Universität Dortmund
Informatik X
Software-Technologie

SWT-Memo

PROMETHEUS

Spezifikation eines rechnergestützten Behandlungsmanagementsystems im Krankenhaus

Wolfgang Franke Torsten Frenzel Jörg Hilker Matthias Patoka
Ruxandra Privighitorita Thorsten Proske Hans-Gerald Sobottka
Christian Stroetmann

15. September 1997

Vorwort

„Die Informations- und Kommunikationstechnik eröffnet uns faszinierende Möglichkeiten im Gesundheitswesen.“

[Cornelia Yzer, Parlamentarische Staatssekretärin beim Bundesminister für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Pressemitteilung vom 7. Mai 1996]

„In der Vision ist alles möglich. In der Technik ist vieles machbar. Aber in Wirklichkeit geht er nur um zwei Fragen: Wo bleibt der Mensch? Und: Was will der Konsument?“

[Prof. Dr. Horst W. Opaschowski in [Opa95]]

„Ziel ist es, die hohe Qualität unseres Gesundheitswesens zu erhalten, die Bevölkerung am medizinischen Fortschritt teilhaben zu lassen und die Beitragssatzerhöhungen wegen Verschwendung und Unwirtschaftlichkeit auszuschließen.“

[Bundesgesundheitsminister Horst Seehofer, Pressemitteilung Nr. 5 vom 17. Januar 1996]

„Die Medizin ist auf einem vorindustriellen Stand, was die Datenverarbeitung betrifft.“

[Prof. Dr. Ernst-Erich Doberkat, Interview vom 12.1.1996 in der Westdeutschen Allgemeinen Zeitung, Dortmunder Ausgabe]

„Der Mensch – ob Patient, Mitarbeiter, Besucher oder Außenstehender - steht stets im Mittelpunkt allen Denkens, Planens und Handelns.“

[Identitätskonzept des Mathias-Spitals]

„Wann muß Herr Meyer zum EKG?“

[Pflegekraft auf einer Station]

„Hatte der Patient diese Symptome schon früher?“

[Stationsarzt]

„War die Behandlung des Symptoms A mit der Therapie X oder der Therapie Y erfolgreicher?“

[Professor in der Forschung]

„Welche Kosten verursacht Faktor X auf Station Y?“

[Verwaltungsleiter eines Krankenhauses]

„The hardest single part of building a software system is deciding what to build. [...] No other part of work so cripples the resulting system if done wrong. No other part is more difficult to rectify later.“

[Bro87, p. 17]

Die aktuellen struktur- und finanzpolitischen Gesetzesvorgaben im sozialen Gesundheitswesen erfordern von den hiesigen Krankenhäusern ein ausgeprägteres Kostenbewußtsein bei gleichzeitiger Sicherstellung der Behandlungsqualität. Aus diesem Grund benötigen in nächster Zukunft viele Krankenhäuser ein integriertes Krankenhausinformationssystem, dessen wesentlicher Bestandteil ein rechnergestütztes Behandlungsmanagementsystem ist. Die Ziele eines derartigen Systems sind die Entlastung des Personals durch Unterstützung von Arbeitsabläufen, die Verbesserung der Auslastung der einzelnen Krankenhausabteilungen und die Verringerung der Patientenverweildauer bei gleichzeitiger Wahrung der Qualität der medizinischen Versorgung. Hierfür ist die schnelle und transparente Bereitstellung der für die Behandlungs- und Arbeitsplanung relevanten Informationen nötig.

Der vorliegende Bericht diskutiert verschiedene Facetten eines derartigen Behandlungsmanagementsystems im stationären Bereich von Krankenhäusern. Dies umfaßt die Beschreibung des aktuellen Stands von Behandlungsmanagementsystemen auf der Basis einiger repräsentativer Krankenhäuser, die Betrachtung der Anforderungen eines rechnergestützten Behandlungsmanagementsystems, die technischen Mittel und die Vorgehensweise bei der Konzeption und Realisierung eines rechnergestützten Behandlungsmanagementsystems sowie einen Ausblick auf künftige Entwicklungen in diesem Sektor.

Die in diesem Bericht vorgestellten Ergebnisse basieren auf der Arbeit der Projektgruppe *PROMETHEUS*, die im Rahmen einer zweisemestrigen Veranstaltung am Lehrstuhl für Software-Technologie der Universität Dortmund durchgeführt wurde. Die Projektgruppe bestand aus drei Betreuern des Lehrstuhls und zwölf Studenten, die sich zum größten Teil im letzten Drittel des Studiengangs Kerninformatik mit Nebenfach Theoretische Medizin befanden. Die Arbeit der Projektgruppe war geprägt durch einen stetigen Lern- und Kommunikationsprozeß, bei dem diverse externe Experten aus allen Ebenen des Krankenhausbereichs und aus dem industriellen EDV-Bereich eine zentrale Rolle einnahmen.

Die oben angeführten Zitate vermitteln einen ersten Eindruck über die Bandbreite rsp. die unterschiedlichen Perspektiven und Aspekte der Thematik. Der Bericht wendet sich in erster Linie an folgende Zielgruppen.

a) Zunächst einmal ist er an EDV-Fachleute, d.h. Entwickler, Analytiker, Projektleiter, Manager und sonstige Praktiker gerichtet, die an der Entwicklung, Analyse und Konzeption von computergestützten Behandlungsmanagementsystemen im Krankenhaus beteiligt sind.

b) Darüber hinaus soll er EDV-Fachleuten, die an einer systematischen Anforderungsanalyse von rechnergestützten Komponenten von Krankenhausinformationssystemen oder vergleichbaren Systemen interessiert sind, eine Entscheidungshilfe für die Auswahl geeigneter Produkte und Prozesse bieten.

c) Insbesondere werden auch Entscheidungsträger aus dem Krankenhausmanagement und der Krankenhausleitung sowie Fachleute aus dem medizinischen und pflegerischen Bereich angesprochen, die über den Einsatz von rechnergestützten Systemen nachdenken und sich über Möglichkeiten und Konsequenzen solcher Systeme informieren wollen.

Teil I: Einführung und Überblick. Das SWT-Memo ist in fünf Teile unterteilt. Der erste Teil behandelt die Hintergründe der Yhematik und der Projektarbeit. Er beinhaltet folgende Kapitel:

(1) Motivation und Kontext

(2) Krankenhausinformationssysteme und Behandlungsmanagement

(3) Überblick über die Vorgehensweise

Teil II: Konventionelle Behandlungsmanagementsysteme. Der zweite Teil beschreibt die gegenwärtige Situation des Behandlungsmanagements im stationären Krankenhausbereich auf der Basis einer Analyse von drei Krankenhäusern in Deutschland. Er enthält die Kapitel:

(4) Allgemeine Informationen

(5) Vorgehensweise bei der Ist-Analyse

(6) Resultate der Ist-Analyse

(7) Bewertung der Ist-Situation

Teil III: Rechnergestützte Behandlungsmanagementsysteme. Teil III diskutiert die Facetten rechnergestützter Behandlungsmanagementsysteme und präsentiert die spezifischen Ergebnisse der Projektarbeit anhand des Systems $\mathcal{PROMETHEUS}$. Er umfaßt folgende Kapitel:

(8) Allgemeine Informationen

(9) Vorgehensweise

(10) Facetten eines RBMS

(11) Resultate des Soll-Systems

(12) Bewertung

Teil IV: Anforderungsanalyse. Der vierte Teil beschreibt den gewählten Ansatz zur objektorientierten Anforderungsanalyse und der eingesetzten Vorgehensweise in folgenden Kapiteln:

(13) Grundlagen

(14) Methodenauswahl

(15) Objektorientierte Analyse und Vorgehensweise

(16) Bewertung des Ansatzes

Teil V: Abschluß. Der letzte Teil diskutiert einige wünschenswerte Erweiterungen von $\mathcal{PROMETHEUS}$ und verweist auf andere Arbeiten im Kontext rechnergestützte Krankenhausinformationssysteme.

(17) Perspektiven

(18) Andere Arbeiten

Der Bericht wird durch ein Literaturverzeichnis und den Anhang A, in dem weitere Dokumente und Veröffentlichungen, die im Kontext der Projektgruppe entstanden sind, zusammengefaßt werden, beendet.

Die Ergebnisse der Projektgruppe werden anhand eines durchgängigen Beispiels erläutert. Das Beispiel umfaßt die *Visite* (insbesondere deren Nachbereitung), in deren Rahmen der Arzt neue Anordnungen getroffen hat, die Bearbeitung einer Leistungsanforderung (bspw. einer *Röntgenanordnung*) durch eine Schwester, den Arzt und die entsprechende Leistungsstelle, der anschließenden Übermittlung der Ergebnisse von der Leistungsstelle an die Station sowie den Vorgang einer Patientenverlegung auf eine andere Station.

Da der Bericht verschiedene Perspektiven und Aspekte von Behandlungsmanagementsystemen behandelt und sich an verschiedene Leserkreise richtet, gibt es mehrere Möglichkeiten, das Dokument zu lesen. Um einen kompletten Überblick zu gewinnen, sollten selbstverständlich alle Teile gelesen werden, auch wenn einige Informationen redundant in mehreren Teilen beschrieben werden. Dies gilt insbesondere für die Leser der Zielgruppe a), die in der Regel ausführlich an allen Ergebnissen und der eingesetzten Vorgehensweise interessiert sind. Die Lesergruppe b), die nur sekundär an den spezifischen Ergebnissen von *PROMETHEUS* und in erster Linie an der eingesetzten Methode und Vorgehensweise interessiert ist, kann sich auf die Teile I und IV sowie die Kapitel Vorgehensweise in den Teilen II und III beschränken. Für die Leser der Zielgruppe c) sind insbesondere die Teile I bis III, je nach Stellung in verschiedenen Detaillierungsstufen, und die Beschreibung der Perspektiven im Teil V interessant.

Der wichtigste Teil dieses Kapitels sind die Danksagungen an alle, die direkt oder indirekt am Entstehen dieses Berichts beteiligt waren. An erster Stelle sind hier die Teilnehmer der Projektgruppe *PROMETHEUS* und Prof. Dr. Doberkat zu nennen, der die Projektgruppe initiiert und unterstützt hat. Besonderer Dank gilt der ROKD GmbH in Bielefeld, die unter Leitung von Herrn Brink die Kontakte zu den Krankenhäusern hergestellt und wichtige Informationen über die Situation im deutschen und amerikanischen Markt vermittelt hat. Des weiteren gebührt unser Dank Markus Witthaut vom Institut für Materialfluß und Logistik an der Fraunhofer Gesellschaft in Dortmund, Burkhard Peuschel von der Firma PRO DV sowie Dr. Sucrow vom Fachbereich Mathematik und Informatik an der Universität-GH-Essen. Die umfangreiche Unterstützung der Krankenhäuser: dem Mathias-Spital in Rheine, dem St.-Johannes-Hospital in Dortmund und dem Klinikum in Bernburg kann nicht auf einzelne Personen zurückgeführt werden. Stellvertretend sind hier Frau Christian und Herrn Otte aus Rheine, Dr. Maatz und Schwester Elke aus Dortmund und Herr Löbus aus Bernburg zu nennen.

Da die deutsche Sprache keine gefällige geschlechtsneutrale Ausdrucksweise zuläßt, wird in diesem Bericht, aus Rücksicht auf die Lesegewohnheiten der Leserinnen und Leser, vorwiegend die männliche Form benutzt. Infolgedessen werden die üblichen Schreibweisen wie Software-Entwickler, Ärzte oder Kunden verwendet, wohingegen der Ausdruck Schwestern auch die männlichen Pfleger miteinbezieht.

Zum Abschluß dieses Vorworts seien noch einige Idden angeführt, die zu einer (der möglichen) Deutungen des Begriffs Prometheus beitragen. Prometheus ist eine Gestalt aus der griechischen Mythologie, die nach [ME90] „die Menschen aus Wasser und Erde schuf, denen Athena das Leben gab, und ihnen das Feuer gab. ... Als Schöpfergestalt in Konkurrrenz zu den Göttern wurde Prometheus zum Prototyp des schaffenden Menschen und Sinnbild des kulturellen Fortschritts.". Gleichwohl sollte das System *PROMETHEUS* nicht als Konkurrenz zu den Experten im Krankenhaus, sondern als eine mögliche Unterstützung gesehen werden. Somit steht *PROMETHEUS* als Akronym für einen *PRO*totypen zur *ME*nschengerechten *THE*rapie *U*nd Pflege im *S*pital.

Inhaltsverzeichnis

Teil I

Einführung und Überblick

Kapitel 1

Motivation und Kontext

Für Software-Systeme, die im Laufe der Zeit in immer weiteren Bereichen der Wirtschaft immer komplexere Arbeitsabläufe aus dem Alltag unterstützen und automatisieren, hat die Software-Technik eine Vielzahl von Methoden und Werkzeugen entwickelt. Dies spiegelt sich auch in der immer größer werdenden Anzahl medizinischer Software-Produkte wider, die aber „mehr schlecht als recht als Problemlösung auf dem medizinischen Bereich“ [KWR96] anzusehen sind. Dies ist im wesentlichen in der Historie der medizinischen Software-Systeme begründet, die ihre Hauptziele in der Umsetzung angemessener verwaltungstechnischer Unterstützung gesehen hat. Ein weiterer Grund ist die mangelnde Einbeziehung der späteren Anwender in die Phase der Anforderungsdefinition, in der die Grundsteine für die umzusetzende Funktionalität und das Erscheinungsbild der Software gelegt werden.

Die aktuellen struktur- und finanzpolitischen Gesetzesvorgaben erfordern eine konsequente Umsetzung eines integrierten Krankenhausinformationssystems mit einem Behandlungsmanagementsystem als wesentlichem Bestandteil. Nur wenn diese Integration der vorhandenen EDV-Infrastruktur mit neuen Bestandteilen gelingt, kann eine wesentliche Kostensenkung erzielt werden. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist eine partizipative Methode der Software-Entwicklung, die das Pflegepersonal und die Ärzte als direkte Anwender mit in die Spezifikation der Anforderungen einbindet. Denn die Akzeptanz ist ein wesentlicher Faktor bei der Erreichung einer Kostenersparnis bei gleichbleibender oder sich verbessernder Behandlungsqualität.

Die Analyse der Anforderungen stellt in der Software-Entwicklung einen wesentlichen Bestandteil des Entwicklungsprozesses dar. Dies ist leicht einzusehen: die Anforderungsanalyse kann nur wenig durch Werkzeuge unterstützt werden. Ihre Aufgabe ist die Modellierung der Anforderungen an das Software-System anhand informell formulierter Vorstellungen der Anwender. Bei dieser Umsetzung können u.a. folgende Probleme auftreten:

- Anforderungen werden vom Anwender nicht formuliert.
- Anforderungen werden nicht konkret genug formuliert.
- Anforderungen werden vom Software-Konstrukteur nicht so verstanden, wie sie der Anwender gemeint hat.

Eine umfangreiche partizipative Anforderungsanalyse bildet daher den Grundstein für ein Software-System, das vom Anwender akzeptiert wird. In diesem Bericht wird die Anforderungsanalyse an ein Behandlungsmanagementsystem beschrieben, das die oben angegebenen Forderungen erfüllt und das sich an den Wünschen und Vorstellungen der Anwender orientiert. Der Entwurf und die Implementierung dieses Systems werden nur am Rande erwähnt, da sie nach einer erfolgreichen Anforderungsanalyse nur noch eher technischer Natur sind.

Kapitel 2

Krankenhausinformationssysteme und Behandlungsmanagement

In einem Krankenhaus existieren vielfältige Informationssysteme. Sie werden für die schnelle Bereitstellung und Verarbeitung aller anfallenden Daten benötigt. Die Gesamtheit dieser zentralen oder autonomen Einheiten wird als *Krankenhausinformationssystem* (KIS) bezeichnet. Im vorliegenden Bericht wird ein *Behandlungsmanagementsystem* (BMS) als Teilkomponente eines KIS beschrieben, um darauf aufbauend die Anforderungen an ein rechnergestütztes Behandlungsmanagementsystem (RBMS) zu analysieren und zu spezifizieren.

Die folgenden Abschnitte beschreiben das Behandlungsmanagement und stellen die Aufgaben und Ziele einer Rechnerunterstützung dar. Gerade im Krankenhaus ist im Rahmen der EDV-Unterstützung die Berücksichtigung der bestehenden Systemlandschaft wichtig, die drauffolgend dargestellt wird, um daraus im letzten Abschnitt Lösungsansätze abzuleiten.

2.1 Behandlungsmanagement

Das Einsatzgebiet eines BMS ist die einzelne Station mit der Zielgruppe des Pflegepersonals und der Ärzte. Diese Personen sind bereits heute als Teil der Krankenhausorganisation Bestandteil eines Behandlungsmanagementsystems. Neben diesen Personen und Organisationsstrukturen umfaßt ein BMS die Dokumente, die während der täglichen Arbeit mit verschiedenen Werkzeugen ausgefüllt und bearbeitet werden, sowie alle Tätigkeiten oder Prozesse, die auf einer Station durchgeführt werden. Inhalt dieses Berichts ist die Definition eines *rechnergestützten Behandlungsmanagementsystems*, das dem Personal viele der im Rahmen eines BMS notwendigen Tätigkeiten ganz oder teilweise abnimmt. Dadurch wird eine schnellere Bereitstellung der für die Behandlungs- und Arbeitsplanung relevanten und vor allem aktuellen Informationen möglich, da eine direkte Kopplung von Dokumentation und Organisation stattfindet.

2.2 Aufgaben und Ziele

Die primären Ziele eines rechnergestützten Behandlungsmanagementsystems sind die Entlastung des Personals durch die Vereinfachung und Unterstützung von Arbeitsabläufen und die Optimierung der Auslastung der einzelnen Krankenhausabteilungen. Ein solches System sollte außerdem die Verringerung der Patientenverweildauer bei gleichzeitiger Wahrung, in einigen Fällen sogar der Steigerung der Qualität der medizinischen Versorgung und Pflege verfolgen.

Im einzelnen erreicht ein RBMS diese Ziele, indem es

- das Pflegepersonal unterstützt, die für medizinische und verwaltungstechnische Dokumentation und dem Formularwesen aufgewendeten Zeiten auf ein Minimum zu reduzieren,
- den Ärzten die Möglichkeit gibt, Therapiepläne zu erstellen,
- den Ärzten Planungs- und Steuerungsinstrumente zur Verfügung stellt, mit denen sie die notwendigen Untersuchungs- und Behandlungsmaßnahmen anordnen, koordinieren und später ihre Durchführung auch kontrollieren können und
- den Informationsaustausch zwischen einzelnen Klinikabteilungen über geplante und vorgenommene Maßnahmen sicherstellt und damit Fehlkoordination entgegenwirkt.

2.3 Bestehende Systemlandschaft

Bereits heute werden in fast allen Krankenhäusern krankenhausweite rechnergestützte Krankenhausinformationssysteme (RKIS) eingesetzt. Sie unterstützen im wesentlichen die Verwaltung bei ihren Tätigkeiten. Daneben existieren auf einzelnen Stationen und in verschiedenen Funktionsbereichen Systeme, die die Arbeit der Station oder des Funktionsbereiches unterstützen. Diese Subsysteme arbeiten weitgehend autonom und sind selten auf eine Vernetzung der Subsysteme untereinander ausgelegt. Damit läßt sich die Systemlandschaft innerhalb von Krankenhäusern als heterogen und nicht umfassend charakterisieren.

Aus dieser Charakterisierung ergeben sich unmittelbar verschiedene Probleme:

- Die Daten können nicht zwischen den Systemen ausgetauscht werden, was eine Mehrfacheingabe zur Folge hat. Bei dieser Mehrfacheingabe sind Fehleingaben und Inkonsistenzen möglich.
- Die Organisationsstrukturen und Verbindungen zwischen den Krankenhauseinheiten werden nicht durch die EDV-Umgebung nachgebildet. Jede Station arbeitet für sich rechnergestützt, aber die sich durch eine Vernetzung ergebenden Möglichkeiten der Zeit- und Ressourceneinsparung werden nicht genutzt.
- Die einzelnen Funktionseinheiten planen autonom und die Kommunikation zur gemeinsamen Planung zwischen Stationen und Funktionseinheiten beschränkt sich auf die Kommunikationsmittel Telefon und den Austausch von Dokumenten in Papierform.

2.4 Lösungsansätze

Ziel eines RKIS muß die Einbeziehung aller notwendigen Stationen und Funktionseinheiten sowie der Verwaltung sein. Dies ist aber aufgrund der heterogenen Systemlandschaft nur bis zu einem gewissen Punkt zentral realisierbar. Neuere Entwicklungen versuchen daher, die Kommunikation mittels eines Kommunikations-Servers, an den die einzelnen Teilsysteme angeschlossen werden, zu ermöglichen. Dieser Kommunikations-Server übernimmt die Koordination und Kommunikation zwischen den autonom arbeitenden Teilsystemen.

Aufgrund der vielfältigen Vorteile einer solchen Lösung, wird das hier spezifizierte RBMS in eine solche Kommunikationsstruktur eingebunden und keine zentralistische Vorgehensweise verfolgt. Im Idealfall ist auf jeder Station ein RBMS installiert, das die dort anfallenden Aufgaben übernimmt. Über den Kommunikations-Server kommunizieren die RBMSs mit anderen RBMSs und den Teilsystemen, die in den Funktionseinheiten installiert sind. Diese Lösung besitzt den Vorteil, daß bereits bestehende Teilsysteme nicht neu konstruiert werden müssen, sondern als autonome Teile im RKIS weiter existieren können. Die Abbildung 2.1 auf der nächsten Seite zeigt exemplarisch den prinzipiellen Aufbau des Gesamtsystems.

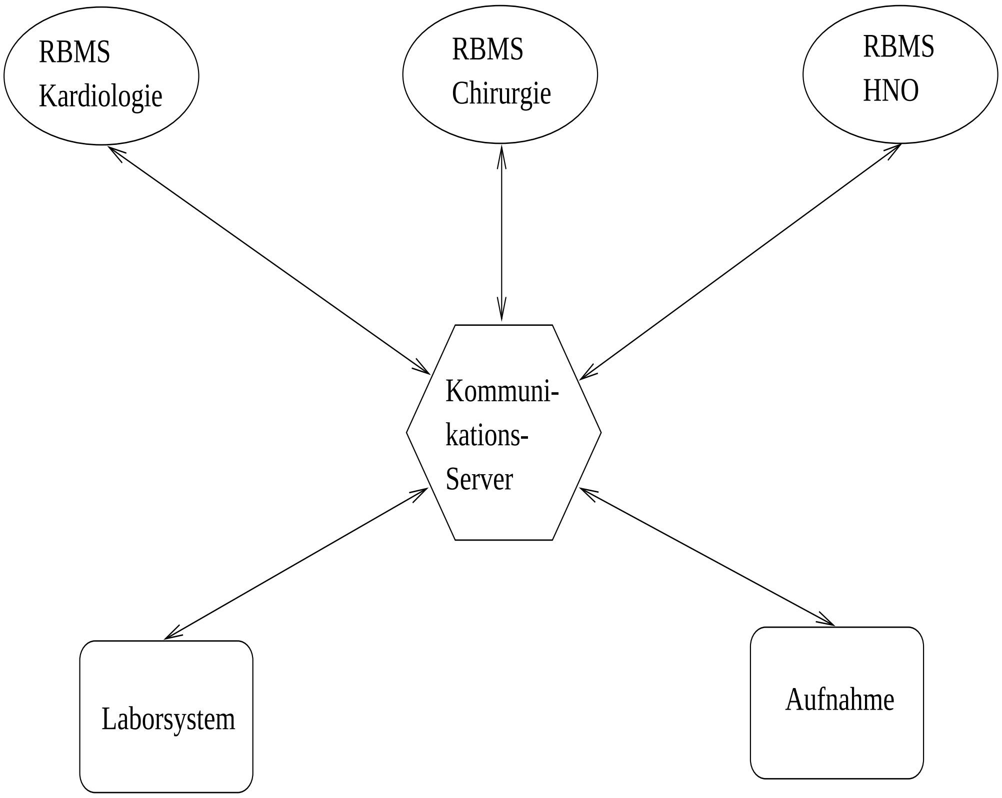

Abbildung 2.1: Aufbau eines RKIS aus autonomen Teileinheiten

Kapitel 3

Überblick über die Vorgehensweise

In diesem Abschnitt wird die im Projekt eingesetzte Vorgehensweise kurz skizziert. Neben den wesentlichen Aktivitäten werden insbesondere die eingesetzten Dokumenttypen erläutert, soweit dies zum Verständnis der Teile II und III notwendig ist. Eine ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise und eine Diskussion der Dokumenttypen und deren Struktur findet der Leser im Kapitel 15.

Das Vorgehen kann grob in folgende Aktivitäten unterteilt werden:

- Durchführung einer Ist-Analyse,
- Entwicklung von Systemvisionen,
- Entwicklung von Prototypen und
- Spezifikation eines RBMS.

Die Projektgruppe hat eine evolutionäre und partizipative Vorgehensweise eingesetzt. Charakteristisch für diese Vorgehensweise ist die Annahme, daß Software-Entwicklung als Lern- und Kommunikationsprozeß verstanden wird. Die Vorgehensweise wurde durch eine objektorientierte und evolutionäre Sichtweise, die durch die Verwendung der Entwurfmetaphern *Werkzeug* und *Material* sowie dem zugrunde liegenden *Leitbild* des Arbeitsplatzes für qualifizierte menschliche Tätigkeit geprägt ist, konkretisiert. Die Sichtweise ist mit verschiedenen Dokumenttypen verbunden, die den Aufbau der folgenden Kapitel wesentlich bestimmen. Zur Erstellung der Dokumente wurde die Entwicklungsumgebung *Objectory SE* [Obj94] eingesetzt, die an die gewählte Sichtweise anpaßt wurde. Dennoch werden leider nicht alle Dokumenttypen einheitlich bezeichnet. Im folgenden Abschnitt werden die wichtigsten Dokumenttypen und deren Synonyme bzw. deren Repräsentation in der Entwicklungsumgebung skizziert.

Zur Beschreibung und Erstellung der Ist-Analyse sind im wesentlichen *Glossare* und *Szenarien* eingesetzt worden. Glossare beschreiben die statischen Aspekte des Anwendungsbereichs in Form von Verzeichnissen der relevanten Begriffe im Krankenhausbereich. Szenarien stellen die Dynamik des Krankenhausbereichs in Form kurzer Prosatexte dar. Die beiden Dokumenttypen sind an der Fachsprache des Krankenhauspersonals orientiert. Sie sind kein Versuch die komplexen Abläufe im stationären Bereich vollständig zu erfassen, sondern sie helfen der Projektgruppe und dem Krankenhauspersonal als zukünftige Benutzer beim Lern- und Modellierungsprozeß. Glossare werden im Rahmen der gewählten Entwicklungsumgebung auch als *Problembereichsmodelle* bezeichnet.

Bei der Beschreibung des Soll-Systems wurden *Systemvisionen* eingesetzt, die das zukünftige System ebenfalls in Form kurzer Prosatexte beschreiben. Dieser Dokumenttyp wird gelegentlich als *Anwendungsfall* bezeichnet. Auf der Basis der Systemvisionen wurden *Prototypen* als ablauffähige Modelle des Systems entwickelt. Des weiteren werden die Klassenhierarchien des Ist- und des

Soll-Systems in einem *fachlichen* und einem *technischen Klassenentwurf* festgehalten. In Zusammenhang mit der Entwicklungsumgebung wird hier auch von *Analyse*- und *Entwurfsmodellen* gesprochen.

Sowohl bei der Ist-Analyse als auch im Rahmen des Soll-Systems werden *Akteure* eingesetzt. Akteure modellieren Entitäten, die mit dem Ist- oder Soll-System Informationen austauschen, also z.B. menschliche Benutzer oder andere Systeme, die mit dem System kommunizieren.

Akteure werden bei der Ist-Analyse eingesetzt, um möglichst vollständig alle wesentlichen Szenarien zu erfassen. Hierzu werden zunächst die Tagesabläufe aller Akteure beschrieben. Aus dieser Beschreibung werden anschließend alle wesentlichen Tätigkeiten identifiziert und in Szenarien umgesetzt. Im Rahmen der Systemvisionen spielen die Akteure eine ähnliche Rolle. Jede Systemvision wird durch genau einen Akteur initiiert.

Teil II

Konventionelle Behandlungsmanagementsysteme

Kapitel 4

Allgemeine Informationen

Der zweite Teil dieses Berichts beschreibt das heutige Behandlungsmanagement, wie es durch die Projektgruppe als Ergebnis ihrer Besuche der Krankenhäusern in *Rheine*, *Dortmund* und *Bernburg* ermittelt worden ist (siehe [BCF$^+$96a]). Zu Beginn werden in diesem Kapitel einige allgemeine Informationen zu Krankenhausinformationssystemen und Behandlungsmanagement gegeben. Dazu werden erst die Begriffe bestimmt und abgegrenzt, die von einem kurzen geschichtlichen Überblick über die Entwicklung von Informations- und Managementsystemen gefolgt werden. Den Abschluß dieses Kapitels bilden die Beschreibung der Komponenten eines Behandlungsmanagementsystems und ein Überblick über die verwendeten Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstände.

Zu beachten ist im folgenden, daß hier die Ist-Situation bezüglich Informationssysteme und Behandlungsmanagement beschrieben wird. Die rechnerische Unterstützung, also der Übergang von einem BMS zu einem RBMS, wird im Teil III auf Seite 37 beschrieben.

4.1 Begriffsbestimmung und Abgrenzung

Ein Behandlungsmanagemensystem ist ein Bestandteil der Informationsstruktur eines Krankenhauses. Diese Informationsstruktur wird als *Krankenhausinformationssystem* bezeichnet und in [Has96, Kapitel 3], nach [Ehl93], wie folgt definiert:

Begriff *Krankenhausinformationssystem:*

> Ein Krankenhausinformationssystem (KIS) ist definiert als das gesamte informationsverarbeitende und informationsspeichernde Teilsystem eines Krankenhauses. ([Has96, Kapitel 3])

Ein rechnergestütztes Krankenhausinformationssystem soll seine Anwender in die Lage versetzen, einige bisher manuell durchgeführte Tätigkeiten ganz oder teilweise einem Rechner zu überlassen oder mit dessen Unterstützung durchzuführen. Damit ist die folgende Definition sinnvoll:

Begriff *Rechnergestütztes Krankenhausinformationssystem:*

> Der rechnergestützte Teil eines KIS (RKIS) ist definiert als der Teil eines KIS, der Rechner und Rechnernetze einsetzt. ([Has96, Kapitel 3])

Es ist leicht zu sehen, daß ein Informationssystem, das auf dem Austausch von papierbasierten Dokumenten innerhalb eines Krankenhauses beruht, als ein KIS bezeichnet wird. Wenn dieser Informationsaustausch um den Einsatz von Rechnern zur Datenübermittlung, Speicherung oder Analyse erweitert wird, entsteht ein Teilsystem im KIS, das als RKIS bezeichnet wird. Als eine

Folge daraus kann man festhalten, daß, bedingt z.B. durch gesetzliche Aufbewahrungsregelungen von Papierdokumenten, ein KIS nicht vollständig durch ein RKIS ersetzt werden wird. Ein RKIS bildet immer nur ein Teil eines KIS als Gesamtsystem.

Genauso, wie zwischen einem KIS und einem RKIS unterschieden wird, wird auf den Gebiet des Behandlungsmanagements zwischen Behandlungsmanagementsystemen, die nicht rechnergestützt arbeiten und Behandlungsmanagemtsystemen, die die Arbeit durch Rechner unterstützen, unterschieden. Ein Behandlungsmanagementsystem definiert die Projektgruppe wie folgt:

Begriff *Behandlungsmanagementsystem:*

> Ein Behandlungsmanagementsystem (BMS) ist definiert als das informationsverarbeitende und informationsspeichernde Teilsystem eines Krankenhauses, das alle medizinischen und pflegerischen Dienstleistungen im stationären und ambulanten Bereich umfaßt.

Aus dieser Definition wird ersichtlich, daß reine Verwaltungsaufgaben, die nicht patientenbezogen sind (z.B. Personalverwaltung oder Unterstützung des Verwaltungspersonals von Kliniken), nicht Aufgabe eines Behandlungsmanagementsystems sind. Es ist weiterhin deutlich, daß in einem Krankenhaus mehr als ein BMS existiert. Meist besitzt jede Station ein eigenes BMS, das mit anderen Komponenten des KIS oder auch anderen BMSs Daten austauscht. Zum dritten ist erkennbar, daß alle Behandlungsmanagementsysteme eines Krankenhauses Teile des KIS als Gesamtsystem sind.

Der Vollständigkeit halber folgt noch die Definition für ein rechnergestütztes Behandlungsmanagementsystem:

Begriff *Rechnergestütztes Behandlungsmanagementsystem:*

> Der rechnergestützte Teil eines BMS (RBMS) ist definiert als der Teil eines BMS, der Rechner einsetzt und Rechnernetze benutzt.

4.1.1 Anwendungsumfeld

Das Anwendungsfeld eines BMS ist auf den Stationen eines Krankenhauses zu suchen. Dort findet der direkte Kontakt mit den Patienten statt und die Therapie und Pflege muß geplant und dokumentiert werden. Dazu gehört auch der Kontakt mit anderen Funktionsbereichen des Krankenhauses (z.B. Röntgenabteilungen oder Labore) zur Absprache von Untersuchungsterminen und zur Übermittlung von Untersuchungsergebnissen. Zum Austausch von Daten bei Verlegungen zwischen einzelnen Stationen innerhalb des Krankenhauses besitzt ein Behandlungsmanagementsystem Schnittstellen zu den Behandlungsmanagementsystemen anderer Stationen. Weiterhin besitzt ein Behandlungsmanagementsystem Schnittstellen zum KIS zur Übernahme und Übergabe der patientenbezogenen Daten für die verwaltungstechnische Abrechnung und Verarbeitung.

4.1.2 Anwender

In der Analysephase sind drei verschiedene Gruppen von Anwendern eines BMS festgestellt worden (siehe [BCF+96a]):

Stationsinterne Anwender Diese Gruppe umfaßt Personen und Rollen wie etwa die Ärzte und das Pflegepersonal. Sie sind die eigentlichen Anwender eines BMS.

Stationsexterne Anwender Diese Gruppe bilden Personen, die indirekt mit einem BMS umgehen (z.B. Mitarbeiter der Funktionsabteilungen im Krankenhaus).

Krankenhausexterne Anwender Diese Gruppe umfaßt Personen, die mit stationsinternen Anwendern in Kontakt stehen, wie z.B. Hausärzte oder Angehörige von Patienten.

4.2 Überblick über die Entwicklung des Behandlungsmanagements

Die Definition eines BMS deutet es bereits an: jede Station für sich hat ihre eigenen Erfahrungen gesammelt und Unternehmungen in Richtung auf ein Behandlungsmanagementsystem unternommen. Aus der heterogenen Struktur der verschiedenen Stationen ergibt sich, daß die dabei entwickelten Systeme sehr unterschiedlich und uneinheitlich sind. Den Mittelpunkt bildet auf den meisten Stationen auch heute noch das papiergestützte Formularwesen. Die wenigsten Stationen sind an die in den Krankenhäusern bereits seit längerer Zeit eingeführten KIS angebunden. Dadurch ergibt sich eine Vielzahl von Doppelarbeit, indem z.B. verschiedene Formulare mit nahezu identischen Daten ausgefüllt werden, deren Inhalt dann später mühsam in vorhandene Rechner einzugeben ist.

Auf einigen Stationen sind heute bereits Rechner vorhanden, die jedoch keine umfassende Unterstützung für das Behandlungsmanagement bilden. Sie dienen vielerorts dazu, die Stammdaten der auf der Station befindlichen Patienten zu erfassen und sind nur unzureichend in die bestehenden KIS-Strukturen des Krankenhauses eingebunden. Diese Einbindung gestaltet sich auch schwierig, da auf den einzelnen Stationen eine heterogene Hard- und Software-Struktur vorherrscht, die eine angemessene Vernetzung und den gewünschten Austausch von Daten stark erschwert. Diese Hard- und Software-Struktur ist historisch auf den einzelnen Stationen gewachsen, indem engagiertes Personal versucht hat, seine Arbeit durch den Rechner unterstützen zu lassen.

Es soll allerdings nicht unerwähnt bleiben, daß es bereits einige Anbieter für Software-Systeme gibt, die sich zum Behandlungsmanagement eignen (siehe [BCF+96a]). Problematisch ist dabei jedoch, daß in aller Regel diese Systeme der Großrechnerwelt entstammen und damit eine Einführung auf eher autonom geführten Stationen technisch schwierig ist. Weitere Schwierigkeiten ergeben sich daraus, daß es sich meist um Software-Lösungen handelt, die auf betriebswirtschaftlichen und verwaltungstechnischen Anwendungen beruhen, die um Komponenten des Behandlungsmanagement erweitert worden sind.

4.3 Komponenten eines BMS

Die Aufgaben, die innerhalb eines BMS ausgeführt werden, lassen sich grob in vier verschiedene Bereiche einordnen:

- Verwaltungstechnische Tätigkeiten,
- pflegerische Maßnahmen und deren Dokumentation,
- Maßnahmen zur Diagnose und
- Maßnahmen zur Therapie der Patienten und deren Dokumentation.

Innerhalb eines Behandlungsmanagementsystems fallen zu einem wesentlichen Grad verwalterische Tätigkeiten an. Sie dienen nicht direkt der Therapie oder Pflege des Patienten und es ist daher sinnvoll, sie stark durch Rechnereinsatz zu erleichtern. Diese Unterstützung bei Routinetätigkeiten würde dem ärztlichen und pflegerischen Personal mehr Zeit für ihre eigentliche Arbeit am und mit dem Patienten geben. Zur Zeit nehmen verwalterische Tätigkeiten innerhalb eines BMS den größten Raum ein.

Im folgenden werden die einzelnen Komponenten eines Behandlungsmanagementsystems näher beschrieben.

4.3.1 Verwaltungstechnische Aktivitäten

Die verwaltungstechnischen Aktivitäten auf einer Krankenhausstation – und damit innerhalb eines BMS – sind vielfältig und müssen von allen dort arbeitenden Personen ausgeführt werden. Für das *ärztliche Personal* umfassen diese Aktivitäten unter anderem:

- die ärztliche Aufnahme eines Patienten,
- die Planung der Belegung der Station,
- die Erledigung von Formalitäten bei der Verlegung oder Entlassung von Patienten,
- die Erstellung von Gutachten für Berufsgenossenschaften oder Sozialgerichte,
- das Schreiben von Diagnosen für Krankenkassen und
- das Führen von Statistiken für verschiedene Organisationen.

Das *pflegerische Personal* hat unter anderem folgende verwaltungstechnische Aufgaben durchzuführen:

- die pflegerische Aufnahme der Patienten mit der Erfassung der Stammdaten,
- die Planung der Bettenbelegung anhand der Belegungsplanung für die Station,
- die Planung des Pflegedienstes,
- die Aufnahme und Weiterleitung der Essenswünsche der Patienten,
- die Planung und Absprache von Diagnoseterminen mit den Funktionseinheiten des Krankenhauses,
- die Anforderung von Medikamenten aus der Apotheke und
- die Anforderung von Material, das auf der Station benötigt wird.

4.3.2 Pflegerische Aktivitäten und Dokumentation

Die Durchführung der pflegerischen Aktivitäten und deren Dokumentation ist die Aufgabe des *Pflegepersonals*. Als wichtigste Aktivitäten innerhalb dieser Komponente des BMS sind zu nennen:

- die Planung der pflegerischen Aktivitäten,
- die Durchführung der Pflegemaßnahmen, z.B. die Durchführung der durch das ärztliche Personal angeordneten Medikation,
- die Dokumentation der ausgeführten Maßnahmen,
- die Anpassung der Pflegemaßnahmen an den Erfolg der Therapie und
- die Kategorisierung der einzelnen Patienten in Pflegekategorien, wie sie sich aus dem Gesundheitsstrukturgesetz als tägliche Aufgabe ergibt.

Einen nicht unwesentlichen Anteil an der Pflege nimmt die Planung und Koordination von Pflege, Therapie und Diagnostik ein, die gemeinschaftlich durch ärztliches und pflegerisches Personal durchgeführt wird.

4.3.3 Diagnostik

Die Tätigkeiten im Rahmen der Diagnose, ihre Anordnung und Dokumentation werden durch das ärztliche Personal durchgeführt. Diese Tätigkeiten umfassen unter anderem:

- die Beauftragung von Kollegen zur Durchführung von Diagnosen oder zur Stellungnahme und zur Empfehlung von Therapiemaßnahmen,
- die Anforderung von Leistungen von Funktionseinheiten des Krankenhauses (z.B. Röntgenuntersuchungen),
- die Durchsicht der Ergebnisse der in Auftrag gegebenen Untersuchungen und
- die Dokumentation der Diagnoseergebnisse.

Als Grundlage der Diagnostik und der im nächsten Abschnitt beschriebenen therapeutischen Maßnahmen dient in der Regel die Visite, die den wesentlichen Kontakt der Patienten mit dem ärztlichen Personals darstellt.

4.3.4 Therapiemaßnahmen und Dokumentation

Im Rahmen eines BMS sind auch Maßnahmen zur Planung der Therapie der Patienten und die Dokumentation dieser Maßnahmen und ihres Erfolges vom ärztlichen Personal durchzuführen. Dieser Bereich nimmt auf den einzelnen Stationen mehr oder weniger Zeit in Anspruch. Dies ist abhängig davon, ob auf der Station Patienten behandelt werden, die standardmäßig anhand bekannter Therapien behandelt werden können oder ob für jeden einzelnen Patienten eine individuelle Therapie ausgearbeitet werden muß, ohne dabei wesentlich auf bisherige Erfahrungen zurückgreifen zu können.

Gemeinsam ist beiden Stationsarten, daß die durchzuführende Dokumentation der angeordneten und durchgeführten Therapiemaßnahmen der Sicherung der Qualität der Behandlung der Patienten dient (vgl. auch [PGS+96]). Als Folge dieses Ziels sind z.B. auch Statistiken für verschiedene Adressaten zu erstellen, wie sie im Abschnitt über die verwaltungstechnischen Aufgaben der ärztlichen Personals angesprochen worden sind.

4.4 Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstände in einem BMS

In diesem Abschnitt werden die Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstände beschrieben, wie sie heute noch häufig in einem BMS eingesetzt werden. Dabei gehen wir besonders auf Probleme ein, die sich mittels der Unterstützung durch ein RBMS vermeiden lassen könnten. Dies ist ein gewollter Vorgriff auf Teil III auf Seite 37, um die Einordnung der im folgenden beschriebenen Ist-Situation des BMS zu ermöglichen.

Gemeinsam ist allen Bereichen eines Behandlungsmanagementsystems, daß das Ausfüllen von Formularen eine Haupttätigkeit innerhalb der einzelnen Komponenten darstellt. In der Regel erfolgt das Ausfüllen manuell durch das ärztliche und pflegerische Personal. Dabei ist festzustellen, daß viele Daten der Patienten mehrfach einzutragen sind. Teilweise wird dies bereits durch die Erstellung selbstklebender Etiketten berücksichtigt, die bei Bedarf als Stammdaten des Patienten auf die Formulare geklebt werden. Auch die *kleinen Notizzettel* des Personals sind eine negative Folge der zu sammelnden und zu dokumentierenden Daten, die u.a. vor dem eigentlichen Ausfüllen der dafür vorgesehenen Formulare als Gedächtnisstütze dienen.

Bedingt durch die unzureichende Vernetzung zwischen den einzelnen Komponenten eines Krankenhauses werden an einzelnen Orten Daten erfaßt, die mittels elektronischer Kommunikation zwischen den Einheiten des Krankenhauses übertragen werden könnten. Die Hauptrolle dieser Mehrarbeit liegt in der mangelnden Integration der Behandlungsmanagementsysteme in das KIS des Krankenhauses. Die verwaltungstechnischen Daten spielen bei dieser Integration bisher die Hauptrolle. Die Kommunikation zwischen den Funktionseinheiten im Rahmen der Diagnostik und Therapie wird in der Regel noch mittels Formularen durchgeführt. Aber auch z.B. die Essensbestellung wird meist noch mit speziellen Karten abgewickelt und ist dementsprechend aufwendig. Hier könnten spezielle Erfassungsgeräte, wie etwa Barcode-Leser, eine erhebliche Zeitersparnis erbringen da sie die direkte elektronische Erfassung der Menüwünsche durch das Pflegepersonal ermöglichen.

