

Computerbasierte Unterstützung von Arbeitsabläufen im Krankenhaus – Konzepte, Technologien und deren Anwendung

M. Reichert¹, P. Dadam¹, R. Mangold², R. Kreienberg²

¹Abteilung Datenbanken und Informationssysteme, Universität Ulm

²Universitätsfrauenklinik Ulm

Zusammenfassung: Aus verschiedenen Gründen entwickeln Krankenhäuser ein zunehmendes Interesse an der Einführung prozeßorientierter Informationssysteme. Sie sollen das Krankenhauspersonal ablaufbezogen unterstützen und informieren, indem sie die richtige Information der richtigen Person zum richtigen Zeitpunkt und verknüpft mit der richtigen Anwendungsfunktion aktiv so anbieten, daß diese Person die anstehende Teilaufgabe möglichst effizient durchführen kann. Prozeßorientierte Workflow-Technologie, mit ihren Komponenten zur rechnergestützten Analyse, Modellierung, Ausführung und Überwachung von Arbeitsabläufen, eröffnet hier vielversprechende Perspektiven. In diesem Bericht zeigen wir, welchen konkreten Nutzen klinische Anwender durch den Einsatz Workflow-basierter Anwendungssysteme erwarten können. Dazu geben wir einen Überblick zu Leistungsmerkmalen heutiger Prozeßmodellierungswerkzeuge und Workflow-Management-Systeme und zeigen wie diese im Krankenhausbereich sinnvoll genutzt werden können. Zur Illustration stellen wir Ergebnisse des Projektes „Workflow-Management in klinischen Anwendungsumgebungen“ vor, in dem wir Kernprozesse der Universitätsfrauenklinik analysiert und optimiert sowie ausgewählte Abläufe aus dem Tagesklinikbereich exemplarisch implementiert haben. Trotz der dabei zutage getretenen Schwächen heutiger Workflow-Management-Systeme besitzt die noch relativ junge Workflow-Technologie auf lange Sicht das Potential, die elektronische Informationsverarbeitung im Krankenhaus nachhaltig zu verändern.

Schlüsselwörter: Prozeßreengineering – Prozeßautomatisierung – Workflow-basierte, klinische Anwendungssysteme – Prozeßorientierte Krankenhausinformationssysteme – Qualitätsmanagement

Computer-based Support of Clinical Workflows – Concepts, Technologies and their Application

Summary: For a variety of reasons, hospitals are developing a growing interest in changing their information systems to support patient processes in a more direct way. This means to actively deliver the tasks to be performed to the right persons at the right point in time with the necessary information and the application functions needed for performing these tasks. Process-oriented workflow technology is a very interesting candidate to achieve this goal. It offers components for the computer-based analysis, modeling, animation, coordination and monitoring of (hospital) processes. In this paper we discuss the perspectives offered by workflow-based, clinical information systems. We survey key features of today's business process modeling tools and of workflow management systems, and we show how they can be applied in the clinical domain. To illustrate the huge potential offered by workflow technology, we present results from the project „Using Workflow Management Systems for Clinical Applications“. Within this project we thoroughly analyzed and redesigned core processes from the University's Women hospital and we have prototypically implemented a workflow-based application system for the support of processes from the division day clinic. Although our work shows that current workflow technology is still lacking some important features, in the long run, it may strongly influence information processing within hospitals.

Keywords: process reengineering – process automation – workflow-based, clinical application systems – process-oriented hospital information systems – quality management

1 Einleitung

In zunehmendem Maße wird erkannt, daß Abhängigkeiten zwischen der Qualität der Patientenversorgung, der Abwicklung medizinisch-organisatorischer Abläufe und der Verfügbarkeit von Informationen zu Behandlungsprozessen hoch sind und daß heutige organisatorische Strukturen und Krankenhausinformationssysteme (KIS) nur eine sub-optimale Unterstützung bieten [1, 2, 3, 4, 5]. Das gilt in besonderem Maße für Arbeitsabläufe (engl. Workflows), bei denen eine bereichsübergreifende Kooperation erforderlich wird. Spätestens dann entsteht der Wunsch, nicht nur auf gemeinsame Daten zum Patienten zugreifen zu können, sondern Behandlungsprozesse organisationsübergreifend und ortsunabhängig durch prozeßorientierte Anwendungssysteme zu unterstützen. Sie sollen den Weg des Patienten von der Einbestellung über seine Aufnahme, Diagnostik und Therapie bis zur Entlassung elektronisch unterstützen und überwachen.

Für die Realisierung solcher vorgangsorientierter KIS bieten Geschäftsprozeßmodellierungswerkzeuge und Workflow-Management-Systeme (WfMS) interessante Perspektiven [6, 7]. Sie umfassen Komponenten zur Modellierung, Animation, Simulation und Analyse von Arbeitsabläufen sowie für deren rechnergestützte Koordination und Überwachung. Der Einsatz von WfMS bietet Vorteile in mehrerlei Hinsicht. So ist vor Einführung eines WfMS, zumindest ist dies stark anzuraten, eine gründliche Analyse von Arbeitsabläufen und organisatorischen Strukturen durchzuführen und geeignet aufzubereiten. Diese Ist-Aufnahme gibt einen Einblick in die aktuellen Prozesse und bildet die Basis für das Aufdecken von Schwachstellen und damit für mögliche Optimierungen. Dasselbe gilt dann nochmals bei der Umsetzung der Abläufe in formale Modelle, durch die z.B. Leerlaufzeiten oder Kapazitätsengpässe frühzeitig erkannt werden können. Der eigentliche Einsatz von WfMS erfolgt in der 3. Phase bei der rechnergestützten Koordination und Überwachung der Prozesse. Durch automatisches Weiterleiten von Aufträgen und Informationen an die dafür zuständigen Stellen, durch Bereitstellung der zur Bearbeitung einzelner Aufgaben erforderlichen Informationen und Anwendungsprogramme am Arbeitsplatz, durch das ablaufbezogene Informieren von Anwendern, durch Erinnerungsfunktionen und vieles mehr können WfMS helfen, Durchlaufzeiten zu verkürzen, Unterlassungsfehler zu reduzieren und das Krankenhauspersonal von organisatorischen und planerischen Tätigkeiten zu entlasten.

In diesem Bericht stellen wir Ergebnisse des Projektes "Workflow-Management in klinischen Anwendungsumgebungen" [5, 8, 9] vor, in dem wir Abläufe der Universitätsfrauenklinik Ulm analysiert und optimiert sowie teilweise exemplarisch auf Basis heutiger Workflow-Technologie implementiert haben. Das Projekt wurde vom Land Baden-Württemberg und Siemens-Nixdorf im Rahmen des Software-Labors Ulm gefördert. Ziel war es, die Anforderungen, die sich aus dem Einsatz von WfMS im Krankenhaus ergeben, systematisch zu evaluieren, Lösungsansätze zu entwickeln und in die Weiterentwicklung heutiger Workflow-Technologie mit einfließen zu lassen. Der Bericht gliedert sich wie folgt: Im nachfolgenden Abschnitt diskutieren wir wirtschaftliche, organisatorische und technologische Aspekte der Neugestaltung, Steuerung und Ausführung von Krankenhausabläufen. In Abschnitt 3 stellen wir rechnergestützte Werkzeuge zur Verwirklichung prozeßorientierter KIS vor. Dabei unterscheiden wir zwischen Werkzeugen für die Prozeßmodellierung und -optimierung sowie Werkzeugen für die Prozeßautomatisierung. Abschnitt 4 faßt Ergebnisse unseres Workflow-Projektes zusammen und stellt ein von uns prototypisch realisiertes vorgangsorientiertes Anwendungssystem für den Bereich „Tagesklinik“ vor. Der Bericht schließt mit einer kurzen Zusammenfassung und einem Ausblick auf unsere zukünftigen Aktivitäten.

2 Wieso Geschäftsprozeßoptimierung und Workflow-Management im Krankenhaus?

Bevor wir methodische Grundlagen, Konzepte und Beispiele für vorgangsorientierte, klinische Anwendungssysteme vorstellen, fassen wir die wesentlichen Aspekte zusammen, die heute einer optimalen Planung und Abwicklung des Behandlungsprozesses für den einzelnen Patienten entgegenwirken.

2.1 *Wirtschaftliche und organisatorische Aspekte*

Die betrieblichen Strukturen im Krankenhaus sind durch funktions- und organisationseinheitenbezogene Sichten geprägt. Die verschiedenen Bereiche konzentrieren sich auf die Erbringung ihrer Leistungen, eine patientenbezogene und den gesamten Behandlungsprozeß begleitende Sicht dagegen fehlt. Dementsprechend findet eine Optimierung, wenn überhaupt, nur bezogen auf die einzelne Organisationseinheit statt und endet spätestens beim Übergang zwischen den Bereichen. Besonders die Kernprozesse des Krankenhauses, die ambulante und stationäre Behandlung von Patienten, erfahren keine integrierte und durch-

gängige Unterstützung. Dasselbe gilt für das Zusammenspiel zwischen medizinischen und administrativen Abläufen (Controlling, Leistungsabrechnung, Prozeßkostenrechnung, usw.). Die Folgen sind eine mangelnde Transparenz der Prozesse, ein fehlendes Kostenbewußtsein der Prozeßbeteiligten sowie massive organisatorische Probleme bei der bereichsübergreifenden Kommunikation und Kooperation.

Im Klinikalltag treten bei der Durchführung medizinisch-organisatorischer Abläufe immer wieder dieselben Probleme auf, unter denen sowohl Patienten als auch das klinische Personal zu leiden haben [3, 9]. Patienten müssen vor bzw. nach der Durchführung von Untersuchungen häufig unangenehme Wartezeiten in Kauf nehmen, weil aufgrund einer mangelhaften oder fehlenden Planung benötigte Ressourcen (z.B. Ärzte, Transportdienst, Untersuchungsräume oder Geräte) nicht verfügbar sind oder nicht optimal eingesetzt werden. In Einzelfällen kommt es schon mal vor, daß ein einbestellter Patient wieder nach Hause geschickt wird, weil Befunde fehlen, Termineinträge im Stationsbuch oder auf der OP-Tafel vergessen wurden oder die Indikationsüberprüfung durch den Facharzt nicht erfolgt ist. Auch während stationärer Aufenthalte kommt es immer wieder zu Terminkollisionen, Untersuchungsverschiebungen wegen fehlender Voruntersuchungen bzw. unterlassener Vorbereitungen oder unnötigen Doppeluntersuchungen wegen schlechter Koordination.

Auch aus Sicht des medizinischen Personals ist die heutige Arbeitssituation nicht zufriedenstellend [3, 9]. Ärzte und Pflegekräfte sind durch die bereichsübergreifende Planung und Abstimmung von Untersuchungen zeitlich stark belastet. Dem mangelnden Planungs-Know-how auf anfordernder Seite steht die fehlende Kenntnis des genauen Bedarfs auf Erbringerseite gegenüber. Medizinische Untersuchungen und Interventionen müssen durch den Stations- bzw. Ambulanzzarzt geplant und vorbereitet, Termine telefonisch vereinbart und Ergebnisse entgegengenommen und validiert werden. Bei der Planung des diagnostisch-therapeutischen Procedere für einen Patienten muß der Arzt nicht nur Aspekte wie Kosten und Invasivität einbeziehen, sondern auch Indikationen und Kontraindikationen sowie einzuhaltende Untersuchungsreihenfolgen und –vorbereitungen berücksichtigen. Bereits der für die Planung, Koordination und Überwachung des Behandlungsprozesses eines Patienten zu treibende Zeitaufwand ist enorm. Das medizinische Personal ist aber für mehrere Patienten zuständig und soll für jeden von ihnen einen optimalen Behandlungsprozeß bieten. Dies führt zu ständigen Kontextwechseln. Dabei ist das klinische Personal ohnehin schon durch sich ständig ändernde Anforderungen belastet. Auf unerwartete Ereignisse, Notfälle, Änderungen im Status der Patienten und fehlende Befunde bzw. Informationen muß es rasch und richtig reagieren. Wird die für eine geplante Intervention notwendige Voruntersuchung verschoben, gestrichen oder nicht wie geplant durchgeführt, so muß es erkennen ob dies Konsequenzen für den geplanten Behandlungsprozeß hat und – falls ja – wie darauf zu reagieren ist (z.B. Verschieben oder Stornieren von Terminen nachfolgender Untersuchungen). Aufgrund der fehlenden Planungsunterstützung und der von Hektik geprägten Arbeitssituation ist dies nicht immer möglich, so daß auftretende Probleme oftmals sehr spät erkannt werden. Die Folgen sind zeitraubende Telefonate, ständiges Nachfragen, Abstimmungsgespräche, Terminverschiebungen und nicht selten Wiederholungen von Untersuchungen.

