist-Zustand unterscheidet. Insbesondere ist hier die logische Werkzeugebene interessant, wo sich eine deutliche Abnahme der Anzahl der Anwendungsbausteine, insbesondere der konventionellen, und eine Vereinheitlichung der Archivverwaltung zeigen lässt, während die fachliche Ebene keine Unterschiede aufweist. Abb. 7 stellt diese Änderungen in der Architektur schematisch dar.

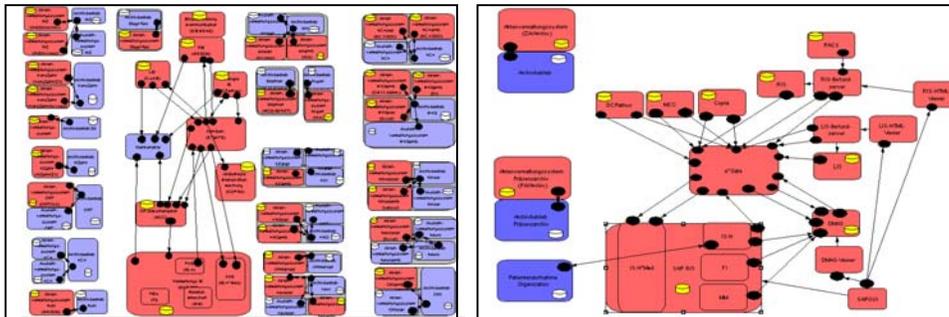


Abb. 6: Gegenüberstellung der Logischen Werkzeugebene des Archiv-Ist-Modells und des Archiv-Soll-Modells.

5.2 Beispiel 2: Vorstudie für das taktische Informationsmanagement

Zur Einführung von Informationssystemkomponenten sind Projekte des taktischen Informationsmanagements notwendig. Am Universitätsklinikum Leipzig war vorgesehen, die Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie mit rechnerbasierten Werkzeugen für die OP-Planung und -Dokumentation, sowie mit einem rechnerbasierten Anwendungssystem am klinischen Arbeitsplatz, einer elektronischen Patientenakte, auszustatten. Die Forderung der Ärzte der Neurochirurgie war dabei, die dann elektronisch erhobenen Daten auch für Auswertungen nutzen zu können. Hierzu bietet sich ein Data Warehouse System an. Zur Vorbereitung auf diese Projekte wurde eine Vorstudie in der Neurochirurgie gestartet, die den Ist-Zustand der Informationsverarbeitung und der Auswertbarkeit vor Einführung der rechnerbasierten Anwendungsbausteine aufzeigen sollte, um so einen Überblick über die umzusetzenden Formulare, Dokumente, Workflows und Auswertungswünsche zu bekommen und eine möglichst große Standardisierung unter Optimierung des Arbeitsablaufes zu erreichen.

Abb. 7 zeigt die fachliche Ebene der Neurochirurgie mit ihren Aufgaben und Objekttypen. Die dazu passende logische Werkzeugebene vor Einführung der zentralen rechnerbasierten Anwendungsbausteine zeigt Abb. 8.

