Proc. 20. Deutscher Krankenhaustag,
und INTERHOSPITAL/INTERFAB 97, Hannover,
Juni 1997

M. Reichert, K. Kuhn, P. Dadam

„Optimierung und Unterstützung von Leistungsprozessen im Krankenhaus – Perspektiven, Erfahrungen und Grenzen“

1. Einleitung

Der durch das Gesundheitsstrukturgesetz gewachsene Kosten- und Wettbewerbsdruck zwingt Krankenhäuser in zunehmendem Maße, ihre betrieblichen Ablauf- und Organisationsstrukturen neu zu gestalten. Grundlegend für die Verbesserung von Kosten-, Qualitäts- und Zeitfaktoren ist ein ganzheitlicher, sich an der betrieblichen Wertschöpfungskette orientierender Ansatz. Auf einzelne Bereiche bzw. Funktionen eingeschränkte Optimierungsansätze bieten hingegen kaum Verbesserungspotentiale [1, 2, 3]. Die Umsetzung dieser Ziele setzt voraus, daß medizinische, pflegerische und administrative Leistungsprozesse durchgängig und möglichst flächendeckend erfaßt, analysiert und optimiert werden. Rechnerbasierte Werkzeuge für die Geschäftsprozeßmodellierung und -analyse (GPM-Werkzeuge) können hierbei für den Krankenhausorganisator eine wichtige Hilfe sein. Sie ermöglichen die graphische Modellierung, Simulation und Analyse der Geschäftsprozesse zusammen mit den erforderlichen Daten, Funktionen und Ressourcen [4].

Der Erfolg einer Prozeßreorganisation („Prozeßreengineering“) wird allerdings nur dann nachhaltig sein können, wenn es gelingt, die neu gestalteten Abläufe durch geeignete Krankenhausinformationssysteme intelligent und flexibel zu unterstützen. Wesentlich ist, daß sich diese Systeme rasch (idealerweise ohne Zeitverzug) und kostengünstig an sich ändernde Ablauf- und Organisationsstrukturen anpassen lassen, um diese sinnvoll unterstützen zu können. Heutige Krankenhausinformationssysteme bieten keine ausreichenden Möglichkeiten für die computerbasierte Steuerung und Überwachung von Arbeitsabläufen. Die Informationsverarbeitung erfolgt vorwiegend daten- bzw. funktionsbezogen, und ist charakterisiert durch historisch gewachsene, heterogene und hochgradig autonome EDV-Systeme in den einzelnen Bereichen [5, 6]. Diese funktionsorientierten Anwendungssysteme verfügen häufig über eine eigene Datenverwaltung, und sind nicht für eine prozeßorientierte, bereichsübergreifende

Koordination von medizinischen, pflegerischen und administrativen Tätigkeiten ausgelegt. Vor allem die medizinisch-organisatorischen Kernprozesse, die ambulante und stationäre Versorgung von Patienten, erfahren keine durchgängige und integrierte Unterstützung.

Die Herausforderung der Zukunft liegt nicht im weiteren Ausbau der lokalen „Informationsinseln", sondern in der Entwicklung durchgängiger Gesamtkonzepte in die sich lokale Anwendungen (einschl. der „vor Ort" bereits eingesetzten operativen Anwendungssysteme) möglichst harmonisch integrieren lassen. Zunehmendes Gewicht kann hier der Realisierung kooperativer, vorgangsorientierter Anwendungssysteme beigemessen werden, die das klinische Personal von der Durchführung und Überwachung von Arbeitsabläufen entlasten, die bereichsübergreifende Planung und Koordination von Terminen ermöglichen oder unterstützende Hinweise, z.B. auf drohende Terminüberschreitungen oder unterlassene Verrichtungen, geben sollen. Solche *Assistenzsysteme* haben die Aufgabe, die richtige Information der richtigen Person zum richtigen Zeitpunkt aktiv so anzubieten, daß diese Person die erforderliche Teilaufgabe möglichst effizient durchführen kann.

Vom Ansatz her bieten *Workflow-Management-Systeme* (WfMS) eine vielversprechende Technologie zur Realisierung und Wartung vorgangsorientierter, klinischer Assistenzsysteme [5, 7]. Eine charakteristische Eigenschaft „echter" WfMS ist, daß die verschiedenen Aspekte eines Ablaufs (z.B. Bearbeitungsreihenfolgen, Informationsflüsse, zeitliche Abhängigkeiten, organisatorische Zuordnungen usw.) vom eigentlichen Applikationscode, d.h. der Implementierung der Anwendungsfunktionen, separiert und dem WfMS gegenüber explizit bekannt gemacht wird. In der Regel bedient man sich hierzu graphischer Beschreibungssprachen. Durch diese Trennung ist potentiell die Möglichkeit gegeben,

- Krankenhausabläufe bereichsübergreifend zu steuern und anstehende Aufgaben automatisch an die zuständigen Stellen bzw. Bearbeiter weiterzuleiten,
- die Ausführung von Abläufen aktiv zu überwachen und den klinischen Anwender z.B. auf drohende Terminüberschreitungen oder unterlassene Tätigkeiten hinzuweisen,
- individuelle Arbeitslisten zu verwalten und dem Anwender verschiedene Sichten auf diese Arbeitslisten zu erlauben, z.B. patienten- oder aufgabenbezogene Zusammenfassung von Tätigkeiten, Unterscheidung zwischen Aufgaben mit hoher und geringer Priorität usw.
- den Status laufender Vorgänge zu verfolgen („Leitstand") sowie abgeschlossene Vorgänge zu analysieren (z.B. zur Prozeßkostenbestimmung)

- am Arbeitsplatz die erforderlichen Anwendungsprogramme und relevanten Kontextinformationen (z. B. Fallnummer, Auftragsnummer) für die Ausführung von Teilaufgaben bereitzustellen.

Workflow-Technologie kann zudem dazu beitragen, die vorhandenen, meist heterogenen operativen 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.

