

September 2003

# Modellbildung und Architektur eines adaptiven Workflowmanagementsystems am Beispiel des Gesundheitswesens

Elvira Kuhn

*Fachhochschule Trier, kuhne@fh-trier.de*

Daniel Schneider

*Universitätsklinikum, RWTH Aachen*

Klaus Spitzer

*Universitätsklinikum, RWTH Aachen*

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/wi2003>

---

## Recommended Citation

Kuhn, Elvira; Schneider, Daniel; and Spitzer, Klaus, "Modellbildung und Architektur eines adaptiven Workflowmanagementsystems am Beispiel des Gesundheitswesens" (2003). *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2003*. 97.  
<http://aisel.aisnet.org/wi2003/97>

This material is brought to you by the Wirtschaftsinformatik at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in Wirtschaftsinformatik Proceedings 2003 by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact [elibrary@aisnet.org](mailto:elibrary@aisnet.org).

In: Uhr, Wolfgang, Esswein, Werner & Schoop, Eric (Hg.) 2003. *Wirtschaftsinformatik 2003: Medien - Märkte - Mobilität*, 2 Bde. Heidelberg: Physica-Verlag

ISBN: 3-7908-0111-9 (Band 1)

ISBN: 3-7908-0116-X (Band 2)

© Physica-Verlag Heidelberg 2003

# Modellbildung und Architektur eines adaptiven Workflowmanagementsystems am Beispiel des Gesundheitswesens

**Elvira Kuhn**

Fachhochschule Trier

**Daniel Schneider, Klaus Spitzer**

Universitätsklinikum, RWTH Aachen

*Zusammenfassung: Das medizinische Umfeld ist in den letzten Jahren von Änderungen geprägt: eingesetzte Technologien bei der Patientenbehandlung, politische Vorgaben und Steigerung des Qualitätsbewusstseins der Patienten entwickeln sich stetig weiter. Die betroffenen Teams müssen diese Änderungen selbstständig und zeitnah in die Ablaufmodelle der jeweiligen Krankenhäuser integrieren können. Im vorliegenden Artikel werden die möglichen Betrachtungsweisen von Rahmenbedingungen bewertet und Adaptivitätskriterien zur Handhabung von Zusammenhängen zwischen Umfeld und Abläufen diskutiert. Es wird aufgezeigt, wie Abläufe unter Berücksichtigung dieser Kriterien zu modellieren sind und wie die Modellbildung selbst Einfluss auf die Architektur eines unterstützenden Workflowmanagementsystems hat.*

*Schlüsselworte: Modellierung, Workflowmanagementsystem, Adaptivität*

## 1 Die Notwendigkeit zur Modellbildung des Umfelds

Internationale Kongresse und einschlägige Literatur im Bereich des Gesundheitswesens thematisieren die Optimierung von Prozessen und Abläufen im Krankenhaus. Gegenstand der Betrachtung sind Vorgehensweisen zur Modellbildung unter verschiedenen Blickwinkeln wie Rollen und Verantwortlichkeiten, Informationsprozess, Kommunikation zwischen beteiligten Teams, Geschäftsprozesse und Teamzusammensetzung [Amme+02]. Im Fokus stehen Abläufe innerhalb des Krankenhauses, während die Rahmenbedingungen, unter denen die Modelle entstehen, nicht explizit festgehalten werden. So ist es nicht verwunderlich, dass immer wieder ganze Modelle komplett überarbeitet werden müssen. Den Modellen liegen üblicherweise Modellelemente zu Grunde, auf deren Basis das Modellschema gebildet wird [Sieb98]. Die Ausprägung des Schemas bestimmt dann das

aktuelle Modell. Wenn die aktuellen Beschreibungsmöglichkeiten bestimmte Informationsbedürfnisse nicht mehr befriedigen können, müssen neue Modellelemente aufgenommen werden. Dies führt zu einer Reihe von nötigen Änderungen und damit verbunden Problemen: Nicht nur das Schema muss überarbeitet werden sondern auch das komplette Modell. Üblicherweise müssen EDV-Experten herangezogen werden, die die wesentlichen Erweiterungen des Systems vornehmen. Dies kostet Zeit und Geld. Die Realisierung einer Modellerweiterung, die dem Medizin-Controlling (MC) die Beschreibung der Konkurrenz oder die Korrespondenz mit der Finanzbehörde ermöglichen soll, ist mit den gegenwärtigen Mitteln relativ aufwändig und keinesfalls durch das MC selbst durchzuführen. Da sich aber Marktbedingungen als ein Bestandteil des Umfeldes von Unternehmungen ständig ändern, wäre es wünschenswert, dass durch das Team selbst Veränderungen am Modell vorgenommen werden können. Insbesondere bedeutet dies zum einen, dass das Team auch Modellelemente definieren und das Modellschema ändern kann. Zum anderen muss aber auch die Möglichkeit bestehen, Abläufe an aktuelle Marktbedingungen zu knüpfen. Ändert sich dann eine Marktbedingung, so müssen die mit der veralteten Marktbedingung verbundenen Abläufe ungültig werden.

In diesem Papier diskutieren wir die Verknüpfung von Abläufen mit aktuellen Umfeldbedingungen. Wir beginnen zunächst mit den informationstechnischen Möglichkeiten zur Realisierung von Bedingungen und leiten daraus die Anforderungen an die Modellbildung des Umfeldes ab. In Abschnitt 3 bilden wir Kriterien zur Unterstützung der Adaptivität unter der Voraussetzung, dass Abläufe mit einem Workflowmanagementsystem (WFMS) unterstützt werden sollen. Die Vorgehensweise zur Modellbildung adaptiver Abläufe leiten wir in Abschnitt 4 ab. Diese Modellbildung hat Auswirkungen auf die informationstechnische Unterstützung durch WFMS (Abschnitt 5). Das Papier endet mit einer Zusammenfassung über die wesentlichen Auswirkungen bei der Beachtung permanenter Umfeldänderungen während der Modellbildung von Abläufen.

## **2 Betrachtungen des Umfelds – Anforderungen an die Modellbildung**

### **2.1 Definition des Umfeldes**

Der Versuch einer allgemeingültigen Definition des Begriffs „Umfeld“ muss scheitern, zu verschieden ist der Fokus der Disziplinen, die ihn einsetzen. Jedoch gibt es eine grundlegende Gemeinsamkeit, aus denen wir eine für diese Arbeit gültige Ansicht ableiten wollen: Die dynamische Umgebung, die in ständiger Wechselwirkung mit dem Unternehmen steht.

Dieser Normalfall der sich wandelnden Umgebung, wie es in einer „lernenden Organisation“ gefordert wird [Schr99, S. 548 ff], muss auch in einer informationstechnischen Welt unterstützt werden. Dies bedeutet, dass auch das Team selbst Rahmenbedingungen technischer, politischer und juristischer Art anlegen und verändern können muss. Kurzum: Es muss möglich sein, das Umfeld des Handelns und Agierens im Unternehmen modellieren zu können. Wir definieren daher das Umfeld wie folgt:

**Definition 1: Unter dem Umfeld verstehen wir alle interessanten Modellelemente der Unternehmenstheorien, die möglicherweise für eine Handlung entlang der Wertschöpfungskette einer Unternehmung relevant sein können.**

Wir stellen nun verschiedene Techniken vor, welche die Modellbildung des Umfeldes unterstützen.