Ein weiteres Problem stellt die mangelnde zeitnahe Kommunikation zwischen Stationen und Funktionseinheiten dar. Die Absprache über die Durchführung von Untersuchungen erfolgt meist mittels Telefon und zu einem sehr frühen Zeitpunkt. Bedingt durch die problematische Planung von Ressourcen im Krankenhaus ist es eher die Regel als die Ausnahme, daß sich Termine für angeordnete und vereinbarte Untersuchungen verschieben. Durch eine verbesserte elektronische Kommunikation zwischen den beteiligten Einheiten könnten unnötige Wartezeiten und Unannehmlichkeiten für die Patienten vermieden werden. Es wäre dann auch nicht mehr nötig, daß die Patienten ihre Unterlagen persönlich zur Untersuchung mitnehmen müßten.

Neben den für die Patienten direkt sichtbaren Probleme mit dem Formularwesen und den Koordinationsproblemen ist aber auch die Organisation einer Station auf papiergestützte Kommunikation angewiesen, wenn es z.B. darum geht, Material anzufordern oder die Versorgung der Patienten mit den notwendigen Medikamenten sicherzustellen. Hier gibt es teilweise bereits Bemühungen, die Medikamentenbestellung elektronisch abzuwickeln. Auch hier ist die umfassende Integration des BMS in das KIS des Krankenhauses wünschenswert, um einerseits die Abwicklung zu beschleunigen und andererseits auch den durch das Gesundheitsstrukturgesetz gewünschten Ersparniseffekt durch die ständige Überwachung des Medikamentenverbrauchs sicherzustellen. Ähnliches gilt auch für die bereits oben angesprochene Essensbestellung und deren Bearbeitung durch die Küche.

Es läßt sich der Schluß ziehen, daß eine der wesentlichen Tätigkeiten des innerhalb eines BMS tätigen Personals im Ausfüllen von Formularen und Dokumenten besteht. Die Kommunikation nach außen findet – außer mit der Verwaltung – in der Regel mittels herkömmlicher Kommunikationsmittel statt. Die verwendeten Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstände haben sich scheinbar im Laufe der Zeit bewährt, aber die Analyse der ablaufenden Prozesse hat gezeigt, daß gerade in der rechnerischen Unterstützung des ärztlichen und pflegerischen Personals bei solcher Routinearbeit ein großes Maß an Möglichkeit zur Einsparung von Kosten und Zeit besteht, die direkt oder indirekt dem Patienten zugutekommen kann. Daneben wird durch weitgehenden Rechnereinsatz die Umsetzung des Gesundheitstrukturgesetzes wesentlich erleichtert.

Kapitel 5

Vorgehensweise bei der Ist-Analyse

In diesem Abschnitt wird das Vorgehen bei der Analyse bestehender Behandlungsmanagementsystem beschrieben. Ziel dieser Analyse ist eine möglichst genaue Bestandsaufnahme der Vorgänge, der beteiligten Personen und der benutzten Werkzeuge und Dokumente, die am Behandlungsmanagement im Krankenhaus beteiligt sind. Diese Analyse bildet die Grundlage für eine spätere Entscheidung, welche dieser Elemente bei der Computerunterstützung wie zu berücksichtigen sind.

5.1 Durchführung

Die Ist-Analyse wurde in Zusammenarbeit mit zunächst zwei Krankenhäusern durchgeführt, die im folgenden kurz klassifiziert werden sollen.

Das Mathias-Spital in Rheine: Dies ist ein modernes Krankenhaus mit dem Schwerpunkt auf der Regelversorgung, wobei großer Wert auf Präventiv- und Rehabilitationsmaßnahmen gelegt wird. Das Haus hat ca. 800 Mitarbeiter (davon 500 Vollzeitkräfte), eine Kapazität von 436 Betten und umfaßt 10 Fachabteilungen und 17 Stationen.

Analysiert wurden die Stationen Chirurgie, Innere, Geburtshilfe und Gynäkologie; die Funktionseinheiten Labor, Röntgenabteilung und Apotheke; sowie die Abteilungen EDV, Verwaltung und Ambulanz.

Das Johannes-Hospital in Dortmund: Ein modernes Krankenhaus mit ca. 840 Vollzeitstellen, ca. 600 Betten und 8 Fachkliniken. Hier wurden die Gefäßchirurgische Ambulanz und die Gefäßchirurgische Station besucht.

Die Durchführung der Ist-Analyse geschah in einem mehrstufigen, iterativen Prozeß. Dieser wurde zweimal durchgeführt. Die einzelnen Phasen werden im folgenden kurz beschrieben:

Analysephase: In dieser Phase wurden die Projektmitarbeiter in Kleingruppen aufgeteilt, welche dann auf die verschiedenen Stationen gingen, um dort die Arbeitsabläufe zu untersuchen. Hierbei wurden die üblichen Techniken der Ist-Analyse wie Interviews, Fragebögen, Beobachtungen, etc. eingesetzt. Es wurde darauf geachtet, schon hier Akteure und Szenarien zu identifizieren.

Modellierung: Diese Phase begann, nachdem man mit den gesammelten Ergebissen zurückgekehrt war. Die Studenten setzen sich zusammen und formalisierten die teilweise etwas ungenauen und informellen Beobachtungen. Dabei wurden die Dokumente der Akteure und Szenarien erstellt. Gemeinsamkeiten wurden zusammengefaßt und Unterschiede in ähnlichen Abläufen festgelegt. Danach wurde das Glossar aus verwendeten Fachtermini gebildet.

Evaluation: Während dieser Phase wurden die bisher gewonnenen Ergebnisse dem Personal in Form einer kurzen Pr'asentation erläutert, nachdem das Personal zuvor die Dokumente studieren konnte. Anschließend wurden Kommentare, Anregungen und Verbesserungsvorschläge seitens des Personals aufgenommen und für die spätere Bearbeitung berücksichtigt.

5.2 Akzeptanz und Reaktionen

Wie oben angegeben, wurden die Projektmitarbeiter in Kleingruppen aufgeteilt, mit der Aufgabe auf die verschiedenen Stationen geschickt, die Arbeitsabläufe zu untersuchen, indem sie das Personal bei seinen täglichen Aufgaben beobachten. Die Reaktionen des Personals auf die Anwesenheit und die Fragen der Projektmitarbeiter mit dem Ziel der Spezifikation eines RBMS waren verschieden.

Skepsis: Bei vielen Angehörigen des Pflegepersonals war eine gewisse Skepsis gegenüber einem rechnergestützten Behandlungsmanagementsystem zu spüren. Die Gründe hierfür sind vielfältig:

- Gegenwärtig im Einsatz befindliche Systeme besitzen eine unkomfortable Benutzerführung und lange Reaktionszeiten.
- Es ist eine doppelte Buchführung (schriftlich und rechnergestützt) notwendig, da eine Umstellungs- und Einarbeitungsphase stattfindet, in der das alte und neue System nebeneinander existieren.
- Es wird befürchtet, daß durch das Delegieren von Arbeiten an einen Computer eine Entmenschlichung des Pflegedienstes stattfindet.
- Es existiert eine prinzipielle Unlust, sich in ein neues System einzuarbeiten.
- Das Personal hat Angst vor dem Abbau von Arbeitsplätzen aufgrund von Rationalisierungsmaßnahmen.

Meistens waren es ältere Angehörige des Personals, die einer Computerunterstützung des Pflegealltags mit Skepsis gegenüberstanden.

Neutralität: Eine durchaus verbreitete Reaktion, die im allgemeinen mit der pragmatischen Begründung:

„Wenn es so funktioniert, wie sie das sagen, ist es hervorragend, nur wird es so nicht klappen, weil...

- das ganze zu teuer wird,
- nicht genügend Terminals da sind,
- die Ärzte/Schwestern es nicht benutzen wollen.“

erklärt wird.

Zustimmung: Eine eher seltene Reaktion des Pflegepersonals, die aber ebenfalls vorkam. Dies geschah meistens bei Ärzten, die grundsätzlich eien positive Einstellungen gegenüber Technik besaßen, oder bei Schwestern, die im Umgang mit EDV und Computern allgemein gute Erfahrungen gemacht hatten.

Die Unterstützung des Personals war trotz gewisser Unkoordiniertheiten und einer gewissen Reserviertheit durchaus gut. Wo es möglich war, versuchte das Personal, die Projektmitarbeiter bei ihrer Arbeit zu unterstützen, indem es Fachbegriffe erklärte, Arbeitsabläufe erläuterte und Dinge und Aspekte betonte und hervorhob, die bei einer oberflächlichen Untersuchung möglicherweise verborgen geblieben wären. Diese Ergebnisse wurden dann in den Dokumenttypen Glossar und Szenarien erfaßt.

5.3 Marktanalyse

Neben der Analyse der Abläufe in verschiedenen Krankenhäusern wurde von den Projektmitarbeitern versucht, einen Überblick über die bereits auf dem Markt vorhandenen Managementsysteme im medizinischen Bereich zu erlangen. Aus diesem Grund besuchten zwei Gruppen die Interhospital, eine Fachmesse für den Krankenhausbedarf, die vom 25. bis zum 28 April 1995 in Hannover stattfand. Dieser Besuch diente auch dazu in Erfahrung zu bringen, welche Arbeiten im Krankenhaus heute bereits von Computersystemen unterstützt werden. Dies sollte vermeiden helfen, daß durch die Projektgruppe ein System für Aufgaben entwickelt wurde, die schon in vielen Systemen gelöst sind. Denn es war die Absicht, ein System für eine Anwendergruppe zu entwickeln, die noch keine oder nur wenig Computerunterstützung erhält. Im besonderen dachte man dabei an das Pflegepersonal auf den Stationen.

Außerdem hörte die Projektgruppe noch verschiedene Vorträge und bekam Informationsmaterial zur Verfügung gestellt, in denen schon eingesetzte Systeme genauer dargestellt wurden. Diese Systeme sind in [BCF$^+$96a] beschrieben.

Die Marktanalyse machte deutlich, wie komplex das Problem der Konzeption eines integrierten Behandlungsmanagementsystems ist. Die meisten Firmen scheinen dieses komplexe Problem auf das Problem eines Verwaltungs- und Archivierungssytems zu reduzieren. Die auf der Interhospital vorgeführten Systeme ermöglichen die Verwaltung und Archivierung der Daten eines Patienten, welche bei einem Krankenhausaufenthalt relevant sind. In Abhängigkeit von den erbrachten Leistungen werden u.a. Abrechnungen erstellt. Diese Systeme unterstützen also hauptsächlich Verwaltungsfunktionen. Dies liegt mit daran, daß Computersysteme im Krankenhaus zuerst für diese Aufgaben konzipiert wurden und erst später auch andere Aufgaben dem System hinzugefügt wurden. Nur sehr wenige Systeme wurden von Anfang an für andere Bereiche als die Verwaltung, und damit der Kostenrechnung, entwickelt. Beispiele hierfür sind *PROKOS*, ein Krankenhausinformationssystem der Firma PRO DV aus Dortmund, welches von Therapieplänen ausging, und *MedWork*, ein Produkt der Firma Lenz und Partner GmbH Dortmund, das gleichermaßen medizinische, pflegerische und verwaltungstechnische Belange unterstützt.

Diese Situation kam der Projektgruppe entgegen, da sie ein System für das Behandlungsmanagement auf der Station spezifizieren wollte. Dieser Bereich ist bisher nur sehr wenig kommerziell umgesetzt worden. Daher sind die angebotenen Lösungen noch sehr rudimentär.

Kapitel 6

Resultate der Ist-Analyse

Im Rahmen der Ist-Analyse wurden zunächst die Akteure, d.h. die funktionalen Rollen identifiziert. Anhand der Tagesabläufe der primären Akteure – dies sind die Rollen, die eine zentrale Stellung im Rahmen eines BMS einnehmen – wurden die wichtigsten Tätigkeiten in Form von Szenarien erfaßt. Die hierin vorkommenden Fachbegriffe wurden in einem Glossar gesammelt und erklärt.

Die Ergebnisse der Ist-Analyse werden in diesem kapitel amhand eines durchgängigen Beispiels präsentiert. Die vollständigen Ergebnisse sind in dem im Anhang A aufgeführten Dokumenten zu finden.

6.1 Identifizierte Akteure

Die identifizierten Akteure können in die drei Bereiche

- stationsinterne Akteure,
- stationsexterne Akteure und
- krankenhausexterne Akteure

unterteilt werden.

6.1.1 Stationsinterne Akteure

Dieser Bereich umfaßt alle Akteure, die direkt mit der medizinischen oder pflegerischen Betreuung der Patienten beschäftigt sind.

Patient: die Person, die im Mittelpunkt der Tätigkeiten im Krankenhaus steht.

Chefarzt: die oberste Entscheidungsinstanz im medizinischen und pflegerischen Bereich sowie der Finanzierung innerhalb einer Fachabteilung.

Oberarzt: übernimmt innerhalb der Station eine leitende Tätigkeit und vertritt den Chefarzt während dessen Abwesenheit.

Assistenzarzt: zuständig für eine Station oder einen Teilbereich einer Station.

Arzt im Praktikum: führt unter Aufsicht die gleichen Tätigkeiten wie ein Assistenzarzt aus.

Leitende Stationsschwester: ist für den pflegerischen und administrativen Bereich der Station zuständig.

Stationsschwester: examinierte Pflegekraft auf der Station.

Stationssekretärin: führt im wesentlichen Verwaltungstätigkeiten aus.

Krankenpflegehelferin: besitzt eine einjährige Ausbildung (im Gegensatz zu der dreijährigen Ausbildung der examinierten Schwestern) und führt verschiedene pflegerische Tätigkeiten aus.

Schwesternschülerin: befindet sich in der Ausbildung und übernimmt pflegerische Tätigkeiten unter Aufsicht einer Stationsschwester.

Zivildienstleistender: führt unterschiedliche Hilfstätigkeiten aus.

Praktikantin: führt unterschiedliche Hilfstätigkeiten aus.

Der Begriff *Arzt* wird im weiteren Verlauf dieses Dokuments als ein Oberbegriff für Chefarzt, Oberarzt, Assistenzarzt und Arzt im Praktikum benutzt. Die Bezeichnung *Pflegepersonal* umfaßt die Rollen Leitende Stationsschwester, Stationsschwester, Schwester, Hilfsschwester, Schwesternschülerin und Zivildienstleistender.

6.1.2 Stationsexterne Akteure

Die Akteure aus anderen Stationen oder funktionalen Einheiten werden nicht näher differenziert, sollten aber trotzdem Beachtung finden. Dazu zählen Akteure aus den Abteilungen Ambulanz, Labor und Verwaltung, sowie aus dem seelsorgerischen Bereich.

6.1.3 Krankenhausexterne Akteure

Neben den Akteuren innerhalb eines Krankenhauses, spielen auch externe Personen eine Rolle. Sowohl der Hausarzt, die Angehörigen als auch Besucher des Patienten unterstützen z.B. die therapeutischen Maßnahmen und liefern zudem Informationen (z.B. für die Anamnese).

6.2 Tagesablauf

In diesem Abschnitt wird exemplarisch ein Tagesablauf im pflegerischen Bereich dargestellt, der auf den Vorgaben der Station G5 (Gefäßchirurgische Station) des St.-Johannes-Hospitals in Dortmund basiert. Es wird der Tagesablauf für den Frühdienst und beschrieben.

6.00h Dienstbeginn Frühdienst

- Übergabe vom Nachtdienst

6.30h

- Patienten wecken
- Vitalzeichenkontrolle (RR-RF-TEMP)
- täglich Gewicht ermitteln
- ZVD-Messung (Zentraler Venendruck) bei allen von der Intensivstation übernommenen Patienten
- Mobilisation der postoperativen Patienten (ggf. Hilfestellung und Begleitung ins Bad)

- Aktivierung zur Körperpflege (ggf. Hilfestellung beim Rücken waschen etc.; Bereitstellen der Waschutensilien)
- Cingulumwechsel, alkoholische Einreibung
- Betten richten und bei Bedarf beziehen (Stecklaken täglich wechseln)
- Medikamente, Tropfen, Antibiotika und sub cutan Spritzen verabreichen
- Zimmer aufräumen (Müllbeutel wechseln, schmutziges Geschirr und Gläser abräumen)

7.15h

- Vom OP angeforderte Patienten zur OP-Schleuse fahren (Pendelliste mitnehmen)
- Persönliche Sachen der OP-Patienten werden im Arztzimmer gelagert

7.30h

- Visite
- BGA (Blutgasanalyse); dafür vorgesehene Patienten stehen mit Name und Zimmernummer auf einem gesonderten Zettel (unsere Bezeichnung: BGA-Zettel), Ohrläppchen wird mit Punktsalbe eingerieben (zur Blutabnahme kommt jemand aus dem Labor auf die Station)
- Blutzuckerbestimmung
- Vorbereitungen treffen für die Patienten, die von der Intensivstation übernommen werden (Übernahmen)
- Neuaufnahmen begrüßen und zur Sitzecke begleiten (Fragen nach: Eigenblutspende, Diäten)

8.15h

- Insulingabe

8.30-8.45h

- Frühstück verteilen (ggf. Hilfestellung: Frühstück richten, Patienten lagern)
- Essenkarten sortieren, auf Patientenwunsch Änderungen vornehmen
- Essen für Übernahmen bestellen (Kaltschale, Eis etc.)
- eventuell Neubestellung von Essen für Neuaufnahmen (vergleiche 17.30h)

9.00-9.30h

- Frühstückspause

9.45h

- Essenstabletts abräumen (dabei besonders bei postoperativen Patienten darauf achten, was diese gegessen haben)
- eventuell Tabletten anreichen

10.00h

- Übernahmen der postoperativen Patienten von der Anästhesie-Intensivstation
- EKG/Röntgenuntersuchungen
- Entlassungen (Bett und Nachtschrank auf den Flur, Bett muß abgezogen werden)
- Neuaufnahmen in die Zimmer begleiten
- Pflegeanamnese (Stammblatt) der Neuaufnahmen, AT-Schlauch und Informationsblatt geben

- Atemtherapie auf der Station – alle postoperativen Patienten und alle präoperativen Patienten, die nicht zur Anästhesie gehen können – mit dem Atemtrainer

11.00h

- RR-RF-TEMP-Kontrolle (Vitalzeichenkontrolle)
- Sprudelwasser verteilen (alle Patienten nach Herzoperation haben eine eingeschränkte Trinkmenge: eine Flasche Wasser in 24h, deshalb Datum und Uhrzeit auf dem Etikett vermerken)
- Montags, mittwochs und freitags die präoperativen Patienten zur Atemgymnastik schicken (auf der eigenen Station oder auf G1)

12.30h

- Mittagessen verteilen (ggf. Hilfestellung)

13.00h

- Übergabe vom Frühdienst an den Spätdienst

6.3 Fallbeispiel – Ist-Analyse

Das Fallbeispiel umfaßt folgende Tätigkeiten und Situationen: Die Visite ist durchgeführt worden und der Arzt hat neue Anordnungen getroffen. In diesem Beispiel sind das eine Röntgenanordnung und eine Verlegung eines Patienten. Das Pflegepersonal führt diese Anordnungen durch. Abschließend erhält der Arzt die Ergebnisse oder eine Statusangabe bezüglich seiner Anordnungen. Aus den Ergebnisssen der Ist-Analyse wurden die folgenden Szenarien ausgewählt:

- Nachbereitung der Visite,
- Röntgenanordnung (als Beispiel für eine Röntgenanforderung) und
- Verlegung von Patienten.

Eine ausführliche Beschreibung der Notation findet der Leser in [BCF+96b].

6.3.1 Nachbereitung der Visite

Vorbedingungen

1. Das *Szenario Visite* ist durchgeführt worden. Der Arzt hat neue Anordnungen getroffen.

Nachbedingungen

1. Alle neuen aufgrund der ärztlichen *Anordnungen* auszuführenden *Tätigkeiten* sind begonnen worden.
2. Da die Anordnungen durchgeführt wurden, sind die entsprechenden *Reiter* (Arzt an Schwester) an der *Patientenmappe* zurückgesetzt worden.
3. Ein neuer *Reiter* kann gesetzt sein: z.B. Schwester an Stationssekretärin.

Ablauf

Die Schwester setzt sich an ihren Arbeitsplatz und geht der Reihe nach jede *Planette* durch, an der der *Reiter* „Arzt an Schwester" gezogen ist. Die während der *Visite* getroffenen ärztlichen *Anordnungen* werden herausgeschrieben und dann durchgeführt. In Abhängigkeit von den *Anweisungen* können von hier aus weitere *Szenarien* angestoßen werden. Dazu gehören beispielsweise die *Szenarien* Röntgenanordnung und Verlegung von Patienten.

6.3.2 Röntgenanordnung

Vorbedingungen

1. Der PATIENT muß auf Anordnung des ARZTES geröntgt werden.

Nachbedingungen

1. Das *Formular* für die *Röntgenanordnung* ist vom ARZT ausgefüllt und unterschrieben worden.
2. Die *Röntgenabteilung* ist benachrichtigt worden.
3. Das *Szenario Normaler* PATIENTEN-*Transport* (siehe Zwischenbericht [B+95]) muß nach *Benachrichtigung* durch die *Röntgenabteilung* durchgeführt werden.

Ablauf

Die SCHWESTER (oder die STATIONSSEKRETÄRIN) füllt ein *Formular* für die Röntgenanforderung mit den allgemeinen Daten des Patienten aus (oder benutzt einen bereits gedruckten *Aufkleber* des PATIENTEN). Dieses *Formular* muß vom ARZT weiter ausgefüllt und unterschrieben werden (nur ÄRZTE mit einer Zusatzausbildung sind dazu berechtigt). Der Anforderungsschein wird bei Gelegenheit von den SCHWESTERN in die Röntgenabteilung gebracht (bei dringenden Fällen wird telefonisch ein Termin vereinbart). Eine Kopie dieses Formulars verbleibt in der Röntgenabteilung, das Orignal wird in die *Patientenmappe* gelegt. Ist die *Röntgenabteilung* für die Untersuchung des PATIENTEN bereit, wird die *Station telefonisch* benachrichtigt.

6.3.3 Verlegung von Patienten

Vorbedingungen

1. Der ARZT hat die *Anweisung* für eine *Verlegung* gegeben.

Nachbedingungen

1. Der PATIENT liegt nicht mehr auf der *Station*.
2. Das *Szenario Belegungsplan aktualisieren* (siehe Zwischenbericht [B+95]) muß durchgeführt werden.

Ablauf

Zunächst wird *telefonisch* geklärt, ob auf der *Zielstation* ein *Bett* frei ist und wann der PATIENT kommen kann. Ist die *Verlegung* möglich, werden die wichtigsten *Daten* der *Patientenakte* für die neue *Station* durch die STATIONSSEKRETÄRIN *kopiert* (z.B. der *Anamnesebogen*). Die *Originalakte* bleibt auf der *Station*. Ein Arztbrief wird dem Patienten mitgegeben.

Das *Szenario Normaler* PATIENTEN-*Transport* wird durchgeführt. Die Zentrale wird informiert, oder die *Pendelliste* wird aktualisiert.

6.3.4 Auszug aus dem Glossar der Ist-Analyse

Das Glossar enthält auf das Krankenhaus bezogene Fachausdrücke, die in den verschiedenen Kapiteln des vorliegenden Dokuments benutzt werden und in dem angegebenen Beispiel von Relevanz sind. Die Begriffe sind in lexikographischer Reihenfolge gegeben. Das vollständige Glossar ist in dem Dokument Zwischenbericht ([B+95]) zu finden.

Ambulanz: Die Ambulanz gliederte sich, in den von den Autoren besuchten Krankenhäusern, in Radiologie und Chirurgie (sowie die innere, urologische, gynäkologische und pediatrische Abteilung). Diese Aufteilung gilt aber nicht für jedes Krankenhaus. Die Aufgaben der Ambulanz sind im einzelnen:

- Notaufnahme
- ambulante Behandlung
- Voruntersuchungen
- prä- und poststationäre Behandlung
- Befunde erstellen
- Archivierung
- erweiterte Untersuchungen (z.B. Gefäßendoskopie)

Aufnahmevertrag: Der Aufnahmevertrag wird bei der Aufnahme des PATIENTEN in der *ZPV* ausgefüllt und unterschrieben. Er enthält diverse rechtlichen Regelungen, denen der PATIENT zustimmen muß, und die *Stammdaten* des PATIENTEN.

Befundakte: Die Befundakte nimmt u.a. folgende Befunde und Dokumente eines PATIENTEN durch Einheftung auf:

1. *Krankengeschichte* (Doppelblatt; enthält alle weiteren Blätter)
2. Sonographie mit Aufnahmen
3. Proteinanalyse
4. Leistungsauftrag für die Nuklearmedizin
5. *Einlage zur Krankengeschichte*
6. Verordnung von Krankenhausbehandlung
7. *Aufnahmevertrag*

Belegungsplan: (Synonym: Belegungstafel)

Der Belegungsplan hängt im *Schwesterndienstplatz* (Stecksystem; System Orgatex). Ein Eintrag im Belegungsplan enthält folgende Informationen:

- Zimmernummer (dreistellig)
- Patientenname (Name oder Angabe: Bett fehlt; grünes oder rotes Plättchen, grün steht z.B. für Entbindungen)
- Bettnummer (vierstellig, gleichzeitig Stellplatz und Telefonnummer)
- Signal besteht aus Informationsplättchen mit Farben- und Buchstabencodierung:
  - intern: PATIENTIN aus der Inneren
  - P: Privatpatient
- Schwesternnamen

Der Belegungsplan wird z.B. bei telefonischer Anfrage einer Verlegung/Neuaufnahme konsultiert.

Einlage zur Krankengeschichte: Enthält zusätzliche Daten zur *Krankengeschichte*, die sich auf den Allgemeinzustand des PATIENTEN beziehen.

Kurve: (Synonym: Patientenmappe)

Krankengeschichte: Die Krankengeschichte enthält die durch den ARZT und das PFLEGEPERSONAL vom PATIENTEN und seinen ANGEHÖRIGEN in Erfahrung gebrachten Informationen über den bisherigen Gesundheitszustand, einschließlich bekannter Diagnosen, Heilmaßnahmen, etc. und die aktuelle Gesundheitsstörung. Es existiert auch ein Formular mit diesem Namen, das meistens als Umschlaghülle für die gesammelten Befunde des PATIENTEN in der *Befundakte* genutzt wird.

Laboranforderung: Die Laboranforderung ist ein Formular, das auf Anforderung durch den ARZT von der SCHWESTER ausgefüllt wird. Die Laboranforderungen werden gemeinsam mit den entnommenen Blutproben ins Labor gebracht. Das Formular Laboranforderung enthält folgende Angaben:

- *Patientenetikett*
- Kostenstelle
- Zimmernummer
- Angaben zur Probenentnahme
- Angabe der spezifischen Untersuchung
- *Barcode-Etikett* zur Identifizierung der Probe
- Diverse Metainformationen

Laborbefunde: (Synonym: Laborbericht)
Diese werden am Nachmittag desselben Tages als Computer-Ausdruck auf die Station gebracht. Die Ausdrucke werden in das betreffende Feld im Formular *Pflegemaßnahmen* geklebt.

Notaufnahme: In Ausnahmesituationen kann das Standardverfahren zur Aufnahme eines PATIENTEN nicht durchgeführt werden. Stattdessen wird das entsprechende Notaufnahme-Formular ausgefüllt.

Medikation: Die Medikamente werden in speziellen Behältern vorbereitet und beim Frühstück dem Patienten gereicht. Die Nachtschicht bereitet die Medikation vor, indem sie in den *Kurven* nachsieht, was für Medikamente die PATIENTEN am nächsten Tag bekommen müssen und stellen die Behälter auf. Am Morgen überprüft eine SCHWESTER die Behälter mit den Medikamenten und erst danach werden sie den PATIENTEN gegeben.

Patientenaufkleber: (Synonym: Patientenetikett)
Aufkleber mit den immer wieder benötigten Patientendaten: Aufnahme-Id., Aufnahme-Datum, Station, Name, Geburtsdatum, laufende Nummer, Krankenkasse, Pflegesatz. Diese Aufkleber werden auf Formulare, Laborproben und anderes geklebt, um das wiederholte Ausfüllen zu vereinfachen. Durch einen Barcode sind sie außerdem maschinenlesbar und dienen zusätzlich zur Kommunikation mit den Subsystemen des Labors und der Radiologie.

Patientenmappe: (Synonym: Kurve)
Die Patientenmappe befindet sich in der *Planette* und enthält sämtliche aktuellen Unterlagen des PATIENTEN. Hier werden die *Visiteverordnung*, *Vitalwerte*, *Laborbefunde* und *Medikation* eingetragen.

Pendelliste: Die Pendelliste ist eine täglich ausgedruckte Liste mit den dem KIS bekannten Bettenbelegungen. Belegungen, die nicht mit dieser Liste übereinstimmen, werden auf den Stationen in dafür vorgesehene Felder auf dieser Liste eingetragen, so daß die notwendigen Änderungen in der *ZPV* am Nachmittag oder am folgenden Morgen eingetragen werden können. Sie besteht aus zwei Teilen, nämlich der Liste der bekannten Bettenbelegungen und einem freien Teil für Neuzugänge. Im Kopf ist die Station und der Fachbereich angegeben. Für jeden bereits aufgenommenen PATIENTEN sind Name, Vorname, Status, Geschlecht, Aufnahmedatum, Zimmer- und Bettnummer, Zimmertyp (Anzahl der Betten) angegeben und ob Chefarztbehandlung angezeigt ist. Hinter diesen Feldern kann bei Entlassungen das Datum, Zeit und Art (z.B. freiwillig) eingetragen werden. Für Neuzugänge können im zweiten Teil formlos dieselben Daten notiert werden.

Pflegemaßnahmen: (Synonym: pflegerische Anordnung)
Das PFLEGEPERSONAL übernimmt die Verordnungen des ARZTES aus der *Visiteverordnung* und trägt die durchgeführten Tätigkeiten in das Formular Pflegemaßnahmen ein. Hier werden

unter der Rubrik Prophylaxen-Therapien die Tätigkeiten des PFLEGEPERSONALS eingetragen, die außerhalb der *Medikation* liegen, wie z.B.: auf Blutungen achten, Gewichtskontrollen, Änderungen der Essenkarte usw.

Planette: (Synonym: Kurven, Patientenmappe)
Die Planette enthält eine Sammlung von *Kurven*.

Reiter: Kleine farbige Markierungen am unteren Rand der *Patientenmappe* die herausgezogen und somit sichtbar gemacht oder aber hereingeschoben werden können. Jeder Reiter entspricht einer bestimmten Anordnung wie Blutdruckmessen, Fiebermessen, etc. Die Reiter dienen daneben zur Markierung von wichtigen und zu beachtenden Patienteninformationen.

Röntgenanforderung: Dieses Formular wird auf Anforderung durch den ARZT von der SCHWESTER ausgefüllt. Diese schickt die PATIENTEN mit dem Formular zum Röntgen, wo die Maßnahmen protokolliert werden.

Routinelabor: Hierunter sind diejenigen Blutuntersuchungen zusammengefaßt, die bei jedem PATIENTEN durchgeführt werden, der auf der Station aufgenommen wird.

Routineuntersuchung: Bestimmte Untersuchungen, die bei jedem PATIENTEN durchgeführt werden, der auf der Station aufgenommen wird.

Stammdaten: Zu den Stammdaten eines PATIENTEN gehören sein Name, Geburtsdatum, Adresse, HAUSARZT, Versicherungsdaten und ähnliches. Die Stammdaten differenzieren sich in fünf Gruppen und umfassen folgende Daten:

Persönliche Daten: Name, Geschlecht, Geburtsdatum, Beruf, Adresse und Telefon

Aufnahme: Status, Aufnahmenummer, -datum, -uhrzeit, -art, Fachbereich, Station, Kostenstelle, Zimmer und Wahlbelegung

Verlegung: Datum, Station, Kostenstelle, Zimmer

Arztdaten: einweisender, behandelnder und entlassender ARZT, HAUSARZT

Kostenträger: Datum, Kostennummer, Kostenübernahme, Mitgliedsnummer, Arbeitgeber, Daten zur Leistungsabrechnung

Visite: Täglicher Rundgang des STATIONSARZTES, bei dem die weitere Therapie aller PATIENTEN angeordnet wird.

Visiteverordnung: Das Formular Visiteverordnung nimmt alle Verordnungen auf, die der ARZT während der *Visite* festlegt, auf. Es befindet sich in der *Patientenmappe*.

Vitalwerte: Zu den Vitalwerten gehören:

- Blutdruck
- Puls
- Temperatur

ZPV: Die Zentrale Patientenverwaltung (ZPV) ist die Stelle, an der im Krankenhaus in Rheine zentral Aufnahmen und Entlassungen aus Verwaltungssicht durchgeführt werden. Außerdem werden hier Patientenaufkleber erstellt. Die ZPV gliedert sich in Patientenaufnahme, Patientenentlassung und Patientenabrechnung.

Kapitel 7

Bewertung der Ist-Situation

Während der Aufenthalte vor Ort konnten von den Autoren verschiedene Probleme im heutigen Krankenhausbetrieb beobachtet und in Gesprächen mit dem Pflegepersonal erörtert werden.

Schnell wurde der auf den Stationen anfallende Schriftverkehr und die notwendigen Dokumentationen der Pflegeverläufe der Patienten als ein Hauptproblem erkannt. Das Ausfüllen von verschiedenen Formularen mit immer wiederkehrenden Standardeinträgen, wie z.B. die Stammdaten des Patienten, ist mittlerweile ein äußerst zeitraubendes Vorgehen. Beobachtungen ergaben, daß auf einigen Stationen ca. drei Stunden pro Tag mit eben diesem Schriftverkehr und der Aktuallisierung der Dokumente verbracht werden müssen. Aber auch die hierbei eher selten auftretenden Übertragungsfehler oder das Übersehen von Formularen in der entsprechenden Ablage können in bestimmten Situationen durchaus tragische Folgen nach sich ziehen. (Weitere Ergebnisse zu diesen Problemen sind in [Jum94] zu finden.) Zur Vermeidung der Neueintragung der Patientenstammdaten auf jedem Formular werden in der Regel bereits Aufkleber verwendet. Dieses Vorgehen ist jedoch nicht bei allen Standardeinträgen möglich.

Weitere Schwierigkeiten entstehen durch die Teilautonomie einzelner Stationen und Funktionsstellen, die ihre Ressourcen selbstständig und unabhängig verplanen und entsprechend Aufträge anderer Abteilungen annehmen oder abweisen. Die Verhandlungsunterstützung spielt bei der Koordination dieser einzelnen Krankenhausabteilungen eine wichtige Rolle, wird aber zum größten Teil nicht durch die schnelle und transparente Bereitstellung der planungs- und logistikrelevanten Informationen unterstützt.

Auch wird den Ärzten keine Planungs- und Steuerungsinstrumente zur Hand gegeben,

- mit deren Hilfe sie die notwendigen Untersuchungs- und Behandlungsmaßnahmen anordnen,
- später ihre Durchführung kontrollieren und
- die Resultate bezogen auf ihren Erfolg einordnen können.

Genauso wird das Pflegepersonal bei der Koordination notwendiger Pflegemaßnahmen nicht in der Art unterstützt, so daß die Durchführung dieser Maßnahmen auch gewährleistet ist. Es fehlen unter anderem Mechanismen,

- die die Informationen über bereits zugewiesene oder eingeplante Behandlungen und Untersuchungen, sowie Daten über den Status der einzelnen Phasen eines jeden Therapieplans aufbereiten und
- das Nachschlagen und Betrachten dieser Daten erleichtern.

Teil III

Rechnergestützte Behandlungsmanagementsysteme

Kapitel 8

Allgemeine Informationen

In diesem Teil des Berichtes wird das RBMS $\mathcal{PROMETHEUS}$ beschrieben, das durch die Projektgruppe konzipiert und prototypisch implementiert wurde. Es wird gelegentlich auch als Soll-System bezeichnet. Zunächst werden einige allgemeine Informationen zu den primären Zielen des Systems gegeben, worauf eine Auflistung der tatsächlich behandelten Komponenten erfolgt. Dann wird auf die gewählte Vorgehensweise eingegangen. Es werden anschließend verschiedene Facetten eines RBMS vorgestellt, nämlich Aspekte der Mensch-Maschine Schnittstelle, GUI-Konstruktion, Kommunikationsschnittstellen, Datenverwaltung und der benutzbaren Plattformen. Dann werden die tatsächlich erzielten Resultate beschrieben, einige Fallbeispiele gezeigt und eine Bewertung vorgenommen.

8.1 Primäre Ziele

Nach sorgfältiger Untersuchung der Ergebnisse der Ist-Analyse wurden die primären Ziele eines rechnergestützten Behandlungsmanagementsystems wie folgt festgelegt:

Entlastung des Personals: Dies wird erreicht, indem durch sorgfältige und problemorientierte Analyse festgestellt wird, welche Arbeitsabläufe im täglichen Betrieb unterstützt und vereinfacht werden können.

Optimierung: Die Optimierung der Auslastung der Krankenhausabteilungen geschieht, indem Planungs- und Belegungsabläufe automatisiert werden.

Qualitätssteigerung der medizinischen Versorgung und Pflege: Effizientes Ressourcenmanagement durch computerunterstützte Ablaufplanung, Unterstützung des Pflegedienstes und Patientenverwaltung hebt die Qualität der medizinischen Versorgung und Pflege.

Diese Ziele können auf verschiedene Weise erreicht werden. Zunächst einmal sollte das Pflegepersonal durch das RBMS direkt unterstützt werden, indem die Zeit, die für medizinische und verwaltungstechnische Dokumentationen sowie das Formularwesen verbraucht wird, auf ein Minimum reduziert wird. Weiterhin sollten Ärzte die Möglichkeit haben, Therapiepläne direkt am Computer zu erstellen, zu bearbeiten und die dadurch definierten pflegerischen Maßnahmen direkt in die Pflegeplanung einfließen zu lassen. Dies sollte durch Planungs- und Steuerungsinstrumente geschehen, die durch das RBMS bereitgestellt werden, mit denen der Arzt notwendige Untersuchungs- und Behandlungsmaßnahmen anordnen, koordinieren und auch später kontrollieren kann. Zuletzt ist es sehr wichtig, daß der Informationsaustausch zwischen einzelnen Klinikabteilungen über vorgenommene und geplante Maßnahmen sichergestellt wird, damit Fehlkoordinationen vermieden werden können. Wichtig ist hier die schnelle und effiziente Bereitstellung von Informationen.

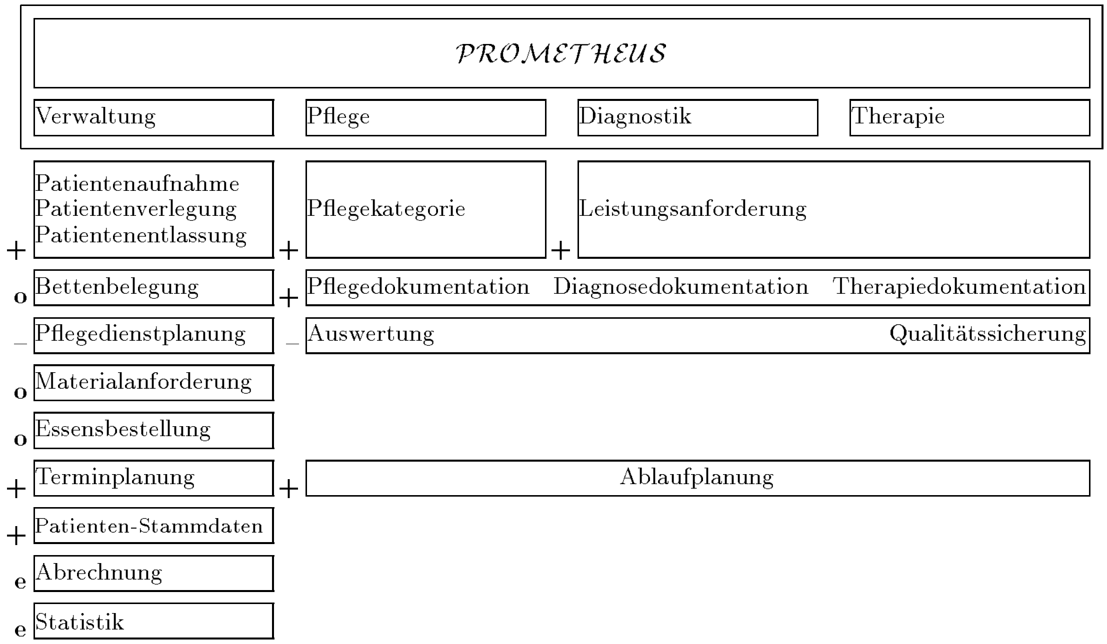

Abbildung 8.1: Komponenten eines RBMS

Es dürfen bei der Planung aber einige wichtige Nebenbedingungen nicht vergessen werden. Ein sehr wichtiger Punkt ist die Berücksichtigung des *menschlichen Faktors*. Das heißt, daß man sich bei der Entwicklung des RBMS an den Bedürfnissen der zukünftigen Benutzer orientieren muß. Die Erstellung einer Benutzungsoberfläche allein nach ergonomischen Richtlinien genügt hier nicht. Eine Orientierung an den Arbeitsabläufen des Personals ist hier vonnöten. Weiterhin müssen einige Besonderheiten des Krankenhausalltags berücksichtigt werden. Beispiele hierfür sind:

- Die Planung des Pflegedienstes und des Arzteinsatzes, die eng mit der Belegungsplanung gekoppelt ist, muß schnell und direkt auf Erfordernisse und individuelle Wünsche des Krankenhauspersonals eingehen können.
- Einzelne Abteilungen, wie z.B. die Radiologie, müssen teilautonom und dezentral entscheiden können, in welcher Reihenfolge sie die ihnen zugewiesenen Patienten behandeln.
- Häufige Änderungen der Planungsgrundlagen erfordern schnelles und unkompliziertes Neu- und Umplanen beim Nutzen von Krankenhausressourcen, wie z.B. bei der Einlieferung von Notfällen, Ausfällen von Mensch und Material oder unvorhersehbare Komplikationen bei der Untersuchung, Operation oder Behandlung von Patienten.

8.2 Komponenten des Soll-Systems

Die Abbildung 8.1 zeigt den Aufbau des zu konstruierenden Soll-Systems. Das Soll-System besteht aus vier Hauptkomponenten, die sich wiederum aus mehreren, teilweise übergreifenden Subsystemen zusammensetzen.

Verwaltung Die Komponente *Verwaltung* beinhaltet die Subsysteme Aufnahme, Verlegung und Entlassung von Krankenhauspatienten. Dazu kommen die Bettenbelegung auf den einzelnen Stationen und die Pflegedienstplanung. Die Materialanforderung für die auf den Stationen benötigten Arbeitsutensilien wird genauso berücksichtigt wie die Essenbestellung.

Auch die Terminplanung, die für die Koordinierung von Arbeitsabläufen wichtig ist, und das Patienten-Stammdatenblatt mit persönlichen und krankheitsbezogenen Daten der einzelnen Patienten kommen vor. Zuletzt folgen noch die Abrechnung, die die patientenbezogenen Pflege-Leistungen abrechnet, und die Statistik, welche die geleisteten Dienste am Patienten auswertet.

Pflege Die Komponente *Pflege* enthält das Subsystem Pflegekategorien. Dieses umschreibt die unterschiedlichen Variationen an Pflegebedürftigkeit des Patienten. Dann gibt es das komponentenüberschreitende Subsystem Dokumentation, welches hier die Pflegedokumentation unterstützt. Das Subsystem Auswertung, welches sich auch auf die Komponente *Therapie* erstreckt, erfaßt den Aufwand der durchzuführenden Pflegemaßnahmen. Letztes Subsystem der Pflege ist die Ablaufplanung, die detailliert das Tätigkeitsfeld zur Durchführung der Pflege darstellt. Dieses ist auch ein übergreifendes Subsystem.

Diagnostik Die Komponente *Diagnostik* beinhaltet einen Teil des Subsystems Leistungsanforderung. Hierunter fallen sämtliche Untersuchungsverfahren im medizinischen Bereich. Weiterhin gehört ein Teil des Subsystems Dokumentation, nämlich die Diagnosedokumentation, hierzu. Als letztes umfaßt diese Komponente auch noch einen Teil des Subsystems Ablaufplanung, welches hier detailliert die einzelnen Tätigkeiten zur Durchführung der Diagnose beschreibt.