Das Kennen und Verstehen der zugrundeliegenden Konzepte, des Entwicklungsstandes und des Potentials von GPM-Werkzeugen (Abschnitt 2) und WfMS (Abschnitt 3) hilft, diese hinsichtlich einer gegebenen Aufgabenstellung richtig einschätzen und effektiv nutzen zu können sowie Fehlentscheidungen und teuere Fehlentwicklungen zu vermeiden.

2. Rechnergestützte Modellierung, Analyse und Optimierung von medizinisch-organisatorischen Leistungsprozessen

Vor der Konzeption und Realisierung vorgangsorientierter Assistenzsysteme muß – zumindest ist das stark anzuraten – eine gründliche Analyse, Modellierung und ggf. Optimierung der Aufbau- und Ablauforganisation des Krankenhauses vorgenommen werden [1, 2, 3]. Hierfür müssen klare *Zielsetzungen* (z. B. Verringerung von stationären Verweildauern, zeitliche Entlastung des ärztlichen und pflegerischen Personals von organisatorischen Aufgaben, Verbesserung der Arzt-Patienten-Zuordnung) und *Erfolgskennziffern* (z.B. Durchlaufzeiten, Prozeßkosten) vorgegeben sowie *relevante Prozesse* ausgewählt und hinsichtlich ihres Umfeldes abgegrenzt werden. Im Anschluß erfolgt die eigentliche Analyse und Optimierung der ausgewählten Prozesse. In einer Ist-Aufnahme müssen die Strukturen der Prozesse (z. B. durchzuführende Tätigkeiten, Bearbeitungsreihenfolgen und -bedingungen, Material- und Informationsflüsse, zeitliche Abhängigkeiten, Transportmedien, eingesetzte Ressourcen und Informationssysteme) durchleuchtet und auf mögliche Schwachstellen untersucht werden. In der anschließenden *Sollkonzeption* sind dann, evtl. ausgehend von einer modellierten Idealvorstellung, der Handlungsbedarf sowie einzuleitende Maßnahmen zur Beseitigung der Schwachstellen festzulegen, wobei i.a. für einen Prozeß mehrere Sollvarianten modelliert und miteinander verglichen werden sollten.

Geschäftsprozeßreengineering im Krankenhaus

Was das Geschäfprozeßmanagement bzw. -reengineering anbetrifft, gibt es derzeit wenig Berichte über entsprechende Projekte in Krankenhäusern, insbesondere in Universitätskliniken. Erfahrungen aus Projekten am Klinikum der Universität Ulm [2, 4, 5] zeigen aber, daß ein erhebliches Potential vorliegt. Beispielsweise wurden für verschiedene Leistungsprozesse als Resultat von Analysen Terminpläne rechnergestützt bereits vor Beginn eines Behandlungszyklus erstellt, die Koordination von Untersuchungsterminen für standardisierte Bündel diagnostischer Maßnahmen auf die Untersuchungsstellen verlagert und die vorstationäre Phase durch verschiedene Maßnahmen verstärkt. Bei der Umsetzung der Prozeßveränderungen auf organisatorischer Ebene wurden 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.

Der Einsatz von rechnerbasierten Werkzeugen zur Geschäftsprozeßmodellierung (GPM-Werkzeuge) kann sowohl bei der Ist-Aufnahme als auch beim Entwurf von Soll-Prozessen eine große Hilfe sein. GPM-Werkzeuge bieten formale Methoden an, mit denen die verschiedenen Aspekte eines Geschäftsprozesses (z.B. Steuerung, Information, Funktion, Materialien, eingesetzte Ressourcen oder Organisation) auf abstrakter Ebene beschrieben und in einem (konsistenten) Gesamtmodell zueinander in Beziehung gesetzt werden können. Um die erstellten Modelle mit Anwendern diskutieren zu können, werden in der Regel graphische Beschreibungstechniken verwendet. Durch die separate Modellierung der verschiedenen Teilaspekte eines Geschäftsprozesses kann die komplexe Aufgabe der Prozeßmodellierung in überschaubare Teilaufgaben zerlegt werden. Dabei können ggf. auch zuvor erstellte Modelle wiederverwendet werden.

Durch die Umsetzung der Prozesse in formale Modelle ist es möglich – den Einsatz der richtigen Werkzeuge vorausgesetzt – eine rechnergestützte Analyse durchzuführen, z.B. in Form von Kennzahlenberechnungen oder Simulationen. Auf diese Weise lassen sich noch während der Modellierungsphase z.B. unnötig hohe Prozeßkosten, Kapazitätsengpässe, Leerlaufzeiten, überlange Prozeßketten oder Medienbrüche erkennen und ggf. beseitigen. Darüber hinaus ermöglichen Kennzahlenanalysen eine Gegenüberstellung von Ist- und Soll-Prozessen. Der Vergleich der modellierten

Prozesse mit Branchenreferenzmodellen kann zusätzlich eine wichtige Entscheidungsgrundlage bei der Prozeßoptimierung sein. Schließlich wird die Diskussion von Prozeßveränderungen mit Anwendern durch die graphische Darstellung von Prozeßmodellen sowie Möglichkeiten zu deren Animation wesentlich vereinfacht.

Auf dem Markt wird eine Vielzahl von GPM-Werkzeugen angeboten, die sich im Hinblick auf Art und Umfang der bereitgestellten Modellierungstechniken, Simulations- und Analysemöglichkeiten sowie Schnittstellen zu anderen Systemen (z. B. Workflow-Management-Systemen) zum Teil erheblich voneinander unterscheiden. Welches Werkzeug jeweils ausreichend ist, hängt im allgemeinen von der konkreten Aufgabenstellung ab und sollte im Einzelfall kritisch geprüft werden. Für den Einsatz im Krankenhausbereich muß ein GPM-Werkzeug die adäquate Modellierung der Kernbehandlungsprozesse unterstützen, d.h. es müssen komplexe Zusammenhänge zwischen Behandlungsaufträgen, medizinischen Leistungen und einzelnen ärztlichen, pflegerischen und administrativen Tätigkeiten bzw. Verrichtungen abgebildet 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. in Bezug auf Vertretungen) zu modellieren. Idealerweise können GPM-Werkzeuge auch als Planungswerkzeug, z.B. für die Kapazitäten- und Zeitplanung, eingesetzt werden.

