

Aus dem Institut für Informationssysteme des Gesundheitswesens

**3LGM²-basierte Modellierung von Krankenhausinformationssystemen
bei der Erstellung eines IT-Rahmenkonzeptes**

Masterarbeit
zur Erlangung des Titels

„Master of Science Medizinische Informatik“

der Privaten Universität für Medizinische Informatik und Technik Tirol

vorgelegt von

Gudrun Hübner-Bloder, Dr. med. univ.

aus

Spittal an der Drau

Innsbruck, 2003



Betreuer und erster Referent: Herr Univ-Prof. Dr. Reinhold Haux

Zweiter Referent: Herr Univ-Prof. Dr. Karl-Peter Pfeiffer

Annahme durch Prüfungssekretariat am von

Zusammenfassung

Ein Informationssystem ist das (sozio-technische) Teilsystem eines Unternehmens, das aus den informationsverarbeitenden Aktivitäten und den an ihnen beteiligten menschlichen und maschinellen Handlungsträgern in ihrer informationsverarbeitenden Rolle besteht. Je besser man den immensen Informationsbedarf eines Krankenhauses abdecken kann, indem man allen berechtigten Personen alle relevanten Informationen, zum richtigen Zeitpunkt und am richtigen Ort und in der richtigen Form zur Verfügung stellt, desto effizienter kann der Beitrag der Informationsverarbeitung zur Qualität der Versorgung und des Unternehmens sein.

Eine großes Problem ist die Bewertung der Güte eines Krankenhausinformationssystems, da ein Krankenhaus durch eine sehr heterogene Unternehmensstruktur geprägt ist. Zur statischen Modellierung eines Informationssystems kann das UML-basierte 3LGM²-Metamodell verwendet werden. Es existieren keine Erfahrungen in Bezug auf die praktische Erprobung dieser Methode außerhalb des Universitätsklinikums Leipzig.

Ziel dieser Arbeit ist die Anwendung und Evaluierung dieses Metamodells und des dazugehörigen prototypisch vorliegenden Baukastens. Ebenso werden die spezifischen Anforderungen, die ein Modellierungswerkzeug benötigt um ein Krankenhausinformationssystem zu beschreiben, erarbeitet. In Hinblick auf die Erstellung eines IT-Rahmenkonzeptes wird die Anwendbarkeit dieser Methode und des dazugehörigen Baukastens untersucht.

Die Anwendbarkeit dieses Metamodells und des dazugehörigen Baukastens wird am Beispiel des Psychiatrischen Krankenhauses Hall, einem Subsystem der Tiroler Landeskrankenanstalten GmbH, aufgezeigt. Dabei wurde die Erkenntnis gewonnen, dass bei einem sauber modellierten Informationssystem, trotz der Komplexität und Heterogenität eines Krankenhauses, eine perspektivisch gute Sicht auf die Architektur eines Krankenhauses möglich wird. Der prototypisch vorliegende Baukasten zu diesem Metamodell hat noch Schwächen in der Anwendung. Die neu beinhaltende wertvolle Funktionalität der Teilmodellerstellung und der Analysenerstellung ist noch relativ umständlich und wenig intuitiv in der Durchführung. Es existiert auch keine aktuelle Dokumentation des Baukastens sowie keine Modellierungsrichtlinien, ohne die eine Vergleichbarkeit der Modelle nicht erreicht werden kann.

In der Arbeit wurde auch ersichtlich, dass das Vorhandensein von Referenzmodellen unabdingbar ist, da diese den Aufwand bei der Erstellung von Modellen des Krankenhausinformationssystems in Grenzen halten würden, da sie nur mehr an das jeweilige Informationssystem adaptiert werden müssten.

Ohne diese Vorgaben wird es auch zu unterschiedlichen Modellen kommen, die nicht vergleichbar sind, und auch mehr Arbeit und Wissen des Modellierers erfordern. Ein Referenzmodell kann somit eine Anleitung zur Modellierung des eigenen Informationssystems sein, und könnte auch zur Evaluierung unterschiedlicher Krankenhausinformationssysteme herangezogen werden.

Summary:

An information system is the social-technical subsystem of an enterprise which consists of the information processing activities and responsible human and mechanical components in their information processing roles. The better you can cover the immense information demand of a hospital by providing all appropriate persons, all relevant information at the right time and in the right location and in the right form, the more efficient can information processing support the quality of health care and the enterprise.

A large problem is to evaluate a hospital information system because a hospital has a heterogeneous enterprise structure. The UML-based 3LGM²-metamodel is used for the static view of a hospital. No experiences have been made with regard to the practical testing of this method outside the University Hospital of Leipzig.

The goal of this work is the application and evaluation of this metamodel and the respective tool. In the same way, the specific demands that are needed by a modelling tool to describe a hospital information system are described. The usability of this method and the respective tool are analysed with regard to the creation of an IT-strategy.

The usability of this metamodel and the respective tool will be shown on hand of an example of the "Psychiatric Hospital Hall, a subsystem of the Tiroler Landeskrankenanstalten GmbH. In doing so it was recognised that a good perspective view of the architecture of a hospital is possible through the cleanly modelled information system given the complexity and heterogeneity of a hospital. The tool-prototype of this metamodel still has applicational weaknesses in practice. The new very important functionality of the modelling of a sub model and the creation of an analysis is still relatively difficult and not intuitive. No actual documentation of the tool and no modelling guidelines exist. Without these, however, the models cannot be compared.

In this investigation it also became apparent that the availability of reference models is absolutely necessary as these would keep the cost for the creation of models of the hospital information system within bounds as they only need to be adapted to the respective information system.

Without these specifications, differing models would arise which are not comparable and also require more work and greater knowledge of the modeller. A reference model can therefore be a set of instructions for modelling your own information system and could also be used for the evaluation of different hospital information systems.

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG	9
1.1	GEGENSTAND UND BEDEUTUNG	9
1.2	PROBLEMATIK UND MOTIVATION.....	10
1.3	PROBLEMSTELLUNG	11
1.4	ZIELSETZUNG	12
1.5	FRAGESTELLUNG.....	12
2	GRUNDLAGEN.....	13
2.1	DEFINITIONEN	13
2.1.1	<i>Information, System, Informationssystem, Krankenhausinformationssystem.....</i>	<i>13</i>
2.1.2	<i>Sub-Informationssystem, Informationskomponenten</i>	<i>14</i>
2.1.3	<i>Architektur, Metamodell, Modell, Referenzmodell.....</i>	<i>15</i>
2.1.4	<i>Prozess, Modellierung</i>	<i>16</i>
2.2	MANAGEMENT VON INFORMATIONSSYSTEMEN.....	17
2.2.1	<i>Strategisches Management</i>	<i>17</i>
2.2.1.1	<i>IT-Rahmenkonzept.....</i>	<i>18</i>
2.2.1.2	<i>„Drehbuch“ Rahmenkonzept</i>	<i>18</i>
2.2.1.3	<i>Grundlagen für die Erstellung eines Rahmenkonzeptes.....</i>	<i>19</i>
2.2.1.4	<i>Schablone für ein Rahmenkonzept</i>	<i>20</i>
2.2.2	<i>Taktisches Management.....</i>	<i>21</i>
2.3	UNIFIED MODELING LANGUAGE (UML)	21
2.3.1	<i>Klassendiagramme</i>	<i>22</i>
2.3.1.1	<i>Klasse, Objekte, Attribute</i>	<i>22</i>
2.3.1.2	<i>Generalisierung</i>	<i>22</i>
2.3.1.3	<i>Assoziation</i>	<i>23</i>
2.4	DIE 3LGM ² -METHODIK.....	24
2.4.1	<i>Fachliche Ebene eines Krankenhausinformationssystems</i>	<i>25</i>
2.4.1.1	<i>Aufgabe</i>	<i>25</i>
2.4.1.2	<i>Organisationseinheit.....</i>	<i>25</i>
2.4.1.3	<i>Aktivitäten</i>	<i>25</i>
2.4.1.4	<i>Objekttyp.....</i>	<i>26</i>
2.4.1.5	<i>UML-Klassendiagramm der fachlichen Werkzeugebene</i>	<i>26</i>

2.4.2 Logische Werkzeugebene eines Krankenhausinformationssystems.....	27
2.4.2.1 Nicht rechnerbasierter Anwendungsbaustein.....	27
2.4.2.2 Rechnerbasierter Anwendungsbaustein	28
2.4.2.3 UML-Klassendiagramm der logischen Werkzeugebene	28
2.4.3 Physische Werkzeugebene eines Krankenhausinformationssystems.....	30
2.4.3.1 Nicht rechnerbasierter physischer Datenverarbeitungsbaustein.....	30
2.4.3.2 Rechnerbasierter physischer Datenverarbeitungsbaustein	30
2.4.3.3 UML-Klassendiagramm der physischen Werkzeugebene	30
2.4.4 Interebenen-Beziehungen	31
2.4.4.1 Interebenenbeziehung zwischen der fachlichen und der logischen Werkzeugebene ...	32
2.4.4.1.1 Aufgabe und Anwendungsbaustein	32
2.4.4.1.2 Aufgabe und Softwareprodukt	32
2.4.4.1.3 Aufgabe und Ereignis.....	32
2.4.4.1.4 Objekt und Repräsentationsform	32
2.4.4.2 Interebenenbeziehung zwischen der logischen und der physischen Werkzeugebene..	33
2.5 DER 3LGM ² -BAUKASTEN	33
2.5.1 Zeichnen von Modellelementen	34
2.5.2 Verknüpfungen zwischen den Modellelementen setzen.....	35
2.5.3 Eigenschaften-Dialog	35
3. ERGEBNIS: MODELLIERUNG DES KRANKENHAUSINFORMATIONSSYSTEMS DES	
PSYCHIATRISCHEN KRANKENHAUSES HALL - EIN SUBSYSTEM DER TIROLER	
LANDESKRANKENANSTALTEN GMBH.....	36
3.1 DAS UNTERNEHMEN TILAK ALS ANBIETER VON GESUNDHEITSLEISTUNGEN	36
3.2. KENNGRÖßEN DER TILAK.....	37
3.3 KENNGRÖßEN DES PSYCHIATRISCHEN KRANKENHAUSES HALL (PKH HALL).....	37
3.4. DATENBESCHAFFUNG	38
3.4.1 Auflistung der hauptsächlichlichen Aufgabengebiete des PKH Hall und der unterstützten	
rechenbasierten und nicht rechnerbasierten Anwendungssysteme	39
3.4.2 Rechnerbasierte Anwendungssysteme des PKH Hall.....	42
3.4.2.1 Kommunikation zwischen den Anwendungssystemen	43
3.4.3 Physische nicht rechnerbasierte Werkzeuge des PKH Hall	43
3.4.4 Physische rechnerbasierte Werkzeuge des PKH Hall.....	43
3.4.4.1 Serversysteme.....	43

3.5 3LGM ² -BASIERTE MODELLIERUNG DES KRANKENHAUSINFORMATIONSSYSTEMS DES PKH HALL	45
3.5.1 Modellierung der fachlichen Ebene des Krankenhausinformationssystems des PKH Hall..	45
3.5.2 Modellierung der logischen Werkzeugebene des Krankenhausinformationssystems des PKH Hall.....	50
3.5.3 Modellierung der physischen Werkzeugebene des Krankenhausinformationssystems des PKH Hall.....	53
3.5.4 Durchführung von einer Analyse zur Darstellung eines Teilmodells des Krankenhausinformationssystems am Beispiel des PKH Hall.....	56
3.5.4.1 Von welchen logischen sowie auch physischen Anwendungsbausteinen wird die Aufgabe der pflegerische Aufnahme bzw. pflegerische Entlassung unterstützt?	56
4. DISKUSSION	58
4.1 BEANTWORTUNG DER FRAGESTELLUNG	58
4.2 ERREICHEN DER ZIELE.....	64
4.3 AUSBLICK.....	66
5. VERZEICHNIS	67
5.1 LITERATURVERZEICHNIS	67

1. Einleitung

1.1 Gegenstand und Bedeutung

Der Fortschritt im Gesundheitswesen und in der Medizin-Informatik ist am Beginn des 21. Jahrhunderts besonders wichtig. Einer aus vielen Gründen ist, dass signifikante wirtschaftliche Nutzen durch die Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologie in der Medizin und im Gesundheitswesen zu erzielen sind [1].

Ein Informationssystem ist das (sozio-technische) Teilsystem eines Unternehmens, das aus den informationsverarbeitenden Aktivitäten und den an ihnen beteiligten menschlichen und maschinellen Handlungsträgern in ihrer informationsverarbeitenden Rolle besteht [2]. Deshalb beschreibt auch [3] das der gesamtheitliche Ansatz der Systemanalyse durch drei Dimensionen beschrieben werden kann. Dies sind die organisatorische, die technologische und die psycho-soziale Dimension. Sozio-technische und organisatorische Themen sind von zentraler Bedeutung für ein Informationssystem [4]. Ein Krankenhausinformationssystem hat zur Aufgabe die Bereitstellung einer optimalen Patientenversorgung, einschließlich der Verwaltung und einer wirtschaftlichen Betriebsführung des Unternehmens. Universitätskrankenhäuser müssen auch ihren Auftrag zur Forschung und Lehre nachkommen. Somit sind Krankenhäuser hauptsächlich Dienstleistungsunternehmen, die sich durch eine sehr heterogene Unternehmensstruktur auszeichnen. Aus diesem Grund kam wohl Collen zu dem Schluss, das die Entwicklung eines umfassenden medizinischen Informationssystems eine komplexere Aufgabe ist als die Beförderung des ersten Menschen auf den Mond [5].

Die Hauptaufgaben für das strategische Management eines Krankenhausinformationssystems gliedern sich in die Planung, die Steuerung und die Überwachung des Informationssystems. Die Planung eines Informationssystems im Ganzen wird als Rahmenplanung bzw. -konzeption von Informationssystemen bezeichnet. Ziel einer IT-Strategie bzw. eines Rahmenkonzeptes für das Informationsmanagement in einem Krankenhaus ist die bestmögliche Unterstützung der Arbeitsabläufe in Medizin, Pflege, Wissenschaft und Verwaltung durch den Einsatz geeigneter Informations- und Kommunikationstechnologien, sowie die Bereitstellung diesbezüglicher Verfahren für die Patientenversorgung, das Management und die Administration.

Die Bereitstellung zeitgemäßer Informationstechnologien wird weiterhin als strategisches Instrument in Hinblick auf eine bestmögliche Gesundheitsversorgung und als Grundlage für ein verbessertes Management und wissenschaftliche Forschung angesehen [6].

In Krankenhäusern, sowie bei vielen anderen Unternehmen auch, wird der wirtschaftliche Druck aufgrund der steigenden Kosten- und Wettbewerbssituationen im wirtschaftlichen Umfeld merklich spürbar. 1970 betrug die Gesundheitsausgaben in Österreich 5,3 % des Bruttoinlandproduktes. Im Jahr 2000 wurden 16.487 Mio. Euro an Gesundheitsausgaben getätigt, das sind 8 % des Bruttoinlandproduktes [7, 8].

Um darauf mit stärkerer Markt- und Patientenorientierung, Kostenkontrolle und Qualitätsmanagement reagieren zu können, müssen die komplexen Prozesse im Gesundheitswesen, die sehr informations- und kommunikationsintensiv sind, analysiert, gesteuert und kontinuierlich neuen Anforderungen angepasst werden [9].

Als Unterstützung für das strategische Management eines Krankenhausinformationssystems kommen unterschiedliche Metamodelle von Informationssystemen zur Anwendung. Für die statische Modellierung hat sich das UML-basierte 3LGM²-Metamodell bewährt. Dieses Modell ist eine Weiterentwicklung des in [10] publizierten Drei-Ebenen-Modells. Dieses Modell ermöglicht den Modellierer mit einem entsprechenden Grundgerüst von Begriffen, die statische Struktur eines Krankenhausinformationssystems zu beschreiben. Indem man ein Krankenhausinformationssystem beschreiben bzw. modellieren kann, wird es dem Management eines Krankenhauses möglich, die heterogenen Unternehmensstrukturen eines Krankenhauses zu verstehen.

1.2 Problematik und Motivation

Die elektronische Informationsverarbeitung in Krankenhäusern bzw. Universitätskliniken hat bereits jetzt schon eine nicht mehr wegzudenkende Bedeutung und wird in der Zukunft immer mehr an Gewicht bekommen, da die Qualität der Leistungen in Patientenversorgung, Forschung und Lehre von der Informationsverarbeitung abhängig ist. Je besser der immense Informationsbedarf in einem Krankenhaus gedeckt wird, desto besser ist die Qualität der Versorgung und der Unternehmensführung [11]. Ziel der Informationsverarbeitung im Krankenhaus soll sein, allen berechtigten Personen, alle relevanten Informationen, zum richtigen Zeitpunkt und am richtigen Ort und in der richtigen Form zur Verfügung zu stellen.

Informationstechnologie im Gesundheitswesen beschränkt sich längst nicht mehr auf administrative Prozesse. Mittlerweile steht die Informationstechnologie im Gesundheitswesen synonym für die operative Unterstützung von Geschäftsprozessen, für Transparenz, für Effizienzsteigerung, verbesserte Patientenversorgung und Integration. Somit ist der Informationstechnologieeinsatz zu einem strategischen Erfolgsfaktor geworden, der im Wettbewerb und in der Positionierung im Gesundheitsmarkt eine entscheidende Rolle spielt [12].

Um dieses Ziel zu verwirklichen muss man sich vergegenwärtigen, dass das Informationssystem eines Krankenhauses auch einen erheblicher Kostenfaktor darstellt. Wenn man sich vor Augen hält, dass ca. 3-5 % der Unternehmenskosten auf die rechnerbasierte Informationsverarbeitung entfällt, wobei in diese Kostenschätzung auch die Investitions- als auch die laufenden Kosten enthalten sind. Betrachtet man die Informationsverarbeitung als Ganzes, so gibt es Untersuchungen, die von einem Kostenanteil der Informationsverarbeitung in Krankenhäusern von ca. 25 % sprechen [11]. Dadurch wird ersichtlich wie wichtig es für das strategische Management ist, die Informationsverarbeitung in Krankenhäusern so zu planen, zu steuern und zu überwachen, damit diese die Durchführung aller anfallenden Aufgaben in optimaler Weise unterstützt.

Eine Kernanforderung an das Management der Informationsverarbeitung ist eine systematische Weiterentwicklung der Informationsverarbeitung sowie ein zuverlässiger und qualitativ hochwertiger Betrieb eines Informationssystems. Das strategische Management ist für die Rahmenplanung des gesamten Systems und für das Initiieren von Projekten zuständig. Das Ergebnis des strategischen Managements ist die Architektur und Infrastruktur des Krankenhausinformationssystems [13].

1.3 Problemstellung

- P1: Bezüglich des 3LGM²-Metamodells und der auf dieser Methodik basierende Prototyp des 3LGM²-Baukastens, der von dem Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie (IMISE) der Universität Leipzig erstellt wurde, existieren bisher keine Erfahrungen in Bezug auf die praktische Anwendung und Evaluierung des Metamodells und des dazugehörigen Baukastens außerhalb des Universitätsklinikums Leipzig.
- P2: Zusätzlich fehlen Erfahrungen in Hinblick auf die spezifischen Anforderungen an ein Modellierungswerkzeug für ein Krankenhausinformationssystem. Es gibt auch keine Erfahrungen über das Modellierungswerkzeug in Hinblick auf benutzerfreundliche Bedienung, Anpassbarkeit an unternehmensspezifische Anforderungen, über Analysefunktionen sowie sollte das Tool ein sichtenübergreifendes Metamodell aufweisen.
- P3: Es existieren bisher keine Erfahrungen, ob diese Methodik und der dazugehörige Baukasten dem strategischen Management eines Krankenhauses bei der Planung, Steuerung und Überwachung des Informationssystems auch in Hinblick zur Erstellung einer IT-Strategie hilfreich sein kann.

1.4 Zielsetzung

- Z1: Ziel dieser Arbeit ist es, die praktische Erprobung und Evaluierung der 3LGM²-Methodik und des dazugehörigen Baukastens in einem Subsystem der Tiroler Landeskrankenanstalten GMBH (TILAK) dem Psychiatrischen Krankenhaus Hall (PKH Hall).
- Z2: Ziel ist es, anhand des Modellbeispiels PKH Hall Erfahrungen zu sammeln in Hinblick auf die Anforderungen an ein Modellierungswerkzeug.
- Z3: Ziel ist es, anhand der Ergebnisse aus Z1 und Z2 die Anwendbarkeit und den Nutzen der Methodik und des Baukastens für das strategische Informationsmanagement eines Krankenhauses zu erheben.