Therapie Die Komponente *Therapie* umfaßt den letzten Teil des Subsystems Leistungsanforderung, welcher sämtliche Untersuchungsverfahren im medizinischen Bereich beschreibt, einen Teil des Subsystems Dokumentation, welcher die Therapiemaßnahmen dokumentiert, und die Qualitätssicherung, die der Erhaltung der höchstmöglichen Qualität der Pflege am Patienten dient. Ergänzt wird das Ganze durch den letzten Teil der Ablaufplanung, der detailliert die einzelnen Tätigkeiten zur Durchführung der patientengerechten Therapie beschreibt.

8.3 Betrachtete Komponenten

Es wurden die folgenden Subsysteme spezifiziert (in der Abbildung 8.1 sind sie durch ein + gekennzeichnet):

Patientenaufnahme, -verlegung, -entlassung. Dies ist einer der zentralen Aspekte eines RBMS. Damit das System das Personal bei seiner Arbeit sinnvoll unterstützt, müssen diese Komponenten vom System bereitgestelllt werden.

Patienten-Stammdaten. Ohne die computerunterstützte Verwaltung der Patienten-Stammdaten kann kein RBMS auskommen.

Leistungsanforderung. Ein wesentlicher Vorteil eines RBMS ist die Möglichkeit, die Kommunikation in einem Krankenhaus zu fördern, sei es durch ein E-Mail-System oder die Möglichkeit, Formulare und Anforderungen per Computer zu versenden und zu bearbeiten.

Pflege-, Diagnose-, Therapie-Dokumentation. Ein weiterer wichtiger Aspekt: die Unterstützung administrativer vor allem dokumentierender Funktionen des täglichen Pflegebetriebs ist im Hinblick auf Datensicherheit und Kostenabrechnung durch Fallpauschalen für ein RBMS unumgänglich.

Ablaufplanung. Was für die Dokumentation gilt, steht auch für die Planung: es bietet sich hier ebenfalls eine Computerunterstützung an.

Es wurden nur die obengenannten Subsysteme näher betrachtet, weil

- dies nach Meinung der Projektgruppenteilnehmer die wichtigsten Komponenten eines RBMS sind und
- aus Zeitgründen eine detailliertere Betrachtung weiterer Komponenten nicht möglich war.

Kapitel 9

Vorgehensweise

Dieses Kapitel dient dazu, einen Überblick über die generelle Vorgehensweise zu geben. Dazu werden die aufgestellten Ergebnisse der Analyse diskutiert und beschrieben, wie die Konstruktion von Software-Prototypen die Analyse wirkungsvoll unterstützt.

9.1 Ergebnisse der Analyse

Wie bereits in Teil II geschildert wurde, wurden im Verlauf der Ist-Analyse vor Ort in den Krankenhäusern Szenarien ermittelt. Ein Szenario ist dabei ein Arbeitsablauf in einem existierenden System, der durch einen Akteur ausgelöst wird. Aufbauend auf diesen Szenarien machten sich die Entwickler daran, diese in Systemvisionen zu übertragen. Eine Systemvision ist ein möglicher Arbeitsablauf in einem zukünftigen System (eben dem RBMS), wie ihn sich ein Informatiker vorstellt. Diese Systemvisionen sind ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Entwicklung des Gesamtsystems. Der nächste Entwicklungsschritt führte das Entwicklungsteam zur Definition von Anwendungsfällen, die aus den Systemvisionen hervorgingen, der Entwicklung des Analyseobjektmodell und weiteren Dokumenttypen (siehe Anhang A). Diese Vorgehensweise ist motiviert durch den Systementwurf nach der Methode OOSE, der in [JCJÖ93] eingehend beschrieben wird.

9.2 Konstruktion eines Prototypen

Bei der Anforderungsanalyse ergibt sich häufig das Problem, daß die aufgestellten Anforderungen unvollständig sind oder sich sogar widersprechen. Ein Grund dafür ist darin zu suchen, daß Modelle aufgestellt werden, die für die Kommunikation zwischen Anwender und Software-Konstrukteur nur bedingt geeignet sind. Ein Ausweg ist die möglichst frühe Konstruktion ausführbarer Programme (Software-Prototypen), die die Anforderungen oder Teile davon direkt umsetzen. Es existieren verschiedene Ansätze für das Software-Prototyping, die sich insbesondere darin unterscheiden, in welchem Umfang die Anforderungen umgesetzt werden und welche Aufgabe der konstruierte Prototyp in den folgenden Abschnitten des Lebenszyklus spielt. Näheres dazu ist z.B. in [DF89] nachzulesen.

Während der Anforderungsanalyse innerhalb dieses Projektes wurde ein GUI-Prototyp konstruiert, der die graphische Benutzungsschnittstelle eines rechnergestützten Behandlungsmanagementsystems möglichst umfassend umsetzt. Die Implementierung von Funktionalität im eigentlichen Sinne geschah nur soweit, wie sie für die Arbeitsweise und die Demonstration der Benutzungsschnittstelle notwendig war. Die Grundlage für das gewählte Vorgehen bildet der Ansatz GUIDE (siehe [RPM95]), der insbesondere die Evaluation der konstruierten GUI-Prototypen durch den Anwender berücksichtigt und hervorhebt.

Insgesamt wurden zwei GUI-Prototypen konstruiert, die auf einem vorher festgelegten Style Guide (erster Prototyp) und auf einer Evaluation des ersten Protototypen durch spätere Anwender im Krankenhaus (zweiter Prototyp) beruhten. Der zweite Prototyp ist ebenfalls durch die Anwender evaluiert worden, allerdings sind die Ergebnisse nicht in einen neuen Prototypen eingeflossen.

Kapitel 10

Facetten eines RBMS

Dieses Kapitel dient der Diskussion der verschiedenen Facetten eines RBMS. Im Mittelpunkt steht dabei die Mensch-Maschine Schnittstelle, die der Teil des Gesamtsystems ist, mit dem der Benutzer direkt arbeitet. Die anderen Aspekte umfassen Facetten, die für den Benutzer nicht direkt sichtbar sind, die jedoch wesentliche Bestandteile eines funktionierenden Systems sind. Die korrekte Funktion eines solchen Systems ist nur eine Seite: wichtig bei der Betrachtung der einzelnen Facetten ist auch die Akzeptanz durch die Anwender. Dieser Aspekt finet insbesondere im folgenden Abschnitt über die Mensch-Maschine Schnittstelle eingehende Berücksichtigung.

Der Diskussion der Benutzungsschnittstelle folgt die Betrachtung anderer Schnittstellen eines RBMS, die es mit der Außenwelt – hier insbesondere anderen Software-Systemen im Krankenhaus – verbinden. Eine wichtige Rolle spielt hier HL7 als Kommunikationsstandard. Nachdem die Verbindungen des RBMS mit seiner Außenwelt beschrieben worden sind, folgt die Diskussion der für die Datenverwaltung innerhalb des Systems zu berücksichtigenden Aspekte. Dieser folgen Betrachtungen zu den Hardware- und Software-Komponenten eines RBMS.

Aufbauend auf der Diskussion dieser verschiedenen Facetten beschreibt der letzte Abschnitt dieses Kapitels die eigentliche Funktionalität eines RBMS.

10.1 Mensch-Maschine Schnittstelle

Im Mittelpunkt der Entwicklung der Mensch-Maschine Schnittstelle (GUI; Graphical User Interface) eines interaktiven Systems steht der Benutzer. Auch das in diesem Bericht beschriebene RBMS ist ein interaktives System, dessen Mensch-Maschine Schnittstelle nach anerkannten Richtlinien der GUI-Entwicklung zu konstruieren ist. Im folgenden werden die grundlegenden Anforderungen an die Mensch-Maschine Schnittstelle betrachtet, die jedem interaktiven System zugrunde liegen sollten unter besonderer Beachtung des Einsatzgebietes eines RBMS.

10.1.1 Anforderungen an die Mensch-Maschine Schnittstelle interaktiver Systeme

Die Anforderungen an die Benutzungsschnittstelle interaktiver Systeme werden im Teilgebiet Mensch-Maschine-Kommunikation innerhalb der Informatik behandelt. Nach Stary ([Sta94, Seite 20]) „benutzt die Mensch-Maschine-Kommunikation Theorien und Methoden der Informatik, um benutzer- und aufgabengerechte Anwendungen zu konstruieren.“ Das Ziel der Analyse dieser Kommunikation ist die benutzergerechte Gestaltung der Benutzungsschnittstelle interaktiver Systeme. Dabei ist es wichtig, die GUI bereits bei der Analyse der Anforderungen an das Gesamtsystem in den Mittelpunkt zu stellen, da es das System für den Benutzer repräsentiert. Ein System kann die gewünschte Funktionalität so gut wie möglich abbilden; wenn die GUI durch den Benutzer nicht akzeptiert wird, so wird das System nicht oder nur widerwillig verwendet.

Die Anforderungen an die Mensch-Maschine Schnittstelle eines RBMS sind im wesentlichen in folgenden Bereichen zu suchen:

Software-Ergonomie Sie legt grundsätzliche Anforderungen an die GUI interaktiver Systeme fest.

Anwendungsbereich Krankenhaus Im Krankenhaus sind aufgrund des Arbeitsumfelds und der Anwender spezifische Probleme bei der Konstruktion angemessener Mensch-Maschine Schnittstellen zu berücksichtigen.

Prototyping-orientierte Analyse Nur durch eine prototypingorientierte Anforderungsanalyse kann eine angemessene GUI für ein RBMS entstehen.

Auf die genannten Bereiche wird im folgenden näher eingegangen.

10.1.1.1 Grundlagen der Software-Ergonomie

Das Ziel der Software-Ergonomie ist die Konstruktion und Bewertung benutzergerechter Software-Systeme. Dabei wird darauf geachtet, daß die Systeme der menschlichen Arbeitsweise angepaßt werden und sich nicht der Mensch an ihm unangemessene maschinelle Arbeitsweisen und -methoden anzupassen hat. Im Mittelpunkt der Bewertung von Software-Systemen hinsichtlich ihrer Ergonomie stehen folgende grundlegenden Kriterien, die teilweise bereits auch in nationalen und internationalen Normen und in Gesetzesrichtlinien ihren Niederschlag gefunden haben (DIN 66 234, Teil 8 [DIN88], ISO-Norm 9241 Teil 10 [ISO90a] und 11 [ISO90b], sowie EG-Richtlinie 90/270/EWG [EG90]):

Aufgabenangemessenheit
„Ein interaktives System ist aufgabenangemessen, wenn es die Durchführung von Arbeitsaufgaben von Benutzern unterstützt, ohne die Benutzer durch Eigenschaften der Interaktionshilfsmittel unnötig zu belasten.“ (siehe [Sta94, S. 309])

Selbstbeschreibungsfähigkeit
„Ein interaktives System ist selbstbeschreibungsfähig, wenn Benutzern auf Wunsch der Einsatzzweck sowie der Leistungsumfang des interaktiven Systems erläutert werden können und wenn jeder einzelne Interaktionsschritt unmittelbar verständlich ist oder Benutzer auf Wunsch dem jeweiligen Interaktionsschritt entsprechende Erläuterungen erhalten können.“ (siehe [Sta94, S. 310])

Steuerbarkeit
„Ein interaktives System ist steuerbar, wenn die Benutzer die Geschwindigkeit des Ablaufs sowie die Auswahl und Reihenfolge von Arbeitsgegenständen und Interaktionshilfsmitteln, sowie darüberhinaus die Art und den Umfang von Ein- und Ausgaben beeinflussen können.“ (siehe [Sta94, S. 311])

Erwartungskonformität
„Ein interaktives System ist erwartungskonform, wenn es die Erwartungen der Benutzer erfüllt“ (siehe [Sta94, S. 312]). Dabei spielen sowohl die Vorkenntnisse aufgrund der Arbeitsabläufe als auch die bisherige Benutzung des interaktiven Systems eine Rolle.

Fehlerrobustheit
„Ein interaktives System ist fehlerrobust, wenn trotz erkennbarer fehlerhafter Eingaben das beabsichtigte Arbeitsergebnis ohne oder mit minimalem Korrekturaufwand erreicht werden kann. Dazu müssen den Benutzern die Fehler zum Zwecke ihrer Behebung verständlich gemacht werden.“ (siehe [Sta94, S. 314])

Adaptivität
: „Ein interaktives System ist adaptiv, wenn es Mechanismen für Entwickler und Benutzer bietet, auf geänderte Anforderungen dynamisch zu reagieren (siehe [Sta94, S. 315]).

Erlernbarkeit
: „Die Bedienung eines interaktiven Systems wird als erlernbar bezeichnet, wenn es den Benutzern möglich ist, die Aufgabenbewältigung in einer angemessenen Zeitspanne zu erlernen.“ (siehe [Sta94, S. 315])

Ziel eines jeden Entwicklers interaktiver Systeme sollte es sein, diese grundlegenden Kriterien bei der Konstruktion der GUI des Software-Systems umzusetzen. Neben diesen anwendungsbereichsunabhängigen Kriterien interaktiver Software spielen bei der Konstruktion eines RBMS auch Aspekte des Anwendungsumfelds eine wesentliche Rolle, die wir im folgenden diskutieren werden.

10.1.1.2 Besondere Anforderungen an die Mensch-Maschine Schnittstelle eines RBMS

In diesem Abschnitt diskutieren wir, welche speziellen Anforderungen sich aus dem *Benutzerkreis*, dem *Arbeitsumfeld* und dem *Akzeptanzproblem* an die Mensch-Maschine Schnittstelle eines RBMS ergeben.

Benutzerkreis

Die Benutzer eines RBMS sind in der Regel bisher selten mit einem Software-System in Berührung gekommen, das sie bei ihrer Arbeit unterstützen soll. Sowohl bei Ärzten als auch beim Pflegepersonal haben sich Arbeitsabläufe entwickelt, die herkömmliche Medien (z.B. Formulare, Notizpapier, Telefon) benutzen. Ziel einer an diesen Benutzerkreis angepaßten Mensch-Maschine Schnittstelle muß es also sein, die erlernten Arbeitsabläufe soweit wie möglich mit den Interaktionshilfsmitteln der GUI umzusetzen. Dazu gehört es beispielsweise, bisher in Papierform verwendete Formulare durch das RBMS soweit wie möglich und sinnvoll nachzubilden. Dies kommt insbesondere der Erlernbarkeit und der Erwartungskonformität der Mensch-Maschine Schnittstelle zugute und steigert die Akzeptanz erheblich. Zur durchgehenden Einhaltung dieser Anforderungen bei der Konstruktion des RBMS wird ein *Style-Guide* formuliert, der sowohl die Kriterien der Software-Ergonomie als auch der speziellen Anwendung in Gestaltungsrichtlinien für die Mensch-Maschine Schnittstelle des RBMS umsetzt.

Arbeitsumfeld

Das Arbeitsumfeld auf einer Krankenhausstation ist geprägt durch starke Ablenkung von den Arbeitsabläufen durch Notfälle oder andere dringendere Tätigkeiten. Für ein akzeptables Software-System ist deshalb notwendig, auf die sich daraus ergebenden häufigen Unterbrechungen der Arbeitsabläufe angemessen zu reagieren. Dies stellt hohe Anforderungen an die Mensch-Maschine Schnittstelle, die in kurzen Zeiträumen von mehreren Benutzern bedient werden muß. Diese Benutzer wollen die verschiedensten Abläufe ausführen und besitzen auch verschiedene Rechte in Bezug auf die zu bearbeitenden Daten. Hier spielt insbesondere die einfache Unterstützung der Authentifizierungs- und Authorisierungsverfahren eine wesentliche Rolle bei der aktiven Umsetzung von Datenschutzbestimmungen.

Akzeptanz

Neben den oben bereits diskutierten Merkmalen der leichten Erlernbarkeit und hohe Erwartungskonformität steht das Merkmal der Leistungsfähigkeit des RBMS im Mittelpunkt der Akzeptanz durch die Benutzer. Die Einführung mehrere Software-Systeme im Krankenhaus ist gescheitert, weil die Systeme für die Anwender keine Arbeitserleichterung erbracht haben (siehe z.B. [SM94]). Da das Ziel eines RBMS die Unterstützung des Pflegpersonals bei der medizinischen und verwaltungstechnischen Dokumentation und dem Formularwesen ist, wird dieses System nur dann akzeptiert, wenn es die aufgewendeten Zeiten tatsächlich gegenüber dem heutigen Vorgehen reduziert und minimiert (siehe z.B. [Dra93]). Insbesondere darf die Mensch-Maschine Schnittstelle den Benutzer nicht vor Probleme stellen, die er nicht aufgrund seines Wissens über die Arbeitsabläufe oder über das erlernte Wissen über das RBMS lösen kann. Daneben spielt die Erlernbarkeit eine wesentliche Rolle: der Benutzerkreis hat in der Regel wenig Zeit, um sich in das Software-System einzuarbeiten und muß dafür unter Umständen seine Freizeit investieren. Alle diese Akzeptanz-Kriterien lassen die Verwendung eines benutzerzentrierten Ansatzes für die GUI-Konstruktion angemessen erscheinen, wie ihn GUIDE (Graphical User Interface Design and Evaluation, siehe [RPM95]) darstellt.

10.1.2 Schlußfolgerungen

Das bei der Sammlung der Anforderungen an die Mensch-Maschine Schnittstelle verfolgte Vorgehen mit der Konstruktion von Oberflächen-Prototypen und deren Evaluation durch die späteren Benutzer eines RBMS hat sich bewährt. Es konnten Anforderungen an die GUI gesammelt werden, deren Umsetzung in die Schnittstelle des RBMS eine große Akzeptanz zur Folge haben könnte. Bei ähnlichen Projekten ist zu beachten, daß immer eine repräsentative Auswahl aus den späteren Benutzern stattfindet und die Evaluation durch mehrere verschiedene Anwender durchgeführt wird. Dies gewährleistet ein möglichst subjektives Bild über die tatsächliche Meinung der Benutzer zum Prototypen. In diesem Abschnitt konnte nur sehr oberflächlich auf die Anforderungen an die Mensch-Maschine Schnittstelle und deren Festlegung mithilfe von Prototypen eingegangen werden. Die Ergebnisse, die sich innerhalb des Projektes $\mathcal{PROMETHEUS}$ ergeben haben, sind im Abschnitt 11 auf Seite 65 beschrieben. Weitergehende Informationen zum gewählten prototyping-orientierten Ansatz, der nicht nur die Konstruktion eines Oberflächen-Prototypen umfaßte, sind in Kapitel 14 auf Seite 93 nachzulesen.

10.2 Kommunikationsschnittstelle (HL7)

Um ein umfassendes Behandlungsmanagementsystem für ein Krankenhaus zu realisieren, ist es notwendig, die Systeme von verschiedensten Herstellern miteinander *kommunizieren* zu lassen. Daten, die in dem einen Subsystem erzeugt werden, sollen direkt von einem anderen Subsystem übernommen werden können, ohne daß diese Informationen manuell eingegeben werden müssen.

Auch das $\mathcal{PROMETHEUS}$-System soll mit den verschiedensten Abteilungen bzw. Funktionseinheiten innerhalb des Krankenhauses verbunden werden, damit zum Beispiel die Ergebnisse einer Laboruntersuchung direkt in der elektronischen Patientenakte gespeichert werden können. Um diesen Anforderungen an die Kommunikationsmöglichkeiten eines umfassenden Behandlungsmanagementsystems gerecht zu werden, muß den Kommunikationsschnittstellen des Systems besondere Bedeutung beigemessen werden. Eine Möglichkeit diese Kommunikation flexibel und standardisiert zu gestalten, besteht in dem Einsatz des herstellerunabhängigen Übertragungsprotokolls für medizinische Daten HL7, welches im folgenden hinsichtlich seiner Entstehung und Struktur kurz beschrieben wird.

10.2.1 Entwicklung der EDV-Ausstattung

Die ersten Abteilungen innerhalb der Krankenhäuser, in denen eine EDV-Lösung installiert wurde, waren üblicherweise die Verwaltungen. Deren EDV-Systeme unterstützten im allgemeinen die internen Abrechnungen, sowie die Abrechnung der Behandlungen gegenüber den Krankenkassen. Einzelne Kliniken oder diagnostische Abteilungen wurden bei dieser Entwicklung zunächst nicht berücksichtigt. Dies gibt auch der Datenverarbeitungs-Deckungsgrad sehr gut wieder, der 1989 in Deutschland bei 93% für die Verwaltung und nur bei 9% für die Stationen lag [Pac94].

Im weiteren Verlauf der Entwicklung wurden die Labore durch EDV-Anlagen unterstützt. Dies geschah hauptsächlich durch Anforderungskarten, die auf den Stationen von Hand ausgefüllt wurden und dann im Labor automatisch eingelesen werden konnten. Die Untersuchungsergebnisse waren dann entweder als Ausdruck verfügbar oder konnten auf einem stationseigenen Terminal abgerufen werden.

Durch die fortschreitende Entwicklung von Computersystemen für den medizinischen Bereich wurden im Laufe der Zeit zunehmend weitere Abteilungen mit EDV-Lösungen ausgestattet. Dabei konnte jeder Klinikdirektor frei entscheiden, welches System installiert werden sollte. Eine Vorgabe für Kommunikationsschnittstellen zu anderen, bereits bestehenden Systemen gab es nicht. Die Notwendigkeit einer abteilungsübergreifenden Kommunikations- und Integrationslösung wurde nicht erkannt.

Diese Entwicklung hat dazu geführt, daß in fast allen Krankenhäusern Inselsysteme implementiert wurden, die für den jeweiligen Bereich zwar gute Lösungen darstellen, aber von einem Gesamtsystem weit entfernt sind, da nur die wenigsten Systeme untereinander Daten austauschen können.

10.2.1.1 Probleme und Lösungsmöglichkeiten

Die Nachteile solcher Insellösungen sind bekannt: die Patientendaten müssen mehrfach eingegeben werden. Durch dieses mehrfache Erfassen derselben Daten, erhöht sich zwangsläufig die Gefahr der Fehleingaben (aus Herrn Meier in der Aufnahme wird Herr Meyer auf der Station). Außerdem bedeuten diese Eingaben einen zusätzlichen Zeitaufwand für die Mitarbeiter. Um diese Probleme zu beseitigen, und die Kommunikation der bestehenden und neu zu erwerbenden Systeme untereinander zu gewährleisten, bieten sich für die Krankenhäuser verschiedene Lösungsmöglichkeiten an.

Single-Vendor-Lösung: Alle im Krankenhaus verwendeten DV-Anlagen werden bei einem Hersteller bezogen. Diese Lösung ist für die Hersteller natürlich besonders interessant – und die Hersteller haben auch daraufhin gearbeitet, indem sie nur zu ihren eigenen Systemen Schnittstellen angeboten haben.

- **Vorteile:** Die Krankenhäuser haben nur einen Ansprechpartner und sie können davon ausgehen, daß die einzelnen Teilsysteme dieses Herstellers einwandfrei miteinander verbunden werden können.
- **Nachteile:** Das Krankenhaus ist an diesen einen Hersteller gebunden; eine optimale Lösung für alle klinischen Bereiche kann ein einzelner Hersteller nicht liefern.

Hausinterne Standards: Innerhalb des Krankenhauses wird ein eigener Schnittstellenstandard entwickelt. Die bestehenden oder neuen Systeme werden für diesen Standard von den Angestellten einer krankenhauseigenen EDV-Abteilung angepaßt.

- **Vorteile:** Die Krankenhäuser sind herstellerunabhängig und neue Systeme müssen nicht zwingend nach ihren Kommunikationsschnittstellen ausgesucht werden.
- **Nachteile:** Es entsteht unter Umständen ein großer Programmieraufwand. Außerdem ist nicht jeder Hersteller bereit, seine Schnittstellenspezifikation offenzulegen. Eine „saubere Gesamtlösung“ ist auf diese Weise nur sehr schwer zu realisieren, wenn nicht sogar unmöglich.

Globale Standards: Alle betroffenen Hersteller von medizinischen EDV-Geräten sollten sich auf einen globalen Standard einigen.

- **Vorteile:** Die Krankenhäuser sind herstellerunabhängig. Für die bestehenden Systeme muß nur noch diese eine Kommunikationsschnittstelle implementiert werden, wodurch Kosten gespart werden. Die Hersteller haben durch diesen Standard die Möglichkeit, einen größeren Marktanteil zu gewinnen, da ihre Produkte mit allen anderen kommunizieren können.

- **Nachteile:** Es ist wahrscheinlich sehr schwierig, alle Hersteller davon zu überzeugen einen globalen Standard zu implementieren.

10.2.2 HL7 als globaler Standard

Da langfristig nur globale Standards Erfolg haben werden und im Interesse der Anwender liegen, wird für $\mathcal{PROMETHEUS}$ das Übertragungsprotokoll der HL7-Working-Group (Health-Level-7) als Kommunikationsschnittstelle berücksichtigt.

Die HL7-Working-Group wurde 1987 in den USA gegründet und besteht zum größten Teil aus freien Mitarbeitern, die ohne finanzielle Interessen versuchen, ein herstellerunabhängiges Protokoll für die Übertragung medizinischer Daten zu entwickeln. Bereits sechs Monate nach der Gründung wurde HL7 Version 1.0 vorgestellt. Die aktuelle Version (Stand März 1996) ist die Version 2.2. Ende 1996 soll die Version 2.3 vorgestellt werden. Mittlerweile haben sich einige nationale HL7-Gruppen gebildet, die im Hinblick auf lokale Besonderheiten an diesem Protokoll mitarbeiten und der HL7-Working-Group Vorschläge unterbreiten [HL795]. Die HL7-Working-Group ist keine ACO (Accredited Standard Organization), jedoch ist ein Antrag auf Anerkennung beim ANSI (American National Standards Institute) gestellt worden.

HL7, abgeleitet aus der siebten Schicht des ISO/OSI-Protokolls, ist ein herstellerunabhängiges Übertragungsprotokoll. Es soll den Datenaustausch zwischen medizinischen Informationssystemen standardisieren. In dem Protokoll werden feste Formate für die Übertragung medizinischer Daten aus allen wichtigen Bereichen definiert: Stammdatenverwaltung, Anforderung von Patienten- und Befunddaten, Termin- und Leistungsanforderung, Auftragsannahme und Leistungsabrechnung. HL7 deckt mit diesen Bereichen fast den kompletten Informationsfluß eines Krankenhauses ab.

10.2.2.1 Die Beschreibung von HL7

HL7 arbeitet ereignisgesteuert, d.h. durch ein Ereignis (wie zum Beispiel Aufnahme, Verlegung oder Entlassung) wird eine Folge von Nachrichten ausgelöst, die an ein Zielsystem gerichtet sind. Das empfangende System antwortet ebenfalls mit einer Nachricht, die entweder eine Empfangsbestätigung, eine Fehlermeldung oder ein Paket mit den angeforderten Daten sein kann.

Grundsätzlich können diese Nachrichten auf zwei verschiedene Arten übertragen werden:

Point-to-Point-Kommunikation: In diesem Fall sind das sendende und das empfangende System direkt miteinander verbunden, die Nachrichten werden ohne Umweg ausgetauscht.

Client-Server-Kommunikation: Hier werden die Nachrichten aller Systeme zunächst an einen Kommunikationsserver gerichtet. Diesem können dabei zwei Aufgaben zukommen: zum einen können Nachrichten von *Nicht-HL7-Systemen* übersetzt werden, zum anderen kann der Kommunikationsserver aber auch entscheiden, an welches Subsystem bestimmte Nachrichten weitergeleitet werden müssen.

10.2.2.2 Die Struktur von HL7

In der Spezifikation von HL7 ist ein bestimmter Satz von Nachrichten fest definiert. Diese Nachrichten setzten sich aus mehreren Segmenten zusammen. Die Art dieser enthaltenen Segmente ist ebenso wie die Reihenfolge der Segmente fest definiert. Ein Segment wiederum besteht aus mehreren Datenfeldern, in denen die eigentlichen Informationen zu finden sind. Diese haben ebenfalls eine fest definierte Reihenfolge.

Zwei Beispiele der Segmente **INV** (Information Versicherter) und **AUF** (Aufnahme) sollen dies verdeutlichen. Dabei bedeuten die Kürzel „M“ oder „K“ *Muß-* oder *Kann-Feld*, „C“ oder „N“

bedeuten *character* oder *number*. Die Zahlen geben jeweils die Feldlänge an.

Segmentkennung	**KKV-Nummer**	**Status**	**Gültigkeit**	**Internes Kennz.**	**....**
M/C/3	K/N/12	K/N/5	K/N/4	M/C/12	...
INV	123456789012	00815	1296	JS-270258-01	...

Tabelle 10.1: HL-7 Segment Information Versicherter

Segmentkennung	**Aufn.Tag**	**Aufn.Uhrzeit**	**Aufn.Grund**	**Fachabteilung**	**...**
M/C/3	M/N/8	K/N/4	M/N/4	M/N/4	...
AUF	290296	0800	xxxx	chir	...

Tabelle 10.2: HL-7 Segment Aufnahme

Eine komplette HL7-Nachricht wird aus mehreren dieser Segmente zusammengestellt. So setzt sich z.B. die Nachricht, die bei der Neuaufnahme eines Patienten von dem Krankenhaus an die Krankenkasse geschickt werden muß, aus folgenden Segmenten zusammen:

- **UNH** Kopfsegment Absender und Nachrichtentyp,
- **FKT** Segment Funktion,
- **INV** Segment Information Versicherter (siehe Tabelle 10.1),
- **NAD** Segment Name und Adresse,
- **AUF** Segment Aufnahme (siehe Tabelle 10.2) und
- **EAD** Segment Einweisungs- und Aufnahmediagnose.

Dabei bietet HL7 die Möglichkeit, lokale Besonderheiten, die bisher nicht in der Definition des Standards berücksichtigt worden sind, trotzdem zu implementieren. Es können in sogenannten *Z-Segmenten* eigene Informationen untergebracht werden, die nur für das entsprechende Krankenhaus oder die Abteilung wichtig sind. Ebenso können nicht benutzte Felder in bestimmten Segmenten anders genutzt werden. In beiden Fällen sollten die Abweichungen jedoch eindeutig dokumentiert werden, um den Standard nicht zu unterlaufen.

10.2.3 Ausblick

Um HL7 konforme Schnittstellen für das $\mathcal{PROMETHEUS}$-Projekt zu bekommen, müssen alle Systemereignisse dahingehend überprüft werden, welche Daten nach außen übertragen werden müssen. Diese Daten müssen gemäß der HL7-Vorgabe für die Struktur der Nachrichten und Segmente aufgeteilt werden. Am Ende sollten alle notwendigen Daten im HL7-Format vom $\mathcal{PROMETHEUS}$-System zur Verfügung gestellt werden. Gleichzeitig müssen natürlich auch Schnittstellen geschaffen werden, die Daten im HL7-Format von anderen Systemen übernehmen.

Als Quelle für diese Angaben diente im wesentlichen eine World-Wide-Web Recherche, sowie die *Frequentliy-Asked-Questions* über HL7 [HL795]. Zusätzlich wurde ein Artikel aus einer Krankenhauszeitschrift über *Kommunikationsserver* [Pac94], sowie ein Bericht über *Electronic-Data-Interchange* [Pir90] berücksichtigt.

10.3 Datenverwaltung

Die Verwaltung sensibler Daten ist ein zentraler Punkt bei der Konzeption eines KIS. Betrachtet werden hier Maßnahmen des Schutzes der Daten vor unbefugten Zugriffen, die Sicherheit der Daten bezüglich ihrer Konsistenz sowie die Datenhaltung.

10.3.1 Datenschutz

Die in medizinischen Informationssystemen gespeicherten Daten sind sehr sensibel, da sie detailliert über einen bestimmen Menschen Auskunft geben. Eine Verletzung des Datenschutzes kann somit für die betroffene Person schwerwiegende Konsequenzen haben.

Beispielsweise sind in einigen Landesdatenschutzgesetzen folgende Maßnahmen zur Wahrung des Datenschutzes vorgesehen:

Zugangsschutz
Unbefugten ist der Zugang zu den Datenverarbeitungsanlagen zu verwehren.

Speicherkontrolle
Unbefugte Eingaben, Einsichtnahmen, Veränderungen oder Löschungen von Daten sind durch Maßnahmen des Zugangsschutzes zu verhindern.

Zugriffskontrolle
An sich berechtigte Anwender dürfen nur auf für ihre Arbeit notwendige Daten zugreifen.

Eingabekontrolle
Es muß nachvollziehbar sein, welche Daten wann und von wem geändert wurden.

Organisationskontrolle
Die innerbetriebliche Organisation muß den besonderen Anforderungen des Datenschutzes genügen. Hierzu gehört, daß der Systembetreuer nicht in einem Raum mit anderen Benutzern der Datenverarbeitungsanlage arbeiten darf.

10.3.2 Zugangsschutz

Durch technische und organisatorische Maßnahmen müssen die Daten der Patienten vor unbefugtem Zugriff geschützt werden (StGB, §203, Absatz 1, Nr. 1 und BDSG, §5). Unbefugt in diesem Sinne ist jeder, der nicht direkt mit der Behandlung des Patienten betraut ist.

Methoden des Zugangsschutzes im Krankenhaus dürfen die Arbeit nicht negativ beeinträchtigen. Es bietet sich daher der Einsatz von personenspezifischen Chipkarten an, mit denen sich jeder autorisieren muß. Mit ihnen ist es auch möglich, den Anwender während das Programm läuft, zu wechseln, was in Notfallsituationen nötig sein kann. Ein Problem ergibt sich beim Verlust der Chipkarte. Eine unbefugte Person, die somit in den Besitz einer Chipkarte gelangt, könnte dann unter falschem Namen arbeiten. Aus diesem Grund wird manchmal gefordert, Chipkarten nur in Kombination mit Paßwörtern zuzulassen, was jedoch deren Vorteile zunichte macht. Eine erhöhte Sorgfaltspflicht mit frühzeitiger Meldung des Verlustes und damit verbundener Sperrung des Zugangs sollte ausreichen.

Ein positiver Nebeneffekt ist, daß sich die Anwender individuelle Benutzeroberflächen in Sachen Farbwahl, Fensterpositionen, etc. zusammenstellen können. Des weiteren könnten z.B. Zahlungsfunktionen, die Benutzung des Parkplatzes oder der Zugang zu bestimmten Krankenhausbereichen auf der Karte integriert werden.

10.3.2.1 Chipkarten

Chipkarten oder Smartcards bestanden anfänglich aus einer Plastikkarte, auf der sich ein Computerchip, bestehend aus einem ROM für feste und einem EPROM für veränderbare Daten, befand.

Heute ist dieses Schema durch einen „intelligenten Speicher“ mit Steuerlogik abgelöst. Der Mikrocontroller besteht aus CPU, ROM, EEPROM, RAM und einem seriellen I/O-Kanal zur Kommunikation. Die Steuerlogik überwacht hierbei alle Zugriffe auf den Speicher, der sich in vier Bereiche aufteilen läßt:

- uneingeschränkt les- und schreibbarer Speicher,
- nur lesbarer Speicher,
- nach Eingabe eines Codewortes (Geheimzahl) les- oder schreibbarer Speicher sowie
- einem von außen nicht zugänglichen Speicher.

Die letzte Variante macht man sich in Kryptoprozessoren zunutze, die in der Lage sind, Daten sehr schnell chiffrieren bzw. dechiffrieren zu können. Gerade diese Prozessoren sind dafür geeignet, Personen zu authentifizieren (digitale Unterschrift bzw. Signatur) oder sensible Daten zu verschlüsseln.

Datenverschlüsselung

Der Vorteil der Verschlüsselung von Daten mit Hilfe eines auf einer Chipkarte befindlichen Kryptoprozessors hat den Vorteil, daß die Daten auf keinen Fall im Klartext gespeichert werden können und nur vom Besitzer der zur Entschlüsselung geeigneten Chipkarte gelesen und verändert werden können.

Für digitale Signaturen wird meistens der nach ISO-9796 zertifizierte, nach seinen Entwicklern Rivest, Shamir und Adleman benannte, RSA-Algorithmus verwendet. Prinzipiell geht RSA vom Produkt zweier langer, mehr als 100-stelliger, Primzahlen aus, das öffentlich bekannt ist. Diese Kenntnis reicht zwar zum Verschlüsseln der Daten, zum Entschlüsseln müssen jedoch die beiden ursprünglichen Primzahlen bekannt sein. Die Sicherheit von RSA hängt somit von der Länge der Primzahlen ab. Es ist jedoch am 11. April 1996 gelungen, einen Schlüssel, der aus dem Produkt zweier 130-stelliger Primzahlen bestand, nach wochenlangen Rechnungen wieder in seine Ursprungszahlen zu zerlegen. Die verwendeten Schlüssel sollten also wesentlich länger sein, damit der Schutz der Daten ausreichend gewährleistet ist.

Datenübertragung

Die Datenübertragung zwischen Chipkarte und Chipkartenleser kann auf verschiedene Arten erfolgen:

- Beim „close coupling“ muß die Karte in ein Lesegerät gesteckt werden, worauf der Chip auf der Karte induktiv mit Energie versorgt wird und der Datenaustausch ebenso geschieht. Nachteile dieses Verfahrens könnten aufgrund hygienischer Überlegungen insbesondere im Krankenhausbereich der direkte Kontakt mit dem Lesegerät sein. Zudem muß bei dieser Methode dafür Sorge getragen werden, daß die Chipkarte nicht nach Beendigung der Tätigkeiten am Rechner im Lesegerät verbleibt. Sie sollte also fest mit der Kleidung verbunden sein, was wiederum ggf. hygienische Probleme nach sich zieht.

- Eine Methode ohne direkten Kontakt ist das „fixed coupling“. Hierbei reicht es aus, die Chipkarte einige Zentimeter vor das Lesegerät zu halten. Per Funk wird dann eine Versorgungsspannung auf der Chipkarte induziert, die einem auf der Karte befindlichen Funksender zur Funktion verhilft. Über diese Funkstrecke können sodann die Daten in beide Richtungen ausgetauscht werden.

- Eine Erweiterung der zweiten Methode ist das „loose coupling“. Prinzipiell funktioniert es wie das fixed coupling, jedoch mit dem Unterschied, daß der Abstand zwischen Chipkarte und Lesegerät mehrere Meter betragen kann. Die Chipkarte kann sich also irgendwo an der zugangsberechtigten Person befinden. Über diese Variante könnte auch der jeweilige Aufenthaltsort des Klinikpersonals bestimmt werden, indem an relevanten Durchgängen Lesegeräte installiert werden, die Bewegungen des Personals protokollieren. Ob dies dann im Sinne des Personals bzw. des Datenschutzes ist, kann aber bezweifelt werden.

10.3.2.2 Paßwort

Alternativ zur Verwendung von Chipkarten bietet sich die althergebrachte Methode einer Zugangsbeschränkung per Paßwort an. Die Vorteile liegen einmal in den finanziellen Einsparungen, da keine Lesegeräte, Chipkarten oder ähnliches angeschafft werden müssen, weil diese Art der Authorisierung in jedem modernen Mehrbenutzerbetriebssystem realisiert ist.

Als Nachteile sind die langwierigere Anmeldeprozedur am Rechner und der innerhalb von graphischen Benutzeroberflächen nur umständlich zu bewerkstelligende Wechsel des Anwenders zu nennen. Dies sind Gründe dafür, daß der Sinn und Zweck des Zugangsschutzes aus Bequemlichkeit oder notwendiger Eile häufig dadurch ad absurdum geführt wird, daß sich am Anfang der Schicht jemand beim System anmeldet und alle Nachfolger unter diesem Zugang arbeiten. Es bedarf zumindest aufwendiger Aufklärungsbemühungen, um diesem Tun der Anwender Einhalt zu gebieten.

10.3.3 Datensicherheit

Eine Fehlbedienung darf unter keinen Umständen zum Verlust oder einer Verfälschung von Daten führen. Eingabefehler dürfen nur von berechtigten Personen korrigiert werden. Um Eingabefehler zu vermeiden, sollten alle Daten in einer Maske gesammelt werden, die dann komplett freigegeben wird. Innerhalb der Maske dürfen Korrekturen vorgenommen werden. Es muß zudem aus Flexibilitätsgründen die Möglichkeit bestehen, Datensätze unvollständig einzugeben. Das System sollte dann jedoch jeden, der sich mit diesen Daten befaßt, darauf hinweisen, daß die Daten unvollständig sind.

Die Funktionsfähigkeit des Systems sowie sein aktueller Status und die voraussichtliche Dauer der in Arbeit befindlichen Aufgabe muß für den Benutzer jederzeit festzustellen sein. Falls die Beantwortung einer Anfrage länger dauert, muß dies zum einen dem Benutzer mitgeteilt werden, zum anderen sollte innerhalb der Anwendung währenddessen weitergearbeitet werden können.

Ein Ausfall von Teilkomponenten des Systems darf die medizinische Tätigkeit der Klinik nicht unzumutbar erschweren. Stehen gewisse Daten nicht zur Verfügung, muß dies dem Benutzer mitgeteilt werden, er sollte jedoch weiterarbeiten können.

Die am medizinischen Arbeitsplatz ausgeführten Funktionen müssen weitgehend umkehrbar sein. Für die Dateneingabe gilt dies jedoch nur eingeschränkt. Falsche Eingaben sollten durch eine Eingabemaske abgefangen werden. Sind die eingegebenen Daten bestätigt worden, dürfen diese nicht mehr geändert werden, da sie unter Umständen schon gelesen wurden und aufgrund dieser Daten bereits Entscheidungen getroffen worden sein könnten. Müssen bestehende Daten doch geändert werden, so bleiben die alten Eingaben bestehen, werden aber dementsprechend als geändert oder gelöscht markiert.

10.3.4 Datenhaltung

In diesem Abschnitt wird die Haltung sowohl der aktuellen als auch der archivierten Daten näher betrachtet.

10.3.4.1 Haltung aktueller Daten

Nach der Eingabe der Daten in das System, das auf einer Client-/Server-Architektur (Client/Server bezeichnet nach [Doh94, S. 237] eine „Systemtechnik für die verteilung, in der ein Client über das Datennetz Anfragen stellt, die von einem Server abgehandelt werden. Bei den Leistungen des Servers kann es sich um Daten, Funktionen oder andere Dientste handeln.“) basiert, werden sie automatisch auf der lokalen Festplatte der Clients kodiert abgespeichert. Zugleich werden sie über den klinikinternen Rechnerverbund auf einem zentralen File-Server ebenfalls kodiert abgelegt.

Zum Schutz vor durch Hardwareausfälle bedingte Datenverluste sollten die Daten der lokalen Festplatten nach folgendem Schema auf Bandlaufwerken (Streamern) automatisiert gesichert werden:

- Täglich alle im Vergleich zum letzten Backup geänderten Daten.
- Wöchentlich alle Daten.
- Monatlich der Inhalt der gesamten Massenspeicher.

Die einzelnen Streamerbänder sollten zudem eine längere Zeitspanne an jeweils unterschiedlichen Orten (Schutz vor Bränden, ...), geschützt gegen Zugriffe unbefugter Personen, gelagert werden. Die Datensicherungsmaßnahmen auf dem File-Server sollten analog vonstatten gehen.

Die Hauptfunktion des File-Servers besteht darin, alle angeschlossenen Rechner mit einer aktuellen Datenbasis zu versorgen. Es werden jedoch nur die Daten kodiert zu dem anfragenden Client übertragen, wenn der dort angemeldete Benutzer auch die Berechtigung hat, die speziellen Daten einzusehen oder zu bearbeiten.

10.3.4.2 Archivierung

Aufgrund gesetzlicher Vorschriften müssen ärztliche Aufzeichnungen für zehn Jahre (siehe MuBO, Musterberufsordnung der deutschen Ärzte, §10 Absatz 2), Unterlagen über Röntgenbehandlungen sogar 15 Jahre (§29 Röntgenverordnung) archiviert werden.

Im Rahmen des Gesundheitsstrukturgesetzes muß jede einzelne Behandlung dokumentiert werden. Diese Dokumentation kann auch zu Forschungszwecken, z.B. zur Feststellung der Erfolgsraten von Behandlungsmethoden, weiterverwendet werden kann. Aber auch zur Qualitätskontrolle innerhalb der Station bzw. des Krankenhauses und zur Arbeitserleichterung bei Aufnahme eines schon einmal behandelten Patienten, dessen Daten nicht nochmals aufgenommen werden müssen, leistet ein Archiv gute Dienste.