Diese Probleme werden durch die Flut von Daten und rücklaufenden Befunden, denen sich das medizinische Personal gegenüber sieht, noch verschärft. Diese Daten, die konventionell nach Funktionsbereichen gegliedert sind, müssen vom Arzt strukturiert, intellektuell aufbereitet und in Relation zu den Problemen des jeweiligen Patienten gesetzt werden. Bei Nichteintreffen eines angeforderten Befundes erhält er primär keinerlei Informationen. Erinnert er sich an seine Anforderung und fragt nach, so kann es mühsam sein festzustellen, in welchem Status sich seine Anforderung aktuell befindet („Wurde die Untersuchung durchgeführt?“, „Wurde ein Befund geschrieben?“, „Ging der Befund verloren bzw. wurde er nach Verlegung des Patienten dem falschen Bestimmungsort zugeführt?“). Erschwerend kommt hinzu, daß zwischen der Anforderung einer medizinischen Leistung, ihrer Durchführung und der Übermittlung von Befunden oftmals Tage liegen, bedingt durch Verzögerungen bei der Befunderstellung sowie über Gebühr langen Liege-, Warte- und Transportzeiten. Fehlen dringend benötigte Befunde ist es meist bequemer Untersuchungen zu wiederholen, anstatt zeitaufwendige Telefonate zu führen.

Diese Mischung aus organisatorischen und medizinischen Problemen, die Flut an ständig neu eintreffenden Daten und die spezielle Arbeitssituation des klinischen Personals führen zu einer informationellen Überlastung, die nachweislich Unterlassungsfehler und falsche Entscheidungen mit sich bringen kann [10]. Hieraus ergeben sich sowohl aus Sicht der Patienten als auch der Klinik unangenehme und unerwünschte Effekte: Die Aufenthaltsdauer fällt länger aus als notwendig, die Kosten und die Invasivität der Behandlung steigen, in kritischen Situationen können fehlende Informationen zu verspäteten oder falschen Entschei-

dungen führen. Aus Sicht des einzelnen Patienten wäre deshalb eine stärkere Konzentration auf seinen Behandlungsprozeß, unabhängig von den beteiligten Einheiten und ihren Koordinationsproblemen, in höchstem Maße wünschenswert. Ähnliches gilt für das klinische Personal, das sich stärker um die medizinische Versorgung seiner Patienten kümmern möchte, anstatt unnötig viel Zeit mit Telefonaten sowie organisatorischen und buchhalterischen Tätigkeiten zu verschwenden.

Aus diesen Gründen wird das große Potential, das die bereichsübergreifende Optimierung und Neugestaltung von medizinisch-organisatorischen Abläufen bietet, zunehmend erkannt: Aufenthaltsdauern können verkürzt, die Anzahl notwendiger Untersuchungen verringert, die Anzahl auftretender organisatorischer Probleme und medizinischer Komplikationen reduziert und die Zufriedenheit von Patienten und Mitarbeitern erhöht werden. Grundlage hierfür bildet ein flächendeckendes und bereichsübergreifendes Prozeß- und Qualitätsmanagement, bei dem patientenorientiertes Handeln und die Optimierung der Versorgungskette im Vordergrund stehen. Medizinische, pflegerische und administrative Abläufe sowie Querbeziehungen zwischen ihnen müssen erfaßt, analysiert, auf Schwachstellen hin untersucht und bereichsübergreifend optimiert werden, d.h. es muß das getan werden, was man im industriellen Bereich unter Geschäftsprozeßmanagement oder -reengineering [4, 5, 11] versteht. Rechnerbasierte Werkzeuge für die Geschäftsprozeßmodellierung und -analyse können hierbei für den Krankenhausorganisator eine wichtige Hilfe sein und zu einer Versachlichung der Diskussionen mit dem Personal beitragen. Sie ermöglichen die graphische Modellierung, Simulation und Analyse der Krankenhausprozesse zusammen mit den erforderlichen Daten, Funktionen und Ressourcen. Wir stellen diese Werkzeuge in Abschnitt 3.1 vor.

2.2 Technologische Aspekte

Der Erfolg eines Prozeßengineering wird allerdings nur dann nachhaltig sein können, wenn es gelingt, die neu gestalteten Abläufe durch prozeßorientierte Krankenhausinformationssysteme (KIS) intelligent und flexibel zu unterstützen. Ein computerbasiertes System das die Durchführung medizinisch-organisatorischer Abläufe bereichsübergreifend koordiniert und überwacht, das ablaufbezogen informiert und dokumentiert, das die Terminplanung unterstützt und auf drohende Terminverletzungen oder unterlassene Verrichtungen hinweist, kann hier ein wesentlich höheres Potential ausschöpfen als es heutige KIS tun [12].

Heutige medizinische Anwendungssysteme bieten keine ausreichenden Möglichkeiten für die computerbasierte Steuerung und Überwachung von Arbeitsabläufen. Die elektronische Informationsverarbeitung im Krankenhaus ist vielmehr ein Spiegelbild der beschriebenen organisatorischen Strukturen. Sie erfolgt daten- und funktionsbezogen und ist nicht für eine prozeßorientierte, bereichsübergreifende Koordination medizinischer, pflegerischer und administrativer Tätigkeiten ausgelegt. In den einzelnen Bereichen gibt es historisch gewachsene, heterogene und autonome Anwendungssysteme, die funktional zwar relativ weit sind, die aber oftmals den Beschränkungen ihrer veralteten Architektur und ihrer Bedieneroberflächen unterliegen. Bereichsübergreifende Schnittstellen gibt es kaum, so daß ein globaler Datenaustausch bzw. die Integration in ein globales KIS nicht zufriedenstellend gelöst sind. In zunehmendem Maße werden diese Altsysteme deshalb durch neu konzipierte, modulare Anwendungskomponenten ersetzt. Dabei handelt es sich meist um Standardlösungen (z.B. PACS-Systeme, RIS-Systeme, Labor-EDV, Stationsmanagement) die für die Durchführung spezifischer Funktionen ausgelegt sind und die oftmals über eine eigene Datenverwaltung verfügen. Diese Anwendungen unterstützen einzelne Tätigkeiten wie die Aufnahme, Entlassung und Verlegung von Patienten, das Medizin-Controlling, die Leistungsabrechnung, die Bettenplanung, die Erstellung, Speicherung, Validierung und Verfügbarmachung elektronischer Befunde, die Indexierung und Archivierung von Bilddokumenten, die medizinische/pflegerische Dokumentation oder die elektronische Terminvereinbarung, um nur einige Beispiele zu nennen. Die logische Verknüpfung dieser Funktionen, d.h. der dahinterstehende Ablauf bzw. Workflow, existiert dagegen nach wie vor nur in den Köpfen der prozeßbeteiligten Personen. Eine computerunterstützte, bereichsübergreifende Ablaufplanung und -koordination gibt es nicht. Hinzu kommt, daß bereits die Nutzung einzelner Anwendungsfunktionen ein umständliches und zeitaufwendiges Navigieren durch Systemmenüs erforderlich machen kann. Dies verschärft die ohnehin schon vorhandene Problematik, daß zu erledigende Aufgaben übersehen oder Abhängigkeiten zwischen ihnen (Reihenfolgen, Fristen, zeitliche Einschränkungen) nicht beachtet werden. Daran ändert auch die Bereitstellung einer elektronischen Patientenakte, deren Notwendigkeit unbestritten ist, nichts. Relevante Informationen zum Patienten müssen vom Arzt oder der Pflegekraft explizit erfragt und in den Kontext des Behandlungsprozesses des Patienten gesetzt werden (passive Informationsbereitstellung).

Die Herausforderung der Zukunft liegt nicht im Aufbau lokaler „Informationsinseln“, sondern in der Realisierung durchgängiger Gesamtkonzepte, in die sich lokale Anwendungssysteme harmonisch integrieren lassen. Ein KIS, das das Krankenhauspersonal ablaufbezogen unterstützt und informiert, kann hier ein hohes Potential ausschöpfen, indem es die richtige Information der richtigen Person zum richtigen Zeitpunkt und verknüpft mit der richtigen Anwendungsfunktion aktiv so anbietet, daß diese Person die anstehende Teilaufgabe möglichst effizient durchführen kann. Allerdings ist zu beachten, daß prozeßorientierte Anwendungssysteme sehr viel häufiger abgeändert werden müssen als funktionsorientierte Systeme, die in der Regel relativ stabil sind [9, 13]. Prozeßorientierte KIS [12] sind deshalb nur dann auf breiter Basis wirklich sinnvoll einsetzbar, wenn sie sich rasch und kostengünstig an sich ändernde Ablauf- und Organisationsstrukturen adaptieren lassen. Erschwerend kommt hinzu, daß ein durch den Rechner erzwungenes, starres schematisches Vorgehen bei der täglichen Arbeit im Krankenhausalltag auf wenig Akzeptanz stoßen würde. Vielmehr muß es für den Arzt oder die Pflegekraft in Ausnahmesituationen möglich sein, in sehr flexibler Form Abweichungen vom geplanten (d.h. vom modellierten) Ablauf vorzunehmen (z.B. einen Patienten ohne elektronische Anmeldung bzw. Terminvereinbarung notfallmäßig einer Untersuchungseinheit zuzuführen), ohne daß es dadurch zu Konsistenzproblemen oder sogar zu einem instabilen Systemverhalten kommt.

Die Entwicklung flexibler, prozeßorientierter KIS ist programmtechnisch jedoch erheblich aufwendiger und komplexer als im Fall funktionsorientierter Anwendungssysteme. Prozeßorientierte Anwendungen können bei Verwendung konventioneller Implementierungstechniken, bei denen Ablaufstrukturen im Programmcode quasi hart verdrahtet werden, nicht mit vertretbarem Aufwand realisiert und gewartet werden, insbesondere wenn man an spätere Änderungen in den Abläufen denkt. Darüber hinaus bedarf es sehr systemnaher Kenntnisse, um wirklich verlässliche und robuste Anwendungssysteme realisieren zu können. Diese sind in der Anwendungsdomäne Krankenhaus in der Regel nicht vorhanden. Der Schlüssel zum Erfolg liegt unseres Erachtens in der Trennung der Ablauflogik eines Prozesses von der Implementierung seiner Anwendungsfunktionen. Workflow-Management-Systeme (WfMS) bieten hier einen vielversprechenden technologischen Ansatz. Viele dieser Systeme erlauben es, die verschiedenen Aspekte eines Arbeitsablaufs (z.B. Bearbeitungsreihenfolgen und -bedingungen für Einzelschritte, Informationsflüsse, zeitliche Abhängigkeiten) unabhängig von der Implementierung der einzelnen Arbeitsschritte zu spezifizieren. Eine typische weitere Option ist die Visualisierung bzw. Animation und damit auch Validation des Systemverhaltens unabhängig vom Implementierungsstand der einzelnen Schritte. Hierdurch wird die Programmentwicklung und sogar die Integration existierender Anwendungskomponenten erheblich vereinfacht. Darüber hinaus sind WfMS zur Laufzeit in der Lage, Abläufe aktiv zu koordinieren und zu überwachen, wodurch der Endanwender direkt profitieren kann. Wir kommen hierauf in Abschnitt 3.2 zurück.