Am Markt etablierte GPM-Werkzeuge sind z.B. ARIS und Bonapart. ARIS bietet einen umfangreichen Werkzeugkasten mit gängigen Modellierungstechniken an und kann auch in Verbindung mit Standardsoftware (z.B. SAP R/3) eingesetzt werden. Als Modellierungstechniken kommen u.a. Organigramme, Funktionsdiagramme, erweiterte Entity-Relationship-Modelle sowie Ereignis-Prozeßketten zum Einsatz. Neben den für die Geschäftsprozeßmodellierung bereitgestellten Methoden (ARIS-Toolset) werden verschiedene Erweiterungsmodule angeboten, die z.B. die Simulation von Prozeßmodellen (ARIS-Simulation) und die Prozeßkostenrechnung (ARIS-PROMT) unterstützen. Darüber hinaus werden branchenspezifische Referenzmodelle für den Anwender bereitgestellt. Seit kurzem wird auch eine Vorgangssteuerungskomponente (ARIS-Workflow) angeboten, die für die Steuerung und Überwachung von modellierten Arbeitsabläufen sowie die Ansteuerung von operativen Anwendungssystemen (z.B. SAP R/3) eingesetzt werden kann. ARIS zielt somit auf eine Architektur, die alle Ebenen des „Business Engineering" abdeckt: Prozeßmodellierung, Prozeßmanagement, Vorgangssteuerung und Anwendungssysteme. Die einzelnen Ebenen sind eng miteinander verzahnt. Beispielsweise liefert die Vorgangssteuerungskomponente Ist-Daten, die für das Prozeßmanagement, d.h. die

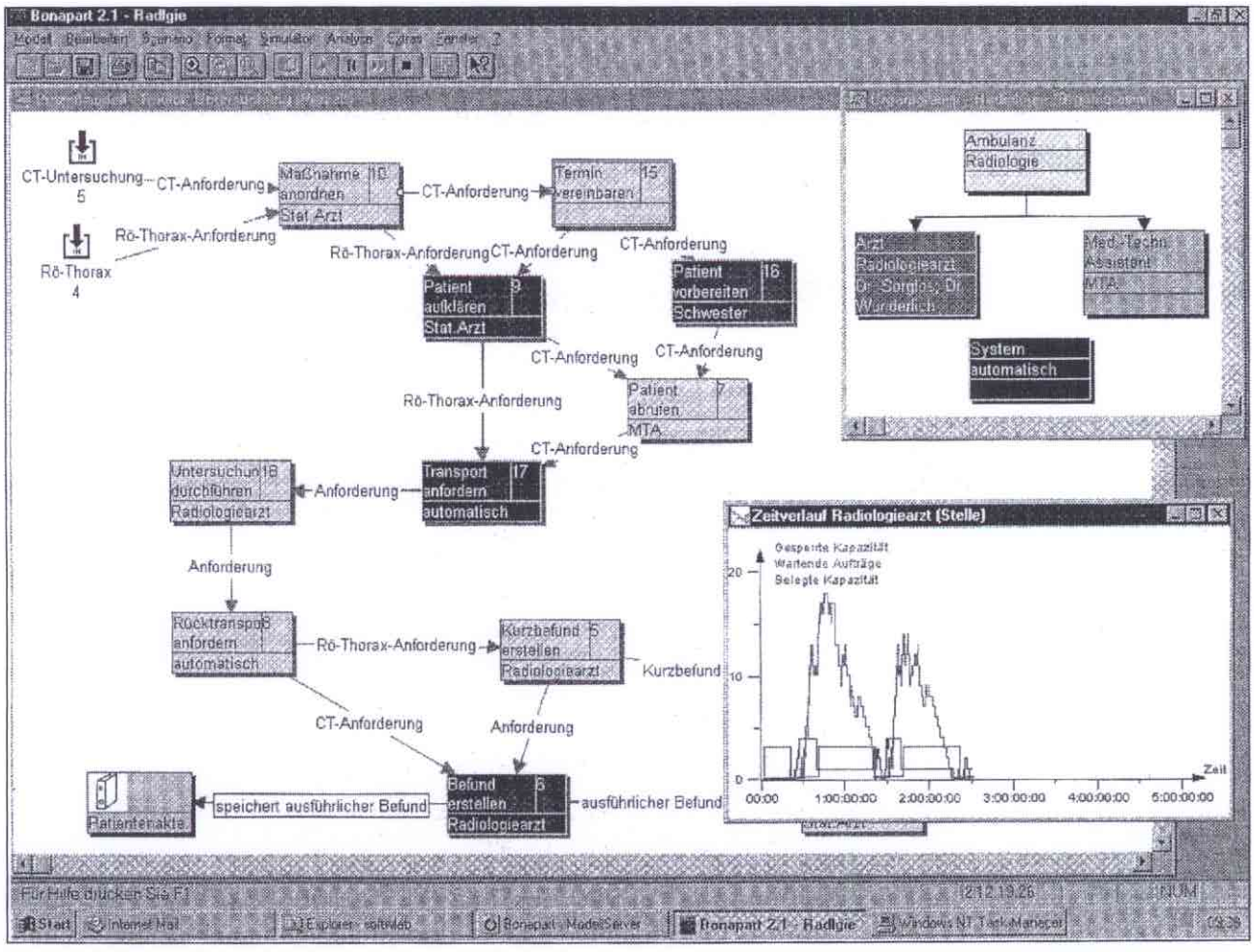

Abbildung 1: Graphische Modellierung und Simulation von Abläufen mit dem GPM-Werkzeug Bonapart. Prozeßsimulationsdaten können analysiert und mit anderen Werkzeugen (z. B. MS Excel) weiterverarbeitet werden.

Planung laufender Geschäftsprozesse (z. B. Zeit- und Kapazitätenplanung, Kostenanalyse) genutzt werden können. Das Prozeßmanagement wiederum bildet die Grundlage für eine kontinuierliche Prozeßoptimierung, d.h. die laufende Anpassung und Verbesserung von Prozeßmodellen.