Während die Archivierung bisher zumeist in Form von Akten entweder innerhalb des Krankenhauses oder extern von einer auf Archivierung spezialisierten Firma durchgeführt wird, sollte sie in einem modernen Krankenhausinformationssystem möglichst selbständig ablaufen. Denkbare Medien für diese Datenhaltung sind Magnetplatten, WORM-Laufwerke, beschreibbare Compact Disks (R-CDs) oder Mikrofilme. Eine wegen des Medienbruchs schlechte Alternative ist der Ausdruck der erzeugten Dokumente und deren Archivierung in den bestehenden Aktenarchiven. Für eine Übergangszeit, bis das ganze Krankenhaus an ein elektronisches System angeschlossen ist, ist diese Lösung jedoch akzeptabel, zur Kommunikation mit nicht vernetzten Stationen sogar erforderlich.

Der große Vorteil der elektronischen Speicherung ist die Möglichkeit des relativ problemlosen Suchens von Informationen und der simultane Zugriff via Bildschirm, Fax, etc. von verschiedenen Stellen aus.

Ein Problem bei der elektronischen Archivierung sind die Medien. Zum einen weiß niemand, welche Medien in mehr als 10 Jahren noch aktuell und fehlerfrei lesbar sind. Zum anderen sind die Datenmengen auch für heutige Verhältnisse bei immer preiswerteren Massenspeichermedien enorm (siehe [BCF+96b], Kapitel 18). So dürfen z.B. Röntgenbilder nicht verlustbehaftet komprimiert werden. Eine Möglichkeit besteht natürlich darin, diese in der bisherigen Form abzulegen und sie per Referenz im elektronischen Archiv wiederauffindbar zu machen, was jedoch wiederum einen Medienbruch mit dessen Nachteilen darstellt. Zum anderen müssen zur Anzeige von Röntgenbildern geeignete Peripheriegeräte zur Verfügung stehen. Neben hochauflösenden Monitoren sind hier auch schnelle Rechner gefragt, die sowohl in den Arztzimmern, als auch z.B. in OPs oder bei der Visite vorhanden sein müssen.

Wie bei der bisherigen Archivierung muß man sich auch hier entscheiden, ob man die Daten intern oder extern archiviert. Da ein elektronisches Archiv weniger Platz beansprucht als ein herkömmliches, ist es vor allem eine Kostenfrage und aufgrund der sehr sensiblen Daten eine Frage des Datenschutzes und der ärztlichen Schweigepflicht. Ein weiteres Problem bei der externen Archivierung stellt der Zugriff auf die archivierten Daten dar, der bei einer Lagerung der Daten im Haus deutlich problemloser vonstatten geht.

10.4 Plattform

Die Projektgruppe hat sich in erster Linie mit den Software-Anforderungen beschäftigt. Ein Behandlungsmanagementsystem wie $\mathcal{PROMETHEUS}$ wird jedoch durch eine Kombination von Software und Hardware realisiert. Beispielsweise werden Arbeitsplatzrechner mit grafikfähigen Bildschirmen, Druckern, Netzwerke und diverse Eingabegeräte benötigt. Bei der Entwicklung eines derartigen Systems sind der Software-Anforderungsanalysephase in der Regel eine Systemanforderungsanalyse- und eine Systementwurfsphase vorgeschaltet [Dav90, Abschnitt 1.2], in denen alle wesentlichen Komponenten des Systems identifiziert werden. Anschließend können die Software- und Hardware-Anforderungen an diesen Komponenten separat untersucht werden. Im Rahmen des Projekts konnten und sollten nicht alle hardware- und netzwerktechnischen Aspekte untersucht werden. Vielmehr werden einige Grundlagen in diesem Bereich diskutiert, mit deren Hilfe ein *verteiltes System* für die Bedürfnisse von $\mathcal{PROMETHEUS}$ realisiert werden kann. In den letzten Jahren hat die Entwicklung von leistungsfähigen *PCs* und verbesserten Datennetzwerken die Verteilung und Integration von Systemen gefördert. Eine erste allgemeingültige Definition eines verteilten Systems ist nach Dohmen [Doh94, Seite. 83]:

> „Ein *verteiltes System* besteht aus mehreren *dezentralen*, *autonomen* Rechnern, die *kooperierend* ein *gemeinsamesZiel* unterstützen. Diese bilden eine kooperierende Sammlung von Einzelkomponenten, d.h. verteilte Hardware und/oder verteilte Kontrolle und/oder verteilte Daten.“

Um ein Software-Produkt in einem Krankenhaus einzusetzen, ist es elementar, daß neben dem Betriebssystem und dem eigentlichen Produkt, wie beispielsweise $\mathcal{PROMETHEUS}$, auch die Hardware-Vernetzung mit berücksichtigt wird.

10.4.1 Hardware-Komponenten

In diesem Abschnitt wird lediglich auf einige Erweiterungen von Arbeitsplatzrechnern eingegangen, die notwendig sind, um multimediale Anwendungen zu unterstützen. Weitere Informationen zur Hardware findet der Leser in [BCF+96b].

Im weiteren wird zwischen Audio- und Video-Unterstützung unterschieden. Die Verarbeitung akustischer Signale für ein Software-Produkt erfolgt über die Audiokarte. Diese Karte wandelt analoge in digitale Informationen um und ermöglicht die Bearbeitung solcher Informationen an den Arbeitsstationen. Zwar ist bekannt, daß Stereo und Mehrstimmenverarbeitung mit geeigneter Geschwindigkeit den Einsatz von Audiounterstützung begünstigt, aber nach Stand der Technik ist kein serienreifes Produkt verfügbar, das effektive Audiounterstützung gewährt. Vielmehr ist es so, daß Signale in Form einer Datei gespeichert und dann mit bestehenden Dokumenten verknüpft werden

können. Ein möglicher Einsatz wäre das aufgezeichnete Diktat eines Arztes mit dem Laborbefund eines Patienten zu verknüpfen. Aber auch das Versenden solcher Dateien via Netz, an beispielsweise Bürokräfte, kann ein mögliches Einsatzgebiet sein. Neben der Audiounterstützung existiert die Videounterstützung. Diese Form der Informationsverarbeitung dient der visuellen Datenverarbeitung wie beispielsweise Fieberkurve, Röntgenbild etc. und wird durch Einsatz von Videokarten und Grafikkarten ermöglicht. Kriterien richten sich an die Overlaykarte, welche die Bearbeitung visueller Signale sowie Echtzeitdigitalisierung von beispielsweise gescannten Bildern, Videosequenzen und eine Bild-Kompression, um benötigte Videodaten effektiv bei geringem Zeit- und Speicherbedarf archivieren zu können, ermöglicht. Grundlegend gilt, daß Videokarten zur Verarbeitung der eigentlichen Videosignale und Grafikkarten zur Darstellung der optischen Signale dienen.
Mögliche Variationen an Eingabeperipherie seien hier nur ansatzweise erwähnt. Die Vielfalt der Eingabehilfen erstreckt sich von Tastatur bis hin zu Maus, Trackball, Touchpad und Pen. Sie stellen das Bindeglied zwischen Rechner und Anwender dar und dienen der optimalen Benutzung der Oberfläche. Die Anforderung an das jeweilige Medium ergibt sich aus dem Umfeld des Arbeitsplatzes, den subjektiven Empfindungen des Benutzers und der schnellen und einfachen Erlernbarkeit der Hilfsmittel. Im weiteren Verlauf werden die Techniken der oben genannten Hilfsmittel kurz erläutert. Die Maus wird per Hand über eine Unterlage, und der Trackball per Handfläche bewegt, anschließend werden die Signale des Balls digital oder analog für die Oberflächensteuerung ausgewertet. Das Touchpad mit seiner druckempfindlichen Unterlage und der Pen mit seiner druckempfindlichen Maske sind Eingabehilfen, die im Gegensatz zu Maus und Trackball direkte Bewegungen des Benutzers verarbeiten. Durch die drucksensitiven Eigenschaften ist eine wartungsfreie und weitgehend verschleißfreie Nutzung gegenüber Maus und Trackball gegeben.

10.4.2 Software-Komponenten

Um die Vielseitigkeit und Flexibilität eines Krankenhausinformationssystems zu erhöhen, sollte es Schnittstellen nicht nur zu anderen bereichsspezifischen Lösungen sondern auch zu den extrem verbreiteten Standardprodukten (*MS-Word*, *AMIpro*, *Lotus 1-2-3*, *Excel*, etc.) besitzen. Im Verlauf der Entwicklung von Software-Produkten haben „offene Schnittstellen“ mehr an Bedeutung erlangt. Darunter ist der Datenaustausch von Bild, Ton und Text zwischen $\mathcal{PROMETHEUS}$ und handelsüblicher Software zu verstehen. Diese Flexibilität ist einer der wichtigsten Trends auf dem Software-Markt. Es wird damit die Möglichkeit gegeben, Daten in konventionelle Produkte sowohl zu importieren als auch daraus zu exportieren und zu bearbeiten. Realisiert werden diese offenen Schnittstellen durch die Unterstützung der gebräuchlichsten Dateiformate, die dann in das jeweilige gewünschte Format konvertiert werden [OHE96].

10.4.2.1 Techniken

Ein Verbunddokument besteht aus verschiedenen einzelnen Objekten wie Texten, Grafiken, Tabellen, Bildern oder Filmen, die von verschiedenen Programmen bearbeitet, aber üblicherweise alle in einer einzigen Datei abgelegt werden. Ein solches Objekt darf auch als Kontainer auftreten und selbst wiederum andere Objekte enthalten; zum Beispiel kann eine eingebettete Grafik mit Textobjekten beschriftet sein. Jeder Typ von Objekten wird dabei von einem besonderen, darauf spezialisierten Programm bearbeitet: Pixelgrafiken von einem Pixel-Editor, Töne von einem Klang-Editor und so weiter. Der Funktionsumfang der Programme soll dadurch auf ein bestimmtes Gebiet beschränkt bleiben. Eine Textverarbeitung soll nicht mehr über Tabellenfunktionen verfügen müssen, sie werden von der Tabellenkalkulation übernommen: ihr Tabellenobjekt wird in den Text eingefügt. Die Bearbeitung dieser Tabelle übernimmt dann die Tabellenkalkulation. Umgekehrt erledigt die Textverarbeitung alle Beschriftungen. Das Seitenlayout führt ein weiteres, spezialisiertes und von der Textverarbeitung getrenntes Programm durch. Dabei soll der Wechsel zwischen den vielen beteiligten Programmen ohne großen Umstand vonstatten gehen, möglichst sogar unsichtbar bleiben: der Benutzer sieht im Idealfall nur noch das Dokument - nicht mehr die beteiligten Programme.

Einer der ersten und zugleich der bekannteste Vertreter der Verbunddokumenttechnik ist Microsofts *OLE* (Object Linking and Embedding). Es erlaubt dem Benutzer innerhalb eines Dokumentes einen Teil eines anderen Dokumentes einzubetten. Dazu wird in dem Hauptdokument ein Rahmen definiert. Wird dieser Rahmen aktiviert, so wird die Applikation, mit der das importierte Teildokument erstellt wurde, gestartet. Nun kann der Benutzer innerhalb des Rahmens seine Modifikation vornehmen. Das Ziel dieser Technik ist, schon existierende Software mit in die Gesamtlösung einzugliedern und Benutzern das voneinander unabhängige Arbeiten zu ermöglichen.

Wesentlich flexiblere Konzepte als *OLE*, Portabilität auf zahlreiche Plattformen und vor allem Herstellerunabhängigkeit verspricht *OpenDoc*, nach Wunsch von Apple, IBM und Wordperfect/Novell der kommende Standard für Verbunddokumente. Bekannte Software-Technik wie etwa IBMs *System Object Model* (SOM) oder *AppleScript* hat man plattformübergreifend zusammengeführt. Auf diesem Fundament steht die *OpenDoc*-Klassenbibliothek für Verbunddokumente. Ein *OpenDoc*-Dokument besteht aus einem Wurzelobjekt (*root part*), das dann weitere Objekte (in der *OpenDoc*-Sprachregelung*parts*) enthalten kann. Auf dem Bildschirm erscheint dabei jeder *part* nicht unbedingt an nur einer einzigen Stelle: Plaziert werden nicht die Parts selbst, sondern ein oder mehrere Rahmen (*frames*) - auch mehrere pro *part*. Jeder dieser Rahmen stellt einen Teil der Daten oder verschiedene Sichtweisen auf die Daten des jeweiligen *parts* dar. Ein Text-Part mit viel Text kann zum Beispiel für jede Seite oder Textspalte einen eigenen Rahmen haben, ein 3D-Part mehrere Rahmen für verschiedene Ansichten. Diese Rahmen dürfen in *OpenDoc* eine beliebige krummlinige Form annehmen und sich auch überlagern.

10.5 Funktionalität

In diesem Kapitel wird die Funktionalität eines RBMS in Form von Anwendungsfällen vorgestellt. Ferner wird erläutert, welcher Komponente des Soll-Systems die einzelnen Fälle angehören. Die Beschreibung der Anwendungsfälle ist folgendermaßen aufgebaut: Zunächst kommt eine allgemeine Beschreibung des Anwendungsfalls und dann der genaue Ereignisablauf, unterteilt in Vorbedingungen, Nachbedingungen und dem eigentlichen Ablauf.

10.5.1 Anforderung abwickeln (patientengebunden)

Dieser Anwendungsfall gehört dem Subsystem Leistungsanforderung der Komponenten Pflege und Therapie an.

10.5.1.1 Beschreibung

Der Benutzer ruft auf dem Bildschirm den gewünschten patientengebundenen Leistungsauftrag auf. Das entsprechende Formular erscheint auf dem Bildschirm. Das Formular wird nach bestem Wissen und Gewissen des Benutzers ausgefüllt, nachdem dem System bekannte Informationen automatisch eingesetzt wurden. Dann wird die Anforderung an die externe Station abgeschickt und als noch nicht erledigt markiert. Damit endet der Anwendungsfall. Wenn das Ergebnis der Anforderung zurückkommt, wird es an die entsprechende Stelle der Patientenakte kopiert und der Stationsarzt darüber informiert (durch eine Nachricht in der Arztablage).

10.5.1.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Es ist genau eine Patientenakte ausgewählt.

Nachbedingung: Die Anforderung wurde an eine externe Station geschickt und die Ergebnisse der Untersuchung werden erwartet. Die Anforderung wurde in der Patientenakte abgelegt.

Ablauf: Für die Anforderung von externen Leistungen muß das Pflegepersonal entsprechende Formulare ausfüllen. Die Formularmaske kann sowohl über die Menüleiste des Belegungsplans als auch über die Fieberkurve aufgerufen werden. Das Aussehen der Formulare orientiert sich so weit wie möglich an den Originalformularen. Wenn ein Formular aus der Fieberkurve eines Patienten heraus aufgerufen wird, hat das System die Felder des Formulars schon so weit wie möglich ausgefüllt. Zusätzlich existieren für sehr umfangreiche Formulare Standardbelegungen, die für eine bestimmte Untersuchung festlegen, welche Felder ausgefüllt sein müssen. Da fast alle Formulare vom Arzt nochmals eingesehen und gezeichnet werden müssen, können die fertig ausgefüllten Formulare über den Belegungsplan in die Arztablage gelegt werden. Der Arzt kann sie von dort aus einsehen und gegebenenfalls modifizieren. Die Übermittlung des Formulars kann je nach technischen Möglichkeiten auf unterschiedliche Weise geschehen. Zu diesem Zweck gibt es auf jedem Formular für die Übermittlung einen Button namens Abschicken. Bei Aktivierung dieses Buttons wird das Formular entweder ausgedruckt oder mit der elektronischen Unterschrift des Benutzers versehen und auf elektronischem Wege an die Leistungsstelle übermittelt. Grundsätzlich läßt sich jedes Formular direkt auf der Station ausdrucken und wird im Falle einer Labor-Anforderung zusammen mit den Blutproben an das Labor verschickt.

10.5.2 EKG-, Apotheken-, Echokardiographie-, Endoskopie-, Laboranforderung

Diese Anwendungsfälle gehören dem Subsystem Leistungsanforderung der Komponenten Pflege und Therapie an.

10.5.2.1 Beschreibung

Der Stationsarzt hat die Durchführung einer entsprechenden Untersuchung angefordert. Es werden die Anwendungsfälle Anforderung abwickeln (patientengebunden) und, wenn nötig, Terminvereinbarung für die Anforderung angewendet.

10.5.2.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Siehe Anwendungsfall Anforderung abwickeln (patientengebunden).

Nachbedingung: Siehe Anwendungsfälle Anforderung abwickeln und Terminvereinbarung.

Ablauf: Siehe Anwendungsfall Anforderung abwickeln (patientengebunden).

10.5.3 Pflegerische Aufnahme

Dieser Anwendungsfall gehört dem Subsystem Patientenaufnahme, -verlegung und -entlassung der Komponente Verwaltung an.

10.5.3.1 Beschreibung

Bei der pflegerischen Aufnahme belegt eine Stationsschwester ein Bett mit einem Patienten. Es gibt verschiedene Varianten:

- Der Patient ist bisher unbekannt.
- Der Patient kommt von einer anderen Station.
- Der Patient ist dem System von einem früheren Aufenthalt bekannt.

10.5.3.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Der Benutzer hat ein leeres Bett auf dem Belegungsplan ausgewählt.

Nachbedingung: Der Patient wurde aufgenommen. Die für die pflegerische Aufnahme erforderlichen Daten wurden erfaßt.

Ablauf: Die Schwester aktiviert die Funktion pflegerische Neuaufnahme in der Funktionsleiste. Im Falle einer kompletten Neuaufnahme wird die Formularmaske mit dem Formular Pflegerische Neuaufnahme aufgerufen und die Schwester füllt dieses aus. Daraufhin aktualisiert das System die Stationsbelegung und den Belegungsplan und legt eine Patientenakte an. Der Anwendungsfall endet, wenn die Schwester das Patientenaktenfenster schließt. Falls nicht alle notwendigen Daten eingegeben wurden, wird sie darauf hingewiesen und gefragt, ob sie die Akte wirklich schließen will.

10.5.4 Externe Verlegung

Der Anwendungsfall Externe Verlegung gehört dem Subsystem Patientenaufnahme, -verlegung und -entlassung der Komponente Verwaltung an.

10.5.4.1 Beschreibung

Ein Patient soll von einer Station auf eine andere verlegt werden. Dazu wählt die Schwester einen Patienten auf dem Belegungsplan, aktiviert die Funktion extern verlegen und gibt die Zielstation an. Weiterhin füllt sie das Formular zur externen Verlegung aus. Die Verlegung wird vom System vermerkt, das Bett wird aber erst freigegeben, wenn der Patient in der empfangenden Station aufgenommen wurde. Bis dahin gilt der Patient in der Zielstation als Aufnahmekanidat.

10.5.4.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Es ist genau ein Patient selektiert.

Nachbedingung: Der Patient ist auf eine andere Station verlegt worden.

Ablauf: Die Schwester aktiviert die Funktion externe Verlegung. Es erscheint eine Liste der Zielstationen. Sie wählt eine aus. Dann füllt sie das Formular Verlegung extern aus. Der Patient wird somit aus dem Belegungsplan ausgetragen und wird als im Transfer markiert.

10.5.5 Visite

Der Anwendungsfall Visite gehört dem Subsystem Dokumentation der Komponente Pflege an.

10.5.5.1 Beschreibung

Vor der Visite werden die benötigten aktuellen Dokumente von einer Schwester auf das portable System übertragen. Während der Visite kann der Stationsarzt alle wichtigen Informationen bezüglich eines Patienten abfragen und kann Anordungen erteilen, die von der Schwester als Notizen in das portable System eingegeben werden. Nach der Visite kann eine Schwester die aktuellen Informationen bezüglich eines Patienten mit Hilfe der Notizen in das System übertragen. Dokumente, die das System nicht verwaltet, sind extern mitzuführen.

10.5.5.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Bei der Vorbereitung der Visite überträgt die Schwester die aktuellen Informationen auf das portable System.

Nachbedingung: Die bei der Visite ermittelten Daten sind in dem Formular Visiteverordnung eingetragen.

Ablauf: Die Stationsschwester kann sich mit der Funktionsleiste oder durch direktes Anwählen eines Betts im Belegungsplan das Patientenakten-Fenster und somit die Patientenakte darstellen lassen. Sie kann in einem Textverarbeitungs-Fenster das Formular Visiteverordnung bearbeiten. Bei der Visitenachbearbeitung kann sie die Visiteverordnung als Grundlage für Aktualisierung der Informationen benutzen.

10.5.6 Anforderung abwickeln (stationsgebunden)

Der Anwendungsfall Anforderung Abwickeln (stationsgebunden) gehört dem Subsystem Materialanforderung der Komponente Verwaltung an.

10.5.6.1 Beschreibung

Die Schwester ruft die gewünschte Anforderung mittels eines Auswahlfensters für stationsgebundene Anforderungen auf. Das entsprechende Formular erscheint auf dem Bildschirm. Die Schwester füllt es aus und schickt es der entsprechenden externen Station zu. Die Antwort wird durch eine Nachricht in der Schwesternablage gekennzeichnet.

10.5.6.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Die Schwester wählt die Funktion Anforderung abwickeln (stationsgebunden) aus.

Nachbedingung: Die stationsgebundene Anforderung wurde zu einer externen Station geschickt.

Ablauf: Für die externen stationsgebundenen Leistungsanforderungen müssen vom Pflegepersonal entsprechend vorbereitete Formulare ausgefüllt werden. Die dazugehörigen Formularmasken lassen sich über die Menüleiste der Funktionsleiste des Systems erreichen. Das Aussehen der Formulare orientiert sich weitgehend an den Originalformularen. Die Übermittlung des Formulars an die externe Leistungsstelle kann, je nach technischen Möglichkeiten, auf unterschiedliche Art und Weise geschehen. Auf jedem Formular ist für die Übermittlung ein Button mit der Aufschrift Abschicken vorgesehen. Wird dieser Button aktiviert, wird das Formular entweder ausgedruckt oder mit der elektronischen Unterschrift des Benutzers versehen und auf elektronischem Wege an die Leistungsstelle übermittelt. Grundsätzlich läßt sich jedes Formular direkt auf der Station ausdrucken.

10.5.7 Entlassung

Der Anwendungsfall Entlassung gehört dem Subsystem Patientenaufnahme, -verlegung und -entlassung der Komponente Verwaltung an.

10.5.7.1 Beschreibung

Der Stationsarzt ordnet die Entlassung eines Patienten an. Dazu wird vom Arzt ein Kurzbericht erstellt. Diesen nimmt der Patient direkt mit. Der Patient wird aus dem Belegungsplan entfernt und bekommt eine Entlassungsurkunde.

10.5.7.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Es ist genau ein Patient ausgewählt.

Nachbedingung: Der Patient ist entlassen, der Belegungsplan ist aktualisiert, der Auftrag ist zur Abrechnung weitergeleitet worden und eine Notiz für den Arztbrief wurde verschickt.

Ablauf: Der Stationsarzt aktiviert die Funktion Entlassen. Das System öffnet ein Patientenaktenfenster. Von dort aus kann über eine Formularmaske zunächst das Formular zur Entlassung und dann der Kurzbericht bearbeitet werden. Das System überprüft, ob der Patient tatsächlich entlassen werden kann. Wenn ja, wird die Patientenakte und die Stationsbelegung aktualisiert.

10.5.8 Erfassung externer Dokumente

Der Anwendungsfall Enrfassung Externer Dokumente gehört dem Subsystem Dokumentation der Komponenten Pflege, Diagnostik und Therapie an.

10.5.8.1 Beschreibung

Der Benutzer, der das externe Dokument in das System eingeben will, wird auf dem Bildschirm nach der Art des Dokuments, dem Erstellungsdatum und einem Titel gefragt. Es wird eine eindeutige Identifikationsnummer erzeugt und ein Aufkleber ausgedruckt. Dieser wird an das Dokument geklebt, so daß es jederzeit wiedergefunden werden kann. Weiterhin kann das Originaldokument in das System eingegeben werden, wo es gespeichert wird. Dabei handelt es sich um eine Kopie, für die ein Verweis auf das Original verwaltet wird. Diese interne Verwaltung ist optional.

10.5.8.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Der Benutzer ist Arzt oder Schwester und es trifft eine Nachricht von einer stationsexternen Abteilung ein.

Nachbedingung: Ein externes Dokument liegt entweder als Kopie im System vor oder es existiert ein Verweis darauf.

Ablauf: Der Benutzer stellt anhand des Belegungsplans fest, daß etwas neues eingegangen ist. Er sieht anhand der Liste, daß eine Nachricht von einer externen Station engetroffen ist. Beim Lesen durch Anklicken dieser Nachricht merkt er, daß dies ein Hinweis ist, daß ein externes Dokument vorliegt, auf daß ein Verweis im System erstellt wird. Der Stationsarzt oder eine Stationsschwester muß dann noch eingeben, wo und in welcher Form das Dokument dann vorliegt. Die Person wird auf dem Bildschirm nach der Art ds Dokuments, dem Erstellungsdatum und einem Titel gefragt. Diese Informationen werden in der Patientenakte gespeichert. Es wird eine eindeutige Identifikationsnummer erzeugt und ein Aufkleber ausgedruckt. Dieser wird an das Dokument geklebt, so daß es aufgefunden werden kann. Dazu muß das Dokument aber auch in physischer Form auf der Station vorliegen.

10.5.9 Essensbestellung

Der Anwendungsfall Essensbestellung gehört dem Subsystem Essensbestellung der Komponente Verwaltung an.

10.5.9.1 Beschreibung

Der Patient teilt der Stationsschwester mit, welches Essen er gewählt hat und diese gibt die Informationen ins System ein, indem sie daß Formular Kostformdaten ausfüllt. Die Küche bekommt zu gegebener Zeit die Informationen über Essensmenge und -verteilung durch das System und stellt die Menüs zusammen. Sie (und die Verwaltung) benutzt diese Informationen, um Kalkulationen duchzuführen. Zur Überprüfung schickt sie eine Nachricht an die jeweiligen Stationen, welches Essen geliefert wird. Dort sorgen die Schwestern dann für die Verteilung.

10.5.9.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Es ist Zeit für die Essensbestellung.

Nachbedingung: Das Essen ist angekommen.

Ablauf: Wie oben beschrieben.

10.5.10 Interne Verlegung

Der Anwendungsfall Interne Verlegung gehört dem Subsystem Patientenaufnahme, -verlegung und -entlassung der Komponente Verwaltung an.

10.5.10.1 Beschreibung

Der Patient soll in ein anderes Zimmer bzw. in ein anderes Bett auf derselben Station verlegt werden. Dazu wählt die Stationsschwester den zu verlegenden Patienten und ein leeres Bett und wählt die Funktion Intern Verlegen. Der Patient und das leere Bett tauschen daraufhin auf dem Bildschirm die Positionen.

10.5.10.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Die Stationsschwester hat genau einen Patienten und ein leeres Bett ausgewählt.

Nachbedingung: Der Patient wurde verlegt.

Ablauf: Die Stationsschwester aktiviert die Funktion Interne Verlegung. Die Stationsbelegung wird gemäß der Auswahl verändert. Die Stationsschwester füllt das Formular Verlegung Intern aus. Die Verlegung wird in die Patientenakte eingetragen und der Belegungsplan wird aktualisiert.

10.5.11 Internes Dokument Bearbeiten

Der Anwendungsfall Internes Dokument Bearbeiten gehört dem Subsystem Dokumentation der Komponenten Pflege, Diagnostik und Therapie an.

10.5.11.1 Beschreibung

Dieser Anwendungsfall beschreibt die Bearbeitung eines Dokuments durch einen Benutzer mittels eines Dokumentenfensters. Da der Beutzer gezwungen sein kann, vor der Fertigstellung des Dokuments den Arbeitsplatz zu verlassen, besteht die Möglichkeit, ein Dokument als unvollständig zu markieren. Für verschiedene Dokumente, insbesondere Formulare, kann die Vollständigkeit durch das System überprüft werden. Der Benutzer öffnet das gewünschte interne Dokument bzw. Formular und sieht es sich an. Die Schnittstelle wird durch die Formularmaske definiert. Der Benutzer kann Teile des Dokuments ändern, für die er eine entsprechende Berechtigung hat.

10.5.11.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Es ist ein Dokumentenfenster mit dem betreffenden Dokument geöffnet.

Nachbedingung: Das Dokument wurde bearbeitet und ist entweder als vollständig oder unvollständig definiert.

Ablauf: Ein Benutzer bearbeitet das Interne Dokument. Er kann dabei andere Anwendungsfälle auslösen, z.B. Anforderung Abwickeln (patientengebunden) oder Anforderung Abwickeln (stationsgebunden).

10.5.12 Material-Anforderung

Der Anwendungsfall Material-Anforderung gehört dem Subsystem Material-Anforderung der Komponente Verwaltung an.

10.5.12.1 Beschreibung

Die Schwester stellt fest, daß auf der Station Material benötigt wird und fordert dieses an. Der Ablauf entspricht dem Anwendungsfall Anforderung Abwickeln (stationsgebunden).

10.5.12.2 Ereignisablauf

Siehe Anwendungsfall Anforderung Abwickeln (stationsgebunden).

Vorbedingung: Es wird Material benötigt.

Nachbedingung: Die Anforderung wurde abgeschickt.

Ablauf: Siehe Anwendungsfall Anforderung Abwickeln (stationsgebunden).

10.5.13 Maßnahme Anordnen

Der Anwendungsfall Maßnahme Anordnen gehört dem Subsystem Dokumentation der Komponente Therapie an.

10.5.13.1 Beschreibung

Der Benutzer setzt sich an das System und führt eine angeordnete Maßnahme aus, die er entweder der Visiteverordnung entnimmt oder selbst veranlaßt. Dabei wird entweder ein Eintrag in der Patientenakte vorgenommen oder einer der Anforderungsanwendungsfälle aufgerufen. Wichtig ist, daß dabei die Visiteverordnung in einem Fenster sichtbar bleibt. Die entsprechende Maßnahme wird in der Visiteverordnung abgehakt.

10.5.13.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Ein Benutzer will mit dem System eine Maßnahme anordnen.

Nachbedingung: Die Maßnahme wurde angeordnet.

Ablauf: Ein Benutzer gebraucht das System, um eine Maßnahme anzuordnen. Wenn dies nach der Visite geschieht, wird es ima allgemeinen die Schwester sein, die der Visiteverordnung Informationen entnimmt, um daraus Maßnahmen anzuordnen. Es ist aber auch möglich, daß ein Arzt diesen Anwendungsfall zu einem anderen Zeitpunkt initiiert. Der Benutzer kann die Patientenakte anwählen und sich gleichzeitig die Visiteverordnung ansehen. Dann kann er von dort Maßnahmen veranlassen, die aber durch die verschiedenen Anforderungsanwendungsfälle und die Terminplanung abgedeckt werden.

10.5.14 Patientenakte Bearbeiten

Der Anwendungsfall Patientenakte Bearbeiten gehört dem Subsystem Patienten-Stammdaten der Komponente Verwaltung an.

10.5.14.1 Beschreibung

Der Benutzer wählt einen Patienten aus und kann dann über eine noch zu spezifizierende Schnittstelle die verschiedenen darin enthaltenen Formulare und sonstigen Dokumente bearbeiten (bzw. Verweise auf externe Dokumente einsehen) oder neue erzeugen. Der tatsächliche Ablauf wird durch das jeweils bearbeitete Dokument bestimmt.

10.5.14.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Der Benutzer will die Patientenakte bearbeiten.

Nachbedingung: Die Patientenakte wurde bearbeitet.

Ablauf: Der Benutzer wählt über den Belegungsplan einen Patienten aus und bekommt sein Patientenaktenfenster zu sehen. Von dort aus kann die Fieberkurve oder die Patientenakte eingesehen oder die Formularmaske aufgerufen werden.

10.5.15 Temporäre Verlegung

Der Anwendungsfall Temporäre Verlegung gehört dem Subsystem Patientenaufnahme, -verlegung und -entlassung der Komponente Verwaltung an.

10.5.15.1 Beschreibung

Eine Temporäre Verlegung ist eine externe Verlegung, bei der das Bett reserviert bleibt. Der sonstige Ablauf ist identische mit dem Anwendungsfall Externe Verlegung.

10.5.15.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Siehe Anwendungsfall Externe Verlegung.

Nachbedingung: Siehe Anwendungsfall Externe Verlegung.

Ablauf: Die Schwester aktiviert die Funktion temporäre Verlegung. Es erscheint eine Liste der Zielstationen. Sie wählt eine Zielstation aus. Der Patient verschwindet nicht aus dem Belegungsplan, sondern wird als temporär verlegt markiert.

10.5.16 Terminvereinbarung

Der Anwendungsfall Terminvereinbarung gehört dem Subsystem Terminplanung der Komponente Verwaltung an.

10.5.16.1 Beschreibung

Ein Untersuchungstermin kann auf mehrere Arten vereinbart werden. Wenn die externe Station über ein eigenes System verfügt, so kann der Termin auf elektronischem Wege vereinbart werden. Dazu wählt die Stationsschwester auf der Anforderung die Option Termin automatisch besorgen aus und kann in den entsprechenden Feldern einen moglichen Terminrahmen vorgeben. Wird die Anforderung geschlossen, wird im Terminplaner des Patienten der Termin innerhalb des vorgeschlagenen Zeitrahmens mit dem Attribut angefordert eingetragen. Der richtige Zeitpunkt ist dann noch unbestimmt. Schlägt das System der externen Station dann einen Termin vor, wird das Attribut automatisch auf vorgeschlagen werändert und der Zeitpunkt entsprechend festgelegt. Der Termin kann dann von der Stationsschwester bestätigt oder verworfen werden.

Wurde der Termin mündlich vereinbart, kann er direkt in das entsprechende Feld auf dem Formular eingetragen werden. Wird das Formular geschlossen, wird der Termin mit dem Attribut bestätigt in den Terminplaner des Patienten übernommen.

Das Formular wird erst dann freigegeben, wenn der Termin bestätigt wurde. Dann wird es entweder ausgedruckt und mit der Hauptpost an die externe Station verschickt, oder es wird auf elektronischem Wege versandt.

10.5.16.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Die Stationsschwester will einen Termin mit einer externen Station vereinbaren.

Nachbedingung: Der Termin wurde vereinbart und in den Terminplaner des Patienten eingetragen.

Ablauf: Der Benutzer aktiviert die Funktion Formular Anforderung mit der Option Terminvereinbarung. Termine können auf drei unterschiedliche Weise vergeben werden:

- Wenn die externe Station über ein System verfügt, welches automatische Terinvergabe erlaubt, so kann der Termin durch Aktivieren des Buttons automatisch vereinbaren automatisch angefordert werden. Es wird dann ein Wunschtermin mit Zeitrahmen angegeben.
- Ist noch kein Termin vereinbart, wird vorgeschlagen gewählt und ein Terminrahmen eingegeben.
- Der Terminvorschlag wird in beiden Fällen der externen Station zugeschickt. Das Terminergebnis, welches von der externen Station zurückkommt, wird direkt in den Terminplaner eingefügt.
- Steht der Termin bereits fest, kann er direkt eingetragen und in den Terminplaner übernommen werden.

Der Anwendungsfall endet, wenn die Anforderung abgeschickt wird.

10.5.17 Ärztliche Neuaufnahme

Der Anwendungsfall Ärztliche Neuaufnahme gehört dem Subsystem Patientenaufnahme, -verlegung und -entlassung der Komponente Verwaltung an.

10.5.17.1 Beschreibung

Die ärztliche Neuaufnahme dient der Erfassung der Krankengeschichte und einer vorläufigen Therapieplanung. Sie wird von einem Stationsarzt durchgeführt. Es werden auch die Diagnosedaten ausgefüllt, im Notfall das Notaufnahmeformular und im Spezialfall der Konsiliarschein.

10.5.17.2 Ereignisablauf

Vorbedingung: Der Benutzer ist ein Stationsarzt.

Nachbedingung: Die für die Ärztliche Neuaufnahme erforderlichen Daten wurden erfaßt oder auch nicht. Da der Arzt nicht in einer Sitzung alle notwendigen Daten eingeben muß, verändert sich der Status der Patientenakte nicht unbedingt.

Ablauf: Der Stationsarzt aktiviert die Funktion Ärztliche Neuaufnahme. Das System liefert dem Arzt eine Liste mit Patienten, die für diesen Anwendungsfall in Frage kommen. Dort kann der Arzt einen Patienten auswählen. Im Unterschied zum Anwendungsfall Pflegerische Neuaufnahme kann der Arzt keine neue Patientenakte anlegen oder eine alte aus dem Archiv holen. Für den ausgewählten Patienten öffnet sich ein Patientenaktenfenster, mit dem Formular ärztliche Neuaufnahme, welches der Arzt dann ausfüllt. Der Anwendungsfall endet, wenn der Arzt das Patientenaktenfenster schließt. Falls nicht alle notwendigen Daten eingegeben wurden, wird er gefragt, ob er das Fenster wirklich schließen will.

Kapitel 11

Resultate des Soll-Systems

Ähnlich wie im Kapitel 6 auf Seite 27, in dem die Resultate der Ist-Analyse erläutert worden sind, sollen an dieser Stelle die entsprechenden Ergebnisse des Soll-Systems vorgestellt werden. Genauso wird in diesem Kapitel zum Teil exemplarisch anhand des bereits eingeführten Fallbeispiels die weitere Vorgehensweise verdeutlicht. Die vollständigen Sammlungen der Resultate sind wiederum in den Dokumenten Endbericht [BCF+96a], Zwischenbericht [B+95] und Spezifikation [BCF+96b] zu finden.

11.1 Style-Guide

Ein Style-Guide soll die einzelnen Elemente der Benutzungsschnittstelle (Fenster, Buttons, Menübalken) des zu entwickelnden Software-Produktes in ihrer Funktion, Anordnung und ihrem Aussehen, möglichst vollständig und eindeutig beschreiben. Diese Beschreibung berücksichtigt dabei die bisherige Arbeitsweise der zukünftigen Benutzer, sowie vorhandene Erfahrungen, die diese mit der Bedienung von Computerprogrammen besitzen. Die Mensch-Maschine-Schnittstelle sollte nach Möglichkeit einfach und intuitiv bedient werden können. Dabei müssen ergonomische Aspekte ebenso berücksichtigt werden, wie psychologische Aspekte (dazu mehr Informationen in [BCF+96c] Kapitel „Akzeptanz von Computersystemen im Krankenhaus“). Zu den ergonomischen Aspekten zählen u.a. Definitionen über die maximale Tiefe von Menübäumen oder die maximale Anzahl von gleichzeitig geöffneten Fenstern (hierzu sei auf das Dokument [Suc95] hingewiesen).

Generell existieren verschiedene Arten von Style-Guides. Dazu gehören die

firmenspezifischen Style-Guides

plattformabhängigen Style-Guides und die

anwendungsspezifischen Style-Guides

auf die aber an dieser Stelle nicht mehr näher eingegangen werden soll (siehe vorheriges Kapitel).

Wie im Kapitel 10.1 auf Seite 42 schon angedeutet wurde, existieren für das spezifizierte RBMS verschiedene Versionen des Style-Guides, es soll aber nur die zuletzt erstellte Version diskutiert werden.

11.2 Grundlagen des Style-Guides

Im folgenden werden die Grundlagen des Style-Guide, also die Basis und die Vorstellungsmodelle, sowie die Vorgehensweise bei der Entwicklung des Style-Guide beschrieben.

11.2.1 Die Basis

Für den Prozeß der Style-Guide-Entwicklung ist es zunächst wichtig, die Basis des neuen Style-Guides zu definieren. Dabei muß unter anderem die Frage geklärt werden, ob ein firmenspezifischer Style-Guide existiert, der innerhalb des Krankenhauses ein einheitliches „look and feel“ der Software-Produkte regelt (corporate style). In den besuchten Krankenhäusern lagen keine Informationen über einen solchen firmenspezifischen Style-Guide vor.

Also wurde im $\mathcal{PROMETHEUS}$-Projekt begonnen, auf der Grundlage des OSF-Motif Style-Guide [OSF92] einen anwendungsspezifischen Style-Guide zu entwerfen. Die Wahl fiel deshalb auf diesen OSF-Motif Style-Guide, da das Projekt in einer UNIX-Umgebung entwickelt wird (in diesem Fall stellt also ein plattformabhängiger Style-Guide die Grundlage für einen anwendungsspezifischen Style-Guide dar). Dieser OSF-Motif Style-Guide beschreibt das Erscheinungsbild der üblichen Standardelemente, wie z.B. *Fenster*, *Menüleisten*, *Check-Boxen* oder *Radio-Button*, sowie die Regeln für die verschiedenen Bedienungsmöglichkeiten.

Um die Akzeptanz zu steigern und die Benutzbarkeit des Programms zu erleichtern, wird auf diese Basis der hier vorgestellte anwendungsspezifische Teil aufgesetzt. Dieser Teil ist das Ergebnis der Auswertung mehrerer Krankenhausbesuche (Beobachtungen und Gespräche mit den Angestellten) und der Analyse, der in den Krankenhäusern benutzten Formulare ([B+95]). Im weiteren Verlauf sind, wie im vorherigen Kapitel bereits schon erwähnt wurde, die Ergebnisse der Evaluierung in die Änderung bzw. Erweiterung des Style-Guide eingeflossen.

11.2.2 Die Vorstellungsmodelle

Damit der Benutzer sich jederzeit darüber im Klaren ist, an welcher Stelle er sich in dem System gerade bewegt, muß ein Vorstellungsmodell entwickelt werden. Dieses Modell soll es dem Benutzer zum einen ermöglichen, den von ihm benutzten Teil des Systems in seiner Gesamtheit zu erfassen, zum anderen kann der Benutzer Reaktionen des Systems besser abschätzen. Solche Vorstellungsmodelle hat sich jeder Mensch für die verschiedensten Probleme zurechtgelegt. Um sich z.B. innerhalb eines Landes zu orientieren, benutzt man gedanklich das Modell einer Landkarte.

Um dem Benutzer also die Bedienung eines Software-Produktes zu erleichtern, müssen auch Überlegungen über die Modelle gemacht werden, die der Benutzer von seiner bisherigen Arbeit hat.

Im Verlauf des Projektes wurde die „Werkzeug- und Material-Metapher“ (siehe Abschnitt „Ansätze“ des Dokumentes Endbericht [BCF+96a]) zugrunde gelegt. Der Benutzer soll die für seine Arbeit notwendigen Werkzeuge und Materialien auf dem Computerbildschirm wiederfinden und sie möglichst in der Art und Weise benutzen können wie bisher. Das bedeutet vorallem, daß die vorhandenen bzw. die benötigten Formulare im System repräsentiert und die Arbeitsabläufe des Personals in einer entsprechenden Dialoghierarchie abgebildet werden müssen.

11.2.3 Die verschiedenen Sichten auf die Patientendaten

Informationen über einen bestimmten Patienten oder aus einem bestimmten Bereich der Krankenakte können auf verschiedene Arten dargestellt werden. So können die gemessenen Fieberwerte eines Patienten als Tabelle oder als Grafik in Form einer Kurve dargestellt werden. Abhängig von der gewählten Sichtweise werden dabei nur bestimmte Funktionen zur Verfügung gestellt. So kann man sich vorstellen, daß neue Fieberwerte z.B. nur in der Tabellenansicht eingegeben werden können, bzw. eingegeben werden dürfen, nicht aber in der Kurvenansicht. Auf diese Weise behält der Benutzer einen besseren Überblick über die Daten und die möglichen Funktionen, die ihm das System gibt.

11.2.4 Die Vorgehensweise

Erstes Ergebnis bei der Erstellung des Style-Guide ist zunächst ein Dialog-Hierarchie-Diagramm (siehe Abbildung 11.1 auf der nächsten Seite), in dem versucht wird, die *Beziehungen* zwischen den Dialogen des Prototypen darzustellen. Unter *Beziehung* ist hier eine *Folge-Dialog* Beziehung zu verstehen, also welche Dialoge von einem anderen Dialog aus aufgerufen werden können. Diese Beziehungen werden in Form eines gerichteten Graphen dargestellt. Die *Knoten* stellen die Dialoge und die *Kanten* die Folgebeziehung dar. Besteht zwischen zwei Dialogen D_1 und D_2 eine Kante, so bedeutet dies, daß der Dialog D_2 vom Dialog D_1 aus geöffnet werden kann.

Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit, wird im Diagramm eine erweiterte Notation verwendet. So werden einzelne Knoten zusammengefaßt, in dem sie in eine *Box* (gemeinsame Umrahmung) gestellt werden. Jede Kante, die zwischen dem Knoten D_1 und einer Box mit den Knoten D_2, D_3, D_4 verläuft, ist als die Kantenmenge $\{(D_1, D_2), (D_1, D_3), (D_1, D_4)\}$ zu interpretieren.

Im weiteren Verlauf werden Vorgaben für die Menüs, Schriftarten etc. gemacht, sowie weitere graphische Elemente definiert.

11.3 Die Oberflächenstandards

Wie schon erwähnt, wird auf der Grundlage des OSF-Motif Style-Guide gearbeitet. In diesem sind Standardelemente, wie Buttons, Fenster, Menüzeilen etc. bereits so beschrieben, daß sie nicht neu definiert werden müssen. Es erscheint deshalb einleuchtend, daß u.a. die Frage beantwortet werden muß, welche Vorgaben aus dem OSF-Motif Style-Guide geändert oder erweitert werden sollen, um die Darstellung für die Benutzergruppe attraktiver und die Bedienung einfacher (*Farben*, *Bitmap-Buttons* etc.) zu gestalten.

Grundsätzlich werden in $\mathcal{PROMETHEUS}$ zwei Bereiche unterschieden: Der Bereich für *patientenbezogene* Aufgaben, wie z.B. Aufnahme, Anforderung externer Leistungen, Entlassung, und der *stationsbezogene* Bereich von dem aus z.B. Material für die Station bestellt werden kann.

Innerhalb des Bereiches für die patientenbezogenen Aufgaben werden zwei Arbeitsweisen unterschieden:

Patientenorientiert: Zuerst wird der Patient aus einer Liste oder aus dem Belegungsplan ausgewählt, und dann die gewünschte Aktion angewendet.

Arbeitsorientiert: Es wird zuerst die gewünschte Aktion ausgewählt und diese dann mit einem Patienten oder einer Liste von Patienten verbunden.

Diese Unterscheidung wurde getroffen, um den typischen Arbeitsablauf auf der Station angemessen abzubilden. Nach einer Visite wird z.B. eher arbeitsorientiert vorgegangen, indem alle Anforderungen an eine Leistungsstelle ausgefüllt werden. Aufnahme, Entlassung oder andere individuelle Aktionen werden eher patientenorientiert vorgenommen. Grundsätzlich sind aber jederzeit beide Vorgehensweisen möglich. Es bleibt dem Benutzer überlassen, welchen Weg er zur Erledigung seiner Arbeit einschlägt. Damit wird eine Steuerbarkeit im Sinne der DIN, wie sie in Kapitel 10.1.1.1 beschrieben wird, erreicht.

Nachfolgend sollen dem Leser auszugsweise wichtige und konkrete, den Style-Guide betreffende Anforderungen vorgestellt werden. Zunächst wird hierbei eine Beschreibung der entsprechenden Umgebung gegeben, gefolgt von den unbedingt einzuhaltenen Vorgaben.

11.3.1 Der Belegungsplan (Startfenster)

Nach dem Start des Programms bekommt der Benutzer in einem Fenster den Plan der Station angezeigt. Dieser enthält die Zimmeraufteilung der Station in Form eines Schemata. Eine Nachbildung des Stationsgrundrisses ist auf dem Belegungsplan nicht notwendig. Es reicht vollkommen

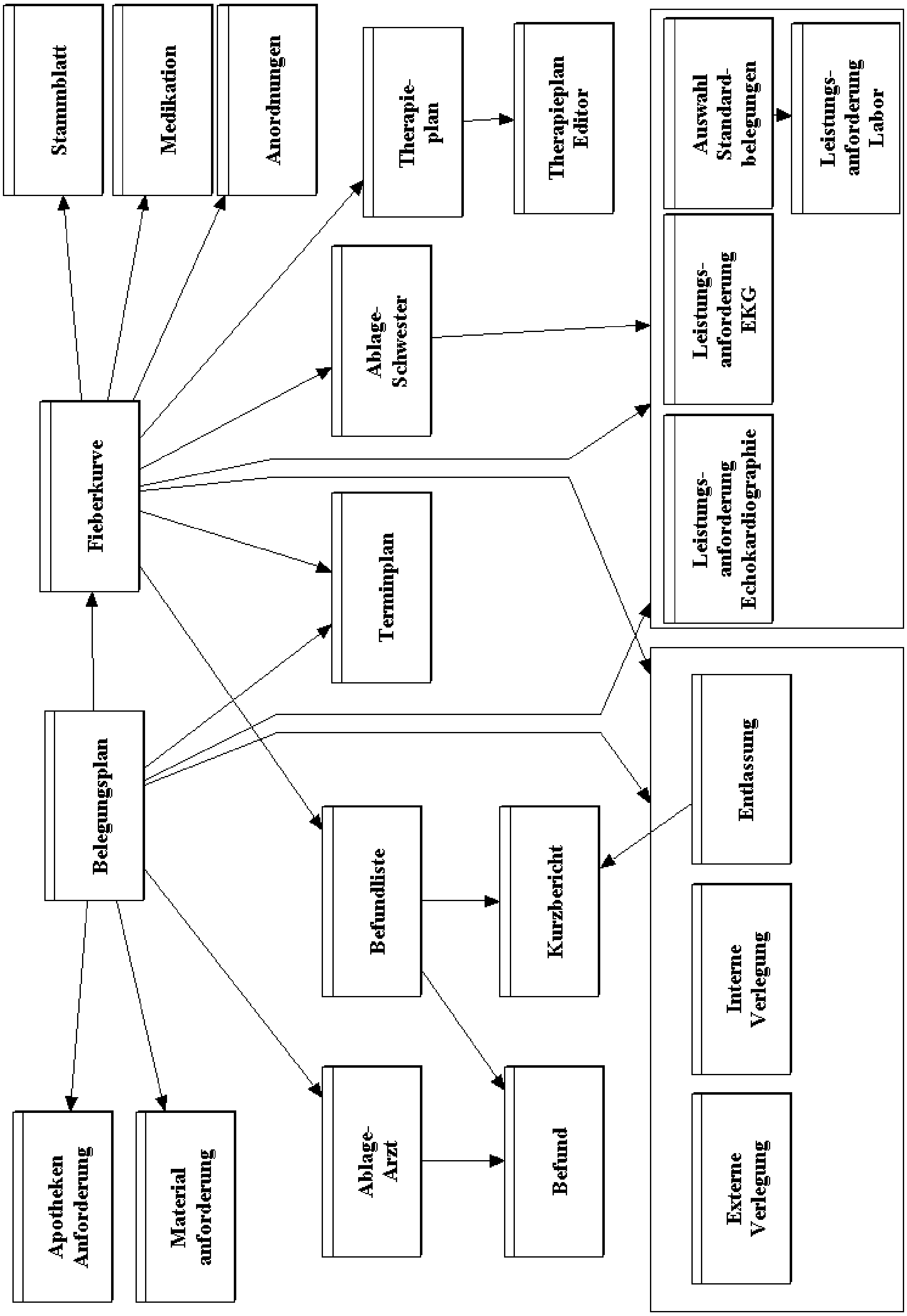

Abbildung 11.1: Die Dialoghierarchie des Prototypen

aus, die Zimmernummern mit den entsprechenden Namen zu versehen. Innerhalb der dargestellten Zimmer befindet sich für jedes Bett ein Button mit dem Namen des jeweiligen Patienten. Dieser Plan stellt den *Belegungsplan* der Station dar.

Das Startfenster bleibt während der gesamten Arbeit mit dem Programm auf dem Bildschirm sichtbar. Es kann nicht auf Icon-Größe verkleinert werden. Es ist neben der Fieberkurve das einzige Fenster mit einer Menüzeile, von der aus Aktionen gestartet werden können. Die Einträge in der Menüzeile lauten wie folgt:

- *Station*
- *Patienten*
- *Leistungsanforderungen*

11.3.2 Die Fieberkurve

Da die Fieberkurve eines Patienten für die Mitarbeiter der Station ein wichtiges Hilfsmittel darstellt und viele Aktionen von diesem Fenster aus angestoßen werden, ist hier auch, wie im Belegungsplan, eine Menüzeile vorhanden. Außerdem ist ein Reitersystem aus der Praxis übernommen worden. Dieses Reitersystem wird in fast allen Krankenhäusern eingesetzt, die mit dem Mappensystem der Firma OptiPlan arbeiten. Durch eine Umsetzung dieses Systems wird dem Personal die Einarbeitung und die Benutzung des Systems wesentlich erleichtert. Innerhalb der Fieberkurve sollte ein Bereich vorgesehen werden, in dem die Medikation des Patienten auf einen Blick erkannt werden kann. Die Angabe der Uhrzeit bei den täglich notwendigen Medikamenten ist nicht notwendig. Ebenso ist eine graphische Darstellung der Blutdruckwerte nicht nötig, da sie ohnehin nur als Zahlenwerte ausdruckskräftig sind. Puls und Temperatur sollten jedoch weiterhin graphisch angezeigt werden.

Für das Fenster der Fieberkurve gelten die gleichen allgemeinen Regeln, wie sie in dem Abschnitt 11.3.3 beschrieben und definiert werden. Die einzelnen Reiter des Reitersystems (insgesamt zehn Reiter) befinden sich unterhalb der Patienteninformationen. Diese können per Mausklick ausgewählt werden und erscheinen dann nach oben herausgezogen. Da jedes Krankenhaus die Bedeutung der Farben selbst definiert, kann an dieser Stelle keine endgültige Vorgabe gemacht werden. Zur Erinnerung wird neben den Reitern ein Button installiert, über den von den Mitarbeitern der Station die aktuelle Farbbelegung abgerufen werden kann. Weiterhin soll es keine graphische Darstellung der Blutdruckwerte geben. Zur Darstellung der Werte wird eine Tabelle verwendet. Die Einträge in der Menüzeile sind:

- *Verwaltung*
- *Leistungsanforderungen*
- *Pflegedokumentation*
- *Befunde*

11.3.3 Andere Fenster

Alle anderen Fenster haben keine Menüzeile. Sämtliche notwendigen Aktionen sind über Buttons innerhalb des Fensters realisiert. Da der Prototyp mit dem Programm iXBUILD [iXO94] erstellt wird, werden auch die Standard-Elemente von iXBUILD benutzt (*Radio-Buttons*, *Listboxen*, etc.), welche dem Motif-Style-Guide [OSF92] genügen.

Um die Übersicht auf dem Bildschirm zu behalten, können maximal drei Fenster gleichzeitig angezeigt werden (zusätzlich zu dem Belegungsplan). Die Fenster können auf Icon-Größe verkleinert werden. Jedes verkleinerte Fenster hat dabei eine eigene definierte Position am unteren Bildschirmrand.

11.3.4 Gruppierungen innerhalb der Fenster

Zur besseren Übersicht werden einzelne Themenbereiche innerhalb der Fenster in Untergruppen zusammengefaßt. Diese sollten soweit möglich und nötig durch einen Gruppentitel sinnvoll benannt werden.

Die Trennung erfolgt durch einen Rahmen, welcher um die Gruppe gezogen wird. Müssen mehrere Informationen oder Elemente in einem Fenster untergebracht werden, kann eine weitere Unterteilung notwendig werden, um die Übersicht zu behalten. Diese zusätzliche Unterteilung innerhalb einer Gruppe wird durch waagerechte oder senkrechte Linien kenntlich gemacht.

11.3.5 Menüzeile

Lediglich das Fenster *Belegungsplan* und *Fieberkurve* haben eine Menüzeile, von der aus patientenbezogene oder stationsbezogene Aktionen gestartet werden können. Diese Menüzeilen sollten in beiden Fenstern identisch sein.

Die Einträge sind in der Menüzeile von links nach rechts angeordnet. Änderungen im Menü der Fieberkurve müssen ebenfalls im Menü des Belegungsplans geändert werden.

11.3.6 Buttonleiste

In einigen Dialogfenstern befindet sich am unteren Rand eine Buttonleiste. Diese enthält je nach Notwendigkeit Buttons um den Dialog zu schliessen, den Dialog mit den aktuellen Daten zu drucken oder um eine Hilfe aufzurufen.

Die Buttons sind in folgender Reihenfolge horizontal angeordnet: `Schliessen`, `Drucken`, `Hilfe`.

11.3.7 Schriftarten

Für die verschiedenen Text-Elemente der Oberfläche sind entsprechende Schriftarten, Schriftgrößen und Ausrichtungen zu wählen.

Vorgaben:

- Standardschriftart: Helvetica, 12 Punkt/medium
- Buttonbeschriftung: Helvetica, 12 Punkt/medium, zentriert
- Gruppentitel: Helvetica, 12 Punkt/bold

11.3.8 Listen

Um aus einer bestimmten Menge Daten zu selektieren, werden Listen benutzt. Um z.B einen bestimmten Patienten auszuwählen, werden alle zur Zeit auf der Station befindlichen Patienten in einer Liste angezeigt.

Alle Auswahllisten werden immer mit einem Rollbalken am rechten Rand dargestellt, unabhängig davon, ob die Liste weitere nicht sichtbare Einträge enthält oder nicht.

11.3.9 Drucken

Damit relevante Dokumente auch in gedruckter Form vorliegen, soll jedes Formular in dem Anforderungen ausgefüllt oder Befunde dargestellt werden, auch gedruckt werden können.

In der untersten Zeile dieser Formulare befindet sich ein Button mit der Bezeichnung `Drucken`. Nach Druck auf diesen Button erscheint eine kurze Meldung über den ausgelösten Druckvorgang. Das angezeigte Formular mit dem aktuellen Inhalt wird gedruckt.

11.3.10 Terminplan

Um einen schnellen Überblick über aktuelle Termine zu bekommen, wurde ein Terminplan eingebaut. Dieser Plan zeigt nach verschiedenen Filterkriterien eine Liste aller für die Patienten anstehenden Termine an.

Die Terminliste sollte nach folgenden Filterkriterien zusamengestellt werden können:

- Liste für einen Patienten oder für alle Patienten
- Liste für ein Zimmer oder für alle Zimmer
- Liste für stationsinterne Termine oder für stationsexterne Termine

11.3.11 Abzeichnen von durchgeführten Maßnahmen

Damit eindeutig nachvollzogen werden kann, welcher Mitarbeiter eine bestimmte Anordnung getroffen, bzw. bestimmte Maßnahmen durchgeführt hat, sind Kennzeichnungen notwendig. Diese sollten ein eindeutiges Namenskürzel enthalten und nach entsprechender Identifizierung automatisch vergeben werden.

Wo immer dieser Nachweis notwendig ist, steht er hinter der Anordnung bzw. hinter der durchgeführten Maßnahme in Form eines quadratischen Kastens, in dem das Namenskürzel angezeigt wird. Dieses kann nicht manuell geändert werden, es wird von System anhand der Identifizierung des Benutzers automatisch vergeben.

An dieser Stelle soll die Diskussion bezüglich des Style-Guide beendet und des Lesers Augenmerk wieder auf die bereits bekannten Fallbeispiele gelenkt werden.

11.4 Fallbeispiel – Soll-System

In diesem Abschnitt wird das Fallbeispiel, das im Abschnitt 6.3 eingeführt und im Rahmen der Ist-Analyse beschrieben wurde, im Kontext des Soll-Systems fortgesetzt. Hierzu werden folgende Arten von Dokumenten benutzt: Systemvisionen, Anwendungsfälle, das Analyseobjektmodell und Prototypen.

11.4.1 Überblicksvision

Zunächst soll der allgemeine Aufbau des Systems in Form einer speziellen Systemversion, einer Überblicksvision, skizziert werden. Die Überblicksvision soll andeuten, wie sich das Soll-System den Anwendern präsentiert. Dabei ist zu unterscheiden zwischen dem prinzipiellen Aufbau des Systems, wie es sich in einer Station präsentiert und der Benutzeroberfläche, die das System einem Anwender bei seiner täglichen Arbeit zur Verfügung stellt.

Die Abbildung 11.2 auf der nächsten Seite zeigt eine Skizze eines Stationszimmers, in dem auf mehreren Rechnern das Behandlungsmanagementsystem $\mathcal{PROMETHEUS}$ installiert ist. Diese Arbeitsumgebung stellt eine Minimalkonfiguration dar und besteht aus folgenden Bestandteilen:

- drei an das RKIS angeschlossenen *Stationsarbeitsplätzen*, mit denen auf das Behandlungsmanagementsystem und alle anderen erreichbaren Bestandteile des RKIS zugegriffen werden kann,
- einem *Drucker*, auf dem Dokumente ausgedruckt werden können, für die auch weiterhin die Papierform notwendig ist und

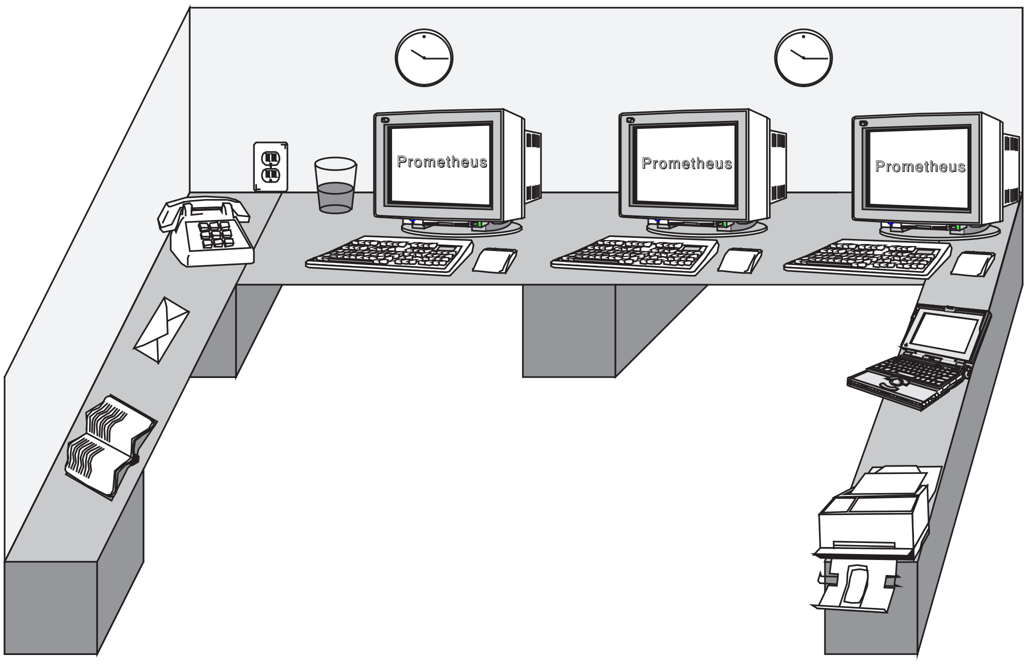

Abbildung 11.2: Arbeitsumgebung bei Benutzung von $\mathcal{PROMETHEUS}$

- einem *Laptop*, der den Anwendern eine gewisse Bewegungsmöglichkeit gibt. Dieser Laptop ist an das Rechnernetz des RKIS angeschlossen, kann aber einfach entfernt und wieder eingesteckt werden.

Die Analyse der Anforderungen auf einigen besuchten Stationen hat ergeben, daß es sich bei der gezeigten Arbeitsumgebung um eine Minimalkonfiguration handelt, die an verschiedenen Stellen noch erweiterbar ist. So kann z.B. ein weiterer Drucker notwendig sein, um Laborproben mit Etiketten versehen zu können, ohne den vorhandenen Drucker zu belegen. Weiterhin können Arbeitsplätze mit besonderer Hardware-Ausstattung notwendig sein, z.B. hochauflösende Bildschirme mit einer angemessenen Größe, die aufgrund ihres hohen Preises nur einmal angeschafft werden können.

In der Abbildung 11.6 auf Seite 82 wird deutlich, wie sich das Behandlungsmanagementsystem dem Anwender präsentiert, wenn er an einem Bildschirmarbeitsplatz damit arbeitet. Die Abbildung zeigt den Startbildschirm, der den Belegungsplan der Station umfaßt, von dem aus alle anderen Elemente des Systems aufgerufen werden können. So ist der Aufruf der Mappe eines einzelnen Patienten möglich. An der Fieberkurve in Abbildung 11.7 auf Seite 83 (als elektronischer Repräsentation der Patientenmappe) erkennt man recht deutlich, daß sich die Darstellungen des Behandlungsmanagementsystems stark an den bisher vorhandenen Formularen orientiert. Dies geschieht soweit, wie eine speziell für dem Bildschirm angepaßte Version der Dokumente nicht sinnvoll ist. Neben der Darstellung läßt die Abbildung erahnen, daß das System die bisherigen Abläufe soweit wie möglich und notwendig beibehält, damit dem Anwender eine langwierige Einarbeitungsphase erspart bleibt.

11.4.2 Systemvisionen

Die folgenden drei Systemvisionen schildern den antizipierten Umgang der Benutzer mit dem System und basieren auf den in Abschnitt 6.3 beschriebenen Szenarien. Ihr Aufbau enthält neben den Vorbedingungen, den Nachbedingungen und dem Ablauf zusätzlich die benötigten Formulare. Das Szenario *Röntgenanordnung* wird hier durch die allgemeinere Systemvision *Leistungsanforderung*, die als Spezialfall die Systemvision *Röntgenanforderung* umfaßt, behandelt.

11.4.2.1 Nachbereitung der Visite

Vorbedingungen:

- Die Visite ist durchgeführt worden und der ARZT hat neue *Anordnungen* getroffen. Diese *Anordnungen* liegen in der Schwesternablage.

Nachbedingungen:

- Alle neuen, durch ärztliche *Anordnungen* entstandene, *Tätigkeiten* sind gestartet worden.
- Da die Anordnungen durchgeführt wurden, sind die entsprechenden *Reiter* (ARZT an SCHWESTER) zurückgesetzt worden.
- Ein neuer *Reiter* kann gesetzt sein: z.B. SCHWESTER an STATIONSSEKRETÄRIN.

Ablauf:

- Die SCHWESTER öffnet die Schwesternablage und kann der Reihe nach die *Anordnungen* abarbeiteten. Dazu bedient sie sich der entsprechenden Menüeinträge und/oder Buttons.

11.4.2.2 Leistungsanforderung

Vorbedingungen:

- Für einen PATIENTEN muß eine bestimmte Leistung angefordert werden.

Nachbedingungen:

- Das Formular für die Leistungsanfordnung ist vom ARZT ausgefüllt und unterschrieben worden.
- Die betreffende Leistungsstelle ist durch die SCHWESTER benachrichtigt worden.
- Der PATIENT ist untersucht worden und befindet sich mit den Ergebnissen wieder auf der Station.

Formulare:

- EKG-Auftrag
- Labor
- Mikrobiologie
- Leistungsauftrag
- Leistungsauftrag für Nuklearmedidizin
- Lungenfunktionsprüfung
- Röntgendiagnostik

Ablauf:

- Soll z.B. ein Termin mit der Röntgenabteilung für den PATIENTEN vereinbart werden, wählt die SCHWESTER das Symbol `Röntgen` an. In einem Fenster wird nun das entsprechende Formular angezeigt. Die Felder sind weitestgehend ausgefüllt. Der Termin für die Untersuchung kann auf mehrere Arten vereinbart werden. Verfügt die Röntgenabteilung über ein eigenes System, so kann der Termin auf elektronischem Wege angefordert werden. Dazu wählt die SCHWESTER auf dem Formular die Option `Termin automatisch besorgen` aus und kann in entsprechenden Feldern einen möglichen Terminrahmen vorgeben. Wird das Formular nun geschlossen, dann ist im Terminplaner des PATIENTEN der Termin innerhalb des vorgeschlagenen Zeitrahmens mit dem Attribut *angefordert* eingetragen.

11.4.2.3 Patientenverlegung zwischen Stationen

Vorbedingungen:

- Der PATIENT ist formal aufgenommen und liegt auf Station S_1 in Bett B_1.

Nachbedingungen:

- Der PATIENT liegt auf Station S_2 in Bett B_2.

Formulare

- Pflegestammblatt
- Verlegung

Ablauf:

- Die SCHWESTER ruft bei der Zielstation S_2 an und gibt die Verlegung bekannt. Die dortige SCHWESTER bestätigt das. Die SCHWESTER auf Station S_1 gibt das Bett des PATIENTEN *bedingt frei*. Die SCHWESTER auf Station S_2 vermerkt den PATIENTEN *als erwartet*.

  Sobald der PATIENT auf Station S_2 eingetroffen ist, gibt die Schwester unter dem Namen des PATIENTEN, den sie aus einer Liste aller auf der Station befindlichen PATIENTEN auswählt, die Bettnumer B_2 ein. Das Bett B_1 auf der Station S_1 wird automatisch freigegeben und das Bett B_2 auf Station S_2 wird als belegt gekennzeichnet.

11.4.3 Anwendungsfälle

In diesem Abschnitt werden drei Anwendungsfälle beschrieben, die aus den bereits dargestellten Systemvisionen, welche gleichzeitig die initiale Version der Anwendungsfälle bildeten, hervorgehen. Da die Anwendungsfälle im Rahmen der Überarbeitungen auch restrukturiert worden sind, wird die Systemvision *Nachbereitung der Visite* hier im Rahmen des Anwendungsfalls *Visite* behandelt. Die Anwendungsfälle benutzen nun Begriffe, die im Analyseobjektmodell in Abschnitt 15.3.6 näher beschrieben sind.

11.4.3.1 Visite

Kurzbeschreibung

Vor der Visite werden die benötigten aktuellen Dokumente von einer Stationsschwester auf das portable System übertragen.

Während der Visite kann der Stationsarzt alle wichtigen Informationen bezüglich eines Patienten abfragen und kann Anordnungen, die von der Stationsschwester als Notizen in das portable System eingegeben werden, erteilen.

Nach der Visite kann eine Stationsschwester die aktuellen Informationen bezüglich eines Patienten mit Hilfe der Notizen in das System übertragen.

Dokumente, die das System nicht verwaltet (z.B. Röntgenbild), sind extern mitzuführen.

Ereignisablauf

Vorbedingungen

Bei der Visitevorbereitung überträgt die Stationsschwester die aktuellen Informationen auf das portable System.

Nachbedingungen

Die bei der Visite ermittelten Daten sind in der Visiteverordnung eingetragen.

Ablauf

Die Stationsschwester kann über den Belegungsplan den jeweiligen Patienten auswählen.

Die Stationsschwester kann sich mit der Funktionsleiste oder durch direktes Anwählen eines Bettes im Belegungsplan das Patientenaktenfenster darstellen lassen.

Die Stationsschwester kann im Patientenaktenfenster die Patientenakte darstellen lassen.

Die Stationsschwester kann in dem Textverarbeitungsfenster ihre Visiteverordnung erstellen.

Bei der Visitenachbereitung kann die Stationsschwester die Visiteverordnung als Grundlage für Aktualisierung der Informationen benutzen.

Beteiligte Objekte

Die beteiligten Objekte werden in Abbildung 11.3 in einer grafischen Objektory-Notation dargestellt. Darüber hinaus werden im folgenden die Kurzbeschreibungen der Objekte aufgeführt. Auf detailliertere Informationen wie bspw. die Beschreibung einzelner Attribute wird an dieser Stelle verzichtet.

Belegungsplan: Der Belegungsplan ist eine graphische Darstellung der Station, in der die Zimmer, Betten und aufgenommenen Patienten dargestellt werden.

Funktionsleiste: Die Funktionsleiste stellt dem Benutzer mehrere mögliche Funktionen dar, von denen er eine aktivieren kann.

Patientenakte: Die für jeden Patienten angelegte Akte. Sie enthält alle im Verlauf des Aufenthalts angelegten Dokumente. Soweit die Dokumente vom System erzeugt wurden, liegen sie als Internes Dokument vor, sonst als Externes Dokument.

Patientenaktenfenster: Ein Fenster, in dem die Patientenakte bearbeitet werden kann.

Das Fenster könnte z.B. zweigeteilt sein: Im Kopf der Patientenname und dergleichen; darunter ein Dokumentenfenster, in dem die Bestandteile der Patientenakte bearbeitet werden können.

Stationsbelegung: Die Belegung von Betten auf der Station mit Patienten, d.h. die Zuordnung von Betten zu Patientenakten.

Textverarbeitungsfenster: Ein Fenster, in dem eine externe Textverarbeitung läuft.

Visiteverordnung: Eine Liste von Stichworten über ärztliche Anordnungen für einen Patienten, die die Schwester während der Visite erstellt. Diese Punkte werden dann bei der Visitenachbereitung abgehakt.

11.4.3.2 Anforderung abwickeln (patientengebunden)

Kurzbeschreibung

Der Benutzer (Medizinischer Angestellter) ruft den gewünschten Leistungsauftrag (patientengebunden) auf. Das entsprechende Formular erscheint auf dem Bildschirm.

Soweit aus dem Kontext gewisse Informationen bekannt sind, z.B. der ausgewählte Patient, wird das Formular entsprechend automatisch ausgefüllt. Die restlichen Daten trägt der Benutzer ein. Schließlich schickt er die Anforderung an die externe Station ab. Sie wird als noch nicht erledigt markiert.

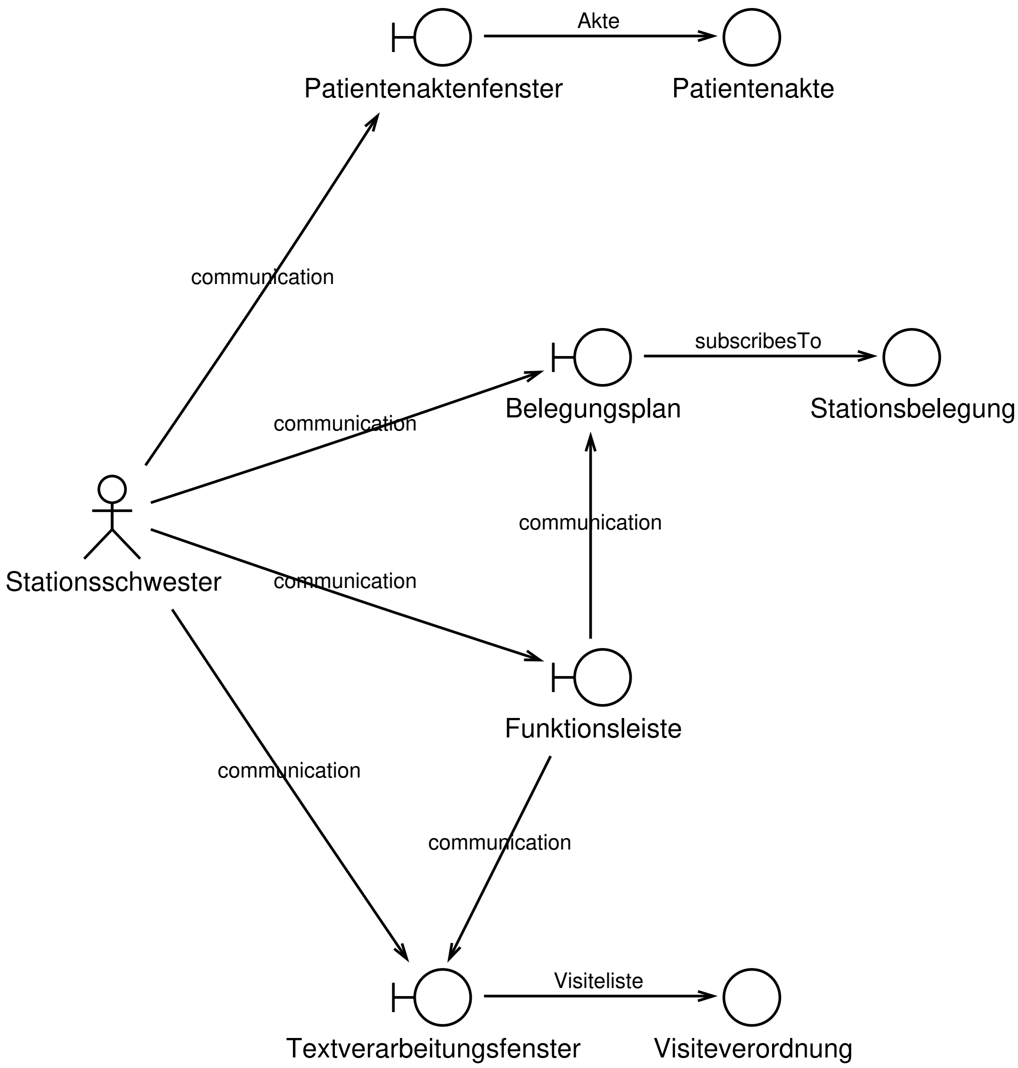

Abbildung 11.3: Visite – Beteiligte Objekte

Damit endet der Anwendungsfall.

Nach Durchführung der angeforderten Untersuchung oder dergleichen erhält die anfordernde Station das Ergebnis als internes oder externes Dokument.

Wenn das Ergebnis als Internes Dokument zurückkommt, wird es gleich an die entsprechende Stelle in der Patientenmappe kopiert. Der Stationsarzt wird über diesen Vorgang, durch eine Nachricht in der Arztablage, in Kenntnis gesetzt.

Kommt das Ergebnis als Externes Dokument zurück, wird dieses durch den Anwendungsfall Erfassung externer Dokumente abgearbeitet.

Ereignisablauf

Vorbedingungen

Die Betten-/Patientenauswahl enthält genau eine Patientenakte.

Nachbedingungen

Die Anforderung wurde zu einer externen Station geschickt (bzw. dem Postversand übergeben) und die Ergebnisse der betreffenden Untersuchung werden erwartet. Die Anforderung (patientengebunden) wurde in der Patientenakte abgelegt.

Ablauf

Für die externe Leistungsanforderung, also die Anforderung von Untersuchungen bei einem Patienten, die nicht auf der Station durchgeführt werden, müssen vom Pflegepersonal entsprechend vorbereitete Formulare ausgefüllt werden. Die Formularmasken lassen sich sowohl über die Menüleiste des Belegungsplanes, als auch über die Fieberkurve erreichen. Das Aussehen der Formulare orientiert sich möglichst weitgehend an den Originalformularen.

Wurde ein Formular aus der Fieberkurve eines Patienten heraus aufgerufen, so sind die Felder auf dem Formular so weit wie möglich ausgefüllt. Zusätzlich lassen sich für sehr umfangreiche Formulare, wie z.B. das Laboranforderungs-Formular, über die mehrere unterschiedliche Untersuchungen angefordert werden können, sogenannte Standardbelegungen definieren. Diese Standardbelegungen legen fest, welche Felder auf dem Formular für eine bestimmte Untersuchung ausgefüllt sein müssen. Diese Standardbelegungen können nur einem Formular zugewiesen werden, womit die entsprechenden Felder automatisch gewählt oder belegt werden.

Da fast alle Formulare vom Arzt nochmals eingesehen und von ihm unterschrieben werden müssen, können die fertig ausgefüllten Formulare in die Arztablage (sie ist über den Belegungsplan zugänglich) gelegt werden. Der Arzt kann sie von dort aus einsehen, gegebenfalls abändern und mit seiner Unterschrift versehen. Die Übermittlung des Formulars an die externe Leistungssstelle kann, je nach technischen Möglichkeiten, auf unterschiedlichem Wege geschehen. Auf jedem Formular ist für die Übermittlung ein Button mit der Aufschrift „Abschicken“ vorgesehen. Wird dieser Button aktiviert, wird das Formular entweder ausgedruckt oder mit der elektronischen Unterschrift des Benutzers versehen und auf elektronischem Wege an die Leistungsstelle übermittelt. Grundsätzlich läßt sich jedes Formular direkt auf der Station ausdrucken.

Assoziationen

Anforderung abwickeln (patientengebunden) (uses) Internes Dokument verschicken Verschicken der Anforderung.

Anforderung abwickeln (patientengebunden) (extends) EKG-Anforderung (optional)

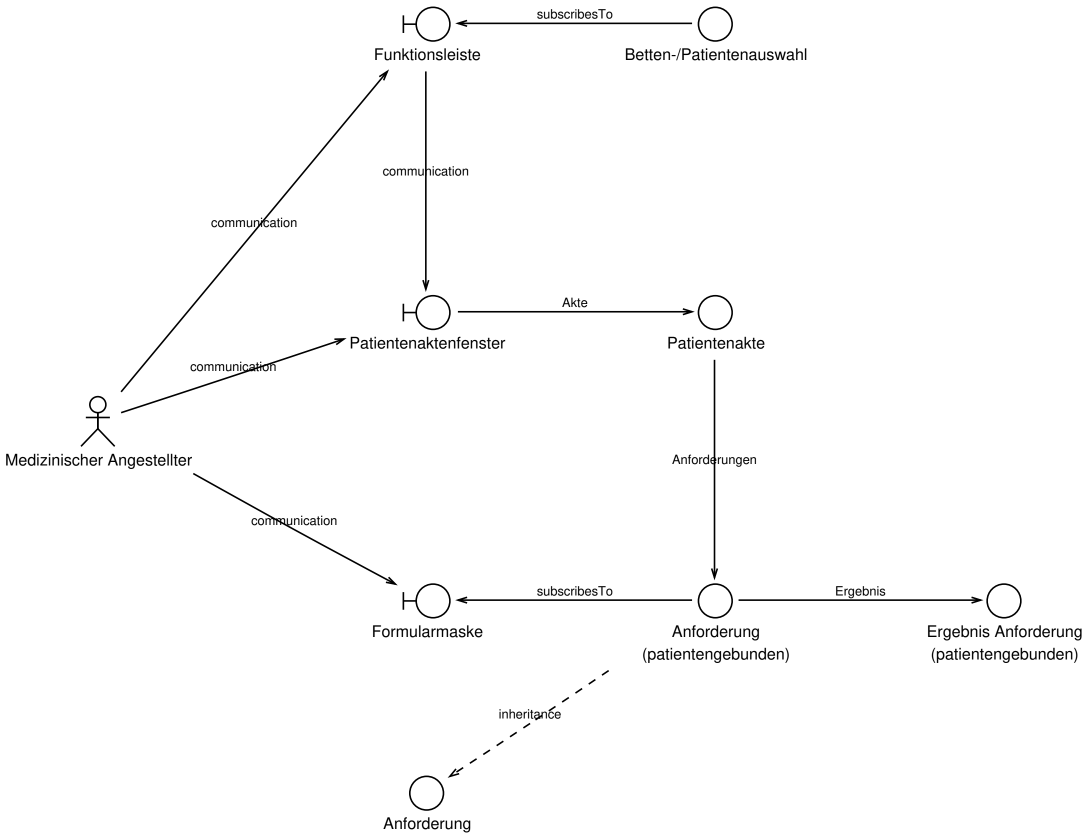

Abbildung 11.4: Anforderung abwickeln (patientengebunden) – Beteiligte Objekte

Beteiligte Objekte

Die beteiligten Objekte werden in Abbildung 11.4 dargestellt.

Anforderung: Die abstrakte, allgemeine Anforderung.

Anforderung (patientengebunden): Eine auf einen bestimmten Patienten bezogene Anforderung. Es handelt sich um den abstrakten Oberbegriff für die einzelnen konkreten patientengebundenen Anforderungen.

Betten-/Patientenauswahl: Eine Auswahlliste mit Patienten/Betten.

Ergebnis Anforderung (patientengebunden): Das zurückkommende Ergebnis einer patientengebundenen Anforderung.

Formularmaske: Die Maske/Oberfläche zur Bearbeitung von Formularen.

Funktionsleiste: Die Funktionsleiste stellt dem Benutzer mehrere mögliche Funktionen dar, von denen er eine aktivieren kann.

Patientenakte: Die für jeden Patienten angelegte Akte. Sie enthält alle im Verlauf des Aufenthalts angelegten Dokumente. Soweit die Dokumente vom System erzeugt wurden, liegen sie als Internes Dokument vor, sonst als Externes Dokument.

Patientenaktenfenster: Ein Fenster, in dem die Patientenakte bearbeitet werden kann.

Das Fenster könnte z.B. zweigeteilt sein: Im Kopf der Patientenname und dergleichen; darunter ein Dokumentenfenster, in dem die Bestandteile der Patientenakte bearbeitet werden können.

11.4.3.3 Externe Verlegung

Kurzbeschreibung

Ein Patient soll von der Station auf eine andere verlegt werden.

Dazu wählt die Stationsschwester einen Patienten auf dem Belegungsplan, aktiviert die Funktion *extern verlegen* und gibt die Zielstation an. Weiterhin füllt sie das Formular zur externen Verlegung und den Patientenabrechnungsbogen/ZPV aus.

Die Verlegung wird vom System vermerkt, das Bett wird aber erst freigegeben, wenn der Patient in der empfangenden Station aufgenommen wurde. Bis dahin gilt der Patient in der Zielstation als Aufnahmekandidat.

Ereignisablauf

Vorbedingungen

Es ist genau ein Patient selektiert.

Nachbedingungen

Keine

Ablauf

Die Schwester aktiviert die Funktion „externe Verlegung“. Es erscheint eine Liste der Zielstationen. Sie wählt eine aus. Dann füllt sie das Formular „Verlegung extern“ aus. Der Patient verschwindet aus dem Belegungsplan und wird als „im Transfer“ markiert.

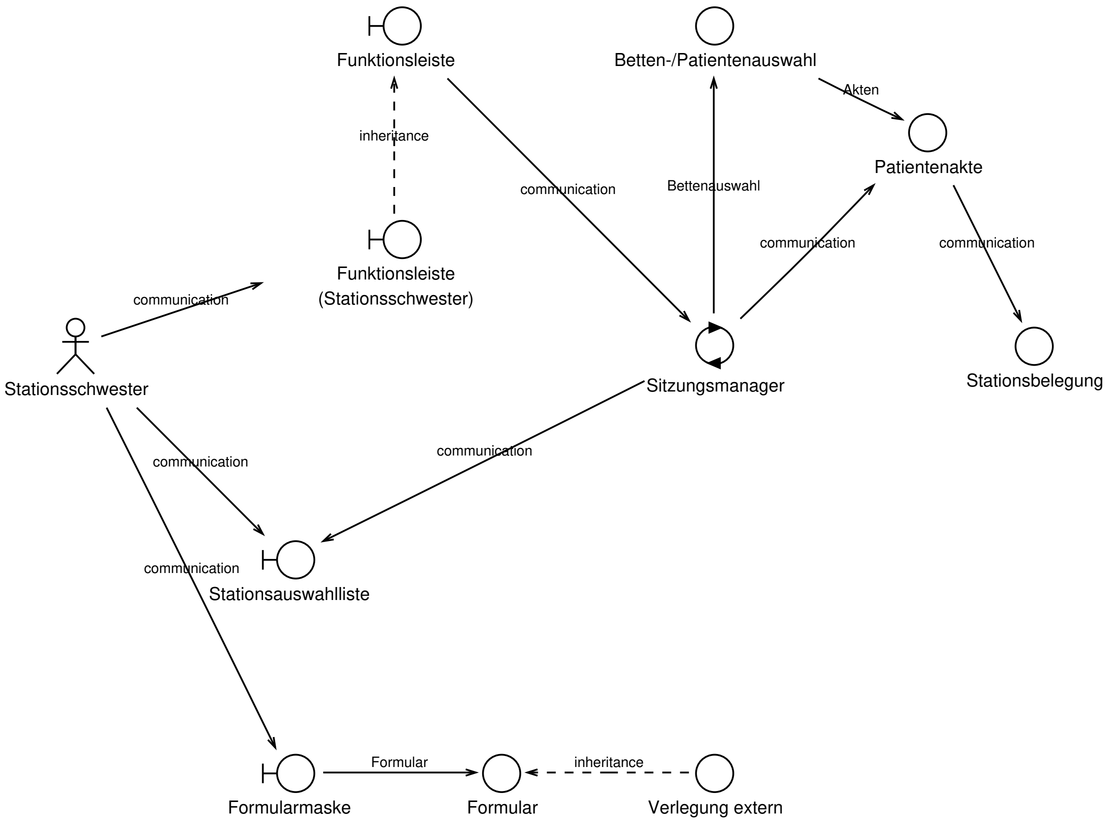

Abbildung 11.5: Externe Verlegung – Beteiligte Objekte

Beteiligte Objekte

Die beteiligten Objekte werden in Abbildung 11.5 dargestellt.

