Ein Ansatz zur methoden- und werkzeuggestützten Anforderungs- und Systemspezifikation auf der Grundlage objektorientierter Modellierungs- und Simulationstechniken

O. J. Bott, O.-S. Penger, A. Terstappen

Institut für Medizinische Informatik
Samelsonplatz 1, 31141 Hildesheim
{ojb|oliver|arno}@med-informatik.uni-hildesheim.de

Zusammenfassung

Vorgestellt wird ein Ansatz zur objektorientierten Modellierung, Simulation und Animation von Informationssystemen. Es wird ein Vorgehensmodell dargestellt, mit dem unter Verwendung des beschriebenen Ansatzes Anforderungs- oder Systemspezifikationen von Rechnergestützten Informationssystemen erstellt werden können. Der Ansatz basiert auf einem Metamodell zur Beschreibung Rechnergestützter Informationssysteme und verfügt über eine rechnergestützte Modellierungsumgebung. Anhand eines Projektes zur Entwicklung einer Anforderungsspezifikation für ein rechnergestütztes Pflegedokumentations- und -kommunikationssystems wird der Einsatz der Methode beispielhaft illustriert.

1 Probleme bei der Anforderungs- und Systemspezifikation für Rechnergestützte Informationssysteme

Bei der Anforderungs- und Systemspezifikation im Rahmen der Entwicklung komplexer Informationssysteme besteht das Problem, ausgehend von einer bestehenden Organisation, die Anforderungen an ein zukünftiges System formulieren zu müssen. Die Tatsache, daß Anforderungen an ein Rechnersystem dynamisch sind in dem Sinne, daß sie sich oftmals abhängig vom erreichten Grad der Rechnerunterstützung verändern, verkompliziert diesen Umstand noch.

In der Softwaretechnik hat man diese Probleme erkannt. Durch den Wechsel von „produktorientierten“, vor allem durch Ansätze ähnlich dem Wasserfallmodell [Boehm83] gekennzeichneten Vorgehensmodellen, zu „prozeßorientierten“ Vorgehensweisen wird versucht, diesen Problemen zu begegnen [Floyd89]. Hierbei werden im wesentlichen Rückkopplungen späterer Entwicklungsphasen auf die Anforderungsspezifikation zugelassen. Ein Werkzeug dieser notwendigen Rückkopplung sind Prototypen des späteren Systems. Zusammenfassend folgt, daß Rückkopplungen von der Systemspezifikation auf die Anforderungsspezifikation in einem Vorgehensmodell zu berücksichtigen sind.

Neben diesen, auf das Vorgehensmodell bezogenen Aspekten der Anforderungsspezifikation stellt die Komplexität ihrer Bezugsgrößen ein weiteres Problem dar. Anforderungen an ein Rechnersystem beziehen sich entsprechend den Komponenten der Mensch-Maschine-Kommunikation [FreBro89] auf die Elemente *Benutzer* (bzw. Benutzerrolle), *Aufgabe* und *Computer*. Für jede dieser Komponenten existieren wiederum mehr oder weniger komplexe Modelle, die zur Differenzierung der Anforderungen herangezogen werden können. Bei der Anforderungsermittlung für vernetzte Rechnersysteme, die das kooperative Arbeiten der verschiedenen Benutzer ermöglichen sollen, muß zusätzlich die *Organisation* bei der Anforderungs- und Systemspezifikation berücksichtigt werden [Oberquelle91]. Dabei ist zu beachten, daß sich Entwurfsentscheidungen unmittelbar auf die Organisation auswirken können. Softwareentwicklung wird so immer mehr auch zu einer Arbeitsgestaltung [Hacker87].

Anforderungen müssen vollständig, korrekt und widerspruchsfrei zu erfassen sein. Essentiell hierfür ist die intensive Partizipation von Fachexperten der Einsatzorganisation, d.h. insbe-

sondere der späteren Benutzer des Systems, in dieser Phase der Systementwicklung. Es ist notwendig, daß sich Entwickler und Benutzer auf der Grundlage einer für beide Parteien gleichermaßen verständlichen Sprache über die Anforderungen an ein zukünftiges Rechnersystem austauschen können. Hierbei ist fraglich, ob Beschreibungssprachen der Informatik, auch wenn sie graphisch aufbereitet sind, wie z.Bsp. das Entity-Relationship-Modell [Chen76], Methoden zur objektorientierten Analyse (z.B. [CoaYou91]), oder Diagramme zur Strukturierten Analyse [DeMarco79], dem i.d.R. EDV-unkundigen späteren Benutzern bei einer qualifizierten Bewertung helfen.

