



Hansjürgen Paul (Hg.)

**Modellierung von Aufbau-  
und Ablauforganisation:  
von der Technozentrik  
zur Anthropozentrik**

**Projektbericht  
des Instituts Arbeit und Technik**

Projektbericht des Instituts Arbeit und Technik 97/2

ISSN 1430–8738

Gelsenkirchen 1997

Herausgeber:  
Institut Arbeit und Technik  
Munscheidstr. 14  
45886 Gelsenkirchen  
Telefon: 0209/1707-0  
Fax-Nr.: 0209/1707-110

## **Modellierung von Aufbau- und Ablauforganisation: von der Technozentrik zur Anthropozentrik**

### **Zusammenfassung**

Am 3. und 4. April 1996 war die Abteilung Produktionssysteme des Instituts Arbeit und Technik Gastgeber des Workshops *Modellierung von Aufbau- und Ablauforganisation: von der Technozentrik zur Anthropozentrik*. Der Workshop ist Bestandteil einer Veranstaltungsreihe, die von der Arbeitsgruppe «Modellierung in soziotechnischen Systemen» der Fachgruppe EMISA (Entwicklungsmethoden für Informationssysteme und deren Anwendung) im Fachbereich «Softwaretechnologie und Informationssysteme» der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) durchgeführt und von Prof. Dr. Erich Ortner (TH Darmstadt) und Dr.-Ing. Hansjürgen Paul (Institut Arbeit und Technik) moderiert wird.

Dieser Reader stellt eine Sammlung der Vorträge dar, die während des Workshops gehalten wurden. Dabei wurden die Diskussionsergebnisse des Workshops aufgearbeitet und von den Autoren in die vorliegenden Texte eingearbeitet.

## **Modelling Organizational and Process Structures of Organizations: from a Technocentric Point of View to an Anthropocentric**

### **Abstract**

On the 3 and 4 April 1996 the Production Systems Department of the Institute for Work and Technology was host for the workshop *Modelling Organizational and Process Structures of Organizations: from a Technocentric Point of View to an Anthropocentric*. The workshop is one of several meetings organized by the working group «Modelling in Sociotechnical Systems» of the special interest group EMISA (Development Methods for Information Systems and their Application) within the department Software Technology and Information Systems of the German Computer Society (GI). The working group is moderated by Prof. Dr. Erich Ortner (TH Darmstadt) and Dr.-Ing. Hansjürgen Paul (Institute for Work and Technology).

This reader comprises of the presentations given by the authors. Each contribution also summarizes results of the discussions during the workshop.



## INHALT

### **Modellierung von Aufbau- und Ablauforganisation: von der Technozentrik zur Anthropozentrik**

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
|          | <b>Vorwort . . . . .</b>   | <b>7</b>  |
| <b>1</b> | <b>Werkzeuge organisationalen Handelns? . . . . .</b>  | <b>9</b>  |
| <b>2</b> | <b>Modellierung und Konzeption organisations- und<br/>aufgabenangemessener betrieblicher Anwendungssysteme . . . . .</b> | <b>17</b> |
| <b>3</b> | <b>Ablaufmodellierung als Chance für partizipative<br/>Softwareentwicklung – Ein Erfahrungsbericht . . . . .</b>         | <b>27</b> |
| <b>4</b> | <b>Modellierungsnotationen für prospektive, gestaltungsorientierte<br/>Technikfolgenforschung . . . . .</b>              | <b>33</b> |
| <b>5</b> | <b>Fuzzy-basierte Modellierung unscharfer Informationen in der<br/>Entwicklungs- und Konstruktionsphase . . . . .</b>    | <b>47</b> |
| <b>6</b> | <b>Steuerungssituationen in Workflow-Management-Systemen . . . . .</b>   | <b>57</b> |
| <b>7</b> | <b>Der Ordnungsrahmen der Grundsätze ordnungsmäßiger<br/>Modellierung aus Sicht der Anthropozentrik . . . . .</b>        | <b>69</b> |
| <b>8</b> | <b>Modellieren in anthropozentrischer Sicht – die Perspektive<br/>betrieblicher Interessenvertretungen. . . . .</b>      | <b>81</b> |
| <b>9</b> | <b>Autorenverzeichnis . . . . .</b>  | <b>87</b> |



## Vorwort

Die Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) – 1969 in Bonn gegründet – ist die Fach- und berufsständische Organisation der Informatiker Deutschlands. Die ca. 19.000 Mitglieder kommen aus allen Bereichen der Wissenschaft, der Informatikindustrie, der Anwendungen, der Lehre und der Ausbildung. Ziel ist die Förderung der Informatik u.a. durch Forschung und Vermittlung von Wissen in Fachgruppen sowie Weiterbildung und Erfahrungsaustausch in Regionalgruppen. Die GI veranstaltet dazu wissenschaftliche Tagungen, Seminare und Vorträge, wirkt bei nationalen und internationalen Fachveranstaltungen mit, fördert wissenschaftliche Publikationen, arbeitet mit internationalen Normenausschüssen zusammen, beschäftigt sich mit Fragen der Informatik-Ausbildung und hat sich u. a. die Unterrichtung der Öffentlichkeit über Problemstellungen der Informatik zum Ziel gesetzt.

Die GI ist organisiert in Fachbereichen, Fachausschüssen und Fachgruppen, eine dieser Fachgruppen ist die Fachgruppe 2.5.2 »Entwicklungsmethoden für Informationssysteme und deren Anwendung« (EMISA). Sie hat es sich zum Ziel gesetzt, verbindende oder übergreifende Betrachtungen derjenigen Spezialdisziplinen zu fördern, die bei der Erstellung von Informationssystemen zusammenwirken. Somit versteht sich die EMISA als diejenige Fachgruppe der GI, die sich mit der Integration verschiedener Teilaspekte beim Entwurf von Informationssystemen beschäftigt, z.B. mit der Zusammenführung von Daten und Funktionen bis hin zur Verbindung lokal wirkender Informationssysteme.

Innerhalb der Fachgruppe EMISA wurde Anfang 1995 die Arbeitsgruppe »Modellierung in soziotechnischen Systemen« von Erich Ortner (Universität Konstanz, jetzt TH Darmstadt) und Hansjürgen Paul ins Leben gerufen, die sich Anfang April 1996 zu dem Workshop *Modellierung von Aufbau- und Ablauforganisation: von der Technozentrik zur Anthropozentrik* im Institut Arbeit und Technik traf. Dieser Workshop bildet den Hintergrund dieses Readers, wobei die hier zusammengefaßten Beiträge nicht mit den Vorträgen, die seinerzeit in Gelsenkirchen gehalten wurden, identisch sind. Sie spiegeln vielmehr die Diskussionen wider, die sich während des Workshops entwickelten und geben erste Antworten auf offen gebliebene und neue Fragen.

Naturgemäß sind diese Beiträge keine abschließenden Veröffentlichungen zu einem bestimmten, eingehend untersuchten Thema. Sie sind vielmehr Momentaufnahmen aus der laufenden Arbeit zu den verschiedenen Teilaspekten, sie sind die Ergebnisse eines Erfahrungs- und Meinungsaustausches, der längst nicht auf die zwei Tage im April beschränkt war. So werden viele der angesprochenen Fragen, wie auch neue, im Verlauf der Gespräche herausgearbeitete Problemstellungen, auf dem Fachgruppentreffen der EMISA in Darmstadt 1997 zur Sprache kommen.

Organisationen wie die Gesellschaft für Informatik definieren sich nicht durch die Organisation selbst (was immer man sich darunter vorstellt), sondern durch das, was ihre Mitglieder unternehmen. Insofern kann der Workshop – zusammen mit dem hier vorliegenden Reader – als ein Beispiel angesehen werden, wie selbstgesteckte Vorgaben wie Weiterbildung und Erfahrungsaustausch durch die Aktivität der Mitglieder eingelöst werden können.

*Hansjürgen Paul*

## **Literatur**

Paul, Hansjürgen, 1996: Modellierung von Aufbau- und Ablauforganisation: von der Technozentrik zur Anthropozentrik. Protokoll des Workshops der EMISA-AG „Modellierung in soziotechnischen Systemen“ am 3. und 4. April 1996. Tagungsbericht. EMISA Forum (2). 34-37.

## 1 Werkzeuge organisationalen Handelns?

*Hansjürgen Paul, Institut Arbeit und Technik im Wissenschaftszentrum NRW,  
Abteilung Produktionssysteme*

### 1.1 Vorbemerkung

Betrachtet man als Außenstehender die fachlichen wie populärwissenschaftlichen Publikationen zum Schlagwort »Workflowmanagement«, so könnte der Eindruck entstehen, daß es für die deutsche Industrie kein vordringlicheres Problem gibt, als sich umgehendst »Workflows« und »Geschäftsprozesse« zu verordnen und dabei ein umfangreiches »business process reengineering« zu absolvieren – ganz so, als gäbe es in den Betrieben weder Abläufe von Arbeitstätigkeiten noch übergeordnete, strategische Ziele. Und hört man den Vertretern der softwarevermarktenden Industrie lange genug zu, so ist man bald der Überzeugung, daß könne doch alles nicht so schwer sein..., gibt es doch jene leistungsstarken »Workflowmanagementsysteme«, mit denen man problemlos nach einer Kurzeinweisung in Notation und Programmbedienung eben jene »Workflows« festlegt, man den »business process« verschlankt und im gleichen Atemzug Effizienz und Effektivität der »Gesamtorganisation« gesteigert hat.

Sieht man einmal davon ab, daß dem keineswegs so ist – daß es eben nicht mit einer mehr oder weniger unverständlichen Notation und einem ach so leistungsstarken Stück Software getan ist, daß es eben nicht genügt, einen schicken Graphikeditor anzuwerfen, ein paar Kästchen, Kreise und Pfeile zu verschieben und schon steht der neue Produktionsablauf –, so wimmelt es in diesen Schlagwortgebilden von impliziten Begriffsdefinitionen, vermeintlich zwangsläufigen Kausalketten und unverständenen Mißverständnissen. Ein wenig Licht in das Begriffsdickicht zu bringen und den Blick für die eigentlichen Problemstellungen und Herausforderungen zu schärfen, ist die Absicht dieses Beitrags.

### 1.2 Von Grundmustern und anderen Irrtümern

Bei einem der verbreitetsten Grundmuster der Softwareentwicklung geht man davon aus, daß eine Problemstellung gegeben ist, dazu ein passender Algorithmus implementiert wird und durch den Einsatz der Software das Problem gelöst ist. Diese akademische Annahme überlebt in der betrieblichen Wirklichkeit nur kurze Zeit. Unabhängig davon, daß nur relativ wenige Softwaresysteme überhaupt fertiggestellt werden und wie geplant zum Einsatz kommen (Stichwort: Softwarekrise...) und davon, daß zahlreiche Softwareprodukte eher Problem, denn Lösung sind, kann dieses Grundmuster für interaktive Computersysteme, die organisationale Abläufe unterstützen sollen, noch aus einem anderen, einem problemimmanenten Grund nicht greifen.

Dieser Grund ist darin zu sehen, daß Computersysteme als Hilfsmittel für ihre Benutzer bei deren Arbeit gedacht sind; sie übernehmen bestimmte Funktionen, die zuvor der Mensch zu leisten hatte. Sei es im positiven Sinn als Entlastung von Belastendem, sei es im negativen Sinn als Dequalifizierung und Wegrationalisierung – in jedem Fall verändern sie die Arbeit ihrer Benutzer und wirken sich auf deren Arbeitstätigkeiten aus. Der Arbeitsplatz mit jener spezifischen Aufgabenstellung – Ausgangspunkt für die Entwicklung einer DV-technischen Anwendung – hat sich signifikant verändert, er existiert vielleicht gar nicht mehr.

Die Auswirkungen jener Computeranwendungen machen aber an den „Grenzen“ des einzelnen Arbeitsplatzes nicht halt, sondern wirken sich – mitunter recht drastisch – auch auf die Tätigkeiten an den benachbarten Arbeitsplätzen aus, sie verändern die Arbeitsabläufe und -zusammenhänge ganzer Bereiche eines Unternehmens. Damit aber noch nicht genug: aus dem Einsatz der Technik am Arbeitsplatz ergeben sich neue Anforderungen und neue Problemstellungen, denen dann wiederum oft genug mit dem Einsatz neuer „Softwarelösungen“ begegnet wird – ein Dominoeffekt von nicht zu unterschätzender Tragweite.

Bisher wurden hier nur die Auswirkungen des Einsatzes von Technik zur Beseitigung arbeitssaufgabenspezifischer Probleme skizziert, der einzelne Arbeitsplatz stand im Mittelpunkt der Betrachtung. Welche Auswirkungen und welche Folgen muß dann erst ein Computersystem provozieren, das die Abläufe in der Organisation und die Kooperation verschiedener Organisationseinheiten fokussiert?

Offenbar gibt es bei vielen Organisationen ein gewisses Mißtrauen gegenüber solchen Großvorhaben. Die große Lösung, gleich den ganzen Betrieb mit all seinen Abläufen, Strukturen und Regelungen „auf den Rechner“ zu bringen, wird längst nicht so häufig in Angriff genommen, wie jene, zuvor skizzierte, lokale Unterstützung der Arbeitsaufgabe des einzelnen Mitarbeiters. Aber das sich bisher schützend auswirkende Mißtrauen scheint mancherorts im Schwinden zu sein.

Die Vorstellung, die man bei der Entwicklung und Einführung zur Unterstützung organisationaler Abläufe verfolgt, ruft dabei allerdings gleich wieder neue Mißverständnisse und Fehlschlüsse auf den Plan. So ist die Überarbeitung von Aufbau- und Ablauforganisation kein Selbstzweck oder Luxus, den sich Organisationen als Statussymbol leisten. Sie sind als Reaktion auf wachsende Kundenansprüche an Flexibilität, Qualität, Individualität und Preiswürdigkeit anzusehen, sie sollen kürzere Lieferzeiten ermöglichen und die Kosten senken. Dies bedeutet organisatorische Veränderungen für den Betrieb, die man zunächst technikzentriert zu erreichen hofft. Was unter den Bedingungen der Massenproduktion funktionierte, soll auch jetzt das Unternehmen aus der Krise führen.

Oft genug werden Unternehmen, die sich technozentrisch umorganisieren wollen, von ähnlich technozentrischen Vorgehensweisen der Software-Industrie bestärkt. Man geht beispielsweise davon aus, daß man nach der betrieblichen Reorganisation für das neu entstandene Unternehmen ein neues EDV-System schaffen kann, das dann die neu geschaffenen betrieblichen Strukturen und Abläufe festschreibt – vergleichbar einem stützend-einschnürenden Korsett. Dies ist aber weder möglich noch erstrebenswert.

Die Ausführungen über „Einzelplatzlösungen“ haben gezeigt, daß interaktive Computersysteme den Arbeitsplatz und die Arbeitstätigkeit verändern. Genauso verändert ein Computersystem für die organisatorischen Abläufe eines Unternehmens dessen Aufbau- und Ablauforganisation. Die Folge des Einsatzes eines ehemals adäquaten – weil für eine gegebene Aufbau- und Ablauforganisation passenden – Computersystems ist ein inadäquates System. Durch den Einsatz des Hilfsmittels verändern sich die Abläufe und verschiebt sich der strukturelle Aufbau. Das neue EDV-Korsett paßt nicht; mit wieviel Sorgfalt und Aufwand es auch erstellt wurde.

Es ist nicht nur unmöglich, eine starre Lösung in dem dynamischen Gebilde Unternehmen zu etablieren, eine solche Lösung ist auch nicht erstrebenswert, weil in ihr eine neue Krisensitua-

tion für das Unternehmen vorprogrammiert ist. Angenommen, eine bestimmte Ausprägung von Aufbau- und Ablauforganisation ist betriebliche Wirklichkeit und findet eine adäquate DV-technische Unterstützung. Wird dann eine organisatorische Umgestaltung notwendig, z. B. um am sich verändernden Markt bestehen zu können oder um neue Produkte für zusätzliche Kunden zu produzieren, so muß der gesamte Prozeß erneut durchlaufen werden, ist ein komplett neues Computersystem für eine veränderte Organisation gefordert.

Viel sinnvoller erscheint es dann doch, wenn die Informatik Konzepte erarbeitet, die es erlauben mitzuhelfen, angeschlagene Organisationen von ihrer DV-technischen Altlast zu befreien und ihr ein effizientes wie effektives Instrumentarium an die Hand zu geben, um sich schnell und flexibel auf neue Anforderungen einstellen und sich selbst neuen Gegebenheiten anpassen zu können.

### 1.3 Von Worten und Begriffen

Die Verwendung von Ausdrücken wie »Workflowmanagement«, »Workflow« und »Geschäftsprozeß« erfolgt so beliebig, uneinheitlich und im Grunde fahrlässig, daß man sich an das Goethe-Wort von den fehlenden Begriffen und den sich einstellenden Worten erinnert fühlen mag. Sicherlich kann hier keine abschließende Klärung erfolgen und auch wesentlich umfangreichere Arbeiten haben schon vor dem Wirrwarr unterschiedlichster Sprechweisen kapituliert (z. B. Vossen / Becker 1996).

Nichtsdestoweniger soll hier eine Vorstellung von einigen der Begriffe vermittelt werden, die für die weiteren Betrachtungen von Bedeutung sind. Diese Begriffssammlung basiert auf der gemeinsamen Sichtweise, die sich beim Gründungstreffen der Arbeitsgruppe „Modellierung in soziotechnischen Systemen“ herausbildete (vgl. dazu auch Paul 1995).

Ein *Workflow* wird demnach als abgrenzbarer, arbeitsteiliger Prozeß zur Erstellung und Verwertung betrieblicher Leistungen aufgefaßt. Es handelt sich um einen dynamischen Ablauf von Arbeitstätigkeiten mit Initialisierung und definiertem Abschluß (⇨ Abb. 1, vgl. auch Paul 1996). Oft wird von der »Programmierung eines Workflows« gesprochen, was damit aber in der Regel gemeint ist, ist ein *Workflowanwendungssystem*. Dabei handelt es sich um ein modulares Softwaresystem für Workflows, also um ein arbeitsplatzübergreifendes, interaktives Computersystem, das die Arbeitsabläufe in einem Workflow unterstützen soll.