Formular: Das allgemeine, abstrakte Formular.

Formulare sind interne Dokumente, die mit einem festgelegten Layout dargestellt werden und aus Eingabefeldern bestehen.

Formularmaske: Die Maske/Oberfläche zur Bearbeitung von Formularen.

Funktionsleiste: Die Funktionsleiste stellt dem Benutzer mehrere mögliche Funktionen dar, von denen er eine aktivieren kann.

Funktionsleiste (Stationsschwester): Die Funktionsleiste mit den für Stationsschwestern angebotenen Funktionen.

Patientenakte: Die für jeden Patienten angelegte Akte. Sie enthält alle im Verlauf des Aufenthalts angelegten Dokumente. Soweit die Dokumente vom System erzeugt wurden, liegen sie als Internes Dokument vor, sonst als Externes Dokument.

Sitzungsmanager: Der Sitzungsmanager steuert den Ablauf der Sitzung. Er nimmt die Anmeldung des Benutzers entgegen, erstellt eine benutzerspezifische Funktionsleiste und sorgt für den ordnungsgemäßen Abschluß der Sitzung, wenn der Kartenleser das Entfernen der Karte meldet. Stationsauswahlliste:] Eine Liste der Stationen, in der die aufrufende Station nicht auftaucht.

Stationsbelegung: Die Belegung von Betten auf der Station mit Patienten, d.h. die Zuordnung von Betten zu Patientenakten.

Verlegung extern: Dieses Formular dient der Dokumentation der Verlegung eines Patienten auf eine andere Station.

11.4.4 Analyseobjektmodell

Das Analyseobjektmodell wird in [BCF+96b] beschrieben.

11.5 Prototypen

Das oben angegebene Fallbeispiel wird nun prototypisch umgesetzt, natürlich unter Beachtung der Vorgaben aus dem Kapitel Style-Guide. Dazu werden dem Leser die entsprechenden Abbildung der letzten Version des Prototyps gezeigt.

Das Startfenster ist der Belegungsplan (Abbildung 11.6 auf der nächsten Seite). Von diesem Fenster aus können, wie bereits erwähnt wurde, die gewünschten Aktionen gestartet werden.

Nach der Anwahl eines Patienten erscheint dessen Patientenakte mit der dazugehörigen Fieberkurve. Über die Menüleiste können alle Funktionen des Systems $\mathcal{PROMETHEUS}$ und alle Dokumente des Patienten aufgerufen werden.

Man erkennt, daß in der Ablage, die den Schwestern und Pflegern zugeordnet ist, eine Nachricht eingetroffen ist (Abbildung 11.8 auf Seite 83). Des weiteren ist der schwarze Reiter gesetzt. Er zeigt durch seine Farbe an, welcher Art die neue Nachricht in der Ablage für das Pflegepersonal ist und bedeutet in diesem Fall Anordnung Arzt an Schwester.

Nach öffnen der Ablage erhält die Schwester die konkrete Anordnung des Arztes (zu sehen in Abbildung 11.9 auf Seite 84). In diesem Fall ist eine Leistungsanforderungen und zwar ein EKG durchzuführen.

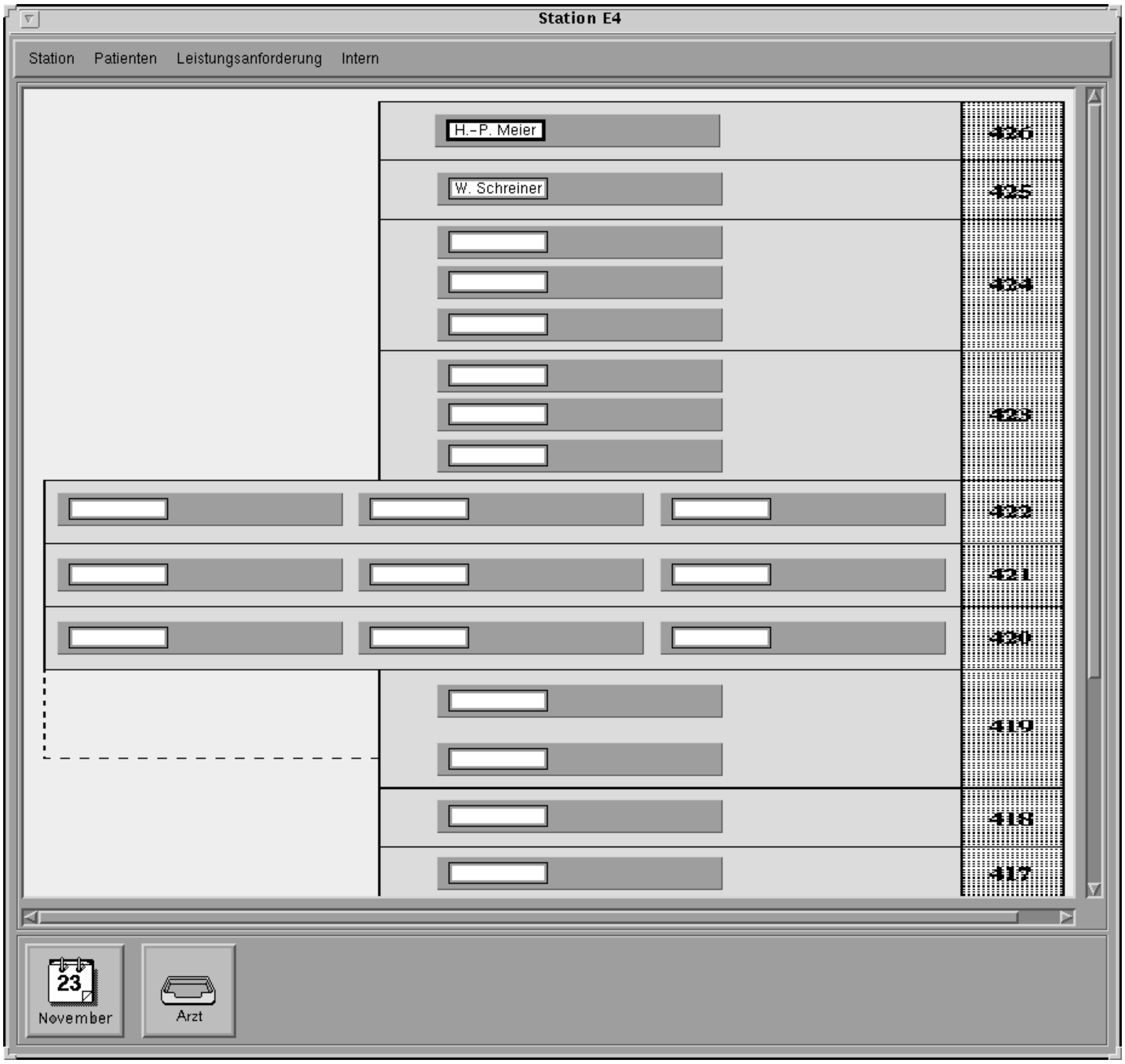

Abbildung 11.6: Der Belegungsplan

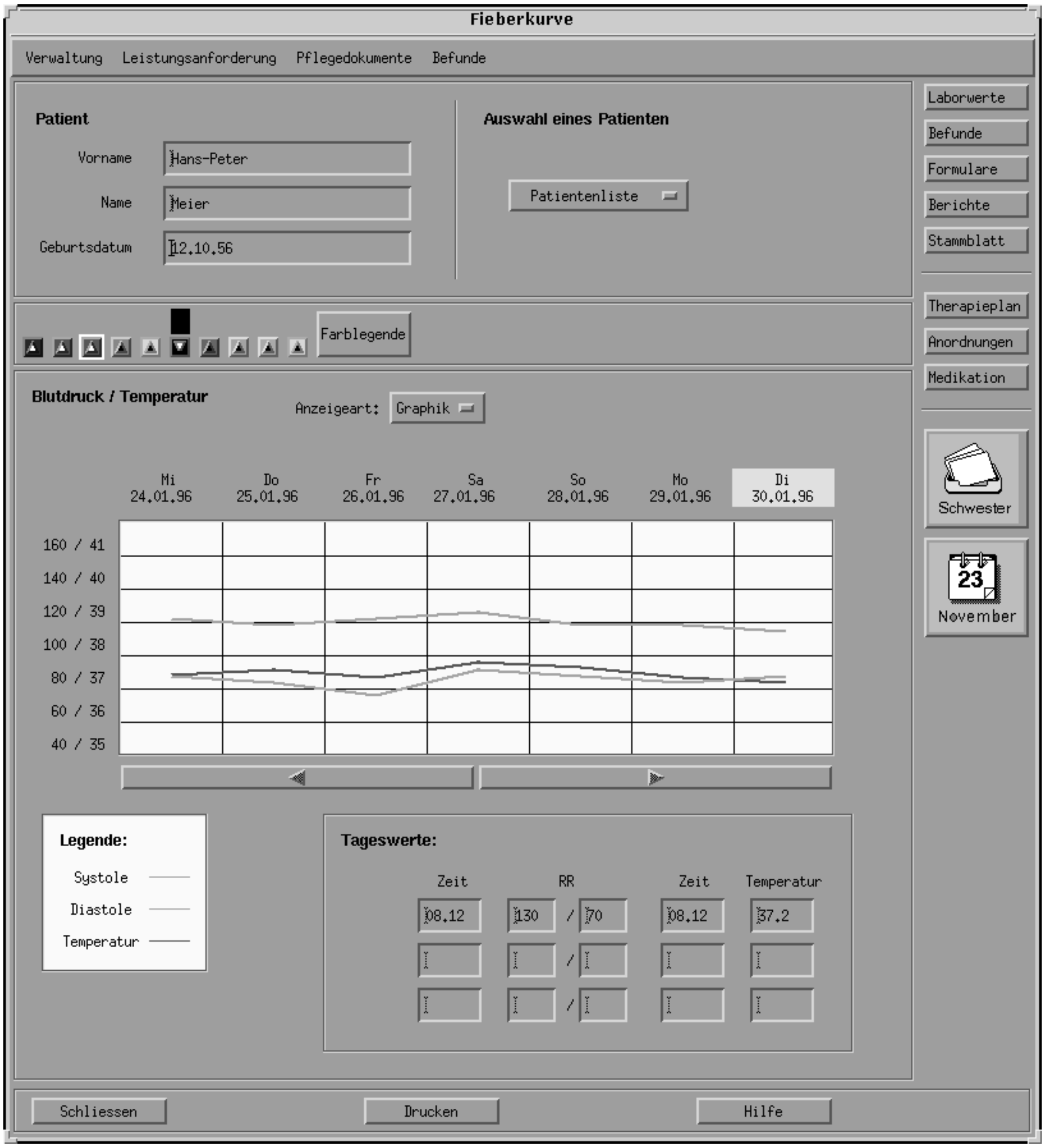

Abbildung 11.7: Die Fieberkurve

Abbildung 11.8: Symbol der Ablage mit neuer Nachricht

Abbildung 11.9: Geöffnete Ablage der Schwester

Die Schwester hat jetzt die Möglichkeit das entsprechende Formular aufzurufen (Abbildung 11.10 auf der nächsten Seite) und ausgefüllt abzuschicken oder aber dem Arzt in dessen Ablage zum Unterschreiben zu legen. Für jede dieser Aktionen steht am unteren Fensterrand ein entsprechendes Button.

Der EKG-befund wird nach seinem Empfang automatisch in der entsprechenden Patientenakte eingefügt und kann später dort eingesehen werden (Abbildung 11.11 auf Seite 86 zeigt das Ergebnis-/Befundfenster).

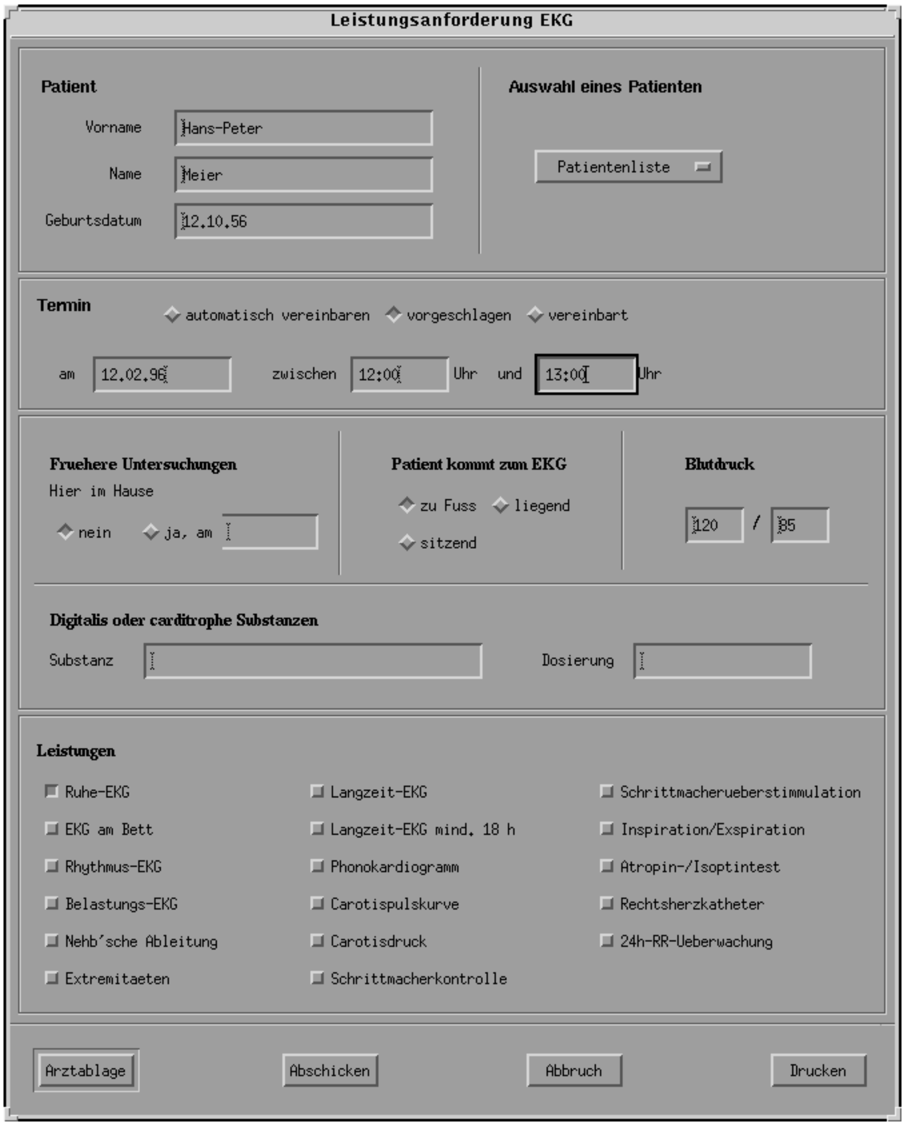

Abbildung 11.10: Geöffnetes EKG Formular

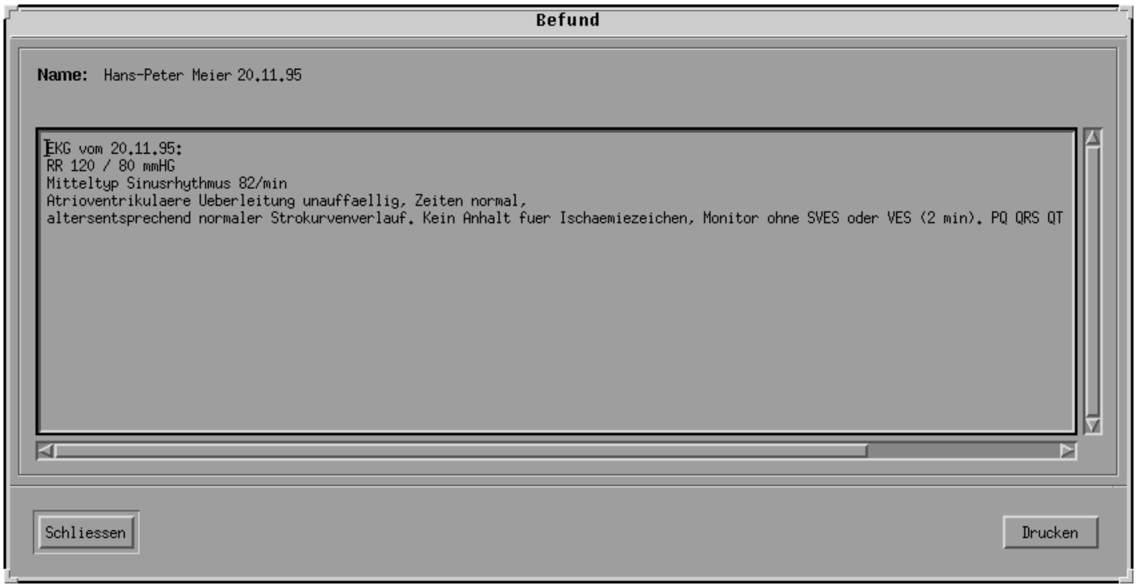

Abbildung 11.11: Der EKG Befund

Kapitel 12

Bewertung

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der in den vorherigen Abschnitten beschriebenen Anforderungsanalyse an rechnergestützte Behandlungsmanagementsysteme aus verschiedenen Blickwinkeln bewertet.

Aus der Sicht der Anforderungsanalyse an Software-Systeme ist das Ergebnis sehr umfangreich aber nicht vollständig. Die Anforderungsanalyse erfolgte im wesentlichen stationsbezogen, weswegen Aspekte der Kommunikation zwischen der Station und den anderen Funktionseinheiten im Krankenhaus nur am Rande betrachtet worden sind. Allerdings stehen heute Konzepte, wie etwa HL7, zur Verfügung, auf die sich eine konkrete Implementierung abstützen kann.

Die Ergebnisse der Anforderungsanalyse können als Ausgangspunkt für einen konkreten Entwurf eines RBMS dienen, haben aber die konkrete Umsetzung nicht in dem Maße berücksichtigt, wie dies gerade im Umfeld Krankenhaus mit seinen vielfältigen Problemen notwendig ist. Ein wesentlicher Schwerpunkt der Anforderungsanalyse lag vielmehr darin, Modelle zur Verfügung zu stellen, anhand denen die Ergebnisse der Anforderungsanalyse für konkrete Umsetzungen auf Vollständigkeit geprüft werden kann. Gefördert wird dies insbesondere durch die Vielzahl verschiedener Modelle, die aufgestellt worden sind.

Nichts desto trotz ist das Ergebnis durch die Konstruktion verschiedener Oberflächenprototypen geprägt worden, die der Evaluation der aufgestellten Anforderungen durch Ärzte und Pflegepesonal gedient haben. Nur durch dieses am späteren Anwender orientierte Vorgehen konnte sichergestellt werden, daß die Anforderungen möglichst umfassend aber auch an der Wichtigkeit für die Anwender orientiert aufgestellt werden konnten.

Die Umsetzung der Anforderungen in den Prototypen und andere Überlegungen haben gezeigt, daß die aufgestellten Anforderungen prinzipiell umsetzbar sind und ein derart gestaltetes RBMS eine Hilfe für den Anwender darstellt. Weiterhin ist die Sicherung der bisherigen Investitionen in bestehende Systeme gewährleistet, da die Verwendung von Standard-Software möglich ist, die dem Anwender den Einstieg in ein RBMS erleichtern kann. Dies ist insbesondere wichtig, da sich viele Vorteile des Einsatzes von rechnergestützten Behandlungsmanagementsystemen auf den einzelnen Stationen erst dann ergeben, wenn die Kommunikationsstruktur krankenhausweit integriert ist.

Teil IV

Anforderungsanalyse

Kapitel 13

Grundlagen

Der vierte Teil dieses Berichts wendet sich in erster Linie an EDV-Fachleute, die an einer detaillierten Beschreibung des gewählten partizipativen und evolutionären Ansatzes interessiert sind und einen Einblick in die Anforderungsanalyse eines RBMS oder eines vergleichbaren Systems erlangen möchten. Das Kapitel 14 erläutert die Auswahl der eingesetzten Methode. Dies umfaßt eine vorläufige Klassifikation der untersuchten Methoden, Techniken und Werkzeuge, die Bestimmung der für die Auswahl relevanten Kriterien sowie die abschließende Bewertung und Auswahl. In Kapitel 15 wird der eingesetzte objektorientierte Ansatz detaillierter beschrieben, wobei die Produkte und Prozesse der Anforderungsanalyse im Mittelpunkt stehen. Den Abschluß des Teil IV bildet die Bewertung des gewählten Ansatzes hinsichtlich seiner Eignung für die Anforderungsanalyse und -spezifikation von $\mathcal{PROMETHEUS}$.

Da sich im Bereich des Requirement Engineering keine einheitliche Terminologie durchgesetzt hat, werden zunächst im vorliegenden Kapitel einige grundlegende Begriffe, wie sie in dem Projekt verstanden werden, festgelegt.

Software Engineering ist ein Teilgebiet der Informatik, in dem Methoden, Techniken und Werkzeuge entwickelt werden, um die systematische Erstellung komplexer und qualitativ hochwertiger Software-Systeme zu unterstützen. Diese Methoden umfassen alle Phasen der Lebensdauer der Software, von der Projektinitiierung bis hin zur Wartung und Pflege des Systems beim Kunden. Die Abbildung 13.1 zeigt ein vereinfachtes Vorgehensmodell, das aus mehreren wohldefinierten Phasen besteht. Jede Phase erzeugt durch Anwendung von Methoden und Werkzeugen ein wohldefiniertes Dokument, das als Eingabe für die nächste Phase dient. Eine ausführliche Behandlung des zahlreichen Varianten des Vorgehensmodells ist bspw. in [Som89, PS94] zu finden Im folgenden werden die Aktivitäten und Ergebnisse des Projekts anhand des vereinfachten Modells skizziert:

- Die Phase *System- und Software-Anforderungen* umfaßt die Formulierung der Ziele, die Analyse der Kundenwünsche des Anwendungsbereichs und die Spezifikation der Anforderungen. Der Schwerpunkt der Projektarbeit bestand aus den Aktivitäten und Ergebnissen dieser Phase.

- In der *Entwurfsphase* wird die Software-Architektur des Systems konstruiert. Des weiteren werden in dieser Phase das zugrunde liegende Datenmodell, die Kommunikationsmechanismen der Systemkomponenten, Algorithmen und Datenstrukturen, etc. spezifiziert.

- Die Phase der *Implementation* beinhaltet im wesentlichen die Kodierung der Systemkomponenten.

- In der Phase des *Testens* werden verschiedene Verfahren angewendet, die gewährleisten, daß die Implementation die Anforderungen erfüllt.

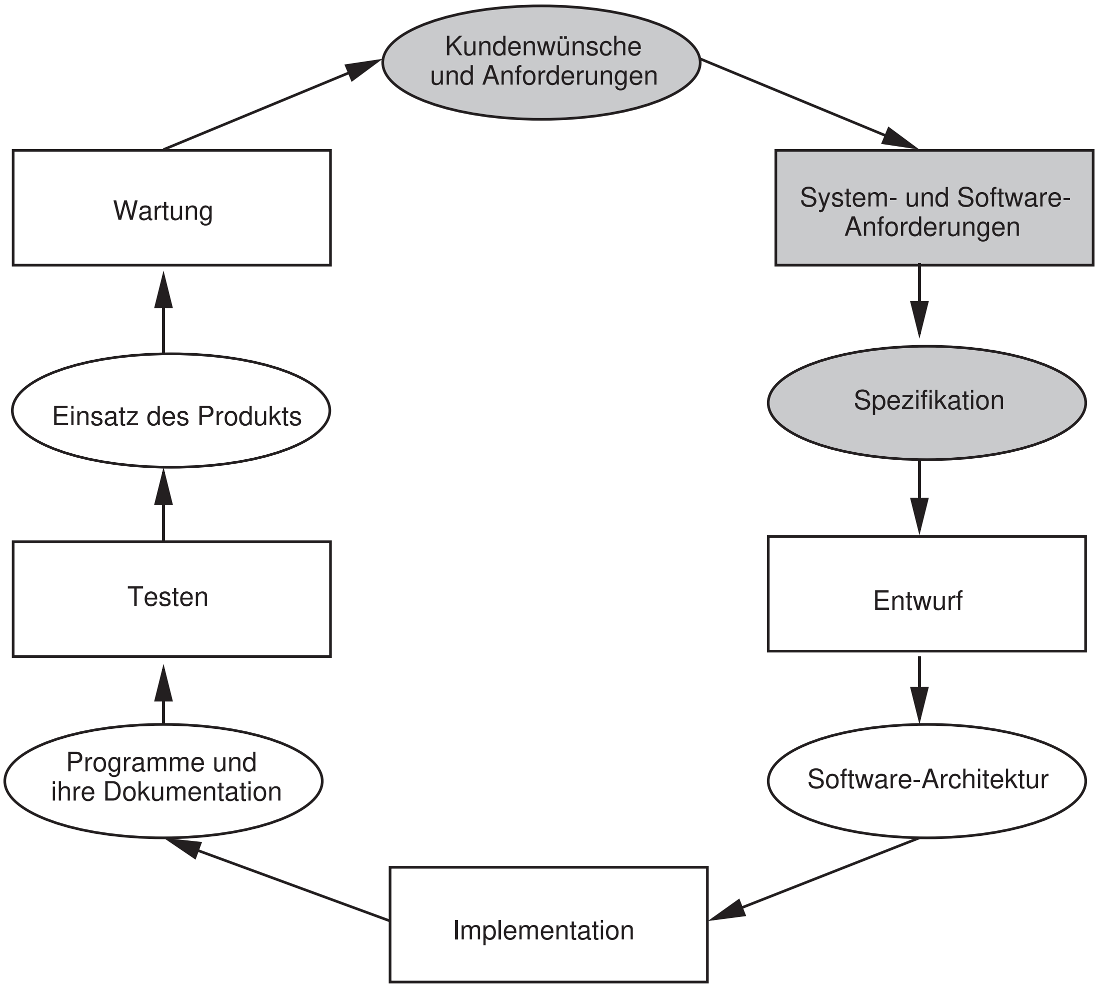

Abbildung 13.1: **Vereinfachtes Vorgehensmodell:** Ellipsen repräsentieren Zustände oder Dokumente, die in Aktivitäten eingesetzt oder modifiziert werden. Rechtecke stellen Aktivitäten dar, die das betrachtete System ändern. Ellipsen und Rechtecke sind durch Pfeile verbunden. Ein Pfeil von einer Aktivität zu einem Zustand/Dokument deutet an, daß die Aktivität den Zustand bestimmt oder ändert. Ein Pfeil, der von einem Zustand ausgeht und in einer Aktivität endet, bedeutet, daß der Zustand eine Vorbedingung für die Aktivität ist oder sie zumindest beeinflußt. Pfeile repräsentieren *keine* zeitlichen Abfolgen. Die grau unterlegten Dokumente und Aktivitäten standen im Mittelpunkt der Projektarbeit.

- Nach der Installation des Systems beim Kunden befindet sich das Produkt in der *Wartungsphase*. Hierunter fallen alle weiteren Änderungs-, Erweiterungs- und Korrekturmaßnahmen.

Es sei noch einmal darauf hingewiesen, daß sich die Projektgruppe im wesentlichen mit der ersten Phase befaßt hat. Die späteren Phasen (Entwurf, Implementation, Test, Wartung und Erweiterung) wurden nur punktuell betrachtet.

Im folgenden wird die zentrale Phase *System- und Software-Anforderung* detaillierter betrachtet. Bei der Entwicklung eines Systems (Hardware und Software) ist der Phase der Software-Anforderungsanalyse in der Regel eine *Systemanforderungsanalyse*- und eine *Systementwurfsphase*, in denen alle wesentlichen Komponenten des Systems identifiziert werden, vorgeschaltet [Dav90, Abschnitt 1.2]. Anschließend können die Software- und Hardware-Anforderungen an diese Komponenten separat untersucht werden. Da die Projektgruppe in erster Linie die Software-Anforderungen untersucht hat, beziehen sich die folgenden Ausführungen lediglich auf diese Art der Anforderungen.

Für den Begriff „Anforderung" (*Requirement*) wird im folgenden die weitverbreitete Definition des *IEEE Software Engineering* Glossars zugrunde gelegt:

Begriff *Anforderung:*

> „(1) A condition or capability needed by a user to solve a problem or achieve an objective. (2) A condition or capability that must be met or possessed by a system or system component to satisfy a contract, standard, specification, or other formally imposed documents. (3) A document representation of a condition or capability as in (1) or (2)."
>
> ([IEE90])

Üblicherweise wird zwischen *funktionalen* und *nicht-funktionalen Anforderungen* unterschieden. Funktionale Anforderungen umfassen all das, was man im Hinblick auf die funktionale Arbeitsweise eines Systems oder einer Systemkomponente definieren kann, also welche Funktionen das System erfüllen soll. Sie beschreiben die Transformationen, die das System auf den Eingaben ausführt, um die Ausgaben zu erzeugen. Für funktionale Anforderungen erweisen sich formale Beschreibungsmethoden oftmals als geeignet. Nicht-funktionale Anforderungen betreffen Einschränkungen des Systems. Sie beinhalten u.a. Aussagen über die Performanz, die Wartbarkeit, die Benutzungsschnittstelle, die Portabilität, einzuhaltende Standards oder ökonomische und politische Aspekte.

Gemäß des IEEE-Leitfadens (siehe [IEE84]) umfaßt *Requirements Engineering* den Prozeß der Akquisation, der Verfeinerung und der Überprüfung der Bedürfnisse und der Wünsche der Kunden. Das Ziel dieses Prozesses besteht in der Erstellung einer *korrekten* und *vollständigen* Spezifikation. Für eine detaillierte Beschreibung der Anforderungsanalyse und -spezifikation sei auf das Buch von Davis [Dav90] und den Überblicksartikel von Hofmann [Hof93] verwiesen.

Die beiden folgenden Begriffsdefinitionen bereiten die Diskussion verschiedener Methoden für das *requirements engineering* im nächsten Abschnitt vor. Unter einem Methodenrahmen und einer Methode wird im folgenden in Anlehnung an [Gry95] folgendes verstanden:

Begriff *Methodenrahmen:*

> „Ein Methodenrahmen verkörpert (1) eine grundlegende Sichtweise der Software-Entwicklung, bezieht sich auf (2) eine Klasse von Anwendungsbereichen und gibt (3) Richtlinien vor für die Auswahl von *Methoden*, Werkzeugen und Organisationsformen."
>
> ([Gry95, Seite 2])

Begriff *Methode:*

„Eine Methode stellt einen Satz von Werkzeugen und Darstellungsmitteln zur Verfügung. Dazu beinhaltet sie eine Vorgehensweise, die den Einsatz der Werkzeuge und Darstellungsmittel als Menge von Regeln anleitet.“

([Gry95, Seite 2])

Kapitel 14

Methodenauswahl

Dieses Kapitel beschreibt die betrachteten Ansätze, die relevanten Kriterien für die Auswahl eines geeigneten Ansatzes sowie eine hierauf basierende Bewertung, die zur Auswahl des in Kapitel 15 beschriebenen Ansatzes führte.

14.1 Einordnung der betrachteten Ansätze

Nach der Einarbeitung in die spezifische Problematik von Behandlungsmanagementsystemen und der Festlegung der grundsätzlichen Ziele und Rahmenbedingungen von $\mathcal{PROMETHEUS}$ war die Bestimmung einer geigneten Methode sowie der sie unterstützenden Werkzeuge erforderlich. Aufgrund der umfangreichen Auswahl an Methoden, Techniken und Werkzeugen kann im Rahmen dieses Berichts keine umfassende und ausführliche Beschreibung erfolgen. Die folgende Klassifikation soll demnach lediglich einen ersten Eindruck über die Bandbreite der untersuchten Ansätze vermitteln und unterscheidet hierfür:

Methoden zur Software-Entwicklung: Diese Methoden unterstützen alle Phasen der Entwicklung von Software-Systemen, z.B. STEPS [Flo92], WAM [KGZ94, BGZ95], OOSE [JCJÖ93], OMT [Rum94] und KorSo [Pep93, LCFW92].

Methoden zum Requirements Engineering: Dies umfaßt die Methoden, die speziell für das Requirements Engineering konzipiert worden sind, z.B. OOA [CY89], CORE [Mul79], SREM [Alf90] und SSADM [Mal92].

Techniken: Diese Techniken sind u.a. im Rahmen des Requirements Engineering einsetzbar, z.B. Prototyping, Entity-Relationship-Modell, Petri-Netze, Kreativitätstechniken, Beobachtungen, Analyse von Arbeitsabläufen, Interviews und Fragebögen.

Werkzeuge: Diese Werkzeuge unterstützen einige der aufgeführten Methoden und Techniken, z.B. iXbuild [iXO94], Sniff+, Objectory SE [Obj94], LEU und OBA [RG92].

14.2 Auswahlkriterien

Um eine geeignete Methode zu wählen, wurden zunächst einige primäre Kriterien aufgestellt:

- Evolutionärer Ansatz
- Unterstützung von Lern- und Kommunikationsprozessen

- Integration von Prototyping
- Verfügbarkeit von Werkzeugen zur Unterstützung der Methode

Des weiteren wurde die Wahl der Methode von folgenden sekundären Kriterien beeinflußt:

- Dokumentation der Methode
- Erlernbarkeit der Methode
- Eignung der Methode für ein bestimmtes Anwendungsgebiet

Die primären Kriterien werden im folgenden näher betrachtet.

14.2.1 Evolutionärer Ansatz

Die klassischen Entwurfsmodelle gehen von einer mehr oder weniger linearen Entwicklung von Software aus, d.h. erst werden die Anforderungen detailliert, vollständig und konsistent ermittelt und zusammengestellt. Basierend auf diesen Anforderungen wird ein Entwurf erstellt und dieser dann implementiert.

Diese Vorgehensweise hat sich im wesentlichen aus zwei Gründen als nicht praktikabel erwiesen:

1. Die Qualität der entstehenden Software wird entscheidend durch die Qualität des ersten Schritts beeinflußt. Werden bei der Anforderungsanalyse zu Beginn Fehler z.B. durch Mißverständnisse zwischen Anwendern und Entwicklern gemacht oder ist die Menge der Anforderungen unvollständig oder sogar inkonsistent, so muß unter Umständen der ganze Prozeß der Entwicklung neu aufgesetzt werden.

   Da sequentielle Vorgehensmodelle meist keine Prototypen vorsehen oder diese erst zu einem späten Zeitpunkt einsetzen, kann es vorkommen, daß Unzulänglichkeiten in der Anforderungsanalyse erst sehr spät entdeckt werden. Dadurch kann es dazu kommen, daß der gesamte Entwicklungsprozeß zwei- oder mehrmals durchlaufen werden muß. Der dadurch entstehende Aufwand an Zeit und Kosten ist beträchtlich und schwer abzuschätzen. Die Erfahrung zeigt, daß Unzulänglichkeiten der Anforderungsanalyse eher die Regel als die Ausnahme sind.

2. Die Anforderungen der Anwender ändern sich mit der Zeit. Erfahrungsgemäß übersteigt der Aufwand für die Wartung und Pflege eines Software-Produkts bei weitem den Aufwand für die initiale Entwicklung. Eine lineare Vorgehensweise unterstützt die spätere Veränderung des Systems aufgrund sich ändernder Anforderungen nicht optimal. Eine evolutionäre Vorgehensweise dagegen sieht ja schon in der initialen Entwicklung Zyklen vor, so daß die spätere Wartung und Pflege als weitere Zyklen betrachtet werden können.

14.2.2 Unterstützung von Lern- und Kommunikationsprozessen

Die zukünftigen Benutzer des Systems werden als Experten des Anwendungsgebiet erachtet und ihnen soll ein dementsprechender Raum zur Partizipation eingeräumt werden. Die Methode sollte eine gemeinsame Sprachbildung sowie die Rückkopplung zwischen den Entwicklern und Anwendern unterstützen. Dies bedingt, daß die Dokumente, die im Rahmen der Methode erstellt werden, sowohl für den Entwickler als auch für den Anwender verständlich sein müssen.

Kriterium	MSA	OBA	BON	OOSE	WAM	STEPS
Evolutionärer Ansatz	o	+	+	+	+	+
Lern- und Kommunikationsprozesse	–	o	o	o	+	+
Prototyping	o	+	–	o	+	+
Verfügbarkeit von Werkzeugen	–	o	–	o	–	–
Dokumentation	+	o	+	+	+	o
Erlernbarkeit	o	o	o	o	+	+
Anwendungsgebiet	o	+	+	o	+	+

Tabelle 14.1: Bewertung der Methoden: + gut, o mittel, – schlecht

14.2.3 Integration von Prototyping

Prototypen haben sich in der jüngeren Vergangenheit als gutes Mittel erwiesen, einerseits die impliziten, oftmals unscharfen Erwartungen der Anwender und Auftraggeber in den Entwicklungsprozeß einfließen zu lassen und andererseits die Ergebnisse der Analyse in einem mehr oder weniger realen Umfeld zu betrachten. Gerade die Überprüfung dynamischer Aspekte des Analysemodells ist anhand eines naturgemäß statischen Dokuments recht schwierig. Hier bietet sich die Verwendung von Prototypen auch für die Entwickler an.

14.2.4 Verfügbarkeit von Werkzeugen zur Unterstützung der Methode

Als letzte, aber nicht unwichtige Forderung wurde noch die Verfügbarkeit von geeigneten, die Methode unterstützenden Werkzeugen aufgenommen. Alle Methoden führen letztlich zur Erstellung mehr oder weniger strukturierter, umfangreicher Dokumente. Diese Dokumente werden von unterschiedlichen Personen in verschiedenen Phasen auf unterschiedliche Weise erzeugt. Ein effizientes Vorgehen bedingt daher die Benutzung von entsprechenden Werkzeugen. Diese Werkzeuge sollten in der Lage sein, ein iteratives Arbeiten mehrerer Entwickler zu unterstützen. Eine wichtige Rahmenbedingung für die Auswahl von Werkzeugen war deren Verfügbarkeit am Lehrstuhl für Software-Technologie beziehungsweise deren Anschaffung im Rahmen der zeitlichen und finanziellen Vorgaben.

14.3 Auswahl

Bei der Auswahl einer geeigneten Methode hat sich die Projektgruppe zunächst an diversen Vergleichs- und Überblicksartikeln orientiert [Dav90, FK92, Ste93, CF92]. Daraufhin beschränkte sich die Auswahl auf die in der Tabelle 14.1 aufgeführten Methoden. Der Grund für den Ausschluß der anderen Methoden beruht auf deren geringer bis schlechter Unterstützung von Lern- und Kommunikationsprozessen, des Prototyping sowie der fehlenden Verfügbarkeit von Werkzeugen.

Die Bewertung der Methoden hinsichtlich der aufgestellten Kriterien sind in Tabelle 14.1 zusammengefaßt. Da die Methoden MSA, OBA und BON offensichtliche Schwächen hinsichtlich diverser Kriterien zeigten, wurden die Methoden OOSE, WAM und STEPS in die engeren Wahl gezogen. Die Wahl wurde zugunsten einer Kombination dieser Methoden entschieden. Im Mittelpunkt, der von der Projektgruppe eingesetzten Methode, steht der WAM-Ansatz, der den Methodenrahmen STEPS konkretisiert. Aufgrund der fehlenden Werkzeugunterstützung wurde OOSE als Ergänzung hinzugezogen. Dies bedingte eine geringfügige Anpassung des WAM-Ansatzes, so daß dieser wiederum als Methodenrahmen angesehen wurde. Der wesentliche Vorteil des WAM-Ansatzes gegenüber OOSE beruht auf dem zugrunde liegenden Leitbild, dem Einsatz von Metaphern und Entwurfsmustern, der aufgabenbezogenen Anforderungsermittlung und der besonderen Unterstützung der

Ist-Analyse. Im den folgenden Abschnitten werden die ausgewählte Ansätze eingehend vorgestellt und beschrieben.

Kapitel 15

Objektorientierte Analyse

In diesem Abschnitt wird der Analyse und Spezifikation von $\mathcal{PROMETHEUS}$ aus einer produkt- und einer prozeßbezogenen Sichtweise heraus beschrieben. Der Abschnitt 15.1 skizziert die Ansätze zur Systementwicklung, die einen maßgeblichen Einfluß auf die Projektarbeit und -gestaltung hatten. Anschließend wird näher auf den gewählten Ansatz eingegangen.

15.1 Ansätze

Die Projektaktivitäten und -ergebnisse wurden von drei, in den folgenden Abschnitten skizzierten Ansätzen geprägt. Es handelt sich dabei um den Methodenrahmen STEPS, der durch den WAM-Ansatz in der spezifischen Projektarbeit konkretisiert wurde. Bei der Gestaltung des Soll-Systems wurde der OOSE-Ansatz ergänzend hinzugezogen.

15.1.1 STEPS

Der Methodenrahmen STEPS ist ein Akronym für *Software Technology for Evolutionary and Participative System Development*. Er wurde von C. Floyd und ihrer Arbeitsgruppe an der Technischen Universität Berlin erarbeitet und im Arbeitsbereich Softwaretechnik der Universität Hamburg weiterentwickelt [Flo92, Flo93]. STEPS vertritt als grundlegende Sichtweise einen menschenzentrierten und anwendungsnahen Ansatz, der Entwickler und Benutzer auf der Grundlage des Arbeitshandeln im Anwendungsbereich in ihren gegenseitigen Lern- und Kommunikationsprozessen unterstützt und leitet. Die Entwicklung von Software wird als spezielle Ausprägung des Entwurfs verstanden – dies wird in der Literatur auch als *participatory design* bezeichnet –, die neben einer prozeßbezogenen Sichtweise auch eine produktbezogene Sichtweise umfaßt. Der Ansatz bietet ein Rahmenwerk zum modularen Entwurf interaktiver Anwendungssysteme, zur aufgabenbezogenen Anforderungsermittlung sowie zur Gestaltung der Mensch-Rechner-Interaktion.

Die produktorientierte Sichtweise versteht Software als eigenständiges Produkt, das aus Programmen und weiteren definierenden Dokumenten besteht. Die Software-Entwicklung kann hierbei als Phasenmodell beschrieben werden, in dem einzelne Phasen und daraus resultierende Produkte benannt, erläutert, angeordnet und ihre logischen Abhängigkeiten voneinander aufgezeigt werden. Für die Phasen Anforderungsermittlung, Systemgestaltung, Software-Entwurf, Programmierung, Funktions- und Leistungsprüfung, Installation und Wartung werden verschiedene Methoden und Qualitätsanforderungen vorgeschlagen, die in einem konkreten Projekt ausgewählt und adaptiert werden müssen. Des weiteren werden die Inhalte der Dokumente Anforderungsdefinition, Systemspezifikation, Entwurfsspezifikation, Programmkomponenten, integriertes Programmsystem und eingesetztes Programmsystem erläutert. Dieses Phasenmodell impliziert jedoch keine zeitlichen Abhängigkeiten im Projektverlauf.

Die zeitlichen Abhängigkeiten werden im Rahmen eines evolutionären und partizipativen Projektmodells behandelt. Nach diesem Modell werden die prozeßbezogenen Aktivitäten in einem Zyklus beschrieben, der sowohl die Herstellung als auch den Einsatz einer *Systemversion* umfaßt und gleichzeitig die gemeinsamen und separaten Aufgaben der Entwickler und Benutzer diskutiert. In einem konkreten Projekt muß dieses Modell wiederum situativ adaptiert werden, es sollte der Einsatz und die Ausprägung von Prototyping festgelegt werden und die Koordination der Projektarbeit ist mit Hilfe von Meilensteinen und Referenzlinien zu beschreiben.

STEPS bietet weiterhin einen projektübergreifenden Rahmen für die Projektorganisation in Form von funktionellen Rollen, für die konstruktive Qualitätssicherung durch Maßnahmen zur Etablierung und Gewährleistung von projektspezifischen Qualitätsmaßstäben, für den Einsatz von Prototyping, für die Durchführung systematischer Testarten, für die Verwaltung aller Produkte sowie die projektbegleitende Dokumentation.

Das gemeinsame Verständnis von Entwicklern und Benutzern wird gefördert durch eine multiperspektivische Sichtweise, der Entwicklung gemeinsamer Organisationsformen und Konventionen, der Bildung einer gemeinsamen Projektsprache, einem spezifischen Rollenverständnis, der Einbeziehung konstruktiver Kritik und der Etablierung eines von wechselseitigem Vertrauen und Respekt bestimmten Umfelds.