Die wirtschaftliche Vertretbarkeit der Anforderungsermittlung mißt sich an der Effizienz der jeweils zugrundeliegenden Methode, die durch eine Werkzeugunterstützung gesteigert werden kann, sowie an dem Umfang des Strukturbruches zwischen der Beschreibungssprache für die Anforderungen und derjenigen für die Systemspezifikation. Ein starker Strukturbruch resultiert in einem erhöhten Aufwand für die Übertragung von Anforderungen in die Systemspezifikation sowie von Anforderungsänderungen aufgrund entsprechender Ergebnisse der Systemspezifikation.

Im folgenden wird ein Ansatz vorgestellt, der den genannten Problemen bei der Anforderungsermittlung mit Mitteln der rechergestützten objektorientierten Modellierung, Simulation und Animation von Informationssystemen begegnet. Er umfaßt ein prozeßorientiertes Vorgehensmodell unter Einbeziehung von Prototypen und erlaubt die strukturierte Erfassung von Anforderungen unter expliziter Berücksichtigung der genannten Ausgangsgrößen für die Anforderungs- und Systemspezifikation: Benutzer, Aufgabe, Computer und Organisation. Wichtiger Bestandteil des Ansatzes ist die intensive Benutzerpartizipation, wobei die Kommunikation zwischen Entwickler und Benutzer durch Einsatz simulier- und animierbarer Modelle der zukünftigen Rechnerunterstützung stark verbessert werden konnte. Der Ansatz umfaßt eine Rechnerunterstützung, die eine effiziente Anforderungsermittlung ermöglicht. Der Strukturbruch zwischen den Ergebnissen der Anforderungsanalyse und der Systemspezifikation wurde durch Verwendung einer einheitlichen Beschreibungssprache beseitigt.

2 Vorgehensmodell für die Anforderungs- und Systemspezifikation von Rechnergestützten Informationssystemen unter Verwendung objektorientierter Modellierungs- und Simulationstechniken

Ein Informationssystem ist mehr als nur ein Datenbank-Management-System. Dem vorgestellten Ansatz liegt eine sozio-technische Sichtweise des Begriffs Informationssystem zugrunde (vgl. [Mumford83]): *Ein Informationssystem (IS) ist das Teilsystem einer Organisation aller informationsverarbeitenden Prozesse und der an ihnen beteiligten menschlichen und technischen Ressourcen in ihrer informationsverarbeitenden Rolle*. Ein Rechnergestütztes Informationssystem (RIS) ist ein IS, in dem eine Teilmenge der informationsverarbeitenden Prozesse durch ein Rechnersystem unterstützt wird.

Der Ansatz umfaßt ein Vorgehensmodell (vgl. Abb. 1), das die Entwickler ausgehend von der Definition des Problembereichs über die Ermittlung der Anforderungen bis hin zur Spezifikation des zukünftigen RIS leitet. Der Spezifikation folgt dann die Implementierung des Systems.

Das prozeßorientierte Vorgehensmodell definiert die einzelnen Schritte, die daran Beteiligten, sowie die Ergebnisse. Neben einer Reihe von Zwischen- und Teilergebnissen resultiert das Verfahren in ein **Ist-Modell** des bestehenden nicht notwendigerweise rechnergestützten Informationssystems ((R)IS) mit den hieraus resultierenden Anforderungen an ein RIS und das Modell des zukünftigen rechnergestützten Informationssystems (**Soll-Modell**). Das Soll-Modell enthält in Form der Systemspezifikation die Anforderungen an ein RIS einschließlich der Prototypen. Die Methode umfaßt eine **rechnergestützte Modellierungsumgebung** zur

effizienten Erstellung von **simulier- und animierbaren objektorientierten Modellen** Rechnergestützter Informationssysteme.

2.1 Modellierung des existierenden Informationssystems

Der erste Schritt des Vorgehensmodells ist die Erstellung des Ist-Modells (vgl. Abb. 1). Dabei werden vier Phasen unterschieden: die **Definition des Problembereichs**, die **Analyse** der Einsatzorganisation, das **Modellieren** des Ist-Modells und die simulationsgestützte **Evaluation**.