Basierend auf diesem Verständnis von Workflow und Workflowanwendungssystem – was ist dann ein Workflowmanagementsystem? Ein *Workflowmanagementsystem* ist ein Hilfsmittel für eine Organisation bei der Selbstanpassung an sich verändernde Rahmenbedingungen, ein Werkzeug der Reorganisation. Dieses Softwaresystem für den Umgang mit Workflows, oft fälschlich mit Workflowanwendungssystemen gleichgesetzt, hat mit einem solchen Anwendungssystem soviel gemein, wie beispielsweise ein Datenbankmanagementsystem mit einer Datenbankanwendung.

Ein *Geschäftsprozeß* ist diesen Begriffen übergeordnet, bedient er sich doch der Workflows, um übergeordnete, strategische Ziele einer Organisation zu realisieren. In dieser Betrachtungsweise ist er kein – wie auch in Diskussionen zu hören – Gegenstück zum Workflow, Arbeitsprozeß von Geschäftsleuten oder programmierter Prozeß der Industrieverwaltung. Diese anderen Verständnisse bzw. Mißverständnisse sind um so störender und irritierender, da gerade das

**Abb. 1: Begriffe und ihre Bedeutungen (vgl. Paul 1996: 183)**

**Workflow**

- abgrenzbarer, arbeitsteiliger Prozeß zur Erstellung und Verwertung betrieblicher Leistungen
- dynamischer Ablauf mit Initialisierung und definiertem Abschluß
- Mittel des Geschäftsprozesses
- Ablauf von Arbeitstätigkeiten

**Geschäftsprozeß**

- Prozeß zur Realisierung übergeordneter, strategischer Ziele der Organisation
- bedient sich dazu der Workflows

**Modellieren von Workflows und Geschäftsprozessen**

- Abbilden relevanter Aspekte betrieblicher Ablauforganisation
- Darstellen von
  - Arbeitstätigkeiten,
  - ihrer Koordination,
  - Arbeitsmitteln und -gegenständen

**Workflowmanagementsystem**

- Softwaresystem für den Umgang mit Workflows
- Hilfsmittel für die Organisation bei der Anpassung an den Markt und bei der Reorganisation

**Workflowanwendungssysteme**

- Modulares Softwaresystem für Workflows
- arbeitsplatzübergreifendes Computersystem zur Unterstützung der Arbeitsabläufe in einem Workflow

Bemühen einer Organisation, die eigenen Ziele zu erreichen, und die dazu zur Verfügung stehenden Hilfsmittel von zentraler Bedeutung sind.

#### **1.4 Von organisationalem Handeln und Handeln in Organisationen**

Das Verständnis von Geschäftsprozessen als Prozesse zur Realisierung von Zielen eines Unternehmens impliziert eine wichtige Annahme, die längst nicht so etabliert ist und noch gar nicht als so selbstverständlich angesehen wird, wie man vielleicht meinen könnte: Organisationen – verstanden als Betriebe und Unternehmen – sind nicht statisch. Organisationen verändern sich, passen sich an, optimieren sich in Abhängigkeit von verändernden Rahmenbedingungen. Sind sie doch statisch und inflexibel, so werden sie ineffizient und ineffektiv und können nicht lange am Markt überleben.

Hinter dieser harmlos anmutenden Aussage verbirgt sich eine bereits länger andauernde, aber nichtsdestoweniger nach wie vor aktuelle und mitunter hitzig geführte Diskussion in den Wissenschaftsdisziplinen Industriesoziologie bzw. soziologische und betriebswirtschaftliche Organisationslehre über Lern- und Handlungsfähigkeit von Organisationen (vgl. z.B. Ortman et al. 1990).

Es kann hier aus verständlichen Gründen nicht geklärt werden, welches beispielsweise die bestimmenden Größen von »organisationalem Handeln« oder »lernenden Organisationen« sind, worin sich letztlich Lernprozesse in Organisationen manifestieren und wie »organisationales Handeln« und »organisationales Lernen« individuelles Handeln und Lernen beeinflussen. Es ist aber aus den bisherigen Ausführungen deutlich geworden, daß Organisationen sich verändern können müssen, sei es beispielsweise als Reaktion auf eine Veränderung der Rahmenbedingungen, sei es als gezieltes Vorhaben, um ein neues übergeordnetes Ziel zu erreichen. Aus der Perspektive der Modellierung von Aufbau- und Ablauforganisation bzw. aus der Sichtweise des Workflowmanagements impliziert dies, daß es Elemente in einer Organisation gibt, die diese Veränderungen registrieren, die die neuen Ziele aufstellen und die die Veränderungen in Aufbau- und Ablauforganisation, z.B. Erweiterungen oder Reorganisationen, initiieren – seien dies nun Individuen, Gremien oder „Strukturen“. Einsicht in die Notwendigkeit von Veränderungen setzt die Lernfähigkeit einer Organisation voraus, die Möglichkeit der Durchführung von Veränderungen deren Handlungsfähigkeit.

Organisationen benötigen für ihr Lernen und Handeln Hilfsmittel unterschiedlichster Prägung; eines dieser Hilfsmittel könnten Workflowmanagementsysteme sein – wenn sie denn bestimmten Kriterien genügen. Zunächst ähneln die Anforderungen jenen eines Individuums zur Unterstützung dessen Arbeitshandelns: Workflowmanagementsysteme müssen die Organisation beim Erreichen übergeordneter Ziele unterstützen. Dazu müssen sie den Umgang mit den Arbeitsgegenständen erleichtern und effizienter machen. Konkret bedeutet dies, daß der Umgang mit Workflows erleichtert wird, um die Geschäftsprozesse erfolgreich zu betreiben und um zu helfen, die Ziele der Organisation zu erreichen. Workflowmanagementsysteme haben die Organisation bei ihrer Reorganisation zu unterstützen; sie müssen wirkliche *Managementsysteme* sein, die es erlauben, Workflows zu managen, und nicht nur deren Fluß sicherzustellen. Dazu müssen sie der Organisation Mittel und Wege bereitstellen, sich selbst zu verändern, etwa Geschäftsbereiche zu entwickeln, zu realisieren, zu verlegen oder aufzulösen, Teilaufgaben zu verlagern, Entscheidungsverfahren zu verändern oder neue Kooperationsformen zu etablieren.

Da Instrumente wie Workflowmanagementsysteme nicht die Werkzeuge von Individuen sind, sondern das Lernen und Handeln von Organisationen unterstützen sollen, kann man die Erfahrungen, die man bei der Unterstützung individuellen Arbeitshandelns gemacht hat, nur bedingt übertragen. Aber schon die Frage nach der Aufgabenangemessenheit eines solchen Instruments bereitet Kopfzerbrechen. So gilt es beispielsweise, signifikant mehr über Organisationen und die in diesem Zusammenhang relevanten Handlungsformen in Erfahrung zu bringen; dies kann nicht nur durch die abstrakte Analyse realer Organisationen geschehen, sondern auch durch Mitwirken in organisationalen Umgestaltungsprozessen oder durch interdisziplinäres Arbeiten, etwa mit Industriesoziologen und Organisationswissenschaftlern. Nur wer die Abläufe hinreichend genug versteht, kann adäquate Lösungen realisieren, die beispielsweise auch in der Lage sind, erworbenes Metawissen, d.h. Wissen über den Umgestaltungsprozeß selbst, zu repräsentieren und so organisationale Lernprozesse zu unterstützen.

Weitere Möglichkeiten sind in dem Bestreben nach einer Beherrschung von Komplexität zu sehen, in der Absicht, das scheinbar unentwirrbare Netz von Abhängigkeiten und Wirkzusammenhängen transparent zu machen. Desgleichen ist die Arbeit an dezentralen Konzepten, die den einzelnen Modulen bzw. Organisationseinheiten eine maximale Autonomie zubilligen, ebenso von Bedeutung wie die Untersuchung von Möglichkeiten zur Wahrung von Konsistenz durch standardisierte Schnittstellen bei gleichzeitiger Delegation von Verantwortung.

### 1.5 Von vielen Fragen und ersten Antworten

Nimmt man die Herausforderungen an, die sich aus den bisherigen Ausführungen ableiten, so gelangt man schnell zu der Erkenntnis, daß es signifikant mehr offene Fragen als geklärte Antworten gibt. Diese Erkenntnis erwächst vor allem aus den evidenten Defiziten. So sind beispielsweise die Methoden und Vorgehensweisen einer Modellierung von Aufbau- und Ablauforganisation, die zusätzlich für sich in Anspruch nimmt, eine anthropozentrische zu sein, noch längst nicht soweit etabliert, daß man Fragen wie die nach der Erarbeitung der benötigten Informationen oder nach der Steuerung des Prozesses der Modellierung aus dem Stegreif zu beantworten wären.

Auch die Ziele von Modellierungen sind oftmals bestenfalls implizit benannt. Die Fragen nach dem Zweck einer Modellierung, dem Ziel einer Umgestaltung oder den Erfolgs- bzw. Mißerfolgsriterien werden ebenso unterschiedlich beantwortet, wie die abstrakter anmutende Frage nach der Interdependenz von Ziel und Methode. Welche Methode, welche Vorgehensweise ist für welche Ziele adäquat, wie erkennt man, ob man gesteckten Zielen näher kommt oder sich eher davon entfernt.

Selbst eine Diskussion über die zuvor beschriebenen Workflowmanagementsysteme und ihre Verwendung im Rahmen von Modellierungs- bzw. Reorganisationsvorhaben fördert wiederum mehr Fragen als Antworten zu Tage – ein beunruhigender Effekt, wenn man doch eigentlich nur ein bißchen Software einsetzen wollte, um effektiver zu sein und Probleme zu lösen. Nichtsdestoweniger ist in dieser Menge von Fragen etwas Positives zu sehen, macht sie doch deutlich, wieviel man bei der bisherigen Vorgehensweise unter den Teppich gekehrt hat.

Viele der Fragen, die zum Teil bereits beim ersten Treffen der EMISA-Arbeitsgruppe zur soziotechnischen Modellierung benannt wurden (vgl. Paul 1995), sind bereits Schritte auf dem Weg zu einer etablierten Vorgehensweise. Fragt man beispielsweise nach Zielsetzung der Modellierung eines soziotechnischen Gebildes und stellt die Frage, warum eigentlich modelliert wird, so könnten diese sinnvollerweise zu Beginn eines jeden Umgestaltungsvorhabens gestellt werden.

Methodischen Charakter hat dann aber schon die Frage, wie Unvollständigkeit korrekt modelliert werden kann, nach Möglichkeit gleich so, daß die resultierenden Schemata trotzdem bewertet werden können. Ist Flexibilität durch Abstraktion oder Unvollständigkeit oder eher durch Standardisierung (Stichwort: Referenzmodell) zu berücksichtigen? Wodurch kann sie Berücksichtigung finden? Wie kann die Sicherung von Flexibilität erreicht werden?

Ähnlich steht es mit Fragen nach möglicherweise zum Einsatz kommenden Methoden und ihrer (Un-)Angemessenheit. Wie entscheidet man, wann eine Methode angemessen ist, wann zulässig und wann verfälschend wirkt? Anhand welcher Kriterien lassen sich existierende Methoden bzgl. ihrer Tauglichkeit bewerten?

So manch eine Frage ist dann auch Ausdruck einer latenten Unzufriedenheit mit heutigen Softwaresystemen. Wenn ein Computersystem nicht mehr die Aufgabe hat, statische Aufbau- und Ablauforganisationen widerzuspiegeln, welche Konsequenzen leiten sich daraus für die Software von Morgen ab? Lassen sich die vorprogrammierten Abläufe „konventioneller“ Systeme durch modulare, objekt-orientierte Systeme ersetzen oder sind mächtigere Konzepte gefragt?

Auch der Workshop der Arbeitsgruppe auf dem letzten Treffen im April 1996 erweiterte den Kanon der zu bearbeitenden Themen (vgl. Paul 1996). So wurde die Beachtung von Unternehmenskultur ebenso angemahnt wie eine methodische Berücksichtigung informeller Vorgänge. Es wurde darauf hingewiesen, daß Modellierung Realitätskonstruktion bedeutet und das die zentrale Aufgabe von Modellen die von Kommunikationsmitteln zur Gestaltung ist, z.B. in bezug auf Verständlichkeit, Änderbarkeit und Handhabbarkeit.

Es muß Aufgabe eines jeden Modellierungsprozesses sein, die Folgen einer bestimmten Entscheidung aufzuzeigen. Dies kann teilweise durch Simulation von Szenarios erreicht werden, Fragen der Verantwortbarkeit hingegen entziehen sich solcher technischen Hilfsmittel.

Ein weiteres Beispiel für offene Fragestellungen ist der Umgang mit Kontingenz, also das Mögliche im Gegensatz zu Notwendigkeit. Hieran läßt sich aufzeigen, daß übliche Verfahren eher in Richtung Reduktion und Eliminierung von Redundanzen wirken und somit die Entwicklung des Qualitätsmerkmals Kontingenz eher verhindern.

## 1.6 Resümee

Damit kein falscher Eindruck entsteht: auf dem Markt befindliche Workflowmanagementsysteme weisen noch einen gehörigen Abstand zwischen den hier formulierten Ansprüchen und den eigenen Leistungspotentialen auf – nicht selten sogar gegenüber den eigenen Ansprüchen. Solange aber nicht nur die Hersteller von Workflowmanagementsystemen, sondern auch deren Anwender in ihnen bloße „Softwaregeneratoren“ sehen, wird nicht nur das Entwicklungspotential für jene Systeme in kontraproduktive Richtungen gelenkt, sondern man nähert sich dem eigentlichen Bedarf – dem Hilfsmittel für „organisationales Handeln“ – keinen einzigen Schritt.

Die Auseinandersetzung mit den vielschichtigen Anforderungen und komplexen Voraussetzungen der Praxis, die Verifikation gewonnener Erkenntnisse außerhalb des schützenden Elfenbeinturms der Wissenschaft – dies sind wesentliche Motoren für ein Bewegung in die eingeforderte Richtung. Das Auftauchen von neuen Fragen und zusätzlichen Problemstellungen sind dabei keine Negativaspekte einer solchen Denk- und Vorgehensweise; vielmehr handelt es sich dabei um eine spezifische Qualität, die aus der Aufgabenstellung erwächst. Die Vorstellung, nicht schon mit fertigen Theorien und allumfassenden Werkzeugen dazustehen, mag dem einen oder der anderen unbequem vorkommen und den Abschied von lieb gewordenen Vorstellungen und Ansprüchen bedeuten. Bedenklicher wäre es, den einen one-best-way durch einen anderen ersetzen zu wollen.

Man muß sich der Erkenntnis öffnen, daß man nicht fast fertig ist und kurz vor der Entdeckung der allgemeinen Theorie und den dazu passenden Methodiken steht, sondern sich erst am Anfang eines längeren Weges befindet und gerade erst einen Eindruck von der Gesamtproblematik gewonnen hat.

**Literatur**

Ortmann, G. / Windeler, A. / Becker, A. / Schulz, H.-J., 1990: Computer und Macht in Organisationen. Mikropolitische Analysen. Opladen: Westdeutscher Verlag.

Paul, H., 1995: Modellierung in soziotechnischen Systemen – Von Menschen, Organisationen, Modellierern und Modellen. In: EMISA FORUM – Mitteilungen der GI-Fachgruppe „Entwicklungsmethoden für Informationssysteme und deren Anwendung“ (2/1995). 66-76.

Paul, H., 1996: Modellierung in soziotechnischen Systemen. In: IAT (Hg.), Jahrbuch 1995. 180-189.

Vossen, G. / Becker, J. (Hg.), 1996: Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Management. Modelle, Methoden, Werkzeuge. Bonn: Thompson.

## **2 Modellierung und Konzeption organisations- und aufgabenangemessener betrieblicher Anwendungssysteme**

*Udo Konradt, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Psychologie*

### **2.1 Einleitung**

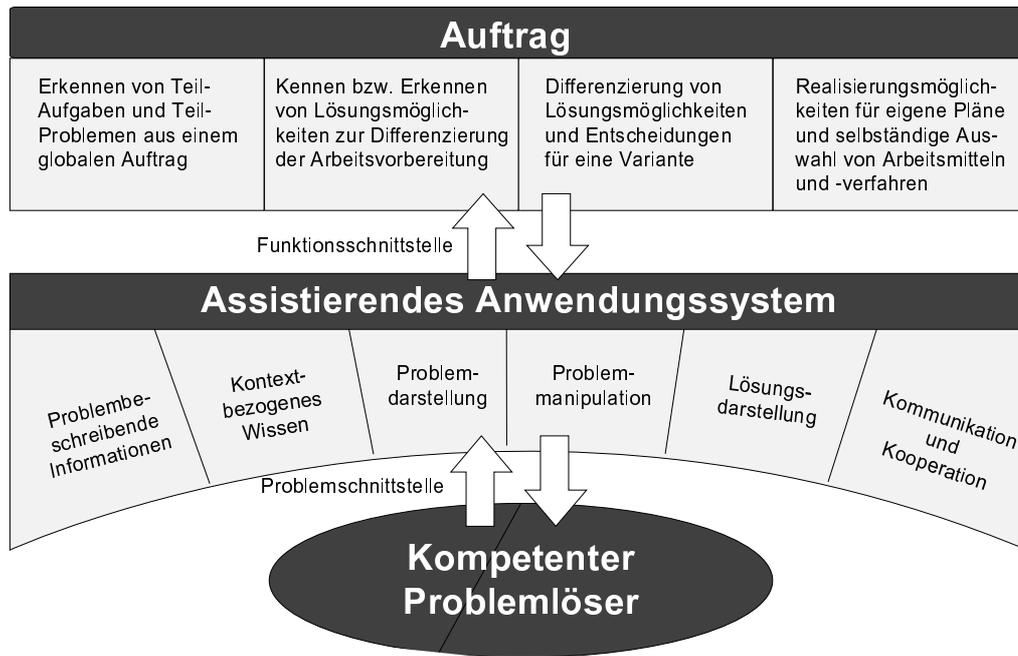
Moderne Arbeitsorganisationskonzepte in der Produktion zielen auf die Verringerung der vertikalen Arbeitsteilung ab. Gegenüber funktionsorientierten Konzepten wird die Kompetenz für die Sicherung und Verbesserung des Produktionsprozesses und die Aufrechterhaltung der geforderten Produktqualität dezentral an eine Arbeitsgruppe in der Werkstatt übertragen. Im Zuge dessen wächst dort einerseits die Bedeutung einer bedarfsgerechten Integration von Information aus angrenzenden Betriebsbereichen. Andererseits wird durch eine effizientere Nutzung betrieblichen Erfahrungswissens die Bedeutung einer benutzer- und aufgabenorientierten Systemgestaltung unterstrichen. Entgegen den Anforderungen unterstützen die meisten in der Produktion eingesetzten Systeme jedoch eine dezentrale Organisation, bei der die Erfahrungen der Maschinenführer systematisch miteinbezogen werden, nicht.