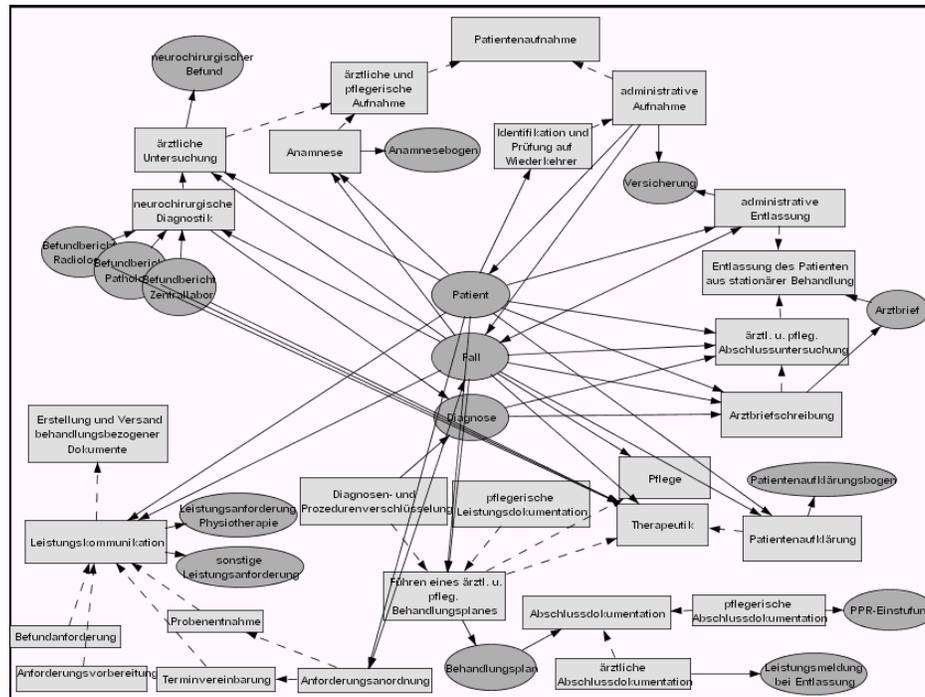


Abb. 7: Fachliche Ebene der Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie.

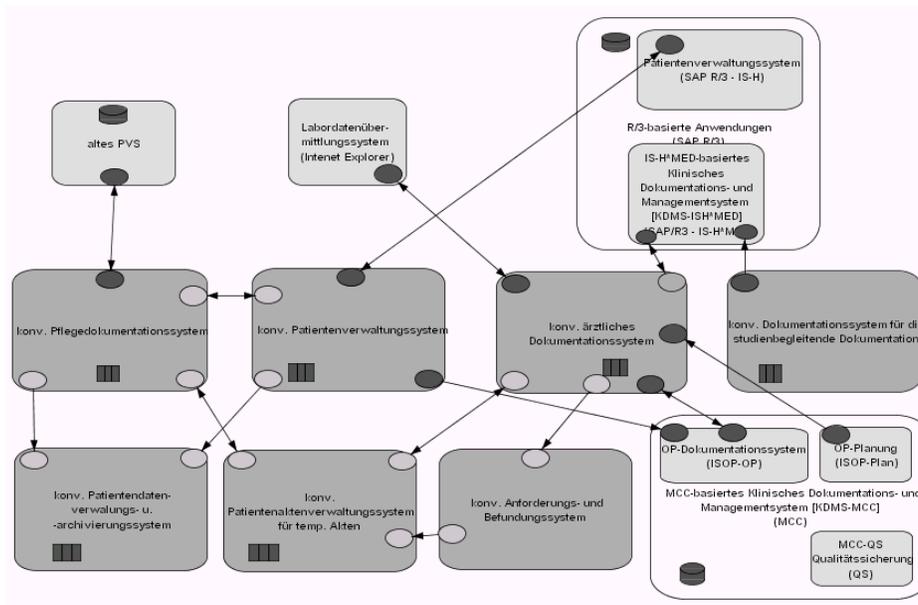


Abb. 8: Logische Werkzeugenebene der Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie vor Einführung der zentralen rechnerbasierten Anwendungsbausteine zur OP-Planung und -Dokumentation und der elektronischen Patientenakte (Stand Anfang 2003).

5.3 Beispiel 3: Erstellung eines Rahmenkonzeptes

Für die Weiterentwicklung des UKL-KIS wird in regelmäßigen Abständen ein Rahmenkonzept erstellt, das den Ist- und den Sollzustand des UKL-KIS gegenüberstellt und die zur Erreichung dieses Sollzustandes in den nächsten 3-5 Jahren notwendigen Maßnahmen beschreibt. Insbesondere für die Beschreibung des Ist-Zustandes ist es notwendig, die eingesetzten Hardware- und Softwarekomponenten graphisch und tabellarisch darzustellen. Da diese Komponenten bereits im 3LGM² UKL-KIS Modell dokumentiert sind, war eine Ist-Analyse zur Beschreibung des gegenwärtigen Zustandes nicht notwendig. Über die Exportfunktionen des 3LGM² Baukastens konnten die benötigten Informationen einfach extrahiert und in das Rahmenkonzept integriert werden. Das vorhandene Ist-Modell UKL-KIS ist zugleich Grundlage für die Beschreibung des Soll-Modells.

5.4 Beispiel 4: Bewertung der Komplexität des KIS für Integrationsstrategien

Das Treffen von Auswahlentscheidungen für oder gegen Informationssystemkomponenten verschiedener Hersteller erfordert oft die Berücksichtigung vorhandener Integrationsstrukturen. Beispielsweise wurde am UKL gefordert, dass eine neu einzurichtende

Kommunikationsverbindung zur Übermittlung von Prozeduren aus dem Intensivmedizinischen Anwendungsbaustein an das Patientenverwaltungssystem keine neuen Kommunikationsstandards „in das Informationssystem hineinbringt“, sondern sich an ähnlichen bereits realisierten Verbindungen orientiert.