3 Rechnergestützte Werkzeuge für die Gestaltung und Ausführung von Prozessen

Kritische Erfolgsfaktoren für die Realisierung prozeßorientierter KIS sind zum einen eine geeignete Vorgehensweise bei der Analyse, Modellierung und Umsetzung der neugestalteten Prozesse, zum anderen der Einsatz geeigneter Informationstechnologien. Generell muß unterschieden werden zwischen Werkzeugen für die Prozeßmodellierung und -analyse (sog. Geschäftsprozeßmodellierungswerkzeuge) und Workflow-Management-Systemen (WfMS) für die rechnergestützte Koordination und Überwachung von Arbeitsprozessen. Das Kennen und Verstehen der zugrundeliegenden Konzepte, des Entwicklungsstandes und des Potentials dieser Technologien hilft, diese hinsichtlich einer gegebenen Aufgabenstellung richtig einschätzen und effektiv nutzen zu können sowie Fehlentscheidungen und teure Fehlentwicklungen zu vermeiden. Gerade hier besteht im Krankenhausbereich ein erheblicher Nachholbedarf.

3.1 Rechnerunterstützte Modellierung, Analyse und Optimierung von Arbeitsabläufen

Um die Erfassung, Analyse und Optimierung von Arbeitsabläufen professionell gestalten zu können, reicht eine papierbezogene Dokumentation der Ergebnisse nicht aus. Stattdessen benötigen wir Hilfswerkzeuge, die es uns erlauben, Krankenhausprozesse (und zwar nicht nur die rechnergestützten Aspekte) zu modellieren, die Modelle mit Anwendern zu diskutieren und Ist- und Soll-Prozesse unter verschiedenen Kriterien einander gegenüber zu stellen. Hier bieten rechnergestützte Prozeßmodellierungswerkzeuge vielversprechende Perspektiven, sowohl für die Ist-Aufnahme als auch für den Entwurf von Soll-Prozessen. Diese Werkzeuge stellen formale Methoden bereit, mit denen die verschiedenen Aspekte eines Arbeitsablaufs (z.B. durchzuführende Tätigkeiten bzw. Arbeitsschritte, Bearbeitungsreihenfolgen und -bedingungen, Informations- und Materialflüsse, zeitliche Abhängigkeiten, eingesetzte Ressourcen) in einer abstrakten, für

das klinische Personal verständlichen Notation beschrieben werden können. Dadurch wird eine ganzheitliche Dokumentation der Daten-, Funktions-, Organisations- und Prozeßstrukturen des Krankenhauses möglich. Wesentliche Vorteile, die aus der Verwendung rechnergestützter Prozeßmodellierungswerkzeuge resultieren, sind die Sicherstellung einer hohen Aktualität der Arbeitsergebnisse durch komfortables Nachführen von Änderungen und die werkzeugseitige Konsistenthaltung der Modelle. Insgesamt läßt sich durch die separate Modellierung der verschiedenen Teilaspekte eines Prozesses die komplexe Aufgabe der Prozeßmodellierung in überschaubare Teilaufgaben zerlegen.

Für die Prozeßmodellierung werden graphische Darstellungsformen gewählt. Sie sind in der Regel verständlicher als textuelle oder tabellarische Beschreibungen und erleichtern somit die Diskussion von Prozessen und ggf. Prozeßveränderungen mit den beteiligten Personen. Darüber hinaus genießen graphische Ablaufbeschreibungen sowohl in der DV als auch in den Fachabteilungen eine hohe Akzeptanz. Durch die Umsetzung der Prozesse in formale Modelle ist es zudem möglich – den Einsatz der richtigen Werkzeuge vorausgesetzt – eine rechnergestützte Prozeßanalyse in Form von Kennzahlenberechnungen (z.B. Prozeßkosten, Durchlaufzeiten usw.) und Simulationen (z.B. dynamisches Verhalten bei Abwicklung mehrerer Prozeßinstanzen innerhalb eines bestimmten Zeitraums) durchzuführen. Auf diese Weise können bereits während der Prozeßmodellierung unnötig hohe Kosten, Kapazitätsengpässe, Warte- und Leerlaufzeiten, überlange Prozeßketten oder Medienbrüche aufgedeckt und bei der Erarbeitung von Soll-Prozessen berücksichtigt werden. Darüber hinaus ermöglichen Kennzahlenanalysen die Gegenüberstellung von Ist- und Soll-Abläufen. Der Vergleich mit krankenhausspezifischen Referenzmodellen kann zusätzlich eine wichtige Orientierungshilfe für die Prozeßoptimierung sein. Insgesamt tragen diese Möglichkeiten dazu bei, organisatorische Änderungen mit dem Krankenhauspersonal auf sachlicher Ebene diskutieren zu können.

Auf dem Markt gibt es zahlreiche kommerzielle Prozeßmodellierungswerkzeuge, die sich im Hinblick auf die Art und den Umfang der bereitgestellten Modellierungstechniken, Simulations- und Analysemöglichkeiten sowie Schnittstellen zu anderen Systemen (z.B. für die Übernahme der Modelle in Workflow-Management-Systeme) zum Teil erheblich voneinander unterscheiden. Für den Einsatz im Krankenhausbereich muß ein Prozeßmodellierungswerkzeug in jedem Fall die adäquate Abbildung der Kernbehandlungsprozesse unterstützen, d.h. es müssen komplexe Zusammenhänge zwischen Behandlungsaufträgen, medizinischen Leistungen und einzelnen ärztlichen, pflegerischen und administrativen Tätigkeiten modelliert werden können. Des Weiteren müssen die zur Durchführung medizinischer Maßnahmen erforderlichen Ressourcen (z.B. Materialien, Geräte, Personal) beschrieben und mit einzelnen Funktionen bzw. Prozessen assoziiert werden können. Dabei sind evtl. komplexe organisatorische Regelungen (z.B. Vertreterregelungen) zu modellieren. Idealerweise können Prozeßmodellierungswerkzeuge auch als Planungswerkzeug, z.B. für die Kapazitäten- und Zeitplanung, eingesetzt werden.

Im Rahmen des von uns an der Universitätsfrauenklinik Ulm durchgeführten Prozeßreengineering sind die beiden Werkzeuge *ARIS Toolset* und *Bonapart* zum Einsatz gekommen. *ARIS Toolset* bietet einen umfangreichen Werkzeugkasten mit in der Informatik gängigen Modellierungstechniken an und kann auch in Verbindung mit der Einführung von Standardsoftware (z.B. SAP R/3) genutzt werden. Für die Modellierung der Strukturen von Aufbau- und Ablauforganisation kommen Techniken wie Organigramme, Funktionsdiagramme, erweiterte Entity-Relationship-Modelle und Ereignis-Prozeßketten zum Einsatz (siehe Abbildung 1). Darüber hinaus werden von ARIS verschiedene Erweiterungsmodule angeboten, die z.B. die Simulation von Prozeßmodellen und die Prozeßkostenrechnung unterstützen. Das von uns ebenfalls eingesetzte Petri-Netz-basierte Werkzeug *Bonapart* zeichnet sich vor allem durch seine intuitive, objektorientierte Modellierungstechnik sowie durch umfassende Möglichkeiten zur Simulation und Analyse von Prozeßmodellen aus. Beide Punkte haben die Diskussion der Abläufe mit den klinischen Anwendern wesentlich vereinfacht.

Insgesamt stellen rechnergestützte Prozeßmodellierungswerkzeuge ein unverzichtbares Hilfsmittel für den Krankenhausorganisator dar. Sie unterstützen nicht nur die Analyse und Optimierung von Abläufen, sondern sind auch anderweitig vielseitig verwendbar. Mögliche Einsatzgebiete sind die Dokumentation und Instandhaltung von Organisationshandbüchern, die Erstellung von Qualitäts- und Verfahrenshandbüchern (z.B. zur Dokumentation medizinischer oder pflegerischer Standards), das Prozeßkostenmanagement (z.B. prozeßorientierte Fallkostenkalkulation), die Personalbedarfsplanung, die prozeßorientierte Einführung von Standardsoftware, die Unterstützung von Zertifizierungsverfahren nach ISO9000 sowie die Einführung vorgangsorientierter Anwendungssysteme. Aufgrund dieser vielfältigen Möglichkeiten sollte vor der Auswahl eines Prozeßmodellierungswerkzeugs der konkrete Verwendungszweck feststehen.

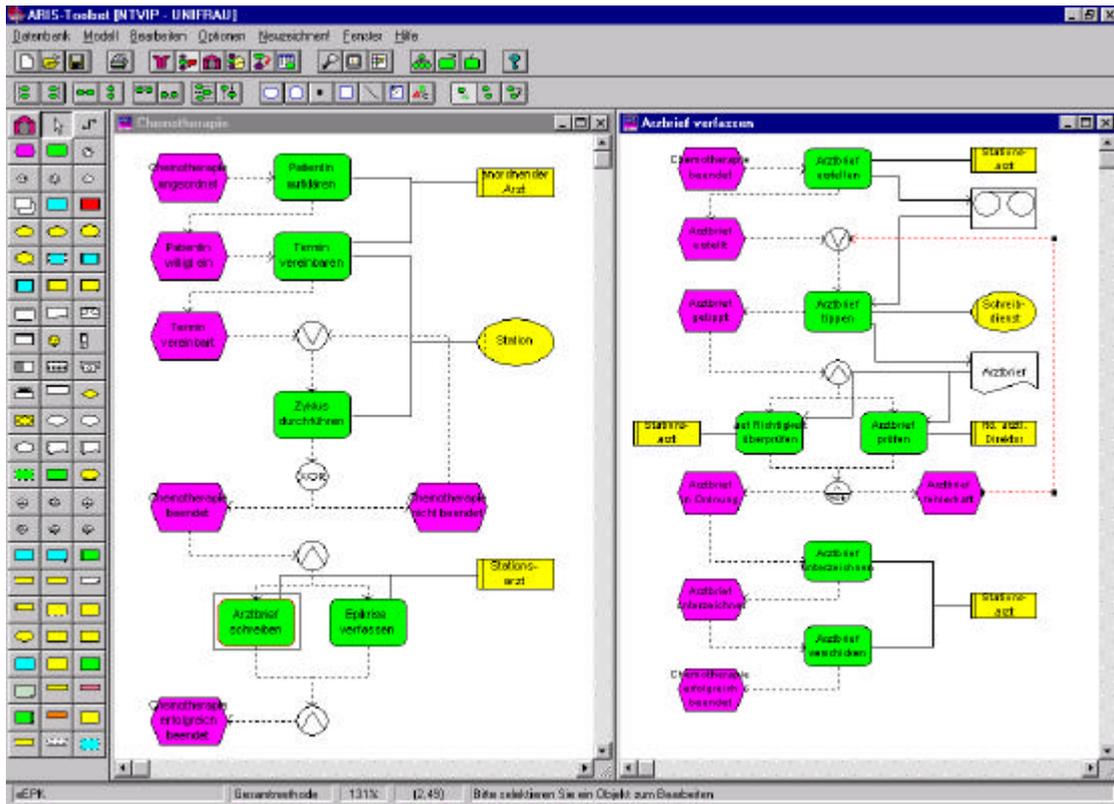


Abbildung 1: Graphische Modellierung von Klinikprozessen mit dem ARIS Toolset

3.2 Rechnergestützte Steuerung und Überwachung von Arbeitsabläufen

Vom Ansatz her bieten prozeßorientierte Workflow-Management-Systeme (WfMS) eine vielversprechende Technologie zur Realisierung und Wartung vorgangsorientierter, medizinischer Anwendungssysteme. WfMS zerlegen das Anwendungssystem in einen Ablaufteil (Ablaufgraph) und in einen Funktionsteil (vgl. Abbildung 2) – genauer eine Sammlung von Funktionsbausteinen. Dazu werden die verschiedenen Aspekte eines Arbeitsablaufs, wie durchzuführende Tätigkeiten, Bearbeitungsreihenfolgen und –bedingungen, Datenflüsse, zeitliche Einschränkungen oder Ausnahmen, von der Implementierung der einzelnen Anwendungsfunktionen separiert und dem WfMS gegenüber explizit bekannt gemacht. Zu diesem Zweck stellt das WfMS Komponenten für die Modellierung von Arbeitsabläufen bereit. Auf Grundlage der erstellten Ablaufmodelle kann der Anwender konkrete Vorgänge starten („instantiiieren“), deren Ausführung dann vom WfMS koordiniert und überwacht wird.