1.5 Fragestellung

- F1: Wie funktioniert die praktische Erprobung der 3LGM²-Methodik und des dazugehörigen Baukastens?
- F2: Entspricht der Baukasten den erforderlichen Anforderungen an ein Modellierungswerkzeug für ein Krankenhausinformationssystem?
- F3: Kann ein strategisches Informationsmanagement eines Krankenhauses diese Methodik und den dazugehörigen Baukasten in der Planung, Steuerung und Überwachung des Unternehmens nutzen?

2 Grundlagen

2.1 Definitionen

In diese Arbeit wird versucht Informationssysteme und im speziellen Krankenhausinformationssysteme zu modellieren und den Nutzen der Modelle für ein strategisches Informationsmanagement zu erarbeiten. Zunächst werden in diesem Abschnitt die wichtigsten Begriffe dieser Arbeit definiert.

2.1.1 Information, System, Informationssystem, Krankenhausinformationssystem

Information:

Ist nach [14] für die Übermittlung und Aneignung „in Form gebrachtes“ Wissen, wie Mitteilungen, Nachrichten, Messwerte, Daten, im Allgemeinen zur Beseitigung einer Ungewissheit. In der Informatik werden insbesondere Informationen betrachtet, die Gegenstand von Speicherung, Verarbeitung und Übertragung sind, meist dargestellt als eine Folge von Zeichen aus einem bestimmten Zeichenvorrat (z. B. einem Alphabet) .

Information wird auch als Kenntnis über bestimmte Sachverhalte oder Vorgänge beschrieben [2].

System:

Ein System wird als eine größere Einheit, die aus Einzelteilen – Gegenständen, Prozessen, Begriffen etc. – zusammengesetzt ist, beschrieben. Die Einzelkomponenten sind aufeinander abgestimmt, sodass das System in seinen Funktionen mehr ermöglicht als die Summe der Einzelteile [14] .

Als eine Verfeinerung im speziellen für ein System im Gesundheitswesen kann die folgende Definition dienen, da sie auch den Menschen miteinbezieht. Dies ist insbesondere in einem Krankenhaus von großer Bedeutung, da in diesem Informationssystem Menschen und Maschinen gemeinsam komplexe Aufgaben erfüllen müssen.

Nach [2] ist ein System eine Menge von Personen, Dingen und/oder Vorgängen und den ganzheitlichen Zusammenhang zwischen diesen. Dieser Zusammenhang liegt entweder in der Natur als gegeben vor oder wird vom Menschen hergestellt. Ein sozio-informationstechnisches System ist ein System, in dem Menschen und Maschinen nach festgelegten Regeln bestimmte Aufgaben erfüllen sollen. Jedes System kann sich in Teilsysteme untergliedern.

Informationssystem:

Ein Informationssystem wird in [14] als Werkzeug beschrieben, das beim Finden von Informationen helfen sollen. Die Informationssysteme arbeiten mit einer Datenbank im Hintergrund, die bei einer Anfrage nach bestimmten Kriterien durchsucht wird.

In [15] wird ein Informationssystem als ein System aufeinander bezogener informationsverarbeitender Operationen definiert. Die Träger der Operationen können biologische (organische), personelle, soziale oder technische Einheiten (Systeme) sein.

In [16] wird die Gesamtheit der operativen (Basissystem) und dispositiven (Steuerungssystem) Informationsprozesse im Rahmen einer weitergehenden hierarchischen Differenzierung zum Informationssystem zusammengefasst.

Krankenhausinformationssystem:

Dieses wird sehr gut erklärt in [17], worin ein Krankenhausinformationssystem (KIS) als ein Teilsystem eines Krankenhauses definiert wird, das alle informationsverarbeitenden (und –speichernden) Prozesse und die an ihnen beteiligten menschlichen und maschinellen Handlungsträger in ihrer informationsverarbeitenden Rolle umfasst. Das KIS dient dazu, die Mitarbeiter des Krankenhauses bei der Erledigung der Aufgaben des Krankenhauses zu unterstützen. Es umfasst daher

- alle Bereiche des Krankenhauses
- alle Gebäude des Krankenhauses und
- alle Personengruppen, die im Krankenhaus tätig sind.

Aus dieser Definition kann man sehr gut erkennen, dass zum Beispiel ein bestimmtes Softwareprodukt einer Firma nur ein Baustein eines Krankenhausinformationssystems ist, alleine allerdings noch kein KIS als Ganzes darstellt.

2.1.2 Sub-Informationssystem, Informationskomponenten**Sub-Informationssystem:**

Ein Sub-Informationssystem wird als ein Informationssystem, das die Verfahren, Anwendungssysteme und physischen Subsysteme eines Informationssystems umfasst die zusammen ein Teilbereich des Informationssystems sind, beschrieben [2]. Somit braucht man bei Änderungen nur immer das jeweilige betroffene Subsystem zu beachten.

Informationskomponenten:

Nach [2] wird die Gesamtheit der Sub-Informationssysteme, Verfahren, Anwendungssysteme und physischen Subsysteme als Komponenten eines Informationssystems bezeichnet. Diese Sub-Informationssysteme können nach verschiedenen Aspekten aus Informationssystemen gebildet werden.

Häufig sind die Informationssysteme von Bereichen oder Abteilungen eines Unternehmens von besonderem Interesse, oder aber ein bestimmtes Anwendungssystem oder ein physisches Subsystem bildet die Grundlage für die Konstruktion des Sub-Informationssystems.

2.1.3 Architektur, Metamodell, Modell, Referenzmodell

Architekturmodelle:

Architekturmodelle verdeutlichen die Anordnung der Komponenten des Systems und ihr funktionales Zusammenwirken [18].

Metamodell:

Ein Metamodell beschreibt ein Modellierungsgerüst das aus

- der Syntax und Semantik Modellierung (die vorhandenen Modellierungsobjekte zusammen mit der Bedeutung),
- der Repräsentation der Objekte (die Darstellung der Objekte in einem konkreten Modell),
- und den Modellierungsrichtlinien

aufgebaut ist.

Ein Metamodell kann darum als eine Sprache zur Beschreibung von Modellen einer bestimmten Klasse verstanden werden [19].

Vereinfacht ausgedrückt enthalten diese Metamodelle die Grundbegriffe einer Methode und Beziehungen zwischen diesen Grundbegriffen [20]. Man bezeichnet ein Metamodell auch oft als ein Modell der Modelle.

Modell:

Ein Modell (lat. *modulus* – Mass, Masstab) wird in [14] als ein Abbild eines Objekts oder Objektbereichs, bei dem die für wesentlich erachteten Eigenschaften hervorgehoben und als nebensächlich angesehenen Aspekte außer Acht gelassen werden. In diesem Sinn ist ein Modell also ein vereinfachtes Abbild der Wirklichkeit.

Die grafische Modellbildung mündet in eine stärkere Formalisierung und erleichtert durch ihre Übersichtlichkeit zugleich die Kommunikation zwischen Autor und Rezipienten. Zudem regt die Anschaulichkeit des Modells zu Neuordnungen oder Ergänzungen von Elementen an, macht Lücken und Brücken sichtbar [21].

Referenzmodell:

Ein Referenzmodell unterstützt die Erstellung von Modellen dadurch, dass für eine gewisse Klasse zu modellierender Sachverhalte Modellmuster bereitgestellt werden. Unter Bezugnahme auf diese Muster können durch geeignet erscheinende Modifikationen, Einschränkungen oder Ergänzungen konkrete Modelle abgeleitet werden. Ein Referenzmodell bezieht sich jeweils auf eine Klasse von Sachverhalten (z. B. ein Krankenhausinformationssystem) [17].

In [22] wird auch beschrieben, dass mit größter Wahrscheinlichkeit die Anwendung eines Referenzmodells wirtschaftlich effizienter ist, und damit das Wissen eines Referenzmodells zu teilen, als dieses neu zu definieren.

2.1.4 Prozess, Modellierung**Prozess:**

Ein Prozess wird in [14] als die Gesamtheit von aufeinander wirkenden Vorgängen in einem System, durch die Materie, Energie oder Information umgeformt, transportiert oder gespeichert werden, beschrieben. So könnte man zum Beispiel eine Krankheit bezogen auf den Gesamtorganismus betrachten. Ein Prozess in einem Datenverarbeitungssystem kann nach [15] auch als die Gesamtheit der Vorgänge betrachtet werden, die an der jeweiligen Ausführung eines Programms beteiligt sind.

Nach [23] sind Prozesse auch dadurch bestimmt, dass sie einem Produkt Wert hinzufügen, indem sie Ressourcen verbrauchen. Geschäftsprozesse können auch durch ihren sich wiederholenden Charakter gekennzeichnet werden.

Modellierung:

Der Vorgang der Umsetzung eines realen Sachverhaltes in ein Modell bezeichnet man als Modellierung [14]. Eine verfeinerte Definition beschreibt [24], diese besagt, dass Modellerstellung aus der abstrahierenden Analyse des zu modellierenden Systems und der nachfolgenden Realisierung besteht.

2.2 Management von Informationssystemen

Das Management von Informationssystemen bedeutet, Informationssysteme zu planen, auf der Grundlage dieser Planungen den Aufbau und die Weiterentwicklung ihrer Architektur und ihren Betrieb zu steuern und die Einhaltung der Planvorgaben und den Betrieb zu überwachen. Dabei kann man die Aufgaben aufteilen in

- Aufgaben für das strategische Management von Informationssystemen und
- Aufgaben für das taktische Management von Informationssystemen.

Die Durchführung der Aufgaben erfolgt meist in Form von Projekten [2].

Das Management des Krankenhausinformationssystems wird von [25] beschrieben, als Aufteilung in strategische (langfristig orientiert) und taktische (kurzfristig) Aufgaben. Zur ersten Gruppe gehört die Erstellung und Fortschreibung der Rahmenkonzeption, zur zweiten das Projektmanagement.

2.2.1 Strategisches Management

Das strategische Management befasst sich mit dem Krankenhausinformationssystem als Ganzes. Es hält sich streng an die Wirtschaftsstrategie des Krankenhauses und deren Ziele und hat die Aufgabe dies in eine gut funktionierende Informationsstrategie umzusetzen. Das Ergebnis der geplanten Tätigkeiten eines strategischen Managements ist das Rahmenkonzept des Informationssystems [26].

Man kann die ständigen Aufgaben eines strategischen Managements aufteilen in

- Planung: Vorgabe von allgemeine Leitlinien zur Gestaltung des Informationssystems als Ganzes oder bestimmten Teilen für einen bestimmten Zeitrahmen. Das Ziel der Planung ist die Erstellung eines Rahmenplanes oder –konzeptes. Darin wird im allgemeinen der derzeitige Ist-Zustand und der geplante Soll-Zustand, sowie eine grobe Beschreibung der Vorgehensweise zur Erlangung der Ziele des Rahmenkonzeptes detailliert dargestellt.
- Steuerung: Die Steuerung hat zum Ziel, die Umsetzung der geplanten Vorhaben des Rahmenkonzeptes zu steuern. In [2] wird die Architektur des Informationssystems somit als ein Ergebnis der Durchführung der strategischen Aufgaben betrachtet. Die Steuerung erfolgt meist in der Vergabe von Projekten, die sich mit dem Aufbau oder der Weiterentwicklung einzelner Komponenten des Informationssystems beschäftigen.

- Überwachung: Darunter versteht man fortwährende Überprüfung und Kontrolle, ob sich das Informationssystem, gemäß der im Rahmenkonzept aufgeführten Aufgaben entwickelt. In weiterer Folge der Überwachung kann es zur Initiierung neuer Projekte oder zur Korrektur des Rahmenkonzeptes führen.

Die ständige Durchführung dieser Aufgaben verhalten sich wie ein Kreislauf in einem Organismus.

2.2.1.1 IT-Rahmenkonzept

Durch die Veränderung der Rahmenbedingungen für Krankenhäuser (gesetzliche Veränderungen, Einführung der DRG's, LKF in Österreich [27, 28] etc.) hat sich ein verschärfter Kosten- und Wettbewerbsdruck ergeben. Um auf die Veränderung mit stärkerer Markt- und Patientenorientierung, Kostenkontrolle und Qualitätsmanagement zu reagieren, müssen die komplexen Prozesse im Gesundheitswesen, die sehr informations- und kommunikationsintensiv sind, analysiert, gesteuert und kontinuierlich den neuen Anforderung angepasst werden [9].

Das Informationsmanagement ist zu einem entscheidenden Erfolgsfaktor des Unternehmens Krankenhaus geworden. Die Optimierung von klinischen Arbeitsprozessen mit Hilfe von Informationstechnik trägt maßgeblich zur Steigerung der Qualität und Sicherheit der Krankenversorgung bei und bietet darüber hinaus auch Einsparmöglichkeiten. Die rechnerunterstützte Informationsverarbeitung muss hierbei den Mitgliedern der verschiedenen im Krankenhaus kooperierenden Berufsgruppen adäquat aufbereitete Informationen für medizinische, organisatorische und betriebliche Entscheidungen zeitnah zur Verfügung stellen. Die Voraussetzung für den Erfolg von Datenverarbeitungssystemen ist die effiziente und wirtschaftliche Gestaltung aller informationsverarbeitenden Prozesse [29-32]

2.2.1.2 „Drehbuch“ Rahmenkonzept

Ein Rahmenkonzept für ein Krankenhausinformationssystem wird nach [33] als ein „Drehbuch“ für den Aufbau, den Betrieb und die Weiterentwicklung beschrieben. Mit der Erstellung eines Rahmenkonzeptes soll unter anderem auch folgendes erreicht werden:

- Unterstützung des strategischen Informationsmanagements bei einer systematischen Planung
- Klare Definition der (aus den Zielen der Krankenhausleitung abgeleiteten) Ziele des strategischen Informationsmanagement
- Vollständige Darstellung des aktuellen Stands der Informationsverarbeitung im Krankenhaus (einschließlich konventioneller und rechnergestützter Werkzeuge der Informationsverarbeitung)
- Bewertung des aktuellen Standes und Erkennen von Defiziten
- Festlegung von Handlungsanweisungen für das taktische Management für Aufbau und Weiterentwicklung des Krankenhausinformationssystems (Sollkonzept).

Daraus schließt [9], dass die Krankenhausleitung aus den dargelegten Sachverhalten die Ziele und die Maßnahmen für die Weiterentwicklung der Informationsverarbeitung entnehmen kann und erhält so die Sicherheit, dass die Weiterentwicklung des Informationssystems den unternehmerischen Zielen des Krankenhauses nicht nur widerspricht, sondern sie fördert. Außerdem sollen die Mitarbeiter aller Dienstgruppen im Krankenhaus im Rahmenkonzept die zeitliche Umsetzung ihrer Wünsche wiederfinden, und dahingehend bemerken, dass ihre Erfordernisse berücksichtigt werden.

Der Vorteil einer IT-Strategie ist die Sicherstellung, dass Informationen benutzt werden, um Patienten die bestmögliche Behandlung zugute kommen zu lassen. Darum meint auch [34] das eine Strategie den „NHS-professionals“ ermöglicht die Informationen zu haben, die sie für die Bereitstellung der Behandlung brauchen, und um ihrer Rolle sich im Gesundheitswesen zu verbessern gerecht zu werden. Es wird auch beschrieben, das die Bereitstellung zeitgemäßer Informationstechnologien weiterhin als strategisches Instrument in Hinblick auf eine bestmögliche Gesundheitsversorgung und als Grundlage für ein verbessertes Management und wissenschaftliche Forschung angesehen werden kann [6]. Aufgrund dieser strategischen Bedeutung wird empfohlen, dass jedes Krankenhaus, unter Berücksichtigung der jeweiligen Rahmenbedingungen, ein Rahmenkonzept erstellen sollte.

2.2.1.3 Grundlagen für die Erstellung eines Rahmenkonzeptes

Im folgenden Abschnitt werden nach [9, 33] die Grundlagen für die Erstellung eines Rahmenkonzeptes vorgestellt.

Die Erstellung eines Rahmenkonzeptes für ein Krankenhaus kann man in folgende drei Phasen aufgliedern:

1. Phase: Erstellung:

Generierung von Ideen und Inhalten sowie der schriftlichen Fixierung.

2. Phase: Verabschiedung

In dieser Phase wird der Inhalt geprüft, es können noch Änderungen oder Streichungen vorgenommen werden, und danach wird das Dokument verabschiedet. Bis zur nächsten geplanten Überprüfung des Rahmenkonzeptes soll nichts mehr verändert werden.

3. Umsetzung des Rahmenkonzeptes

Diese Phase beinhaltet die Realisierung der vorgegebenen Pläne bis zur endgültigen Fertigstellung meist aufgeteilt in mehrere Abschnitte innerhalb eines bestimmten Zeitraumes.

In dieser Zeitspanne soll das Rahmenkonzept intensiv als Leitfaden genutzt werden, um kontinuierlich die anfänglich geplanten Ziele mit den Realisierungsstufen vergleichen zu können.

2.2.1.4 Schablone für ein Rahmenkonzept

Es wird im allgemeinen bei der Erstellung eines Rahmenkonzeptes eine 8-stufige Gliederung empfohlen.

1. **Zusammenfassung:** Zusammenfassung der wesentlichen Aussagen des Rahmenkonzeptes. Außerdem sollen die wesentlichen Maßnahmen, die Kosten und der Zeitplan skizziert werden.
2. **Einleitung:** In der Einleitung soll kurz der Inhalt des Rahmenkonzeptes erläutert sowie die Fragen des **Was, Warum, Wozu** beantwortet werden.
3. **Das Krankenhaus:** Die Beschreibung des Krankenhauses ist eine Voraussetzung für die Rahmenplanung der Informationsverarbeitung, da das Informationsmanagement die Aufgaben des Krankenhauses unterstützen soll. Meist wird dabei auf das Leitbild des Krankenhauses, den Unternehmensplan und der Befragung der Krankenhausführung und anderer Verwaltungsabteilungen hingewiesen. Es werden auch die Kenngrößen, die organisatorische Struktur und die räumliche Struktur des Krankenhauses genannt.
4. **Das Informationsmanagement des Krankenhauses:** In diesem Abschnitt werden die sogenannten Rahmenbedingungen wie
 - Leitlinien zur Gestaltung der Informationsverarbeitung,
 - Vorgaben wie einzelne Aufgaben bzw. gesetzliche Regelungen durchzuführen sind und
 - Standards für die technische und organisatorische Infrastruktur der Informationsverarbeitungfestgelegt.
5. **Der gegenwärtige Zustand des Krankenhausinformationssystems:** Beschreibung des Ist-Zustandes zum Zeitpunkt der Erstellung des Rahmenplans. Dabei soll die Architektur des rechnerunterstützten Teils sowie der konventionelle Teil des

Krankenhausinformationssystemen beschrieben werden. Als Hilfestellung zur Beschreibung der Aufgaben des Krankenhausinformationssystem wird die Verwendung von Anforderungskatalogen wie zum Beispiel der Anforderungskatalog für die Informationsverarbeitung im Krankenhaus [13] empfohlen.

6. **Bewertung des gegenwärtigen Zustandes:** Bewertungskriterien können aus den Zielen oder bei vorhandenen Rahmenkonzept aus den formulierten Handlungsbedarf abgeleitet werden. Die Bewertung bei einer Ersterstellung eines Rahmenkonzeptes konzentriert sich auf die Qualität und Leistung des bestehenden Krankenhausinformationssystem. Liegt ein Rahmenkonzept vor, so werden die Fortschritte bei der Weiterentwicklung des Krankenhausinformationssystem seit der Verabschiedung des Rahmenkonzeptes dargestellt.
7. **Der zukünftige Zustand des Krankenhausinformationssystem:** Beschreibung des Aussehens und der grundlegenden Veränderungen des zukünftigen Zustandes des Informationssystem im Vergleich zum gegenwärtigen Zustand.
8. **Migrationskonzept:** Dieses Konzept soll den Weg vom beschriebenen Ist-Zustand zum geplanten Soll-Zustand aufzeigen. Es soll auch den Zeitrahmen zur Durchführung der Maßnahmen sowie die Prioritäten der durchzuführenden Maßnahmen erläutern.

Ein Rahmenkonzept muss regelmäßig auf den aktuellen Stand gebracht werden.

2.2.2 Taktisches Management

Im Vordergrund steht hier in der Regel ein bestimmtes informationsverarbeitendes Verfahren. Die Pflege informationsverarbeitender Verfahren bzw. die Betreuung und Wartung informationsverarbeitender Werkzeuge gehören zu den Aufgaben der operativen Aufgabenebene des Informationsmanagements und daher in der Regel nicht zu den Aufgaben des Managements von Krankenhausinformationssystemen. Wenn sich jedoch Fehler in existierenden Verfahren ergeben oder zur Sicherung der weiteren Nutzbarkeit Änderungen der Verfahren oder der eingesetzten Werkzeuge erforderlich werden, dann sind entsprechende Projekte im Rahmen des taktischen Managements des Krankenhausinformationssystem erforderlich [35].