Aus diesem Grunde wurde ein arbeitsorientiertes Konzept zur Gestaltung betrieblicher Anwendungssysteme entwickelt, das die Handhabungs- und Einbettungsanforderungen in besonderer Weise modelliert. Benutzereigenschaften, Aufgabenmerkmale und Organisationsformen werden als wesentliche Aspekte der Systementwicklung betrachtet. Da die Qualität betrieblicher Anwendungs- oder Informationssysteme in flexiblen Arbeitsstrukturen ganz entscheidend von dem Ausmaß der Unterstützung der individuellen Ausführungsweisen der Mitarbeiter abhängt, wird eine arbeitswissenschaftlich und arbeitspsychologisch begründete Analysemethode entwickelt, die herkömmliche Analyse- und Entwurfsverfahren bei der Software-Entwicklung ergänzt und in einen Gesamtzusammenhang stellt. Die Ausweitung bezieht sich auf zwei Punkte: Erstens werden Entscheidungen des Managements über die Festlegung und Umsetzung von Unternehmenszielen anhand von strategischen Planungselementen in das Projektmodell integriert. Ausgehend von Unternehmenszielen werden die funktionalen Merkmale des Systems in einem top-down-Entwurf bestimmt (Innovationsmodell) und an bereichsübergreifende und in sich geschlossene Geschäftsprozesse gebunden, aus denen ganzheitliche Aufträge generiert werden können. Zweitens werden die im Innovationsmodell spezifizierten Geschäftsprozesse durch eine bottom-up gerichtete Analyse der Objekte der Arbeits- und Erlebniswelt der Benutzer bei der Aufgabenausführung in einem Aufgabenmodell spezifiziert. Das Aufgabenmodell, das die individuelle Planung von Arbeitstätigkeiten anhand von Handlungsstrategien der Benutzer abbildet, kann unmittelbar in einen Entwurf überführt werden. Das Innovations- und Aufgabenmodell wird innerhalb eines evolutionären und partizipativen Verfahrensmodells erstellt.

### **2.2 Grundlegende Begriffe und Annahmen**

Alle derzeit diskutierten Konzepte, wie Lean Production, die Fraktale Fabrik, die Fabrik in der Fabrik und teilautonome Arbeitsgruppen zielen auf die Verringerung der Arbeitsteilung und Dezentralisierung ab. Als Folge der organisatorischen Umstrukturierungsmaßnahmen ergibt sich eine Informationsintegration in der Werkstatt zugunsten einer Beschleunigung in den Ausführungsprozessen, eines umfassenden Einsatzes betrieblichen Erfahrungswissens, einer arbeitsimmanenten Qualifizierung und Individualisierung. Es stellt sich die Frage, wie ein

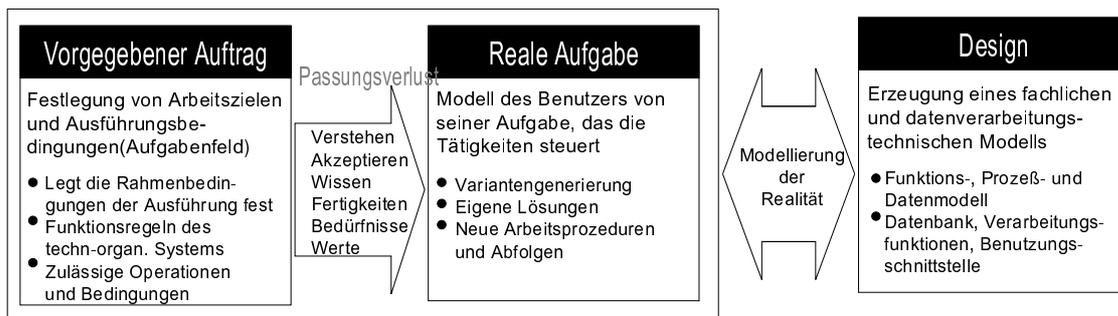
**Abb. 1: Stellenwert des Anwendungssystems bei der Auftragsbearbeitung**



Anwendungssystem erstellt werden kann, welches Flexibilität in den Ausführungsprozessen von dem Management bis hin zur Spezifikation von Programmcode aufgabenangemessen durchgängig realisiert?

Zur Beantwortung der Frage sollte zunächst der Stellenwert des Anwendungssystems im Zusammenhang mit der Auftragsbearbeitung untersucht werden (Abbildung 1). Folgende grundlegende Annahmen werden getroffen: Erstens verlangt ein Auftrag vom Stelleninhaber – abgesehen von algorithmischen und repetitiven Arbeitsvollzügen – das (1) Erkennen von Teilaufgaben und Teilproblemen aus einem globalen Auftrag, (2) das Kennen bzw. Erkennen von Lösungsmöglichkeiten zur Differenzierung der Arbeitsvorbereitung, (3) das Differenzieren von Lösungsmöglichkeiten und Entscheidungen für eine Variante und (4) die selbständige Auswahl von Arbeitsmitteln und Verfahren. Nicht alle Aufträge weisen alle Merkmale auf und nicht alle Merkmale sind in vollem Umfang ausgeprägt. Insgesamt kann jedoch festgestellt werden, daß sequentiell vollständigen Aufträgen, die Planungs-, Ausführungs-, Bewertungsschritte beinhalten, eine große und zunehmend wichtigere Rolle bei betrieblichen Flexibilisierungs- und Rationalisierungsmaßnahmen zukommt. Zweitens wird ein kompetenter Problemlöser vorausgesetzt, der fachlich in der Lage ist, Anforderungen des Arbeitsauftrages zu bewältigen und aktiv neue und abwechselnde Anforderungen aufsucht. Innerhalb eines solchen Zusammenhanges gewinnt ein Anwendungssystem drittens einen Assistentencharakter, indem es bei individuellen Wissensabruf-, -bewertungs- und -erwerbsvorgängen und Kommunikationsprozessen hilft. Es ist ein rechnergestütztes Werkzeug, das den Menschen bei der Bewältigung der komplexen Anforderungen in Arbeitssystemen *angemessen* unterstützt.

**Abb. 2: Zusammenhang zwischen Auftrag, Aufgabe und Entwurf**

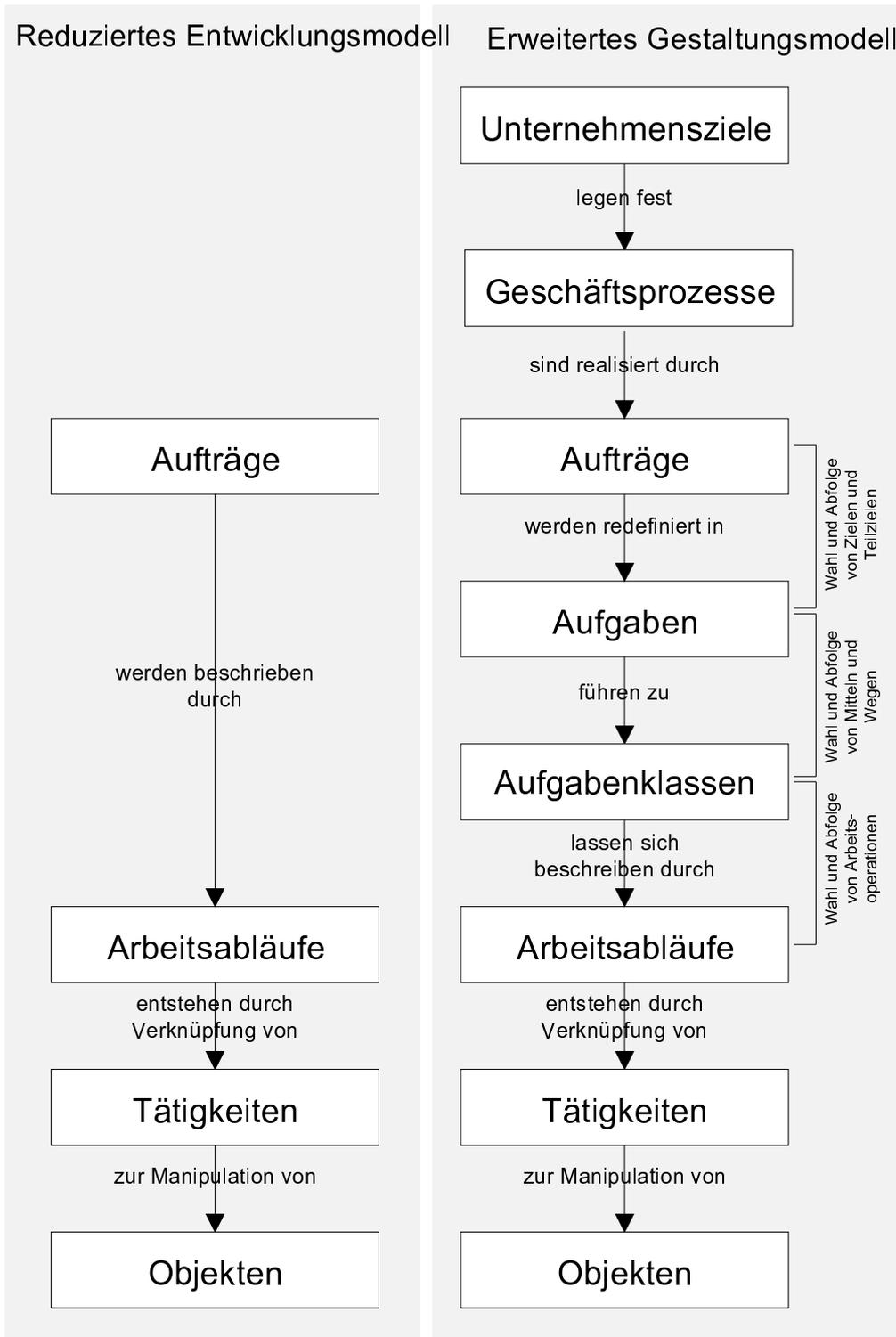


Eine grundlegende Trennung, die schon im Zusammenhang mit den Überlegungen zur Struktur von Aufträgen angeklungen ist, ist in Abbildung 2 deutlich gemacht. Es wird zwischen dem vorgegebenen Auftrag und der realen Aufgabe unterschieden. Während der Auftrag die Arbeitsziele und die Ausführungsbedingungen betriebsseitig im Rahmen der o.g. Merkmale mehr oder minder festlegt, stellt die reale Aufgabe das Modell des Benutzers dar, das seine Tätigkeiten steuert. Zwischen dem Auftrag und der (redefinierten) Aufgabe besteht ein Passungsverlust insofern, als Wissens-, Fertigungs-, Einstellungs- und Wertstrukturen die Übernahme von Zielen, Mitteln und Wegen moderieren. Konkret heißt dies, daß zwei CAD-Konstrukteure bei gleichem Konstruktions-Auftrag neue Varianten generieren, eigene Lösungen finden und schließlich individuelle Arbeitsprozeduren und -abfolgen aufweisen werden. Für den Entwurf betrieblicher Anwendungssysteme bedeutet dies, daß die individuellen Wissensvoraussetzungen und Arbeitsstile des Benutzers berücksichtigt werden müssen.

Dazu wurde ein arbeitswissenschaftlich und arbeitspsychologisch begründetes *Prozeßmodell der aufgabenorientierten Gestaltung von Anwendungssystemen* (PAGA) entwickelt. PAGA ergänzt die herkömmlichen Analyse- und Entwurfsverfahren der Arbeitsgestaltung (Arbeitsstrukturierung) und Softwareentwicklung und stellt sie in einen Gesamtzusammenhang. PAGA besitzt folgende Prämissen:

- Erweiterung von Entwicklungskonzeptionen um eine Konzeption der *betrieblichen Um- und Durchsetzung von Arbeitsgestaltungsmaßnahmen* (Design-Orientierung)
- Berücksichtigung der Wachstumsidee und Ausrichtung eines Unternehmens durch *Integration von strategischen Managemententscheidungen* (Innovationsmodell)
- Orientierung an *abteilungsübergreifenden Geschäftsprozessen* mit Schnittstellen zur betrieblichen Investitions- und Kostenrechnung
- Zugrundelegung eines *arbeitsorientierten Konzepts* zur vollständigen Ausschöpfung und aufeinander abgestimmten Gestaltung technischer, personeller und organisatorischer Aspekte (Gestaltungs-Konzept)
- Entwicklung eines *aufgabenorientierten Beschreibungsmodells* der individuellen Arbeitsabläufe als Grundlage des Entwurfs eingebetteter Anwendungssysteme (Aufgabenmodell).

**Abb. 3: Erzeugung eines fachlichen Modells nach dem reduzierten Entwicklungs- und dem erweiterten Gestaltungsmodell**



**Abb. 4: Schematisch vereinfachtes Prozeßmodell zur Gestaltung von Anwendungssystemen (PAGA)**



Zentrale Aufgaben der Softwaretechnik bestehen in der Erzeugung eines fachlichen und edv-technischen Modells. Das edv-technische Modell beinhaltet die Festlegung der Hardware, des Softwaretyps (z.B. Datenbank, Expertensystemshell) und die Spezifizierung der Schnittstellen. Das fachliche Modell umfaßt das Funktionsmodell (Zusammensetzung des Systems aus Funktionen, also Oberzielen, Teilzielen und Elementaraufgaben), das Prozeßmodell (zeitliche Abhängigkeit von Teilfunktionen) und das Datenmodell (Spezifikation der Datenobjekte, die zur Ausführung der vom System abzudeckenden Elementaraufgaben benötigt werden). In Abbildung 3 wird die Erzeugung eines fachlichen Modells nach dem konventionellen Entwicklungsmodell mit dem erweiterten Gestaltungsmodell von PAGA kontrastiert. In Abbildung 4 ist das Prozeßmodell zur Gestaltung von Anwendungssystemen schematisch wiedergegeben.

### 2.3 Durchführung der Konzeption

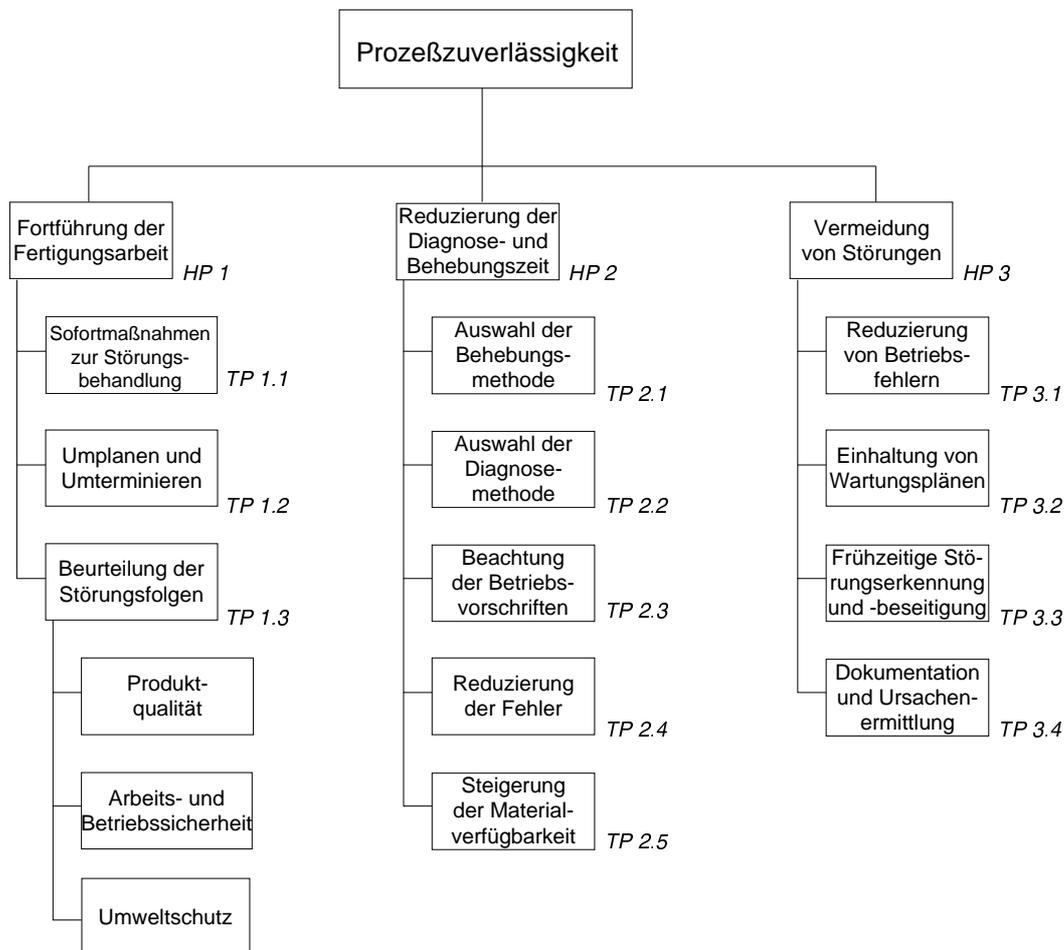
Die Durchführung von PAGA erfordert eine Fülle von Organisations- und Personalentwicklungsmaßnahmen, die hier aus Platzgründen nicht alle dargestellt werden können. Statt dessen werden einige wichtige Phasen nachvollzogen. Eine vollständige Darstellung der Konzeption und Einzelheiten zu den Modellierungsschritten finden sich in Konradt (1996, 1997).