3.2.1 Anwendungsentwicklung mit Workflow-Management-Systemen

Die Entwicklung von Anwendungssystemen auf Basis prozeßorientierter WfMS erfolgt in drei Stufen: der Ablaufdefinition, der Implementierung der einzelnen Arbeitsschritte bzw. Anwendungsfunktionen, wobei Implementierung auch Anknüpfung vorhandener Programme bedeuten kann, und der Realisierung von Bedieneroberflächen für die verschiedenen Anwendergruppen und Bereiche des Krankenhauses.

Für jeden zu unterstützenden Prozeßtyp (z.B. Ablauf zur Durchführung einer Untersuchung, inkl. vor- und nachbereitender Schritte; Ablauf einer ambulanten / stationären Chemotherapie) muß mit den WfMS-Modellierungskomponenten eine Prozeßvorlage erstellt und im System hinterlegt werden. Eine solche Vorlage beschreibt den genauen Ablauf des zu unterstützenden Prozesses, legt also fest, welche konkreten Tätigkeiten von welchen Personengruppen in welcher Reihenfolge und unter welchen Bedingungen durchgeführt werden sollen. Meist bedient man sich hierzu graphischer Darstellungen, bei denen z.B. die einzelnen Arbeitsschritte des Prozesses durch Kreise, Rechtecke oder andere Symbole und die Bearbeitungsreihenfolgen zwischen ihnen durch Pfeile festgelegt werden. Man kann in diesen Ablaufmodellen ebenfalls zum Ausdruck bringen, ob Arbeitsschritte nur hintereinander (sequentiell) oder auch parallel ausführbar sein sollen und ob es alternative Ausführungspfade (z.B. abhängig von Daten des Workflows) gibt. Auch Informationsflüsse zwischen Tätigkeiten können modelliert werden.

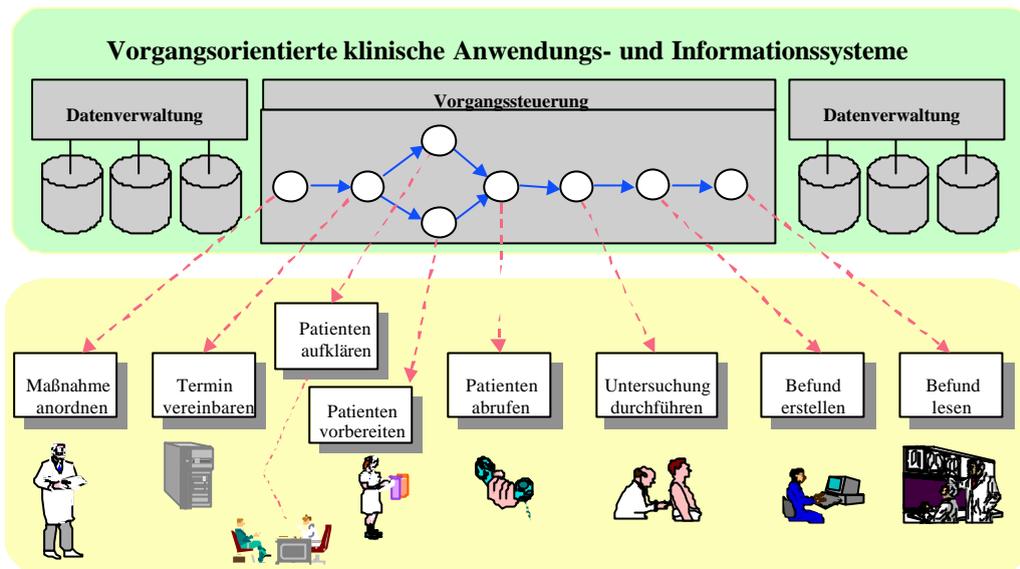


Abbildung 2: Vorgangsorientierte, medizinische Anwendungs- und Informationssysteme

Neben den Prozeß- müssen auch die Organisationsstrukturen (z.B. Abteilungen und Personalstruktur) des Krankenhauses – soweit für die Ablaufsteuerung relevant – im WfMS modelliert und gespeichert werden. Auf Grundlage dieser Informationen ist es für das WfMS möglich, auszuführende Tätigkeiten bzw. Arbeitsschritte den jeweils in Frage kommenden Bearbeitern gezielt zuzuordnen bzw. ihnen die Bearbeitung anzubieten. Zu diesem Zweck müssen vom Modellierer für jeden Arbeitsschritt einer Prozeßvorlage entsprechende Angaben gemacht werden, auf deren Basis das WfMS zur Laufzeit die für die Bearbeitung in Frage kommenden Personen ermitteln kann. In der Regel werden einzelnen Tätigkeiten keine konkreten Personen als Bearbeiter zugeordnet, sondern spezifische Ausführungsorgane, die bezüglich der Aufgabenzuteilung sogenannte Rollen (z.B. Oberarzt, Stationsarzt, Pflegekraft, MTA, Ambulanzkraft oder Laborautomat) übernehmen. Eine Rolle beschreibt bestimmte Fähigkeiten und/oder Kompetenzen, die ein Benutzer erfüllen muß, um die jeweiligen Tätigkeiten in seiner Arbeitsliste zur Bearbeitung angeboten zu bekommen. Ausführungsorgane in derselben Rolle sind austauschbar. Ebenso kann ein bestimmter Benutzer mehrere Rollen einnehmen (z.B. Stations- und Ambulanzarzt) bzw. unterschiedlichen organisatorischen Einheiten zugeordnet sein. Neben der Modellierung und Zuordnung von Rollen, müssen bei der Organisationsmodellierung z.B. auch Vertreterregelungen beschrieben werden. Auf ihrer Grundlage sorgt das WfMS bei der Abwesenheit von Personen selbständig dafür, daß die zu erledigenden Tätigkeiten nicht liegenbleiben, sondern an andere Personen zur Bearbeitung weitergeleitet werden.

Um die Bearbeitung einzelner Arbeitsschritte rechnergestützt durchführen zu können, müssen ihnen bei der Workflow-Modellierung Anwendungsprogramme zugeordnet werden. Diese Programmbausteine werden, zumindest logisch gesehen, separat entwickelt. Bei diesen „Bausteinen“ kann es sich um einfache Bildschirmmasken handeln, über die Informationen ein- und ausgegeben wird, es können aber auch (ggf. bereits existierende) Programme sein, die an dieser Stelle eine bestimmte Anwendungsfunktion (z.B. Patientenaufnahme, Leistungsanforderung, Terminplanung, Befund- und Arztbriefschreibung, OP-Dokumentation) realisieren. Bei der Workflow-Modellierung wird für jeden einzelnen Teilschritt festgelegt, welches Programm zu seiner Bearbeitung gerufen werden soll und welche Parameter (z.B. Daten zum Patienten) beim Aufruf mitgegeben werden sollen. Im Rahmen unseres Workflow-Projektes konnte die Mehrzahl der zu unterstützenden Tätigkeiten auf einfache Bildschirmmasken abgebildet werden. Sie entsprechen den heute in der Klinik verwendeten Formularen. Wählt der Benutzer eine Aufgabe aus seiner Arbeitsliste aus, wird vom System die entsprechende Maske gestartet und mit Eingabedaten versorgt. Darüber hinaus wurden von uns zur Unterstützung einzelner Prozeßschritte, wie z.B. die Erstellung von OP-Berichten, die Planung von Terminen oder die administrative Aufnahme von Patientinnen, auch existierende Anwendungssysteme eingebunden.

Im Anschluß an die Workflow-Modellierung und die Anknüpfung von Programmbausteinen erhält man einen ausführbaren Workflow. Üblicherweise bieten WfMS Standardoberflächen an, mit denen autorisierte Benutzer neue Vorgänge (z.B. Untersuchungsabläufe) initiieren sowie zur Ausführung anstehende Tä-

tigkeiten (z.B. Leistungsanordnung, Terminplanung, Aufklärung des Patienten, Befunderstellung usw.) starten, beenden, abrechnen oder wiederholen können. Die Generierung und Verwaltung der Arbeitslisten übernimmt das WfMS. Die angebotenen Standardbenutzerschnittstellen kommen für den Einsatz im Krankenhausbereich allerdings aus mehreren Gründen nicht in Frage: Anwendungsdienste, die zusätzlich zur Workflow-Anwendung verwendet werden sollen (z.B. Komponenten für die Terminplanung, elektronische Patientenakte), können von dieser Standardoberfläche aus nicht bedient werden. Hinzu kommt, daß Ärzte häufig in verschiedenen Bereichen des Krankenhauses in unterschiedlichen Rollen arbeiten. Beispielsweise kann derselbe Arzt auf Station für die Behandlungsprozesse seiner Patienten verantwortlich sein und – für ein paar Stunden täglich – bestimmte Untersuchungen in einer Funktionseinheit durchführen. Aus diesem Grund sollte es für einen Benutzer von seinem aktuellen Arbeitsplatz jederzeit möglich sein, Ad-hoc-Wechsel zwischen seinen Rollen (z.B. Ambulanz- und Stationsarzt) vorzunehmen, etwa wenn er sich in der Ambulanzkabine über aktuell anstehende Aufgaben auf seiner Station informieren möchte. Ärzte und Pflegekräfte sind deshalb nicht immer erfahrene Systembenutzer, zumindest nicht in allen ihren Rollen. Des Weiteren macht es die spezielle Arbeitssituation im Krankenhaus immer wieder erforderlich, daß Computerdialoge unterbrochen und später wieder aufgenommen werden. Bedieneroberflächen für vorgangsorientierte, medizinische Anwendungssysteme müssen deshalb leicht bedienbar und selbsterklärend sein. Darüber hinaus müssen Benutzerschnittstellen, unabhängig vom konkreten Arbeitsplatz bzw. der konkreten Rolle die ein Benutzer einnimmt, demselben Interaktionsmodell folgen und in sich konsistent sein. Jedes System, das nicht unmittelbar eine Arbeitserleichterung mit sich bringt, wird von Anwendern im Krankenhaus nicht akzeptiert werden. Aus diesen Gründen haben wir im Rahmen unserer Workflow-Projekte für die verschiedenen Bereiche und Personengruppen im Krankenhaus eigene „vorgangsorientierte“ Arbeitsplatzsysteme implementiert, die wir in Abschnitt 4.2.3 vorstellen werden.