2.3 Unified Modeling Language (UML)

Die Unified Modeling Language (UML) ist eine Sprache und Notation zur Spezifikation, Konstruktion, Visualisierung und Dokumentation von Modellen für Softwaresystemen [36, 37]. In der UML wird versucht, ein Rahmenwerk für Prozesse zur Verfügung zu stellen. Rahmenwerk bedeutet, dass alle Vorgehensweisen und Notationen von konkreten Prozessen mit der Notation darstellbar sind. Damit

können die Anwender und Manager ihre speziellen Prozesse mit der UML beschreiben. Hier bietet die UML also Flexibilität, muss aber an die jeweilige Situation angepasst werden [38].

In diesem Abschnitt wird nur auf die Klassendiagramme der Unified Modeling Language eingegangen, da diese die Grundlage für die 3LGM²-Methodik darstellt.

2.3.1 Klassendiagramme

Klassendiagramme dienen zur Darstellung der statischen Struktur eines Systems. Sie stellen Klassen dar, ordnen ihnen Eigenschaften zu und setzen sie miteinander in Beziehung [20].

Im folgenden werden die einzelnen Basiselemente der Unified Modeling Language, die zur Darstellung von Klassendiagrammen benötigt werden vorgestellt [20, 37, 39, 40].

2.3.1.1 Klasse, Objekte, Attribute

Eine Klasse ist die Definition der Attribute, Operationen und der Semantik für eine Menge von Objekten. Alle Objekte einer Klasse entsprechen dieser Definition. Eine Klasse enthält die Beschreibung der Struktur und des Verhaltens von Objekten, die sie erzeugt oder die mit ihr erzeugt werden können. Die Definition einer Klasse setzt sich aus Attributen und Operationen zusammen. Als eine Menge gleichartiger Objekte kann man zum Beispiel die Menge aller in einem Krankenhaus behandelnden Patienten, die durch die Attribute Patientenidentifikationsnummer, Name, Adresse etc. näher beschrieben werden, verstehen.

2.3.1.2 Generalisierung

Eine Generalisierung ist eine „taxonomische“ Beziehung (gr. „Einordnung in ein System“) bzw. eine Vererbungsbeziehung zwischen einem allgemeinen und einem speziellen Element und umgekehrt, wobei dem speziellen weitere Eigenschaften hinzugefügt werden und es sich kompatibel zum allgemeinen verhält.

Bei der Generalisierung werden Eigenschaften nach einer Hierarchie geordnet, das heißt, Eigenschaften allgemeiner Bedeutung werden allgemeineren Klassen sogenannten „Oberklassen“ zugeordnet, und speziellere Eigenschaften werden denjenigen Klassen zugeordnet, die den allgemeineren Klassen untergeordnet sind, den sogenannten „Unterklassen“.

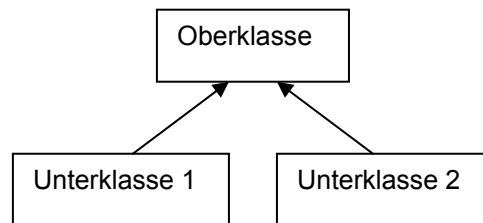


Abb 1: Generalisierung

2.3.1.3 Assoziation

Eine Assoziation beschreibt als Relation zwischen Klassen die gemeinsame Semantik und Struktur einer Menge von Objektverbindungen. Assoziationen sind notwendig, um eine Kommunikation zwischen Objekten herzustellen. Somit ist die Assoziation eine Beziehung zwischen zwei verschiedenen Klassen. Man kann die Beziehung näher beschreiben, indem man die Assoziation mit einem Namen versieht.

Die Multiplizität einer Assoziation besagt, mit wie vielen Objekten einer Klasse ein Objekt der anderen Klassen in Beziehung treten darf. Soll eine Person nur in genau einer Organisationseinheit vorkommen, so wird das durch die Multiplizität 1 ausgedrückt. Die Multiplizität wird als einzelne Zahl bzw. als Wertebereich auf jeder Seite der Assoziation notiert. Ein Wertebereich wird durch die Angabe des Minimums und des Maximums durch zwei Punkte getrennt notiert. Ein * ist eine sogenannte „wildcard“ und bedeutet viele. Durch ein Komma getrennt kann man unterschiedliche Möglichkeiten aufzählen. Mit der Beschreibung Rolle wird ausgedrückt wie ein Objekt von dem in der Assoziation gegenüberliegenden Objekt gesehen wird.

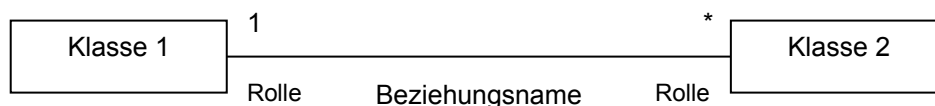


Abb 2 : Assoziation mit Multiplizitäten, Beziehungsname und Rolle

2.4 Die 3LGM²-Methodik

Um ein Krankenhausinformationssystem auf seine Güte bewerten zu können, muss man in der Lage sein, das Informationssystem zu beschreiben. Unter Güte meint man die Erfüllung seiner Aufgaben primär einer optimalen Patientenversorgung, der Verwaltung und einer wirtschaftlichen Betriebsführung des Unternehmens, sowie Universitätskrankenhäuser müssen auch ihren Auftrag zur Forschung und Lehre nachkommen. Die Darstellung der Architektur des Informationssystems ist eine weitere Voraussetzung um dem strategischen Management eines Krankenhauses bei der Planung, Steuerung und Überwachung von Nutzen zu sein. Das Drei-Ebenen-Modell ist eine mögliche Methode zur Beschreibung von Informationssystemen.

Das im folgenden beschriebene Metamodell basiert auf einer Weiterentwicklung des in [10] veröffentlichten Drei-Ebenen-Modell. Bei der Entwicklung der 3LGM²-Methodik und des dazugehörigen Baukastens ist das Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie der Universität Leipzig (IMISE) federführend [17, 19, 41, 42]. Das 3LGM²-Metamodell kombiniert ein funktionales mit einem technischen Metamodell wird dargestellt mit der Unified Modeling Language (UML).

Dieses Modell bietet ein Grundgerüst an Begriffen, um die statischen Strukturen eines Krankenhausinformationssystems (KIS) zu beschreiben, und unterstützt deshalb auch das Management von Krankenhausinformationssystemen.

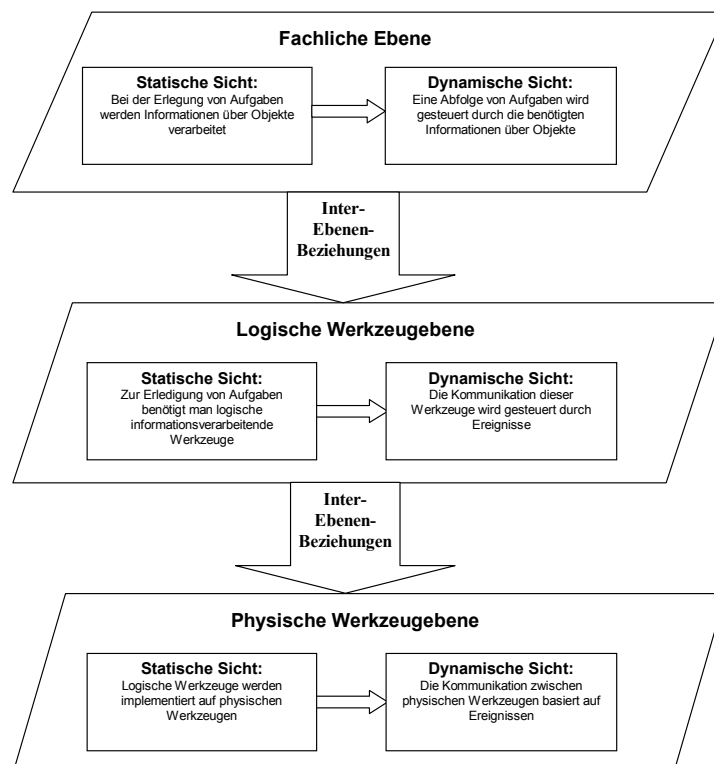


Abb 3: Ein Metamodell für die Modellierung von Krankenhausinformationssystemen

Dieses Metamodell gliedert sich in eine fachliche, eine logische und eine physische Werkzeugebene. Innerhalb dieser Ebenen existiert jeweils eine statische und eine dynamische Sicht, wobei zum jetzigen Zeitpunkt nur die statische Sicht beschrieben wird.

2.4.1 Fachliche Ebene eines Krankenhausinformationssystems

Die fachliche Ebene beschreibt die Ansammlung der Aufgaben eines Krankenhauses, deren Erledigung durch das Krankenhausinformationssystem unterstützt wird, sowie den Objekttypen, die im Rahmen der Erledigung der Aufgaben entweder bearbeitet bzw. interpretiert werden.

2.4.1.1 Aufgabe

Die Aufgabe hat keinen definierten Anfang und kein definiertes Ende. Man kann Aufgaben verfeinern indem man sie in Teilaufgaben aufgliedert. Die Erledigung einer Aufgabe ist das Erfüllen einer Zielvorschrift eines Unternehmens für menschliches wie auch maschinelles Handeln und erfolgt im Rahmen von Aktivitäten. Die Aufgaben in einem Krankenhaus werden von den dort tätigen Personen durchgeführt. Zur Erledigung der Aufgaben werden informationsverarbeitende Werkzeuge verwendet.

2.4.1.2 Organisationseinheit

Unter Organisationseinheiten versteht man Einheiten in denen Aufgaben durchgeführt werden.

2.4.1.3 Aktivitäten

Eine Aktivität der Aufgabe ist die einmalige Anwendung oder Durchführung eines Verfahrens, das zur Erledigung der Aufgabe zur Verfügung steht. Dabei bearbeiten die Aktivitäten Objekte, indem sie die Merkmalsausprägungen verändern. Dabei gilt zu beachten, dass ein Objekttyp, dessen Objekte von den Aktivitäten einer Aufgabe bearbeitet werden als „zu bearbeitender Objekttyp einer Aufgabe“ bezeichnet wird. Ein Objekttyp, von dessen Objekten die Aktivitäten einer Aufgabe Informationen gewinnen, heißt „zu interpretierender Objekttyp einer Aufgabe“.

2.4.1.4 Objekttyp

Objekte sind physische oder virtuelle Dinge eines Krankenhauses, die durch Daten repräsentiert werden. Informationen liegen in Form von Merkmalen vor. Objekte mit gleichen Merkmalsarten werden zu Objekttypen zusammengefasst.

2.4.1.5 UML-Klassendiagramm der fachlichen Werkzeugebene

Die Aufgaben und Objekttypen sind jeweils als Klasse repräsentiert. Verfeinerungen gibt es sowohl für Aufgaben als auch Objekttypen. Dies wird durch eine „ist_Teil_von“-Beziehung ausgedrückt. Die Assoziationsklasse „greift_zu_auf“ mit dem Attribut „zugriffsart“ gibt an, ob im Rahmen des Zugriffs Informationen über Objekte lediglich interpretiert oder auch bearbeitet werden, dabei wird ein interpretierender Zugriff als ein Pfeil von einem Objekttyp zu einer Aufgabe dargestellt, und der bearbeitende Zugriff als ein Pfeil von einer Aufgabe zu einem Objekttyp.

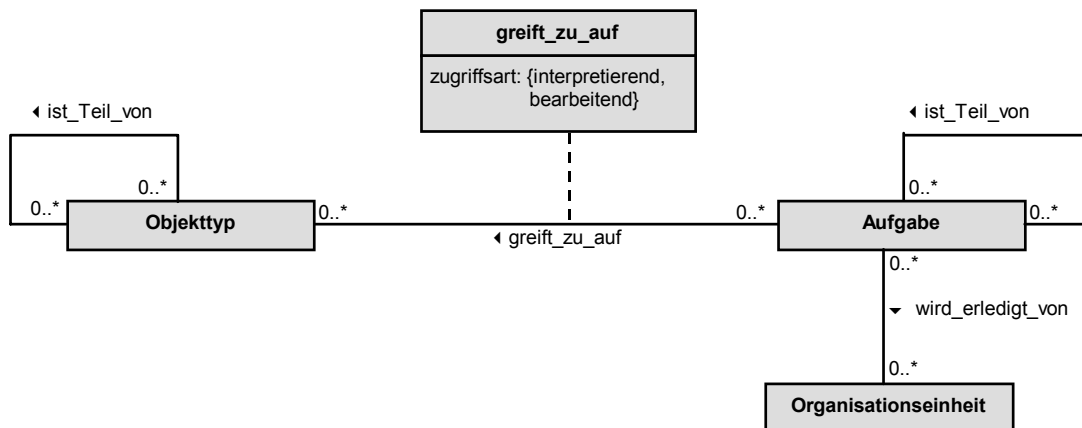


Abb 4: UML-Notation der fachlichen Ebene

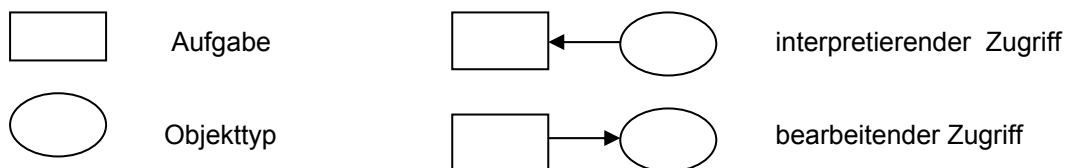


Abb 5: Konstrukte der fachlichen Ebene des 3LGM²

2.4.2 Logische Werkzeugebene eines Krankenhausinformationssystems

Im Mittelpunkt der logischen Werkzeugebene stehen die Anwendungsbausteine. Die Anwendungsbausteine werden zur Erledigung der Aufgaben benötigt, indem sie Daten verarbeiten, speichern und transportieren, die von Objekten bestimmter Objekttypen repräsentiert werden. Besonderer Aspekt auf dieser Ebene ist, wo Objekttypen logisch gespeichert werden. Besonderer Beachtung gehört auch der Kommunikation zwischen den Anwendungsbausteinen, da gewährleistet sein muss, dass bei der Durchführung der Aufgaben der benötigte Zugriff auf Informationen gesichert ist.

Unter Anwendungsbausteinen versteht man Werkzeuge der Informationsverarbeitung, die von den Nutzern des Krankenhausinformationssystems unmittelbar zur Erledigung der Aufgaben verwendet werden.

Dabei kann ein Baustein die Durchführung einer Aufgabe bzw. mehrerer Aufgaben ganz oder nur teilweise unterstützen. In dem Falle dass die Durchführung der Aufgabe nur teilweise von einem Baustein unterstützt wird, besteht die Möglichkeit, dass zur Erfüllung dieser Aufgabe mehrere Anwendungsbausteine benötigt werden.

Bei den Anwendungsbausteinen kann man zwischen rechnerbasierten und nicht rechnerbasierten Anwendungsbausteinen unterscheiden.

2.4.2.1 Nicht rechnerbasierter Anwendungsbaustein

Ein nicht rechnerbasierter Anwendungsbaustein wird von einem Organisationsplan gesteuert. Die Durchführung des Organisationsplans wird mit Hilfe eines physischen, konventionellen Werkzeugs ermöglicht. Unter einem Organisationsplan versteht man ein schriftliches Dokument, in dem Arbeitsanweisungen zur Erledigung von Aufgaben beschrieben werden. Häufig handelt es sich in einem Krankenhaus um mündliche Absprachen und Vereinbarungen.

Die Speicherung der Daten erfolgt durch eine Dokumentensammlung. Eine Dokumentensammlung speichert Dokumente bestimmter Dokumententypen.

Über Bausteinschnittstellen, die zusätzlich durch den unterstützten Kommunikationsstandard und die Ereignis-Dokumententypen beschrieben werden, können Nachrichten ausgetauscht werden.

2.4.2.2 Rechnerbasierter Anwendungsbaustein

Ein rechnerbasierter Anwendungsbaustein wird durch eine Installation, Adaption und Inbetriebnahme von Softwareprodukten auf Rechnersystemen verwirklicht. Unter einem Softwareprodukt versteht man ein abgeschlossenes, erworbenes oder eigenentwickeltes Programm, das auf Rechnersystemen installiert werden kann.

Bei einem rechnerbasierten Anwendungsbaustein erfolgt die Speicherung der Daten durch ein Datenbanksystem. Dieses System speichert wiederum Datensätze bestimmter Datensatztypen, die durch ein Datenbankverwaltungssystem gesteuert werden.

Die Kommunikation zwischen rechnerbasierten Anwendungsbausteinen erfolgt ebenfalls über Bausteinschnittstellen, die durch den Kommunikationsstandard und den Ereignis-Nachrichtentyp näher beschrieben werden.

2.4.2.3 UML-Klassendiagramm der logischen Werkzeugebene

In der nachfolgenden Abb 5. wird die Struktur der logischen Werkzeugebene als UML-Klassendiagramm dargestellt. Die zwischen der fachlichen und der logischen Ebene bestehenden Beziehungen werden als gepunktete Linien und Symbole dargestellt.

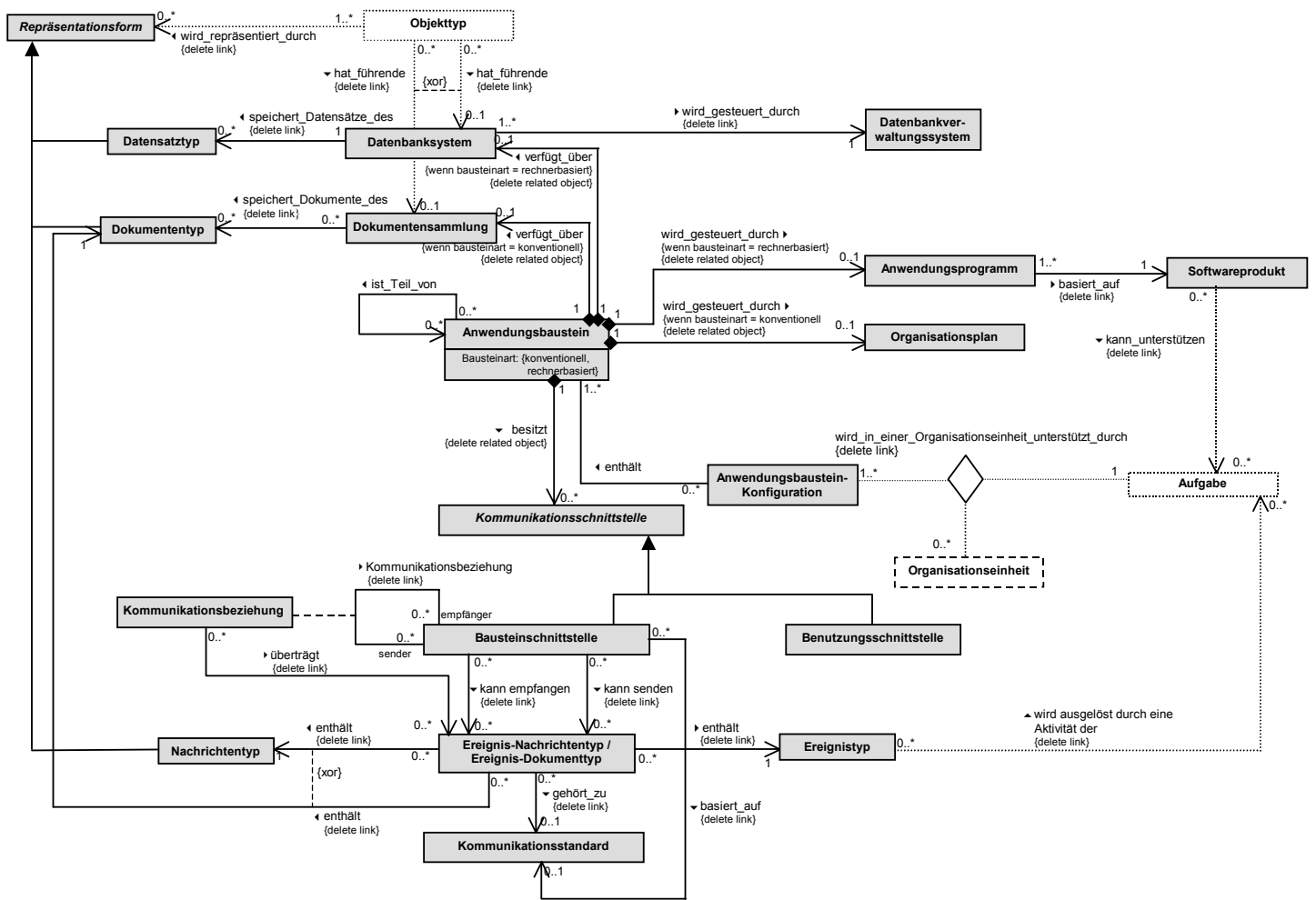


Abb 6: UML-Notation der logischen Werkzeugebene



Anwendungsbaustein



Ovale Elemente innerhalb eines Anwendungsbausteins zeigen die Bausteinschnittstellen.