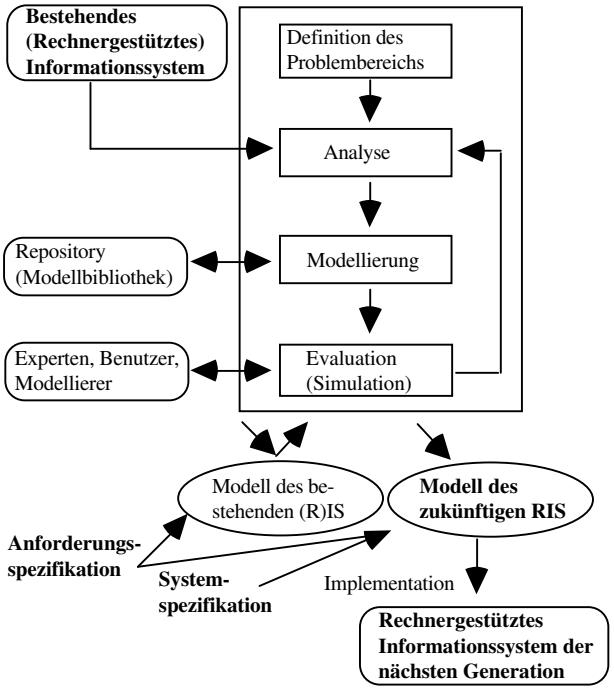

Abb. 1: Vorgehensmodell für die Spezifikation eines Rechnergestützten Informationssystems

Die **Definition des Problembereichs** führt zu einer präzisen Beschreibung der Elemente der betrachteten Organisation, die bezüglich einer zukünftigen Rechnerunterstützung zu berücksichtigen sind. Abhängig von den Zielen des Projekts umfaßt die Definition des Problembereichs administrative Tätigkeiten, das Work-Flow Management und die Dokumentation oder Kombinationen dieser oder anderer Aspekte.

Um einen umfassenden Einblick in die betrachtete Organisation zu erlangen, werden in der **Analysephase** Techniken wie Fragebögen, Interview, Beobachtung, Dokumenten- und Formularanalyse etc. eingesetzt. Die Ergebnisse dieser Phase werden semiformal dokumentiert und durch Mitarbeiter der analysierten Organisation kontrolliert.

Basierend auf diesen Dokumenten wird während der folgenden **Modellierungsphase** ein objektorientiertes Modell des abzubildenden Informationssystems erstellt. Hierzu wird eine objektorientierte Analysemethode angewendet, die an [CoaYou91] angelehnt ist, die dort definierte Methode aber um verschiedene semantische Ausdrucksmittel erweitert [TerPre94]. Die Modellerstellung erfolgt mittels einer rechnergestützten Modellierungsumgebung, die in Smalltalk-80 implementiert worden ist und die effiziente, zumeist graphisch-interaktive Erstellung der Modellkomponenten erlaubt. Im Rahmen dieser Modellierungsumgebung ist jedes Modell eines (R)IS die Instanziierung eines **Metamodells Rechnergestützter Informationssysteme** (vgl. Abb. 2). Das Metamodell wird in Abschnitt 3 detailliert dargestellt.

Ein wichtiger Vorteil des objektorientierten Paradigmas ist die Wiederverwendung von Objektstrukturen. Dieser Aspekt wurde in Form eines Repositories, d.h. einer Bibliothek für Modellkomponenten, operationalisiert. Die dort zur Verfügung stehenden Modellbestandteile wurden im Rahmen verschiedener Projekte zusammengestellt und erweitert. Die Verwaltung des Repositories erfolgt in einer OODB, auf die mit den Werkzeugen der Modellierungsumgebung zugegriffen werden kann.

Die **Evaluation** des Ist-Modells umfaßt dessen Verifikation sowie dessen Validierung. Die Verifikation im Hinblick auf die syntaktische Korrektheit und Konsistenz erfolgt rechnergestützt durch die Modellierer. Die Verifikation und Validierung des Modells bezüglich der Korrektheit und Vollständigkeit der Abbildung ist gemeinsam mit den Mitarbeitern der Einsatzorganisation durchzuführen. Um die Kommunikation zwischen Modellierern und Mitarbeitern zu vereinfachen, wird das Modell simuliert und animiert. Dabei wird nicht unmittelbar auf Ebene

der Petri-Netze diskutiert. Es werden vielmehr in einer Animationsumgebung (Grundriß der Organisation) filmartig die Arbeitsabläufe sowie die resultierenden Anwendungs- und Realobjektflüsse durch animierte Piktogramme symbolisiert (vgl. Abb. 3).