Die Modellbildung von Abläufen teilen wir in eine semantische, logische oder technische Ebene auf [Sche99]. Je nach Ebene und je nach Methode werden die zum Modellierungszeitpunkt gültigen Rahmenbedingungen unterschiedlich behandelt und in die Betrachtungsweise der Abläufe eingebettet. Wir unterscheiden

- die semantisch-orientierte Betrachtung, welche die Bedeutung der Information als tragendes Element sieht,
- die Logik-orientierte Betrachtung, die zunächst rein formal die Zusammenhänge zwischen Bedingungen und Abläufen zu erfassen sucht
- und die technisch-orientierte Betrachtung, die bereits Vorgaben zur Vorgehensweise in der Modellbildung gibt.

Alle drei Betrachtungen können auf der semantischen Ebene beginnen und sich bis zur technischen Ebene durchziehen.

## 2.2 Semantisch-Orientierte Betrachtung

Müssen spezielle Rahmenbedingungen - wie beispielsweise die Überprüfung eines bestimmten Medikaments in der Roten Liste vor der Rezeption durch einen Arzt - bei der Modellbildung beachtet werden, so stehen folgende Möglichkeiten der Betrachtungsweisen zur Verfügung:

1. Rahmenbedingungen werden als *ein* Informationskomplex zusammen mit einem oder mehreren Abläufen betrachtet. Dies kann weiter differenziert werden:
  - Der Informationskomplex wird *integriert im Ablaufmodell* mitbetrachtet.

Wertung: Hier liegt eine Vermischung von Bedingungen und abhängigen Abläufen ohne weitere Differenzierung vor und lässt das Modell sehr schnell sehr

komplex und unhandlich gegenüber Änderungen werden. Die Bedingungen steuern direkt den internen Ablauf.

- Die integrative Betrachtungsweise wird differenzierter bezüglich Steuerungsfluss und Datenfluss betrachtet. Beispielsweise wird bei der Methode SADT (Strukturierte Analyse und Design Technik) [Balz96] zwischen Steuerungsdaten und Mechanismen sowie Eingabedaten unterschieden.

Wertung: Die Schwierigkeit liegt im Unterscheiden zwischen Steuerungsdaten und Eingabedaten. Das Modell ist vom Modellierer abhängig. Mehrfachverwendungen der Daten lassen sich sehr gut erkennen, eine Änderungsfreundlichkeit ist jedoch auch bei dieser Methode nicht gegeben.

- Die Rahmenbedingungen werden *explizit als eigenständiger Komplex* betrachtet. Erste Ansätze finden sich im ARIS-Konzept [Sche99]. Eine fest vorgegebene Anzahl an spezialisierten Flüssen, - im Falle ARIS handelt es sich um Kontrollfluss, Funktionsfluss, Leistungsfluss und Informationsfluss – werden als Modellelemente zur Modellbildung der Abläufe vorgegeben.

Wertung: Die Vorgabe dieser Modellelemente ist eine wesentliche Erleichterung in Hinblick auf Komplexitätsbewältigung. Weitere Flüsse können wegen der fest vorgegebenen Anzahl nicht betrachtet werden.

- Im Bereich des WFMS hat sich die Betrachtung von „Use Cases“ [Jaco94] oder „Ereignishandlern“ durchgesetzt, mit deren Hilfe das Auslösen von Abläufen ermöglicht werden soll. Unter dem Auslösen von Abläufen kann in diesem Zusammenhang auch das Abbrechen von Abläufen und Anstoßen der von der Unterbrechung abhängigen Tätigkeiten, eben dem Handling von Ereignissen, verstanden werden.

Wertung: Bei dieser Betrachtungsweise können sehr schnell Veränderungen zum Auslösen von Abläufen vorgenommen werden. Allerdings sind die Abläufe fest an die „Use Cases“ oder „Ereignisse“ gebunden. Die Umkehrung, nämlich Abläufe mit „Use Cases“ zu verknüpfen, wird nicht betrachtet. Dies hätte aber den Vorteil, dass bei einem veränderten „Use Case“ der Ablauf selbst wieder steuerbar, oder zumindest unterbrechbar wird. So aber kann nur ein Abbruch eines begonnenen Ablaufs erfolgen.

Den bisher genannten Betrachtungsweisen ist gemeinsam, dass die modellierten Bedingungen in ihrer Gesamtheit erfüllt sein müssen, um einen nachgelagerten Ablauf auszulösen. Da in der Realität nicht immer alle Bedingungen erfüllt sein müssen, um einen nachfolgenden Teilabschnitt eines gesamten Prozesses zu starten wird dies nicht immer gefordert: Petri-Netze differenzieren hier in der prozentualen Erfüllung ihrer vorgegebenen Kriterien. Im Bereich der Datenbanken wird auf der Basis unscharfer Daten versucht, die Unsicherheit der Realität in das idealisierende Datenbankmodell einfließen zu lassen. Parsons unterteilt diese unscharfe Information in verschiedene Kategorien und stellt Modellierungsmöglich-

keiten vor [Pars96]. Eine Implementierung eines solchen Modells auf der Basis von Fuzzy-Mengen findet sich etwa in [Lock+00].

Abbildung 1 skizziert den Zusammenhang zwischen den hier betrachteten Bedingungen und Abläufen.

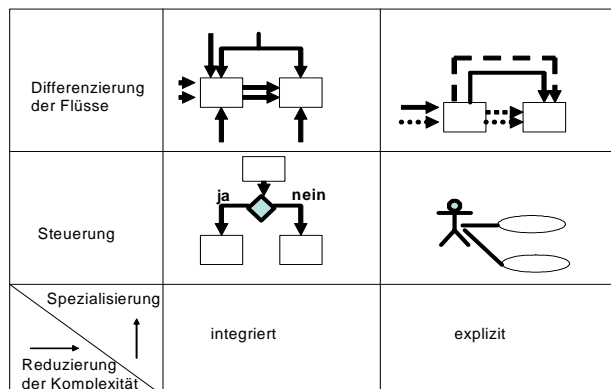


Abbildung 1: Enge Bindung von Bedingungen und Abläufen

Ein zweites Merkmal der hier vorgestellten Bedingungen ist das Auftreten als Pre-Condition. Es gibt Überlegungen, die Post-Condition - ob ein Ablauf erfolgreich war oder nicht - in die Steuerungsprüfung einzubeziehen [Ober+94]. Aber auch hier ist eine enge Bindung an den jeweiligen Ablauf vorhanden.