Kommunikationsbeziehungen

Abb 7: Konstrukte der logischen Werkzeugebene des 3LGM²

2.4.3 Physische Werkzeugebene eines Krankenhausinformationssystems

Die physische Werkzeugebene setzt sich aus einer Menge von physischen Datenverarbeitungsbausteinen zusammen. Diese Ebene stellt die physischen Werkzeuge zur Verfügung, die für den Betrieb von Anwendungsbausteinen notwendig sind. Auch hier kann man wieder zwischen rechnerbasierten und nicht rechnerbasierten Bausteinen unterscheiden.

2.4.3.1 Nicht rechnerbasierter physischer Datenverarbeitungsbaustein

Dies ist entweder ein System von Personen oder ein nicht rechnerbasiertes Werkzeug wie zum Beispiel ein Papierarchiv der Informationsverarbeitung. Die Kommunikation zwischen zwei Datenverarbeitungsbausteinen wird durch die Knoten, zwischen denen die Verbindung besteht definiert.

2.4.3.2 Rechnerbasierter physischer Datenverarbeitungsbaustein

Zu den rechnerbasierten Datenverarbeitungsbausteinen zählt man zum Beispiel Rechnerysteme, Monitore, Drucker, Switches, Router, Subnetze, Netzwerkkarten und Netzanschlusspunkte). Die Kommunikation zwischen Datenverarbeitungsbausteinen nennt man Datenübertragungsverbindungen. Zu diesen gehören typischerweise Datenkabel. Bei Übertragung mittels Funknetzen wird die Datenübertragungsverbindung nur durch die beiden Knoten definiert, zwischen denen die Übertragung stattfindet.

2.4.3.3 UML-Klassendiagramm der physischen Werkzeugebene

In der nachfolgenden Abb 8. wird die Struktur der logischen Werkzeugebene als UML-Klassendiagramm dargestellt. Die zwischen der logischen und der physischen Ebene bestehenden Beziehungen werden als gepunktete Linien und Symbole dargestellt.

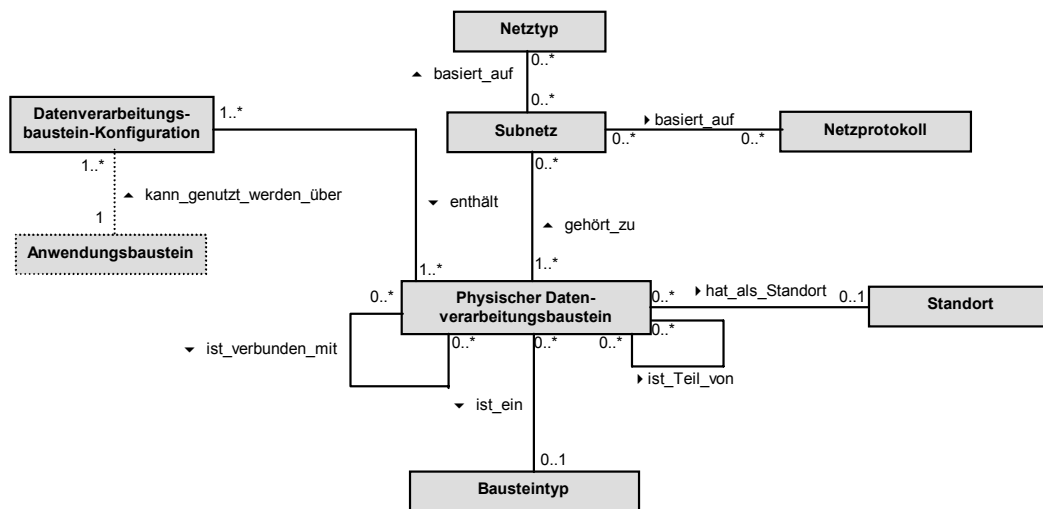


Abb 8: UML-Notation der physischen Werkzeugebene



Abb 9: Beispiel-Konstrukte der logischen Werkzeugebene des 3LGM²

2.4.4 Interebenen-Beziehungen

Die fachliche, logische und physische Werkzeugebene existieren nicht unabhängig voneinander. Diese Beziehungen zwischen den Ebenen werden als Interebenen-Beziehungen beschrieben. In dem Metamodell werden die Beziehungen zwischen der fachlichen und der logischen Werkzeugebene sowie die Beziehungen zwischen der logischen und der physischen Werkzeugebene beschrieben. Diese Interebenen-Beziehungen sind im UML-Klassendiagramm als gepunktete Klassen und Assoziationsbeziehungen sichtbar.

2.4.4.1 Interebenenbeziehung zwischen der fachlichen und der logischen Werkzeugebene

2.4.4.1.1 Aufgabe und Anwendungsbaustein

Eine Aufgabe in einem Krankenhaus wird

- durch einen einzelnen Anwendungsbaustein
- durch mehrere Anwendungsbausteine gemeinsam
- durch eine Kombination davon

durchgeführt.

Dies wird im 3LGM²-Metamodell durch die Anwendungsbausteinkonfiguration dargestellt. Somit enthält eine Anwendungsbausteinkonfiguration alle Anwendungsbausteine, die zur Durchführung einer Aufgabe unbedingt erforderlich sind. Entfernt man einen Baustein aus dieser Konfiguration so kann die Ausführung der Aufgabe nicht mehr unterstützt werden. Wird eine Aufgabe durch mehrere Anwendungsbausteinkonfigurationen unterstützt, so kann die Aufgabe nach Entfernung einer Anwendungsbausteinkonfiguration nach wie vor durch die verbliebene Anwendungsbausteinkonfiguration unterstützt werden, dabei aber unter Umständen unter Einschränkung der Qualität der Durchführung.

2.4.4.1.2 Aufgabe und Softwareprodukt

Durch ein Softwareprodukt wird die Durchführung einer Aufgabe unterstützt. Dabei wird aber nicht beschrieben, ob durch eine Parametrierung des Softwareproduktes der Anwendungsbaustein nur mehr eine geringere Funktionalität anbietet.

2.4.4.1.3 Aufgabe und Ereignis

Nach Beendigung der Durchführung einer Aufgabe kann ein Ereignis eines bestimmten Ereignistyps ausgelöst werden, das wiederum das Versenden einer Nachricht eines bestimmten Nachrichtentyps steuert. Durch diese Beziehung hat man die Möglichkeit nachrichten-basierte Kommunikation zu beschreiben.

2.4.4.1.4 Objekt und Repräsentationsform

Ein Objekttyp der fachlichen Ebene kann auf der logischen Werkzeugebene entweder durch Datensatztypen, die die Informationen repräsentiert als Objekttypen in einem Datenbanksystem

speichern, oder durch Dokumententypen, die die Information repräsentiert als Objekttypen in einer Dokumentensammlung speichern, repräsentiert werden.

2.4.4.2 Interebenenbeziehung zwischen der logischen und der physischen Werkzeugebene

Ein rechnerbasierter Anwendungsbaustein kann

- auf einem einzelnen physischen Datenverarbeitungsbaustein
- auf mehreren physischen Datenverarbeitungsbausteinen gemeinsam
- oder auf einer Kombination von beiden

installiert sein.

Diese Beziehung wird im 3LGM²-Metamodell als Datenverarbeitungsbaustein-Konfiguration dargestellt. Eine Datenverarbeitungsbaustein-Konfiguration enthält somit alle notwendigen Datenverarbeitungsbausteine, die zur Installation eines Anwendungsbausteins erforderlich sind. Entfernt man einen Baustein aus dieser Konfiguration so kann der Anwendungsbaustein nicht mehr genutzt werden.

Wird ein Anwendungsbaustein durch mehrere Datenverarbeitungsbaustein-Konfigurationen unterstützt, so kann der Anwendungsbaustein auch nach der Entfernung einer Datenverarbeitungsbaustein-Konfiguration nach wie vor durch die verbliebene Datenverarbeitungsbaustein-Konfiguration unterstützt werden, dabei aber unter Umständen unter Einschränkung der Qualität der Anwendung.

2.5 Der 3LGM²-Baukasten

Der in dieser Arbeit angewendete Prototyp eines Werkzeuges zur Modellierung von Krankenhausinformationssystemen wurde im Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie (IMISE) der Leipziger Universität entwickelt [43]. Er unterstützt das Format *.3lgm. Das Tool benötigt zirka 30 Megabyte Arbeitsspeicher und erbringt ab Pentium II und 32 MB Hauptspeicher seine optimale Leistung. Das Copyright am Programm bleibt an der Leipziger Universität.

Das Tool unterteilt sich in einen Modellbrowser mit den 3LGM²-Elementen und dem Dokumentenfenster (graphische Fläche) im rechten Teil der Software.

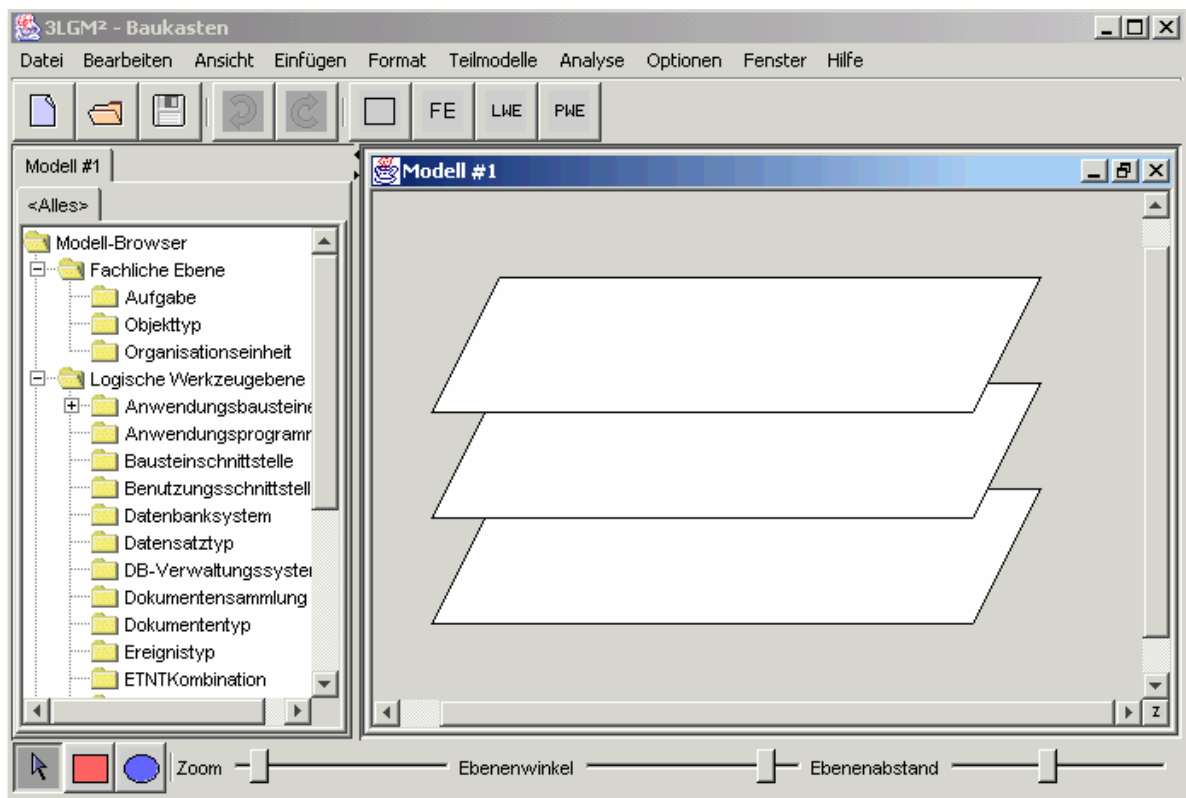


Abb 10: 3LGM²-Baukasten mit Modellbrowser und Dokumentenfenster

2.5.1 Zeichnen von Modellelementen

Es gibt zwei Möglichkeiten zum Zeichnen der verschiedenen Modellelemente. Zum einen über die Symbolzeilenleiste, zum anderen über die rechte Maustaste und das Kontextmenü. Beispielsweise kann man auf der fachlichen Ebene Aufgaben oder Objekttypen zeichnen. Dazu auf den jeweiligen Button - wenn man mit der Maus über die Buttons fährt, kann man sehen, welcher Button dem jeweiligen Element zugeordnet ist - auf der Symbolzeilenleiste klicken. Dadurch wird der Mauszeiger zum Fadenkreuz und man kann das Element im Dokumentenfenster anlegen. Beim Zeichnen auf der fachlichen Ebene im Dokumentenfenster öffnet sich ein Dialog, in dem man das Modellelement genau bezeichnen kann. Dies kann man später auch über die rechte Maustaste und das Kontextmenü nachholen.

Durch Klicken der rechten Maustaste im Dokumentenfenster erscheint das Kontextmenü, über das man auch neue Elemente anlegen kann. Diese Modellelemente können mit der Maus verschoben und in ihrer Größe verändert werden.

Auf der logischen Werkzeugebene kann man Anwendungsbausteine, auf der physischen Werkzeugebene physische Datenverarbeitungsbausteine zeichnen.

2.5.2 Verknüpfungen zwischen den Modellelementen setzen

Zwischen den verschiedenen Modellelementen (Aufgabe, Objekttyp, Anwendungsbaustein und physischer Datenverarbeitungsbaustein) kann man Verknüpfungen setzen. Dies erfolgt sowohl über das Kontextmenü selbst, das man mit der rechten Maustaste aufruft, als auch über den Eigenschaften Dialog des Kontextmenüs. Dieser Dialog zeigt, welche freien Knoten noch vorhanden sind. Diese kann man dann mit dem jeweiligen Element verbinden.

Die Verknüpfungen können sowohl in eine Richtung verlaufen als auch in beide (der Weg der Verknüpfung zeigt, welcher Art diese ist: interpretierend, bearbeitend oder ist_Teil_von). Diese Verbindungen werden durch Kanten (Pfeile) ausgedrückt und zeigen die Beziehungen der Elemente zueinander. Alle Verknüpfungen werden sowohl im Dokumentenfenster (graphisch) als auch im Modellbrowser (schriftlich) angezeigt.

2.5.3 Eigenschaften-Dialog

Jedes Element, egal auf welcher Ebene, hat Eigenschaften, die ihm zugeordnet sind. Diese Eigenschaften sind im Eigenschaften-Dialog zusammengefasst. Diesen öffnet man, indem man das Element mit der rechten Maustaste anklickt und den Unterpunkt Eigenschaften auswählt.

3. Ergebnis: Modellierung des Krankenhausinformationssystems des Psychiatrischen Krankenhauses Hall - ein Subsystem der Tiroler Landeskrankenanstalten GmbH

3.1 Das Unternehmen TILAK als Anbieter von Gesundheitsleistungen

Gegründet wurde die Tiroler Landeskrankenanstalten GmbH (TILAK) 1991. Sie ist eine ausgegliederte, im Eigentum der Gebietskörperschaft Land Tirol stehende Rechtsträgerschaft mit eigener Rechtspersönlichkeit und ist nicht auf Gewinn ausgerichtet.

Die TILAK hat die Leitung von vier Landeskrankenhäusern, einer Privatklinik, eine Beteiligung an einer Betriebsgesellschaft für ein Bezirkskrankenhaus sowie eine Ausbildungsstätte für Gesundheitsberufe übernommen. Die TILAK betreibt rund die Hälfte der Krankenhausbetten von Tirol, somit ist die TILAK das größte Gesundheitsunternehmen Tirols.

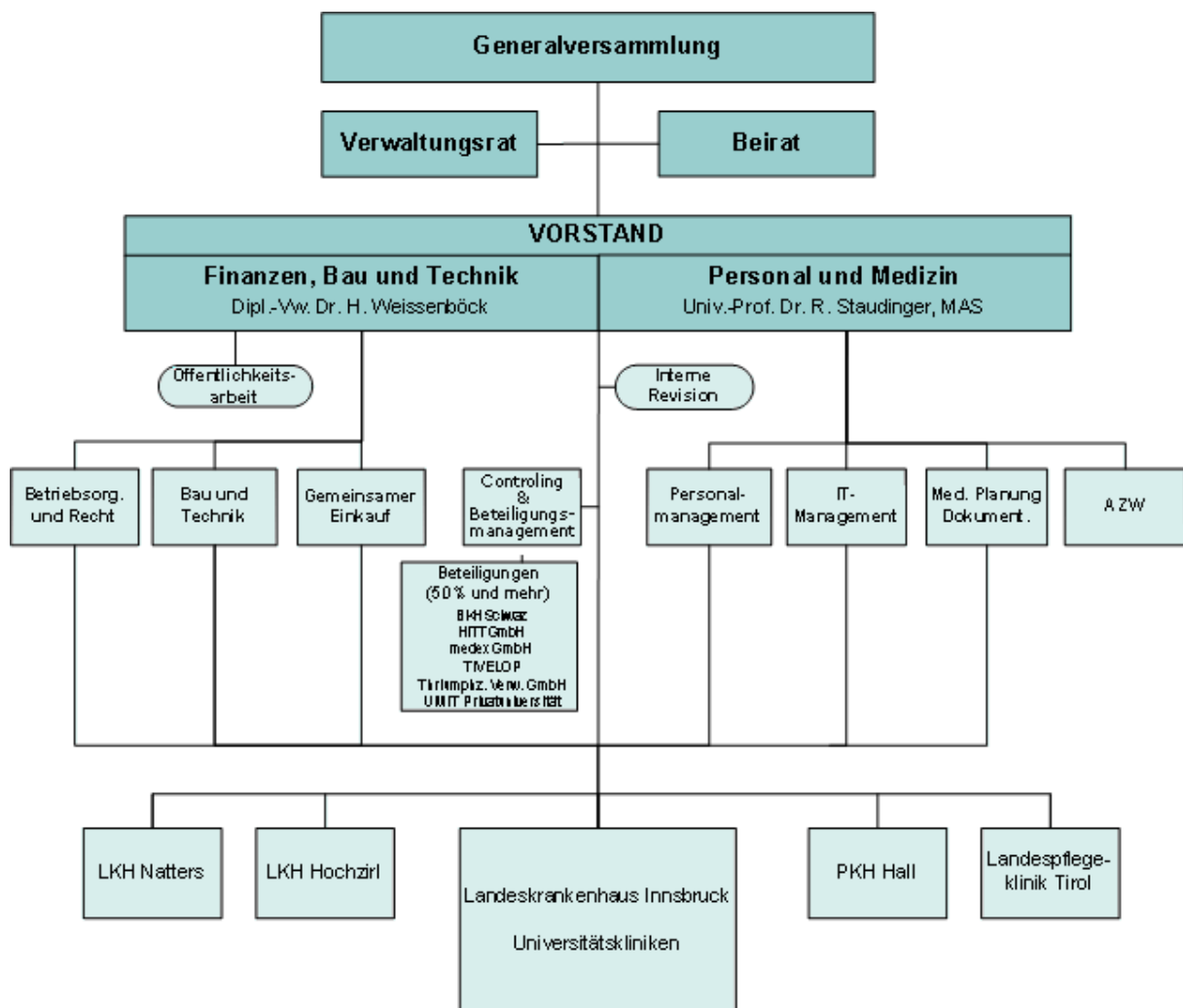


Abb 11: Organigramm der TILAK

Im folgenden Abschnitt wird die TILAK und das PKH Hall auf Basis der Informationen [6, 44, 45] vorgestellt.

3.2. Kenngrößen der TILAK

Die TILAK verwaltete 2002 ein Betriebsbudget von insgesamt mehr als € 350 Mio., davon betragen die Personalkosten mehr als € 200 Mio, und der Mitarbeiter Stand beläuft sich auf ca. 7.600 Personen (ca. 6.000 korrigierte Beschäftigte) . Für Bauten und sonstige Investitionen werden mehr als € 60 Mio. aufgewendet.

3.3 Kenngrößen des Psychiatrischen Krankenhauses Hall (PKH Hall)

Das PKH Hall ist eine Sonderkrankenanstalt für psychisch kranke Menschen und besteht aus:

- 12 Stationen
- einer Allgemeinen Ambulanz und
- verschiedene Spezialambulanzen.

Dabei erfolgt eine regionale Zuteilung entsprechend dem Psychiatrieplan zwischen Primariat A und Primariat B.

Das Leistungsangebot der Psychiatrie umfasst Allgemeinpsychiatrie mit Gerontopsychiatrie, Fachstationen für Drogen-, Alkohol- und Medikamentenabhängige, Psychotherapie, Tagesklinik, Forensik, Psychiatrie unter Verwendung ganzheitsmedizinischer Therapieansätze (wie Homöopathie, Akupunktur, Manualtherapie, usw.), Assessment Unit, EEG, Physiotherapie, Ergotherapie, Sozialarbeit und Konsiliarärzte.