Wie in Abbildung 4 dargestellt, setzt die Gestaltung betrieblicher Anwendungssysteme mit der Erstellung des Innovationsmodells ein, das die Einbettungs- und Leistungsanforderungen spezifiziert. Eine erste wichtige Untergruppe besteht in der Analyse der Unternehmensziele. Innerhalb dieser Untergruppe werden Entscheidungen darüber getroffen, ob und inwiefern sich konkrete Wachstums- und Veränderungsvorschläge in die vorhandene Unternehmenspolitik und -philosophie einfügen. Ist eine positive Entscheidung seitens des strategischen Managements ergangen, sollte entschieden werden, inwieweit ein Anwendungssystem für die Erreichung des Wachstumszieles funktional ist, welche Art von Mittel bereitgestellt werden können bzw. sollten und welche Person des höheren Managements dieses Projekt persönlich begleitet, fördert und gegen auftretende Widerstände verteidigt.

Im zweiten Schritt werden die Geschäftsprozesse untersucht, die im Zusammenhang mit den spezifizierten Maßnahmen stehen. Mit dem Ziel der Schnittstellenreduzierung und einer angemessenen Zuordnung von Kosten zu Kostenverursachern werden Unternehmens- und Kostenstrukturen abgebildet und neu geordnet. In Abbildung 5 ist für das Beispiel der Prozeßzuverlässigkeit eine Prozeßhierarchie dargestellt. Es werden verschiedene Hauptprozesse (HP) unterschieden, die jeweils in spezifische Teilprozesse zerlegt werden können. Beispielsweise wird die Prozeßzuverlässigkeit in die drei Hauptprozesse „Fortführung der Fertigungsarbeit“, „Reduzierung der Diagnose- und Behebungszeit“ und „Vermeidung von Störungen“ zerlegt. Erforderliche Teilprozesse zur Fortführung der Fertigungsarbeit stellen dann „Sofortmaßnahmen zur Störungsbehandlung“, „Umplanen und Umterminieren“ und die „Beurteilung der Störungsfolgen“ dar. Jeder Teilprozeß kann im Anschluß durch konkrete Tätigkeiten beschrieben werden.

Der dritte Schritt zur Erstellung des Innovationsmodells dient dazu, eine Zuordnung der zuvor analysierten Teilprozesse zu Stelleninhabern in Form von Aufträgen vorzunehmen. Ein Auftrag kennzeichnet die Art, Menge, Zeit und Güte der auszuführenden Arbeitsaufgaben. Im vorliegenden Fall werden in besonderer Weise arbeitswissenschaftlich und arbeitspsychologisch orientierte Bewertungskataloge zur Mensch-Mensch- und Mensch-Maschine-Funktionsaufteilung berücksichtigt. In Abbildung 6 ist ein Entwurf von Arbeitsaufträgen abgebildet, die

**Abb. 5: Darstellung einer Prozezhierarchie am Beispiel der Prozeßzuverlässigkeit**



von Maschinenführern und/oder Instandhaltern erledigt werden sollen. Anhand vier wichtiger Phasen der Auftragsausführung, der Planung, Durchführung, Kontrolle und Dokumentation werden Zuordnungen getroffen, welche Auftragsanteile teilweise oder vollständig an die jeweiligen Stelleninhaber übertragen sollen.

Die Ergebnisse des Innovationsmodells gehen in Form von Einbettungs- und Leistungsanforderungen in das Aufgabenmodell ein. Das Aufgabenmodell dient zur Modellierung der funktionellen und Handhabungsanforderungen des Anwendungssystems. Dabei werden Fähigkeiten und Fertigkeiten der Benutzer/Benutzergruppen in Form von spezifischen Denk- und Handlungsweisen berücksichtigt. In einem ersten Schritt werden die erforderlichen auszuführenden Tätigkeiten und Anforderungen analysiert. Die Analyse der Tätigkeiten dient dazu, einerseits elementare Arbeitsoperationen zu bestimmen, die den Handlungsausschnitt definieren, und andererseits Schwachstellen der Arbeits- und Leistungserbringung zu spezifizieren. Nachdem der Systemanalytiker einen groben Überblick über Inhalte, Dauer und Wiederholfrequenz der Arbeitstätigkeiten erlangt hat, kann im zweiten Schritt der Entwurf von Sprachkonventionen folgen. Dieser zweite Schritt umfaßt die Entwicklung eines gemeinsamen

**Abb. 6: Entwurf von Arbeitsaufträgen in dezentralen Arbeitsstrukturen**

| Maschinenführer                                |    |    |    |    | Instandhalter                                   |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|---|----|----|----|----|
|  | PI | Du | Ko | Do |   | PI | Du | Ko | Do |
| Fehlersuche bei Störungen                      | ■  | ■  | ■  | ▲  | Erweiterte Fehlersuche                          | ■  | ▲  | ▲  | ■  |
| Beseitigung einfacher Störungen                | ■  | ■  | ▲  | ▲  | Beseitigung mittlerer und schwieriger Störungen | ▲  | ▲  | ▲  | ▲  |
| Kontrolle / Auswechseln von Verschleißteilen   | ■  | ■  | ■  | ■  | Systemänderungen und Anpassungen                | ▲  | ■  | ■  | ■  |
| Durchführen von Funktionstests                 | ▲  | ▲  | ▲  | ▲  | Erweiterte Systempflege                         | ▲  | ▲  | ▲  | ▲  |
| Unterstützung bei Umbauten und Inbetriebnahme  | ▲  | ▲  | ▲  | ▲  | Ersatzteilabwicklung                            | ■  | ■  | ■  | ■  |
| Erstellen und Aktualisieren von Maschinendaten | ▲  | ▲  | ▲  | ▲  | Schulung / Einweisung des Produktionspersonals  | ■  | ■  | ■  | ■  |

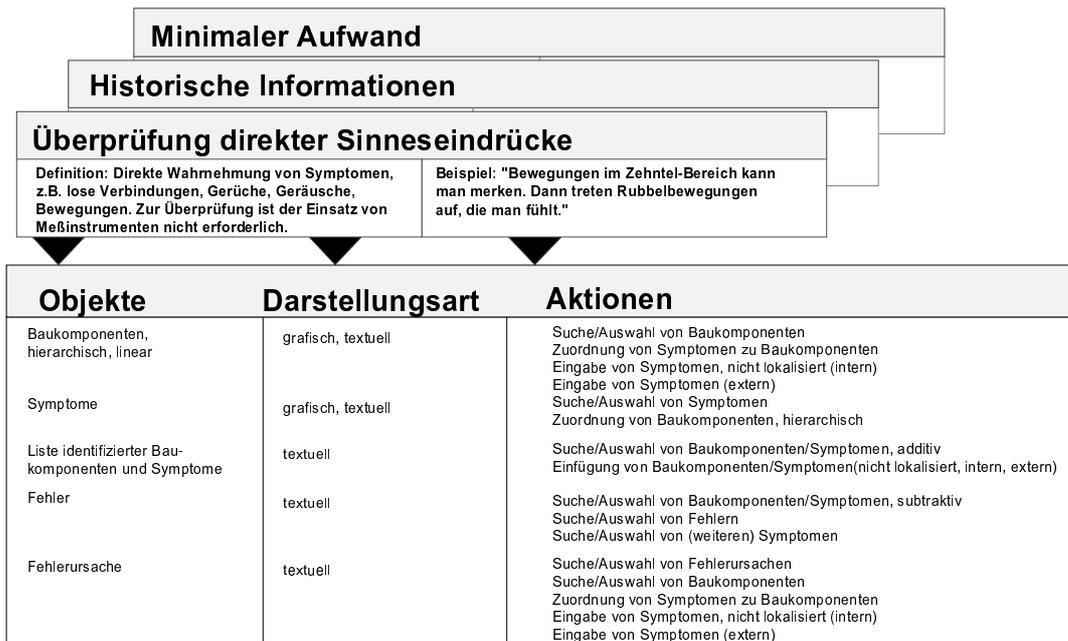
PI: Planung Du: Durchführung Ko: Kontrolle Do: Dokumentation ■ vollständig ▲ teilweise

Sprachmodells auf der Ebene der Bearbeitungsobjekte. Ein gemeinsames Sprachmodell ist nicht nur für eine Benutzerbeteiligung elementar, sondern stellt auch die Voraussetzung für den Entwurf semantisch valider Objektklassen dar. Nachdem die „Syntax“ des Aufgabenmodells spezifiziert ist, folgt die Bestimmung der „Semantik“, nämlich der Frage, inwieweit diese Elemente in spezifischer Weise verknüpft sind. Entscheidend ist dabei, daß nicht ein normatives Modell eines „one best way“ gebildet wird, das die Vielfalt der Arbeitsvollzüge nicht abbildet. Vielmehr sollen mögliche Handlungsschrittabfolgen bestimmt werden, die die Form der Verknüpfung elementarer Objekte/Objektklassen festlegen, so daß der Benutzer bei der individuellen Arbeitsausführung nicht die Unterstützung durch das Anwendungssystem verliert. Wie in Abbildung 7 dargestellt, erfolgt dieser Bestimmungsschritt über kognitive Strategien (vgl. Konradt, 1994, 1995).

**2.4 Einordnung und Bewertung**

Mit PAGA wurde ein Konzept zur Gestaltung von Software im Rahmen der Arbeitsgestaltung entwickelt. Dabei wurde von der Prämisse ausgegangen, daß das Gestalten von Anwendersoftware ein abhängiger Bestandteil des Gestaltens rechnergestützter geistiger Arbeit ist. Die Gestaltungsfelder rechnergestützter Systeme liegen in der Mensch-Mensch-Funktionsverteilung, der Mensch-Computer-Funktionsverteilung und der Mensch-Computer-Interaktion. Software ist als Arbeitsmittel aufzufassen, das in die Arbeitsumgebung einzupassen und daraufhin abzustimmen ist. Software muß deshalb nicht nur vom Dialog her ergonomischen Erfordernissen genügen, sondern auch an den Zielen der Arbeitsgestaltung ausgelegt und damit gemäß einer arbeitsorientierten Sichtweise entwickelt werden (vgl. Dzida & Konradt, 1995; Konradt & Zimolong, 1997). Dazu wurde ein Beschreibungsmodell, das die (persönliche) redefinierte Aufgabe abbildet, ein Verfahrensmodell, das alle betrieblichen Ressourcen nutzt, und eine Designorientierung, die nicht nur die technischen Potentiale in den Vorder-

Abb. 7: Strategie-orientiertes Software-Design



grund stellt, sondern Geschäftsprozesse und Prinzipien der Arbeitsstrukturierung in die Software-Technik integriert, dargestellt.

Trotz der Komplexität der Konzeption konnten lediglich einige wichtige Strukturvariablen aufgezeigt werden, die bei der Entwicklung aufgaben- und organisationsangemessener Software notwendig sind. Der Schwerpunkt der Darstellung lag auf der fachlichen Modellierung; Aspekte des Verfahrensmodells und des Projektmanagements wurden nicht dargestellt. Zudem muß berücksichtigt werden, daß zwischen Konzept und Praxis kein einfaches deduktives Verhältnis besteht, so daß spezifische Unternehmensziele, Marktsituation und Produktspektrum moderierend auf einzelne Konzeptschritte wirken.

**Literatur**

Dzida, W. & Konradt, U. (1995) (Hg.). Psychologie des Software-Entwurfs. Göttingen, Verlag für Angewandte Psychologie.

Konradt, U. (1994). Handlungsstrategien bei der Störungsdiagnose an flexiblen Fertigungseinrichtungen. Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 38, 54-61.

Konradt, U. (1995). Strategies of failure diagnosis in computer-controlled manufacturing systems: Empirical analysis and implications for the design of adaptive decision support systems. International Journal of Human-Computer Studies, 43, 503-521.

Konradt, U. (1996). Arbeitsorientierte Gestaltung gebrauchstauglicher Anwendungssysteme. Leverkusen, Deutscher Universitäts-Verlag.

Konradt, U. (1997). Entwicklung eines Diagnoseinformationssystems für flexibel automatisierte Fertigungseinrichtungen. In: Kh. Sonntag & N. Schaper (Hg.). Störungsmanagement und Diagnosekompetenz. (Mensch, Technik, Organisation; Band 13). Stuttgart, Teubner, 299-315.

Konradt, U. & Zimolong, B. (1996). Integration softwaretechnischer Arbeitsmittel. In: H. Luczak & W. Volpert (Hg.). Handbuch Arbeitswissenschaft. Stuttgart, Poeschel, in Druck.

### **3 Ablaufmodellierung als Chance für partizipative Softwareentwicklung – Ein Erfahrungsbericht**

*Holger Slaghuis, VEBACOM Service GmbH, Bochum*

#### **3.1 Einführung**

In den letzten Jahren wird der Begriff der Geschäftsprozeßmodellierung immer öfter auch im Zusammenhang mit der Softwareentwicklung genutzt. Der folgende Aufsatz beschäftigt sich mit der Möglichkeit, Prozeßmodellierung zu nutzen, um bei der Entwicklung eines Software-systems die späteren Anwender in den Entwicklungsprozeß miteinzubeziehen. Probleme, die bislang bei derartigen Bemühungen auftauchten, beruhten meistens darauf, daß Entwickler und Benutzer von Software unterschiedliche Sprachen sprechen, was eine Verständigung zwischen beiden Gruppe erheblich erschwert und fast zwangsläufig zu kleineren oder größeren Mißverständnissen führt.

Gerade in der Modellierung von Ablauf- und Aufbauorganisation kann ein Ansatz liegen, diese Sprachlosigkeit zu überwinden. Abläufe und Organigramme sind Strukturen, die eher zur Gedankenwelt von Softwarebenutzern gehören als Funktionsbäume oder abstrakte Datenmodelle. Wenn es also gelingt, Ablaufmodelle als Grundlage für Programme zu nutzen, können Mißverständnisse bereits in sehr frühen Phasen der Softwareentwicklung aufgedeckt werden.

#### **3.2 Projektbeschreibung**

Im Bereich der Immobilienverwaltung für mittlere bis große Bestände (4.000 bis zu mehr als 200.000 Einheiten) gab es bislang ausschließlich hostbasierte Softwarelösungen. Das war einer der Gründe, warum die Veba-Immobilien GmbH vor einigen Jahren zu dem Entschluß kam, ein neues Programm zur Wohnungsverwaltung entwickeln zu lassen, das auf Client-Server-Technologie aufbauen und möglichst umfassend Abläufe der Bau- und Wohnungswirtschaft unterstützen sollte. Da für ein solches Großprojekt Kosten in der Höhe von einigen 10 Millionen DM zu erwarten waren, schaute man sich nach Partnern um, die sich ebenfalls für eine solche Lösung interessierten. Durch die speziellen Verhältnisse im Wohnungsmarkt ist der Konkurrenzgedanke zwischen einzelnen Wohnungsunternehmen wesentlich geringer als in anderen Branchen. Speziell die Tatsache, daß Wohnungsanbieter fast ausschließlich auf regionaler Ebene agieren, ermöglichte es, insgesamt sieben Unternehmen zu finden, die gemeinsam die Erstellung eines neuen Wohnungsinformationssystems beauftragten. Auftragnehmer war die LION Gesellschaft für Systementwicklung Bochum (inzwischen ist diese Gesellschaft in der Vebacom Service GmbH aufgegangen).

Durch diesen Zusammenhang kam zu der Problematik der nicht einfachen Verständigung zwischen Auftraggebern und Entwicklern der Umstand, daß ein Programm in Auftrag gegeben wurde, welches die Arbeit von sieben unterschiedlichen Unternehmen in gleicherweise optimal unterstützen sollte. Zu den Anforderungen an das neue System gehörten also neben

- möglichst genauer Abbildung der Anwenderwünsche,
- Unterstützung aller in der Wohnungswirtschaft vorkommenden Abläufe
- Abstützung auf aktuelle Client-Server-Technologie

die Forderung nach

- ❑ einfacher und schneller Anpaßbarkeit auf die speziellen Wünsche einzelner Unternehmen
- ❑ und einfacher und schneller Anpaßbarkeit an neue Kundenwünsche, Bestimmungen und Gesetze.

Traditionelle Entwicklungstechniken boten nicht den gewünschten Spielraum, diesen Anforderungen in angemessener Form zu begegnen. Man entschied sich deshalb dafür, dieses Projekt durch ein eigens dafür erstelltes Entwicklungswerkzeug zu unterstützen. LEU, die LION-Entwicklungs-Umgebung, wurde also vor der Durchführung des eigentlichen Projekts erstellt und parallel zu diesem weiterentwickelt.

### 3.3 Das Entwicklungswerkzeug

LEU baut auf drei Hauptmodellen auf:

- ❑ Aufbaumodell
- ❑ Datenmodell
- ❑ Ablaufmodell

#### 3.3.1 Aufbaumodell

Das Aufbaumodell beschreibt die Organisation der Mitarbeiter. Es wird mit Hilfe eines Stellenmodells beschrieben, welches Abteilungen, Leitungsstellen, Sachbearbeiterstellen usw. definiert. Es werden Berechtigungsprofile – sogenannte Rollen – erstellt. Berechtigungen können sich auf Arbeitsschritte beziehen, aber auch auf Daten oder Dokumente. Außerdem können diese Berechtigungen objektwertabhängig gestaltet werden. Auf diese Art und Weise lassen sich beispielsweise Bearbeitungsbestände nach Buchstabengruppen zuteilen, oder auch Entscheidungsträger nach der Höhe der Summe, über die entschieden werden soll, automatisch auswählen.