15.1.2 WAM

Der auf STEPS basierende WAM-Ansatz wurde ebenfalls im Arbeitsbereich Softwaretechnik der Universität Hamburg in der Arbeitsgruppe von H. Züllighoven entwickelt [GZ92]. Der Ansatz ist eine spezielle Ausprägung der objektorientierten Systementwicklung, der durch den Einsatz der Entwurfsmetaphern <u>W</u>erkzeug, <u>A</u>spekt und <u>M</u>aterial charakterisiert wird. WAM wurde bereits in industriellen Software-Projekten eingesetzt [BGZ95].

Der WAM-Ansatz basiert auf der Verwendung von Entwurfsmetaphern bei der Analyse, dem Entwurf und dem Einsatz interaktiver Anwendungssysteme. Die Metaphern konkretisieren das zugrunde liegende Leitbild des *Arbeitsplatzes für qualifizierte, menschliche Tätigkeiten*, nach dem die Anwender als Experten ihres Fachs verstanden werden, die ihre Arbeit selbständig, qualifiziert und flexibel erledigen. Ein Software-System, welches diese Sichtweise berücksichtigt, wird nach Riehle [Rie95] die Qualifikation der Anwender berücksichtigen und die Weiterentwicklung ihrer Kompetenz nicht behindern. Es sollte weiterhin dem Anwender die Gelegenheit geben, ihre Arbeitsumgebung selbst einzurichten, um sie wechselnden Gegebenheiten und Erfahrungen adaptieren zu können. Es sollte derart konzipiert sein, daß auf seinen Einsatz verzichtet werden kann, wenn es die Situation erfordert. Des weiteren sollten bei seinem Einsatz fachliche Konzepte erkennbar, transparent und veränderbar sein, so daß die Anwender ihre Qualifikation bei der Benutzung des Systems einbringen können.

Um diese Ziele zu erreichen, beinhaltet der WAM-Ansatz folgende Vorgehensweise. Der Anwendungsbereich wird anhand der Unterscheidung von Arbeitsmitteln und Arbeitsgegenständen als fachliche Interpretation der Entwurfsmetaphern analysiert und strukturiert. Die Entwurfsmetaphern ermöglichen die bruchlose Umsetzung der fachlich modellierten Konzepte in technische, objektorientierte Konzepte wie Klassen und Vererbung. Die zentralen Entwurfsmetaphern des Ansatzes bilden *Werkzeug* und *Material*. Ein Werkzeug dient der interaktiven Bearbeitung von Materialien, d.h. es ermöglicht die Darstellung, Veränderung und Sondierung von Materialien. Die relevanten Gegenstände und Begriffe des Anwendungsbereichs werden als Materialien modelliert, die nie direkt sondern nur über die bereitgestellten Werkzeuge bearbeitet werden.

Der WAM-Ansatz schlägt konkrete Dokumenttypen vor, mit denen die statischen und dynamischen Aspekte eines Systems beschrieben werden können. Demnach werden Szenarien und Glossare zur Beschreibung des Anwendungsbereichs eingesetzt. Sie sind an der Fachsprache der Anwendung orientiert, um die Entwicklern und die Benutzern beim Lern- und Modellierungsprozeß zu unterstützen, insbesondere indem sie bei der Bildung einer gemeinsamen Projektsprache helfen. Auf der Basis dieser Beschreibung werden *Systemvisionen*, eine informelle Beschreibung des zu entwickelnden Software-Systems verwendet. Diese Systemvisionen werden zusammen mit hieraus entwickelten Prototypen, die insbesondere die Dynamik eines Entwurf darstellbar und diskutierbar machen, mit der Anwendung abgestimmt. Auf der Basis von fachlichen und technischen Klassenentwürfen sowie mit Hilfe wiederverwendbarer Klassenbibliotheken werden die Prototypen evolutionär weiterentwickelt und schließlich in Form eines Pilotsystems erstmalig im Anwendungsbereich eingesetzt.

15.1.3 OOSE

Object-oriented Software Engineering (OOSE) [JCJÖ93] ist ein integrierter Entwicklungsprozeß für die industrielle Entwicklung von objektorientierten Software-Systemen. Über den von Jacobson et. al. beschriebenen Ansatz hinaus beinhaltet *Objectory* (Object factory) ein konfigurierbares System, in dem sowohl die Prozesse als auch das CASE-Werkzeug *Objektory SE* der organisatorischen Struktur des Projekts und des Entwicklerteams angepaßt werden können.

Grundlage des Systementwurfs sind Anwendungsfälle (*use cases*), welche die durch äußere Einflüsse hervorgerufenen Abläufe im System beschreiben. Die Verursacher dieser externen Einflüsse oder Ereignisse werden *Akteure* genannt. Ein Anwendungsfall ist ein aus Sicht des Auslösers in sich abgeschlossener Vorgang innerhalb des Systems. Ausgehend von den Anwendungsfällen werden in mehreren Phasen zunehmend stark detaillierte Objektmodelle entwickelt. Der Prozeß gliedert sich in die Abschnitte *Analyse*, *Konstruktion* und *Test*. Die Analyse ist nochmals in die Phasen Anforderungsanalyse und Robustheitsanalyse unterteilt. Die Konstruktion umfaßt den Entwurf und die Implementation.

Die einzelnen Phasen verwenden folgende Objektmodelle:

Anforderungsanalyse: Das *Anforderungsmodell* besteht im wesentlichen aus zwei Teilmodellen:

- Das *Anwendungsfallmodell* beschreibt die Abläufe oder Vorgänge, die durch das oder mit dem Software-System durchgeführt werden: die Anwendungsfälle. Jeder Anwendungsfall wird duch ein externes oder internes Ereignis ausgelöst und stellt einen abgeschlossenen Ablauf aus Sicht des Auslösers dar. Die externen Verursacher von Ereignissen heißen *Akteure*.
- Das *Problembereichsmodell* beschreibt die Entitäten des Ist-Systems, wie sie in den Glossaren enthalten sind. In gewissem Sinne stellt das Problembereichsmodell ein *Fachkonzept* dar.

Robustheitsanalyse: Das *Analyseobjektmodell* beschreibt eine idealisierte Systemstruktur. Die bei der Erstellung angewendeten Strukturierungen dienen dazu, das System robust gegenüber zukünftigen Änderungen und Erweiterung zu machen. Innerhalb des Modells werden drei Objektarten unterschieden: Entitäts-, Schnittstellen- und Kontrollobjekte.

Entwurf: Das *Entwurfsobjektmodell* beschreibt die Systemarchitektur unter Berücksichtigng des Vorhandenen und Machbaren. Während das Analyseobjektmodell ein idealisiertes Modell ist, liefert das Entwurfsobjektmodell die Grundlage für die tatsächliche Realisierung.

Implementation: Objectory unterstützt direkt die Generierung von Code-Rahmen in den Sprachen C++, Smalltalk und CORBA/IDL. Die erstellten Modelle können allerdings grundsätzlich in jeder objektorientierten Sprache implementiert werden.

Test: Das *Testmodell* besteht aus Testplänen, -spezifikationen und -berichten auf Basis der Anwendungsfälle. Das Testmodell wurde von der Projektgruppe nur gestreift, obwohl es unter Umständen bei der Arbeit mit Prototypen helfen kann.

Wie bereits erwähnt bietet Objectory, neben einer ausführlichen Dokumentation des Entwicklungsprozesses, das Werkzeug *Objectory SE*, das die Durchführung des Prozesses in allen Phasen unterstützt. Das Werkzeug verwendet die *Browser*-Metapher und stellt verschiedene Editoren bereit. Objekte können zwischen allen Editoren durch einfaches *drag and drop* kopiert werden, womit gleichzeitig *Hyperlinks* zwischen Dokumenten und Objekten hergestellt werden.

Aus den Modellen und zu einzelnen Aspekten können vielfältige Dokumente erstellt werden. Es können verschiedene Grafiken erstellt werden. Teilweise geschieht dies auch halbautomatisch, d.h. Objectory SE sorgt für den Inhalt der Grafiken, während der Benutzer das Layout gestaltet.

15.2 Allgemeine Aspekte des gewählten Ansatzes

Der gewählte Ansatz basiert auf einer objektorientierten Methode, wie sie von Kilberth et al. [KGZ94] propagiert wird. Im Gegensatz zu ablaufsteuernden Sichtweisen auf Arbeitszusammenhänge wird das Leitbild des Arbeitsplatzes für qualifizierte, menschliche Tätigkeiten in den Vordergrund gestellt. Hierbei orientiert sich die Analyse an den Tätigkeiten von Personen im Krankenhausbereich. Diese Personen werden sowohl im bisherigen Anwendungsbereich als auch bei der Systemeinführung als Experten angesehen.

Die arbeitsplatzorientierte Ist-Analyse des Anwendungsbereichs bildet einen wesentlichen Bestandteil des Ansatzes und zeichnet ihn damit gegenüber vielen anderen objektorientierten Analysemethoden aus. Erst nachdem ein vertieftes Verständnis für die Problematiken des Anwendungsbereichs geschaffen wurde, wird mit der Ermittlung der Systemanforderungen und der Modellierung des Objektmodells begonnen. Im Rahmen des evolutionären und partizipativen Entwicklungsprozesses wird das System durch Zyklen der Analyse, der Konstruktion und der Bewertung spezifiziert.

15.3 Produktbezogene Sichtweise

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Dokumenttypen, die im Rahmen der Projektarbeit eingesetzt worden sind, erläutert. Eine ausführlichere Beschreibung dieser Dokumenttypen und deren Aufbau findet der Leser in [BCF$^+$96b].

15.3.1 Akteure

Sowohl bei der Ist-Analyse als auch bei der Entwicklung der Anwendungsfälle werden Akteure eingesetzt. Ein Akteur repräsentiert einen spezifischen Benutzertyp bzw. eine funktionale Rolle. Hierbei kann es sich um menschliche Benutzer oder andere Systeme, die mit dem System kommunizieren, handeln. Eine Person kann verschiedene Akteure instanziieren bzw. verschiedene Rollen einnehmen. Mit der Beschreibung der Akteure werden gleichzeitig die Systemgrenzen festgelegt.

Akteure werden im Rahmen der Ist-Analyse eingesetzt, um möglichst vollständig alle wesentlichen Szenarien zu erfassen. Hierzu werden zunächst die Tagesabläufe aller Akteure beschrieben, woraus danach alle wesentlichen Tätigkeiten identifiziert und in Szenarien umgesetzt werden. Im Rahmen der Systemvisionen und Anwendungsfälle spielen Akteure eine ähnliche Rolle. Jeder Anwendungsfall wird durch einen Akteur initiiert.

15.3.2 Szenarien

Im Mittelpunkt des Software-Entwicklungsprozesses steht das Verstehen der Arbeitszusammenhänge eines Anwendungsbereiches. Die Funktionalität innerhalb eines Systems wird durch die Spezifikation von *Szenarien* definiert. Ein Szenario beschreibt eine vollständige Folge von Ereignissen

(Arbeitsablauf), der durch einen Akteur initiiert wird. Die Menge aller Szenarien spezifiert alle Möglichkeiten der Systembenutzung. Zur Identifikation der Szenarien kann es hilfreich sein, einen Arbeitsvorgang aus der Perspektive eine Akteurs zu betrachten und mit ihm zu diskutieren.

Die Identifikation von Szenarien ist ein iterativer Prozeß. Zunächst werden *Grundvorgänge*, die einen Vorgang am treffensten erklären, beschrieben. Varianten der Grundvorgänge, sowie mögliche Fehler werden in *Alternativvorgängen* beschrieben. Im Normalfall besitzt ein Szenario lediglich einen Grundvorgang aber mehrere Alternativvorgänge. Außerdem kann ein Szenario erweitert werden, indem ein anderes Szenario komplett eingefügt wird.

15.3.3 Glossar

In den Glossaren werden die in den Szenarien benutzten Begriffe aus der Fachsprache der Anwender erläutert. Die Glossareinträge können Verständnisprobleme der Entwickler deutlich machen, welche dann im Dialog mit den Anwendern behoben werden können. Ebenso kann sich im Laufe des Projektes eine durch die Glossare definierte Projektsprache entwickeln.

15.3.4 Systemvisionen

Mit den Dokumenttypen Szenario und Glossar wurden Dokumenttypen beschrieben, die eine wichtige Rolle im Rahmen der Ist-Analyse spielen. Systemvisionen dienen zur Modellierung von Aspekten des Soll-Systems durch Antizipation des zu entwickelnden Systems. Sie enthalten die ersten Vorstellungen der Entwickler über das Soll-System und dienen als Diskussiongrundlage für die weitere Entwicklung und insbesondere für die Erstellung von Prototypen.

Von den verschiedenen Arten von Systemvisionen wurden im Rahmen von $\mathcal{PROMETHEUS}$ vorwiegend Überblicksvisionen und Handhabungsvisionen. Letztere schildern die Handhabungen der Arbeitsabläufe mit dem zu entwickelnden System. Die Handhabungsvision basieren im wesentlichen auf genau einem Szenario und bildeten gleichzeitig die initialen Versionen der Anwendungsfälle.

15.3.5 Anwendungsfälle

Anwendungsfälle beschreiben die durch externe und interne Ereignisse ausgelösten Abläufe des Soll-Systems. Sie werden im Laufe der Entwicklung verfeinert und erweitert. Die initiale Version eines Anwendungsfalls entspricht einer Systemvision.

15.3.6 Analyseobjektmodell

Mit Hilfe des von Objectory bekannten Analyseobjektmodells wird die Funktionalität durch Entitäts-, Schnittstellen- und Kontrollobjekten beschrieben. Ein Entitätsobjekt modelliert Informationen, die über einen längeren Zeitraum hinweg existieren; es überdauert in der Regel die Instantiierung eines Anwendungsfalles, in dem es involviert ist. Schnittstellenobjekte modellieren das Verhalten und die Informationen der Systemschnittstellen. Dies umfaßt sowohl die Schnittstellen zu anderen Systemen als auch die Schnittstellen zu den menschlichen Benutzern. Schließliche werden die Teile der Anwendungsfälle, die nicht auf natürliche Weise einem Entitäts- oder Schnittstellenobjekt zugeordnet werden können, durch ein Kontrollobjekt modelliert. In der Regel sind Kontrollobjekte jeweils einem Anwendungsfalls zugordnet, verbinden die anderen darin involvierten Objekte und existieren lediglich während der Ausführung eines Anwendungsfalles. Analyseobjekte werden in eine Hierarchie von Subsystemen eingeordnet, um somit gleichzeitig die Komplexität des Systems zu reduzieren.

15.3.7 Prototypen

Als wichtigstes Ziel des Prototyping gilt es, dem Anwender möglichst schnell ein ablauffähiges Programm zu liefern, anhand dessen die Anforderungsanalyse und -spezifikation vervollständigt und gegebenenfalls korrigiert werden kann.

Je nach Problemstellung lassen sich im Software-Entwicklungsprozeß unterschiedliche Prototyparten einsetzen. Es werden reine *Demonstrationsprototypen*, die lediglich die Oberfläche ohne Funktionalität realisieren, bis hin zu *Pilotsystemen* die schrittweise zum Anwendungssystem ausgebaut werden, eingesetzt.

Aus den unterschiedlichen Prototyparten, ergeben sich auch unterschiedliche Ziele, die der Entwickler mit dem Prototyping verfolgt. Unterschieden werden *exploratives*, *experimentelles* und *evolutionäres* Prototyping. Hinzu kommt noch die Unterscheidung zwischen *horizontalem* und *vertikalem* Prototyping, wobei entweder nur einzelne Ebenen (z.B. nur die Oberfläche) oder aber Teile des Systems über alle Ebenen hinweg entwickelt werden. Je nach verwendeter Prototyping-Methode, erhält das Prototyping einen anderen Stellenwert im Software-Entwicklungsprozeß.

Innerhalb des Software-Entwicklungsprozesses wurden verschiedene Modelle entwickelt, die das Prototyping als wichtigen Bestandteil enthalten. So der *prototypen-orientierte Software-Lifecycle*, der eine um das Prototyping erweiterte Variante des traditionellen Software-Lifecycles darstellt. Ein weiteres Modell ist der *prototypen-orientierte inkrementelle Software-Entwicklungsprozeß*, der Prototyping und iteratives Programmieren miteinander verbindet.

Im Verlauf der Projektgruppe wurde ein Prototyp entwickelt, der eine Kombination verschiedener Modelle darstellt. Er war zwar evolutionär, insofern, als er weiterentwickelt wurde, diese Entwicklung wurde aber nach zwei Iterationen abgebrochen. Außerdem hatte er explorative und experimentelle Elemente, da er dazu beitrug, die Anforderungen zu konkretisieren, und als Demonstrationsprototyp ein wichtiges Bindeglied zu den späteren Anwendern darstellte. Zusätzlich wurde der Prototyp weder horizontal noch vertikal vollständig entwickelt, sondern es wurde auf oberster Ebene auf einige entbehrliche Komponenten verzichtet, um die wichtigsten etwas detaillierter zu entwerfen.

15.3.8 Referenzlinien

Referenzlinien werden aus Gründen der qualitativen Projektsteuerung und der Qualitätssicherung eingeführt. Sie erlauben die Vereinbarung spezifischer Qualitätsmerkmale, die sowohl den inneren Aufbau der Dokumente als auch die zwischen den Dokumenten bestehenden Abhängigkeiten betreffen. Nach Reisin [Rei91] ist eine Referenzlinie „ein Projektzustand, den die E ntwickler und Benutzer aus dem Entwicklungsprozess heraus zur Synchronisation ihrer jeweils unterschiedlichen und gemeinsamen Arbeitsprozesse vereinbaren“. Durch eine Referenzlinie wird der Zustand eines (oder mehrerer) Dokumente beschrieben. Des weiteren sollten vor der Definition einer Referenzlinie zugehörige Bewertungskriterien und -verfahren bestimmt werden.

15.3.9 Projektstadien

Projektstadien werden eingesetzt, um den Fortschritt des Projekts zu planen und zu kontrollieren. Ein Projektstadium beschreibt einen Zeitraum, der durch ein festgelegtes Ereignis beendet wird. Bereits zu Beginn der Projektgruppe wurden einige durch äußere Notwendigkeiten festgelegte Stadien bestimmt. Im Verlauf des Projekts wurden die Stadien verfeinert. Die Verknüpfung von Projektstadien und Referenzlinien erlaubt eine Vorgehensweise, die sich an den Qualitätsmerkmalen der zu erstellenden Produkte orientiert.

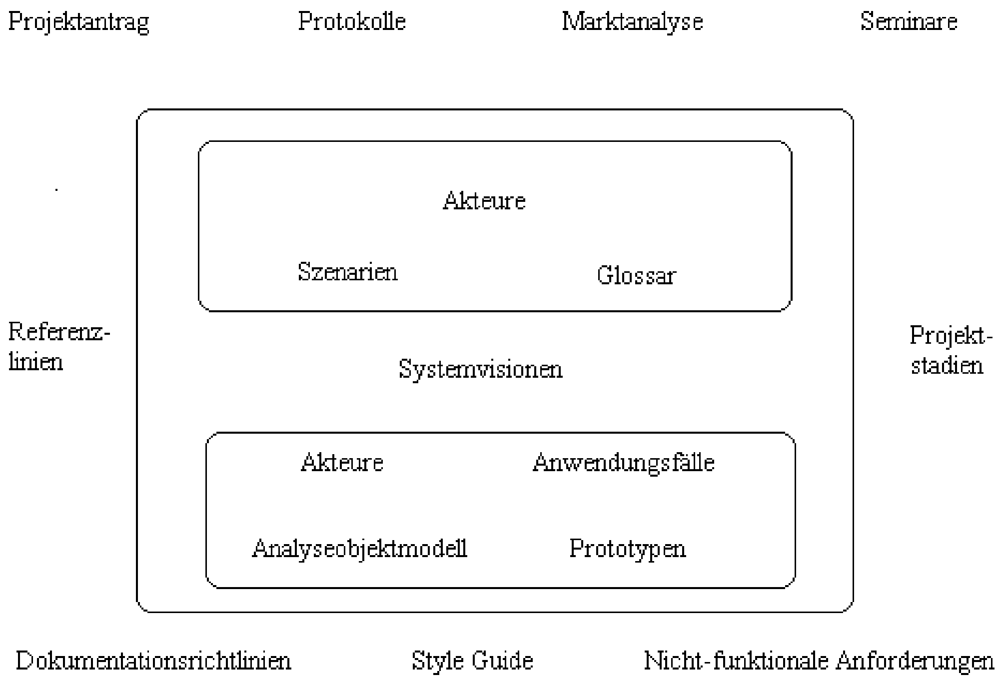

Abbildung 15.1: Zyklisches Projektmodell

15.4 Zyklisches Projektmodell

Das Projekt war durch ein zyklisches Vorgehen bestimmt, wobei ein Zyklus aus analysierenden, konstruktiven und bewertenden Tätigkeiten bestand. Die Abbildung 15.1 stellt den Zusammenhang zwischen den Produkten und dem zyklischen Modell dar. Ein Zyklus wird durch ein Rechteck mit abgerundeten Ecken dargestellt. In der Abbildung ist das zyklische Vorgehen im Rahmen der Ist-Analyse zu erkennen, in der die Dokumenttypen Aktueure, Szenarien und Glossar eingesetzt worden sind. Nach der Erstellung von Systemvisionen wurde ein zweiter Zyklus mehrfach durchlaufen, in dem die Akteure des Soll-Systems, Anwendungsfälle, das Analyseobjektmodell und Prototypen entwickelt worden sind. Im Verlauf des Projekts ergaben sich mehrfach Rückkopplungen von der Spezifikation des Soll-Systems zur Ist-Analyse, so daß hier noch ein weiterer, umfassender Zyklus dargestellt ist. Des weiteren sind in der Abbildung weitere Dokumente, die im Projekt eine wichtige Rolle spielten, dargestellt.

Kapitel 16

Bewertung des Ansatzes

In diesem Abschnitt werden einige Vor- und Nachteile der im Projekt eingesetzten Methoden und Werkzeugen betrachtet. Dabei geht es u.a. um die Frage, inwieweit der Ansatz für den speziellen Anwendungsbereich des Behandlungsmanagements im Krankenhaus oder anderer Komponenten eines KIS geeignet ist.

Zu den positiven Erfahrungen zählte der Einsatz von Szenarien und Glossaren bei der Ist-Analyse. Die beiden Dokumenttypen ermöglichten gemäß den Erwartungen der Projektmitarbeiter eine enge Interaktion mit den zukünftigen Benutzern eines RBMS. Die Diskussionen mit dem Krankenhauspersonal sowie die Überarbeitung der Dokumente von Entwicklern und Krankenhauspersonal führten zu einem Lernprozeß bei allen Beteiligten. Die relativ geringen Probleme bei der Überarbeitung seitens des Krankenhauspersonals waren teilsweise auf die rein textuelle Form der Dokumente und deren Umfang, größtenteils jedoch auf zu knappe Zeit, die den Krankenhausmitarbeitern dafür zur Verfügung gestellt wurde, zurückzuführen. Für die Überprüfung der Vollständigkeit der gesammelten Informationen und deren Gewichtung hinsichtlich ihrer Wichtigkeit für die täglich Arbeitsabläufe boten die bereits vorhandenen Tagesabläufe eine gute Grundlage.

Die Entwicklung von Systemvisionen führte zu intensiven Diskussionen im Kreis der Entwickler und boten darüber hinaus eine gute Basis für die Entwicklung des ersten Prototypen. Aufgrund der ambitionierten und kreativen Beteiligung fast aller Projektmitarbeiter wurden relativ schnell eine ganze Reihe von tragfähigen Alternativen entwickelt. Die Entwickler konnten sich jedoch relativ problemlos auf eine gemeinsame Basis für ein Kernsystem einigen.

Die weitere Entwicklung des Soll-System war durch die arbeitsteilige Spezifikation der Anforderungen mit dem Werkzeug Objectory SE und der Konstruktion der Prototypen mit iXBUILD geprägt. Der Einsatz von Prototypen wurde bereits im Teil III bewertet. Da viele Entwickler, die mit Objectory SE die Anwendungsfälle und das Analyseobjektmodell erstellten, bereits Erfahrungen mit anderen objektorientierten Methoden und Werkzeugen besaßen, erfolgte ein rasche und problemlose Einarbeitung. Problematisch waren lediglich gewisse Inkonsistenzen zwischen den mit Objectory SE erstellten Modellen und den Prototypen, was im wesentlichen auf den begrenzten Zeitrahmen und der nicht durchgängigen Werkzeugunterstützung zurückzuführen ist.

Zusammenfassend wurde der Einsatz der gewählten Methoden und Werkzeuge von allen Beteiligten als positiv bewertet. Die umfangreichen Modelle und Spezifikationen bieten eine gute Grundlage für die Erweiterung des Systems im Rahmen der Analyse- und dem Entwurfsphasen weiterer Projekte. Alle hier getroffenen Aussagen müssen selbstverständlich vor dem Hintergrund des spezifischen Projektteam gesehen werden, das einerseits relativ wenig Projekterfahrungen besaß, andererseits jedoch sehr flexibel arbeitete und schnell mit neuen Methoden und Werkzeugen umgehen konnte.

Teil V

Abschluß

Kapitel 17

Perspektiven

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit verschiedenen Erweiterungsmöglichkeiten zu $\mathcal{PROMETHEUS}$ und anderen Verbesserungen, die durch den Einsatz von Computern in der Pflege und der medizinischen Versorgung entstehen. Zuerst werden einige Erweiterungen der Software betrachtet und dann Erweiterungen, die auch die Hardware betreffen. Alle Verbesserungen dienen dazu dem medizinischen Personal die Arbeit zu erleichtern, wobei besonders die Speicherung medizinischer Bilder, die Therapieplanung und die Pflegeplanung zu erwähnen sind. Desweiteren verspricht der Einsatz mobiler Computer eine weitere Entlastung des medizinischen Personals.

17.1 Speicherung von Bildern

Bei der Spezifikation von $\mathcal{PROMETHEUS}$ wurde die digitale Speicherung von Bildern nicht berücksichtigt. Alle anfallenden Bilder müssen weiterhin gesondert auf Papier oder Film aufbewahrt werden. Nach Meinung von Lee und Millman (siehe [LM]) ist aber besonders durch den Einsatz digitaler Kameras die sofortige Verfügbarkeit von Bildern durch deren digitale Speicherung interessant. Außerdem wird hierdurch der Medienbruch, der zur Zeit noch existiert, vermieden. Wenn die Bilder im Computer vorhanden sind, kann der Arzt sie sofort auf dem Bildschirm betrachten und muß nicht erst ein Bild aus dem Archiv holen um es anzusehen. Jedes Bild eines Patienten wäre sofort verfügbar. Das Problem dabei ist, daß viele verschiedene Arten von Bildern im Krankenhaus anfallen, zum Beispiel Röntgen-, Ultraschall- und Computer-Tomographie-Bilder, und daß die dabei entstehenden Datenmengen sehr groß sind. Tabelle 17.1 gibt einen Überblick über die verschiedenen Dateigrößen.

Bildart	**Dateigröße**
Ultraschallbild	250 KB
einzelnes Computertomogrammbild	1 MB
Magnetresonanzbild	1 MB
hochauflösendes Röntgenbild	16 MB
eine vollständige Computertomographie	100 MB
anfallende Bilder innerhalb einer Woche	100 GB
anfallende Bilder innerhalb eines Jahres	5 TB

Tabelle 17.1: Dateigrößen von Bildern

Obwohl bei den Speichermedien ein deutlicher Preisverfall bei steigender Kapazität zu beobachten ist, bleibt die Speicherung der Bilder wegen der Dateigröße und der Anzahl der entstehenden Bilder sehr teuer. In einem realen System muß man darum Kompromisse eingehen. Dafür gibt es drei verschiedene Möglichkeiten:

1. Es werden nur Bilder bestimmter Untersuchungen gespeichert.
2. Die Bilder werden nur eine bestimmte Zeit im Rechner gespeichert.
3. Die Bilder werden komprimiert.

Die meisten heute in Großbritannien eingesetzten Systeme (siehe [LM]) verwenden eine Datenbank mit schnell zugreifbaren, verlustfrei komprimierten, nur wenige Wochen alten Bildern. Wenn die Bilder nach einer bestimmten Zeit nicht benötigt wurden, werden sie mit Verlust komprimiert und in das Hauptarchiv kopiert. Nach einer weiteren Periode, in der sie nicht benötigt wurden, werden sie in einen offline-Speicher kopiert und können nur noch auf spezielle Anforderung abgerufen werden.

Nach [LM] tritt bei einer Komprimierungsrate von 2.5:1 kein Verlust auf, bei einer Rate von 6:1 ist der Verlust für den menschlichen Betrachter fast nicht feststellbar und ein Bild kann bis zu 25:1 komprimiert werden, bevor diagnostische Informationen verloren gehen. Zur Reduzierung der Datenmengen stehen verschiedene Komprimierungsarten für Bilder zur Verfügung. Auf drei Verfahren, die in [Van] beschrieben sind, wird in den folgenden Abschnitten exemplarisch eingegangen.

17.1.1 JPEG

JPEG (Joint Photographics Expert Group) ist ein Komprimierungsverfahren mit Verlust, welches sich besonders für komplexe, gegenständliche Bilder (z.B. Photos) eignet. Ein Vorteil von JPEG liegt darin, daß der Nutzer die Stärke der Komprimierung bestimmen kann. Da mit stärkerer Komprimierung die Qualität des Bildes schlechter wird, existiert somit ein trade-off zwischen Dateigröße und Qualität. Folgende Komprimierungsraten können erreicht werden:

- 10:1 bis 20:1 bei hoher Qualität, mit keinem sichtbaren Auflösungsverlust für den Betrachter,
- 30:1 bis 50:1 bei mittlerer Qualität und
- 60:1 bis 100:1 mit hohem Auflösungsverlust.

Weitere Stärken von JPEG sind die gute Qualität der Bilder trotz Komprimierung. Diese Qualität wird erreicht, da der Algorithmus die Art und Weise nachahmt, in der das menschliche Auge ein Bild analysiert. Weiter werden Bilder mit einer Farbtiefe von 24-Bit unterstützt. JPEG stellt einen internationalen Standard da, der gemeinsam von ISO (International Standardisation Organisation) und CCITT (Committe Consultative International de Telegraf et Telefon) entwickelt wurde.

Als Schwächen sind zu erwähnen, daß JPEG bei Bildern mit scharfen Kontrasten keine gute Ergebnisse erzielt. Ebenso ist es nicht für Schwarz-Weiß-Bilder geeignet. Bei Farbbildern wird eine höhere Komprimierung erreicht als bei Graustufenbildern, was im Krankenhauseinsatz bei Komprimierung der Röntgenbildern einen Nachteil bedeutet, da es sich dabei um Graustufenbilder handelt.

17.1.2 GIF

GIF (Graphics Interchange Format) wurde von der Firma *CompuServe* entwickelt und ist im Gegensatz zu JPEG ein verlustfreies Komprimierungsverfahren. Es ist für Bilder mit 256 Farben vorgesehen. Man erreicht mit diesem Verfahren eine durchschnittliche Komprimierungsrate von 4:1. Die Stärken von GIF liegen in der Verlustfreiheit des Verfahrens, so daß Komprimierungs-/Dekomprimierungszyklen möglich sind und es auch dort einsetzbar ist, wo Verluste nicht tolerierbar sind.

Als Schwächen sind zu erwähnen, daß es sich nicht für Bilder mit 24-Bit Farbtiefe eignet, da bei der Umwandlung von 24-Bit in 8-Bit Bilder ein großer Farbverlust entsteht. Ebenso ist der geringe Komprimierungsfaktor als Schwäche anzusehen. Ein höherer Faktor läßt sich auch nicht durch einen Verlust an Qualität erreichen.

17.1.3 Fraktalkomprimierung

Die Fraktalkomprimierung ist ein relativ neues Verfahren, für das es noch keinen Standard gibt. Ebenso wie JPEG ist es ein Komprimierungsverfahren mit Verlust, das Bilder mit einer Farbtiefe von 24-Bit unterstützt. Mit einfachen Worten ausgedrückt versucht das Verfahren eine kleine, endliche Menge von mathematischen Funktionen zu finden, die das Bild beschreiben. Es eignet sich besonders für Bilder, die einmal komprimiert und häufig dekomprimiert werden, da die Dekomprimierung schnell möglich ist. Das Verfahren ist sehr gut auf komplexe, gegenständliche Bilder anwendbar und erreicht einen hohen Komprimierungsgrad. Folgende Komprimierungsraten können erreicht werden:

- 20:1 bis 50:1 bei hoher Qualität, ohne sichtbaren Auflösungsverlust für den Betrachter,
- 50:1 bis 90:1 bei mittlerer Qualität und
- $\geq$ 100:1 bei schlechter Qualität.

Schwächen des Verfahrens sind die Dauer der Komprimierung, wenn sie nicht von spezieller Hardware unterstützt wird. Außerdem stellt das Verfahren keinen Standard dar.

17.2 Hypermedia

Um vom Benutzer akzeptiert zu werden, muß $\mathcal{PROMETHEUS}$ mit einer guten Benutzerschnittstelle ausgestattet werden. Wenn die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Erweiterungen durchgeführt werden, würde sich die Entwicklung einer hypermedialen Patientenakte (siehe auch 18.3.1 auf Seite 115) anbieten. Der Benutzer wäre dann in der Lage nach seinen Wünschen in der Patientenakte zu navigieren, ohne an relativ starre Vorgaben verschiedener Fenster gebunden zu sein. Hypermedia erlaubt eine komplexere Organisation des darzustellenden Inhalts. Mit Hilfe von sogenannten Links, d.h. Referenzen zwischen verschiedenen Informationen, kann direkt von einer Information zu einer anderen navigiert werden. Dabei ist das Konzept sehr einfach: Fenster auf dem Bildschirm werden mit Hilfe einer Datenbank miteinander verknüpft. Der Anwender von $\mathcal{PROMETHEUS}$ kann auf verschiedene Arten durch das Dokument navigieren:

- Folgen von Links zwischen den Knoten,
- Sequentielles Durchgehen durch sämtliche Knoten des Hypertext-Netzwerkes oder
- Suchen nach einem Schlüsselbegriff.

Durch den Einsatz eines Hypermedia-Dokumentes entstehen folgende Vorteile:

- Hinweise und Referenzen innerhalb eines Dokumentes sind leicht zu verfolgen.
- Die Struktur der Informationen, die im Dokument erfasst werden soll, kann bei der Gestaltung des Dokumentes übernommen werden.
- Redundanzen können eliminiert werden, da von jeder Stelle aus auf benötigte Informationen zugegriffen werden kann.
- Die Zusammenarbeit zwischen mehreren Autoren wird erleichtert, da mehrere Hypermedia-Dokumente zu einem Knotennetzwerk verbunden werden können.

Diesen Vorteilen von Hypermedia-Dokumenten steht nachteilig gegenüber, daß der Leser sich in der angebotenen Informationsfülle verlieren kann. Es wird ihm erschwert einen einmal angefangenen Informationspfad bis zum Ende zu gehen. Durch ein Abschweifen auf halbem Wege führt zu anderen Informationen als den eigentlich gesuchten. Um unter anderem diesen Nachteil zu kompensieren, werden an ein Hypermedia-System weitere Anforderungen gestellt.

Lesezeichen: Innerhalb eines Hypermedia-Systems muß die aktuelle Position markiert werden können und man muß jederzeit dorthin zurückkehren können.

Keep a trail: Der Benutzer muß wissen, was er bis jetzt getan hat, d.h. die Benutzeraktionen müssen gespeichert werden.

Geographische Nähe verwandter Informationen: Nachdem ein Teil der gesuchten Information gefunden wurde, kann weitere ähnliche Information durch blosses Weiterblättern gefunden werden.

Integration von verschiedenen Applikationen auf Benutzerebene: Innerhalb des Systems soll der Benutzer verschiedene Applikationen direkt Anwenden und Daten von einer Applikation zur anderen transportieren können.

Die oben beschriebenen Anforderungen müssen nicht von jedem Hypermedia-System erfüllt werden. Wenn für eine spezielle Anwendung eine Anforderung nicht von Nöten ist, muß sie nicht auf jeden Fall hinzugefügt werden.

17.3 Therapieplanung

Die wichtigste Aufgabe der Ärzte nach der Diagnosefindung ist die Auswahl einer Therapie und Überwachung und Anpassung der Maßnahmen an den Therapieverlauf. Für jeden Patienten ist der Verlauf einer Therapie auch bei gleicher Krankheit verschieden. Dennoch lassen sich für viele Erkrankungen grobe Therapieschemata erkennen, die bei fast allen Patienten mit einer Krankheit angewandt werden. Daher sollte man auch die Therapieplanung in einem RBMS berücksichtigen.

Unter Therapieschemata sind keine starren, sorgfältig ausgearbeiteten Therapieabläufe zu verstehen. Sie stellen vielmehr eine grundsätzliche Vorgehensweise bei der Therapie einer bestimmten Krankheit dar, welche im Verlauf der Therapie ständig an die Bedürfnisse des Patienten angepaßt werden muß.

Ein Therapieschema setzt sich aus einer Reihe ärztlicher Anordnungen zusammen. Dies können Untersuchungsanordnungen oder therapeutische Maßnahmen sein. Zwischen den Anordnungen eines Therapieschemas können zeitliche und/oder kausale Abhängigkeiten bestehen. Ebenso können externe Einflüsse die Anordnungen beeinflussen. Von besonders geschulten Ärzten können für typische Fälle Standard-Therapieschemata erstellt werden. Dabei können die vom Gesundheitsstrukturgesetz (GSG) vorgeschriebenen Therapiepläne genutzt werden.

Für die Erstellung und Bearbeitung von Therapieplänen müssen für die Ärzte besondere Schnittstellen geschaffen werden, die leicht und intuitiv benutzbar sind. Im Behandlungsmanagementsystem sollte es grundsätzlich zwei verschiedene Schnittstellen geben: eine für die Erstellung von Therapieschemata (ein *Therapieschema-Editor*) und eine für die Anwendung und Anpassung bei der Behandlung eines Patienten (ein *Therapieplaner*) (siehe 17.1 auf der nächsten Seite).

Der eigentliche Therapieschema-Editor wird nur von den oben erwähnten, besonders geschulten Ärzten genutzt. Mit seiner Hilfe werden speziell für ein Krankenhaus oder eine Station Standard-Therapiepläne entwickelt. Diese werden dann an den Verlauf der Therapie eines Patienten angepaßt.

Mit dem Therapieplaner können die Standard-Therapiepläne an die Bedürfnisse und den tatsächlichen Verlauf der Behandlung eines Patienten angepaßt werden. Diese Anpassung sollte weitestgehend im Hintergrund geschehen und nicht zu einer zusätzlichen Belastung für die Ärzte werden. So wäre es denkbar das der Arzt direkt die Anordnungen im Therapieschema des Patienten ändert oder aber über eine weitere Schnittstelle für die Eingabe von Anordnungen neue Anordnungen erläßt, die automatisch in das Therapieschema übernommem werden. Innerhalb des Therapieplaners erfolgt die Darstellung eines individuellen Therapieplans für einen Patienten. Dabei werden Abhängigkeiten innerhalb des Plans und zu den Plänen anderer Patienten berücksichtigt und eine vorläufige Zeitplanung graphisch dargestellt. Vom System wird ein allgemeiner Terminplan bereitgestellt. Vom Therapieplaner werden Vorschläge für Termineinträge geliefert, die unverändert oder verändert übernommen werden können. Falls sich durch Änderungen von Terminen der Therapieplan verschiebt, werden die Änderungen automatisch in den Therapieplan übernommen. Außerdem wird vom System eine Ausschußliste verwaltet, in der angegeben werden kann, welche Anordnungen bei einem Patienten keinesfalls gleichzeitig ausgeführt werden dürfen.

Von Ärzten wird dieses Konzept mit Skepsis betrachtet, weil bezweifelt wird, daß sich die Therapieplanung wirkungsvoll in einem Computersystem umsetzen läßt. Zur Zeit existieren nur wenige feste Therapiepläne, z.B. fr Tumorerkrankungen, zu denen es auch nur wenige alternative Therapiemöglichkeiten gibt. Für viele andere Erkrankungen lassen sich nur schwer klare Therapiepläne aufstellen. Die einzelnen Anordnungen hängen von so vielen Faktoren ab, daß die Schemata wahrscheinlich zu komplex würden. Eine wirkliche Arbeiterleichterung stellten sie dann nicht mehr dar. Einfacher gehaltene Therapiepläne wären zu grobkörnig und würden keine Beachtung finden.

Andere Arbeiten (z.B. [Ull96]) zeigen das in einigen medizinischen Bereichen eine sinnvolle Unterstützung der Therapieplanung möglich ist. Desweiteren werden einige Therapiepläne in Zukunft vom GSG vorgeschrieben. Hinzu kommt, daß Krankenhäuser alle Maßnahmen einer Behandlung dokumentieren müssen. Daher ist eine Unterstützung der Therapieplanung durchaus sinnvoll.

Abbildung 17.1: Therapieplan

17.4 Pflegeplanung

Neben der Therapieplanung stellt die Pflegeplanung in wesentliches Gebiet für die weitere Arbeit dar. Wie im vorhergehenden Abschnitt ausgeführt, wurden bei der Spezifikation des RBMS Ideen für eine Therapieplanung entwickelt. Auf eine Planung der pflegerischen Maßnahmen, wie sie im Jahre 1985 durch das Krankenpflegegesetz vorgeschrieben wurde, wurde jedoch im rechnergestützten Behandlungsmanagementsystem verzichtet. Dies geschah, weil bisher die Dokumentation der Pflegemaßnahmen – nicht jedoch ihre Planung – in den besuchten Stationen im Vordergrund steht.

Ein wesentliches Hilfsmittel der Pflegeplanung stellt das *Pflegestammblatt* dar, das u.a. die Aktionen des täglichen Lebens (ATL) umfaßt, die der Patient entweder selbständig oder mit Hilfe einer

Pflegekraft durchführen kann. Die Pflegeplanung ist ein Prozeß, der es dem Patienten erlauben soll, diese ATLs wieder möglichst selbständig durchführen zu können. Anhand folgender iterativ zu durchlaufender Schritte werden die dazu durchzuführenden Teilziele definiert:

Informationssammlung zur Sammlung aller bei der Pflege zu beachtenden Informationen.

Problemanalyse zur Festlegung der durch die Pflege zu lösenden Probleme.

Zielfestlegung zur Bestimmung der Ziele der Pflege.

Maßnahmenfestlegung- und durchführung zur Erreichung der festgelegten Ziele.

Reflexionen der durch die durchgeführten Maßnahmen erreichten Fortschritte.

Im Mittelpunkt der Pflegeplanung steht dieser Prozeß. Es ist somit u.a. nicht festgelegt, welche Formulare verwendet werden. Vorgeschrieben ist das Führen eines *Pflegeberichtes*, der alle durchzuführenden und durchgeführten Handlungen mit ihren Ergebnissen darstellt. Hierbei ist zu beachten, daß alle Aktionen durch die durchführende Person abzuzeichnen sind.

Hierbei ist es sinnvoll, eine Möglichkeit der rückschauenden Betrachtung der Pflegedokumente, aber auch der Befunde, zu erlauben: zu einer durchgeführten Maßnahme oder zu einem Befund läßt sich die jeweilige Anordnung oder das zu erreichende Ziel (siehe Zielfestlegung) direkt erkennen.

17.5 Pflegedienstplanung

Eine effiziente Pflegedienstplanung hat zwei grundlegene Zielsetzungen: Zunächst muß eine angemessene Versorgung des Patienten gewährleistet sein. Hierbei sollen Art und Stadium der Erkrankung sowie die generelle Verfassung des Patienten berücksichtigen. Dem gegenüber steht das Ziel die Kosten für die Pflege eines Patienten möglichst gering zu halten. Die Kosten lassen sich durch quantitative aber auch qualitative Auslastung des Personals reduzieren. Weitere Erschwernisse bestehen darin, daß die Patientenbelegung ständig schwanken kann und sich die Pflegebedürfnisse der Patienten jederzeit ändern können. Ein Behandlungsmanagementsystem sollte deshalb ein Modul besitzen, welches die Pflegedienstplanung effizient unterstützt.