Das Psychiatrische Krankenhaus Hall betreibt insgesamt ca. 275 Betten und beschäftigt ca. 480 Personen verschiedenster Berufsgruppen. In Zusammenarbeit mit dem Ausbildungszentrum West der TILAK werden die MitarbeiterInnen aus- und weitergebildet, um den neuesten Erkenntnissen der Wissenschaft gerecht zu werden.

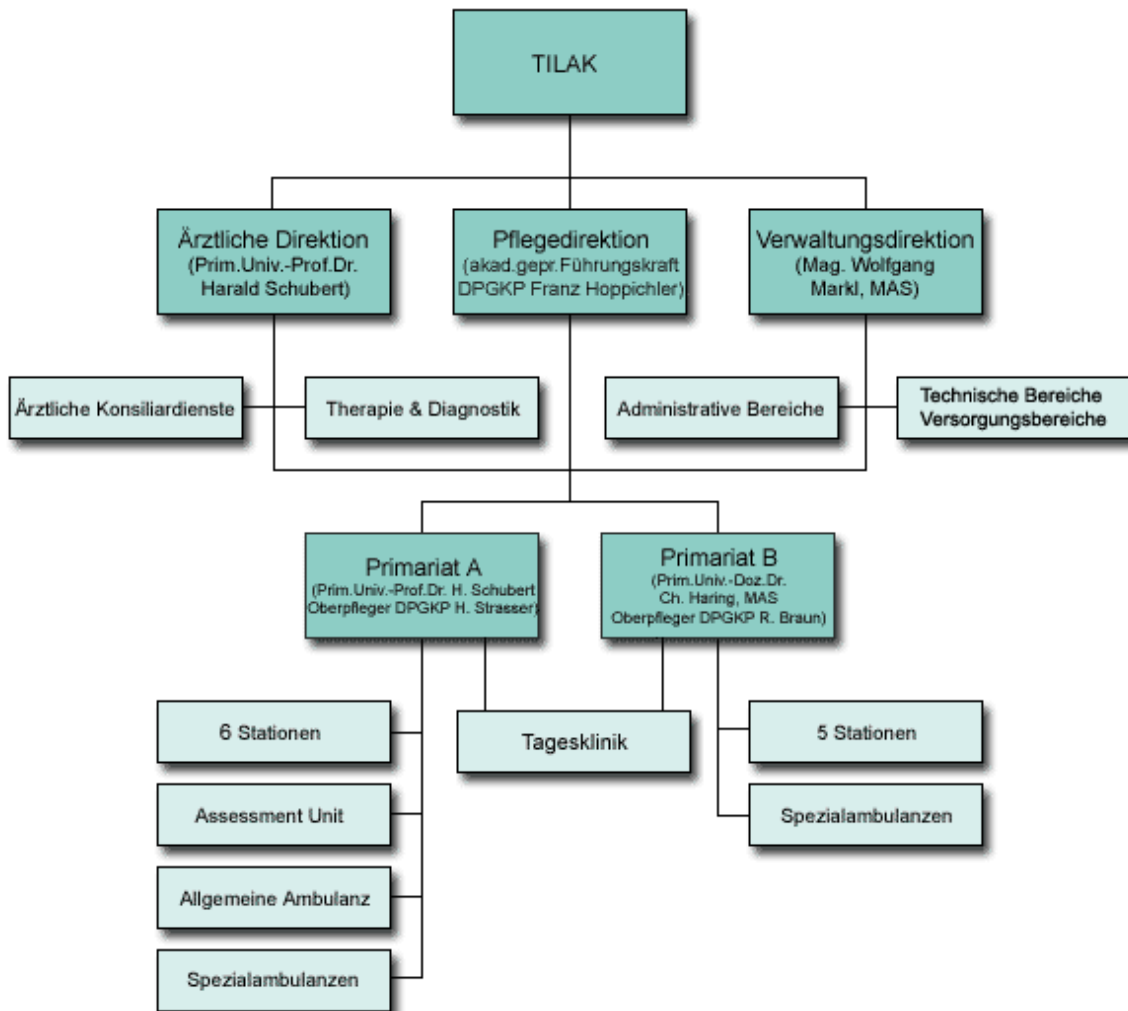


Abb 12: Organigramm des PKH Hall

3.4. Datenbeschaffung

Die Erhebung der Daten des Krankenhausinformationssystems erfolgte mittels Auswertung von Interviewbögen. Diese Interviews wurden für das Projekt HealthPlanner von Mitarbeitern der Information Technology for Healthcare (ITH) im Dezember 2002 durchgeführt. Das Ziel des Projektes HealthPlanner ist die Optimierung von Ressourcen und Personal. Weitere Informationen konnten durch mehrmalige Besprechungen mit Frau Dipl.-Ing. Martina Pfaffermayr (ITH), sowie einem Gespräch mit Herrn Dr. Georg Lechleitner (Abteilungsvorstand des TILAK Informationsmanagement), sowie aus der TILAK IT-Strategie 2003-2007 gewonnen werden.

3.4.1 Auflistung der hauptsächlichen Aufgabengebiete des PKH Hall und der unterstützten rechenbasierten und nicht rechnerbasierten Anwendungssysteme

Aufgabe	rechnerbasiertes Anwendungssystem	nicht rechnerbasiertes Anwendungssystem
---------	-----------------------------------	---

Aufgabengruppe 1: Patientenbehandlung

1.1 Patientenaufnahme	MEDAS	
1.2 Entscheidungsfindung, Behandlungsplanung und -organisation	MPA PMS	nicht rechnerbasierter Arbeitsplatz (Telekommunikation, Formulare etc.)
1.3 Patientenbezogene Leistungsanforderung	MPA	nicht rechnerbasierter Arbeitsplatz (Telekommunikation, Formulare etc.)
1.4 Diagnostische, therapeutische oder pflegerische Maßnahmen-durchführung	PMS	nicht rechnerbasierter Arbeitsplatz (Telekommunikation, Formulare etc.)
1.5. Leistungsdokumentation	MEDAS, MPA	
1.6. Leistungsabrechnung	MEDAS	
1.7 Klinische Dokumentation	MPA, PMS	nicht rechnerbasierter Arbeitsplatz (Formulare etc.)
1.8 Entlassung und Weiterleitung	MEDAS, MPA	

Tabelle 1: Auflistung der Aufgabengruppe 1: Patientenbehandlung des PKH Hall und der unterstützten rechenbasierten und nicht rechnerbasierten Anwendungssysteme.

Aufgabengruppe 2: Führen der Krankenakte

2.1 Erstellung und Versand von Dokumenten	MPA	nicht rechnerbasierter Arbeitsplatz (Formulare etc.)
2.2 Diagnosen- und Prozeduren-Dokumentation	MEDAS, MPA, PMS	nicht rechnerbasierter Arbeitsplatz (Formulare etc.)
2.3 Archivierung und Verwaltung der Krankenakten	MEDAS, MPA, Mikrofilm	Archiv

Tabelle 2: Auflistung der Aufgabengruppe 2: Führen der Krankenakte des PKH Hall und der unterstützten rechenbasierten und nicht rechnerbasierten Anwendungssysteme.

Aufgabengruppe 3: Arbeitsorganisation und Ressourcenplanung

3.1 Termin- und Ressourcenplanung	MPA	nicht rechnerbasierter Arbeitsplatz (Telekommunikation, Formulare etc.)
3.2 Material- und Medikamenten-wirtschaft	SAP-MM	nicht rechnerbasierter Arbeitsplatz (Telekommunikation, Formulare etc.)
3.3 Geräteverwaltung, Instandhaltung	SAP-PM	
3.4 Bereitstellung von Arbeitshilfen und Organisationshilfen	Medas, MPA	nicht rechnerbasierter Arbeitsplatz (Formulare etc.)
3.5 Betriebliche Kommunikation	MPA, E-Mail, Intranet	nicht rechnerbasierter Arbeitsplatz (Telekommunikation)
3.6 Elementare Aufgaben der Informationsverarbeitung	MS-Office	

Tabelle 3: Auflistung der Aufgabengruppe 3: Arbeitsorganisation und Ressourcenplanung des PKH Hall und der unterstützten rechenbasierten und nicht rechnerbasierten Anwendungssysteme.

Aufgabengruppe 4: Krankenhausmanagement

4.1 Betriebssteuerung/Controlling	SAP-CO, SAP-BW	
4.2 Kosten- und Leistungsrechnung	SAP-CO	
4.3 Finanzbuchhaltung	SAP-FI	
4.4 Personalwirtschaft	SPExpert, PEPS, SAP-HR	Dienstplanerstellung konventionell
4.5 Erstellen von Statistiken	SAP-Module, MS-Office	

Tabelle 4: Auflistung der Aufgabengruppe 4: Krankenhausmanagement des PKH Hall und der unterstützten rechenbasierten und nicht rechnerbasierten Anwendungssysteme.

Aufgabengruppe 5: Forschung und Lehre

5.1 Zugriff auf Wissen	Pflegestandards, Arzneimittelliste, Codicum, Vidal, Clinical Evidence, Medline, Universität Innsbruck etc.	
5.2 Organisation der Lehre	Spezialsysteme (z. B: AZW Info)	

Tabelle 5: Auflistung der Aufgabengruppe 5: Forschung und Lehre des PKH Hall und der unterstützten rechenbasierten und nicht rechnerbasierten Anwendungssysteme.

3.4.2 Rechnerbasierte Anwendungssysteme des PKH Hall

Name	Software	Firma/Entwickler	Funktion
Codicum	Codicum	Documed	Codierhilfesystem Diagnosen/Medizinische Einzelleistungen (MELs) der TILAK
MEDAS	MEDAS	TILAK	Patientenverwaltung und Patientenabrechnung
MPA	MPA	Systema	Medical Process Assistant: Softwareprodukt zur um- fassenden Unterstützung der medizinisch-pflegerischen Behandlungsprozesse in Krankenhäusern.
PEPS	PEPS	ITH + S2 Engeneering + TILAK	Personaleinsatzplanung
PMS	PMS	PKH Hall	Pflegemanagementsystem
SAP	R/3	SAP	Systeme, Anwendungen, Produkte in der Daten- verarbeitung Betriebswirtschaftliches System
SP-Expert	SP-Expert	Astrum	Dienstplansystem Ärzte und Pfleger
VIDAL	VIDAL	VIDAL	Medikamenteninformations- system der TILAK

Tabelle 6: Rechnerbasierte Anwendungssysteme des PKH Hall

3.4.2.1 Kommunikation zwischen den Anwendungssystemen

Die Kommunikation zwischen den verschiedenen medizinischen Anwendungssystemen erfolgt im Health Level 7 (HL/7) Schnittstellenverbund [46]. Ein Kommunikationsserver steht im Zentrum der logischen Werkzeugebene, um die asynchrone Kommunikation zwischen den Anwendungsbausteinen zu unterstützen. Die meisten Krankenhausinformationssysteme mit DBⁿ-Architekturstil basieren heute auf diesem Architekturprinzip [17].

3.4.3 Physische nicht rechnerbasierte Werkzeuge des PKH Hall

Telefonapparate gesamt	385
Telefonapparate für Patienten	70
Faxgeräte	28

Tabelle 7: Physische nicht rechnerbasierte Werkzeuge des PKH Hall (Quelle: Tilak IT-Strategie Stand 2002)

3.4.4 Physische rechnerbasierte Werkzeuge des PKH Hall

Personal Computer	141
Drucker	96

Tabelle 8: Physische rechnerbasierte Werkzeuge des PKH Hall (Quelle: Tilak IT-Strategie Stand 2002)

3.4.4.1 Serversysteme

Name	Firma/Servertyp	Standort
Medas Zentralserver (DB- und Applicationsserver)	IBM Z-Serie 2064 Datenbank IMS/DB ehem.DL/1	Allgemeinen Rechenzentrum (ARZ)

SAP-Datenbankserv	IBM Z-Serie 2064 Betriebssystem Z/OS Datenbank DB/2	Allgemeines Rechenzentrum (ARZ)
SAP-Application Server	TILAK SAP P11 IBM p-Serie RS/6000	Allgemeines Rechenzentrum (ARZ)
PEPS Application Server	NT 2000 Server Tipeps 01	TILAK Innsbruck
PEPS DB-Server	NT 2000 Server SQL 7.5	TILAK Innsbruck
SP-Expert Application Server	Tiappl NT-Server	TILAK Innsbruck
SP-Expert DB-Server Tipdes02	NT-Server Oracle 8171	TILAK Innsbruck
Intranet DB-Server	SQL-Server	TILAK Innsbruck
Intranet WebServer	NT-Server in Umstellung auf Linux-Server	TILAK Innsbruck
Internet DB-Server	SQL-Server	TILAK Innsbruck
Internet Webserver Goofy	Linux Server	TILAK Innsbruck
Backup Server	Compaq Proliant DL380 Cold Standby für alle drei MPA- Server	TILAK Innsbruck
NetWare Server	Compaq DL 380 Client-Application-Verteilungs- Server	TILAK Innsbruck
PKH-MPA-DP(Oracle) Server	Compaq Proliant DL380	TILAK Innsbruck
PKH-MPA-Application Server	Compaq Proliant DL380	TILAK Innsbruck
Mail-Server		TILAK Innsbruck

FAX-Server	MRS	TILAK Innsbruck
TI-Hall S01 Novell-Server	Compaq Proliant 2500 Dokumentenablage, Office File & Print-Server	PKH-Hall

Tabelle 9: Serversysteme des PKH Hall (Stand: Juni 2003)

3.5 3LGM²-basierte Modellierung des Krankenhausinformationssystems des PKH Hall

Durch die Beschreibung der statischen Struktur eines Krankenhausinformationssystems ermöglicht man dem Management eines Krankenhauses eine bessere Sicht auf die komplexen heterogenen Unternehmensstrukturen des Krankenhauses. Ein Modell des PKH Hall kann dem Management helfen die derzeitige Situation, die Stärken und Schwächen des Informationssystems zu erkennen und zu bewerten.

Diese Bewertung könnte zukünftig als Basis für die Weiterentwicklung des Krankenhausinformationssystem dienen, und damit dem Krankenhausmanagement bei der Planung, Steuerung und Überwachung des Informationssystem eine wesentliche Hilfe sein.

3.5.1 Modellierung der fachlichen Ebene des Krankenhausinformationssystems des PKH Hall

Wie bereits in 2.4.1 erläutert werden auf der obersten Ebene, der fachlichen Ebene, die Aufgaben, die in einem Krankenhaus anfallen beschrieben. Ebenso werden die Objekttypen dargestellt, die im Rahmen der Durchführung der Aufgaben entweder bearbeitet bzw. interpretiert werden.

Bei diesem Modell wurden folgende Objekttypen beschrieben:

Krankenhaus	Krankenhausressourcen	Dokumentation	Hol- & Bringdienst
Fall	Befund	Patient	Arzt
Pflege	Mitarbeiter Administration	Dienstleister	Leistungsanforderung
Dienstplan	<div style="display: flex; align-items: center;"> → Dienstplan Ärzte </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> → Dienstplan Pflege </div>		

Tabelle 10: Objekttypen des PKH Hall

Die Aufgaben wurden wie folgt für das Modell aufbereitet.

Aufgabe	1. Verfeinerung	2. Verfeinerung	3. Verfeinerung
1. Patienten Aufnahme	1.1 Administrative Aufnahme 1.2 Ärztliche Aufnahme 1.3 Pflegerische Aufnahme		
2. Patienten Entlassung	2.1 Administrative Entlassung 2.2 Ärztliche Entlassung 2.3 Pflegerische Entlassung		
3. Patientenbehandlung	3.1 Dokumentation 3.2 Entscheidungsfindung, Planung, Organisation der Behandlung	3.2.1 Klinische Leistungsanforderung	3.2.1.1 EEG-Anf. 3.2.1.2 Labor-Anf. 3.2.1.3 Psychoth. Anf. 3.2.1.4 Pflgeeth. Anf. 3.2.1.5 Physio- & Ergo- Anforderung 3.2.1.6 Konsiliar Anf.
4. Ressourcen- & Materialanforderung	4.1 Medikamenten Anf. 4.2 Speisen Anforderung 4.3 Personalorganisation 4.4 Wäsche Anforderung		
5. Verwaltung Patientenakten			
6. Verwaltung Krankenhaus			
7. Krankenhaus Präsentation			
8. Holen- und Bringen von Patienten und Ressourcen			
9. Leistungsabrechnung			

Tabelle 11: Aufgaben des PKH Hall

Im folgenden Bild wird über den Eigenschaften-Dialog der fachlichen Ebene des Baukastens die Aufgabe Patienten-Aufnahme gezeigt. Beispielhaft wird der Unterpunkt *Allgemein* und *Struktur* abgebildet. Im Unterpunkt *Allgemein* wird die jeweilige Aufgabe mit einer detaillierten Bezeichnung und Beschreibung der Aufgabe zur Darstellung gebracht.

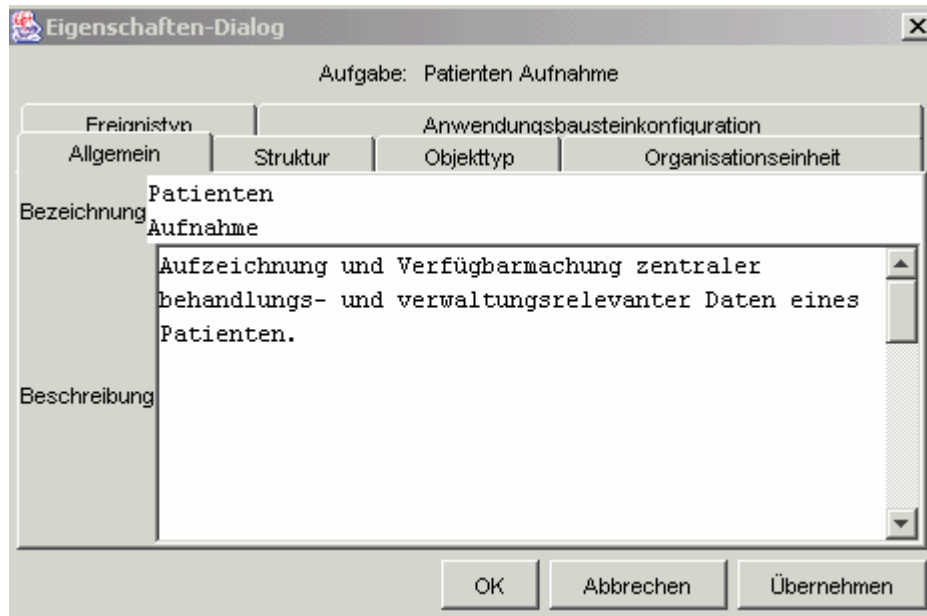


Abb 13: Eigenschaften-Dialog der Aufgabe Patienten Aufnahme mit den Unterpunkt *Allgemein*

Im Unterpunkt *Struktur* findet man eine Auflistung der übergeordneten bzw. untergeordneten Aufgaben zur Aufgabe Patienten Aufnahme

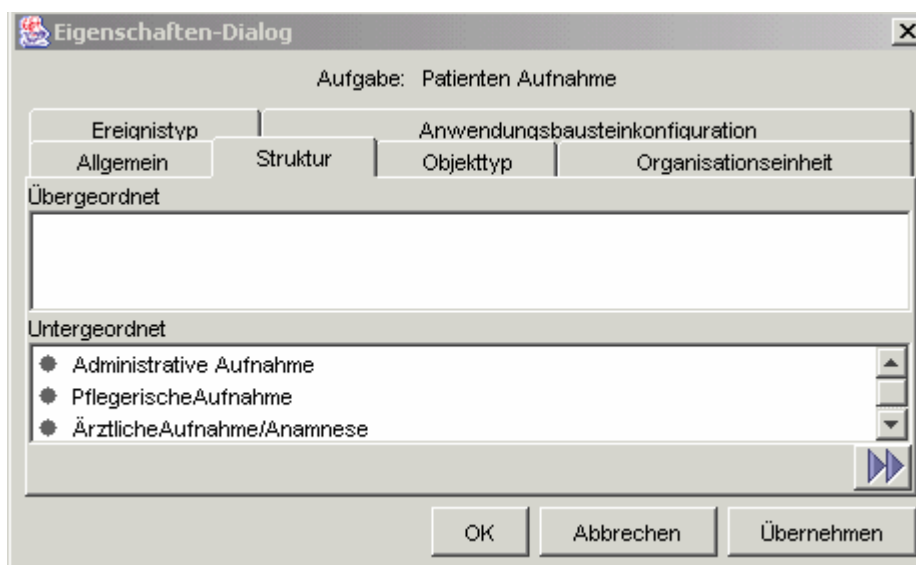


Abb 14: Eigenschaften-Dialog der Aufgabe Patienten Aufnahme mit den Unterpunkt *Struktur*

Im Eigenschaften-Dialog des Objekttyps Mitarbeiter Administration werden dem Modellierer bei dem Unterpunkt Aufgabe alle Aufgaben aufgelistet, die einen Objekttyp bei Durchführung einer Aktivität bearbeiten. Unter interpretierender Objekttyp versteht man einen Objekttyp, dessen Objekten bei Erledigung der Aktivitäten einer Aufgabe Informationen gewinnen.