## 2. Rahmenbedingungen werden aspektsepariert betrachtet.

Die aspektseparierte Betrachtung von Modellierungsobjekten erlaubt die eigenständige Behandlung des jeweiligen Aspekts [Schm00]. So können Beobachtungen von Rahmenbedingungen als eigenständige Aufgabe beispielsweise im Zuge von Marketingoptionen durch das MC notwendig sein. Die bisher betrachteten Lösungen scheitern schon im Ansatz.

- Die *aspektseparierte* Betrachtung kann sich allein auf Daten beziehen. Diese semantisch-orientierte Betrachtungsweise findet heute ihren Niederschlag im Einsatz von Datenbanken.

Wertung: Die Fokussierung auf Daten und ihre Loslösung aus dem Kontext ist für die Einbeziehung von Rahmenbedingungen wenig hilfreich, da ja gerade hier der Kontext mitbetrachtet werden soll.

- Eine Weiterentwicklung zur Handhabung von Bedingungen findet sich in den Abfragesprachen auf Datenbanken. Als Beispiel sei hier SQL (Structured Query Language) erwähnt, welche um spezielle Konstruktionen, den so genannten Constraints, zur Handhabung von Bedingungen in einem bestimmten Kontext erweitert wurde.

Wertung: Die Separierung von Bedingungen aus der Ablauflogik vermindert die Komplexität der Abläufe. Jedoch ist durch die enge Bindung an die Daten eine eigenständige Betrachtung der Bedingungen nicht möglich.

- Die zugrunde liegende Idee spezieller Abfragesprachen (Constraint Query Language) im Datenbankbereich [Kane+90] ist die Erweiterung formaler Sprachen zur Formulierung unendlicher Lösungsmengen und findet ihren Einsatz im Bereich des Operations Research.

Wertung: Die Abfragesprache eignet sich für eine effiziente Abfrage. Auch nicht darstellbare Ergebnismengen können verarbeitet werden, sofern sich eine endliche Beschreibung angeben lässt.

- Inhaltsbezogene Aspektseparierung

Eine weitere Segmentierung des Gesamtkomplexes findet sich durch inhaltsbezogene Aspektseparierung in Sichten wie Organisation, Daten, Funktion, Steuerung und Leistung wie im ARIS-Modell [Sche99]. Eine andere Segmentierung wird im Semantischen Objektmodell SOM vorgeschlagen: Struktur- und verhaltensorientierte Sichten bilden dort die Grundlage [FeSi93].

Wertung: Diese Betrachtungsweise erlaubt eine differenziertere Handhabung zur Steuerung von Abläufen. Inhaltsbezogen können bereits Zuordnungen zu Rollen und Verantwortlichkeiten vorgenommen werden [Kuhn99]. Ebenso kann eine Optimierung von Ressourcen erfolgen [Kuhn01].

- Generalisierte Aspektbetrachtung

Eine Weiterentwicklung der Aspektseparierung besteht in der Verwaltung des Aspektes [Schm00] und der Flüsse [Kuhn01] selbst.

Wertung: Eine hohe Adaptivität wird dadurch erreicht, dass keine bestimmte Anzahl an Aspekten und zugehöriger Flüsse fixiert wird. Neue Aspekte und Flüsse können jederzeit definiert werden.

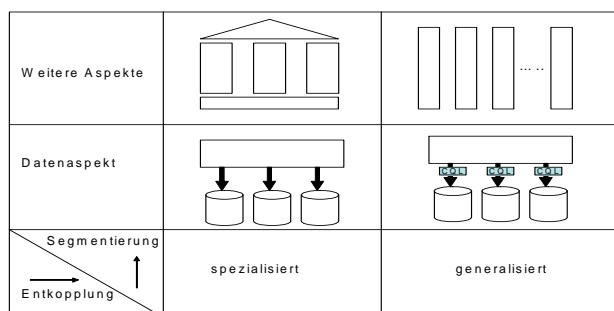


Abbildung 2: Lose Kopplung von Bedingungen und Abläufen



In Abbildung 2 sind die aspektseparierten Betrachtungen als Beginn der Segmentierung und Generalisierung von Modellelementen dargestellt.

### 2.3 Logik-Orientierte Betrachtung

Mit der logik-orientierten Betrachtung des Umfeldes werden verschiedene Ziele verfolgt:

1. Beschreibung des externen Verhaltens

Mit der Entwicklung von LOTOS (Language Of Temporal Ordering Specification) [Eijk89] sollte das externe Verhalten von Systemen beschreibbar werden. Über das spezielle Sprachelement „Ereignis“ können Interaktionen mit beliebig vielen Prozessen simuliert werden, wobei keine Unterscheidung zwischen Sender und Empfänger vorgenommen wird.

Wertung: Mit Hilfe von formalen Sprachen ist es möglich, die Interaktion von Umgebung und Prozess zu beschreiben, Werte zu generieren oder weiterzugeben. So kann ausgehend von einer Anfangssituation über eine Kette von Ereignissen davon abhängige Prozesse angestoßen werden, um dann eine bestimmte Endsituation (das Ziel) zu erreichen.

2. Constraints in Programmiersprachen

Um Constraint-Ausdrücke zu vereinfachen, wurden spezielle Systeme entwickelt, die Constraint Logic Programming erlauben. Dahinter verbirgt sich beispielsweise die Beschreibung von Horn-Klauseln mit einem Constraint-System.

Wertung: Für bestimmte Signaturen wie beispielsweise lineare Ungleichungssysteme konnten bereits effiziente Constraint-Resolver gefunden werden.

3. Aussagenlogik

Aufbauend auf der Aussagenlogik lassen sich Algorithmen finden, die eine Bewertung von Ereignissen zulassen. So wird beispielsweise in [Gebh94] die Interessantheit als ein Kriterium für die Bewertung von Ereignissen formal definiert und es werden Algorithmen zur automatischen Unterdrückung irrelevanter Aussagen oder zur Abwertung uninteressanter Aussagen angegeben.

Wertung: Durch die Zuordnung von Eigenschaften und der formalen Definition von Maßen (beispielsweise der Affinität von Aussagen) werden Algorithmen zur Steuerung relevanter Ergebnismengen ableitbar.

4. Epistemologische Logik erweitert um Modallogik

Die Beschreibung der epistemologischen Logik wird um den Wissensoperator „Akteur A weiß p“ und um den Möglichkeitsoperator „Akteur A hält p für möglich“ erweitert.

Wertung: Mit dieser erweiterten Logik lässt sich die Menge aller Annahmen für die Menge der Propositionen mit ihrer zweistelligen Belegungsfunktion in Bezug auf einen Akteur formulieren.

## 2.4 Technisch-Orientierte Betrachtung

In diesem Unterabschnitt beleuchten wir die Möglichkeiten, die sich aus einer technikorientierten Betrachtungsweise eines Umfeldes ergeben. Wir unterscheiden hier folgende Komplexe:

### 1. Logisch integriert

- Programmiersprachen

Die Mächtigkeit der Formulierung von Bedingungen reicht bei prozeduralen Programmiersprachen von der einfachen Bedingung (if...then...else) bis zur Berücksichtigung mehrerer Fälle (case-Anweisung).