Mit Hilfe des 3LGM²-Baukastens wurden die folgenden Analysen/Exporte durchgeführt:

1. Finden aller Kommunikationsverbindungen inkl. genutzter Kommunikationsstandards zur Übermittlung von Prozedurdaten.
2. Übernahme des Analyseergebnisses in ein separates Teilmodell
3. XSLT-Export der kommunizierenden Schnittstellenpaare und genutzter Kommunikationsstandards in eine Tabelle.

Aus den Exportergebnissen lässt sich ablesen, dass der vorhandene Kommunikationsserver bisher kaum zur Prozedurenübermittlung genutzt wird, obwohl bereits eine entsprechende Kommunikationsverbindung mit dem Patientenverwaltungssystem existiert und der geringste Realisierungsaufwand besteht, wenn die neu einzurichtende Prozedurenversandschnittstelle des Intensivmedizinischen Anwendungsbausteins ähnlich der Prozedurenversandschnittstelle des Radiologieinformationssystems realisiert wird. Dann würden u. a. auch die Sicherungsmechanismen des Kommunikationsservers mitgenutzt werden können.

6 Diskussion

Wie an vier Beispielen erläutert wurde, eignen sich 3LGM² Modelle für die Unterstützung verschiedener Aufgaben des Informationsmanagements in einem Krankenhaus. Allerdings ist der initiale Aufwand für die Erstellung eines Modells sehr hoch, für das UKLKIS Modell wurden bisher ca. 2 Personenmonate investiert. Dafür gibt es insbesondere folgende Gründe:

- Die Definition von Aufgaben und Objekttypen erwies sich als konzeptionell sehr schwierig.
- Eine vollständige Modellierung, z. B. auf der logischen Werkzeugebene bis hin zu den Kommunikationsstandards und Nachrichtentypen ist sehr zeitaufwendig.
- Der 3LGM² Baukasten erfordert für die Modellierung auf der jeweils gewählten Granularitätsebene ein tiefes Verständnis der Zusammenhänge und des Zusammenwirkens der zu modellierenden Komponenten des KIS. Gerade bei großen Krankenhäusern ist das entsprechende Wissen bei einzelnen Personen kaum jemals vollständig verfügbar und muss dann ermittelt werden.
- Nicht rechnerbasierte Anwendungsbausteine als Analogon zu rechnerbasierten Anwendungsbausteinen sind sehr schwer zu fassen und abzugrenzen.

Um den Aufwand für die Modellierung möglichst gering zu halten, sind daher Referenzmodelle notwendig. Auf der *fachlichen* Ebene sind solche Referenzmodelle, die sich u. a. auf Objekttypen und Unternehmensaufgaben beziehen, verfügbar (z. B. [HAB01], [HL702], [CEN97]). Auf der *logischen* und der *physischen* Werkzeugebene sollen typische Architekturen ermittelt und im Rahmen des 3LGM² Baukastens als Vorlagen (Templates) angeboten werden. Dabei müssen bekannte Integrationsansätze und Standards berücksichtigt werden.

Mit dem UKL-KIS hat man eine Dokumentation des KIS und damit ein Repository des oft bei unterschiedlichen Stellen und Personen verstreuten Wissens über das KIS zur Verfügung, das für verschiedensten Fragestellungen genutzt werden kann. Wiederholte aufwändige Analysen des Ist-Zustandes entfallen oder werden zumindest auf noch nicht dokumentierte Teile beschränkt. Dabei erweist sich das Konzept der Teilmodelle von besonderem Vorteil. Auf der einen Seite hat man mit dem Gesamtmodell eine Grundlage geschaffen, die es erlaubt, für bestimmte Fragestellungen Teilmodelle zu extrahieren und ggf. zu vervollständigen. Auf der anderen Seite kann durch die Modellierung immer neuer Teilmodelle das Gesamtmodell kontinuierlich wachsen. Die besondere Betonung muss dabei auf dem Wort *wachsen* liegen. Um zu vermeiden, dass das Gesamtmodell unkontrolliert wuchert, ist ein gewisser Aufwand für das Management des Modells im Sinne eines Qualitätsmanagements notwendig.