Personen, die mit der erstellten Software arbeiten, können ebenfalls eingetragen und an eine oder mehrere Stellen gesetzt werden. Die Rollen können jetzt mit Stellen oder auch Personen verbunden werden, um so genau zu bestimmen, wer welche Aufgaben im Unternehmen ausfüllt. Die Anbindung direkt an Personen empfiehlt sich nur, wenn es sich wirklich um eine personengebundene Berechtigung handelt (Beispiel: Ein Mitarbeiter, der Prokura hat, wird auch bei einem Stellenwechsel innerhalb des Unternehmens bestimmte Berechtigungen behalten). In allen anderen Fällen sollten Rollen an Stellen gebunden werden, Stellenwechsel der Mitarbeiter lassen sich so einfacher und schneller administrieren.

#### 3.3.2 Datenmodell

Das Datenmodell wird mit erweiterten ER-Diagrammen definiert. Es wird ermöglicht, Datentypen und ihre Beziehungen untereinander zu beschreiben. Datentypen lassen sich in Felder (Attribute) unterteilen. Das unternehmensweite Datenmodell kann in mehrere Submodelle unterteilt werden, Objekttypen können durch Referenzen in mehreren dieser Submodelle genutzt werden. Möglichkeiten, die über die traditionelle ER-Modellierung hinausgehen wie einfache Vererbung oder auch Historisierung, wurden ebenfalls implementiert. Aus dem

Datenmodell heraus lassen sich Datenbanktabellen direkt generieren, genauso können Anwendungsfenster aus den Datenmodellen heraus generiert werden.

### 3.3.3 Ablaufmodell

Um Abläufe zu modellieren, werden höhere Petrinetze (FUNSOFT-Netze) genutzt. Diese Netze bestehen aus drei Elementen:

#### **Instanzen**

Das sind Aktivitäten oder Arbeitsschritte. Instanzen besitzen neben ihrem Namen auch andere Attribute wie durchschnittliche Bearbeitungszeit, Anzahl von Maschinen oder Personen, die parallel diesen Schritt durchführen können, usw.

#### **Kanäle**

Kanäle sind Daten- oder Dokumentenspeicher, die dazu dienen, Daten zwischenzupuffern. Man kann sich das als Eingangskorb vorstellen, in dem nur Dokumente eines Typs hineingelangen.

#### **Kanten**

Kanten verbinden Instanzen und Kanäle. Dadurch wird festgelegt, wo Resultate von Arbeitsschritten abgelegt werden und welche Daten Voraussetzung für einen Arbeitsschritt sind. Durch diese Festlegung wird somit die Reihenfolge der Aktivitäten bestimmt. Konstrukte wie Schleifen, parallele oder alternative Zweige können ebenfalls beschrieben werden.

Die drei Modelle stehen miteinander in Verbindung. Mit Hilfe des Aufbaumodells werden Berechtigungen auf Daten bzw. Arbeitsschritte vergeben, die in den anderen beiden Modellen definiert wurden. Datentypen, die im Datenmodell festgelegt wurden, bestimmen die Typen der Kanäle, die im Ablaufmodell definiert wurden.

## 3.4 Projektablauf

Während des Projektes wurde das Werkzeug erst einmal genutzt, um Abläufe zu definieren. Dazu wurden mehrere Projektgruppen gebildet, die die Abläufe in definierten Teilbereichen festlegen sollten. Solche Teilbereiche waren: AVA, Maßnahmen, Mietbuchhaltung usw. Eine Projektgruppe bestand aus ca. zehn Personen, wobei meistens zwei davon Mitarbeiter des Softwarehauses waren und sich der Rest aus den beauftragenden Unternehmen rekrutierte. Die Mitglieder der Arbeitsgruppen bekamen eine kurze Einführung in das Entwicklungswerkzeug. In regelmäßigen Sitzungen wurden Abläufe erst einmal an Tafeln, auf OHP-Folien oder auf Papier – anfangs ohne festgelegte Syntax – beschrieben. Die Mitarbeiter des Softwarehauses überführten dann die Ergebnisse der Sitzungen in die Syntax des Werkzeugs. Zur nächsten Sitzung wurde dann ein Ausdruck der Prozesse, so wie sie in LEU hinterlegt waren, als Diskussionsgrundlage eingebracht. Sukzessive wurden so Abläufe umgestellt, erweitert und verfeinert. Teilweise wurden auch Abläufe von ihren späteren Anwendern selber mit dem Werkzeug definiert.

Als besonders gutes Hilfsmittel erwies sich in diesem Stadium des Projekts die Möglichkeit, eingegebene Abläufe zu simulieren. Gerade bei der Simulation wurden Mißverständnisse, die beim „Malen“ aufgetreten waren, deutlich und konnten bereits in dieser frühen Phase berichtet werden.

Da – wie schon angesprochen – insgesamt sieben Auftraggeber vorhanden waren, gab es einige Abläufe, die nicht so modelliert werden konnten, daß sich jeder der Auftraggeber damit identifizieren konnte. Als Lösung für solche Fälle entschied man sich für sogenannte „parametrisierbare Standardabläufe“. So wurde beispielsweise eine Rechnungsprüfung modelliert, die aus insgesamt sieben Arbeitsschritten besteht. Über einen Parameter, den man diesem Ablauf mitgibt, kann sowohl die Reihenfolge der Schritte bestimmt werden als auch, welche dieser Schritte überhaupt angestoßen werden.

Parallel zur Aufnahme der Abläufe wurden auch die Dokumente und Daten, die bearbeitet werden sollen, bestimmt. Es bot sich an, hier wirklich „entlang“ der Abläufe zu betrachten, welche Daten und Dokumente tatsächlich für die Durchführung der einzelnen Arbeitsschritte benötigt werden. Hier stellte sich heraus, daß zumindest in einem solch großen Projekt eine sehr starke Leitung gefragt ist und daß Personen, die Datenmodelle beschreiben, auch dafür ausgebildet sein müssen. Was sich wie eine Binsenweisheit anhört, wird in der Praxis gerne beiseite geschoben. Auch noch so ausgefeilte Werkzeuge können bis heute diese Forderungen nicht aufweichen. Im vorliegenden Projekt wurden zeitweise ungefähr 2.000 Objekttypen gehalten. Bei einer genaueren Überprüfung stellte sich heraus, daß man die Zahl, die zu einem nicht geringen Teil auf Redundanzen zurückzuführen war, auf ca. 600 herunterdrücken konnte.

Die Aufbauorganisation wurde erst zum Zeitpunkt der Einführung des fertigen Systems betrachtet. Weiter ging es innerhalb der Arbeitsgruppen mit der Entwicklung der Dialogmasken des Programms. Hier wurden mehrere wichtige Erfahrungen für den Einsatz eines solchen Werkzeugs zur partizipativen Entwicklung von Softwaresystemen gemacht:

Wie weiter oben beschrieben ist es mit LEU möglich, aus der reinen Datenmodellierung ablauffähige Eingabemasken zu generieren. Die Idee bei der Entwicklung dieser Funktionalität war, daß eine Menge der im fertigen System verwendeten Masken solche sogenannten „Standardmasken“ sein sollten. Die Realität zeigt, daß nur eine ganz geringe Anzahl von Masken (unterhalb einem Prozent) Standardmasken sind. Trotzdem war die Entwicklung dieser Funktionalität nicht vergebens. Zum einen dienten Standardmasken als Ausgangspunkt für „Individualmasken“, d.h. der Entwicklungsprozeß von Masken wurde nicht unerheblich beschleunigt. Zum anderen dienten die Standardmasken dem Rapid Prototyping, d.h. man konnte den späteren Anwendern ohne großen Aufwand zu einem sehr frühen Zeitpunkt Masken zeigen, die in Teilen mit den späteren Systemmasken übereinstimmten. Dadurch konnte ebenfalls der Entwicklungsprozeß beschleunigt werden. Durch diese Masken konnten die Anwender wesentlich besser für ihre Arbeit fehlende Einträge entdecken, als in dem eher abstrakten Datenmodell.

Die Entwicklung der Individualmasken geschah mit einem integrierten grafischen Maskeneditor. Die Möglichkeit, sehr einfach Masken zu erstellen und ebenso einfach zu verändern, führte dazu, daß jeder der Beteiligten etwas zum Maskendesign sagen konnte und wollte. Auch hier war schnell ein Punkt erreicht, wo die Projektleitung führend eingreifen mußte, ansonsten wäre sicher jede einzelne Maske immer und immer wieder überarbeitet und damit das Projektziel, ein lauffähiges System, nie oder zumindest sehr spät erreicht worden.

Damit war die kreative Arbeit der Arbeitsgruppen so gut wie erledigt. Man hatte also

- die Abläufe bestimmt, die das System unterstützen sollte
- die Datentypen definiert, die das System verarbeiten sollte
- das Maskenlayout der Dialogmasken des Systems erstellt.

Das allein reicht sicher nicht aus, das zu erstellende Programm vollständig zu beschreiben. Deshalb ermöglicht es das Entwicklungswerkzeug, zu jedem beschriebenen Objekt, sei es ein Arbeitsschritt, ein Dialogobjekt usw., eine Dokumentation zu hinterlegen. Das Werkzeug kann aus diesen Dokumentationen eine Gesamtdokumentation generieren. Im vorliegenden Fall diente diese Gesamtdokumentation als Pflichtenheft. Dieses insgesamt über 8.000 Seiten lange Dokument war nun die Grundlage für die Programmierer, um die einzelnen Masken und Funktionalitäten des Systems auszuprogrammieren.

### 3.5 Projektergebnisse

Hauptergebnis ist natürlich das zu erstellende Programm das als WIS (WohnungsInformationssystem) seit dem Jahreswechsel 96/97 bereits bei einigen Wohnungsunternehmen im produktiven Einsatz ist. WIS besteht im engeren Sinne aus folgenden Teilen:

- LEU, der Entwicklungsumgebung
- den von den Arbeitsgruppen erstellten Modellen
- den von den Programmierern erstellten Programmen

Zur Laufzeit werden die erstellten Modelle interpretiert. Dem Ablaufmodell wird entnommen, welche Arbeitsschritte gerade sinnvoll sind. Durch die Verbindung zum Aufbaumodell stellt die Laufzeitkomponente LEUs fest, welche Mitarbeiter diese Arbeitsschritte durchführen können. Diese werden vom System über eine elektronische Arbeitsliste, Agenda genannt, informiert. Entscheidet sich ein Mitarbeiter für einen Arbeitsschritt, indem er ihn auf seiner Agenda auswählt, wird vom Laufzeitsystem das entsprechende Programm (Dialogmaske, Batch, Standardsoftware usw.) aufgerufen. Ist der Arbeitsschritt dann abgeschlossen, wird derjenige oder werden diejenigen informiert, der oder die den nächsten Schritt oder die nächsten Schritte ausführen dürfen.

Beim Customizing des Programms besticht diese Vorgehensweise durch leichte Anpaßbarkeit an die unterschiedlichen Kundenwünsche. Das hat sich in den ersten Implementierungen gezeigt. So wurden zwei verschiedene Buchhaltungsprogramme integriert und Schnittstellen zu unterschiedlichen Banken geschaffen.

### 3.6 Fazit

Im Projekt hat sich gezeigt, daß die Modellierung von Abläufen gut als Schnittstelle zwischen Entwicklern und Anwendern von DV-Systemen dienen kann. Bei entsprechender Werkzeugunterstützung kommen Vorteile wie leichte Anpaßbar- und Wartbarkeit hinzu. Nicht vergessen sollte man jedoch die Gefahren, die sich daraus ergeben, daß viele unterschiedliche Menschen ihre Sicht der Dinge äußern können und natürlich auch sollen. Hier ist eine gute Projektleitung gefragt, um sich nicht in Details zu verzetteln.

**Literatur**

Deiters, W; Gruhn, V.; Striemer, R.: Der FUNSOFT-Ansatz zum integrierten Geschäftsprozeßmanagement. *Wirtschaftsinformatik*, 37 (1995) 5, S.459-466.

Dinkhoff, G.; Gruhn, V.: Entwicklung Workflow-Management-geeigneter Software-Systeme. In: *Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Management*. Hrsg.: G. Vossen, J. Becker. Bonn u. a. 1996. S. 405-421.

Dinkhoff, G.; Gruhn, V.; Saalman, A.; Zielonka, M.: Business Process Modelling in the Workflow Management Environment LEU. In: *Proceedings of the 13th International Conference on the Entity-Relationship-Approach – ER '94*. Hrsg.: P. Loucopoulos. Berlin u. a. 1994, S. 46-63.

Gruhn, V.: *Validation and Verification of Software Process Models*. Diss., Uni Dortmund 1991.

Gruhn, V.; Haack, B.: Geschäftsprozeß-Management und Qualitätssicherung am Beispiel des WIS-Projekts. In: *Wirtschaftsinformatik '95 – Wettbewerbsfähigkeit – Innovation – Wirtschaftlichkeit*. Hrsg.: W. König. Heidelberg 1995, S. 115-130.

Gruhn, V.; Jegelka R.: An Evaluation of Funsoft Nets. In: *Proceedings of the 2nd European Software Process Modelling Workshop*. Ed.: J.-C. Deriame. Vol. 635, June 1988, pp. 377-387

Slaghuis, H.: Der direkte Übergang von BPR zum Workflow mit LEU. In: *Workflowmanagement – State-of-the-Art aus Sicht von Theorie und Praxis*, Proceedings zum Workshop vom 10. April 1996, Hrsg. Jörg Becker, Michael Rosemann.

## 4 Modellierungsnotationen für prospektive, gestaltungsorientierte Technikfolgenforschung

*Thomas Herrmann, Marcel Hoffmann, Kai-Uwe Loser,  
Informatik und Gesellschaft, Universität Dortmund*

### 4.1 Einleitung

Unter einem Modell wird hier eine kommunizierbare Abbildung eines Ausschnittes der Realität verstanden, die ausgewählten Zielen dient und eine Komplexitätsreduktion impliziert (Herrmann, 1986).

Ein solches Modell besteht in der Regel aus mehreren, aufeinander verweisenden Diagrammen und zusätzlichen, erläuternden Informationen. Die Kommunizierbarkeit der Realitätsabbildung wird erleichtert, wenn man die Diagramme durch die Zusammensetzung von Symbolen, deren Semantik definiert ist und deren Kombinierbarkeit durch syntaktische Regeln beschreibbar ist, erzeugt.

Die Menge dieser Symbole, die dazugehörenden Semantikdefinitionen und syntaktischen Regeln wollen wir im folgenden als Modellierungsnotation bezeichnen. Neben den syntaktischen Regeln kann man sich noch weitere Regeln vorstellen, die die Vorgehensweise beschreiben, mit der man zu einem Realitätsausschnitt ein Modell auf Basis der Modellierungsnotation konstruiert. Diese zweite Art von Regeln nennen wir Modellierungsregeln. Modellierungsregeln und Modellierungsnotation bilden zusammen die Modellierungsmethode.

In den folgenden Kapiteln wollen wir Vorüberlegungen darstellen, welche Eigenschaften eine Modellierungsnotation haben muß, die für eine prospektive, gestaltungsorientierte Technikfolgenforschung verwendbar ist. Dabei unterstellen wir – zugegebenermaßen intuitiv – daß es für die Entwicklung einer Modellierungsmethode sinnvoll ist, zuerst das Problem der Notation anzugehen. Dabei geht es im Zusammenhang mit der Darstellung des Einsatzes von Informationstechnik um Modelle, die folgenden Zielen dienen:

- Veränderungen, die die Einführung von Informationstechnik in einem bestimmten Ausschnitt der Gesellschaft (insbesondere der Arbeitswelt) bewirkt hat oder bewirken wird, sollen anhand von Vorher- und Nachhermodellen erkennbar werden.
- Die mit dem Einsatz der Informationstechnik verbundenen und empirisch erkannten Auswirkungen sollen darstellbar sein.
- Verschiedene Alternativen für den Einsatz von Informationstechnik sollen anhand von Modellen, insbesondere hinsichtlich der Auswirkungen, vergleichbar sein.
- Wenn die Einführung der Informationstechnik noch in der Zukunft liegt, sollen deren Auswirkungen zumindest soweit anhand von Modellen prospektiv erkennbar sein, daß man beurteilen kann, welche Alternative nach welchem Kriterium vorzuziehen ist.

Hauptziel ist es, mit der Modellierungsmethode eine vergleichende Abschätzung von Technikfolgen unter sozialen Aspekten vorzunehmen. Die Kriterien für einen solchen Vergleich resultieren aus einem normativen Hintergrund, z.B.:

- arbeitspsychologische Anforderungen,
- Rechtsnormen (z.B. Datenschutz),
- ökologische und kommunikationsökologische Aspekte,
- Demokratieförderlichkeit etc.

Insgesamt spielen hier sämtliche Gesichtspunkte eine Rolle, die etwa im Kontext der sozialverträglichen Technikgestaltung diskutiert wurden (z.B. Müller-Reißmann, 1988). Eine vor diesem Hintergrund entwickelte Modellierungsmethode soll es ermöglichen, innerhalb der Informatik die potentiellen Folgen informationstechnischer Konzepte und ihrer Realisierung abschätzbar und vergleichbar zu machen.

Der State-of-the-Art (s. z.B. Raasch, 1991; Dix u. a., 1995, Rosemann, 1996) stellt sich so dar, daß im Umfeld der Informatik bereits zahlreiche Modellierungsnotationen entwickelt wurden, z.B.:

- für das Software-Engineering (z.B. strukturierte Analyse),
- für Datenmodellierung (z.B. Entity-Relationship-Modelle),
- für Prozeßmodellierung (z.B. erweiterte ereignisgesteuerte Prozeßketten – kurz eEPK),
- für die Mensch-Maschine-Interaktion (z.B. Harel-State-Charts),
- für übergreifende Modellierung (z.B. ARIS-Architektur).