Wertung: Die Formulierungen von Bedingungen sind direkt an eine nachfolgende Anweisung gebunden. Diese wird entweder ausgeführt oder nicht.

- Workflowsprachen

Die Konstrukte verhalten sich wie bei prozeduralen Programmiersprachen und sind eng an Abläufe geknüpft. Weitere Differenzierung der Konstrukte findet sich in der Formulierung von Pre- und Postcondition. Implementierungen finden sich in EventFlow [Schä00] und in Flowmark der Firma IBM.

Wertung: Wie bei Programmiersprachen sind die Konstrukte immer an die nachfolgende bzw. vorangegangene Logik gekoppelt. Die Konstrukte sind nicht mehrfach verwendbar.

### 2. Logisch explizit

Mit der Entwicklung der 3-Schichtenarchitektur haben sich die Benutzerschnittstelle, die Datenhaltung und die Geschäftslogik als eigenständige Schichten entwickelt. Aber nicht nur das:

- Middleware

Der Einsatz von Middleware ermöglicht insbesondere die Integration von heterogenen Systemen. Mit Hilfe besonderer Kommunikationssprachen wie IDL können Signaturen von Operationen beschrieben werden, die ein Client aufruft.

Wertung: Es wird eine lose Kopplung zwischen der Definition der Schnittstellen nach außen und der tatsächlichen Implementierung erzielt.

- **Komponentenorientierung**

Die Schichten der Architektur werden weiter aufgeteilt und die Aufgaben auf einzelne Komponenten verteilt. Die Komponenten agieren unabhängig voneinander und ermöglichen eine flexible Modellierung einzelner Teilaspekte.

Wertung: Der Einsatz von Komponenten und die durchgängige Komponentenorientierung ermöglichen einen hohen Grad an Flexibilität und Wiederverwendbarkeit einzelner Teilelemente eines Systems auf allen Ebenen der Schichtenarchitektur.

### 3. Separierte Betrachtung der Bedingung

Unter der separierten Betrachtung von Bedingungen verstehen wir die Betrachtung des gesamten Umfeldes ohne die Geschäftslogik, die sich hinter Abläufen verbirgt. Im Bereich der Thematik „Virtuelle Unternehmen“ [FiNi01] wurde festgestellt, dass es sich bei der Modellbildung der Umfeldbedingungen selbst wiederum um komplexere Abläufe handelt. Allerdings spielen hier andere Aspekte als bei der Geschäftsprozesslogik eine Rolle. Desweiteren muss auch die Verknüpfung zwischen Geschäftsprozesslogik und den umfeldbeschreibenden Abläufen betrachtet werden [Kuhn01].

Wertung: Mit der separierten Betrachtung von Bedingungen als spezielle Abläufe wird die höchste Adaptivität erreicht.

### 4. Kontextbetrachtung durch Content Management

- **Content Management**

Um Kontexte auch auf technischer Ebene hinreichend effizient zu behandeln, können geeignete Content Management Systeme (CMS) eingeführt werden. Diese müssen die anfallenden Informationen verarbeiten können und entsprechende Filter zur Einordnung in vorgegebene Kontexte zur Verfügung stellen.

Wertung: Die Menge und Vielfalt der zu verarbeitenden Information verlangt nach einer leistungsfähigen Möglichkeit, diese zu integrieren und im jeweiligen Kontext darzustellen

- **Content Management mit XML**

Die Extensible Markup Language XML stellt eine Möglichkeit dar, die den CMS zugrunde liegenden Daten zu verarbeiten. Insbesondere ermöglicht die Verwendung von XML eine Erweiterung von Kontextabhängigkeiten: Durch die Anwendung von Metadaten lassen sich auch Elemente der Prozesssteuerung einfügen; so kann ein als „in Arbeit“ definiertes Dokument nicht in den öffentlichen Informationsfluss gelangen.

Wertung: Die Möglichkeit der Verwendung von Metadaten stellt eine wesentliche Erweiterung der Kontextbetrachtung dar.

Abbildung 3 zeigt nochmals die wesentlichen Möglichkeiten im Bereich der technisch-orientierten Betrachtung von Bedingungen und Schnittstellen.

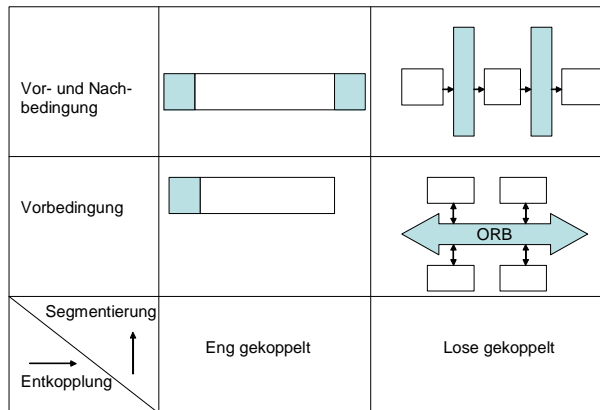


Abbildung 3: Entkopplungstendenzen von Umfeldinformation

## Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass eine breite Palette an Beschreibungsmöglichkeiten für Bedingungen vorhanden ist: Angefangen bei der engen Kopplung, weiter zur losen Kopplung zwischen Bedingungen und Abläufen bis hin zur separierten Betrachtung von Bedingungen sowie spezielle Beschreibungen des Kontextes. Informationstechnisch werden die Beschreibungsmöglichkeiten auf unterschiedlichste Weise gehandhabt.

## 3 Adaptivitätskriterien: Die Motivation des Teams

Um den Wandlungsprozess entlang einer Wertschöpfungskette permanent unterstützen zu können, bedarf es genau festgelegter Kriterien. Zum einem darf die Kreativität der beteiligten Teams nicht eingeschränkt werden, auf der anderen Seite müssen Modifikationen zeitnah und transparent für andere gestaltet werden. Nur dann wird die Motivation der Teams im Unternehmen vorhanden sein, die notwendigen Aufgaben durchzuführen. In [Schr99, S.548 ff] ist zu lesen:

„Die Idee der lernenden Organisation lässt den organisatorischen Wandel nicht mehr länger als Ausnahme, als vorübergehenden Unruhezustand zu. ...der vormalige Ausnahmezustand .. gerät nunmehr zum Dauerproblem, für das kontinuierlich eine Handhabung gefunden werden muss.... Die lernende Organisation basiert auf

der Selbstabstimmungs- und Selbstverknüpfungskompetenz der Mitglieder, denen dazu die entsprechenden Handlungsmöglichkeiten eingeräumt werden.“

Aus diesen Erkenntnissen und aus den Erkenntnissen der Wissensverarbeitung [Kille+91], der Verhaltensforschung [Laur95], des Marketings [Jesc93] und den Erkenntnissen zur Steigerung der Motivation von Mitarbeitern [Wits96] werden wir nun die Adaptivitätskriterien ableiten. Wir setzen voraus, dass ein WFMS zur Steuerung und Überwachung der Geschäftsprozesse eingesetzt wird oder werden soll.