Das Petri-Netz-basierte Werkzeug Bonapart zeichnet sich beispielsweise durch seine intuitive, objektorientierte Modellierungstechnik sowie durch umfassende Möglichkeiten zur Simulation und Analyse von Prozeßmodellen aus. Beide Punkte erleichtern die Diskussion der Abläufe mit Endanwendern wesentlich. Ein Beispiel eines mit Bonapart erstellten Prozeßmodells zeigt Abbildung 1.

GPM-Werkzeuge kommen nicht nur bei der Analyse und Optimierung von Geschäftsprozessen zum Einsatz. Weitere Einsatzgebiete sind z.B. die Dokumentation und Instandhaltung von Organisationshandbüchern, die Erstellung von Qualitäts- und Ver-

fahrenshandbüchern, das Prozeßkostenmanagement (z.B. prozeßorientierte Fallkostenkalkulation), die Personalbedarfsplanung, die Einführung von Standardsoftware, die Unterstützung von Zertifizierungsverfahren nach ISO 9000 sowie die Einführung von Workflow-Management-Systemen.

3. Rechnerbasierte Steuerung und Überwachung von Leistungsprozessen

Die praktische Realisierung vorgangsorientierter Anwendungssysteme, d.h. die tatsächliche Nutzung des eingangs dieses Berichts skizzierten Potentials, hängt ganz entscheidend davon ab, welcher Entwicklungsaufwand auf seiten von Softwareanbietern bzw. auf Anwenderseite im einzelnen getrieben werden muß.

3.1 Anforderungen

Bei der Realisierung vorgangsorientierter, medizinischer Assistenzsysteme müssen zahlreiche Anforderungen berücksichtigt werden. Zu nennen sind u.a. *Datenschutz-* und *Datensicherheitsanforderungen* (z.B. Bereitstellung rollenspezifischer Berechtigungssysteme), die Bewältigung der *Medienbruchproblematik,* die Integration der existierenden, oftmals hochgradig heterogenen operativen Anwendungssysteme, die rasche und flexible *Anpaßbarkeit* prozeßorientierter Applikationen an sich ändernde Abläufe sowie die Bereitstellung von flexiblen *Benutzerschnittstellen* für die Endanwender. Erforderlich sind hier Funktionen für die Verwaltung von Arbeitslisten für die verschiedenen Anwendergruppen und deren Integration in ein klinisches Arbeitsplatzsystem, die Assistenz der Benutzer bei der Behandlung von Ausnahmefällen (z.B. Abweichungen vom Standardablauf in Notfällen), die computerunterstützte Planung, Koordination und Überwachung von Terminen sowie der Zugriff auf Informationen zu aktuellen oder bereits abgeschlossenen Vorgängen. Des weiteren muß im Produktionsbetrieb eine fehlertolerante und performante Ausführung der Abläufe gewährleistet sein.

Neben determinierbaren Abläufen, wie z.B. dem Zyklus einer Leistungsanforderung, hat man es in der Praxis mit unzähligen, kontextabhängigen Varianten von Behandlungsprozessen zu tun, so daß aus Zeit- und Kostengründen eine exakte Abbildung der Prozesse (d. h. aller möglichen Varianten) in formale Modelle und eine starre rechnergestützte Ausführung nicht immer möglich ist. Hieraus ergeben sich weitergehende Anforderungen an vorgangsorientierte Assistenzsysteme [vgl. 7]: Anwender müssen bei Bedarf in flexibler Form vom vorgeplanten Ablauf abweichen können. Beispielsweise muß in Ausnahmesituationen eine Intervention auch ohne die

ansonsten übliche Terminvereinbarung notfallmäßig durchgeführt werden können. Terminverschiebungen, Untersuchungsabsagen oder -wiederholungen (z. B. infolge unterlassener Vorbereitungen) können ebenfalls zu Änderungen in vormodellierten Ablaufplänen führen. Ein vorgangsorientiertes Assistenzsystem sollte autorisierte Anwender daher im Bedarfsfall unterstützen, einzelne Prozeßschritte oder Folgen von Prozeßschritten zu wiederholen, zu ändern oder auszulassen. Darüber hinaus muß es möglich sein, dynamisch Schritte (z. B. eine zusätzliche Vorbereitung zu einer Untersuchung) zu einem Prozeß hinzuzufügen. 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 Synchronisationsabhängigkeiten 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.

Um die Ausführung von Prozeßschritten aktiv überwachen und drohende Terminüberschreitungen erkennen zu können, müssen vorgangsorientierte Assistenzsysteme über eine *Zeitplanungs- und Zeitmanagementkomponente* verfügen. Arbeitsschritte müssen mit Terminen assoziiert werden können, wobei die Festlegung von Terminen für die durchzuführenden Arbeitsschritte entweder explizit durch den Anwender oder implizit aufgrund der zu anderen Arbeitsschritten bestehenden zeitlichen Mindest- oder Maximalabstände möglich sein muß[1]. Zeitabhängigkeiten können innerhalb desselben Ablaufs (z.B. rechtzeitige Aufklärung eines Patienten vor einer Intervention)

oder auch zwischen verschiedenen Abläufen (z.B. zeitliche Mindestabstände zwischen Untersuchungsdurchführungen) vorkommen.
Insbesondere im Falle langandauernder Abläufe können sich die Ausführung von Prozessen und die Planung bzw. Festlegung von Terminen (für zukünftige Prozeßschritte) überlappen. Es ist daher i.a. nicht möglich, alle Termine bereits bei Start des Prozesses dem System bekannt zu machen. Die Festlegung von Terminen und Zeitabständen sollte daher sowohl zur Modellierungszeit (d.h. bei der Definition der Prozeßmodelle) als auch dynamisch zur Laufzeit (d.h. während der Durchführung konkreter Abläufe) möglich sein. Da bei der Planung von Terminen für einzelne Arbeitsschritte (z.B. die Durchführung einer medizinischen Untersuchung) häufig lokale, z.T. autonome Anwendungen (z.B. Terminplanungssysteme) eingesetzt werden, müssen Schnittstellen angeboten werden, über die dem Vorgangssteuerungssystem Termine bekannt gemacht werden können.