3LGM² ist nicht krankenhausspezifisch, da auch die Informationssysteme von Krankenhäusern sich von Informationssystemen anderer Branchen nicht grundsätzlich unterscheiden. Die Besonderheiten von Krankenhaus-Informationssystemen ergeben sich durch besondere Aufgaben und Objekttypen auf der fachlichen Ebene und auf der logischen Werkzeugebene z.B. durch besondere Anwendungsbausteine und Kommunikationsstandards. Die Besonderheiten lassen sich daher durch Referenzmodelle [Si98], [Wi99] darstellen. Solche Referenzmodelle für z. B. typische Aufgaben, Objekttypen, Anwendungsbausteine, Middleware-Techniken, Standards etc. sind auch eine wesentliche Voraussetzung für die praktische Nutzbarkeit des Ansatzes beim Informationsmanagement im Krankenhaus. Folgeprojekte widmen sich aus diesem Grund insbesondere dieser Problematik.

3LGM² unterstützt in seiner jetzigen Form nicht die Modellierung von Geschäftsprozessen. Eine Erweiterung des 3LGM² diesbezüglich wird derzeit vorbereitet. Ziel der Geschäftsprozessmodellierung innerhalb des 3LGM² ist es, darzustellen, welche Kommunikationsbeziehungen in welcher Reihenfolge auf der logischen Werkzeugebene genutzt werden müssen, damit auf der fachlichen Ebene innerhalb einer Folge von Aufgaben die für die Erledigung der Aufgaben notwendigen Informationen zur Verfügung stehen. Hierzu ist es nach bisherigen Überlegungen ausreichend, Geschäftsprozesse als eine einfache Folge von Aufgaben aufzufassen. Es ist ausdrücklich nicht geplant, die volle Funktionalität von klassischen Geschäftsprozessmodellierungswerkzeugen zu implementieren.

7 Ausblick

Neben einer umfassenden Evaluation des 3LGM² und des 3LGM² Baukastens durch externe Partner und der Integration von Referenzmodellen auf den drei Ebenen (siehe auch Kapitel 5) soll das 3LGM² als ein Instrument für das strategische Informationsmanagement ausgebaut werden. Hierzu ist geplant,

- das 3LGM² in ein Begriffssystem für die strategische Rahmenplanung, wie es zum Beispiel der Leitfaden für die Rahmenplanung für das Informationsmanagement (siehe [Wi01], [Gr02]) bereitstellt, auch formal einzubetten.
- das 3LGM² um eine zeitliche Dimension zu erweitern, die den Migrationspfad widerspiegelt. Hierbei kann man in EINEM Modell den Instanzen einen Zeitraum zuordnen, indem sie 'gültig' sind (Versionsmanagement). Damit besteht die Möglichkeit, die Weiterentwicklung des KIS schrittweise zu verfolgen. Diese Erweiterung unterstützt über die strategische Planung hinaus die strategische Überwachung des KIS.
- das 3LGM² um eine Ist-Soll-Dimension zu erweitern. Für definierte Zeitpunkte kann in EINEM Modell dargestellt werden, wie die Architektur des KIS aussehen *soll* und wie sie *tatsächlich* aussieht. Diese Erweiterung unterstützt insbesondere die Aufgabe der strategischen Steuerung des KIS.
- Das 3LGM² um die Verwaltung von Baustein-Portfolios zu erweitern. Hierbei wird es möglich sein, die Anwendungsbausteine und die physischen Datenverarbeitungsbausteine entsprechend der von der Gartner Group [Ro98] vorgeschlagenen Einteilung nach ihrem Wert für das Krankenhaus einzuteilen. Die Auswertung dieser Portfolios ermöglicht eine Abschätzung der Innovativität des Informationsmanagements.
- ökonomische Aspekte in das 3LGM² zu integrieren. 3LGM² verfügt bereits über Modellelemente, deren Instanzen als primäre Kostenträger dienen können (z.B. Softwareprodukt, physischer Datenverarbeitungsbaustein). Dies ist zu ergänzen um die Zuordnung von Modellelementen, die die Beschreibung z. B. von Projektkosten (taktisches Informationsmanagement) und Betriebskosten (operatives Informationsmanagement) ermöglichen. Das Meta-Modell 3LGM² ist dabei so zu entwickeln, dass eine klare und quantitativ anteilige Zuordnung der Kosten zu den unmittelbar betroffenen Instanzen möglich wird. Die zuvor genannten Modellelemente, deren Instanzen als primäre Kostenträger dienen, stehen bzw. werden zu anderen Modellelementen (z. B. Anwendungsbaustein, Aufgabe) in Beziehung stehen. Es sollen Algorithmen entwickelt werden, die eine (anteilige) Zuordnung der Kosten der primären Kostenträger bis ‚hinauf‘ zu den Aufgaben unterstützen.