- Lernende Organisation

Eine funktionale Anforderung besteht darin, dass die Teams selbst die Möglichkeit haben sollen, innerhalb ihres Kompetenzbereichs Maßnahmen zu ergreifen. Dies setzt einerseits die Zugehörigkeit von zu Rollen voraus, denen dann die Beschreibung von Kompetenzen zugeordnet wird.

Andererseits müssen auf Grund der geforderten Transparenz von durchzuführenden oder durchgeführten Maßnahmen diese Maßnahmen selbst als Prozesse modelliert und persistent abgelegt werden. Die Zugänglichkeit muss gewährleistet sein. Ein Rückgriff auf die Maßnahmen kann in ähnlichen Fällen aber nur dann erfolgen, wenn sie mit geeigneten Katalogen verwaltet werden

- Wissensverarbeitung

Wissen setzt sich nach [Kille+91] aus „Kennen“, „Können“ und „Wollen“ zusammen. „Kennen“ setzt Lernen voraus. Schulungsmaßnahmen zur Erhöhung des Anteils „Kennen“ sowie die Unterstützung des Strebens nach zusätzlichem Wissen der Teams kann informationstechnisch durch Push- und Pullstrategien unterstützt werden. So gelingt es, die so genannten „Kassandra-Informationen“, also die vorhandenen und relevanten Informationen, auch tatsächlich an die richtigen Teams zu adressieren. Der Anteil „Können“ fließt unter anderem in die Kompetenzregelung ein, von der im Zusammenhang mit WFMS die Zuordnung von Teilabschnitten zur Bearbeitung eines Workflows abhängig ist. „Wollen“ ist u.a. von der Motivation geprägt.

- Verhaltensforschung

Die Lewinsche Erkenntnis [Lewi58] zum Wandelverhalten sagt aus, dass die Veränderungsbereitschaft steigt, wenn die Notwendigkeit erkannt ist und das Einverständnis vorhanden ist. Dies wird erreicht, wenn das Team selbst die Konzepte mit erarbeitet hat und die Veränderung gemeinsam beschlossen wurde. Ein informationstechnisches Konzept hierzu besteht in der Unterstützung von Phasen, die von der Erkenntnis einer Ausnahmesituation bis hin zur Konsensfindung im Team reichen. In Abbildung 4 sind solche Phasen skizziert.

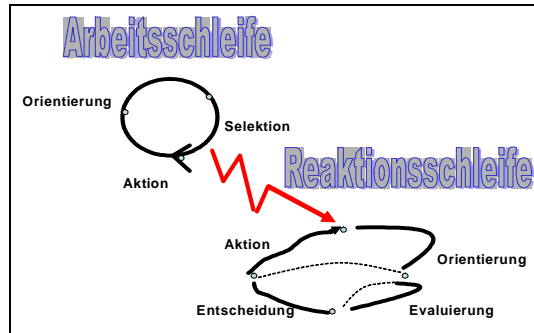


Abbildung 4: Reaktionsschleife zur Konsensfindung im Team

- Marketing

Zur Gewinnung originärer Information können - wie in der primären Marktforschung üblich - auch die Teams im Unternehmen befragt oder beobachtet werden. Ebenso können durch die Anwendung von Techniken aus dem Bereich der sekundären Marktforschung sowohl Stimmung als auch Handlungsfähigkeit der Teams erkannt werden. Informationstechnisch kann hier der Einsatz von Internet, Intranet, Extranet, Computer Telephony Integration und Videokonferenzen nützen. Gerade im Krankenhausbereich ist die Schaffung eines guten Arbeitsklimas als Basis für ein gutes Marketing [Jesc93] wichtig.

- Motivation

Unter Motivation wird die Bereitschaft verstanden, in einer konkreten Situation eine bestimmte Handlung mit einer bestimmten Intensität bzw. Dauerhaftigkeit auszuführen. Ist die Ausführung der Handlung an sich schon Belohnung, so spricht man von intrinsischer Motivation, sonst von extrinsischer Motivation. An die Nichtausführung von Handlungen können dann auch Bestrafungen geknüpft sein. Nach [Wits96] spielt beim Arbeiten in einer Gruppe die psychosoziale Ebene der Akzeptanz und des Vertrauens eine wichtige Rolle. Um ein gutes Arbeiten in der Gruppe zu erreichen, wird vorgeschlagen, in Abhängigkeit der Ziele die Teamgröße zu bestimmen. Ebenso sind wechselnde Fähigkeiten zu fordern. Eine Verwaltung von Motivationsprofilen, die Überwachung der Teamzusammensetzung und der Einsatz der Teammitglieder in unterschiedlichen Aufgaben kann informationstechnisch unterstützt werden.

## Zusammenfassung

Eine zeitnahe und transparente Adaption vorgegebener Geschäftsprozesse an ein sich wandelndes Umfeld setzt den Willen, das Kennen und Können der Teams voraus. Erreicht werden kann dies durch die Vermittlung von Freude an der Arbeit. Die Informationstechnik kann dies durch die Bereitstellung der richtigen In-

formation zum richtigen Zeitpunkt in der richtigen Menge bei der richtigen Person unterstützen. Wir haben gezeigt, dass die Bestimmung der richtigen Information von den Motivationsprofilen der einzelnen Teammitglieder, der Kompetenzregelung im Unternehmen, der Zugehörigkeit zu einem Team und der Zusammensetzung des Teams abhängig ist. Durch geeignete Push- und Pullverfahren und der geeigneten Verwaltung von Maßnahmen auf Grund von realen Ausnahmesituationen kann die Basis zur Lernenden Organisation gelegt werden.

## 4 Vorgehensweise zur adaptiven Ablaufmodellierung

Geschäftsprozesse dienen einer Leistungsbeschreibung. Die Leistung soll planbar sein und hat daher in definierbaren Teilschritten zu erfolgen. Um nun abweichend von einem geplanten Geschäftsprozess, der eine klare Anfangs- und Endsituation bezeichnet, Maßnahmen situationsabhängig während einer laufenden Instanz eines Geschäftsprozesses ergreifen zu können, müssen folgende Voraussetzungen beachtet werden:

- Für die Geschäftsprozesse müssen jeweils nur noch die Teilschritte modelliert werden, die tatsächlich planbar sind [Kuhn02a,b]. Im Extremfall können nur noch Anfangs- und Endsituation angegeben werden. Die informationstechnische Umsetzung von Geschäftsprozessen bezeichnen wir als Workflow.
- Die Teilschritte sind bei der informationstechnischen Umsetzung jeweils alternierend mit einem Verknüpfungselement [Kuhn01] zu verbinden. Dies gewährleistet, dass in der Kette an jedem Teilschritt Maßnahmen als Reaktion auf festgestellte Veränderungen im Umfeld eingebracht werden können.