Hierdurch kann dem jeweiligen Mitarbeiter seine im Modell abgebildete Tätigkeit im Rahmen verschiedener aufgabenspezifischer Szenarien visuell demonstriert werden. Dabei wird nicht nur der Arbeitsplatz des Mitarbeiters berücksichtigt, sondern ebenfalls das relevante organisatorische Umfeld. Die Erfahrung zeigt, daß simulier- und animierbare Modelle der analysierten Organisation ein geeignetes Mittel sind, Kommunikationsprobleme zwischen Modellierern und Benutzern des Systems im Hinblick auf die Validierung des Modells zu reduzieren.

Die Phasen Analyse, Modellierung und Evaluation werden ggf. wiederholt, bis das Modell den definierten Problembereich vollständig und korrekt abbildet. Das resultierende Ist-Modell bildet die Grundlage für die Modellierung des zukünftigen RIS.

2.2 Modellierung des zukünftigen Rechnergestützten Informationssystems

Das Modell des existierenden (R)IS bildet den Ausgangspunkt der schrittweisen Modellierung des zukünftigen RIS. Je nach Aufgabenstellung kann das Modell unterschiedlich detailliert werden, so daß es für Anforderungs- oder Systemspezifikation verwendet werden kann. Bei der Modellgenerierung sind dieselben Schritte wie für die Entwicklung des Ist-Modells zu durchlaufen. Zunächst werden in der Revision der **Problemdefinition** die Erkenntnisse aus der Modellierung des Ist-Modells berücksichtigt. Die intensive Diskussion der Alternativen zur Rechnerunterstützung charakterisiert die folgende **Analysephase**. Die Analyseergebnisse werden innerhalb der **Modellierungsphase** genutzt, um ein **objektorientiertes Informationsmodell** und ein **Anwendungssystemmodell** zu spezifizieren sowie ggf. **Organisationsstrukturen** anzupassen.

Das **Anwendungssystem** umfaßt alle Softwarekomponenten eines RIS, die mit der elektronischen Speicherung und Verarbeitung von Daten befaßt sind. Die Modellierung des Anwendungssystems erfolgt nach der Werkzeugmetapher[1] . Diese basiert "... auf der grundsätzlichen Idee, jeden Mitarbeiter an seinem Arbeitsplatz mit allen rechnergestützten Werkzeugen und Hilfsmitteln auszustatten, die er zur Erledigung seiner Aufgaben benötigt" [Diebold86]. Das Werkzeugkonzept ist vor allem zur Unterstützung schwach strukturierter Aufgaben geeignet [GryZül92], wie sie im Bereich arbeitsteilig organisierter sozio-technischer Systeme häufig vorkommen. Das von den Handlungsträgern mittels der Werkzeuge bearbeitete Material[2] sind die *Anwendungsobjekte*, die einen Aspekt des Informationsmodells repräsentieren. Sie stellen die Datenbasis dar, auf der die Werkzeuge arbeiten.

Ein Werkzeug kann durch zwei Komponenten spezifiziert werden. Die Funktionalität des Werkzeugs sowie dessen Sicht auf die Anwendungsobjekte werden durch ein *Anwendungsmodell* definiert. Die Modellierung dieser Komponente ist obligatorisch. Des weiteren kann das Werkzeug mit einem *Benutzerschnittstellen-Prototypen* verknüpft werden. Der Prototyp hat zwei wesentliche Funktionen: zum einen dient er im Sinne des explorativen Prototyping [Floyd84] dazu, dem späteren Benutzer Semantik (Funktionalität) und Pragmatik (Einsatz im Handlungskontext) eines Werkzeugs zu verdeutlichen, zum anderen stellt er im Sinne des evolutionären Prototyping [ebd.] einen Entwurf als Vorstufe der endgültigen Implementierung des Werkzeugs dar.

In der **Evaluationsphase** wird das Soll-Modell simuliert und animiert, um mit den zukünftigen Benutzern einzelne Modellaspekte diskutieren zu können. Dieses Verfahren ermöglicht die

---

[1] Sie steht im Gegensatz zur Dialogmetapher, welche durch die Verwendung von Kommando-Sprachen, Menü-Systemen etc. gekennzeichnet ist (vgl. hierzu auch [Maaß93], S.192 f).

[2] Eine Differenzierung der Werkzeugmetapher in die Begriffe Werkzeug und Material wird in [BudZül90] vorgenommen.