3.2.2 Ablaufkoordination durch Workflow-Management-Systeme

Im Anschluß an diese beschriebenen Entwicklungsschritte erhält man ein komplettes Anwendungssystem. Soll ein konkreter Vorgang, z.B. der Behandlungsprozeß für einen bestimmten Patienten, in Gang gesetzt werden, muß der Anwender zuerst eine entsprechende Prozeßvorlage (z.B. Abwicklung eines minimal-invasiven Eingriffs, inkl. vor- und nachbereitender Schritte) auswählen. Nachdem er vorgangsspezifische Daten (z.B. Patienten-Id, Fallnummer, Einweisungsdiagnose) festgelegt hat, wird vom WfMS eine neue Instanz des betreffenden Prozeßtyps erzeugt und gestartet. Der Vorgang wird dann über seine komplette Lebenszeit hinweg, ggf. also auch über einen längeren Zeitraum, vom WfMS begleitet und koordiniert. D.h. das WfMS verfolgt den Ablauf des Prozesses aktiv mit, bietet die zur Bearbeitung anstehenden Tätigkeiten Anwendern in Arbeitslisten an oder weist auf drohende Terminüberschreitungen hin. Im einzelnen ergeben sich aus Sicht des Endanwenders die folgenden Perspektiven:

- Krankenhausabläufe werden bereichsübergreifend gesteuert und anstehende Aufgaben automatisch und termingerecht an die zuständigen Stellen bzw. Bearbeiter weitergeleitet.
- Die Ausführung von Abläufen wird aktiv überwacht und das medizinische Personal auf drohende Terminüberschreitungen oder unterlassene Verrichtungen hingewiesen.
- Das WfMS verwaltet individuelle Arbeitslisten und räumt den Anwendern unterschiedliche Sichten darauf ein, z.B. patienten- oder aufgabentypbezogene Zusammenfassung von Tätigkeiten, Anordnung durchzuführender Aufgaben nach Dringlichkeit, usw.
- Am Arbeitsplatz werden die erforderlichen Anwendungsfunktionen und Informationen für die Ausführung einzelner Prozeßschritte bereitgestellt. Wählt ein Anwender eine Aufgabe aus seiner Arbeitsliste aus, startet das WfMS das damit verknüpfte Anwendungsprogramm (z.B. eine Bildschirmmaske) automatisch mit den richtigen Anwendungsdaten. Das zeitaufwendige Navigieren durch Systemmenüs, wie es bei funktionsorientierten Anwendungssystemen notwendig wird, entfällt.
- Das WfMS besitzt Kenntnis über den Status laufender Vorgänge, so daß der Arzt oder die Pflegekraft ablaufbezogen informiert werden können. Zu jedem laufenden Vorgang kann vom WfMS erfragt werden, welche Tätigkeiten abgeschlossen wurden, welche gerade in Bearbeitung sind oder welche noch ausstehen. Auch Informationen zu zukünftigen Aufgaben und ihren Terminen sind verfügbar.
- Die im Verlauf eines Vorgangs durchgeführten Tätigkeiten werden automatisch dokumentiert. Durch den Einsatz vorgangsorientierter Anwendungssysteme und der damit einhergehenden Erfassung der Bearbeitungsschritte und deren Dauer ergibt sich deshalb auch die Chance zu einer "prozeßbegleitenden Betriebsdatenerfassung" und damit zu einer prozeßorientierten Kostenrechnung.

3.2.3 Vorteile aus Sicht der Anwendungsentwicklung

Im vorangegangenen Abschnitt haben wir Vorteile workflow-basierter, medizinischer Anwendungssysteme aus Sicht des klinischen Anwenders aufgezeigt. Er sieht dem Anwendungssystem selbst allerdings nicht an, ob es mit Hilfe eines WfMS oder auf der Grundlage konventioneller Entwicklungsmethoden realisiert wurde. Welche Vorteile bietet also die beschriebene Vorgehensweise – Trennung des Anwendungssystems in Ablauf- und Funktionsteil – aus Sicht der Anwendungsentwicklung?

Wesentlich ist, daß man den Ablauf dem WfMS explizit durch die Modellierung bekannt macht und nicht im Programmcode „versteckt“. Die Abbildung der mit einem Prozeßmodellierungswerkzeug (vgl. Abschnitt 3.1) beschriebenen Krankenhausprozesse auf das WfMS-Ablaufmodell ist dadurch relativ direkt möglich und wird zusätzlich durch Schnittstellen zwischen den Werkzeugen unterstützt. Hierdurch werden Umsetzungsfehler vermieden oder zumindest reduziert. Die WfMS-Entwicklungswerkzeuge helfen zusätzlich, Fehler in Ablaufmodellen frühzeitig zu erkennen. So kann beispielsweise der modellierte Ablauf durch Animation mit Anwendern durchgespielt werden, noch bevor eine Zeile Programmcode implementiert wird. Dadurch kann der Anwendungsentwickler zusammen mit dem Krankenhauspersonal überprüfen, ob die Umsetzung der Vorgaben in das WfMS-Ablaufmodell korrekt erfolgt ist. Spätere organisatorische Änderungen in den Krankenhausprozessen und daraus resultierende Änderungen in den Anwendungssystemen lassen sich aus denselben Gründen ebenfalls einfacher in WfMS-basierten Anwendungssystemen durchführen. Wurde bei der Implementierung der Anwendungsfunktionen sorgfältig vorgegangen, so kann z.B. die Reihenfolge der Arbeitsschritte geändert oder es können neue Schritte hinzugekommen werden, ohne daß hiervon die bereits existierenden Programmbausteine betroffen sind. Und selbst wenn dies der Fall wäre sind die Änderungen bzw. deren Auswirkungen in der Regel erheblich überschaubarer als bei konventionellen Lösungen. Das heißt, die Wartungskosten werden erheblich reduziert!

Insgesamt ergeben sich durch die Realisierung kleinerer, besser überschaubarer Anwendungskomponenten bessere Voraussetzungen für die Erhöhung der Softwarequalität. Workflow-Technologie hat das Potential, zu einer gänzlich neuen Art der Programmentwicklung zu führen: Anwendungen werden im wesentlichen durch graphische Beschreibung ihrer Ablaufstrukturen ("Prozeßvorlagen") und durch "Einstecken" vorgefertigter Programmbausteine in diese Prozeßvorlagen entwickelt. Damit werden Anwendungsentwickler in die Lage versetzt, die Abläufe des Krankenhauses auf WfMS-Ablaufmodelle abzubilden und durch Anknüpfung von Anwendungskomponenten (mit standardisierten Schnittstellen) ein komplettes vorgangorientiertes Anwendungssystem zu erstellen. Workflow-Technologie kann deshalb dazu beitragen, die „vor Ort“ eingesetzten, funktionsorientierten Anwendungssysteme prozeßorientiert zu integrieren und so eine gemeinsame Basis für die Verwaltung von Arbeitsabläufen zu schaffen. Da WfMS in der Regel für verteilte Systemumgebungen mit vernetzten PCs oder Workstations konzipiert sind, passen sie sich auch gut in die dezentralen Informationsstrukturen in Krankenhäusern ein.

WfMS verfügen über ein hohes Potential für eine systemseitige Selbstüberwachung und Fehlerbehandlung. Die Durchführung der Ablaufsteuerung durch das WfMS bietet die Möglichkeit, die Anwendungsentwicklung durch Bereitstellung von Systemdiensten für die Fehler- und Ausnahmebehandlung sowie für die Überwachung von Bearbeitungszeiten drastisch zu vereinfachen. Dadurch kann der Anwendungsentwickler von systemnahen Aspekten entlastet werden, wodurch sich auch die Zuverlässigkeit der resultierenden Anwendungssysteme erhöht.

4 Ergebnisse

In der Universitätsfrauenklinik Ulm haben wir im Projekt „Workflow-Management in klinischen Anwendungsumgebungen“ modellhaft, aber doch realistisch, den Fall durchgespielt, daß Workflow-Technologie flächendeckend in der Klinik eingeführt wird. Aufbauend auf einer umfassenden Analyse und Optimierung der medizinisch-organisatorischen Kernprozesse der Klinik wurden unter Laborbedingungen ausgewählte Abläufe aus dem Bereich der minimal invasiven Chirurgie (Tagesklinik) auf Basis des Workflow-Management-Systems WorkParty realisiert und Anforderungen, die sich aus dem WfMS-Einsatz in der Klinik ergeben, systematisch untersucht.

4.1 Prozeßanalyse und –optimierung in der Frauenklinik

Der Konzeption, Planung und Realisierung der Workflow-Anwendungen ging das Reengineering der Prozesse voraus. Konkret sollten in unseren Projekten Möglichkeiten für Prozeß- und Strukturverbesserungen

ermittelt werden, mit dem Ziel die Patientenversorgung zu optimieren, Verweildauern zu verkürzen, Fehlbelegungen zu vermeiden und das klinische Personal von organisatorischen, nicht wertschöpfenden Aufgaben zu entlasten. Bei der Auswahl der für uns relevanten Abläufe haben wir ein breites Spektrum an Prozessen abgedeckt was Dauer, Komplexität, Planbarkeit sowie beteiligte Bereiche und Personengruppen anbetrifft. Konkret wurden von uns die folgenden Prozesse analysiert und optimiert: Invasive Chirurgie (inkl. vor- und nachbereitender Schritte), minimal invasive Chirurgie (Tagesklinik), ambulante / stationäre Chemotherapie, Abläufe aus dem Stations-, Ambulanz- und Wochenbereich, Laborabläufe, Funktionsdiagnostik, Logistikprozesse, Dokumentationsprozesse (z.B. Erstellung medizinischer Berichte) sowie Aufnahme, Entlassung und Verlegung des Patienten. Hinzu kommt eine umfassende Analyse und teilweise auch Neugestaltung der Aufbauorganisation der Klinik.

Im Anschluß an die Identifikation der Prozesse erfolgte die eigentliche Analyse und Optimierung. In einer Ist-Aufnahme haben wir die Strukturen und das Umfeld der Prozesse (z.B. durchzuführende Tätigkeiten, Bearbeitungsreihenfolgen und -bedingungen, Material- und Informationsflüsse, zeitliche Abhängigkeiten, eingesetzte Ressourcen und Informationssysteme, Wechselwirkungen mit anderen Prozessen, Ausnahmesituationen) durchleuchtet und auf Schwachstellen untersucht. Zu diesem Zweck haben wir Fragebögen an das klinische Personal ausgeteilt und Interviews mit prozeßbeteiligten Personen geführt. Darüber hinaus haben wir die Abläufe in der Frauenklinik „vor Ort“ begleitet. Ein wichtiges Anliegen bei der Durchführung dieser Maßnahmen war es, Akzeptanz für notwendige Prozeßveränderungen zu schaffen. Hinzu kamen regelmäßige Treffen mit dem Chefarzt und verantwortlichem Personal. In der anschließenden Sollkonzeption haben wir dann, ausgehend von einer modellierten Idealvorstellung, den Handlungsbedarf sowie einzuleitende Maßnahmen zur Beseitigung der Schwachstellen festgelegt, wobei für Prozesse nach Möglichkeit mehrere Soll-Varianten modelliert und miteinander verglichen wurden. Die Modellierung der Ist- und Soll-Abläufe (bzw. von Teilausschnitten) erfolgte auf Grundlage des Geschäftsprozeßmodellierungswerkzeuges Bonapart, was insbesondere zu einer Versachlichung der Diskussionen mit Ärzten, Pflegekräften und sonstigen Prozeßbeteiligten beigetragen hat.

Unsere Prozeßanalysen unterstreichen im wesentlichen die in Abschnitt 2 geschilderten Probleme. Zu ihrer Überwindung haben wir ein Bündel an Maßnahmen erarbeitet und teilweise auch bereits umgesetzt. Hierzu gehören die Benennung von abteilungs- bzw. fachübergreifenden Prozeßverantwortlichen sowie eine Mischform zwischen funktionaler und prozeßorientierter Gestaltung von Verantwortlichkeiten. Für einige der Abläufe werden zukünftig Terminpläne rechnergestützt erstellt und überwacht. Dabei sollen Termine zum Behandlungsprozeß einer Patientin zusammenhängend und bereichsübergreifend geplant und koordiniert werden. Ziele sind die Vermeidung von Terminkollisionen, unnötigen Wartezeiten und Untersuchungswiederholungen infolge einer schlechten Koordination. Die Liegezeiten vor der Durchführung eines invasiven Eingriffs sollen verringert werden, indem ein Großteil der prä-operativen Diagnostik in die vorstationäre Phase ausgelagert wird. Um das Ambulanz- und Stationspersonal von der Planung und Koordination von Untersuchungsterminen zu entlasten und um eine schnellere Abwicklung der prä-operativen Diagnostik zu ermöglichen, wird darüber nachgedacht für standardisierte Bündel diagnostischer Maßnahmen (z.B. indizierte radiologische Untersuchungen vor einer Ovarial-Karzinom-Operation) die Planung an die leistungserbringenden Stellen abzugeben. Bei der Umsetzung der Prozeßveränderungen auf organisatorischer Ebene haben wir mehrfach auch strukturelle Anpassungen in der Verteilung von Aufgaben und Kompetenzen vorgenommen. Durch eine prozeßorientierte Aufgabenkonsolidierung konnte z.B. für Prozesse aus dem Bereich der minimal invasiven Chirurgie eine verstärkte Arzt-Patienten-Zuordnung und damit ein geringerer Abstimmungsaufwand erreicht werden.