Danksagungen

Diese Arbeit entstand im Forschungsprojekt „Integrative Modellierung von Strukturen und Prozessen von Krankenhausinformationssystemen“, das durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert wird (WI 1605/2-1, WI 1605/4-1).

Literaturverzeichnis

- [ABH02] Ammenwerth E, Buchauer A, Haux R. A Requirements Index for Information Processing in Hospitals. *Methods of Information in Medicine* 2002;41(4):282-8.
- [ATS95] Austin C, Trimm J, Sobczak P. Information systems and strategic management. *Health Care Manage Rev* 1995; 20(3): 26-33.
- [Br94] Brenner W. *Grundzüge des Informationsmanagements*. Berlin: Springer; 1994.
- [BS95] Brodie ML, Stonebraker M. *Migrating legacy systems*. San Francisco: Morgan Kaufmann; 1995.
- [CEN97] CEN/TC251. *Healthcare Information System Architecture Part 1 (HISA) Healthcare Middleware Layer*. European Prestandard: CEN European Committee for Standardisation; 1997 03.1997. Report No.: prENV 12967-1: 1997 Final Draft 2.
- [Ch01] Chief Information Officer Council. *A Practical Guide to Federal Enterprise Architecture*. Boston: Chief Information Officer Council c/o Rob C. Thomas, U.S. Customs Service 7681 Boston Boulevard Springfield, VA 22153; 2001 February 2001. <http://www.cio.gov>.
- [Fer97] Ferrara FM. *Healthcare Information Systems Architecture*. In: Dudeck J, Blobel B, Lordieck W, Bürkle T, editors. *New Technologies in Hospital Information Systems*. Amsterdam: IOS Press; 1997. p. 1-10.
- [FL03] Frank U, van Laak B. Anforderungen an Sprachen zur Modellierung von Geschäftsprozessen. *Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik* 34, 2003.
- [FS98] Ferstl OK, Sinz EJ. Modeling of Business Systems Using SOM. In: Bernus P, Mertins K, Schmidt G, editors. *Handbook on Architectures of Information Systems*. International Handbook on Information Systems: Springer; 1998. p. 339 - 358.
- [GH99] Glaser JP, Hsu LD. *The strategic application of information technology in healthcare organizations*. New York: McGraw-Hill; 1999.
- [GJM02] Grimson W, Jung B, van Mulligen EM, van Ginneken A, Pardon S, Sottile PA. Extensions to the HISA standard--the SynEx computing environment. *Methods of Information in Medicine* 2002;41(5):401-10.
- [Gr02] Gräber S, Ammenwerth E, Brigl B, Dujat C, Große A, Häber A, Jostes C, Winter A (2002): *Rahmenkonzepte für das Informationsmanagement in Krankenhäusern: Ein Leitfaden*. Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie, Arbeitsgruppe Methoden und Werkzeuge für das Management von Krankenhausinformationssystemen.
<http://www.uniklinik-saarland.de/imbei/sg/Leitfaden.pdf>
- [HAB01] Haux R, Ammenwerth E, Buchauer A: *Requirements Index for Information Processing in Hospitals*, 2001. <http://www.umat.at/reqhis/reqhis>
- [He99] Heinrich LJ. *Informationsmanagement: Planung, Überwachung und Steuerung der Informations-Infrastruktur*. München: Oldenbourg; 1999.