Simulation des gesamten RIS, wobei der zukünftige Benutzer die Durchführung seiner Aufgaben an seinem fiktiven Arbeitsplatz unter Einbeziehung der Prototypen durchspielt. Diese Technik bildet die Basis der benutzerorientierten Evaluation einer konzeptuellen Anwendung und ihrer Benutzerschnittstellen-Prototypen im Kontext jeder beliebigen Arbeitssituation.

Sofern die Evaluationsphase nicht zu einem Konsens über das vorgeschlagene Anwendungssystem führt, sind die drei Phasen Analyse, Modellierung und Evaluation erneut durchzuführen. Die zweite Phase ist abgeschlossen, sobald das vorgeschlagene Modell durch die zukünftigen Benutzer, die Fachexperten, Auftraggeber etc. akzeptiert wird. Es umfaßt ein objektorientiertes Datenmodell sowie eine konzeptuelle und durch Benutzerschnittstellen-Prototypen konkretisierte Beschreibung des geplanten Anwendungssystems. Zusätzlich enthält das Modell die benötigte Rechnerarchitektur und beschreibt die Verwendung der Softwarewerkzeuge im Handlungskontext der Benutzer. Je nach Detaillierung definiert das Modell die Anforderungen an das System, oder spezifiziert es umfassend.

3 Metamodell Rechnergestützter Informationssysteme

Ein konkretes Modell eines (R)IS ist die Instanziierung des in [Rading93] beschriebenen objektorientierten Metamodells (R)IS (vgl. Abb. 2). Es wird zwischen der **Systemumgebung** und dem **Anwendungssystem** unterschieden. Akteure, Funktionsbereiche, dynamisches Verhalten, Ereignisse und Realobjekte bilden die **Systemumgebung**, d.h. alle Komponenten eines solchen Systems mit Ausnahme der Softwarekomponenten. Diese Komponenten werden innerhalb des **Anwendungssystems** beschrieben.

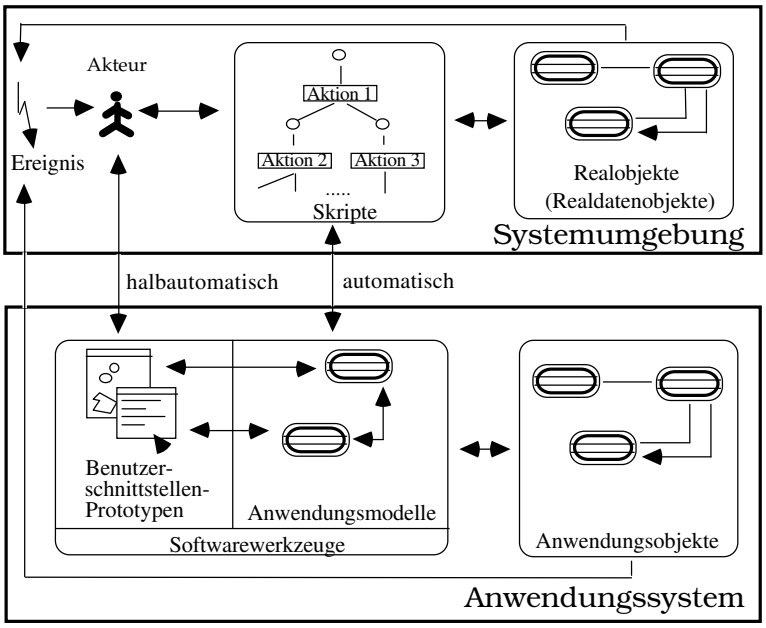

Abb. 2: Das objektorientierte Metamodell Rechnergestützter Informationssysteme

Die Konzepte **Akteur** und **Funktionsbereich** dienen der Abbildung der Aufbauorganisation. Ein Akteur kann menschlicher oder technischer Natur sein und ist einem Funktionsbereich zugeordnet. Funktionsbereiche ihrerseits können andere Funktionsbereiche oder Akteure enthalten, wodurch die Modellierung der Organisationsstruktur eines Informationssystems zu einer baumförmigen Struktur führt.

Die **Ablauforganisation**, das dynamische Verhalten der Akteure oder Funktionsbereiche, wird durch spezielle Petri-Netze beschrieben. Diese Petri-Netze können sowohl in partitiver als auch in generischer Weise strukturiert werden. Das dynamische Verhalten eines Akteurs, wobei es sich um die Ausführung der ihm zugeordneten Netze handelt, wird durch **Ereignisse**, worunter spezielle Zustandsübergänge des Informationssystems zu verstehen sind, ausgelöst.