4.2 Prozeßsteuerung durch Einsatz von Workflow-Management-Systemen

Ein wesentliches Anliegen unserer Arbeiten ist es zu klären, wie die optimierten Prozesse durch workflow-basierte, klinische Anwendungssysteme unterstützt werden können. Für eine Pilotimplementierung haben wir Abläufe aus dem Bereich „Tagesklinik“ gewählt, in der minimal invasive Chirurgie (MIC) durchgeführt werden. MIC-Prozesse eignen sich gut für eine rechnergestützte Koordination und Überwachung, da sie gut strukturierbar sind, eine relativ kurze Dauer aufweisen und im Gegensatz zu anderen Kernprozessen der Frauenklinik nur von wenigen Ausnahmen und Notfallsituationen begleitet werden. Positiv ist auch, daß MIC-Prozesse die Kernbereiche der Klinik einschließen, so daß die Ergebnisse – zumindest in Teilbereichen – auch auf andere Abläufe übertragbar sind; eine Patientin durchläuft innerhalb von wenigen Tagen den Ambulanz-, Stations- und OP-Bereich. Aus Sicht der Frauenklinik besteht ein großes Interesse, MIC-

Abläufe wirtschaftlich und patientenfreundlich abzuwickeln. Grund ist die zunehmende Konkurrenz durch niedergelassene Praxen. Für MIC-Prozesse wurden, ebenso wie für die anderen untersuchten Abläufe, organisatorische Verbesserungen vorgenommen [14].

4.2.1 Abbildung von Geschäftsprozeßmodellen auf WfMS-Ablaufmodelle

Für die Tagesklinikabläufe haben wir Prozeßvorlagen auf der Grundlage des Workflow-Management-Systems WorkParty erstellt. Sie beschreiben die rechnergestützten Ablaufanteile und legen fest, welche Programme mit welchen Daten zur Bearbeitung anstehender Arbeitsschritte gerufen werden sollen. Um Organisationsstrukturen möglichst realistisch nachzubilden, haben wir neben der Modellierung und Zuordnung von Rollen und Kompetenzen zu Mitarbeitern auch komplexe organisatorische Strukturen der Frauenklinik und Vertreterregelungen mit den WorkParty-Modellierungskomponenten umgesetzt [8].

Bei der Abbildung der bei der Prozeßoptimierung gewonnenen Bonapart-Geschäftsprozeßmodelle in das WfMS-Ablaufmodell mußten wir verschiedene Anpassungen vornehmen. So war kritisch zu prüfen, welche der bei der semantischen Prozeßmodellierung bzw. -optimierung erfaßten Arbeitsschritte direkt in die Workflow-Anwendung übernommen und welche verfeinert, zusammengefaßt, weggelassen, ergänzt oder automatisiert werden sollen. Dabei hat sich gezeigt, daß eine Übernahme der bei der Prozeßanalyse und -optimierung erstellten Prozeßmodelle in das WfMS-Ablaufmodell in der Regel nicht direkt möglich ist. Der wesentliche Grund liegt darin, daß die bei der Prozeßoptimierung erarbeiteten Modelle unter anderen Fragestellungen bzw. Zielsetzungen erstellt wurden als es im Fall einer Ablaufimplementierung notwendig wird. Beispielsweise werden bei der Prozeßanalyse auch nicht rechnergestützte Arbeitsschritte bzw. Tätigkeiten modelliert, die für Zeit- oder Kostenanalysen benötigt werden. Im allgemeinen ist es jedoch nicht immer sinnvoll jede dieser Einzeltätigkeiten als separaten Arbeitsschritt im WfMS-Ablaufmodell zu beschreiben und zur Laufzeit den Benutzer in ihren Arbeitslisten anzubieten. Beispielsweise können aufeinanderfolgende Tätigkeiten eines Arbeitsablaufs zu einem Arbeitsschritt zusammenzufassen und dementsprechend durch dasselbe Programm unterstützt werden, wenn ihre Bearbeitung durch dieselbe Person am selben Ort zum selben Zeitpunkt erfolgt. Einfluß auf die Erstellung des WfMS-Ablaufmodells ging auch z.T. von den zum Einsatz kommenden lokalen Anwendungsprogrammen bzw. -systemen aus. So mußte etwa geklärt werden, welche Ablauflogik in den existierenden Anwendungssystemen steckt.

4.2.2 Realisiertes Anwendungsszenario

Das von uns realisierte, workflow-basierte Anwendungssystem „Tagesklinik“ koordiniert die MIC-Abläufe bereichsübergreifend. Der Weg der Patientin wird durchgängig elektronisch geplant und überwacht, von ihrer Einbestellung über ihre Aufnahme, Diagnostik und OP bis hin zur ihrer Entlassung, der Arztbriefschreibung und der Validierung der medizinischen Dokumentation durch das Medizin-Controlling. Ein hohes Gewicht bei der Realisierung des Tageskliniksystems haben wir der Verbesserung der ablaufbezogenen Terminplanung beigemessen, die allen Beteiligten Telefonate abnehmen soll. Das System koordiniert Termine, setzt elektronische Laufzettel und Memos für die Ärzte und das Pflegepersonal auf, dokumentiert den Fortgang des Ablaufs, liefert dem Arzt aktuelle Befunde und erinnert an unerfüllte Pflichten. Für Patientinnen ist ersichtlich, in welchem Status im Ablauf sie sich gerade befinden bzw. ob und falls ja wodurch ihr Ablauf gerade behindert wird. Es ist sowohl der Zugriff auf Informationen zu aktuellen als auch zu bereits abgeschlossenen Vorgängen möglich.

Um einen Eindruck zu vermitteln, wie Anwender durch das Tageskliniksystem konkret unterstützt werden, beschreiben wir kurz das von uns realisierte Anwendungsszenario: Nachdem ein niedergelassener Arzt mit der Tagesklinik-Ambulanz telefonisch einen Termin für seine Patientin vereinbart hat, wird dort vom Aufnahmepersonal ein entsprechender Vorgang in Gang gesetzt. Zum vereinbarten Termin werden dem Ambulanzpersonal vom WfMS die durchzuführenden Tätigkeiten in ihren Arbeitslisten (z.B. Aufnahme, Untersuchung, Aufklärung) angezeigt sowie relevante Kontextinformationen (z.B. administrative Daten, Vorbefunde) bereitgestellt. Zuerst wird die Patientin administrativ aufgenommen. Anschließend erfolgt ihre Untersuchung in der Tagesklinik-Ambulanz und ggf. die Vorstellung beim Anästhesisten. In Ausnahmefällen können weitere Zusatzuntersuchungen angeordnet werden, die dann auf Systemebene zur Erzeugung von Sub-Workflows führen. Spricht nach Abschluß dieser Maßnahmen nichts gegen den geplanten minimalinvasiven Eingriff wird vom Ambulanzpersonal, unterstützt durch eine integrierte Terminplanungskomponente, ein Termin für die stationäre Aufnahme und die OP festgelegt und die Patientin wieder nach Hause entlassen. Bis zu diesem Termin durchzuführende Tätigkeiten, wie z.B. die Überprüfung der Befunde und

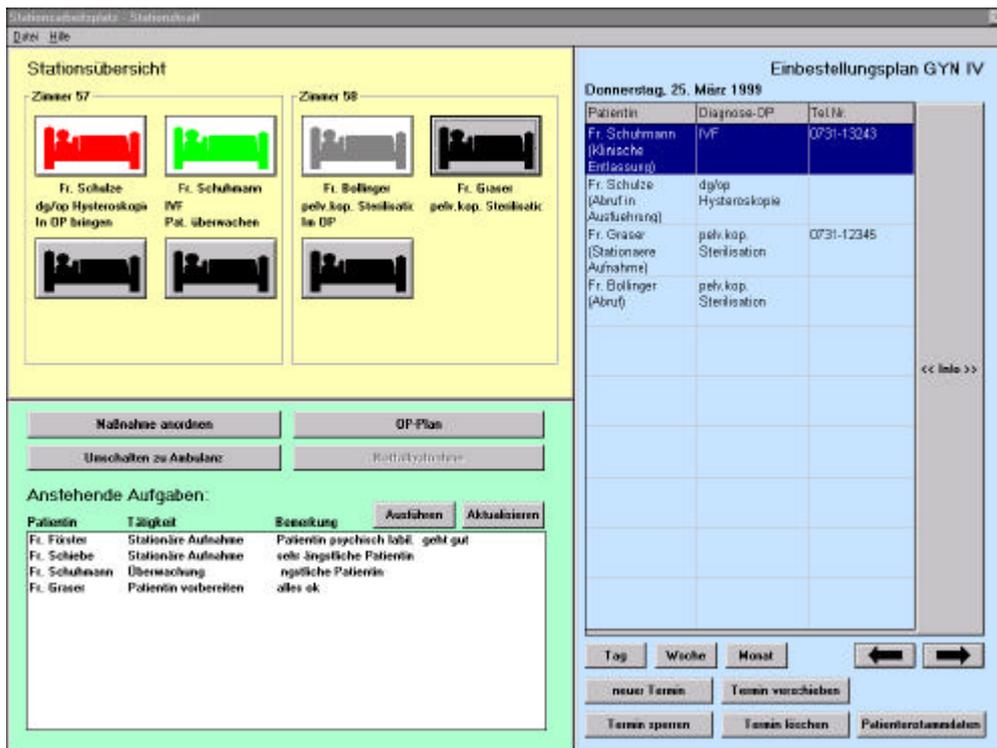


Abbildung 3: Stationsarbeitsplatzsystem mit integrierter Arbeitslistenverwaltung (links unten), Einbestellungsbuch (rechts) und Stationsübersicht (links oben). Über die Stationsübersicht kann auf Befunde und Daten der Patientinnen zugegriffen werden.

die Indikationsabsicherung durch einen Facharzt, werden ebenfalls durch das WfMS koordiniert und überwacht. Sind diese Aufgaben einen Tag vor der stationären Aufnahme der Patientin noch nicht erledigt, werden die Anwender vom System an deren Durchführung erinnert. Nach dem gleichen Muster wird der Ablauf über seine komplette Lebensdauer vom WfMS begleitet und ist erst dann beendet, wenn die Patientin entlassen und der Arztbrief für den Hausarzt erstellt ist.