17.6 Mobile Computing

Eine weitere Arbeitserleichterung für das Pflegepersonal wäre der Einsatz von tragbaren Computern am Krankenbett. Dadurch könnte die doppelte Buchführung bei der Visite, die bei dem jetzigen System noch nötig ist, entfallen, da Anweisungen direkt in das System eingegeben werden können. Man kann sich verschiedene Formen vorstellen, wie solch eine Systemarchitektur aussehen könnte. Eine Möglichkeit ist ein Laptop auf einem Pflegewagen, der bei der Visite mitgeführt wird und in dem die Anweisungen direkt eingeben werden. Nach der Visite wird der Laptop mit dem Hauptsystem verbunden und die Daten abgeglichen.

Eine ähnliche Möglichkeit ist der Einsatz von Pen-basierten Systemen. Der Vorteil von Pen-basierten Systemen ist ihre praktische Größe (siehe [Wor]). Sie sind klein und können daher wie ein Notizbuch getragen werden. Dadurch eignen sie sich besser als mobile Schnittstelle zu medizinischen Informationssystemen als ein Laptop, da der Pflegewagen nicht immer mit genommen werden muß. Durch den Einsatz von Pens (stiftähnliche Eingabemedien, über die eine Eingabe direkt auf dem Bildschirm getätigt werden kann) ist der Umgang mit dem System leicht zu erlernen, da es Handschriften erkennen und verschiedene Gesten als Befehle interpretieren kann. Eine Geste wäre zum Beispiel das Durchstreichen eines Wortes, das eine Löschung des Wortes zur Folge hat. Die Handschriftenerkennung ist heute dabei noch das größte Problem. Sie ist langsam und erfordert vom Benutzer eine Anpassung des Schriftbildes. Aus diesem Grund sind heute graphische Benutzerschnittstellen mit Auswahllisten, Checkboxen etc. vorzuziehen.

In Spanien ([SGT+93]) ist ein Pen-basiertes System bei der Datensammlung durch die Anästhesisten in der Anästhesie im Einsatz. Das entwickelte System sollte so flexibel sein, daß die drei verschiedenen prä-operativen Szenarien der Anästhesie

Patient mit bekannter Diagnose: Die Operation kann nach der Befragung des Patienten geplant und ein Termin festgesetzt werden.

Patient, der innerhalb von zwölf Std. operiert werden muß: Die Befragung findet am Krankenbett kurz vor der Operation statt.

Notfallpatient: Die Befragung des Patienten findet direkt im OP vor der Operation statt, soweit dies möglich ist.

unterstützt werden. Das erstellte System arbeitet mit NCR 3130 NotePADs mit *Windows for Pen Computing*. Die Kommunikationsverbindung mit dem Krankenhausinformationssystem erfolgt über eine serielle Kommunikationslinie, die auch Modemkommunikation unterstützt. Bei der Entwicklung der Oberfläche folgte man der Notizbuch-Metapher. Der Hauptteil des Bildschirms bildet ein Notizbuch mit Reitern nach, die verschiedene Datengruppen repräsentieren. Alle Daten, die nicht aus anderen Systemen übernommen werden, werden mit dem Stift über Auswahllisten, Checkboxen oder eine eingeblendete Tastatur eingegeben.

Es sind aber auch Systemstrukturen denkbar, in der die Kommunikation des Mobilteils mit dem Krankenhausinformationssystem drahtlos erfolgt. WIT (siehe [Wat]) ist eine Architektur, die es Palmtops ermöglicht, drahtlos mit einem Local Area Network (LAN) zu kommunizieren. Der Anwender trägt dabei ein kleines Gerät, den Palmtop, mit dem er Verbindung zu dem Netzwerk herstellen kann. Die Anwendungen arbeiten hierbei entweder ganz auf dem Palmtop, geteilt zwischen Palmtop und einer LAN-Workstation oder vollständig im Netz, wobei der Palmtop nur für I/O-Operationen genutzt wird. Das System ist unterteilt in Netzwerk- und Palmtop-Komponenten. Jeder Palmtop wird dabei von einem Netzwerk-Vertreter-Prozeß auf einer Workstation repräsentiert. Jeder Datenaustausch zwischen Palmtop und den Unix-Anwendungen läuft über diesen WIT-Vertreterprozeß.

WIT benutzt HP100lx Palmtops mit *DOS 5.0* und SUN-Workstations für das Netzwerk. Die drahtlose Kommunikation erfolgt dabei über Infrarot-Sender/Empfänger. Bei der Kommunikation zwischen zwei Palmtops ist eine Verbindung mit dem LAN nicht notwendig.

Der Einsatz solch einer Systemstruktur in den USA lieferte durchweg gute Resultate. Die Universität von Arizona und das angegliederte *College of Nursing* verleihen Palmtops an die Studenten und Ärzte bzw. an die Pflegeschüler. Die Einsatzmöglichkeiten der Palmtops erweisen sich als sehr vielfältig. Die Palmtops werden von Studenten und Ärzten unter anderem genutzt um Behandlungen und Termine zu planen. Außerdem steht am Krankenbett immer die vollständige Krankengeschichte zur Verfügung. Pflegeschüler nutzen das Gerät um ihre Zeit zu planen und den Krankenverlauf der Patienten zu verfolgen.

17.7 Telemedizin

Bei Betrachtung zukünfter Möglichkeiten sollte man die Entwicklungen auf dem Gebiet der Telemedizin nicht vernachlässigen. Durch die immer weiter um sich greifende Verfügbarkeit bildgebender Diagnostikeinheiten wie Computertomographie und Magnetresonanztomographie sind immer mehr Krankenhäuser in der Lage, die Diagnostik selbst spezialisierter Fachgebiete, wie der Neurochirurgie, zu leisten. Es fehlt allerdings häufig die Kompetenz, um Maßnahmen durchzuführen. Um das Vorgehen abzustimmen, ist es nötig, die Diagnostikergebnisse oder den Patienten selbst in

Spezialkliniken zu verlegen. Mit der modernen Telekonsultation steht eine einsparungswirksame Technologie zur Verfügung, wie eine Studie der Universität Mainz zeigt. Durch diese Technologie entstand eine Reduktion der Krankentransporte, Einsparungen durch vermiedene Fehlbelegungen spezialisierter Intensivstationen und die Verkürzung der Liegezeiten in peripheren Kliniken.

Aus Erfahrungen des Klinikalltags wurde das „Mainzer Modell" entwickelt. Herzstück des bisherigen Telekonsultationsnetzes ist der der sogenante „Mainzer Tisch". Kernstück ist ein Computer, mit dem die Signale einer 3-Chip-Kamera eingefroren und digitalisiert werden können. Durch Übersendung in digitaler Form wird eine verlustfreie Übertragung der Bildinformationen gewährleistet. Weiter besteht der Tisch aus einer Portrait-Kamera und drei Monitoren. Ein Monitor zeigt dem Bediener, welches Bild er sendet, ein Monitor dient der Kontrolle der Dokumentenkamera und der letzte Monitor zeigt den Gesprächspartner oder die von ihm gesendeten Dokumente. Des weiteren verfügt der Videokonferenztisch über einen elektronischen Speicher zur Dokumentation und Speicherung, einen Videoprinter zur aktenfähigen Dokumentation und einen Videorekorder. Der Arzt ist in der Lage wechselweise sowohl Röntgenbilder als auch Videosequenzen oder Bilder aus dem Röntgenarchiv zu senden. Dem Facharzt steht ein Graphik-Tableau zur Verfügung mit dem eine farbige Bearbeitung der Bilder möglich ist. Mit Hilfe dieser Technologie können Operationsindikatoren und Beratungen zu notfallmäßgen Vorgehensweisen in Sekunden besprochen werden, oder Routinefälle anhand des Diagnostikmaterials besprochen und entschieden werden. Ebenso erlaubt der „Mainzer Tisch" Direktübertragungen aus dem Operationssaal zur Weiterbildung und die Übertragung endoskopischer Bilder, Ultraschlluntersuchungen etc.

Bei Einsatz dieser Technologie fließen aufschlußreiche Bilder und delikate Testergebnisse durch die Telefonleitungen. Dies erfordert natürlch ganz besondere Vorsichtsmaßnahmen in puncto Datensicherheit. Verschiedene Arbeitsgruppen arbeiten bereits an Konzepten, um die medizinischen Daten möglichst sicher durch das Telefonnetz zu schleusen. Z.B. entwickelte die Singener Gruppe „Telesec" in Zusammenarbeit mit dem TÜV im Rahmen des Projekts „Sicherheitsstrukturen bei telemedizinischen Anwendungen" ein Zertifikat, das die Datensicherheit in Krankenhäusern sicherstellen soll.

Die Telekonsultation hat sich im Pilotprojekt des „Mainzer Modells" bewährt und sich als ebenso medizinisch sinnvoll und notwendig als auch kostensparend erwiesen.

Kapitel 18

Andere Arbeiten

In diesem Abschnitt werden verschiedene andere Arbeiten auf dem Gebiet der rechnergestützten Behandlungsmanagementsysteme vorgestellt.

18.1 pro7-Projekt

Das pro7-Projekt, welches von der Abteilung für Softwaretechnik des Informatik Centrum Dortmund (ICD), der PRO DV Software GmbH und der ROKD GmbH durchgeführt wird, hat die Entwicklung eines HL7-Servers zur Kopplung verteilter Anwendungen im Krankenhaus zum Ziel.

Die im Krankenhaus verwendeten Hardware-Komponenten und die von den Software-Komponenten verwendeten Protokolle sind heterogen. Im Gegensatz dazu soll das Krankenhausinformationssystemi, in das diese Komponenten integriert werden, eine homogene Einheit bilden. Auslöser für das Projekt war die Erkenntnis, das diese Heterogenität auch in Zukunft bestehen bleibt und die Einführung des GSG für die Krankenhäuser das Problem mitsichbringt, die kostengünstige Versorgung der Patienten unter Wahrung der Qualität zu gewährleisten. Die Administration und Koordination der hierzu benötigten Daten und Vorgänge erfordert informationstechnische Konzepte, die eine Integration von Informationsflüssen aus verschiedenen Bereichen ermöglicht. Hieraus ergibt sich die Forderung nach einem krankenhausweiten Informationssystem.

Hierfür bietet sich eine offene Client-Server-Architektur an, die eine Vernetzung existierender Teilkomponenten mit zukünftigen Komponenten gestattet. Dabei tritt das Problem auf, daß die bisherigen Komponenten oftmals unterschiedliche Protokolle benutzen, die einen Informationsaustausch behindern. Standardisierungbemühungen, wie HL7 oder EDIFACT, sind nur begrenzt in der Lage hier Abhilfe zu schaffen. Es muß deshalb eine Kommunikationsinfrastruktur bereitgestellt werden, um auch in Zukunft mit der Heterogenität der System und Anwendungen umzugehen können.

Im Rahmen des pro7-Projekts wurde daher ein Kommunikationsserver für den Krankenhausbereich entwickelt, welcher eine einfache Integration heterogener Komponenten ermöglicht. Die von der Open Software Foundation (OSF) spezifizierte Kommunikationsplattform DCE (Distributed Computing Environment) ist die Grundlage für die Integration. Das zentrale Konzept des Kommunikationsservers ist eine Protocol Definition Language (PDL). Diese ermöglicht die Spezifikation einer Abbildungsvorschrift für beliebige Protokolle auf ein derzeit auf HL7 basierendes Protokoll des Kommunikationsservers. Ein Compiler übersetzt diese Spezifikation und erzeugt eine Komponente, die die bidirektionale Kommunikation zwischen Anwendung und Kommunikationsserver ermöglicht. Auf diese Weise können Insellösungen im Krankenhaus zu einem krankenhausweiten Informationsnetz zusammengefaßt werden. Des weiteren unterstützt der Kommunikationsserver die Informationsverteilung durch Multicasting, die protokollspezifische Werttransformation zwischen anwendungsspezifischen Katalogen und die Verschlüsselung und Protokollierung sämtlicher ein- und ausgehender Informationen.

18.2 Föderatives objektorientiertes Krankenkenhausinformationssystem

Am Lehrstuhl für Software-Technologie wird im Rahmen einer Projektgruppe zur Zeit ein förderatives objektorientiertes Krankenhausinformationssystem entwickelt. Hierbei soll exemplarisch ein System für die Leistungsabrechnung mit einem System zur Unterstützung der medizinischen Forschung durch Techniken für förderierte Datenbanksysteme integriert werden. Als Repräsentant einer Krankenhausfachabteilung dient ein Datenerfassungsprogramm für die Angiographie, welches im Rahmen einer Diplomarbeit am Lehrstuhl Software-Technologie entwickelt wurde. Die Verwaltungssicht wird durch ein einfaches Abrechnungssystem repräsentiert. Diese beiden Datenbanken sollen durch ein zu implementierendes förderiertes System integriert werden. Die Kommunikation innerhalb des Systems soll durch CORBA erfolgen und gleichzeitig soll die Eignung von CORBA für diesen Zweck getestet werden.

18.3 Diplomarbeiten

Aus der Arbeit an der Spezifikation von $\mathcal{PROMETHEUS}$ entstehen am Lehrstuhl Software-Technologie verschiedene Diplomarbeiten, deren Themen im folgendem kurz beschrieben werden sollen.

18.3.1 Modellbasierte Entwicklung einer hypermedialen Patientenakte

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung einer hypermedialen Patientenakte, um bestehende Ansätze zu erweitern und zu verbessern. Im Rahmen einer Anforderungsanalyse werden die traditionelle und die rechnergestützte Patientenakte untersucht. Als Ergebnis soll ein Katalog der fachlichen und DV-technischen Anforderungen entstehen. Da die Patientenakte als hypermediales System konstruiert werden soll, weist sie eine nicht-lineare Informationsverkettung auf. Die Struktur der Patientenakte entspricht der eines Graphen bestehend aus Knoten und Kanten. Die Knoten entsprechen den Informationseinheiten und die Kanten stellen den Bezug zwischen den Informationseinheiten her. Des weiteren sollen in der Arbeit verschiedene Aspekte einer hypermedialen Patientenakte untersucht werden. Dies sind Fragen zur Integration von Werkzeugen, verschiedene Aspekte des Datenschutzes und der Datensicherheit, die verteilte Speicherung der Daten und Fragen zur Aktualität der Daten.

Es sollen ebenfallsverschiedene Ansätze zur methodischen Konstruktion von Hypermedia-Anwendungen untersucht und bewertet werden. Zum Entwurf und zur protypischen Realisierung der hypermedialen Patientenakte soll der Ansatz *Object Oriented Hypermedia Design Methodology* (OOHDM) von Schwabe, Rossi und Barbosa [SR95] eingesetzt und evaluiert werden.

18.3.2 Konzeption, Entwurf, Implementierung und Validierung der OE-Funkionalität in einer Standard KIS-Architektur mit Hilfe von DHE

Das Thema dieser Diplomarbeit hat sich durch die externen Kontakten der Projektgruppe zu der Firma ROKD GmbH aus Bielefeld ergeben und wird deshalb in enger Zusammenarbeit mit dieser Firma durchgeführt. Die ROKD GmbH (Rechenzentrum Ostwestfalen für Kirche und Diakonie) ist ein Anbieter von Lösungen im Krankenhaus-Informationsbereich. Es tritt je nach Kundenwunsch und Bedarf als Berater, Soft- und Hardwarelieferant oder auch als Rechenzentrum auf. Durch die Teilnahme des Unternehmens an dem EU-Projekt HANSA (HealthCare Advanced Networked

System Architecture) ergibt sich als Teilaufgabe dieses Projektes die Implementierung des Anforderungssystems (OE - Order Entry System) für Krankenhausstationen mit Hilfe des von der Firma GESI in Rom entworfenen und implementierten Distributed Healthcare Environments (DHE).

Ein Anforderungssystem unterstützt die Verwaltung und Durchführung von Anforderungen (wie z. B. Labor- und Röntgen-Anforderungen) die auf einer Krankenhausstation erforderlich sind und leitet diese an die verschiedenen Funktionsbereiche des Krankenhauses weiter.

DHE wurde konzipiert und implementiert, um den Grundstein für einen offenen Standard für KIS-Architekturen in Europa zu legen. DHE soll u.a. die Entwicklung von neuen Anwendungen auf der Basis schon bestehender Systeme erlauben und die unterschiedlichen Anforderungen der Stationen berücksichtigen können. Dies soll zur Kostenreduktion für neue Systeme und zur Sicherung bereits getätigter Investionen bei bestehenden Systemen beitragen.

Die Architektur eines auf DHE basierenden Krankenhausinformationssystem ist in drei Hauptebenen strukturiert. Auf der obersten Ebene werden Anwendungen spezifisch entworfen und an die Bedürfnisse der Station oder Abteilung des Krankenhauses speziell angepaßt. Auf dieser Ebene wird im Rahmen der Diplomarbeit die Funktionalität und die Präsentationsbene (GUI) des Order-Entry-Systems implementiert. Die darunterliegende DHE-Ebene verwaltet die Dienste, die von den verschiedenen Anwendungen genutzt werden können. Die dritte und letzte Ebene ist für die transparente Integration der verteilten, heterogenen technologischen Umgebung zuständig, die im Krankenhaus vorhanden ist. Sie stellt die Protokolle für die Kommunikation zwischen den vorhandenen Komponenten zur Verfügung.

Mit Hilfe von geeigneten Application Programming Interface (API)-Komponenten, die von DHE zur Verfügung gestellt werden, soll ein Anforderungssystem konzipiert und implementiert werden. Dabei kann das Konzept der Order Entry-Komponenten des bestehenden proCOM-Systems der ROKD GmbH benutzt werden. Anschließend wird ein Konzept erstellt, das als Ziel die Validierung der DHE-Software auf der Basis des implementierten Anforderungssystems hat. Diese Validierung soll anhand von festzulegenden Erfolgskriterien durchgeführt werden. Sie soll zeigen, inwieweit die DHE-Software eine Standardarchitektur ist oder werden kann, um moderne und offene Krankenhausinformationssysteme zu entwickeln, anzupassen, zu integrieren und erfolgreich und effizient zu betreiben. Eine Standardarchitektur im Bereich der KIS kann die Integration von bestehenden Anwendungen unterstützen, den gemeinsamen Betrieb heterogener Anwendungen von verschiedenen Herstellern erlauben und die Verbindung der Anwendungen mit allgemeinen HealthCare-spezifischen Software-Diensten ermöglichen.

18.3.3 Modellierung eines Behandlungsmanagementsystems zur Unterstützung kooperativer Handlungen im Krankenhaus nach WAM

Die Aufgabe dieser Diplomarbeit besteht aus der Analyse und dem Entwurf ausgewählter Aspekte eines Behandlungsmanagementsystems zur Unterstützung übergreifender Aufgaben im Krankenhausbereich. Dies soll im Rahmen eines durchgängigen Ansatzes zur objektorientierten Anwendungsentwicklung, der im Gegensatz zu ablaufsteuernden Sichtweisen das Leitbild des Arbeitsplatzes für qualifizierte menschliche Tätigkeiten in der Vordergrund stellt, erfolgen. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Betrachtung von kooperativen Tätigkeiten, Arbeitsplätzen, Organisationsformen und Dokumentenbearbeitung. Als Grundlage sollen hierzu die Ergebnisse der Projektgruppe $\mathcal{PROMETHEUS}$ herangezogen werden. Somit bilden die alltäglichen Tätigkeiten der Ärzte und des Pflegepersonal und die hiermit verbundene Dokumentation im Rahmen der Führung der Patientenakten die Basis für die Systementwicklung. Die Diplomarbeit zerfällt in folgende Teilaufgaben, die im Rahmen einer evolutionären und partizipativen Vorgehensweise eingebettet sind:

1. Es wird eine arbeitsplatzbezogene Ist-Analyse des Anwendungsbereichs mit dem Schwerpunkt der kooperativen und koordinierenden Arbeitsaufgaben erstellt. Grundlage hierfür bieten die im Rahmen der Ist-Analyse der Projektgruppe $\mathcal{PROMETHEUS}$ erstellten Szenarien und

Glossare. Die Ist-Analyse soll mit einer Erweiterung des Werkzeug-Material-Ansatzes mit Hilfe der Erstellung von Szenarien, Glossaren, Kooperationsbildern, Wozu-Tabellen und einem fachlichen Klassenentwurf erfolgen. Die Ergebnisse dieses Schrittes werden mit Ansprechpartnern aus dem Krankenhausbereich evaluiert.

2. Verschiedene Arten von Systemvisionen zur Antizipation des zukünftigen Systems werden als Grundlage für Prototypen, für die Anwendungsspezifikation und für den Anwendungsentwurf gebildet. Dabei wird das zugrundeliegende Leitbild mit Hilfe der Interpretations- und Gestaltungsmetaphern Material, Werkzeug, Automat und Umgebung konkretisiert. Die arbeitsplatzübergreifenden Aufgaben sollen durch unterschiedliche Kooperationsarten, wie Elektonische Postkörbe, Schwarze Bretter oder Gruppenarbeitsplätze, unterstützt werden. Des weiteren sollten diese Tätigkeiten durch Prozeßmuster vergegenständlicht und unterstützt werden.

3. Der Anwendungsentwurf besteht zunächst aus dem technischen Klassenentwurf, der einer technische Interpretation der Materialklassen entspricht, einer Beschreibung der Werkzeug- und Automatenklassen auf der Grundlage der Systemvisionen sowie dem Einsatz von Aspektklassen als Schnittstelle zwischen Werkzeugen und Materialien.

4. Es sollen ein oder mehrere Prototypen entwickelt werden, mit denen allgemein die Lern- und Kommunikationsprozesse unterstützt werden und mit denen insbesondere die Dynamik des Entwurfs, dessen technische Eignung dargestellt, untersucht und bewertet werden können.

Die Arbeit soll neben der entwickelten Systemlösung auch den Einsatz der mit dem WAM-Ansatz verbundenen Methoden, Metaphern und Dokumenttypen in diesem Anwendungsbereich evaluieren.

Literaturverzeichnis

[Alf90] M. Alford. Software Requirements Engineering Methodology (SREM) At the Age of Eleven - Requirements Driven Design. In P.A. Ng und R.T. Yeh, Hrsg., *Modern Software Engineering: Foundations and Current Perspectives*, Seiten 351–377. Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.

[B+95] I. Basusta et al. Zwischenbericht der Projektgruppe 263 – $\mathcal{PROMETHEUS}$ – Spezifikation eines Systems zum Behandlungsmanagement im Krankenhaus. September 1995.

[B+96a] I. Basusta et al. Anforderungen. Teildokument von [BCF+96d], Mai 1996.

[B+96b] I. Basusta et al. Anwendungsfallmodell – Anforderungsanalyse. Teildokument von [BCF+96d], Mai 1996.

[B+96c] I. Basusta et al. Anwendungsfallmodell – Robustheitsanalyse. Teildokument von [BCF+96d], Mai 1996.

[B+96d] I. Basusta et al. Index der Analyseobjekte. Teildokument von [BCF+96d], Mai 1996.

[B+96e] I. Basusta et al. Index der Problembereichsobjekte. Teildokument von [BCF+96d], Mai 1996.

[B+96f] I. Basusta et al. Katalog der Begriffe. Teildokument von [BCF+96d], Mai 1996.

[B+96g] I. Basusta et al. Struktur der Problembereichsmodells. Teildokument von [BCF+96d], Mai 1996.

[BCF+96a] I. Basusta, S. A. Cengiz, T. Frenzel, M. Gronek, H. Heinecke, J. Hilker, M. Lange, M. Patoka, R. Privighitorita, T. Proske, C. Stroetmann und A. Witte. Endbericht der Projektgruppe 263 – $\mathcal{PROMETHEUS}$ – Spezifikation eines Systems zum Behandlungsmanagement im Krankenhaus. Technischer Bericht, Universität Dortmund, Fachbereich Informatik, Lehrstuhl X, Mai 1996.

[BCF+96b] I. Basusta, S. A. Cengiz, T. Frenzel, M. Gronek, H. Heinecke, J. Hilker, M. Lange, M. Patoka, R. Privighitorita, T. Proske, C. Stroetmann und A. Witte. Projektgruppe $\mathcal{PROMETHEUS}$. Projektgruppe 263 – $\mathcal{PROMETHEUS}$ – Spezifikation eines Systems zum Behandlungsmanagement im Krankenhaus: Spezifikation. Interner Bericht, Universität Dortmund, Fachbereich Informatik, Lehrstuhl X, Mai 1996.

[BCF+96c] I. Basusta, S. A. Cengiz, T. Frenzel, M. Gronek, H. Heinecke, J. Hilker, M. Lange, M. Patoka, R. Privighitorita, T. Proske, C. Stroetmann und A. Witte. Seminarvorträge der Projektgruppe 263 – $\mathcal{PROMETHEUS}$ – Spezifikation eines Systems zum Behandlungsmanagement im Krankenhaus. Universität Dortmund, Fachbereich Informatik, Lehrstuhl X, Mai 1996.

[BCF+96d] I. Basusta, S. A. Cengiz, T. Frenzel, M. Gronek, H. Heinecke, J. Hilker, M. Lange, M. Patoka, R. Privighitorita, T. Proske, C. Stroetmann und A. Witte. Projektgruppe 263 – *PROMETHEUS* – Spezifikation: Objectory-Dokumente. Interner Bericht, Universität Dortmund, Fachbereich Informatik, Lehrstuhl X, Mai 1996.

[BGZ95] Dirk Bäumer, Guido Gryczan und Heinz Züllighoven. Objektorientierte Software-Entwicklung für Banken – Methodik und Erfahrungen aus einer mehrjährigen Projektpraxis. *OBJEKTspektrum*, (3):45–53, 1995.

[Bro87] F.P. Brooks. No Silver Bullet: Essence and Accidents of Software Engineering. *IEEE Computer*, 20(4):10–19, 1987.

[CF92] D. Champeaux und P. Faure. A comparative study of object-oriented analysis methods. *JOOP*, Seiten 21–33, March/April 1992.

[CY89] P. Coad und E. Yourdon. *OOA—Object-Oriented Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1989.

[Dav90] A. M. Davis. *Software Requirements – Analysis & Specification*. Prentice-Hall, 1990.

[DF89] E.-E. Doberkat und D. Fox. *Software Prototyping mit SETL*. B. G. Teubner, Stuttgart, 1989.

[DIN88] DIN 66 234 Teil 8: Bildschirmarbeitsplätze, Grundsätze der Dialoggestaltung. Beuth, Berlin, 1988.

[Doh94] W. Dohmen. *Kooperative Systeme – Techniken und Chancen*. Hanser, 1994.

[Dra93] E. L. Drazen. Physicians' and Nurses' Respond to an Integrated Clinical Computer System. In *1993 HIMSS Proceedings*, Band 2, Seiten 257–271, 1993.

[EG90] Richtlinie 90/270/EWG. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, L 156, 1990.

[Ehl93] C.-Th. Ehlers. Aufgaben und Bedeutung eines Krankenhausinformationssystems. In J. Michaelis, Hrsg., *Europäische Perspektiven der Medizinischen Informatik, Biometrie und Epidemiologie*, Band 76 der Reihe *Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie*, Seiten 342–349. MMV Medizin, München, 1993.

[FK92] R. G. Fichman und C. F. Kemerer. Object-Oriented and Convential Analysis and Design Methodologies – Comparision and Critique. *IEEE Computer*, Seiten 22–39, Oktober 1992.

[Flo92] C. Floyd. *STEPS–Projekthandbuch*. Universität Hamburg, 1992.

[Flo93] Ch. Floyd. STEPS – A Methodical Approach to Participatory Design. *Communication of the ACM*, 36(4), Juni 1993.

[Gry95] Guido Gryczan. *Situierte Koordination computergestützter qualifizierter Tätigkeit über Prozeßmuster*. Dr. rer. nat. Dissertation, Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, 1995.

[GZ92] G. Gryczan und H. Züllighoven. Objektorientierte Systementwicklung: Leitbild und Entwicklungsdokumente. *Informatik-Spektrum*, 15:255–272, 1992.

[Has96] W. Hasselbring. Gestaltung und Implementierung von Krankenhausinformationssystemen als föderierte Datenbanksysteme. In S. Conrad, M. Höding, S. Janssen und G. Saake, Hrsg., *Kurzfassungen des Workshops "Föderierte Datenbanken", Magdeburg, 22.04–23.04.96*, Seiten 67–73, Magdeburg, April 1996. Bericht 96–01, Institut für Technische Informationssysteme, Universität Magdeburg.

[HL795] HL7 – Frequently Asked Questions (Version 1.1). http://www.mcis.duke.edu-/standards/HL7/faq/HL7FAQ10.HTM, 1995.

[Hof93] Hubert F. Hofmann. Requirements Engineering — A Survey of Methods and Tools. Technischer Report 93.05, Institut für Informatik der Universität Zürich, Marz 1993.

[IEE84] IEEE Std.830-1984. IEEE Guide to Software Requirements Specification. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1984.

[IEE90] IEEE Std.610.12-1990. IEEE Standard Glossary of Software Engineering Technology. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1990.

[ISO90a] ISO 9241 Part 10: Ergonomic Dialogue Design Criteria, Version 3. Commitee Draft, December 1990.

[ISO90b] ISO 9241 Part 11: Usability Statements, Version 2.5. Commitee Draft, July 1990.

[iXO94] iXOS Software GmbH. *iXBUILD Version 3.1, Flexible Development Tool for Complex OSF/Motif Applications*, 1994.

[JCJÖ93] I. Jacobson, M. Christerson, P. Jonsson und G. Övergaard. *Object-Oriented Software Engineering*. Addison-Wesley, 1993. Revised Fourth Printing.

[Jum94] Peter Jumpertz. Optimierte Krankenhausorganisation durch integrierte EDV. In *Projektinitiative MEDUSA – Auftaktveranstaltung*, März 1994.

[KGZ94] Klaus Kilberth, Guido Gryczan und Heinz Zuellighoven. *Objektorientierte Anwendungsentwicklung*. Vieweg, 1994.

[KWR96] Anita Krabbel, Ingrid Wetzel und Sabine Ratuski. Objektorientierte Analysetechniken für übergreifende Aufgaben. Technischer Bericht, Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, Arbeitsbereich für Softwaretechnik, 1996.

[LCFW92] M. Löwe, F. Cornelius, J. Faulhaber und R. Wessäly. Ein Fallbeispiel für KorSo: Ein Vorschlag. Technischer Bericht 92-45, Technische Universität Berlin, 1992.

[LM] Nicholas Lee und Andrew Millman. ABC of Medical Computing. Internet URL: http://www.bmj.com/bmj/abcmc/abcmc.htm.

[Mal92] E. Malcolm. *SSADM Version 4: A User's Guide*. McGraw-Hill, London, 1992.

[ME90] G. Murrer M. Elser, S. Ewald, Hrsg. *Enzyklopädie der Religionen*. Gruppo Editoriale Fabbri Bompiani Sonzogno Etas S.p.A., 1990. Deutsche Fassung: Weltbild Verlag GmbH, Augsburg.

[Mul79] G.P. Mullery. CORE — A Method for Controlled Requirements Specification. In *Fourth International Conference on Software Engineering*, Seiten 126–135, The Institution of Electrical Engineers, London, 1979.

[Obj94] Objectory AB. *Objectory SE – Reference Manual*, 3.5 Auflage, 1994.

[OHE96] Robert Orfali, Dan Harkey, und Jeri Edwards. *The Essential Distributed Objects Survival Guide*. John Wiley & Sons, 1996.

[Opa95] Horst W. Opaschowski. Das Multimedia-Zeitalter läßt auf sich warten. Akzeptanz-Probleme der neuen Informationstechnologien. In *BMWI Report: Die Informationsgesellschaft – Fakten, Analysen, Trends*. Bundesministerium für Wirtschaft, November 1995.

[OSF92] OSF (Open Software Foundation), Cambridge, MA. *OSF/Motif - Style-Guide (Revision 2.0)*, 1992.

[Pac94] Dr. Jörg Paczkowski. Offene Kommunikation mit dem standardisierten Anwendungsprotokoll HL7. *Das Krankenhaus*, 3, 1994.

[Pep93] P. Pepper et al. A Methodology for the Development of Correct Software. Interner Bericht KORSO-Projekt, Entwurfsfassung, 3 1993.

[PGS+96] N. Pallua, R. Gieseke, H.-G. Sobottka, H.-G. Machens und A. Berger. Modell eines computergestützten Qualitätssicherungssystems in der Verbrennungsintensivtherapie. *Langenbecks Archiv für Chirurgie*, 381(3):155–159, 1996.

[Pir90] Thomas Pirelli. EDI: The Best in Business Partner Cooperation. *Healthcare Informatics*, Februar 1990.

[PS94] B.-U. Pagel und H.-W. Six. *Software Engineering – Band 1: Die Phasen der Softwareentwicklung.* Addison-Wesley, 1994.

[Rei91] F.-M. Reisin. *Kooperative Gestaltung in partizipativen Softwareprojekten.* Dr. rer. nat. Dissertation, Technische Universität Berlin, 1991.

[RG92] Kenneth S. Rubin und Adele Goldberg. Object Behavior Analysis. *Communications of the ACM*, September 1992.

[Rie95] Dirk Riehle. Muster am Beispiel der Werkzeug und Material Metapher. Diplomarbeit, Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, Arbeitsbereich Softwaretechnik, Oktober 1995.

[RPM95] D. Redmond-Pyle und A. Moore. *Graphical User Interface Design and Evaluation (GUIDE).* Prentice Hall, 1995.

[Rum94] James Rumbaugh. *Objektorientiertes Modellieren und Entwerfen.* Hanser [u.a.], München [u.a.], 1994.

[SGT+93] Marcos F. Sanz, Enrique J. Gomez, Ignacio Trueba, Pilar Cano, M Teresa Arredondo und Francisco del Pozo. A Pen Based System to Support Pre-operative Data Collection Within an Anaesthesia Department. Technischer Bericht, Grupo de Bioingenieria y Telemedicina (GBT), Universidad Politecnica de Madrid, 1993.

[SM94] W. Schoner und C. Mandl. DV-unterstützte medizinische Kommunikationssysteme: Probleme und Lösungsansätze — ein Fallbesispiel. *Information Management*, 4:74–78, 1994.

[Som89] I. Sommerville. *Software Engineering.* Addison-Wesley, 1989.

[SR95] Daniel Schwabe und Gustavo Rossi. Building Hypermedia Applications as Navigational Views of Information Models. Paper, Dep. de Informatica, PUC, Rio de Janeiro, Brazil, 1995.

[Sta94] Christian Stary. *Interaktive Systeme.* Vieweg, 1994.

[Ste93] W. Stein. Objektorientierte Analysemethoden — ein Vergleich. *Informatik-Spektrum*, 16:317–332, 1993.

[Suc95] Bettina Sucrow. Software-ergonomische Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion (MCI), 1995. Vortrag im Rahmen der zweiten Seminarphase der Projektgruppe $\mathcal{PROMETHEUS}$.

[Ull96] Ingo Ullrich. Ein Therapiekontrollkonzept für die Angiographie. Diplomarbeit, Universität Dortmund, 1996. In Vorbereitung.

[Van] Adrian Vanzyl. Increasing Web Bandwith through Image Compression. Internet URL: http//www.monash.edu.au/informatics/Default.html.

[Wat] Terri Watson. Wit: An Infrastructure for Wireless Palmtop Computing. Technischer Bericht, Department of Computer Science and Engineering, University of Washington, Seattle, Washington.

[Wor] David W. Wormuth. Pen Based Computing. Internet URL: http://dsg.harvard.edu-/public/general/DSGPBL.html.

Anhang A

Weitere Prometheus-Dokumente

Die Ergebnisse der Projektgruppe liegen detailliert in den folgenden Dokumenten vor:

Endbericht: Der *Endbericht* [BCF+96a] ist der offizielle Abschlußbericht der Projektgruppe. Er enthält eine systematische Beschreibung des bearbeiteten Problems und des eingeschlagenen Lösungsweges, eine Schilderung der sachlichen und zeitlichen Strukturierung der Problembearbeitung und die Zusammenstellung und Diskussion der erarbeiteten Ergebnisse.

Zwischenbericht: Der *Zwischenbericht* [B+95] wurde am Ende des ersten Semesters der Projektgruppe erstellt und spiegelt den damaligen Stand der Arbeiten. Die Inhalte des Berichts wurden größtenteils in überarbeiteter Form in den Endbericht und die Ausarbeitungen übernommen. Einige Informationen, wie beispielsweise die Szenarien und Glossare, die im Zwischenbericht für die beiden untersuchten Krankenhäuser separat vorliegen, sind in dieser Ausführlichkeit in andere Dokumenten nicht mehr aufgenommen worden.

Ausarbeitungen: Die *Ausarbeitungen* [BCF+96c] enthalten die überarbeiteten Seminarvorträge der Projektgruppenteilnehmer zu diversen Themenbereichen.

Spezifikation: Die *Spezifikation* [BCF+96b] enthält die umfassende Software-Spezifikation des Behandlungsmanagementsystems $\mathcal{PROMETHEUS}$. Sie besteht neben dem Hauptdokument [BCF+96b] aus verschiedenen weiteren Dokumenten, die mit *Objectory SE* erstellt worden sind, im Dokument *Objektory-Dokumente* zusammengestellt sind.

Das Hauptdokument ist in fünf Teile gegliedert. Diese Aufteilung entspricht im wesentlichen den bekannten Standards und Vorschlägen zur Organisation von Software-Anforderungsspezifikationen (vgl. [Dav90, Kap. 3.5: How to Organize an SRS]).

Teil I: Einleitung. Dieser Teil beschreibt die allgemeinen Hintergrundinformationen zu dem Projekt und vermittelt einen ersten Überblick über $\mathcal{PROMETHEUS}$.

Teil II: Ist-Analyse. Der zweite Teil beinhaltet die Ergebnisse der Projektgruppe hinsichtlich der Analyse des Ist-Zustands. Dies umfaßt eine Marktanalyse der existierenden Systeme im stationären Krankenhausbereich sowie eine Ist-Analyse des Anwendungsbereichs. Letztere wird ergänzt durch die Dokumente: *Katalog der Begriffe* [B+96f], *Index der Problembereichsobjekte* [B+96e], *Struktur des Problembereichsmodells* [B+96g] und *Zwischenbericht* [B+95]. Besonders der Zwischenbericht enthält zusätzliche Informationen, da in ihm die Ist-Analyse des Anwendungsbereichs sowohl nach Krankenhäusern als auch teilweise nach Stationen getrennt vorliegt.

Teil III: Funktionale Anforderungen. Der umfangreichste Teil der Spezifikation besteht aus den funktionalen Anforderungen an das Soll-System. Beim Übergang von Ist-zum Soll-System wurden Systemvisionen eingesetzt. Neben der Beschreibung der grundlegenden Systemvisionen im Kapitel *Allgemeine Systemvisionen* sind diese in den Dokumenten *Anwendungsfallmodell-Anforderungsanalyse* [B+96a] und *Anwendungsfallmodell-Robustheitsanalyse* [B+96c] beschrieben. Damit verbunden ist die Erläuterung der Akteure des Soll-Systems im Dokument [B+96b]. Anschließend werden die Schnittstellen des Systems, nämlich die Benutzer-, die Hardware-, die Software- und die Kommunikationsschnittstellen, beschrieben. Das Kapitel *Prototypen* erläutert den Einsatz und insbesondere die Ergebnisse der Prototypen bei der Systementwicklung. Parallel hierzu wurde das Dokument *Index der Analyseobjekte* [B+96d] erstellt, in dem die wesentlichen Klassen des fachlichen Entwurfs spezifiziert sind. Der Teil III wird mit einer Diskussion des Bereichs Therapieplanung beendet.

Teil IV: Nicht-funktionale Anforderungen. In diesem Teil werden alle nicht-funktionalen Anforderungen erläutert. Neben grundlegenden Betrachtungen zum Thema Datenschutz- und Sicherheitsaspekte enthält das Kapitel *Qualitätssicherung* die Betrachtung der relevanten Qualitätsfaktoren und deren Gewährleistung. Des weiteren werden verschiedene, den Software-Entwicklungsprozeß betreffende Aspekte beschrieben. Dies umfaßt die Erläuterung der Vorgehensweise in Kapitel *Vorgehensweise* sowie Hinweise für weitere Phasen bei der Entwicklung von $\mathcal{PROMETHEUS}$.

Teil V: Mögliche Erweiterungen und Alternativen. Dieser Teil beinhaltet mögliche Erweiterungen des Systems und einige Alternativen, die im Rahmen der Anforderungsanalyse diskutiert, aber nicht weiterverfolgt worden sind.

Teil VI: Diverses. Der letzte Teil umfaßt ein software-technisches Glossar, das Literaturverzeichnis und einen Index.

Objectory-Dokumente: Das Dokument *Objectory-Dokumente* [BCF+96d] enthält einen wesentlichen Teil der Software-Spezifikation des Behandlungsmanagementsystems $\mathcal{PROMETHEUS}$. Die Spezifikation liegt, wie bereits erwähnt, aus technischen Gründen in Form von mehreren separaten Dokumenten vor. In diesem Dokument sind die mit der Entwicklungsumgebung *Objectory SE* [Obj94] erstellten Teildokumente zusammengestellt. Sie umfassen im wesentlichen die Spezifikation der funktionalen Anforderungen an $\mathcal{PROMETHEUS}$. Die Kenntnis des Spezifikationsdokuments [BCF+96b] wird vorrausgesetzt. Unter anderem ist in diesem Dokument die hier verwendete Terminologie erläutert. Außerdem ist es ratsam, Kenntnisse der Grundlagen des zugrunde liegenden Entwicklungsprozesses [JCJÖ93] zu besitzen.

Im folgenden werden die einzelnen Teile des vorliegenden Dokuments, die jeweils einem mit Objectory SE erstellten Teildokument entsprechen, vorgestellt:

Teil I: Anforderungen. Das Dokument *Anforderungen* [B+96a] enthält einige nicht-funktionale Anforderungen und Vorgaben an das System, an denen sich die Entwickler orientieren sollten. Die Einträge dieses Dokuments enthalten Verweise auf korrespondierende Anwendungsfälle.

Teil II: Katalog der Begriffe. Der *Katalog der Begriffe* [B+96f] ist eine Sammlung von Begriffen und Namen, die im alltäglichen Ablauf der Krankenhäuser vorkommen. Aus diesem Katalog und dem unten erwähnten Problembereichsmodell wird das Glossar erstellt.

Teil III: Index der Problembereichsobjekte. Der *Index der Problembereichsobjekte* [B+96e] legt Objekte fest, die im Ist-System vorkommen. Zusammen mit dem Katalog der Begriffe bildet dieser Index die Grundlage des Glossars.

Teil IV: Struktur des Problembereichsmodells. Das Dokument *Struktur des Problembereichsmodells* [B+96g] unterteilt das Problembereichsmodell in Subsysteme. Es ist somit lediglich eine weitere Sicht, neben der Sicht des *Indexes der Problembereichsobjekte*, auf das Problembereichsmodell.

Teil V: Anwendungsfallmodell-Anforderungsanalyse. Das Dokument *Anwendungsfallmodell-Anforderungsanalyse* [B+96b] enthält die Akteure des Systems, also Personen und Prozesse, die mit dem System kommunizieren. Die Anwendungsfälle werden hier näher definiert und ihre Beziehungen untereinander festgelegt.

Teil VI: Anwendungsfallmodell-Robustheitsanalyse. Das Dokument *Anwendungsfall-modell-Robustheitsanalyse* [B+96c] enthält eine detaillierte Betrachtung der Anwendungsfälle, d.h. es wird beschrieben, welche Objekte von den einzelnen Anwendungsfällen benötigt werden.

Teil VII: Index der Analyseobjekte. Der *Index der Analyseobjekte* [B+96d] ist eine Liste der Definitionen und Beziehungen der einzelnen Objekte und Klassen des Soll-Systems.Es werden Schnittstellen-, Entitäts- und Kontrollobjekte unterschieden.

Alle Dokumente der Projektgruppe $\mathcal{PROMETHEUS}$ sind im WWW unter der folgenden Adresse verfügbar:

`http://ls10-www.informatik.uni-dortmund.de/LS10/Pages/pgs.shtml`

Darüber hinaus sind weitere Informationen und bei Bedarf gedruckte Exemplare unter der folgenden Adresse zu beziehen:

Prof. Dr. Ernst-Erich Doberkat
Lehrstuhl Informatik 10 (Software-Technologie)
Universität Dortmund
Baroper Str. 301
44227 Dortmund