Das Informationsmodell der Systemumgebung umfaßt alle innerhalb eines RIS vorhandenen Objekte mit Ausnahme der Softwarekomponenten und unterteilt sich in **Realobjekte** und **Realdatenobjekte**. Zu den Realobjekten gehören die beteiligten Personengruppen wie Ärzte, pflegerisches Personal und Patienten aber auch die genutzten räumlichen und technischen Ein-

heiten. Bei den Realdatenobjekten handelt es sich um eine spezielle Teilmenge der anzutreffenden Realobjekte. Unter dieser Bezeichnung werden alle für den Datenaustausch benötigten Objekte wie Formulare, Tabellen etc. zusammengefaßt. Das Informationsmodell wird unter Verwendung eines als Basisobjektmodell (BOM) bezeichneten Objektmodells beschrieben und implementiert. Hierbei handelt es sich um eine an die Anforderungen von Smalltalk-80 angepaßte Erweiterung des in [CoaYou91] vorgestellten Objektmodells.

Das Anwendungssystem selbst gliedert sich in Anwendungsobjekte und die auf ihnen agierenden **Softwarewerkzeuge**. Softwarewerkzeuge werden unterteilt in **Anwendungsmodelle** und **Benutzerschnittstellen-Prototypen**. Ein Anwendungsmodell bestimmt das funktionale Verhalten einer Anwendung und dessen Anwendungsobjektkontext. Es beschreibt den Inhalt jedes Dialogs mit der Anwendung unabhängig von der Dialogform. Anwendungsmodelle können weiterhin mit Benutzerschnittstellen-Prototypen verbunden werden.

4 Die Entwicklung einer Anforderungsspezifikation für ein rechnergestütztes Pflegedokumentations- und -kommunikationssystem

In einer psychiatrischen Klinik mit ca. 350 Betten und 20 Stationen ist der überwiegende Teil der Mitarbeiter im pflegerischen Bereich tätig. Die Stationen bilden, ähnlich wie in einem produzierenden Unternehmen der Fertigungsbereich, den operativ tätigen Teil des Krankenhauses und sind primärer Ort der Datenentstehung und -speicherung.

Durch zusätzliche gesetzliche Anforderungen an Art und Umfang der Dokumentation und wachsende Forderungen nach einer möglichst wirtschaftlichen Leistungserbringung bei gleichbleibender bzw. verbesserter Pflegequalität wurden Überlegungen angestellt, ein rechnergestütztes Dokumentations- und -kommunikationssystem einzuführen. Dieses System soll in das bestehende Informationssystem des Krankenhauses integriert werden und eine Unterstützung der Kommunikation mit der Ambulanz, den diagnostischen und therapeutischen Leistungsstellen, der Apotheke, der Verwaltung und anderen Stationen ermöglichen.

Aufgrund der unklaren bzw. unpräzisen Anforderungen an ein solches System und der strategischen Bedeutung eines erfolgreich eingeführten Pflegedokumentations- und -kommunikationssystems entschloß man sich, in Kooperation mit der Universität Hildesheim die Anforderungen an ein solches System unter Verwendung des beschriebenen Ansatzes zu ermitteln. Es war insbesondere gefordert, aus dem Anforderungsmodell ohne großen Aufwand eine Systemspezifikation generieren zu können. Weitere Einflußfaktoren auf die Entscheidung waren die Forderung nach Integration von zukünftigen Benutzern bei der Anforderungsdefinition sowie die flexible Anpassung der Anforderungen an neue Arbeitsabläufe und die Erweiterbarkeit der Anforderungs- und Systemspezifikation um neu zu definierende Bereiche bzw. Aspekte.

Ziel der ersten Projektphase war es, ein verallgemeinertes Ist-Modell einer psychiatrischen Station zu entwickeln. Der **Problembereich** umfaßte alle Dokumentations- und Kommunikationsabläufe der Mitarbeiter des Pflegedienstes und der beteiligten Kommunikationspartner.