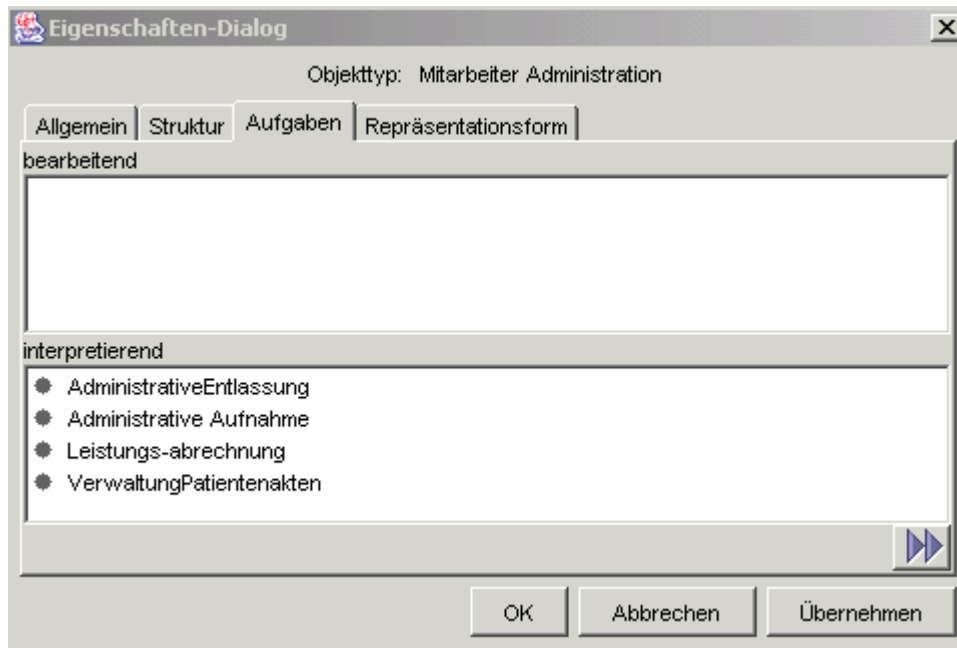


Abb 15: Eigenschaften-Dialog des Objekttyps Mitarbeiter Administration mit den Unterpunkt *Aufgabe*

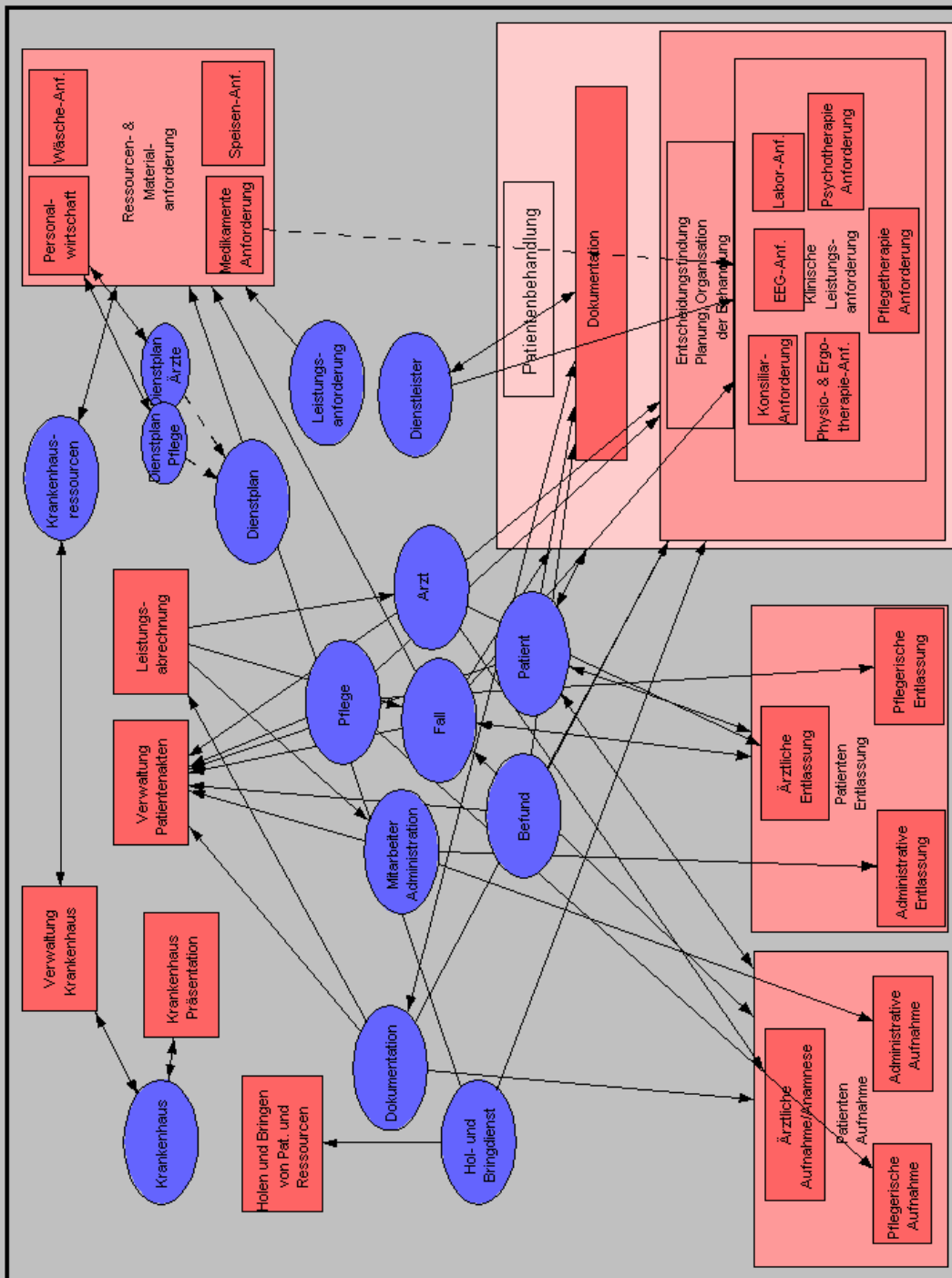


Abb 16: fachliche Ebene des PKH Hall

3.5.2 Modellierung der logischen Werkzeugebene des Krankenhausinformationssystems des PKH Hall

Auf der logischen Werkzeugebene werden die in 3.4.1 aufgelisteten rechnerbasierten sowie nicht rechnerbasierten Anwendungsbausteine dargestellt, mit denen die Aufgaben der fachlichen Ebene ausgeführt werden. Es kommt auch zur Darstellung wo die Daten gespeichert werden, entweder in einem Datenbanksystem oder in einer Dokumentensammlung.

Eine wichtige Darstellung auf der mittleren Ebene des 3LGM² ist, die Kommunikation zwischen den Anwendungsbausteinen sowie die Verbindung zu der fachlichen Ebene, welche Aufgaben können mit diesem Anwendungsbaustein erledigt werden, sowie die Verbindung zur physischen Werkzeugebene. Die physische Werkzeugebene stellt auch rechnerbasierte bzw. nicht rechnerbasierte physische Werkzeuge sowie ein System von Personen zur Verfügung, die für den Betrieb der Anwendungsbausteine der logischen Werkzeugebene notwendig sind.

Die Heterogenität eines Krankenhausinformationssystem kann man am Beispiel der Dienstplanung des PKH Hall veranschaulichen. Die Dienstpläne für Pflege und Ärzte werden getrennt vorgenommen. Die Dienstplanung wurde auf der logischen Ebene als ein gemischter (rechnerbasierter und nicht rechnerbasierter) Anwendungsbaustein modelliert. Verfeinert wurde der Baustein durch ist_Teil_von Beziehungen mit dem rechnerbasierten Anwendungsbausteinen Dienstplanoptimierung (PEPS) und Dienstplansystem (SP-Expert) mit jeweils einem Datenbanksystem, sowie dem nicht rechnerbasierten Anwendungsbaustein Dienstplanerstellung mit einer Dokumentensammlung.

Die Dienstplanung für die Pflege wird rechnerbasiert mit Hilfe des Dienstplansystems (SP-Expert) und des im Jahre 2002 eingeführten Dienstplanoptimierungssystem (PEPS) vorgenommen. Zwischen dem Dienstplansystem (SP-Expert) und dem Personalverwaltungssystem des Verwaltungsinformationssystems (SAP), in dem der Personalstamm angelegt ist, besteht eine Bausteinschnittstelle.

Der Dienstplan der Ärzte wird noch immer nicht rechnerbasiert mit Hilfe von MS-Excel durchgeführt. Dies zeigt auch die Bausteinschnittstelle zwischen MS Excel und der konventionellen Dienstplanerstellung. Die Speicherung der Daten erfolgt durch eine Dokumentensammlung, wobei in einer Dokumentensammlung Dokumente bestimmter Dokumententypen gespeichert werden.

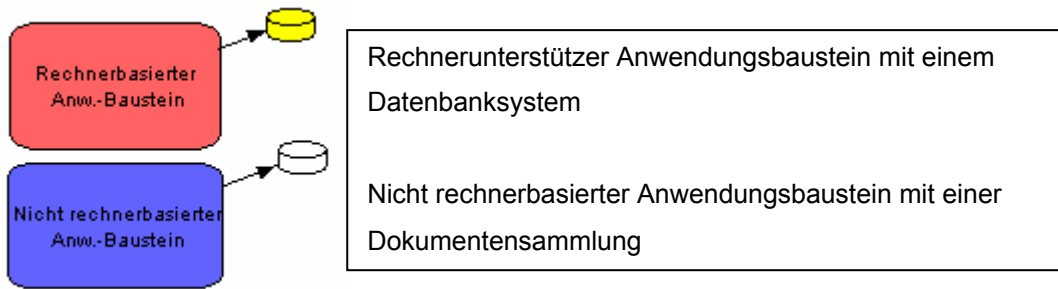


Abb 17: Grafische Darstellung der Anwendungsbausteine auf der logischen Ebene

Die folgende Abbildung stellt die logischen Anwendungsbausteine dar, die zur Erfüllung der Dienstplanerstellung von Nöten sind.

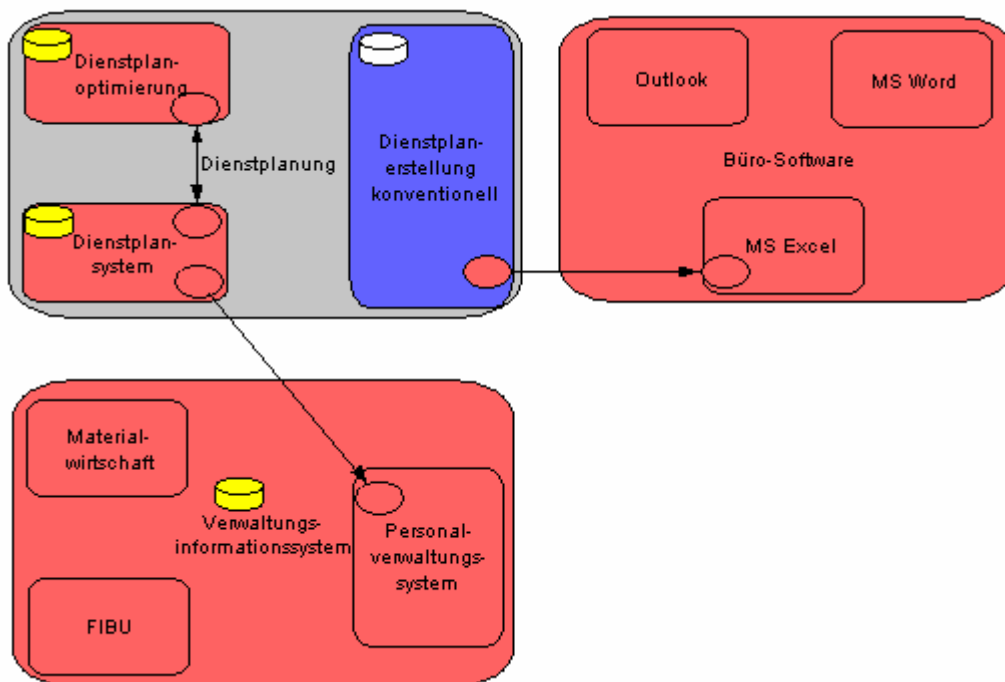


Abb 18: Logische Werkzeugebene der Dienstplanerstellung

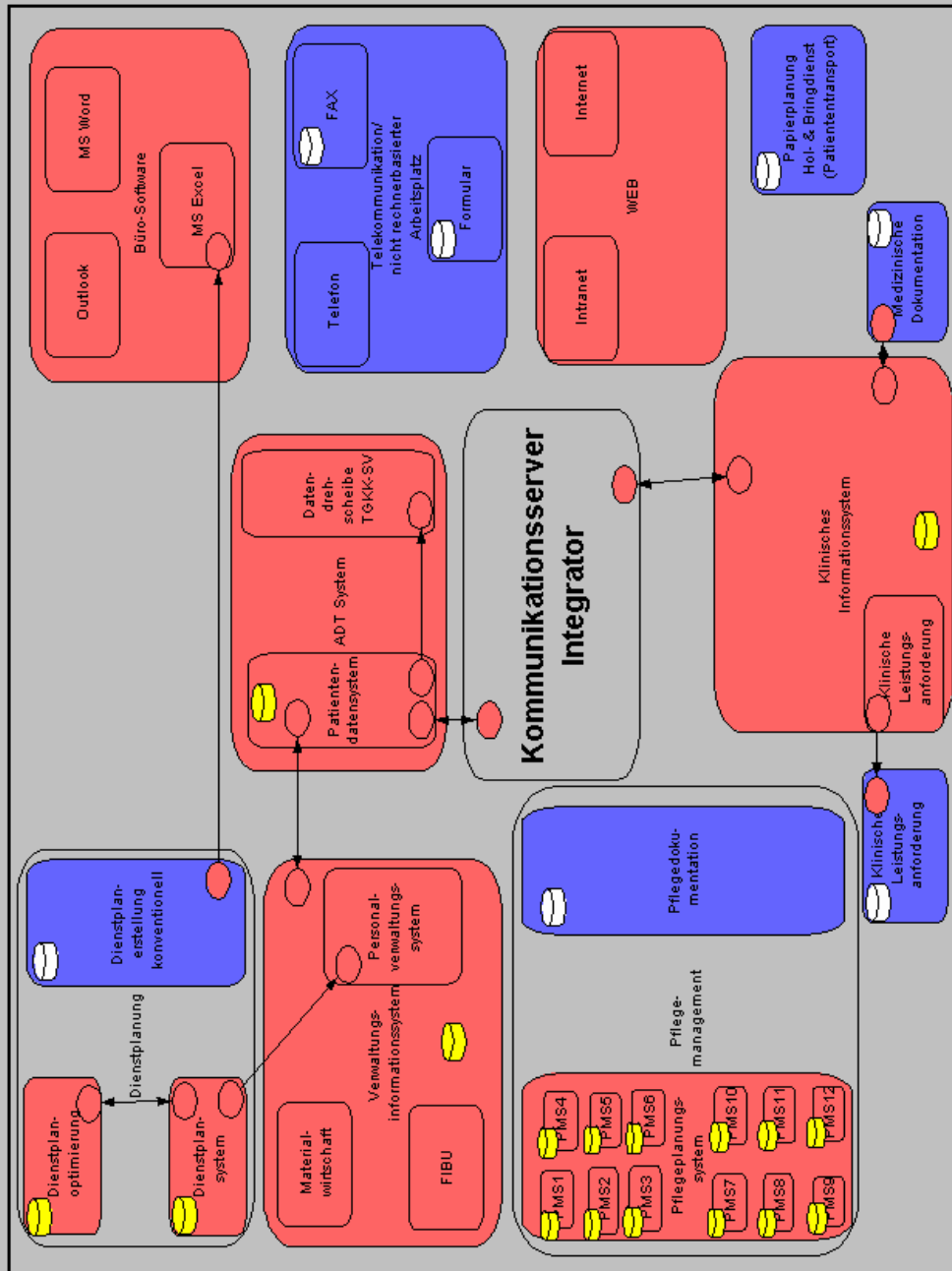


Abb 19: logische Werkzeugebene des PKH Hall

3.5.3 Modellierung der physischen Werkzeugebene des Krankenhausinformationssystems des PKH Hall

Diese Ebene stellt die physischen Werkzeuge zur Verfügung, die für den Betrieb von Anwendungsbausteinen notwendig sind. Wie auch auf der logischen Werkzeugebene kann man hier wieder zwischen rechnerbasierten und nicht rechnerbasierten Bausteinen sowie einem System von Personen unterscheiden, die für den Betrieb der Anwendungsbausteine der logischen Werkzeugebene notwendig sind.

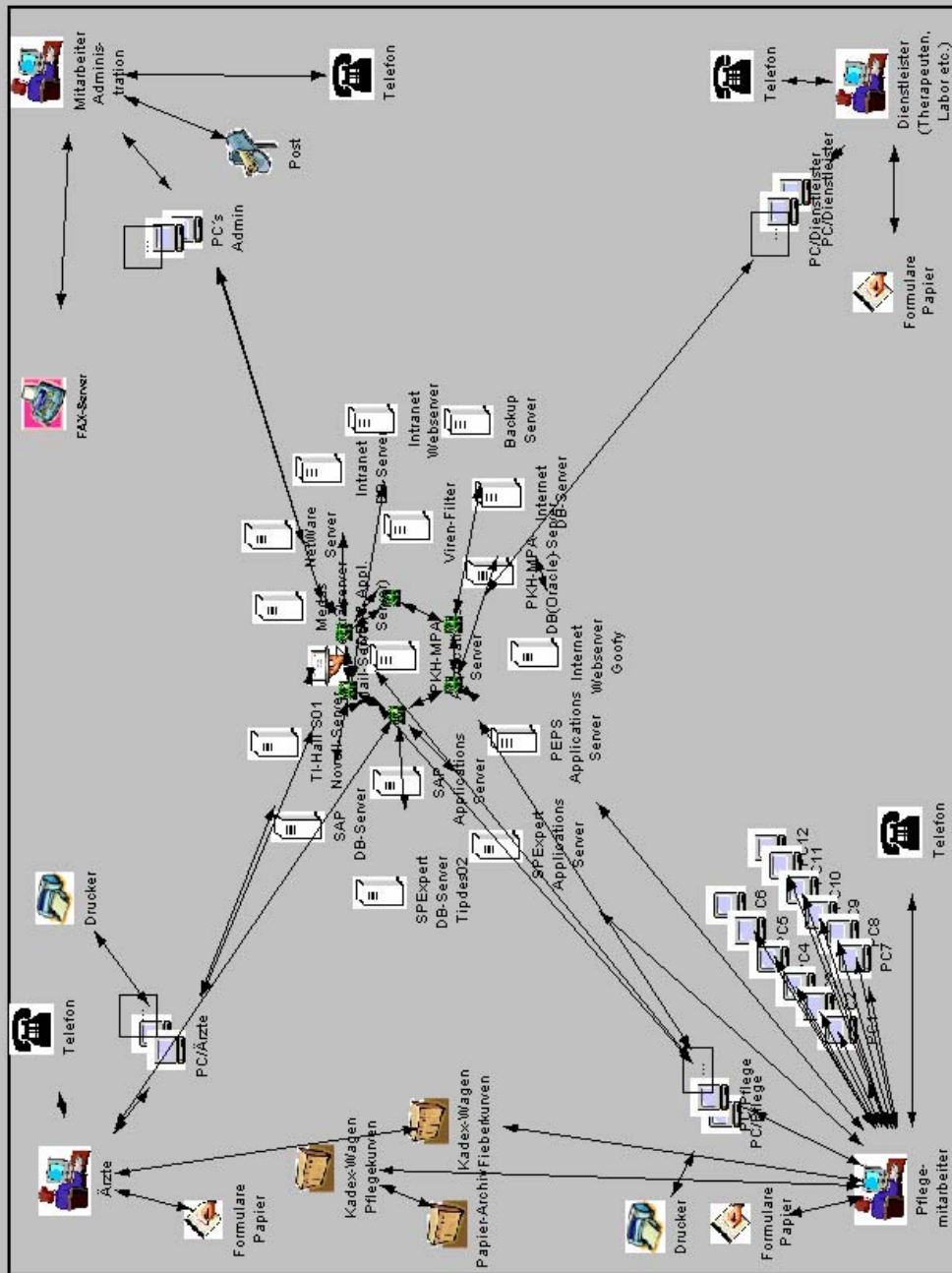


Abb 20: Physische Werkzeugebene des PKH Hall

3.5.4 Durchführung von einer Analyse zur Darstellung eines Teilmodells des Krankenhausinformationssystems am Beispiel des PKH Hall

Das 3LGM²-Werkzeug besitzt die Funktionalität Analysen durchzuführen mit dem Ziel Teilmodelle zu erstellen, um Stärken und Schwächen des Informationssystems besser darstellen zu können, oder um auf gezielte Fragestellungen Antwort geben zu können.