Diesen Methoden ist gemeinsam,

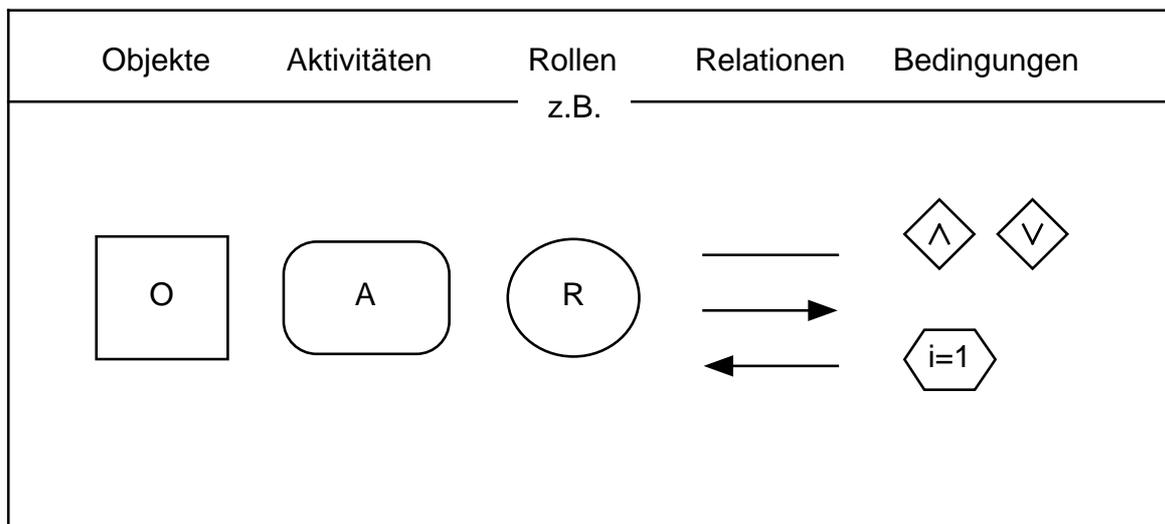
- daß sie sich grafischer Notationssymbole bedienen und Diagramme erzeugen,
- daß informationstechnische Hilfsmittel – Editoren und Data Dictionaries – genutzt werden, um die Modelle zu erzeugen,
- daß Informationstechnik genutzt wird, um die Modelle darzustellen, wodurch insbesondere verschiedene Sichten auf dasselbe Modell ermöglicht werden,
- daß soziale Aspekte unberücksichtigt bleiben – ein entscheidendes Defizit, das durch die Vorschläge dieses Beitrages überwunden werden soll.

Die folgenden Ausführungen gliedern sich grob in zwei Teile. Zuerst wird dargestellt, was eine Modellierungsnotation beinhalten muß, damit zum einen der Einsatz von Informationstechnik darstellbar ist und zum anderen soziale Auswirkungen thematisierbar sind. Im zweiten Teil geht es um die „ergonomischen“ Anforderungen, denen eine Modellierungsnotation genügen muß, damit die Modelle leicht konstruierbar, nachvollziehbar und kommunizierbar sind.

## 4.2 Modellierungsumfang

Unter Modellierungsumfang wird im folgenden die Gesamtheit aller Aspekte eines Realitätsausschnittes verstanden, die durch die semantisch definierten Symbole einer Modellierungsnotation direkt darstellbar sind. „Direkt“ bedeutet, daß in der Notation Symbole existieren, die den zu modellierenden Aspekt abdecken können. Die Darstellung des Aspekts erfolgt somit nicht über den in vielen Modellierungsnotationen möglichen Freitext, der zu den definierten

**Abb. 1: Wesentliche Elemente einer Modellierungsnotation**



Symbolen in der Regel als Bezeichner oder auch als Kommentar hinzugefügt werden kann. Im folgenden werden Vorüberlegungen beschrieben, d. h., daß die für die Modellierung von Informationstechnikeinsatz als notwendig aufgezählten Elemente zwar wesentlich sind, aber nicht alles abdecken, was relevant sein könnte.

#### 4.2.1 Wesentliche Elemente zur Rekonstruktion von EDV-Einsatz

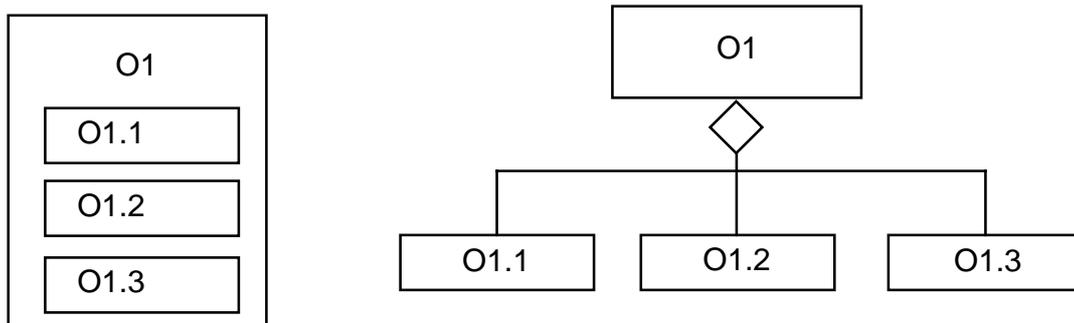
Wesentlich sind Elemente (s. Abb. 1), mittels derer man durch

- Objekte* die Gegenstände oder unterstützende Ressource von
- Aktivitäten* darstellen kann. Aktivitäten repräsentieren z. B.: Aufgaben, Tätigkeitsschritte etc., die entweder von informationstechnischen Systemen oder von Menschen, ausgeführt werden können, wobei letztere durch
- Rollen* repräsentierbar sein sollten, die mindestens durch ein Bündel von Rechten und Pflichten gekennzeichnet sind. Mit Rollen lassen sich auch Organisationseinheiten und Stellen abbilden. Ferner müssen
- Relationen* symbolisierbar sein, um die Verknüpfungen, die zwischen Objekten, Aktivitäten und Rollen bestehen, ausdrücken zu können und es sollten die
- Bedingungen* und logischen Verknüpfungen explizit angebbbar sein, unter denen diese Elemente miteinander verknüpft werden.

Solche Elemente finden sich z. B. bei der Modellierungsmethode ARIS (Architektur integrierter Informationssysteme, s. z. B. Scheer, 1991), die allerdings noch um einige Elemente zu erweitern ist.

Objekte dienen vorrangig dazu, die Daten zu repräsentieren, die von einer Aktivität verarbeitet oder zu deren Ausführungen benötigt werden. Wird eine Aktivität von einem Computersystem ausgeführt, so sollte z. B. die dazu notwendige Hard- und Software durch Objekte repräsentiert werden und die Zuordnung zur Aktivität durch eine Relation darstellbar sein. Das Notationsymbol für eine Aktivität kann ausdrücken, daß bestimmte Funktionen oder Tätigkeiten aus-

**Abb. 2: Aggregation durch Inklusion oder durch Kanten**



geführt werden oder es können auch Aufgaben repräsentiert werden. Die explizite, grafische Repräsentation von Rollen fehlt bei vielen Modellierungsnotationen, z.B. FUNSOFT (Deiters; Gruhn, 1992). Sie sind jedoch notwendig, um in Verbindung mit Relationen auszudrücken, wer was macht, wer welche Entscheidungen treffen kann, wie sich die Mensch-Maschine-Funktionsteilung darstellt, etc. Rollen können auch genutzt werden, um Organisationseinheiten, Stellen, Arbeitsplätze oder einzelne Personen zu bezeichnen.

Objekte, Aktivitäten und Rollen sind Elemente, die wiederum Sub-Elemente der gleichen oder einer anderen Art enthalten können. Ein Objekt kann also aus mehreren Sub-Objekten zusammengesetzt sein und es kann auch eine Aktivität beinhalten, wenn diese von ausschließlicher Relevanz für das Objekt ist. Die Verwendung von Subelementen ist jedoch nur eingeschränkt sinnvoll, wenn man zum Ausdruck bringen möchte, daß diese Elemente gekapselt sind und damit keine Verbindung zu anderen, übergeordneten Elementen besteht.

Das gleiche sollte jedoch auch für Aktivitäten und Rollen möglich sein. Das bedeutet, daß auch eine Aktivität aus Sub-Aktivitäten bestehen kann und ggf. Objekte beinhaltet. Eine Modellierungsnotation, die für die Beurteilung sozialer Implikationen des Informationstechnikeinsatzes relevant ist, sollte sich nicht einseitig auf eine objekt- oder eine funktionsorientierte Sicht festlegen, sondern ein flexibles Hin- und Herschalten zwischen beiden Sichten ermöglichen (wenn man eine DV-technische Unterstützung der Darstellung voraussetzt). Um z.B. zu bearbeiten, ob für eine Arbeitsstelle Mischarbeit vorgesehen ist, muß man die Tätigkeiten sehen, die dieser Stelle zugeordnet sind – die Zuordnung der Objekte allein wäre hier nicht aussagekräftig genug.

Typische Relationen, wie sie bei der Entity-Relationship und bei der objektorientierten Modellierung möglich sind, sollten auch bei Aktivitäten und Rollen möglich sein. Hier ist insbesondere an Aggregation und Generalisierung bzw. Spezialisierung zu denken. Dementsprechend ist es auch sinnvoll, daß Objekte, Aktivitäten und Rollen durch Attribute näher beschrieben werden können. Attribute bei Aktivitäten und Rollen sind insbesondere für soziale Aspekte relevant, wie unten noch näher dargestellt werden soll.

Hier wird ein umfassendes Verständnis von *Relationen* unterstellt, die verschiedene Arten von Zusammenhängen darstellen können. Sie können z.B. durch Inklusion (d.h. Darstellung von Subelementen) oder durch unterschiedliche Arten von Kanten symbolisiert werden (s. Abb. 1). Durch Kanten können auch gerichtete Verknüpfungen ausgedrückt werden (z.B. durch Pfeile). Kanten können kommentiert werden und können auch Mengenverhältnisse (Multiplizität) symbolisieren. Diese Möglichkeiten sind mit Hinblick auf Objekte und zum Teil auch auf Aktivitäten hinreichend bekannt. Unter sozialen Aspekten ist es wichtig, sie auch auf Rollen anzuwenden. Kanten zwischen verschiedenen Rollen können z.B. ausdrücken, welche Rechte und Pflichten eine Rolle gegenüber anderen hat; Relationen zwischen Rollen und Objekten könnten beschreiben, daß ein Objekt eine Rolle beschreibt (und damit potentiell personenbezogene Daten beinhaltet) oder daß ein Objekt im Besitz einer Person ist.

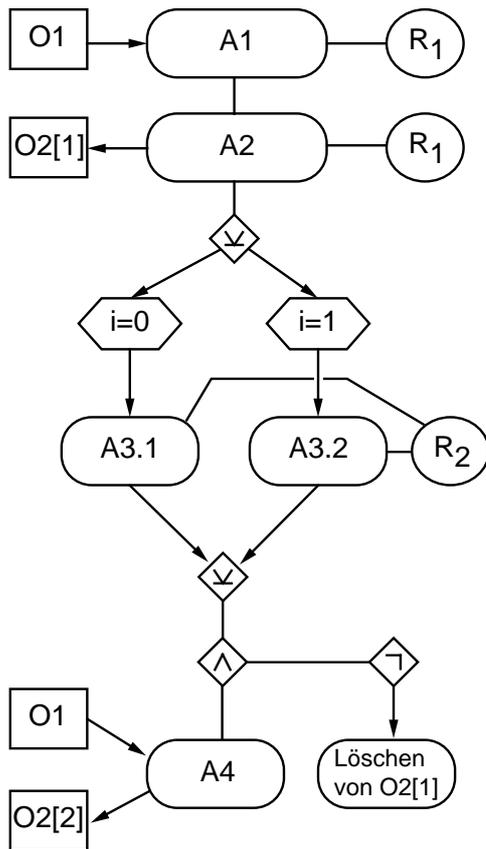
Von besonderer Bedeutung sind Relationen, die direkt oder indirekt Aktivitäten miteinander verbinden, wodurch Prozesse beschreibbar werden. Einen solchen Prozeß stellt z.B. (Abb. 3) dar. Prozesse können insbesondere bedingt sein, d.h., daß die Bedingungen und logischen Verknüpfungen darstellbar sein müssen, von denen die Ausführung von Aktivitäten abhängt. Somit können auch Kontrollflüsse oder zeitlich-logische Abfolgen dargestellt werden. Für Modellierungsnotationen, die auf soziale Aspekte orientiert sind, kommt es darauf an, die Vielfalt von Prozessen darstellen zu können und daher ausreichend mächtige Ausdrucksmittel zur Verfügung zu haben. Da dies bei gängigen Modellierungsnotationen häufig vernachlässigt wird, werden hierzu einige Beispiele gegeben:

- ❑ Es müssen Zyklen darstellbar sein, damit man zeigen kann, daß sich bestimmte Aktivitätsfolgen immer wieder nach den gleichen Mustern wiederholen. Ein besonderes Problem ist es, dabei zu unterscheiden, ob die Zyklen immer wieder mit den gleichen Rollen und Objekten ausgeführt werden oder ob diese variieren können.
- ❑ Es müssen Hilfsmittel vorhanden sein, mit denen man eine kombinatorische Explosion bei der Darstellung vermeiden kann. Zum Beispiel ist es bei einigen Modellierungsnotationen schwierig, auszudrücken, daß einige Aktivitäten ausgeführt werden müssen, aber die Reihenfolge beliebig ist. Noch schwieriger wäre es auszudrücken, daß die einmal gewählte Abfolge von Aktivitäten noch in einer vorgegebenen Anzahl wiederholt werden muß.
- ❑ „Negation“ sollte als logische Verknüpfung zwischen Aktivitäten möglich sein, damit man ausdrücken kann, daß eine bestimmte Aktivität nicht ausgeführt werden darf (s. Abb. 3, LÖSCHEN von O2[1]), insbesondere wenn die erlaubten nicht alle explizit angegeben sind. Dies ist z.B. wichtig, um rechtliche Normen zu explizieren, bei denen alles erlaubt ist, was nicht explizit als verboten gilt. Eine solche Verknüpfungsmöglichkeit fehlt z.B. bei den eEPKn.
- ❑ Es sollte ausdrückbar sein, daß bei Prozessen ein und dasselbe Objekt von verschiedenen Aktivitäten bearbeitet wird, und es muß auch ausdrückbar sein, daß in anderen Situationen verschiedene Objekte der gleichen Art (also der gleichen Klasse) von verschiedenen Aktivitäten eines Prozesses bearbeitet werden. Ferner sollte jedoch kein Zwang bestehen, ein Objekt mit Tätigkeiten zu verknüpfen, von denen es gar nicht benötigt wird (s. Abb. 4).
- ❑ Es sollte vermittelbar sein, daß bestimmte Aktivitäten aufgrund von zeitbedingten Ereignissen ausgelöst werden.

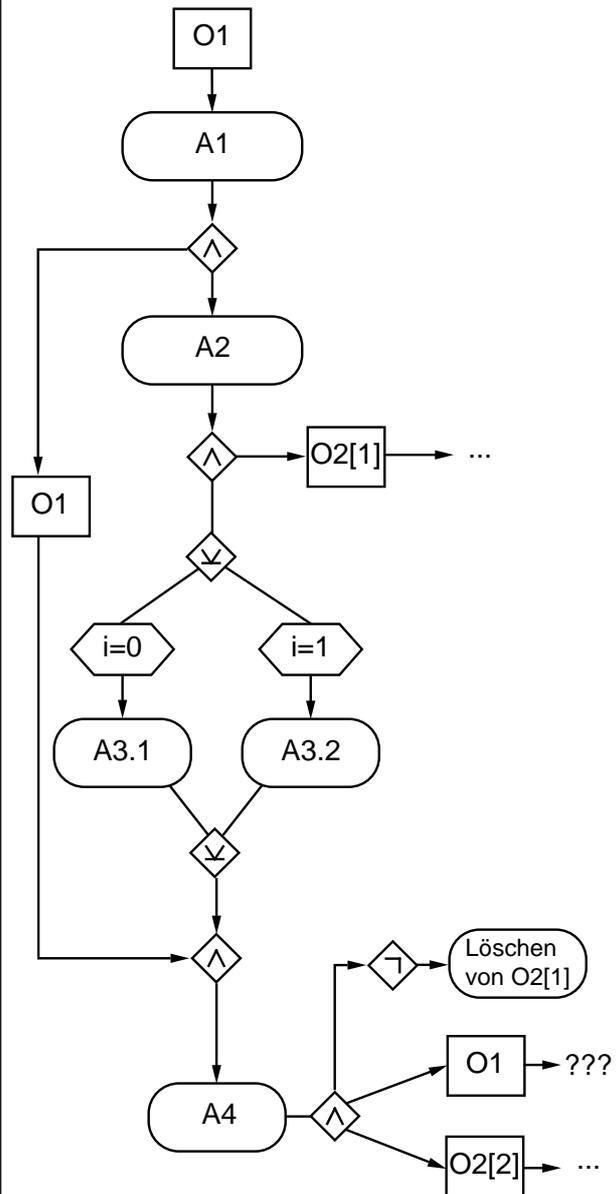
**Abb. 3a: Schematischer Prozeß ohne Fluß von Objekten**

A2, A4 erzeugen unterschiedliche Objekte der Klasse O2.

A1, A4 nutzen dasselbe Objekt der Klasse O1.



**Abb. 3b: Schematischer Prozeß mit Fluß von Objekten**



- Es muß möglich sein, verschiedene Phänomene in Zusammenhang mit Parallelität bei Teilprozessen auszudrücken, z. B.:
  - Zwei Prozesse laufen parallel und müssen zeitlich synchronisiert werden, also z. B. zum gleichen Zeitpunkt beginnen. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn der Prozeß einer automatisch ablaufenden Produktion durch einen Überwachungsprozeß (durch Menschen) begleitet wird.
  - Zwei Teilprozesse haben die gleichen Vorbedingungen und ihre Ergebnisse sind beide als Vorbedingungen für weitere Aktivitäten notwendig, sie verlaufen aber völlig unabhängig voneinander. Das heißt, es werden keine Objekte von beiden Teilprozessen gemeinsam benötigt, es sind unterschiedliche Personen aktiv und die Aktivitäten können sich nicht gegenseitig unterbrechen.
  - Wie im obigen Fall haben Teilprozesse gleiche Vor- und Nachbedingungen, es werden aber teilweise die gleichen Objekte benötigt oder derselbe Akteur wird aktiv oder die Aktivitäten unterbrechen sich gegenseitig. Hier ist es insbesondere wichtig, daß man darstellen kann, welche Aktivität unterbrochen werden oder zwischen welchen Aktivitäten eine Unterbrechung durch welche andere Aktivität stattfinden kann. Dies ist z. B. erforderlich, wenn sich ein Überwachungsprozeß und der überwachte Prozeß gegenseitig beeinflussen.