Während der **Analysephase** wurden zunächst zwei repräsentative Stationen der Klinik analysiert. Insbesondere durch Beobachtungs- und Befragungstechniken wurden die Arbeitsabläufe auf den Stationen ermittelt und die hierbei verwendeten Dokumentations- und Kommunikationsträger identifiziert. In der **Modellierungsphase** wurden die Analyseergebnisse in ein Ist-Modell transformiert. Das entwickelte Modell wurde in der **Evaluationsphase** anhand ausgewählter Szenarien simuliert und gemeinsam mit den Mitarbeitern evaluiert. Durch die intensive Diskussion mit den Mitarbeitern des Pflegedienstes anhand des simulierten und animierten Modells (vgl. Abb. 3) konnten die während der Analysephase nicht bzw. unvollständig wahrgenommenen Arbeitsabläufe und Dokumentationstätigkeiten erkannt und in das Modell integriert werden. Das evaluierte Modell der analysierten psychiatrischen Stationen wurde in einer zweiten Evaluationsphase den Mitarbeitern der übrigen Stationen vorgestellt. In weiteren Eva-

luationsgesprächen wurden Unterschiede des Modells zu den anderen Stationen erörtert und auf den Stationen verfeinernd analysiert.

Ergebnis der ersten Projektphase ist ein evaluiertes, verallgemeinertes Modell einer psychiatrischen Station, das die Aufbau- und Ablauforganisation des Pflegedienstes, dessen Einbettung in das System Krankenhaus und die Kommunikations- und Informationsstrukturen umfaßt, letztere in Form eines objektorientierten Klassenschemas.

Aufgrund der Analyse des simulierbaren Modells konnte festgestellt werden, daß eine Reduzierung des Umfangs und Zeitaufwandes für administrative Aufgaben und eine Verbesserung der Pflegequalität sich mit einem rechnergestützten Pflegedokumentations- und -kommunikationssystem nur erreichen lassen, wenn das System in Bezug auf ergonomische Gesichtspunkte optimal in den Arbeitsablauf des Pflegedienstes und dessen räumliche Organisation eingebettet wird. Hieraus, und aus der Tatsache, daß eine Vielzahl der dokumentationsrelevanten Tätigkeiten des Pflegedienstes räumlich verteilt auf der Station stattfinden, folgte, daß vermehrt Konzepte der Mobilen Datenerfassung in die Gestaltung eines zukünftigen Systems mit einzubeziehen sind.

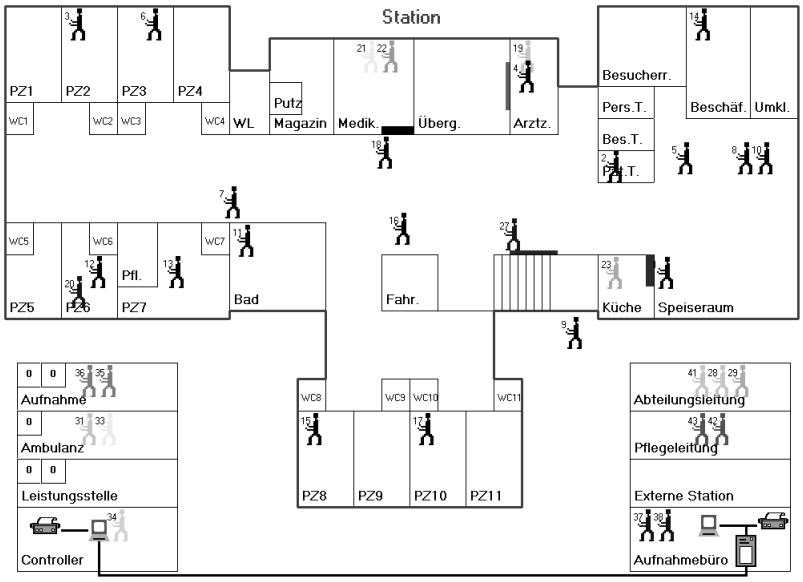

Abb. 3: Animation des Ist-Modells

Auf Basis des Ist-Modells werden in der zweiten Projektphase alternative Modelle zur rechnergestützten Pflegedokumentation und -kommunikation erstellt. Bei der Evaluation der Lösungsansätze werden die erstellten Lösungsalternativen mit Hilfe der Simulations- und Animationsumgebung präsentiert und mit den zukünftigen Benutzern diskutiert und bewertet. Ergebnis der Evaluationsphase ist eine Auswahl einer der Alternativen oder die Festlegung einer Mischform als Grundlage der weiteren Modellierung. Bei der Detaillierung des ausgewählten Modells werden Korrekturen und Ergänzungen auf Grundlage der bei der Evaluation erarbeiteten Anforderungen an eine rechnergestützte Pflegedokumentation und -kommunikation vorgenommen und Benutzerschnittstellen-Prototypen für die Werkzeuge erstellt.