**Definition 2: Verknüpfungselemente sind Modellelemente, die zur Verbindung von Maßnahmen zu Teilschritten dienen.**

**Definition 3: Unter einem adaptiven Workflow verstehen wir ein ablauffähiges Modell eines Geschäftsprozesses, dessen Teilschritte mit Verknüpfungselementen verbunden sind.**

- Um mit einem aktuellen Modell arbeiten zu können, sind die zum Startzeitpunkt gültigen Maßnahmen zu definieren. Um diese mit einem geplanten Geschäftsprozess verknüpfen zu können, müssen die Abhängigkeiten in Form von Einflussfaktoren definiert werden.

### Das Vorgehensmodell

Die Aufgabe bei der Modellierung adaptiver Workflow besteht darin,

1. die leistungsorientierte Beschreibung zu erstellen,

2. das Umfeld eines Unternehmens explizit zu beschreiben und
3. diese umfeldorientierte Beschreibung in die leistungsorientierte Beschreibung zu integrieren.

Die ersten beiden Tätigkeiten können parallel erfolgen, während die dritte erst nach der Beendigung der ersten beiden Tätigkeiten erfolgen kann. Das Vorgehensmodell hat dies zu berücksichtigen. Abbildung 5 zeigt das Vorgehensmodell zur Entwicklung von Workflows unter Beachtung von Umfeldeinflüssen. Das Vorgehensmodell dient dazu, den Analyseprozess schrittweise zu beschreiben.

In Abbildung 5 beschreiben Ovale die Eingabe oder Ausgabe einer Tätigkeit, Rechtecke beschreiben die Tätigkeit selbst.

Das Vorgehensmodell gliedert sich grob in die folgenden vier Phasen:

#### **Phase 1: Erstellen des Unternehmensmodells und Durchführung der Analyse von Unternehmen und Umfeld**

Gemäß dem in Abbildung 5 dargestellten Vorgehensmodell müssen in Phase 1 das *Unternehmensmodell* erstellt und parallel dazu die Analyse von *Unternehmen und Umfeld* durchgeführt werden. Zum Erstellen des Modells sowie zur Analyse des Unternehmens und des Unternehmensumfelds werden die *Unternehmensziele, der Unternehmensplan sowie die Rechtsform* benötigt. Der Unternehmensplan enthält die strategischen Informationen zum Umsetzen der Unternehmensziele. Zur strategischen Information gehören nach [Fran94] beispielsweise die Organisationsform des Unternehmens, die Branchenzugehörigkeit sowie die Angabe von Strategien zum Erreichen der Unternehmensziele. Meist werden Erfolgsfaktoren den Strategien zugeordnet. Sie dienen dazu, den Erfolg der Strategien zu überwachen. Der Erfolg wird dabei in Kosten und Zeiten gemessen.

Durch die *Unternehmensmodellierung* werden die Geschäftsprozesse ermittelt und die zur Durchführung benötigten Ressourcen wie *Material, EDV-Anwendungen und ausführendes Personal* zugeordnet. Durch die Analyse des *Unternehmens in Zusammenhang mit seinem Umfeld* werden die Informationen, die für das Erstellen der Strategie notwendig sind, festgehalten. Diese umfassen zunächst die *aktuelle Marktlage*. Die Marktlage enthält Informationen über die Konkurrenz, die Anzahl potentieller Kunden und ähnliche Informationen [Wenz97]. Weitere wichtige Umfeldinformationen sind die *Einflussfaktoren*, welche die aktuelle Marktlage und damit die Strategie oder Ziele beeinflussen können. Zu diesen Einflussfaktoren sind *Maßnahmen* festzulegen.



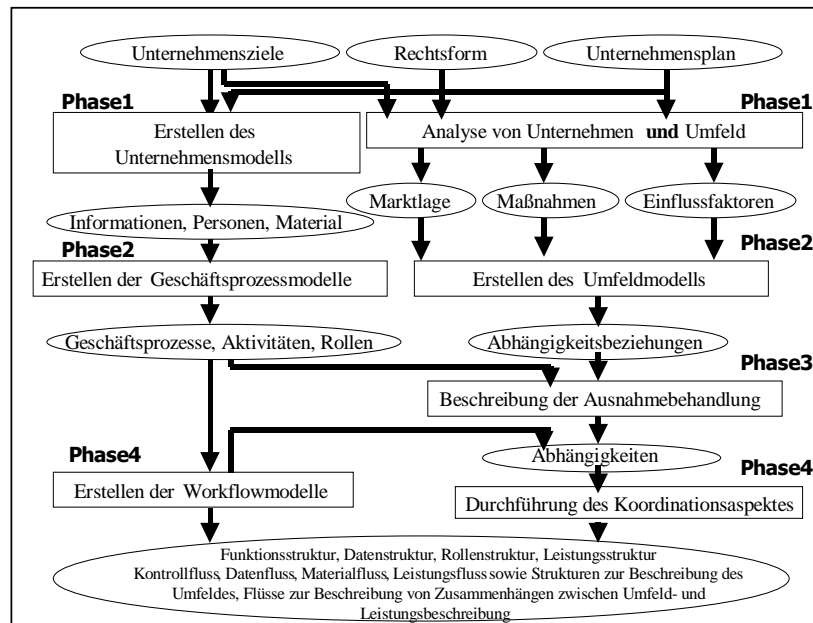


Abbildung 5: Vorgehensmodell adaptiver Workflows

### Phase 2: Erstellen des Geschäftsprozessmodells und des Umfeldmodells

In Phase 2 wird zur *Erstellung des Geschäftsprozessmodells* parallel das *Umfeldmodell* beschrieben. Die Ergebnisse der Geschäftsprozessmodellierung bestehen neben der Beschreibung der *Geschäftsprozesse* in der Beschreibung der *Aktivitäten* (Funktionen, Daten und Leistung), die in den Geschäftsprozessen abgewickelt werden müssen und in der Zuordnung von *Rollen* zu Aktivitäten. Mit dem Erstellen des *Umfeldmodells* erhalten wir die *Abhängigkeiten* der Einflussfaktoren untereinander, die Bedeutung für das Unternehmen sowie die Beziehungen zwischen Einflussfaktoren und Maßnahmen.

### Phase 3: Beschreibung der Ausnahmebehandlung

Zwischen den *Geschäftsprozessen* bzw. den *Aktivitäten der Geschäftsprozesse* und dem Umfeldmodell müssen die *Abhängigkeitsbeziehungen* ermittelt werden. Maßnahmen zur Ausnahmebehandlung sind für die möglichen Kombinationen der Belegung aller Situationsparameter festzulegen.

#### **Phase 4: Erstellen der Workflow- und Koordinationsmodelle**

Nach dem *Erstellen des Workflowmodells* aus dem Geschäftsprozessmodell werden die *Abhängigkeiten zum Umfeldmodell* modelliert und die Ergebnisse werden im Koordinationsmodell festgehalten. Als Ergebnis erhalten wir die Strukturen, die sowohl die Geschäftsprozesse als auch das Unternehmensumfeld beschreiben. Gleichzeitig sind durch die Analyse des Zusammenhangs zwischen Workflowmodell und Umfeldmodell auch die möglichen Änderungsflüsse zwischen den Situationsparametern festgehalten. Treten Änderungen im Umfeld auf, so können die betroffenen Parameter des Workflowmodells festgestellt werden. Darüber hinaus können die den Parametern zugeordneten Maßnahmen dem Benutzer angezeigt werden.