Ein großer Nutzen für den Anwender wird dadurch erreicht, daß das WfMS eine "aktive Rolle" bei der Überwachung von Terminen für Prozeßschritte einnimmt, also selbständig in geeigneter Form signalisiert, wenn eine Terminüberschreitung droht oder bereits eingetreten ist. Zu diesem Zweck haben wir das WorkParty-System um eine Zeitsteuerungs- und Zeitüberwachungskomponente erweitert [8]. Durchzuführende Tätigkeiten können mit Terminen verknüpft werden, wobei die Terminierung entweder explizit durch den Anwender (z.B. ambulante / stationäre Aufnahme der Patientin) oder implizit aufgrund der zu anderen Arbeitsschritten bestehenden zeitlichen Mindest- oder Maximalabstände (z.B. Überprüfung von Befunden bis spätestens einen Tag vor OP) erfolgen kann. Terminverschiebungen und die dadurch erforderliche Neuterminierung abhängiger Schritte werden unterstützt. Droht eine Terminüberschreitung, werden die betroffenen Benutzer vom System informiert, evtl. wird eine weitergehende Ausnahmebehandlung eingeleitet. Dabei wird nicht nur auf die drohende oder eingetretene Zeitüberschreitung des anstehenden Arbeitsschrittes hingewiesen, vielmehr wird auch systemseitig analysiert und angezeigt, welche Konsequenzen z.B. die zeitliche Verschiebung oder das Hinzufügen eines Arbeitsschrittes auf die Termine nachfolgender Arbeitsschritte hat. Auf eine genaue Beschreibung der implementierten Notifikations- und Eskalationsdienste können wir an dieser Stelle aus Platzgründen nicht eingehen. Bei der Berechnung von Terminen haben wir uns an Verfahren aus der Netzplantechnik angelehnt, die auch in anderen Bereichen wie der Produktions- und Projektplanung zur Anwendung kommen.

Beschränkt sich die Funktionalität des oben beschriebenen Tageskliniksystems weitgehend auf Routineabläufe, so sollen den Folgeversionen auch Funktionen zur Behandlung von Ausnahmesituationen offenstehen. In Ausnahmesituationen muß es möglich sein, einen laufenden Prozeß abzubrechen, z.B. wenn eine Patientin ihre Einwilligung zu dem geplanten Eingriff verweigert. Dies macht es erforderlich, daß im WfMS-Ablaufmodell explizit beschrieben werden kann, wann und unter welchen Voraussetzungen der Prozeßabbruch erlaubt sein soll und was in diesem Fall mit bereits durchgeführten Teilschritten geschehen soll. Zu diesem Zweck wurde von uns der Tagesklinikablauf bzw. der zugrundeliegende Prozeßgraph in sog. Ausnahmesphären unterteilt. Abhängig vom aktuellen Prozeßstatus, d.h. der jeweiligen Ausnah-

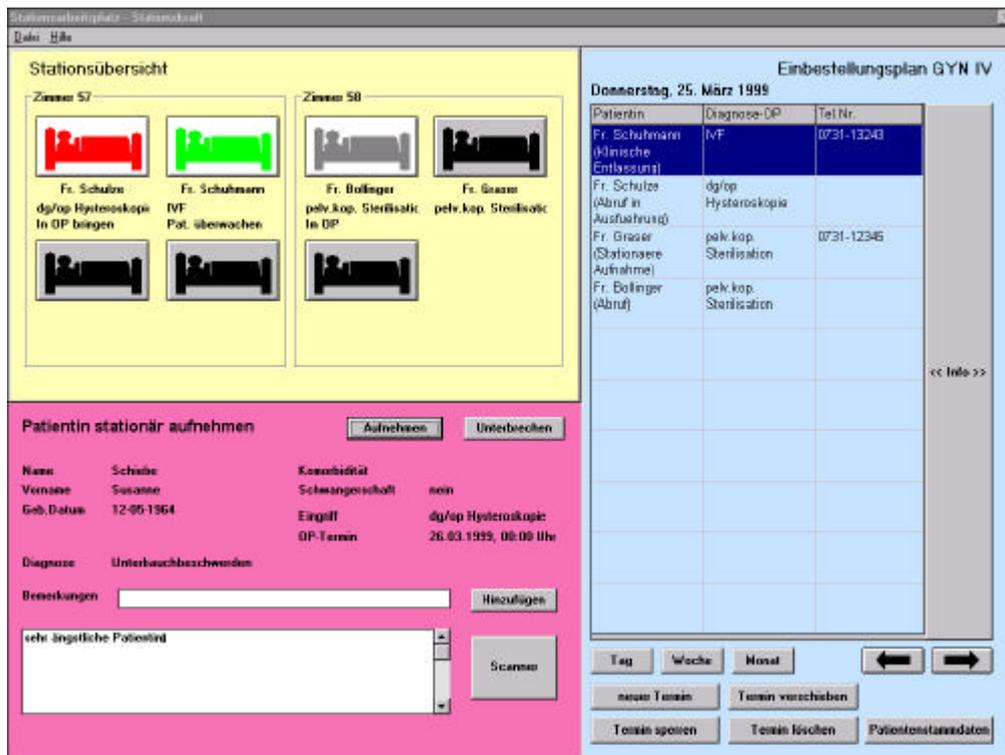


Abbildung 4: Derselbe Arbeitsplatz nach Selektion des Eintrags „Stationäre Aufnahme“ aus der Arbeitsliste. Die für die Bearbeitung dieser Tätigkeit erforderliche Bildschirmmaske wird vom WfMS automatisch gestartet und mit entsprechenden Eingabedaten versorgt (links unten).

mesphäre in der sich der Prozeß gerade befindet, müssen dann bei Abbruch unterschiedliche Aktionen durchgeführt werden (z.B. Stornierung bereits vereinbarter Termine, „Aufsammeln“ von Befunden durchgeführter Untersuchungen). Diese Arbeiten leistet in unserem Fall ein separat im WfMS modellierter Ausnahmeablauf.

4.2.3 Bedieneroberflächen des Tageskliniksystems

Für die ablaufbezogene Unterstützung des klinischen Personals ist die Bereitstellung von flexiblen, leicht bedienbaren Bedieneroberflächen unerlässlich. Hierbei zu berücksichtigende Anforderungen haben wir bereits in Abschnitt 3.2.1 diskutiert. Für die an den Tagesklinik-Abläufen beteiligten Bereiche (Ambulanz, Station und OP) haben wir vorgangsorientierte Arbeitsplatzsysteme entwickelt, mittels denen sich neue Vorgangsinstanzen erzeugen und anstehende Aufgaben bearbeiten lassen. Jedes dieser Anwendungssysteme verfügt über eine integrierte Arbeitslistenverwaltung, die die aktuell zur Bearbeitung anstehenden Tätigkeiten auflistet (vgl. Abb. 3). Dabei kann sich der Anwender entweder alle für ihn anstehenden Aufgaben anzeigen lassen oder nur eine Teilmenge davon. Unterstützt werden von uns patienten-, prozeß-, aufgaben- und rollenbezogene Filter. Die Aktualisierung der Arbeitslisten erfolgt in periodischen Abständen durch das System. Selektiert ein Benutzer eine Aufgabe aus der Arbeitsliste, wird vom WfMS das zugehörige Anwendungsprogramm (z.B. eine Bildschirmmaske) gestartet und mit seinen Eingabedaten versorgt (vgl. Abb. 4). Um Dialogprogramme möglichst nahtlos in die Bedieneroberfläche zu integrieren, haben wir bei der Gestaltung der Benutzerschnittstellen ein einheitliches Look & Feel angewendet, insbesondere was Farben, die Positionierung von Masken am Bildschirm und Dialogführung anbetrifft. D.h. den in vielen Anwendungssystemen üblichen „Fensterterrorismus“ haben wir versucht zu vermeiden. Dasselbe gilt auch für die Gestaltung der Benutzeroberflächen der Arbeitsplatzsysteme selbst. Neben der Verwaltung von Arbeitslisten verfügen die Arbeitsplatzsysteme zusätzlich über eine integrierte Terminplanungskomponente, Dienste für den Zugriff auf Patientendaten sowie Übersichten, die dem Benutzer ein möglichst genaues Bild über den aktuellen Status der Patientinnen geben ("Leitstand"). Das Stationsarbeitsplatzsystem beispielsweise zeigt dem Anwender durch Farben an, ob die Patientin noch auf die OP wartet, schon abgerufen wurde, sich gerade im OP befindet usw. Des weiteren können berechtigte Anwender per "Knopfdruck" zwischen verschiedenen Rollen bzw. Arbeitsplätzen (z.B. Stationsarzt – OP-Arzt) wechseln (vgl. Abb. 3).

4.3 Anforderungen an fortschrittliche vorgangsorientierte Anwendungssysteme

Aufgrund des hohen Potentials vorgangsorientierter Anwendungssysteme stellt sich die Frage, warum Workflow-Technologie heute noch nicht flächendeckend im Krankenhaus eingesetzt wird. Tatsächlich ist das unterstützende Spektrum an Prozessen bei einem krankenhausesweiten oder –übergreifenden WfMS-Einsatz sehr viel breiter als im Fall der Tagesklinikabläufe: Es gibt sowohl einfache Abläufe von kurzer Dauer mit wenigen Beteiligten, als auch sehr komplexe, langlaufende Abläufe mit vielen Beteiligten. Aufgabenbearbeitungen können – je nach Prozeßtyp – sequentiell, nebenläufig oder auch zyklisch erfolgen. Hinzu kommt, daß es neben zeitlich relativ unkritischen Abläufen auch viele Prozesse gibt, für welche die Einhaltung von Terminen bzw. Fristen essentiell ist. Ebenfalls charakteristisch ist, daß es neben einfach strukturierten Abläufen mit einigen wenigen, vorhersehbaren Ausnahmefällen – dies trifft z.B. für die Abläufe der Tagesklinik zu – auch zahlreiche Prozesse gibt, die eine hohe Variabilität und Dynamik aufweisen [9, 13]. Für sie ist, allein aus Kosten- und Zeitgründen, eine exakte Abbildung aller möglichen Prozeßvarianten in formale Modelle nicht möglich. Variationen im Verlauf einer Krankheit oder eines vorgeplanten Behandlungsprozesses sind vielmehr Ausdruck der den Abläufen zugrundeliegenden inhärenten Variabilität – das unvorhersehbare Ereignis stellt in gewisser Weise ein „normales“ Phänomen dar, auf daß das klinische Personal flexibel reagieren können muß und auch dazu in der Lage ist dies zu tun.

Im Hinblick auf die Realisierung vorgangsorientierter, klinischer Anwendungssysteme ist es deshalb von enormer Wichtigkeit, daß die Systeminitiative nicht zu stark betont und der Arzt oder die Pflegekraft nicht in ihrem Handeln eingeschränkt werden. Jedes starre System ist – auch bei ansonsten idealer Prozeßunterstützung – zum Scheitern verurteilt. Stattdessen müssen Anwender bei Bedarf in flexibler Form vom vorgeplanten Ablauf abweichen können. Beispielsweise muß in Ausnahmesituationen eine Intervention auch ohne die ansonsten übliche elektronische Terminvereinbarung notfallmäßig durchgeführt werden können. Terminverschiebungen, Untersuchungsabsagen oder -wiederholungen können ebenfalls zu Änderungen in vormodellierten Ablaufplänen führen. Ein vorgangsorientiertes, medizinisches Anwendungssystem muß deshalb berechnete Anwender im Bedarfsfall die Möglichkeit einräumen, einzelne Prozeßschritte oder Folgen von Prozeßschritten zu wiederholen, zu ändern oder auszulassen. Darüber hinaus muß es möglich sein, dynamisch Arbeitsschritte (z. B. eine zusätzliche Vorbereitung zu einer Untersuchung) zu einem laufenden Workflow hinzuzufügen und durch das WfMS koordinieren und überwachen zu lassen. Schließlich müssen Möglichkeiten gegeben sein, laufende Prozesse abzubrechen, z.B. für den Fall, daß ein Patient in eine geplante Intervention nicht einwilligt. Auf Systemebene sind dann evtl. bereits laufende Schritte abzubrechen bzw. durchgeführte Schritte (z.B. Termineintragungen) zu stornieren.