Ergebnis der zweiten Projektphase ist ein detailliertes Modell eines zukünftigen Rechnersystems, in dem sowohl organisatorische als auch systemspezifische Anforderungen berücksichtigt sind.

5 Schlußfolgerungen

Die Verwendung des oben beschriebenen Ansatzes hat gezeigt, daß der Einsatz formaler Beschreibungsmittel zur Definition der Anforderungen an zukünftige rechnergestützte Informationssysteme, kombiniert mit einer umfassenden Rechnerunterstützung, sowohl die Produktivität als auch die Qualität der Anforderungs- und Systemspezifikation positiv beeinflußt. Durch die intensive Benutzerpartizipation sowie die Ablaufsimulation des Modells wird die Konsistenz der Anforderungsbeschreibung mit den Benutzeranforderungen und eine weitge-

hende Widerspruchsfreiheit der einzelnen Anforderungen gewährleistet. Die im Rechnersystem vorliegende Anforderungsspezifikation kann ohne großen Aufwand an neu hinzukommende Anforderungen angepaßt und je nach Erkenntnisinteresse dynamisch ausgewertet und zu Papier gebracht werden.

Literatur

BudZül90 Budde, R., Züllinghoven, H.: *Software-Werkzeuge in der Programmierwerkstatt*. Oldenbourg, München, 1990.

Chen76 Chen, P.: *The Entity-Relationship Model-Towards a Unified View of Data*. ACM Transactions on Database Systems, 1976, S. 9-36.

CoaYou91 P. Coad and E. Yourdon: *Object-Oriented Analysis*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 1991

DeMarco79 DeMarco, T.: *Stuctured Analysis and System Specification*. Englewood Cliffs N.J., Prentice Hall 1979.

Diebold86 Diebold Deutschland GmbH (Hrsg.): *Modell "Werkzeugkasten"*. Diebold Management Report, Nr. 6, 1986, S. 1-5.

Floyd84 Floyd, C.: *A systematic look at prototyping*, in: Budde, R., Kuhlenkamp, K., Matthiassen, L. und Züllighoven, H.: *Approaches to Prototyping*. Springer, Berlin u.a., 1984, S. 1-18.

Floyd89 Floyd, C.: *Outline of a Paradigm Change in Software Engineering*, in: Bjerknes, G., Ehn, P., Kyng M.: Computers and Democracy-A Scandinavian Challenge. Avebury, Aldershot, England 1989.

FreBro89 Frese, M., Brodbeck, F.: *Computer in Büro und Verwaltung*. Psychologisches Wissen für die Praxis. Berlin: Springer, 1989.

GryZül92 Gryczan, G., Züllighoven, H.: *Objektorientierte Systementwicklung. Leitbild und Entwicklungsdokumente.* Informatik-Spektrum 15 (5), 1992, S. 264-272.

Hacker87 Hacker, W.: *Software-Ergonomie: Gestalten rechnergestützter geistiger Arbeit ?!* , in: Schönpflug, W., Wittstock, M. (Hrsg.): Software-Ergonomie ‘87, Stuttgart: Teubner 1987, S. 31-54.

Maaß93 Maaß, S.: *Software-Ergonomie. Benutzer -und aufgabenorientierte Systemgestaltung.* Informatik-Spektrum 16 (4), 1993, S. 191-205.

Mumford83 Mumford, E.: *Designing Human Systems*, Manchester Business School 1983.

Oberquelle91 Oberquelle, H.: *MCI-quo vadis? Perspektiven für die Gestaltung und Entwicklung der Mensch-Computer-Interaktion*, in: Ackermann, D, Ulich E. (Hrsg.): Software-Ergonomie‘91. Benutzerorientierte Software-Gestaltung. Stuttgart: Teubner, 1991, S. 9-24.

Rading93 Rading, M.: *Ein Ansatz zur explorativen Modellierung Medizinischer Informationssysteme*, Dissertation, Universität Hildesheim 1993.

TerPre94 Terstappen, A., Pretschner, D.P.: *Zur Erweiterung von Smalltalk-80 um semantische Konzepte für die Verbesserung der Modellierung und Simulation Medizinischer Informationssysteme,* in: Kunath, H. (Hrsg.): Medizin und Information; 39. Jahrestagung der GMDS; Dresden, Sept. 1994. München, MMV, Medizin-Verlag 1995, S. 69-73.