#### **Zusammenfassung**

In diesem Abschnitt haben wir die Frage gelöst, wie bei der Modellbildung einer Anwendung vorgegangen werden muss, um das Umfeld zusammen mit der Leistungsbeschreibung zu analysieren und zu entwerfen.

### **5 Architektur eines adaptiven Workflowmanagementsystems im Krankenhauswesen**

Aus den bisherigen Überlegungen über Adaptivitätskriterien und über die verschiedenen Arten der Modellbildung sowie der technischen Umsetzung von Umfeldinformation ergeben sich für die Architektur eines adaptiven Workflowmanagementsystems im Krankenhauswesen folgende Anforderungen:

- Die Architektur soll leicht erweiterbar sein. Daher bietet sich als grundsätzlicher Ansatz für die Architektur das n-Schichtenmodell [StHa99] an. Auf Grund der Anforderungen an Flexibilität und Mehrfachverwendung sollen die einzelnen Teile des WFMS als Komponenten realisiert sein.
- Im Krankenhauswesen gibt es sehr viele Akteure aus sehr vielen Branchen, so dass eine Vernetzung der unterschiedlichsten Datenbanken und Rechner möglich sein muss. Als Standard zur Realisierung einer Benutzerschnittstelle muss ein einfacher Browser einsetzbar sein.
- Änderungen müssen nachvollziehbar sein: Da viele Mitarbeiter in einem Team eng zusammenarbeiten, müssen genaue Protokolle und Logfiles die Handhabung von Veränderungen festlegen.

- Über eine einfache grafisch-orientierte Schnittstelle sollen sich aktuelle Abläufe anzeigen lassen. Über die gleiche Schnittstelle sollen die Abläufe aber auch veränderbar sein.
- Die Beschreibungen der Schemata müssen persistent in einer Datenbank hinterlegt sein.
- Maßnahmen als Reaktionsprozess auf Umfeldänderungen müssen sich mit geplanten Abläufen, den Workflows, verknüpfen lassen.

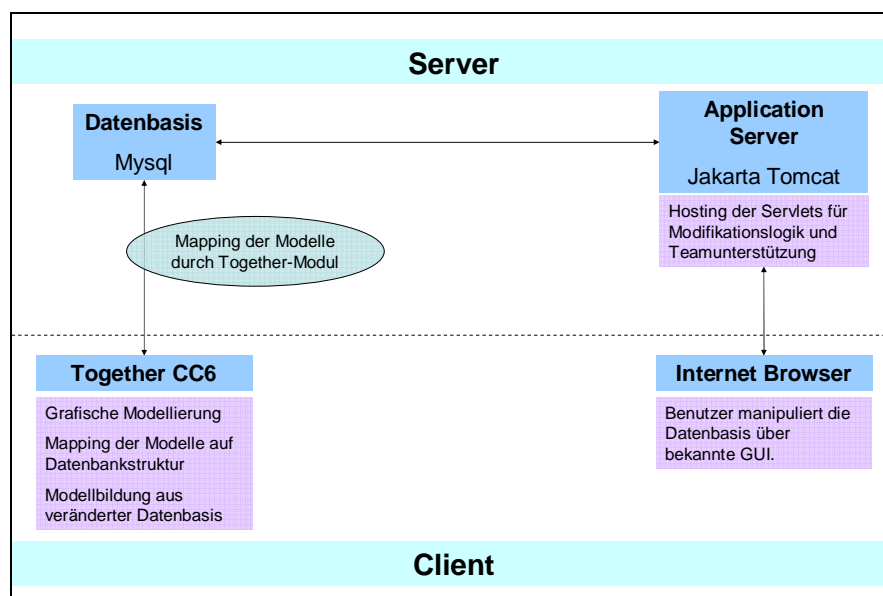


Abbildung 6: Architektur eines adaptiven WFMS im Krankenhauswesen.

Wir haben begonnen, eine solche Architektur zu bauen. Abbildung 6 zeigt den derzeitigen Ausbau und die verwendeten Komponenten. Die persistente Ablage des Modells erfolgt derzeit in MySQL. Ein integriertes Versionshandling garantiert, dass nicht gleichzeitig von mehreren Mitarbeitern an einer Stelle geändert werden kann. Das Modell kann durch die Verwendung von Java Servlets über einen einfachen Browser manipuliert werden. Die Änderungen werden bei Bedarf in die Datenbank übernommen und können visualisiert werden.

Das Zusammenspiel von Maßnahmen und geplanten Workflowabläufen muss über einen Koordinationsmechanismus gesteuert werden. Wie zuvor gezeigt, muss dieser Mechanismus die Gültigkeitsangabe (Zeitpunkt ab, Zeitraum von... bis..., ungültig ab etc.) berücksichtigen können. Abbildung 7 zeigt den Zusammenhang zwischen den im *Umfeldmodell* abgelegten *Einflussfaktoren*, den zu *Kombinationen von Einflussfaktoren* gehörenden Maßnahmen und dem betroffenen Workflow

in UML-Notation. Über das in Abschnitt 2 eingeführte *Verknüpfungselement* erhält die Workflowmaschine die Information, ob eine Maßnahme integriert ist. Wird eine neue Maßnahme integriert, muss festgelegt werden, nach welcher Aktivität innerhalb eines Workflows diese Maßnahme ergriffen werden soll (*Startpunkt*) und wann sie - bezogen auf den gesamten Workflow - enden soll (*Endpunkt*). Der Koordinationsmechanismus zur Steuerung des Zusammenspiels von Maßnahmen und Workflowabläufen muss diese Information auswerten, sobald die Workflowmaschine die Kontrolle an ihn übergibt. Die benötigte Information bildet das so genannte *Koordinationsmodell*.

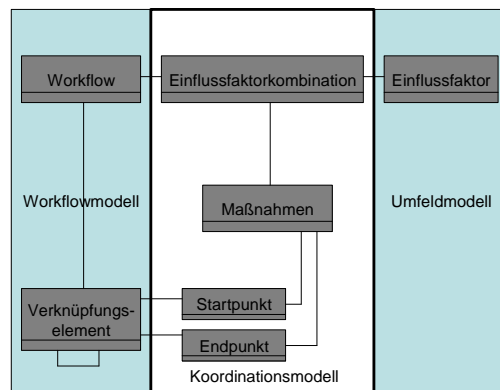


Abbildung 7: Koordinationsinformation, bestehend aus Information über das Umfeld (Einflussfaktoren), Reaktionsprozess (Maßnahmen) und leistungsorientiertem Prozess (Workflow).