Des weiteren sind Terminverschiebungen und die dadurch erforderliche Neuterminierung abhängiger Schritte zu unterstützen. Droht eine Terminüberschreitung, müssen die betroffenen Benutzer vom System über entsprechende Notifikationsmechanismen informiert werden, evtl. ist eine weitergehende Ausnahmebehandlung (z.B. das Einleiten alternativer Maßnahmen) durchzuführen.

Bei allen genannten Punkten handelt es sich um Anforderungen, denen heutige, in konventioneller Implementierungstechnik realisierte Anwendungssysteme, mit ihrer im Programm versteckten Ablauflogik, nicht oder nur in eingeschränktem Umfang gerecht werden [5].

3.2 Workflow-Management-Systeme

Eine vielversprechendere Technologie zur Realisierung und Wartung prozeßorientierter Anwendungssysteme sind Workflow-Management-Systeme (WfMS) [5, 6, 7, 8, 9, 10], die für die rechnerbasierte Unterstützung von Arbeitsabläufen entwickelt wurden. WfMS liegen in gewisser Weise „zwischen" dem Betriebssystem und der eigentlichen Anwendung und können daher der sog. "Middleware" zugerechnet werden. Eine charakteristische Eigenschaft "echter" WfMS ist, daß die Ablauflogik (Kontroll- und Datenfluß) sowie die Behandlung aufgetretener Fehler vom eigentlichen Applikationscode separiert und dem WfMS gegenüber explizit bekannt gemacht wird (vgl. Abbildung 2). Hierdurch vereinfacht sich zum einen die Anpaßbarkeit und Wartbar-

[1] Ähnliche Fragestellungen werden z.B. in Produktionsplanungs- und Projektmanagementsystemen behandelt. Grundlage der zeitlichen Planung bilden hier Verfahren aus der Netzplantechnik.

keit der Anwendungen, zum anderen ergeben sich durch die Realisierung kleinerer, besser überschaubarer Programmbausteine bzw. Anwendungsfunktionen bessere Voraussetzungen für die Erhöhung der Softwarequalität. Systeme, die dieser Kategorie zugeordnet werden können, sind z.B. FlowMark, WorkParty oder ARIS-Workflow.

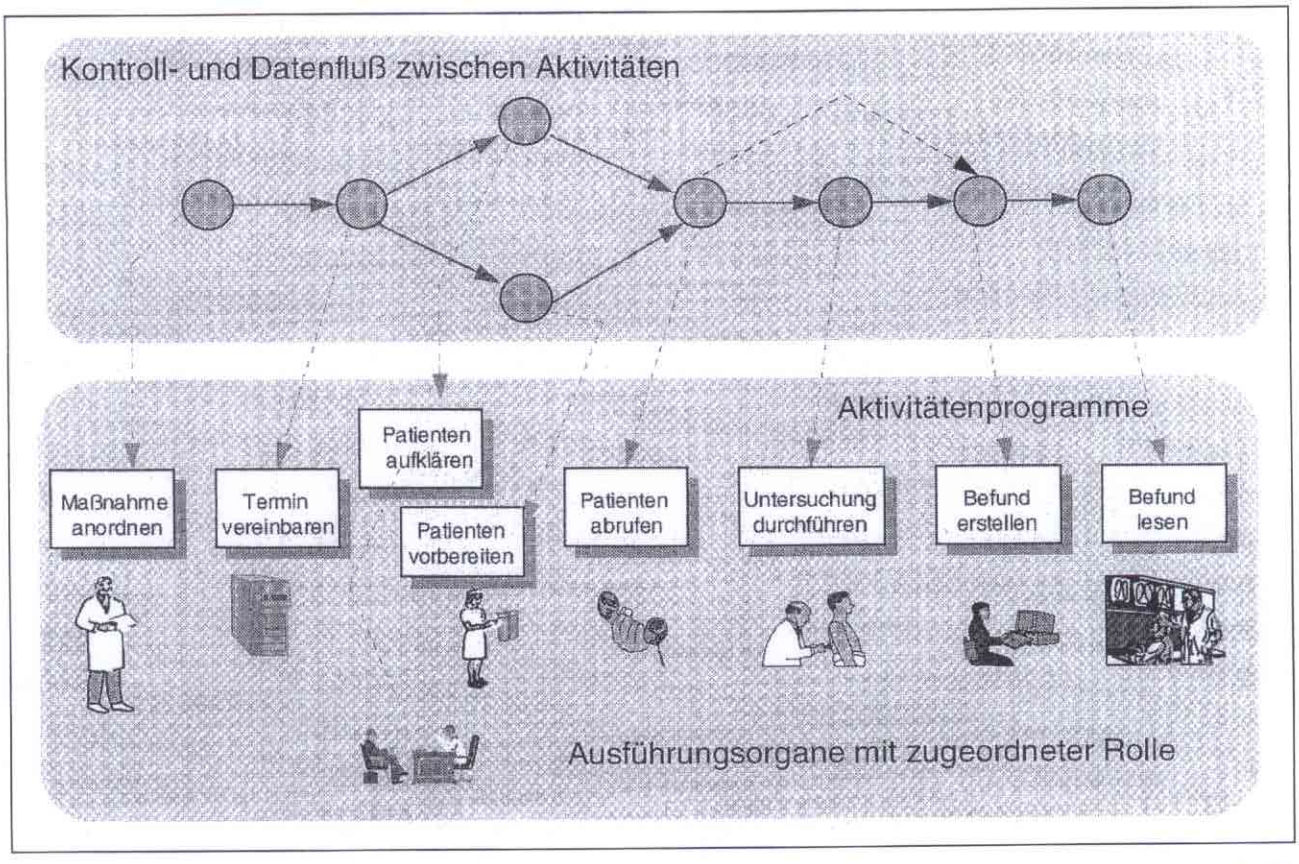

Abbildung 2: Trennung von Ablauflogik und Anwendungsfunktionen in WfMS

Mit der expliziten Modellierung der Abläufe ist potentiell auch die Möglichkeit gegeben, daß das WfMS die Ausführung des Geschäftsprozesses aktiv steuert und überwacht (z.B. durch Hinweise auf drohende Terminüberschreitungen) (vgl. Abschnitt 3.1). Darüber hinaus wird daran gearbeitet, daß zukünftig auf dieser Ebene beschrieben werden kann, unter welchen Voraussetzungen und von wem ein Vorgang abgebrochen werden darf und was in diesem Fall mit den evtl. bereits ausgeführten Teilschritten geschehen soll (Stornierung, Löschung, etc.)