Darüber hinaus müssen Arbeitsabläufe ggf. sogar komplett dynamisch, d.h. durch den Endanwender, festgelegt werden können. Beispielsweise kann im Rahmen des Behandlungsprozesses eines Patienten kontextabhängig ein bestimmtes Bündel an diagnostischen Maßnahmen erforderlich werden (z.B. radiologische Untersuchungen im Vorfeld einer Ovarial-Karzinom-Operation). Diese Einzelmaßnahmen entsprechen dann systemseitig unterschiedlichen Prozeßinstanzen. In einem solchen Fall müssen prozeßübergreifend z.B. medizinisch indizierte Untersuchungsreihenfolgen oder zeitliche Abhängigkeiten berücksichtigt werden, wodurch sich komplexe Abhängigkeiten zwischen Prozessen ergeben können. Des Weiteren können für verschiedene medizinische Maßnahmen zu einem Patienten gleiche oder ähnliche Vorbereitungsmaßnahmen anfallen (z.B. Bestimmung von Blutwerten oder Aufklärung des Patienten), die nach Möglichkeit nur einmalig (im Falle der Blutwertbestimmung) oder in einem Schritt (im Falle mehrerer durchzuführender Aufklärungsgespräche) durchgeführt werden sollten. Dies macht zwangsläufig eine Trennung von logischer Prozeßsicht und dem tatsächlich auszuführenden Prozeß, bei dem evtl. mehrere logische Aktivitäten aus verschiedenen Prozessen miteinander verschmolzen werden, erforderlich.

In Bezug auf diese Flexibilitäts- und Dynamikanforderungen weist die an sich vielversprechende Workflow-Technologie derzeit noch Schwächen auf [12, 13]. Abweichungen vom vorgeplanten Ablauf sind, falls überhaupt, nur in engen Grenzen möglich. Auch die geforderte Synchronisation von Schritten verschiedener Prozeßinstanzen wird nur unzureichend unterstützt. Im ADEPT-Workflow-Projekt [9, 12, 13, 15], an dem wir seit 1994 arbeiten, werden diese und andere wichtige Fragestellungen zum Thema „Flexibles und robustes Workflow-Management“ intensiv untersucht. Das in diesem Projekt prototypisch entwickelte WfMS verbindet Aspekte wie Robustheit und Zuverlässigkeit mit der Möglichkeit Ad-hoc-Abweichungen vom vorgeplanten Ablauf vorzunehmen. Berechtigten Akteuren stehen Handlungsmöglichkeiten offen, wie das dynamische Einfügen oder Auslassen von Arbeitsschritten und die Abänderung vorgeplanter Bearbeitungsreihenfolgen während der Workflow-Ausführung [15]. Weitere Arbeitsgebiete des

ADEPT-Projektes sind die Propagation von Änderungen an der Prozeßvorlage (z.B. Anpassungen an neue gesetzliche Vorgaben oder medizinische Standards) auf laufende Instanzen, die Beherrschung von Zeitaspekten, die systemseitige Unterstützung beim kontrollierten Abbruch von Prozessen, Skalierbarkeits- und Performanzfragen sowie die komponentenbasierte Entwicklung workflow-basierter Anwendungssysteme. Ein erster Prototyp des ADEPT-Systems, der einige dieser Aspekte gezielt zu demonstrieren vermag, wurde vor ca. einem Jahr fertiggestellt und erstmalig auf der CeBit'98-Messe gezeigt.

5 Zusammenfassung

Unsere Arbeiten zeigen, daß durch die Optimierung und Neugestaltung betrieblicher Strukturen und medizinisch-organisatorischer Abläufe, in Verbindung mit einer Verbesserung der bereichsübergreifenden Kooperation, zum Teil drastische Zeit- und Kosteneinsparungen erzielt werden können, ohne daß darunter die Qualität der Patientenversorgung leidet. Prozeß- und Patientenorientierung stehen im Mittelpunkt. Kritische Erfolgsfaktoren auf diesem Weg sind zum einen eine geeignete Vorgehensweise bei der Analyse, Modellierung, Optimierung und Umsetzung der neugestalteten Prozesse, zum anderen der Einsatz geeigneter Informationstechnologien zur Unterstützung dieser Maßnahmen. Krankenhausinformationssysteme, die sich nicht flexibel und kostengünstig an die jeweils notwendigen Struktur- und Prozeßveränderungen anpassen lassen, werden Verbesserungen verhindern oder verzögern. Die richtige oder falsche Entscheidung bzgl. der einzusetzenden Informationstechnologien kann deshalb wettbewerbsentscheidend sein.

Einen vielversprechenden Ansatz zur Realisierung vorgangsorientierter, medizinischer Anwendungssysteme bieten WfMS. Es handelt sich dabei um eine noch relativ junge Technologie, die auf lange Sicht das Potential hat, die Entwicklung von KIS nachhaltig zu verändern. Faktisch macht sie die Realisierung und den Betrieb vorgangsorientierter, klinischer Anwendungssysteme im größeren Stil überhaupt erst möglich. Der Einsatz von WfMS-Technologie bietet vielversprechende Perspektiven: Prozeßlaufzeiten können verkürzt, das Qualitätsmanagement verbessert und die Zufriedenheit von Patienten und Mitarbeitern erhöht werden. Der verteilte Einsatz von WfMS in einem Intranet oder im Internet bietet darüber hinaus interessante Möglichkeiten zur Unterstützung krankenhausesübergreifender Abläufe. Sie wird zukünftig an Bedeutung gewinnen, insbesondere wenn man sich Trends und aktuelle Entwicklungen in Richtung „virtuelles Krankenhaus“, „Shared Care“ oder „Disease Management“ vor Augen hält.

Der Einsatz von WfMS schafft die Voraussetzungen für neue Formen der Informationsverarbeitung am Arbeitsplatz als auch für neue Formen der Organisation von Arbeitsabläufen. Obwohl heutige WfMS erst am Anfang der Entwicklung stehen und technologisch noch nicht ausgereift sind, ist ein passives Abwarten dennoch riskant. Es sollte zumindest geprüft werden, inwieweit diese Systeme nicht schon in umrissenen Teilbereichen eine wirksame Unterstützung von Krankenhausabläufen ermöglichen. Das Konzept der Prozeßorientierung und Workflow-Technologie werden sich mittelfristig durchsetzen. In einigen Jahren werden WfMS wahrscheinlich so selbstverständlich für die Anwendungsentwicklung eingesetzt wie heute Datenbanksysteme. Bis dahin ist allerdings – auch technologisch – noch einiges zu tun. Unsere zukünftigen Grundlagenarbeiten im WfMS-Bereich zielen auf eine "ganzheitliche" Sicht, die nicht nur ausgewählte technische Einzelaspekte evaluieren soll, sondern alle relevanten Aspekte mit einbezieht, wie etwa

- die Bedienung des Systems durch "normale" Endanwender, die keine Computerexperten sind
- die Beherrschbarkeit technologischer Angebote, wie das situationsbedingte Weglassen/Einfügen von Prozeßschritten, die Definition von Abläufen durch den Endanwender oder die Festlegung von zeitlichen Vorgaben und Beschränkungen
- Autorisierungs-, Genehmigungs- und Protokollierungsfragen in diesem Zusammenhang
- die Unterstützung von Zeitaspekten durch das WfMS und die Querbezüge solcher Funktionen zu anderen Systemen (z. B. Terminplanungs- und Kalenderprogrammen)
- die Integration vorhandener bzw. neu zu entwickelnder Anwendungsbausteine
- Einpassung in die klinik-typischen Arbeitsabläufe

Insbesondere der letzte Punkt ist als sehr kritisch für die Akzeptanz von WfMS einzustufen. Heutige WfMS gehen im wesentlichen davon aus, daß der Anwender ständig an einem Arbeitsplatzrechner sitzt. Klinische Abläufe spielen sich hingegen naturgemäß nur teilweise an einem festen, stationären Arbeitsplatz ab. Hier müssen diesem Szenario angemessene Lösungen gefunden werden, wenn WfMS-Technologie in diesem Bereich Fuß fassen soll.

Danksagung: Die Autoren bedanken sich bei B. Schultheiß, C. Hensinger, S. Frank und T. Zemmler für die Mitarbeit im Projekt. Unser Dank gilt auch den zahlreichen Diplomanden und Praktikanten der Abteilung Datenbanken und Informationssysteme sowie den Mitarbeitern der Universitätsfrauenklinik Ulm. Ohne ihre Mitwirkung wären die umfangreichen Prozeßanalysen und –implementierungen nicht möglich gewesen.

Referenzen

- [1] Scheer, A.-W.; Chen, R.; Zimmermann, V.: *Geschäftsprozesse und integrierte Informationssysteme im Krankenhaus*, Institut für Wirtschaftsinformatik, IWI-Heft 130, Universität des Saarlandes, April 1996.
- [2] Müller, R., Heller, B.: *A Petri Net-based Model for Knowledge-based Workflows in Distributed Cancer Therapy*. Proc. Int. EDBT-Workshop on Workflow Management Sys, Valencia, März 1998, S. 91-99.
- [3] Schröder, J.-P.: *Möglichkeiten und Grenzen einer IT-gestützten Leistungstransparenz und Prozeßsteuerung aus medizinischer Sicht*. Proc. 20. Dt. Krankenhaustag und INTERHOSPITAL / INTERFAB 97, Hannover, Juni 1997, S. 714-724
- [4] Penger, O.-S.: *Zur Entwicklung und Anwendung einer werkzeugunterstützten Methode für die Gestaltung von Prozessen und vorgangsorientierten Informationssystemen im Krankenhaus*. Dissertation, Universität Hildesheim, Shaker-Verlag, 1997.
- [5] Reichert, M.; Kuhn, K.; Dadam, P.: *Optimierung und Unterstützung von Leistungsprozessen im Krankenhaus – Perspektiven, Erfahrungen und Grenzen*. Proc. 20. Dt. Krankenhaustag und INTERHOSPITAL / INTERFAB 97, Hannover, Juni 1997, S. 668 –682
- [6] Jablonski, S.; Böhm, M.; Schulze, W. (Hrsg.): *Workflow-Management: Entwicklung von Anwendungen und Systemen*. Dpunkt-Verlag, 1997
- [7] Stefanelli, M., et al.: *Building Patient Workflow Management Systems by Integrating Medical and Organizational Knowledge*. Proc. MEDINFO'98, Seoul, August 1998, S. 28-32.
- [8] Reichert, M.; Schultheiß, B.; Dadam, P.: *Erfahrungen bei der Entwicklung vorgangsorientierter, klinischer Anwendungssysteme auf Basis prozeßorientierter Workflow-Technologie*. Proc. 42. Jahrestagung der GMDS, Ulm, September 1997, S. 181–187.
- [9] Dadam, P.; Reichert, M.; Kuhn, K.: *Clinical Workflows - The Killer Application for Process-oriented Information Systems?* Ulmer Informatik-Berichte, Nr. 97–16, Universität Ulm, November 1997.
- [10] Leape, L.L. et al.: *The Nature of Adverse Events in Hospitalized Patients*. New England Journal of Medicine, 324, 1991, S. 377-384
- [11] Nippa, M.; Picot, A. (Hrsg.): *Prozeßmanagement und Reengineering*. Frankfurt: Campus 1995.
- [12] Reichert, M.; Dadam, P.: *Towards Process-oriented Hospital Information Systems: Some Insights into Requirements, Technical Challenges and Possible Solutions*. Proc. 43. Jahrestagung der GMDS (GMDS'98), Bremen, September 1998, S. 175–180.
- [13] Reichert, M.; Hensinger, C.; Dadam, P.: *Supporting Adaptive Workflows in Advanced Application Environments*. Proc. EDBT98-Workshop on Workflow Management Sys, Valencia, März 1998, S. 100-109
- [14] Konyen, I.; Reichert, M.; Schultheiß, B.; Mangold, R.: *Prozeßentwurf für den Bereich der minimal invasiven Chirurgie*. Interne Ulmer Informatik Berichte, DBIS-14 (Software-Labor Ulm), Oktober 1996.
- [15] Reichert, M.; Dadam, P.: *ADEPT_{flex} – Supporting Dynamic Changes of Workflows Without Losing Control*. Journal of Intelligent Information Systems, 10 (2), März 1998, S. 93–129