## Zusammenfassung

Gegenstand dieses Abschnitts war die Darstellung der Anforderungen an eine Architektur eines WFMS zur Bewältigung eines dynamischen Umfelds. GleichermäÙen war die Unterstützung der Motivation eines Teams, dessen Teammitglieder aus unterschiedlichsten Berufen Hand in Hand zusammenarbeiten, zu berücksichtigen. Wir haben unsere Lösungsansätze für diese Anforderungen vorgestellt.

## 6 Zusammenfassung

Eine integrierte Betrachtung von aktuellen Marktsituationen im Zusammenhang mit internen Abläufen kann nur durch die konsequente Berücksichtigung auf allen Ebenen einer Modellbildung erreicht werden. Nur wenn auch das Umfeld - sei es technisch, politisch oder medienpezifisch geprägt - auf gleicher Ebene mit den

internen Abläufen einer Unternehmung behandelt wird, ist eine separierte Behandlung im Sinne des Beobachtens und Veränderns möglich und die Auswirkungen auf die davon abhängigen Abläufe effektiv und transparent gestaltbar.

Die Modellbildung der so gestalteten Abläufe hat Auswirkungen auf das unterstützende WFMS: Nicht nur ein Steuerungsmechanismus (die Workflowmaschine) sondern auch ein Koordinationsmechanismus ist notwendig, um Maßnahmen zum richtigen Zeitpunkt wirksam werden zu lassen.

## Literatur

- [Amme+02] Ammenwerth E., Haux R., Buchauer A.: Anforderungskatalog für die Informationsverarbeitung im Krankenhaus. Das Krankenhaus, S. 502-503, 2001.
- [Balz96] Balzert H.: Lehrbuch der Software-Technik, Software-Entwicklung. Spektrum Akad. Verl. 1996.
- [Eijk89] van Eijk P. H. J., Vissers C. A., Diaz M. (editors): The formal description technique LOTOS, Elsevier Science Publishers B.V., 1989.
- [FeSi93] Ferstl O. K., Sinz E. J.: Der Modellierungsansatz des Semantischen Objektmodells (SOM), Bamberger Beiträge zur Wirtschaftsinformatik, Nr. 18, 1993.
- [FiNi01] Fischer F., Nikolay R.: Evaluation von Workflow-Management-Systemen für das Projekt VORREITER, Forschungszentrum der Informatik, Karlsruhe 2001.
- [Fran94] Frank U.: Multiperspektivische Unternehmensmodellierung, Theoretischer Hintergrund und Entwurf einer objektorientierten Entwicklungsumgebung. GMD Bericht Nr.225, R. Oldenbourg Verlag, München, Wien 1994.
- [Gebh94] Gebhardt F.: Interessantheit als Kriterium für die Bewertung von Ereignissen. In: Informatik, Forschung und Entwicklung, Nr.9, 1994.
- [Jabl95] Jablonski S.: Workflowmanagement-Systeme, Modellierung und Architektur. TAT, Freiburg 1995.
- [Jaco94] Jacobson I., and Christerson M., Constantine L.: The OOSE Method: A Use-Case-Driven Approach, In Carmichael, A. (ed.) Object Development Methods. New York: SIGS Books, 1994.
- [Jesc93] Jeschke H. A. (Hrsg.): Krankenhaus Management durch Frustration und Erfolg. 1. Auflage, Kulmbach 1993.
- [Kane+90] Kanellakis P. C., Kuper G. M., Revesz P. Z.: "Constraint Query Languages," Proc. 9th ACM PODS, S. 299—313, 1990.
- [Kille+91] Killenberg H., Kuhlen R., Manecke H. J.: Wissensbasierte Informationssysteme und Informationsmanagement, Proceedings des 2. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI91), Universitätsverlag Konstanz, 1991

- [Kuhn99] Kuhn E.: Support for the Reaction to Changing Business Contexts within Robust Enterprises. In: W. van der Aalst, J. Desel, R. Kaschek (Hrsg.): Proceedings Software Architectures for Business Process Management. AIFB, Universität Karlsruhe, Bericht 390, Juni 1999.
- [Kuhn01] Kuhn E.: Gestaltungsrahmen zur Workflowunterstützung umfeldinduzierter Ausnahme-situationen in robusten Unternehmen. Aka Verlag, Berlin 2001.
- [Kuhn02a] Kuhn E., Spitzer, K.: Das Kernmodell eines Krankenhauses. Informatik, Biometrie und Epidemiologie, 33( 2/3): 299, 2002.
- [Kuhn02b] Kuhn E., Chihos D., Spitzer K., O'Dey D. M., Bratschke C.: Integration of Clinical and Administrative Information in Medical Treatment. In press: Proceedings AMIA 2002, 2002.
- [Laur95] Laurent M.: Neue Typen und Strategien der vertikalen Kooperation zwischen Systemen in Industrie und Handel. Dissertation Saarbrücken 1995.
- [Lewi58] Lewin K.: Group decision and social change. In: Maccoby, E.E./ Newcomb, T.M./Hartley, E.L. (Hrsg.): Readings in social Psychology. 3.Aufl., New York , S. 197-211, 1958.
- [Lock+00] Lockemann P., Lukacs G., Posselt D., Witte, R.: Unscharfe Daten in Produktion, Handel und Verkehr, Forschungsgruppe Information Systems, 2000.
- [Ober+94] Oberweis, A., Scherrer G., Stucky W.: INCOME/STAR: Methodology and Tools for the Development of Distributed Information Systems. In: Information Systems 19, 8, S.643-660, 1994.
- [Pars96] Parsons, S.: Current Approaches to Handling Imperfect Information in Data and Knowledge Bases. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 8 :S.353—372, 1996.
- [Schä00] Schätzle R.: Workflow-Management - ein ereignisbasierter Ansatz. Dissertation an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Karlsruhe, 2000.
- [Sche99] Scheer A.-W.: ARIS – Business Process Modeling. 2nd edition. Springer, Berlin, 1999.
- [Schm00] Schmitt R.: Aspektorientierte Komponentensysteme zur Unterstützung weitreichender Geschäftsprozesse. Dissertation, Universität Karlsruhe, 2000.
- [Schr99, S.548 ff] Schreyögg G.: Organisation, Grundlagen moderner Organisationsgestaltung. 3. Auflage. Gabler, Wiesbaden 1999.
- [Sieb98] Siebert R., Weske M.: Flexibilität und Kooperation in WFMS. In D-CSCW 98, Dortmund, Teubner Verlag, 1998.
- [StHa99] Stahlknecht, P., Hasenkamp U.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik. 9. Auflage, Springer Verlag Berlin 1999.
- [Wenz97] Wenzel P. (Hrsg.): Geschäftsprozessoptimierung mit SAP R/3, Modellierung, Steuerung und Management betriebswirtschaftlich-integrierter Geschäftsprozesse, Vieweg Verlag, 1997.

[Wits96] Witschi, U.: Projektmanagement: Der BWI-Leitfaden zu Teamführung und Methodik. Verlag Industrielle Organisation, 4. Aufl., Zürich 1996.