#### 4.2.2 Besondere soziale Aspekte

Betrachtet man soziale Zusammenhänge, so zeigt sich, daß diese in der Regel nicht vollständig strukturierbar und soziale Prozesse nicht in jedem Detail antizipierbar sind. Soziale Zusammenhänge und Prozesse sind in der Regel *semistrukturiert*, d. h. nur teilweise formal (also den semantischen und syntaktischen Regeln folgend) beschreibbar, antizipierbar und modellierbar, während andere Teile unbestimmt bleiben müssen. Eine Modellierungsmethode, die soziale Aspekte berücksichtigt, muß für solche Unbestimmtheiten Platzhalter anbieten, die in den formal darstellbaren Teil eines modellierten Realitätsausschnittes integrierbar sind. Die Unbestimmtheit kann sich auf Objekte, Aktivitäten, Rollen, Relationen und Bedingungen sowie auf Attribute (z. B. Zeitangaben) beziehen. Es sind verschiedene Arten von Unbestimmtheit zu unterscheiden:

- Man will ausdrücken, daß eventuell, aber nicht mit Sicherheit, ein weiteres Element zu ergänzen ist, dessen Eigenschaften man nicht kennt (z. B. ein nicht vorhersehbarer Störfall). Die drei Fragezeichen in Abb. 1 deuten an, daß unklar ist, ob O1 noch benötigt wird.
- Man weiß, daß auf jeden Fall ein Element fehlt, aber kennt seine Eigenschaften nicht. Die drei Punkte in Abb. 1 deuten an, daß O2 weiterverwendet wird, aber daß diese Verwendung nicht bekannt ist.
- Es stehen eine Reihe von Alternativen zur Auswahl, von denen man nicht weiß, welche die passende ist und die weder alle konkret noch durch eine abstrakte Bezeichnung darstellbar sind. (z. B. wenn 20% aller Telefonteilnehmer Deutschlands als Akteure in Betracht kommen, aber sich keine Rolle so definieren läßt, daß sie genau diese 20% spezifiziert).
- Es steht eine darstellbare Menge von Alternativen zur Auswahl, wobei unklar ist, welche Alternative in der Realität die tatsächlich relevante ist.

Die Darstellbarkeit von Unbestimmtheit ist insbesondere auch wichtig, damit die Möglichkeit von Fehlern ausdrückbar ist, die als eine nicht antizipierbare Abweichung vom modellierten Regelfall auftreten können. Fehler unterschiedlichster Art sind ein integraler Bestandteil sozialer Realität.

Um zu gewährleisten, daß mit den Modellen auch soziale Aspekte ausgedrückt werden können, muß es besondere Attribute geben, die den einzelnen Elementen (Objekte, Aktivitäten etc.) zugeordnet werden können. Dies sind z.B. Attribute, die arbeitspsychologischen Kriterien entsprechen, wie z.B. Belastung, Zeitdruck, Entscheidungsspielraum etc. (s. z.B. Dunkel u.a., 1993) oder die sich auf Datenschutzaspekte beziehen, hier wäre dann zu kennzeichnen, ob personenbezogene Daten vorliegen, welche Löschfristen bestehen etc. Andere Beispiele sind die Klassifizierung und Bewertung von Informationen hinsichtlich solcher Fragen wie Herkunft, Inhalt (z.B. bzgl. Gewaltdarstellung), Urheberrecht etc. Zur Identifizierung der Kriterien kann die Literatur genutzt werden, die sich mit Technikbewertung befaßt (z.B. Müller-Reißmann, 1988). Ein besonderes Problem ist mit der Frage gegeben, welches Kriterium in Form eines Attributes welchen Elementen der Modellierungsnotation zugeordnet werden sollte (z.B. Entscheidungsspielraum zu Aktivitäten, Belastung zu Rollen und/oder Aktivitäten, Personenbezug zu Objekten). Es sollte dann auch möglich sein, verschiedene Selektionen anzuzeigen (z.B. alle Aktivitäten mit einem gewissen Entscheidungsspielraum), sofern die Modelle mit einem hypermedialen System darstellbar sind. Entsprechend ist es für die Beurteilung sozialer Aspekte wichtig, daß verschiedene Perspektiven wählbar sind, z.B. die Sicht auf einen Arbeitsplatz, dessen Mischarbeitsqualität bewertet werden soll, oder eine Sicht, die die Möglichkeit zur direkten Kommunikation verdeutlicht etc.

Attribute können insbesondere genutzt werden, um soziale Aspekte abzubilden, die bereits empirisch erhoben wurden. Daneben sollte es möglich sein, bereits am Modell abzulesen, welche sozialen Probleme mit einer EDV-Einführung verbunden sein können. Dazu muß die Modellierungsnotation bestimmte Eigenschaften aufweisen, damit man aus der Analyse der Modelle Rückschlüsse auf soziale Gesichtspunkte ziehen kann. So muß z.B. schon am Modell klar erkennbar sein, ob Objekte personenbeziehbare Daten beinhalten bzw. ob durch Hinzunahmen bestimmter Aktivitäten und Objekte ein Personenbezug hergestellt werden kann. Bei der Prozeßmodellierung ist es von besonderer Relevanz zu verdeutlichen, wie die Entscheidungen zu Stande kommen, aufgrund derer die Abfolge von Aktivitäten bestimmt wird. Hierzu ist zu unterscheiden,

- ob das System die Entscheidung vornimmt (z.B. anhand eines Parameters, wie Auftrag >10.000 DM),
- ob ein Mensch eine Entscheidung vornimmt, die aber rein schematisch erfolgt, und eigentlich auch algorithmisiert werden könnte,
- ob eine menschliche Entscheidung getroffen wird, die nicht auf eine Maschine übertragbar ist.

Ferner sollte immer erkennbar sein, ob eine Aktivität von einer Maschine oder einem Menschen ausgeführt wird oder ob eine Durchmischung vorliegt. Dies ist wichtig, um mit Hinblick auf die Mensch-Maschine-Funktionsteilung eine kontrastive Analyse vornehmen zu können (s. Volpert, 1987). Dabei sollte auch differenzierbar sein, ob eine Aktivität durch eine vorangegangene zwingend angestoßen wird (Push-Prinzip) oder ob ihre Ausführung von einer autonomen Entscheidung abhängt und die geschaffenen Vorbedingungen nur bei Bedarf in Anspruch genommen werden (Pull-Prinzip). Für die in der Modellnotation verwendeten Attribute sollte

eine Kennzeichnung möglich sein, die besagt, ob die Wertebelegung empirisch oder analytisch bei der Erstellung des Modells gewonnen wurde.

Eine weitere Möglichkeit zur Berücksichtigung sozialer Aspekte – die jedoch eher mit dem zu modellierenden angestrebten Sollzustand als mit der Modellierungsnotation verbunden ist – besteht darin, daß man vorgefertigte Modellausschnitte anbietet, für die jeweils zu prüfen ist, ob ihr Einsatz unter der Anforderung der Sozialverträglichkeit relevant ist. Solche Modellausschnitte könnten z.B. der Verschlüsselung oder der Anonymisierung von Daten oder ein Modul zur Kontrolle der Einhaltung von Löschfristen dienen. Darüber hinaus könnte man sich auch besondere Regeln vorstellen, die der Erfüllung sozialer Kriterien dienen und deren Einhaltung als Bewertungsmaßstab dient – z.B. daß bei der Verarbeitung personenbezogener Daten immer ein Modellausschnitt zur Kontrolle der Löschfristen integriert sein muß.

### 4.3 Ergonomische Qualität

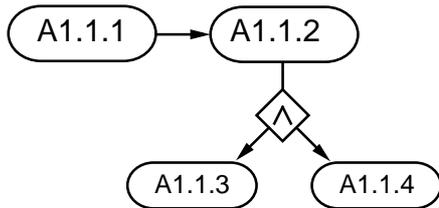
Unter ergonomischer Qualität einer Modellierungsnotation verstehen wir hier, daß die Erstellung, Nachvollziehbarkeit und Kommunizierbarkeit der Modelle für deren Entwickler und Rezipienten möglichst optimal unterstützt wird. Wir werden uns schwerpunktmäßig auf die Kommunizierbarkeit konzentrieren, da es hierbei um die Unterstützung der Interaktion und des Informationsaustauschs zwischen Modellentwickler und -rezipienten geht. Dies ist unseres Erachtens der Hauptgrund, warum es sinnvoll ist, Modelle zu generieren. Dabei kann es durchaus der Fall sein, daß die Rollen Entwickler und Rezipient zwischen denselben Personen hin- und herwechseln.

Hinsichtlich der optimierten Konstruierbarkeit möchten wir auf einen Aspekt hinweisen, für den wir die Bezeichnung Orthogonalität übernehmen (s. Ghezzi; Jazayeri, 1989). Damit ist gemeint, daß sich die vorhandenen Elemente einer Modellierungsnotation möglichst in allen denkbaren Kombinationen miteinander verbinden lassen und daß für jede solche Verbindung eine semantische Definition gegeben wird. Dadurch läßt sich die Anzahl der zu erlernenden Komponenten gering halten und der Konstrukteur kann mit Hilfe von Bedeutungsübertragungen arbeiten. Darüber hinaus ist es unseres Erachtens im Sinne einer Modellierungsregel empfehlenswert, wenn sich Modellierer für die jeweils abzubildende Domäne einen Satz von Grundbausteinen bilden, die sie in verschiedenen Varianten immer wieder verwenden können.

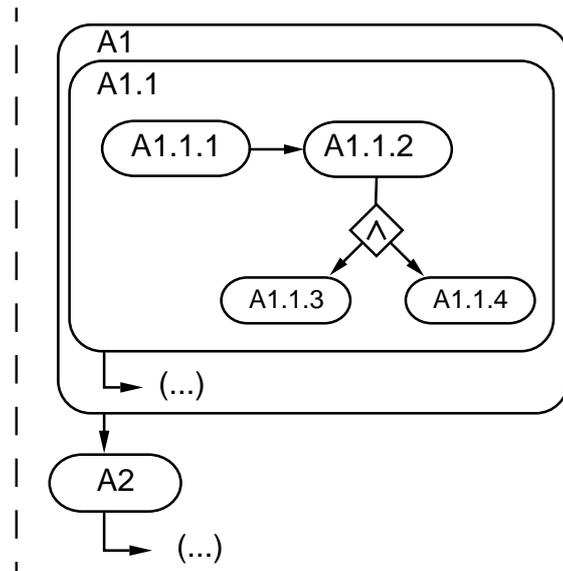
Für die Nachvollziehbarkeit ist es wichtig, daß die gängigen wahrnehmungspsychologischen Kriterien eingehalten werden, wie z.B. Regeln und Mittel des Gruppierens, die Anzahl der dargestellten Elemente pro Gruppe, Techniken des Hervorhebens oder des Verdeutlichens von Zusammenhängen (Glaser, 1994) etc. Es sollte auch versucht werden, eine möglichst hohe Ikonizität zu erzielen, damit die äußere Gestalt der verwendeten Symbole möglichst schon Rückschlüsse auf ihre Bedeutung zuläßt. Insgesamt gesehen fehlt es jedoch an fundierten Erkenntnissen, die sich mit der Anwendung der Wahrnehmungspsychologie auf die Entwicklung von Modellen speziell auseinandersetzen.

Abb. 4: Verfeinerung...

...ohne Kontextualisierung



...mit Kontextualisierung



### 4.3.1 Unterstützung der Kommunizierbarkeit

Für die Unterstützung der Kommunizierbarkeit sind verschiedene Anforderungen hervorzuheben:

#### *Fokussierung und Verfeinerung*

Der Rezipient eines Modells sollte sich den Ausschnitten eines Modells zuwenden können, die für sein Erkenntnisinteresse oder für seinen Kommunikationszweck jeweils ausschlaggebend sind. Dies wird insbesondere durch die Möglichkeit der Verfeinerbarkeit der einzelnen Elemente erreicht. Insbesondere sollte es möglich sein, Aktivitäten so zu verfeinern, daß sie durch Prozesse näher beschrieben werden. Mit Hinblick auf den Kommunikationsprozeß muß der Konstrukteur dafür sorgen, daß die Verfeinerungen eines Modells vorliegen oder mit einem geeigneten Werkzeug erzeugbar sind, von denen er meint, daß sie für den Verständigungsprozeß mit dem Rezipienten notwendig sind. Gegebenenfalls müssen Verfeinerungen dynamisch während der Interaktion zwischen Konstrukteur und Rezipient erzeugbar sein. Auf die Verfeinerungen muß durch geeignete Referenzen im Übersichtsmodell verwiesen werden können. Zur Unterstützung der Fokussierung können auch Referenzen sinnvoll sein, die nicht nur auf Verfeinerungen verweisen, sondern auch auf andere Elemente, die sich an anderen Stellen des Modells befinden. Eine solche einer Hyperstruktur entsprechende Aufbereitung der Zusammenhänge innerhalb eines Modells kann dem Rezipienten helfen, sich auf die ihm wichtigen Aspekte zu konzentrieren. Zu diesem Zweck sollten auch Selektionsmöglichkeiten angeboten werden, so daß man sich etwa wahlweise alle Objekte mit personenbezogenen Daten ansehen kann, alle Aktivitäten mit hohem Entscheidungsspielraum etc.

#### *Kontextualisierung*

Die meisten Verfeinerungsstrategien (etwa bei der strukturierten Analyse, Raasch, 1991) erzeugen gesonderte Modellteile, die für sich isoliert zu betrachten sind. Dadurch geht leicht

der Kontext verloren, in dem der verfeinerte Teil eines Modells steht. Ähnliche Probleme ergeben sich beim Navigieren in Hyperstrukturen, wenn das genutzte System es nicht leicht nachvollziehbar macht, welche History dem Navigationsgeschehen zu Grunde liegt und auf welcher Ebene man sich in der Spanne zwischen Überblicks- vs. Detailinformation befindet. Aus diesem Grunde ist es sinnvoll, Darstellungsweisen für Modelle durch entsprechende Notationen zu unterstützen, mit Hilfe derer der Kontext erkennbar wird. Dies bedeutet konkret, daß Teile der Überblicksdiagramme, zu denen ein Verfeinerungsmodell gehört, bei der Darstellung der Verfeinerung mit abgebildet werden müssen. Da es hierbei leicht zu einem Informationsoverload kommen kann, ist es wichtig, daß die Kontextinformation auf das wesentliche verkürzt wird.

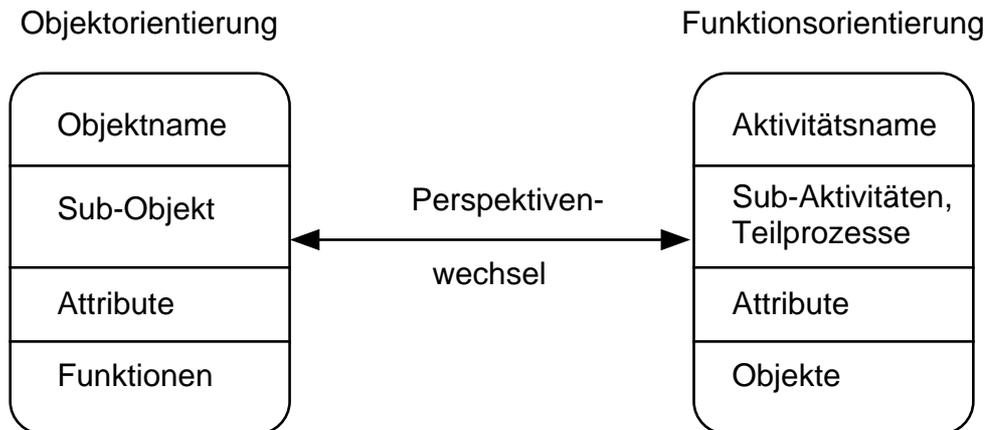
### *Ellipsen*

„Maximale Explizitheit führt zu minimaler Verständlichkeit“ (Ungeheuer, 1982). Diese kommunikationstheoretische Binsenweisheit verdeutlicht, daß Verständigungserfolge in der Kommunikation im wesentlichen auch dadurch erzielt werden, indem man Äußerungen verkürzt, d.h. nur das formuliert, was für die Mitteilung an jemand anderen wesentlich ist, wobei das, was schon als bekannt unterstellt werden kann, weggelassen wird. In diesem Sinne verkürzte Äußerungen werden Ellipsen genannt. Sie sollten auch in Diagrammen verwendbar sein, die Modelle repräsentieren. Da Modelle jedoch auch einem formalen Vollständigkeitsanspruch genügen sollten, ist es angemessen, daß bei elliptischen Modelldarstellungen die Auslassungen durch gesonderte Symbole, etwa drei Punkte, gekennzeichnet werden. Dadurch kann auch der Informationsoverload, der durch Kontextualisierung verursacht werden könnte, vermieden werden (s. Abb. 4). Diese Auslassungszeichen müssen sich aber deutlich von jenen Symbolen unterscheiden, die man zur Darstellung tatsächlicher Unbestimmtheit (siehe oben) verwendet (Abb. 4 verwendet deshalb eingeklammerte Punktfolgen). Eine weitere Möglichkeit, Ellipsen im Rahmen einer Modellierungsnotation zu nutzen besteht darin, Abkürzungen für Elemente zu verwenden und diese gesondert zu kennzeichnen. Abkürzungen sind elementare Ausschnitte eines konkreten Modells, aufgrund derer der Betrachter die Bedeutung dieses elementaren Ausschnittes zwar nicht nachvollziehen kann, aber ihn wiederzuerkennen vermag, wenn er ihn bereits vorher nachvollzogen hat. Die Verwendung von Ikonen, von verkürzten Textstücken und auch von Modellelementen, die eine konkrete Verfeinerung repräsentieren, kann als Abkürzung verstanden werden. Ein Beispiel hierfür sind sogenannte Prozeßwegweiser nach Rosemann (1996).