Entwicklung vorgangsorientierter Anwendungssysteme mit Workflow-Technologie

Die Entwicklung eines Anwendungssystems zerfällt bei Einsatz eines WfMS i.w. in drei Stufen, der Spezifikation der Ablauflogik (Kontroll- und Datenfluß), der Implementierung der Applikationsmodule, wobei Implementierung vor allem Anknüpfung vorhandener Programme bzw. Anwendungssysteme bedeutet, sowie der Implementierung von Arbeitsplatzsystemen mit integrierter Arbeitslistenverwaltung.

Damit hat diese Technologie das Potential, zu einer gänzlich neuen Art der Programmentwicklung zu führen: Anwendungen werden i.w. durch (graphische) Beschreibung ihrer Ablaufstrukturen („Ablauf-Templates") und durch „Einstecken" (im Sinne eines „plug and play") vorgefertigter Programmbausteine in diese „Ablauf-Templates" entwickelt. Diese Trennung kann in signifikanter Weise dazu beitragen, daß sich für den Krankenhausbereich ein Markt für Softwarekomponenten entwickelt, der es insbesondere auch kleineren Anbietern ermöglichen würde, zu partizipieren. Softwareanbieter sind dann im Prinzip auch dazu gezwungen, standardisierte Schnittstellen für die Ansteuerung ihrer Systeme anzubieten. Dies wiederum würde die Basis schaffen, die heutigen, z.T. heterogenen „Insellösungen" (mit ihrer häufig redundanten Datenhaltung und Datenerfassung) durchgängig und prozeßorientiert zu integrieren.

Im Anschluß an die Workflow-Modellierung und Anbindung der operativen Anwendungssysteme erhält man einen ausführbaren Workflow. WfMS bieten i. d. R. Standardoberflächen an, mit denen autorisierte Benutzer Prozeßinstanzen erzeugen sowie zur Ausführung anstehende Aktivitäten starten, beenden, abbrechen 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, können nicht von dieser Standardoberfläche aus bedient werden. Des weiteren ist es für Benutzer nicht möglich, einen Ad-hoc-Wechsel zwischen verschiedenen Rollen (z.B. Ambulanz- und Stationsarzt) vorzunehmen. Solche Rollenwechsel sind im Umfeld Krankenhaus jedoch häufig erforderlich, da z.B. Stellen aus dem Ambulanz- und Stationsbereich teilweise durch dieselben Personen besetzt sind. Ein weiteres Manko besteht darin, daß die Aktualisierung der Arbeitslisten manuell durch den Anwender erfolgen muß und kein automatischer „Refresh" erfolgt. Aus diesen Gründen sollten für die verschiedenen Bereiche und Personengruppen im Krankenhaus eigene Arbeitsplatzsysteme (vgl. z.B. Abbildung 3) implementiert werden, in die neben einer Arbeitslistenverwaltung auch andere Anwendungsdienste (z.B. für den Zugriff auf die elektronische Patientenakte, die Planung von Terminen) integriert sein können. Für die Entwicklung solcher Endanwendungen bieten WfMS-Hersteller i.a. entsprechende API[2)]-Funktionen an [5].

[2)] API steht für Application Programming Interface

Weitere Aufgaben des Modellierers sind die Festlegung organisatorischer Regelungen, auf deren Basis das WfMS zur Laufzeit die für die Bearbeitung einer Aktivität in Frage kommenden Personen ermitteln kann. Neben der Modellierung und Zuordnung von Rollen und Kompetenzen zu Mitarbeitern, müssen auf dieser Ebene auch komplexe organisatorische Abhängigkeiten und Vertreterregelungen beschrieben werden können.