Zum Beispiel könnte das Management eines Krankenhauses an folgender Frage interessiert sein.

3.5.4.1 Von welchen logischen sowie auch physischen Anwendungsbausteinen wird die Aufgabe der pflegerische Aufnahme bzw. pflegerische Entlassung unterstützt?

Es wird eine Analyse erstellt, die ausgehend von den Aufgaben „pflegerische Aufnahme“ und „pflegerische Entlassung“ sich über die Anwendungsbausteinkonfiguration diejenigen Anwendungsbausteine auf der logischen Werkzeugebene aussucht, die zur Erledigung dieser zwei Aufgaben benötigt werden. Ebenso werden durch die physische Datenbausteinkonfiguration diejenigen physischen Datenbausteine gesucht, die für den Betrieb der Anwendungsbausteine von Nöten sind.

Ein Teilmodell ist das Ergebnis der Analyse. Die Aufgaben pflegerische Auf- bzw. Entlassung werden mittels des Pflegemanagementsystems durchgeführt. In diesem Teilmodell wird ersichtlich, dass sich auf jeder Station ein PC mit dem installierten Pflegemanagementsystem (Access Datenbank) befindet. Somit existieren 12 verschiedenen Datenbanken. Wird ein Patient von Station A nach Station B verlegt muss ein neuer Datensatz angelegt und die Daten eingegeben werden, da kein Zugriff auf eine zentrale Datenbank besteht. Somit kommt es zu redundanter Datenhaltung, und deshalb muss auf den Erhalt der Daten Integrität großer Wert gelegt werden.

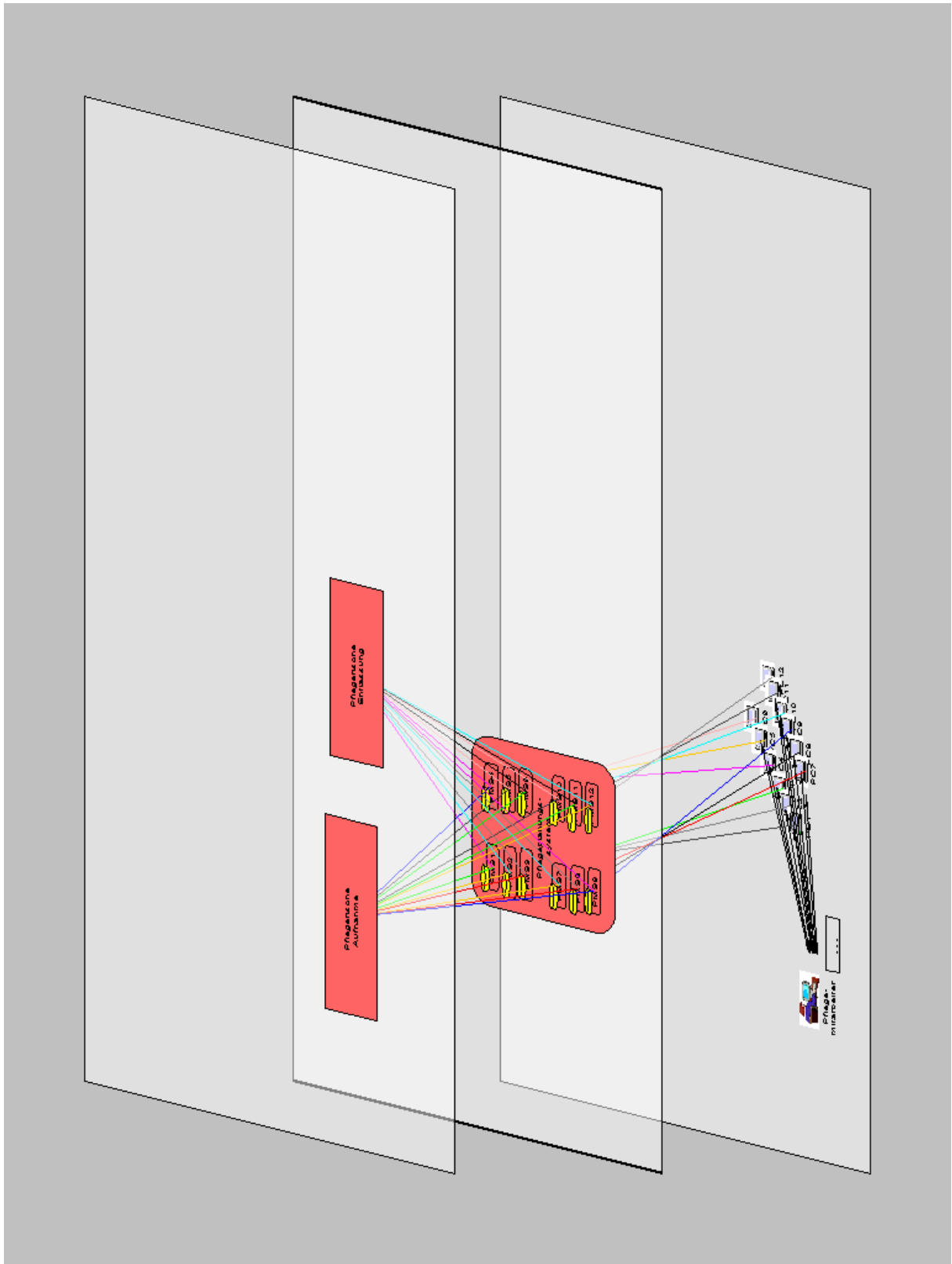


Abb 22: Teilmodell zur Fragestellung 3.5.4.

4. Diskussion

4.1 Beantwortung der Fragestellung

F1: Wie funktioniert die praktische Erprobung der 3LGM²-Methodik und des dazugehörigen Baukastens?

Im Abschnitt 2.4 wurde auf die Grundlagen der 3LGM²-Methodik sowie in Abschnitt 2.5 auf die des dazugehörigen Baukastens eingegangen. Aufbauend darauf wurde in Abschnitt 3 das Krankenhausinformationssystem des Psychiatrischen Krankenhauses Hall (PKH), das ein Subsystem der Tiroler Landeskrankenanstalten GmbH (TILAK) ist, beschrieben und modelliert.

Bei der Aggregation der Daten hinsichtlich des Informationssystem des PKH Hall wurde vor allem auf die Hauptaufgaben die das Psychiatrische Krankenhaus Hall zu erledigen hat Wert gelegt. Dies um den Betrachter, in diesem Fall dem Management des Krankenhauses, die Perspektive auf das Krankenhausinformationssystem zu ermöglichen, die es zur Planung, Bewertung und Überwachung des Informationssystems benötigt. Hierauf wird auch in [47] verwiesen, dass die Qualität eines Modells umso höher ist, je besser es die Anforderungen der jeweiligen Perspektive unterstützt, das heißt, je besser der mit der Modellierung jeweils verfolgte Zweck unterstützt wird, je besser die Modelle der jeweils durch die Nutzer eingenommenen Rolle genügen und je besser die Präferenzen der Nutzer erfüllt werden.

So wird auch von [48] die Modellbildung beschrieben, als das der Mensch die im konkreten Fall relevanten Aspekte des Systems am Modell nachbildet. Dies geschieht durch die Abstraktion von irrelevanten Merkmalen und die Abbildung der relevanten im Modell. Dabei hat sich der Modellierer an folgenden Zielkriterien zu orientieren:

- Relevanz der abgebildeten Originaleigenschaften (Problemkonformität)
- Korrektheit der Abbildung
- Modelltransparenz (intersubjektive Nachvollziehbarkeit).

Die Hauptaufgaben des PKH Halls wurden tabellarisch erfasst in 3.4.1 basierend auf dem Anforderungskatalog für die Informationsverarbeitung im Krankenhaus Version 1.0 [49], und es wurde mit der Modellierung der fachlichen Ebene begonnen. Im Verlauf der Darstellung der Aufgaben und Objekte der fachlichen Ebene konnte man Aufgaben einer Gruppen zuordnen mit ist_Teil_von Beziehungen bzw. Aufgaben innerhalb einer Aufgabengruppe verfeinern, da dies eine grafische

Ordnung ermöglichte und mehr Übersicht in diese Ebene brachte. Zum Beispiel als Oberbegriff die Patientenaufnahme, die dann verfeinert wurde in administrative, pflegerische und ärztliche Aufnahme.

Dies wird auch in der Literatur als hybrider Ansatz der Modellbildung beschrieben. Eine Kombination aus Top-Down und Bottom-Up-Ansatz, bei dem prinzipiell der Top-Down-Ansatz verfolgt wird [48].

Unter Top-Down wird die Modellierung ausgehend vom Ganzen in fortschreitender Verfeinerung im Modell abgebildet. Bei dem Bottom-Up-Ansatz wird auf der untersten Stufe der Detaillierung mit der Bildung des Modells begonnen.

Nachdem diese Vorgehensart der Modellbildung eine relativ gute Strukturiertheit in die fachliche Ebene brachte, war die Vorgehensweise auf der logischen Werkzeugebene dieselbe. Die Modellierung der logischen Werkzeugebene gestaltete sich von allen drei Ebenen als die einfachste. Zum Ersten, das man relativ leicht zu den Informationen für diese Ebene kommt, und zum Zweiten, das man durch Gruppierung der rechnerbasierten wie auch der nicht rechnerbasierten Anwendungsbausteine, die zur Durchführung einer Aufgabengruppe benötigt werden, relativ schnell eine strukturierte Ebene darstellen kann. Zum Beispiel wurde die Anwendungsbausteingruppe Dienstplanung (gemischter Anwendungsbaustein) mit der Verfeinerung durch die rechnerbasierten Dienstplanoptimierung (PEPS2) und das Dienstplansystem (SP-Expert) sowie der konventionellen Dienstplanerstellung modelliert.

Mehr Probleme bereitet einem die physische Ebene in Bezug auf die strukturierte Darstellung, sowie auf die schwierige Beschaffung der Informationen in Bezug auf die physischen Werkzeuge eines Krankenhauses. Sehr schnell verliert man aufgrund der vielen Datenverarbeitungsschnittstellen die Übersicht. Von Vorteil kann es hier sein die physischen Datenverarbeitungsbausteine nach Berufsgruppen zu modellieren, damit diese Ebene auch an Übersichtlichkeit und Strukturiertheit dazugewinnt.

Bei einem sauber modellierten Informationssystem auf Basis der 3LGM²-Methodik mit Hilfe des dazugehörigen Baukastens erhält man eine gute Sicht auf die Architektur des Informationssystems. Mit der neu beinhaltenden Funktionalität der Analysenerstellung und der Teilmodellierung in der „Version ß 1 P1“ des Baukastens kann man Krankenhausinformationssysteme trotz ihrer Komplexität leichter anschaulich abbilden. Diese Funktionalität bietet auch die Möglichkeit bestimmte Fragestellungen zu analysieren und zu modellieren wie in Abschnitt 3.5.4 beschrieben.

Eine Hilfestellung zur Erstellung von Modellen eines Krankenhausinformationssystems würden Referenzmodelle darstellen. Diese würden Modellierern unterschiedlichster Krankenhausinformationssystemen ein Gerüst der Hauptaufgaben sowie der logischen und physischen Werkzeuge anbieten, das von diesen dann nur mehr an das jeweilige Informationssystem

adaptiert werden müsste. Ohne diese Vorgaben wird es auch zu unterschiedlichsten Modellen kommen, die nicht vergleichbar sind, und auch mehr Arbeit und Wissen erfordern.

Eine zusätzliche Initiative setzt hierzu auch CEN/TC 251 (European Standardization of Health Informatics) mit der Spezifikation von detaillierten Informationsmodellen für verschiedene Gesundheitsprozesse [50]. Sie fördert die Normung auf dem Gebiet der Medizinischen Informatik und Kommunikationstechnologie (ICT), um die Kompatibilität und Interoperabilität zwischen unabhängigen Systemen zu erreichen und für Modalitäten Modularität zu ermöglichen. Dies beinhaltet sowohl Anforderungen an die Struktur der Medizinischen Informatik Informationsstrukturen zur Unterstützung der klinischen und administrativen Verfahren, technische Methoden zur Unterstützung interoperabler Systeme als auch Anforderungen an Datenschutz, Sicherheit und Qualitätssicherung [51].

F2: Entspricht der Baukasten den erforderlichen Anforderungen an ein Modellierungswerkzeug für ein Krankenhausinformationssystem?

Ein besonderer Vorteil des 3LGM²-Baukasten ist die Darstellung des Krankenhausinformationssystems auf drei Ebenen unter Berücksichtigung der Aufgaben und Objekten, der logischen Anwendungsbausteine sowie der physischen Anwendungsbausteine. Ebenfalls kann man im Baukasten die Beziehungen bzw. die Schnittstellen der verschiedenen Elemente auf der Ebene darstellen. Zur Darstellung kommt auch die Konfiguration zwischen den Ebenen. Somit bietet diese Methodik und der dazugehörige Baukasten eine Darstellung der relevanten Ebenen und Sichten auf ein Krankenhausinformationssystem.

Das Krankenhaus zeichnet sich im Gegensatz zu anderen Unternehmen im besonderen durch seine Heterogenität und seine Komplexität aus. Der Modellierer hat die Möglichkeit dies so gut als möglich zu veranschaulichen. Die aktuelle Version β 1 P1 dieses Prototyps eines Modellierungswerkzeugs für ein Krankenhausinformationssystem gibt dem Modellierer die Möglichkeit, über die Erstellung von verschiedenen Teilmodellen und dessen Zusammenführung, die Sicht auf das ganze Informationssystem sowie auch auf einzelne Teilabschnitte zu haben.

Ein Vorteil des Baukastens ist die Darstellung der rechnerbasierten und nicht rechnerbasierten Anwendungsbausteine. Dies ist besonders bei der Modellierung des Unternehmens Krankenhaus von Bedeutung, da ein Großteil der Aufgaben, abhängig vom Krankenhaus, noch immer mit konventionellen Werkzeugen erledigt werden.

Bezüglich der Benutzerfreundlichkeit in der Bedienung kann man sagen, dass sie im Großen und Ganzen in dieser Version recht zufriedenstellend ist. Relativ umständlich und kompliziert und nicht intuitiv ist die Erstellung von neuen Analysefunktionen und Teilmodellen.

Leider existiert zu dem jetzigen Prototyp dieses Modellierungswerkzeuges keine aktuelle Dokumentation.

Um eine Vergleichbarkeit der Modelle für Krankenhausinformationssystemen zu ermöglichen, die sich aufgrund der Heterogenität ihrer Aufgaben doch ziemlich von andern Unternehmen unterscheiden, wäre auch die Verfügbarkeit von Modellierungsrichtlinien sehr von Nutzen.

Bereits bei der Beantwortung der Frage 1 wurde auf die Notwendigkeit von Referenzmodellen eingegangen. Im Gegensatz zu individuellen Unternehmensmodellen, die entsprechend den spezifischen Anforderungen eines Unternehmens konstruiert werden, sind Referenzmodelle für eine Klasse von Anwendungssituationen gültig und beinhalten häufig eine größere Anzahl von Teilmodell-Alternativen, die unterschiedliche Geschäftsvorfälle widerspiegeln [52]. Die Erstellung von Referenzmodellen basiert auf dem Wissen aus vorhandenen Modellen, Anforderungskatalogen, Expertenbefragungen etc. Somit könnten ein Referenzmodelle für ein Krankenhaus Referenzcharakter für andere Krankenhäuser zur Modellierung ihres Informationssystems haben.

Ein Referenzmodell kann somit eine Anleitung zur Modellierung des eigenen Informationssystems sein, oder man könnte sie zur Evaluierung unterschiedlicher Krankenhausinformationssysteme heranziehen.

F3: Kann ein strategisches Informationsmanagement eines Krankenhauses diese Methodik und den dazugehörigen Baukasten in der Planung, Steuerung und Überwachung des Unternehmens nutzen?

Wie in 2.2 beschrieben muss ein strategisches Informationsmanagement eines Krankenhauses die Informationssysteme planen. Auf der Grundlage der Planungen soll der Aufbau, die Weiterentwicklung der Architektur und der Betrieb gesteuert, sowie die Einhaltung der Planvorgaben und der Betrieb überwacht werden.

Durch Anwendung der 3LGM²-Methodik und des dazugehörigen Baukastens kann das strategische Informationsmanagement eine Ist-Analyse des Krankenhausinformationssystems mit allen relevanten Ebenen und Sichten auf das Informationssystem erstellen. Die Modellierung des Ist-Zustandes des Informationssystems ist mit relativ großem Aufwand verbunden, sollte aber aufgrund folgender Gründe nach [52] durchgeführt werden:

- Um allen Beteiligten einen Überblick über die bestehende Situation zu verschaffen.
- Die Modellierung der Ist-Situation ist die Grundlage, um Schwachstellen bzw. Verbesserungspotenziale identifizieren zu können.
- Eine hinreichende Kenntnis des Ist-Zustandes ist Voraussetzung dafür, eine Migrationstrategie zum Sollzustand entwickeln zu können.
- Das erstellte Ist-Modell kann als Checkliste im Rahmen der Sollmodellierung dienen, um keine relevanten Sachverhalte zu übersehen.
- Unter der Voraussetzung, dass der Ist-Zustand in einigen Bereichen dem Sollzustand widerspiegelt, besteht die Möglichkeit das Ist-Modell als Ausgangsmodell für das neu zu erstellende Modell des Soll-Zustandes zu benutzen, was zu einer erheblichen Reduktion des Aufwandes führen würde.

Aus dem Modell kann das Informationsmanagement des Krankenhauses das Informationssystem bewerten und die Schwachstellen erarbeiten.

In [53] wird empfohlen die Schwachstellen nach bestimmten Kriterien zu gliedern:

- Organisatorische Schwachstellen: Diese lassen sich schlecht bis gar nicht mit dem 3LGM²-Metamodell abbilden.
- Informationelle Schwachstellen ergeben sich aus einem unzureichenden, unterbrochenen oder sehr lang dauernden Informationsfluss. Typische informationelle Schwachstellen im Krankenhaus sind z. B. Medienbrüche. Ein Beispiel wäre dafür, dass in einem Krankenhaus oft Informationen mehrmals per Computer in verschiedenen Systemen eingegeben werden müssen.
- Die technischen Schwachstellen beschreiben Unzulänglichkeiten in der technischen Ausstattung des untersuchten Bereiches.
- Sonstige Schwachstellen, die sich nicht eindeutig in die genannten Kategorien zuordnen lassen

Auch hier würden wieder Referenzmodelle von Nutzen sein, da diese als Gegenüberstellung des Ist-Modells helfen könnten die Qualität des Ist-Zustandes zu bewerten und Schwachstellen zu erarbeiten, allerdings mit der Voraussetzung dass diese nach den gleichen Modellierungsrichtlinien modelliert wurden.

Die Modellierung des Soll-Zustandes kann basierend auf dem Ist-Modell oder aus Kosten und Zeitgründen ohne Ist-Modell erfolgen.

Auch hier könnten Referenzmodelle und die darin abgebildeten Sachverhalte als Basis für die Erstellung des Ist-Zustandes eines Informationssystems dienen.

Als Argumente für die Nutzung von Referenzmodellen innerhalb der Sollmodellierung nennt [54] die Kostenminimierung, Erlösmaximierung, und Risikominimierung.

Kostenminimierend, da sie die zeit- und kostenintensive Erarbeitung der Strukturierung der Krankenhausaufgaben und deren logischer und physischer Anwendungsbausteine, die zur Erledigung der Aufgaben vonnöten sind, erleichtern. Vorhandene Beispielmuster erleichtern auch das Anpassen des Modells des eigenen Krankenhausinformationssystems in Bezug auf die Modellierungsrichtlinien. Unter Risikominimierung versteht man, dass die Modellbildung anhand eines mehrmals geprüften Referenzmodells erfolgt, und deshalb häufige Fehlerquellen bei der Modellierung reduziert.

Ein Nutzen für das Informationsmanagement eines Krankenhauses kann auch die Funktionalität der Erstellung von Teilmodellen sowie die Durchführung von Analysen wie in 3.5.4 an einem Beispiel erläutert wurde sein. Durch diese Funktionalität können dem strategische Management interessante Fragestellungen wie z. B.