- [HL702] Health Level 7: HL7 Reference Information Model V01-20, 2002; <http://www.hl7.org>
- [HT01] Heverhagen T, Tracht R. Using Stereotypes of the Unified Modeling Language in Mechatronic Systems. In: Proc. of the 1. International Conference on Information Technology in Mechatronics, ITM'01, October 1-3, 2001, Istanbul, UNESCO Chair on Mechatronics. Istanbul: Bogazici University, Istanbul, Turkey; 2001. p. 333-338.
- [KG01] Kuhn KA, Giuse DA. From Hospital Information Systems to Health Information Systems. *Methods of Information in Medicine* 2001;40:275-287.
- [Ki03] Kirchner L: Eine Sprache für die Modellierung von IT-Landschaften: Anforderungen, Potentiale, zentrale Konzepte. In: Sinz EJ, Plaha M.; Neckel P (Hrsg.): *Proceedings zur Tagung Modellierung betrieblicher Informationssysteme - MobIS*, Springer, 2003.
- [Ma90] Martin J. *Information Engineering, Book II: Planning & Analysis*. Englewood Cliffs: Prentice Hall; 1990.
- [OMG03] Object Management Group (OMG). *OMG Unified Modeling Language Specification: Object Management Group; 2003 March 2003. Version 1.5*.
- [OSS94] Oberweis A, Scherrer G, Stucky W. INCOME/STAR: Methodology and Tools for the Development of Distributed Information Systems. *Information Systems* 1994;19(8):643-660.
- [Po03] *Building an Enterprise Architecture: The POPKIN Process, V1.0. White Paper*. <http://www.popkin.com>. Last Visit: 20.10.03
- [Ro98] Rosser B: A management tool to facilitate decision making. Gartner Group. Research Note TU 03-4804; 1998.
- [Sc01] Scheer AW: *ARIS, Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen*. Springer, 2001.
- [SH92] Spewak SH, Hill SC. *Enterprise Architecture Planning: Developing a blueprint for Data, Applications and Technology*. New York: John Wiley & Sons; 1992.
- [Si98] Simoneit M. *Informationsmanagement in Universitätsklinika: Konzeption und Implementierung eines objektorientierten Referenzmodells*. Wiesbaden: Gabler Verlag; 1998.
- [Tu02] Turowski K, editor. *Vereinheitlichte Spezifikation von Fachkomponenten - Memorandum des Arbeitskreises 5.10.3 Komponentenorientierte betriebliche Anwendungssysteme: Gesellschaft für Informatik, Arbeitskreis 5.10.3 "Komponentenorientierte betriebliche Anwendungssysteme"; 2002*.
- [WBW01] Winter A, Brigl B, Wendt T: A UML-based ontology for describing hospital information system architectures. In: Patel VL, Rogers R, Haux R (Hrsg.): *MEDINFO 2001*. Amsterdam: IOS, 778-782, 2001.
- [WBW03a] Winter A, Brigl B, Wendt T: Modelling Hospital Information Systems (Part 1): The Revised Three-Layer Graph-Based Meta Model 3LGM². *Methods Inf Med* 2003, 42(5):544-51.
- [WBW03b] Winter A, Brigl B, Wendt T: 3LGM²: Methode und Werkzeug zur Modellierung von Unternehmensarchitekturen im Krankenhaus. GI Arbeitskreis Enterprise Architecture; Frühjahrskonferenz 2003. <http://www.aim.iwi.uni-sg.ch/akea.php>. Last Visit: 28.09.2003
- [We03] Wendt T, Brigl B, Häber A, Winter A: Modeling Hospital Information Systems (Part 2): Using the 3LGM² Tool for Modeling Patient Record Management. *Zur Veröffentlichung eingereicht*.
- [WH95] Winter A, Haux R. A Three-Level Graph-Based Model for the Management of Hospital Information Systems. *Methods of Information in Medicine* 1995; 34(4): 378-396.

- [Wi01] Winter AF, Ammenwerth E, Bott OJ, Brigl B, Buchauer A, Gräber S, et al. Strategic Information Management Plans: The Basis for systematic Information Management in Hospitals. *International Journal of Medical Informatics* 2001;64(2-3):99-109.
- [Wi02] Winter A, Ammenwerth E, Brigl B, Haux R (2002): Krankenhausinformationssysteme. In: Lehmann T, Meyer zu Bexten E (2002): *Handbuch der Medizinischen Informatik*, München: Hanser, 473-552.
- [Wi99] Winter A, Winter A, Becker K, Bott O, Brigl B, Gräber St, Hasselbring W, Haux R, Jostes C, Penger OS, Prokosch HU, Ritter J, Schütte R, Terstapen A. Referenzmodelle für die Unterstützung des Managements von Krankenhausinformationssystemen. *Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie* 1999, **30** (4), 173-189.
- [WO99] Wang C, Ohe K. A CORBA-Based Object Framework with Patient Identification Translation and Dynamic Linking. *Methods Inform Med* 1999;38(1/1999):56-65.