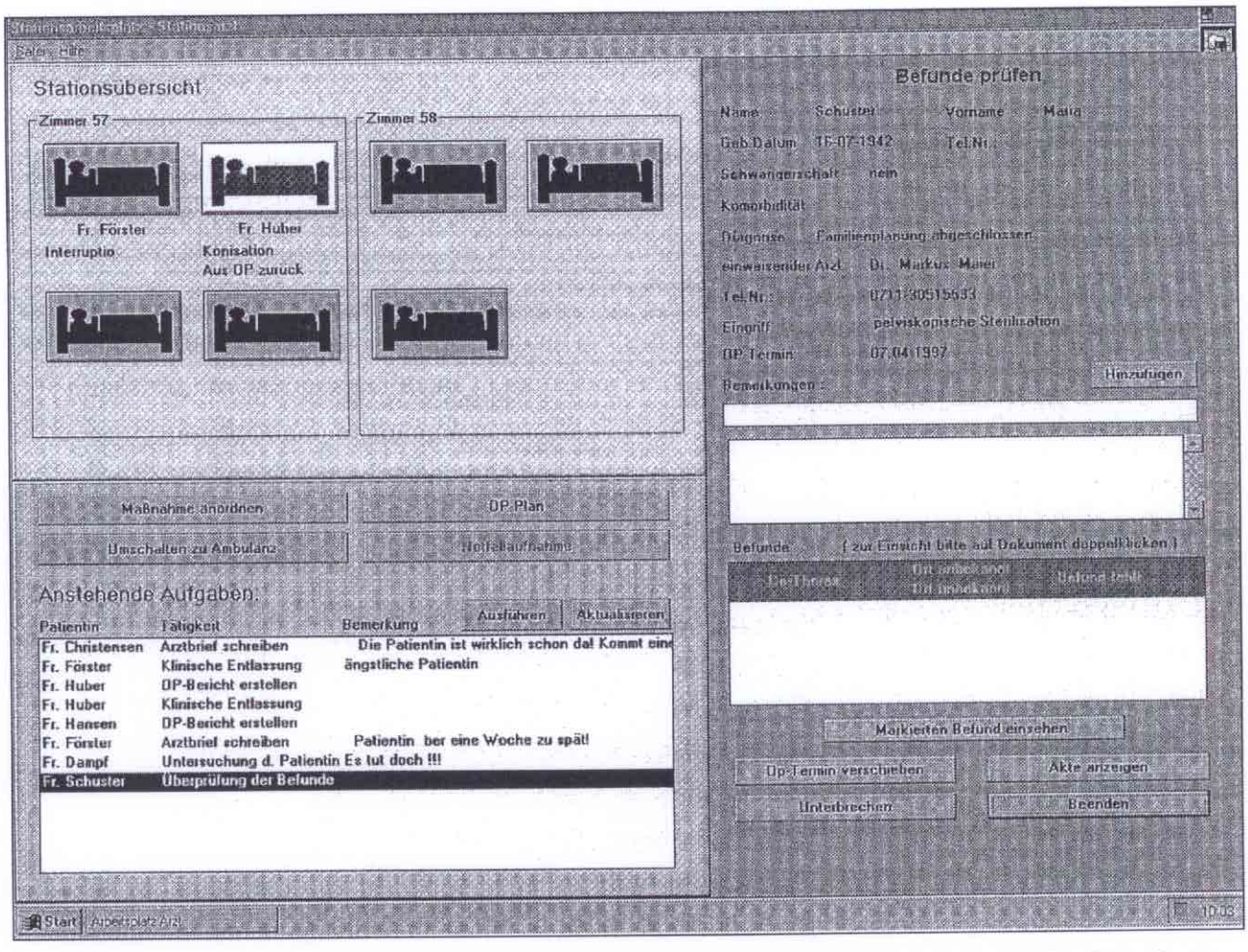

Abbildung 3: Beispiel für die Benutzerschnittstelle eines prozeßorientierten Stationsarbeitsplatzsystems mit integrierter Arbeitslistenverwaltung (links unten) [vgl. 5]. Das für die Bearbeitung der ausgewählten Tätigkeit „Überprüfung der Befunde" erforderliche Dialogprogramm wird vom WfMS automatisch gestartet und mit entsprechenden Eingabedaten versorgt (rechts)

Die Laufzeitkomponente eines Workflow-Management-Systems schließlich übernimmt dann u.a. die folgenden Aufgaben:

- Ausführung, Steuerung und Überwachung von Prozessen und Aktivitäten entsprechend dem modellierten Ablaufplan,

- Delegation von auszuführenden Prozeßschritten an zuständige Bearbeiter und Verwaltung von Arbeitslisten,
- automatischer Aufruf von Anwendungsprogrammen sowie korrekte Versorgung und Übernahme von Ein- bzw. Ausgabedaten.

Workflow-Management im Krankenhaus

Derzeit gibt es nur wenige Arbeitsgruppen, die sich systematisch mit den Möglichkeiten und Grenzen des WfMS-Einsatzes im Krankenhaus auseinandersetzen. In der Universitätsfrauenklinik Ulm wird im Projekt „Workflow-Management in klinischen Anwendungsumgebungen" modellhaft, aber doch realistisch, der Fall durchgespielt, daß Workflow-Technologie flächendeckend in der Klinik eingeführt wird. Aufbauend auf einer Analyse und einer Optimierung der medizinisch-organisatorischen Kernprozesse der Klinik [2] wurden unter Laborbedingungen ausgewählte Abläufe aus dem Bereich der minimal invasiven Chirurgie (Tagesklinik) auf Basis des WfMS *WorkParty* realisiert [5].

Die Tagesklinik-Abläufe werden dabei durchgängig unterstützt [vgl. 5]. Nachdem ein niedergelassener Arzt mit der Tagesklinik-Ambulanz telefonisch einen Termin für seine Patientin vereinbart hat, wird dort ein entsprechender Ablauf initiiert. Zum vereinbarten Termin werden dem Ambulanzpersonal dann die durchzuführenden Tätigkeiten in ihren Arbeitslisten angezeigt sowie relevante Kontextinformationen bereitgestellt. In Ausnahmefällen können der Ambulanzarzt und ggf. der Anästhesist weitere Zusatzuntersuchungen anordnen, die dann auf WfMS-Ebene zur Erzeugung von Subprozessen führen. Nach Abschluß dieser Maßnahmen wird vom Ambulanzpersonal, unterstützt durch eine integrierte Terminplanungskomponente, ein Termin für die stationäre Aufnahme bzw. die OP-festgelegt. Bis zu diesem Termin durchzuführende Tätigkeiten (z.B. Prüfen der Befunde, Indiaktionsabsegnung durch Facharzt) werden ebenfalls durch das WfMS koordiniert. Sind diese Aufgaben einen Tag vor Aufnahme der Patientin noch nicht erledigt, werden die Anwender vom System an deren Durchführung erinnert. Grundlage hierfür bilden Notifikations- und Eskalationsdienste. Nach dem gleichen Muster erfolgt die Durchführung des gesamten Prozesses, der aus WfMS-Sicht erst dann beendet ist, wenn die Patientin entlassen und der Arztbrief für den Hausarzt erstellt ist.

Schwachstellen

Die an sich vielversprechende Workflow-Management-Technologie hat derzeit noch Schwachstellen, von denen primär die zu geringe Flexibilität und die schlechte Performanz im krankenhausweiten Einsatz hervorgehoben werden müssen. Weitere Limitationen betreffen die semantische Grundkonzeption der Systeme (z.B. unzureichende Ausdrucksmächtigkeit des Workflow-Metamodells, Nichterweiterbarkeit des Datenmodells, fehlende Systemunterstützung für den Austausch komplex strukturierter Daten usw.) sowie verschiedene technische Aspekte (z.B. mangelhafte Skalierbarkeit, fehlende Transaktionsmodelle, Remote Betrieb, mangelhafte Schnittstellen, Oberflächen).