- welcher Anwendungsbaustein unterstützt die Ausführung dieser Aufgabe,
- gibt es mehrere oder nur einen Anwendungsbaustein zur Erfüllung der Aufgabe,
- was passiert wenn ein Anwendungsbaustein ausfällt,
- wird die Aufgabe dann noch durchgeführt, wenn ja unter Qualitätseinbuße etc.

leicht in einem Teilmodell zur Ansicht gebracht werden.

Man könnte auch bei der Planung von einer Reorganisationen eines Teils des Krankenhausinformationssystems, diese Umgestaltung im Modell vorwegnehmen, um so die dabei auftretenden Veränderungen im Informationssystem zu veranschaulichen und zu bewerten.

4.2 Erreichen der Ziele

Z1: Ziel dieser Arbeit ist es, die praktische Erprobung und Evaluierung der 3LGM²-Methodik und des dazugehörigen Baukastens in einem Subsystem der Tiroler Landeskrankenanstalten GmbH (TILAK) dem Psychiatrischen Krankenhaus Hall (PKH)

Es wurde das Krankenhausinformationssystem des Psychiatrischen Krankenhauses Hall (PKH), ein Subsystem der Tiroler Landeskrankenanstalten GmbH (TILAK) mittels der 3LGM²-Methodik anhand des dazugehörigen Baukastens modelliert.

Bei der Beantwortung der Frage 1 in Abschnitt 4.1 wurde auch auf die Stärken und Schwächen der Methodik und der Anwendung des Baukastens zur Erstellung eines Krankenhausinformationssystems eingegangen.

Es wurde auch verdeutlicht, dass unbedingt Modellierungsrichtlinien erstellt werden müssen, um eine einheitliche Darstellung der Modelle zu erzielen, da ansonsten die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Informationssystemen von Krankenhäusern praktisch unmöglich ist. Diese Grundlage werden auch Benutzer des Baukastens benötigen, um den Aufwand zur Modellierung des jeweiligen Krankenhausinformationssystems in Grenzen zu halten.

Weiters wurde auch darauf hingewiesen, dass zur Weiterentwicklung diese Methodik und des dazugehörigen Baukasten Referenzmodelle unabdingbar sind. Ohne diese Vorgaben wird es zu unterschiedlichsten Modellen kommen, die nicht vergleichbar sind. Zusätzlich dazu würde die Erstellung dieser Modelle mehr Arbeit und Wissen des Modellierers erfordern.

Z2: Ziel ist es, anhand des Modellbeispiels PKH Hall Erfahrungen zu sammeln in Hinblick auf die Anforderungen an ein Modellierungswerkzeug.

Dieses Ziel wurde erreicht, und die Anforderungen an ein Modellierungswerkzeug für ein Informationssystem eines Krankenhauses in Abschnitt 4.3 bei der Beantwortung der Frage 2 zum jetzigen Zeitpunkt der Entwicklung des Baukastens beschrieben.

Einige Funktionalitäten müssen sicherlich in der laufenden Weiterentwicklung des Baukastens noch verbessert bzw. intuitiver gemacht werden. Besonders die neue, sehr wertvolle Funktionalität der Analysendurchführung und Teilmodellerstellung, bedarf noch einiger Verbesserungen.

Bei der Weiterentwicklung des Baukastens muss Wert auf eine vollständige und aktuelle Dokumentation gelegt werden. Zusätzlich benötigt der Baukasten Modellierungsrichtlinien, an die sich die Modellierer bei der Erstellung der Modelle anhalten können. Wie bereits besprochen, besteht die Notwendigkeit von elektronisch verfügbaren Referenzmodellen, um den Modellierern von Krankenhausinformationssystemen ein Rahmengerüst zur Verfügung stellen zu können, um Zeit und Arbeit zu sparen, und um auf vorhandenes Wissen zurückgreifen zu können.

Z3: Ziel ist es, anhand der Ergebnisse aus Z1 und Z2 die Anwendbarkeit und den Nutzen der Methodik und des Baukastens für das strategische Informationsmanagement eines Krankenhauses zu erheben.

Mit dem Verweis auf Abschnitt 3.5, wo die Durchführung der Modellierung beschrieben wurde, wie auch auf Abschnitt 4.1 der Beantwortung der Fragen, kann auch diese Ziel als erreicht betrachtet werden.

Diese Methode und der dazugehörige Baukasten bieten dem Informationsmanagement eines Krankenhauses eine gute Sicht auf die relevanten Ebenen und Strukturen innerhalb der Ebenen. Es ermöglicht dem strategischen Management die Sicht auf den Ist-Zustand und dessen Bewertung. Vor einer geplanten Umorganisation einer Abteilung, wie z. B. einem Labor könnte diese Umgestaltung im Modell vorweggenommen werden, um so die dabei auftretenden Veränderungen im Informationssystem zu veranschaulichen und zu bewerten, und darauf aufbauend das Modell für den Soll-Zustand erstellen.

Schlussendlich kann man feststellen, das diese Methodik und der dazugehörige Baukasten in seiner Weiterentwicklung auf jeden Fall noch braucht:

- eine aktuelle Dokumentation des Baukastens
- Modellierungsrichtlinien
- Referenzmodelle
- Basisanalysefunktionen, die einen Großteil der Fragen abdecken können.

4.3 Ausblick

Die praktische Erprobung des 3LGM²-Metamodells und des dazugehörigen Baukastens sind ein Teil des Projektes „Weiterentwicklung des 3LGM² und Spezifikation eines Referenzmodells für Krankenhäuser für die fachliche Ebene des 3LGM²“ gemeinsam mit der Information Technology for Healthcare (ITH) und der wissenschaftlichen Beratung durch das Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie (IMISE) der Universität Leipzig.

Ziel des Projektes ist es:

- Referenzmodelle für die fachliche Ebene zu erstellen, basierend auf den in Heidelberg entwickelten Anforderungskatalog für Informationsverarbeitung im Krankenhaus. Als weitere Ansätze dienen das HL7-RIM, Modelle des HISA-Standards oder Elemente der CORBAMED-Spezifikation.
- Ziel des Projektes ist es, unterschiedliche Referenzkataloge für bestimmte Modell-elementklassen zu erstellen.
- Ziel des Projektes ist es, Gütekriterien zur Ableitung von Analysefunktionen für Informationssystem-Eigenschaften herauszuarbeiten.
- Ziel des Projektes ist es, die 3LGM²-Methode sowie den 3LGM²-Baukasten in laufenden Projekten der ITH GmbH zu evaluieren.

Parallel läuft ein Projekt in Leipzig, dass Referenzmodelle für die logische Ebene erstellen wird. Somit sollte schlussendlich ein Metamodell mit einem Baukasten entstehen, das der Modellierung für Krankenhausinformationssystemen gerecht wird, und die in dieser Arbeit beschriebenen Lücken schließt.

5. Verzeichnis

5.1 Literaturverzeichnis

1. Recommendations of the International Medical Informatics Association (IMIA) on Education in Health and Medical Informatics. *Methods Inf Med* 2000(39):267-77.
2. Haux R, Lagemann A, Knaup P, Schmuecker P, Winter A. *Management von Informationssystemen*. Stuttgart, Germany: Teubner; 1998.
3. Krallmann H. *Grundlagen der Systemanalyse*. In: Krallmann H, Frank H, Gronau N, editors. *Systemanalyse im Unternehmen*. 3 ed. München, Germany: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH; 1999.
4. Kuhn KA, Giuse DA. From hospital information systems to health information systems. *Methods Inf Med* 2001;40(4):275-87.
5. Collen ME. *A History of Medical Informatics in the United States, 1950 to 1990*. J Am Med Inform Assoc 1995.
6. Ammenwerth E, Haux R, Lechleitner G, Pfeiffer KP, Triendl C, Vogl R. *TILAK IT-Strategie 2003-2007, Informationstechnologie im Dienste von Patientenversorgung und medizinischer Forschung*. Innsbruck, Austria: Tiroler Landeskrankenanstalten GmbH (TILAK); 2003.
7. Organisation for Economic Cooperation and Development. *OECD Health Data 2003*. Available at: <http://www.oecd.org/EN/document/0,,EN-document-684-5-no-1-29041-0,00.html>. Accessed June 05, 2003.
8. Bundesministerium für soziale Sicherheit, Generationen und Konsumentenschutz. *Sozialstatistische Informationen-Tabellen*. Available at: http://www.bmsg.gv.at/bmsg/relaunch/sozialstatistik/content/gesundheit_ats.htm. Accessed May 05, 2003.

9. Gräber S, Ammenwerth E, Brigl B, Dujat C, Große A, Häber A, et al. Rahmenkonzepte für das Informationsmanagement in Krankenhäusern: Ein Leitfaden. Homburg, Germany: Universitätskliniken des Saarlandes; 2002.
10. Winter A, Haux R. A three-level graph-based model for the management of hospital information systems. *Methods Inf Med* 1995;34(4):378-96.
11. Leiner F, Gaus W, Haux R, Knaup-Gregori P, Pfeiffer KP. *Medizinische Dokumentation*. 4 ed. Stuttgart, Germany: Schattauer GmbH; 2003.
12. Stock S, David DM, Lauterbach KW, Rosenthal B, Schäfer RD. Institutionen des Gesundheitswesens und deren Verflechtung (Healthmanagement). In: Lehmann T, Meyer zu Bexten E, editors. *Handbuch der Medizinischen Informatik*. München, Germany: Carl Hanser Verlag; 2002.
13. Haux R, Ammenwerth E, Buchauer A. Anforderungskatalog für die Informationsverarbeitung im Krankenhaus. Heidelberg, Germany: Institut für Medizinische Biometrie und Informatik Abteilung Medizinische Informatik Universität Heidelberg; 2001.
14. Barnert A, Boeckh M, Delbrück M, Greulich W, Heinisch C, Karcher R, et al. *Der Brockhaus Computer und Informationstechnologie*. Leipzig-Mannheim, Germany: Brockhaus GmbH; 2003.
15. Seelos HJ. *Wörterbuch der Medizinischen Informatik*. 4 ed. Berlin, Germany: de Gruyter; 1990.
16. Seelos HJ. *Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie*. Berlin, Germany: De Gruyter; 1997.
17. Winter A, Ammenwerth E, Brigl B, Haux R. Krankenhausinformationssysteme. In: Lehmann T, Meyer zu Bexten E, editors. *Handbuch der Medizinischen Informatik*. München, Germany: Carl Hanser Verlag; 2002.
18. Schneider U, Werner D. *Taschenbuch der Informatik*. München, Germany: Karl Hanser Verlag; 2001.
19. Haux R, Winter A, Ammenwerth E, Brigl B. *Strategic Information Management in Hospitals. An Introduction to Hospital information Systems*. New York, USA: Springer; to be published 2003.

20. Breu R. Objektorientierter Softwareentwurf: Integration mit UML. Berlin, Germany: Springer; 2001.
21. Bortz J, Döring N. Forschungsmethoden und Evaluation. 3 ed. Berlin, Germany: Springer Verlag; 2002.
22. Ten Hoppen AJ, Van der Maas AAF, Helder JC. Modeling of health Care for Information Systems Development. In: H. VBJ, Musen MA, editors. Handbook of Medical Informatics. Heidelberg, Germany: Springer; 1997.
23. Gronau N. Prozessorientierte Sicht des Unternehmens. In: Krallmann H, Frank H, Gronau N, editors. Systemanalyse im Unternehmen. 3 ed. München, Germany: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH; 1999.
24. Gumbel M, Grebe R, Mnapp-Mohammady M, Ullmann GM, Langowski J. Modellierung biologischer Prozesse. In: Lehmann T, Meyer zu Bexten E, editors. Handbuch der Medizinischen Informatik. München, Germany: Carl Hanser Verlag; 2002.
25. Dugas M, Schmidt K. Medizinische Informatik und Bioinformatik. Berlin, Germany: Springer; 2003.
26. Winter AF, Ammenwerth E, Bott OJ, Brigl B, Buchauer A, Graber S, et al. Strategic information management plans: the basis for systematic information management in hospitals. *Int J Med Inf* 2001;64(2-3):99-109.
27. Lechleitner G, Pfeiffer KP, Wilhelmy I, Ball M. Cerner Millenium: The Innsbruck Experience. *Methods Inf Med* 2003;42(1):8-15.
28. Bundesministerium für soziale Sicherheit und Generationen. Leistungsorientierte Krankenanstaltenfinanzierung. Available at: <http://www.bmgf.gv.at/cms/site/attachments/8/2/0/CH0036/CMS1039004269025/systembeschreibung-2002.pdf>. Accessed May 05, 2003.
29. Kuhn K, Blaser R, Göckeritz A, Hornung B, Koch H, Lenz R, et al. Informationsverarbeitung im Universitätsklinikum Marburg: Rahmenkonzept für das Krankenhausinformationssystem 1998-2002. Marburg, Germany: Universität Marburg; 1998.

30. Gräber S, Geib D. Rahmenkonzept für das Klinikinformationssystem der Universitätskliniken des Saarlandes (1. Fortschreibung). Saarland, Germany: Universitätskliniken des Saarlandes; 2000.
31. Lenkungsausschuss der Kliniken Ludwigsburg-Bietigheim gGmbH. EDV-Rahmenkonzept für die Kliniken Ludwigsburg-Bietigheim gGmbH Version 2.0. Ludwigsburg, Germany: Kliniken Ludwigsburg-Bietigheim gGmbH; 2001.
32. Haux R. Informationsverarbeitung im Klinikum der Universität Heidelberg: Rahmenkonzept für das Heidelberger Klinikuminformationssystem 1997-2002. Heidelberg, Germany: Universitätsklinikum Heidelberg; 1997.
33. Gräber S, Dujat C, Winter A. Leitfaden für die Erstellung von Rahmenkonzepten für Krankenhausinformationssystemen. Homburg, Germany: Universitätskliniken des Saarlandes, Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik; 2002.
34. NHS Information Authority-Information for Health Contents Page. An Information Strategy for the Modern NHS 1998–2005 A national strategy for local implementation. Available at: <http://www.nhsia.nhs.uk/def/pages/info4health/contents.asp>. Accessed May 20, 2003.
35. Winter A, Zimmerling R, Bott OJ, Gräber S, Hasselbring W, Haux R, et al. Das Management von Krankenhausinformationssystemen - Eine Begriffsdefinition. Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie 1998(29/2):93-105.
36. Introduction to OMG UML. Introduction to OMG's Unified Modeling Language (UML). Available at: http://www.omg.org/gettingstarted/what_is_uml.htm. Accessed: March 15, 2003.
37. Oesterreich B. Objektorientierte Softwareentwicklung, Analyse und Design mit der Unified Modeling Language. 5 ed. München, Germany: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH; 2001.
38. Wahl G. UML kompakt. Available at: http://www.sigs-datacom.de/sd/publications//os/1998/02/OBJEKTspektrum_UM_kompakt.htm. Accessed March 15, 2003.
39. Oesterreich B. Die UML-Kurzreferenz für die Praxis. 2 ed. München, Germany: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH; 2002.

40. Oose de GmbH. Unified Modeling Language (UML) 1.4 Notationsübersicht. Available at: <http://www.oose.de/downloads/uml-notationsuebersicht.pdf>. Accessed March 15, 2003.
41. Winter A, Brigl B, Wendt T. A UML-based ontology for describing hospital information system architectures. *Medinfo 2001*;10(Pt 1):778-82.
42. Winter A, Brigl B, Wendt T. Modeling Hospital Information Systems (Part 1): The Revised Three-Layer Graph-Based Meta model 3LGM2. *Methods Inf Med* to be published 2003.
43. 3LGM² [Computer program]. Version β 1 P1. Leipzig, Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie (IMISE) Leipziger Universität; 2003.
44. Tiroler Landeskrankenanstalten GmbH Intranet. Available at: <http://inet.tilak.at/pkh/index.cfm>. Accessed April 10, 2003.
45. Tiroler Landeskrankenanstalten GmbH. Available at: <http://tilak.at/index.cfm>. Accessed: May 05, 2003.
46. Standards Informationen. Kommunikations-Standards in der Medizin. Available at: <http://www.hl7.de/>. Accessed: June 05, 2003.
47. Rosemann M, Schwegmann A, Delfman P. Vorbereitung der Prozessmodellierung. In: Becker J, Kugeler M, Rosemann M, editors. *Prozessmanagement*. 4 ed. Berlin, Germany: Springer Verlag; 2002.
48. Wyssusek B. Grundlagen der Systemanalyse. In: Krallmann H, Frank H, Gronau N, editors. *Systemanalyse im Unternehmen*. 3 ed. München, Germany: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH; 1999.
49. Haux R, Ammenwerth E, Buchauer A. Anforderungskatalog für die Informationsverarbeitung im Krankenhaus. Heidelberg, Germany: Institut für Medizinische Biometrie und Informatik Abteilung Medizinische Informatik Universität Heidelberg; 2001.
50. Klein GO. Standardization of health informatics - results and challenges. In: Haux R, Kulikowsky C, editors. *Yearbook of Medical Informatics*. Stuttgart, Germany: Schattauer GmbH; 2002.

51. centc251. CEN/TC 251 European Standardization of Health Informatics. Available at: <http://www.centc251.org/>. Accessed June 10, 2003.
52. Schwegmann A, Laske M. Istmodellierung und Istanalyse. In: Becker J, Kugeler M, Rosemann M, editors. Prozessmanagement. 4 ed. Berlin, Germany: Springer Verlag; 2002.
53. Frank H, Gronau N. Vorgehensmodell der Systemanalyse. In: Becker J, Kugeler M, Rosemann M, editors. Prozessmanagement. 4 ed. Berlin, Germany: Springer Verlag; 2002.
54. Speck M, Schnetgöke N. Sollmodellierung und Prozessoptimierung. In: Becker J, Kugeler M, Rosemann M, editors. Prozessmanagement. 4 ed. Berlin, Germany: Springer Verlag; 2002.

Danksagung

Diese Arbeit entstand im Institut für Informationssysteme des Gesundheitswesens der Privaten Universität für Medizinische Informatik und Technik Tirol (UMIT).

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Reinhold Haux, der mir dieses Thema zur Verfügung gestellt hat und auch die Rolle des Betreuers und des ersten Referenten übernahm. Trotz seines engen Terminkalenders fand er immer Zeit, mir mit fachlichem Rat zur Seite zu stehen, und hat mit seinen Denkanstößen entscheidend zum Gelingen der Arbeit beigetragen. Weiters möchte ich mich bei meinem zweiten Referenten Herrn Prof. Pfeiffer für sein Interesse an dieser Arbeit bedanken.

Dank auch an Herrn Prof. Alfred Winter und Herrn Dipl.-Inform. Med. Thomas Wendt vom Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie (IMISE) der Universität Leipzig, die mir den zum 3LGM²-Metamodell prototypisch vorliegenden Baukasten zur Verfügung gestellt haben. Thomas hat sich immer bemüht meine Fragen zu beantworten, und die Fehlermeldungen zum Baukasten schnell zu beheben. Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei Frau Dipl.-Ing Martina Pfaffermayr von der Information Technology for Healthcare (ITH), für die intensiven und fruchtbaren Diskussionen.

Außerdem möchte ich mich bei den Kolleginnen und Kollegen des Institutes für Informationssysteme des Gesundheitswesens sowie der Forschungsgruppe Bewertung von Informationssystemen des Gesundheitswesens bedanken. Das positive Klima im Institut und die immerwährende Bereitschaft zur fachlichen Diskussion waren mir Motivation bei der Durchführung der Arbeit.

Zum Schluss möchte ich mich im Besonderen bei meinen Eltern, meiner Schwester und meinem Mann bedanken, die mich auf allen Wegen meines Lebens immer liebevoll unterstützen.

Lebenslauf:**Lebensdaten:**

Geburtsdatum und –ort: 14. Oktober 1968 in Klagenfurt
Familienstand: verheiratet
Adresse: Richardsweg 9
6020 Innsbruck
Telefon: 0676-4171753
0512-267440

Ausbildung:

1988 Matura an der Bundeshandelsakademie Spittal/Drau
WS 1988 Beginn des Medizinstudiums an der Leopold
Franzens Universität in Innsbruck
1991-1995 Beidienste/Nachtdienste im Landekrankenhaus
Hochzirl, Anna- Dengel Haus
von 1995 – 1998 Unterbrechung des Studiums aus familiären
Gründen (Krankheit meines Vaters)
ab 1998 Fortsetzung des Studiums
Dezember 2000 Abschluss des Medizinstudiums
Jänner 2001 Promotion zur Dr. Med. univ. an der Leopold
Franzens Universität in Innsbruck
WS 2001-SS 2003 Master of Science-Studiengang Medizinische Informatik an
der Privaten Universität für Medizinische Informatik und
Technik Tirol (UMIT)
Seit 01. Mai 2002 Universitätsassistentin am Institut für Informationssysteme des
Gesundheitswesens an der UMIT

Hiermit erkläre ich an Eides statt, die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet zu haben.

Innsbruck Juli 2003