Eine der größten Schwachstellen heutiger Workflow-Management-Technologie ist die zu geringe Flexibilität der Systeme, wenn es um die Unterstützung von Anwendern bei der Behandlung von Ausnahmen geht („Intra-Workflow-Dynamik"). Abweichungen vom vorgeplanten Ablauf (z.B. das Überspringen von Arbeitsschritten oder die dynamische Veränderung der vorgesehenen Bearbeitungsreihenfolge) sind, falls überhaupt, nur in engen Grenzen möglich. Auch für die Synchronisation von Arbeitsschritten verschiedener Prozeßinstanzen („Inter-Workflow-Abhängigkeiten", vgl. Abschnitt 3.1) werden von heutigen Systemen nur unzureichende Möglichkeiten angeboten. Ein weiteres Problem ist die schlechte Skalierbarkeit der Systeme bei zunehmender Anzahl von Benutzern und/oder Prozeßinstanzen. Die meisten Systeme wurden ursprünglich für den Einsatz in kleineren, überschaubaren Umgebungen konzipiert und sind für bereichsübergreifende, krankenhausweite Workflows vielfach (noch) nicht geeignet. Auch in punkto Fehlertoleranz bleiben viele Wünsche offen.

4. Zusammenfassung

Die rasche Ausbreitung von leistungsfähigen Arbeitsplatzrechnern und Rechnernetzen, die wesentlich gestiegene Akzeptanz von Rechnern als Arbeitsmittel am Arbeitsplatz, die vereinfachte Bedienung durch graphische Oberflächen und anderes mehr haben im Prinzip die Voraussetzung sowohl für neue Formen der Informationsverarbeitung am Arbeitsplatz als auch für neue Formen der Organisation von Arbeitsabläufen geschaffen; hier bieten sich mit Werkzeugen aus dem Bereich des Workflow-Management interessante Perspektiven. Trotz der beschriebenen klaren Limitationen heutiger Systeme, etwa bei der Behandlung von Ausnahmen oder in Bezug auf Performanzaspekte, zeigen erste Projekte im Krankenhausbereich vielversprechende Ansätze [5, 8, 9].

Mit der Neugestaltung und kontinuierlichen Optimierung von medizinischen, pflegerischen und administrativen Leistungsprozessen kann die Qualität der Abläufe verbessert werden [3, 5]. Kritische Erfolgsfaktoren auf diesem Weg sind zum einen eine geeignete Vorgehensweise bei der Analyse, Modellierung und Umsetzung der neugestalteten Prozesse, zum anderen der Einsatz geeigneter Informationstechnologien. 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 hier wettbewerbsentscheidend sein. Obwohl GPM-Werkzeuge und WfMS erst am Anfang der Entwicklung stehen und technologisch noch nicht ausgereift sind, kann ein passives Abwarten dennoch riskant sein. Es sollte daher zumindest geprüft werden, inwieweit diese Systeme nicht schon in umrissenen Teilbereichen eine wirksame Unterstützung betrieblicher Abläufe ermöglichen. Workflow-Technologie und das Konzept der Prozeßorientierung werden sich mittelfristig durchsetzen. Es bedarf allerdings noch erheblicher Anstrengungen, bevor diese Systeme für einen breiten Einsatz im Krankenhaus in Frage kommen.

Literatur

[1] Nippa, M.; Picot, A. (Hrsg.): Prozeßmanagement und Reengineering. Frankfurt: Campus 1995.

[2] Reichert, M.; Kuhn, K.; Dadam, P.: Prozeßreengineering und -automatisierung in klinischen Anwendungsumgebungen. Proc. 41. Jahrestagung der GMDS, Bonn, September 1996, 219 - 223.

[3] Scheer, A.-W.; Chen, R.; Zimmermann, V.: Geschäftsprozesse und integrierte Informationssysteme im Krankenhaus, Institut für Wirtschaftsinformatik, IWI-Heft 130, Universität des Saarlandes, April 1996.

[4] Konyen, I.; Reichert, M.; Schultheiß, B. et al.: Prozeßentwurf für den Bereich der minimal invasiven Chirurgie. Interne Ulmer Informatik Berichte, DBIS-14 (Software-Labor Ulm), Oktober 1996.

[5] Reichert, M.; Schultheiß, B.; Dadam, P.: Erfahrungen bei der Entwicklung vorgangsorientierter, klinischer Anwendungssysteme auf Basis prozeßorientierter Workflow-Technologie. Erscheint in Proc. 42. Jahrestagung der GMDS.

[6] Kuhn, K.; Reichert, M.; Beuter, T.; Nathe, M.; Dadam, P.: An Infrastructure for Cooperation and Communication in an Advanced Clinical Information System, Proc. SCAMC'94, AMIA Press 1994, 519-23.

[7] Kuhn, K.; Reichert, M.; Dadam, P.: Unterstützung der klinischen Kooperation durch WfMS. In: Trampisch, H.J.; Lange, S. (Hrsg.): Proc. 40. Jahrestagung der GMDS, MMV Medizin Verlag 1995, 437-41.

[8] Bonner, A.; Shrufi, A.; Rozen, S.: LabFlow-1: A Database Benchmark for High-Throughput Worklfow Management. In: P. Apers et al. (eds.): Proc. EDBT'96, Avignon, März 1996, 463 - 478.

[9] Palaniswami, D.; Lynch, J.; Shevchenko, I.; Mattie, A.; Reed-Fourquet, L.: Web-Based Multiparadigm Automation For Efficient Health-Care Delivery. Proc. NSF Workshop on Workflow and Process Automation in Information Systems, Athens, Georgia, May, 1996.

[10] Joos, B. et al.: Drei Workflow-Management-Systeme im praktischen Vergleich. HMD, 34. Jahrgang, Heft 196, 1997, 81-103.