### *Nahtloser Perspektivenwechsel*

Viele Modellierungsnotationen bieten verschiedene Sichtweisen auf den zu modellierenden Realitätsausschnitt an. Typisch ist zum Beispiel, daß man zwischen der Betrachtung eines Datenmodells, eines Funktionsmodells oder eines Organisationsmodells wählen kann, wie es z.B. ARIS (Scheer, 1991) vorsieht. Somit ist ein Perspektivenwechsel möglich, aufgrund dessen man sich den Realitätsausschnitt unter verschiedenen Fragestellungen erschließen kann. Ein ähnlicher Perspektivenwechsel sollte zwischen objektorientierter und funktionsorientierter Sicht möglich sein (s. Abb. 5). Es gibt darüber hinaus Möglichkeiten, die verschiedenen Perspektiven in einer weiteren zusammenzuführen, wie es z.B. bei ARIS mit Hilfe erweiterter, ereignisgesteuerter Prozeßketten der Fall ist. Allerdings ist es bei einer solchen Zusammenführung verschiedener Perspektiven nicht möglich, sich alle Informationen, die in einer einzelnen Sicht enthalten sind, über den Weg der Verfeinerung zu erschließen. Wir schlagen demgegenüber vor, daß man nicht pro anzubietender Perspektive ein eigenes Modell entwirft, sondern daß ein Gesamtmodell entworfen wird, das durch Weglassen von bestimmten Elementen oder durch Überführen derselben in Abkürzungen die Analyse unter verschiedenen Perspekti-

**Abb. 5: Nahtloser Perspektivenwechsel – ein mögliches Beispiel**



ven ermöglicht. Perspektivenwechsel sollte also durch Selektion, Ausblendung oder Verkürzung anhand desselben Modells möglich sein, wobei man sich jede interessierende Information über Verfeinerung und Referenzen oder durch schrittweises Zurücknehmen der Selektion oder Ausblendung etc. erschließen kann. Hierdurch soll ein nahtloser Perspektivenwechsel ermöglicht werden.

#### 4.4 Ausblick

Dieser Beitrag konzentriert sich auf jene Aspekte einer Modellierungsnotation, die für die möglichst umfassende Darstellung von EDV-Einführung unter sozialen Gesichtspunkten sinnvoll und notwendig sind. Die Beschreibung entsprechender Anforderungen an eine solche Notation hat den Status von Vorüberlegungen. Wie dargelegt gibt es eine Reihe von Anforderungen, die über die Möglichkeiten gängiger Modellierungsnotationen hinausweisen. Das betrifft insbesondere den Umgang mit Unbestimmtheiten und mit sozialen Gesichtspunkten. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Anforderungen, die speziell auf die Unterstützung der Kommunikationsprozesse mit Hilfe von Modellen gerichtet sind. Erst wenn eine solche Modellierungsnotation entwickelt worden ist, kann man versuchen, verschiedene Alternativen des EDV-Einsatzes anhand ihrer Modelle vergleichend zu analysieren und zu bewerten.

Ein weiteres Feld, das durch Modellierungsnotationen unterstützt werden kann und auf das spezielle Anforderungen abzielen können, ist die Gestaltung mit Hilfe der Modellierung. Dies ist der typische Verwendungszweck von Modellen im Software-Engineering, wohingegen es hier hauptsächlich um die Verwendung von Modellen zum Zwecke der Analyse ging. Gestaltungsorientierte Nutzung von Modellen kann man sich auch im Rahmen der Anpassung von Systemen vorstellen, etwa wenn beim systemgestützten Workflowmanagement Prozesse durch Benutzer modifiziert werden sollen oder wenn man Makros erzeugen oder abändern möchte. Mit Hinblick auf die Gestaltungsunterstützung wäre es sicherlich hilfreich, Regeln aufzustellen, die einer Sozialverträglichkeit zuträglich sind. Noch vorteilhafter wäre es, wenn sich solche Regeln mit der Modellierungsnotation selbst beschreiben ließen und auch hier wiederum ein nahtloser Perspektivenwechsel zwischen Gestaltungsregeln und konkretem Modell, das eine geplante EDV-Einführung darstellt, möglich wäre. Ein solcher Versuch kann jedoch

sicherlich erst im zweiten Schritt unternommen werden, wenn also eine für die sozial-orientierte Analyse geeignete Modellierungsnotation gefunden ist.

**Literatur**

Deiters, Wolfgang; Gruhn, Volker (1992): The FUNSOFT Net Approach to Software Process Management. Dortmund: ISST, Fraunhofer Gesellschaft.

Dix, Alan; Finlay, Janet; Abowd, Gregory; Beale, Russell (1995): Mensch, Maschine, Methodik. New York: Prentice Hall.

Dunckel, Heiner; Volpert, Walter; Zölch, Martina; Kreutner, Ulla; Pleiss, Cordula; Hennes, Karin (1993): Kontrastive Arbeitsanalyse im Büro. Der KABA-Leitfaden. Grundlagen und Manual. Zürich: Verlag der Fachvereine und Stuttgart: Teubner.

Ghezzi, Carlo; Jazayeri, Mehdi (1989): Konzepte der Programmiersprachen: Begriffliche Grundlagen, Analyse und Bewertung. München, Wien: R. Oldenbourg Verlag.

Glaser, Wilhelm R. (1994): Menschliche Informationsverarbeitung. In: Eberleh, Edmund; Oberquelle, Horst; Oppermann, Reinhard (1994): Einführung in die Software-Ergonomie. Gestaltung graphisch-interaktiver Systeme: Prinzipien, Werkzeuge, Lösungen. 2., völlig neu bearbeitete Auflage. Berlin, New York: Walter de Gruyter. S. 7-47.

Herrmann, Thomas (1986): Zur Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion: Systemerklärung als kommunikatives Problem. Tübingen: Niemeyer.

Müller-Reißmann, K.F. (1988): Kriterien der Technikgestaltung. Hannover: Institut für angewandte Systemforschung und Prognose (ISP).

Raasch, Jörg (1991): Systementwicklung mit Strukturierten Methoden. Ein Leitfaden für Praxis und Studium. München, Wien.

Rosemann, Michael (1996): Erstellung und Integration von Prozeßmodellen – Methodenspezifische Gestaltungsempfehlung für die Informationsmodellierung. Wiesbaden: Gabler.

Scheer, August-Wilhelm (1991): Architektur integrierter Informationssysteme. Grundlagen der Unternehmensmodellierung. Berlin: Springer.

Ungeheuer, Gerold (1982): Vor-Urteile über Sprechen, Mitteilen, Verstehen. In: Ders. (1987): Kommunikationstheoretische Schriften 1. Aachen: Rader. S. 229-338.

Volpert, Walter (1987): Kontrastive Analyse des Verhältnisses von Mensch und Rechner als Grundlage des System-Designs. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 41. S. 147-152.

## 5 Fuzzy-basierte Modellierung unscharfer Informationen in der Entwicklungs- und Konstruktionsphase

*Ileana Hamburg, Institut Arbeit und Technik, Gelsenkirchen*

### 5.1 Einführung

Wegen der steigenden Kundenanforderungen in bezug auf Funktionalität und Qualität nimmt die Komplexität der Produkte und die ihrer Entstehungsprozesse stark zu.

Kooperative Arbeitsformen in der Produktion, die immer mehr an Bedeutung gewinnen, mit Simultaneität von Vorgängen, und nicht vorgegebene Vorgehensweisen, wie z.B. in der sequentiellen Arbeitsteilung, unstrukturierte und unsichere Informationen aus vielen Bereichen, die auch berücksichtigt werden müssen, verschärfen die Situation und überfordern viele Betriebe.

Die Entwicklung geeigneter Modelle zur Erklärung und optimierten Gestaltung solcher Prozesse kann diese Komplexität reduzieren. Dazu gehört die Modellierung der Informationen, die im Rahmen von Prozessen produziert bzw. konsumiert werden.

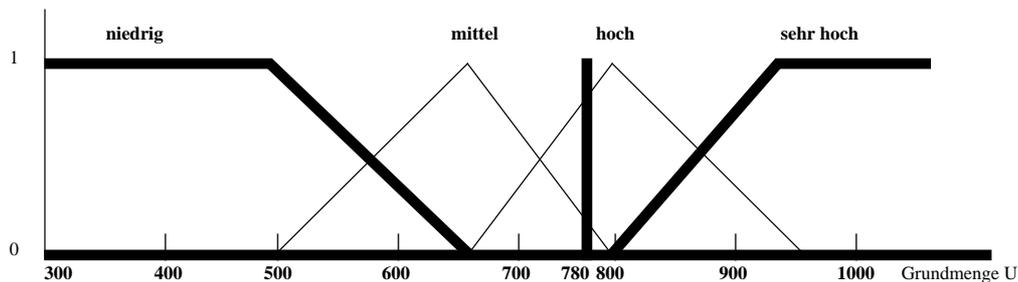
Im täglichen Leben ist man gewohnt, mit unscharfen Informationen zu arbeiten: das Geschäft ist nicht „sehr weit“, es wird ein „sonniger“ Nachmittag sein, das Wasser ist nicht „sehr kalt“.

Anders ist es dagegen bei den technischen Prozessen: dort muß man für die Modellierung der „Unschärfe“ eine geeignete Formalisierung entwickeln, was in vielen Fällen sehr schwierig ist. Seit einigen Jahren stellen die Wissenschaftler bei der Modellierung technischer Prozesse immer öfter die Frage: Wie kann man in „real time“ eine brauchbare Lösung finden, wenn man mit begrenzten deduktiven Fähigkeiten und mit unsicheren, unscharfen Informationen arbeiten muß?

Eine solche Aufgabe erscheint z.B. in den ersten Phasen des Produktentstehungsprozesses – Entwicklung und Konstruktion –, wie in Kap. 5.3 dieser Arbeit erklärt wird. Diese Phasen sind sehr stark von Intuition und Heuristik geprägt. Es fehlen viele Parameter und präzise Informationen; der Konstrukteur ist „gezwungen“, in kurzer Zeit mit unzureichenden und unsicheren Informationen zu brauchbaren Lösungen zu kommen.

Die Bemühungen von 21 Wissenschaftlergruppen, die seit sechs Jahren im Rahmen eines EU-Projektes an dem Thema „Defeasible Reasoning und Uncertainty Management Systems“ arbeiten, zeigen die Bedeutung der Unsicherheitsmodellierung für viele technische Tätigkeiten.

Für die Modellierung von Unsicherheit gibt es statistische Methoden, wie z.B. die, die auf dem Bayes-Theorem oder auf der Dempster-Shafer Theorie basieren. Erstere liefert Intervalle, letztere Wahrscheinlichkeitswerte als Ergebnis. Diese Methoden analysieren eine große Menge sich wiederholender Abläufe und ziehen Schlußfolgerungen – Entdeckungsmethoden (Kruse 1996).

**Abb. 1: Die linguistische Variable Temperatur mit ihren unscharfen Werten**

Eine andere Lösung ist, bei der Modellierung einen Anteil an fehlender Präzision und unsichere Informationen gewollt zu tolerieren – Erfindungsmethoden.

Der Grundgedanke dieser Methoden wird von deren Erfinder, dem Professor für Elektrotechnik L. Zadeh aus Berkeley, Californien, so erklärt (Zadeh 1994):

“...as the complexity of a system increases, our ability to make precise and yet significant statements about its behaviour diminishes until a threshold is reached beyond which precision and significance (or relevance) become almost mutually exclusive characteristics”.

Die Soft Computing Methoden gehören der Gruppe Erfindungsmethoden an. Die Modellierung mit Hilfe dieser Methoden (soft Modellierung), insbesondere die auf fuzzy Methoden basierte Modellierung (fuzzy-basierte Modellierung), wird in Kapitel 2 dieses Beitrags kurz beschrieben. Das wichtigste bei dieser Modellierung ist die Entwicklung von Modellen, die heterogene (z. B. qualitative und numerische) Daten flexibel meistern können.

Die Benutzung von linguistischen Variablen erleichtern die Kommunikation zwischen Entwicklern und Anwendern und machen Benutzeranpassungen möglich.

Ein Beispiel der fuzzy-basierten Modellierung unscharfer Informationen in den ersten Phasen der Produktentstehung, Entwicklung und Konstruktion wird in Kapitel 5.4 dieser Arbeit gegeben.

## 5.2 Fuzzy-basierte Modellierung

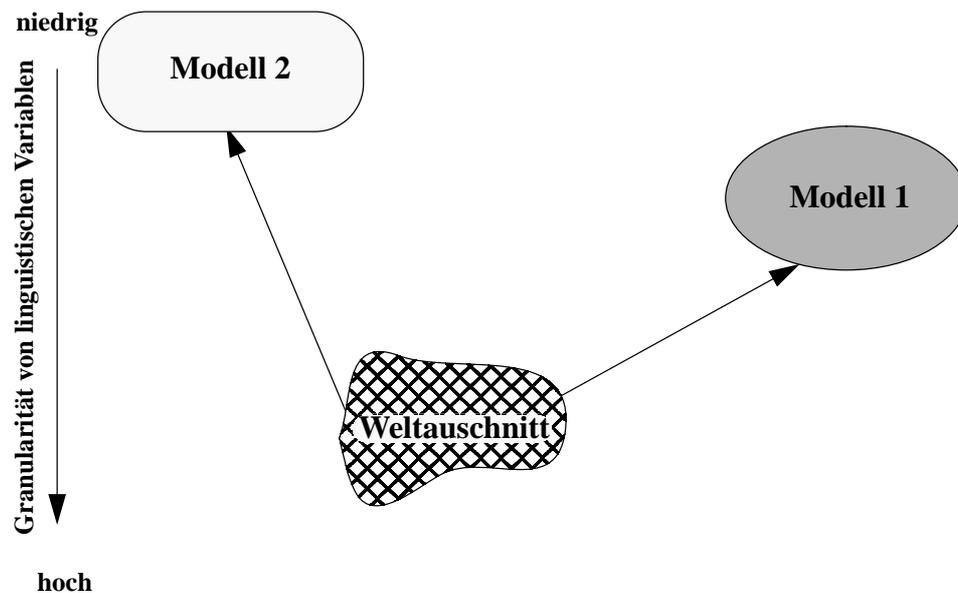
Die Anwendung von fuzzy Methoden (fuzzy Mengen, fuzzy Logik) ist wichtig bei der Modellierung komplexer Probleme mit einem starken Anteil von Intuition und Heuristiken, und daß das Ziel der Modellierung ein durchschaubares, benutzerfreundliches Modell ist.

Die Fuzzy Methoden sind wichtige Repräsentanten des Soft Computing (SC).

Andere Repräsentanten des SC sind:

- neuronale Netze,
- evolutionäre Algorithmen,
- einige probabilistische Verfahren.

**Abb. 2: Fuzzy-basierte Modellierung**



Die Anwendungen verschiedener Komponenten des Soft Computing bei der Modellierung in technischen Prozessen schließen sich gegenseitig nicht aus; öfter ergänzen sie sich sogar, wie es in unserem Beitrag gezeigt wird.

L. Zadeh beschreibt im folgenden Satz die Grundidee der soft Modellierung (Zadeh 1994):

“In effect, in raising the banner of exploit the tolerance for imprecision and uncertainty soft computing uses the human mind as a role model and, at the same time, aims at a formalization of the cognitive processes humans employ so effectively in the performance of daily tasks”.

Es gibt sicher bei der soft Modellierung das Risiko einer mangelhaften Präzision. Wenn man aber für das Modell als Bewertungskriterien Korrektheit, Vollständigkeit, Adäquatheit, Effizienz, Benutzerfreundlichkeit und last but not least geringe Kosten ansetzt, kann man auf diesem Wege öfters ein „gutes“ und einfach handhabbares Modell finden.

Im folgenden beschäftigen wir uns nur mit fuzzy-basierten Modellen. Diese können durch folgende zwei Hauptmerkmale charakterisiert werden:

- Sie arbeiten mit linguistischen Variablen, die fuzzy, linguistische Werte (Wörter, oder Terme) annehmen.
- Sie ermöglichen die Repräsentation und Verwaltung von „Unschärfe“.

Beispiele: die linguistische Variable Geräuschverhalten mit den linguistischen Werten günstig, ungünstig oder die Variable Temperatur mit den Werten hoch, mittel, niedrig.

Diese Werte werden durch „Zugehörigkeitsfunktionen“ (fuzzy Mengen) beschrieben: zu jeder linguistischen Variablen  $V$  gehört eine Grundmenge  $U$  und jeder linguistische Wert ist durch eine Funktion  $A:U \rightarrow [0, 1]$  beschrieben.

**Abb. 3: Die Phasen einer fuzzy-basierten Modellierung**

Bild 1 zeigt beispielhaft die linguistische Variable Temperatur mit ihren Werten. Der Grad, in dem eine gegebene Temperatur niedrig, mittel, hoch oder sehr hoch ist (Zugehörigkeitsgrad, Erfülltheitsgrad oder Wahrheitsgrad), wird durch eine Zahl zwischen 0 und 1 ausgedrückt.

In unserem Beispiel ist z. B. der Grad in dem 780 hoch ist, ist 0,7 (vgl. Bild 1).

Bei der fuzzy-basierten Modellierung faßt jede (für die Darstellung eines linguistischen Wertes benutzte) fuzzy Menge wie eine Kapsel ein Stück Information zusammen. Die Auswahl dieser fuzzy Mengen hängt mit der kognitiven Perspektive, aus der das Modell entwickelt und dann benutzt wird, zusammen und soll sich nach den Kundenanforderungen orientieren. Eine partizipative Arbeit bei der Modellierung, wo der Benutzer selbst seine Anforderungen vorstellen kann, ist vorteilhaft.

Für das gleiche System können verschiedene Modelle, mit unterschiedlicher „Granularität“ der linguistischen Werte entwickelt werden (Bild 1). Eine Granule ist eine fuzzy Menge von Punkten im Weltausschnitt, die durch Ähnlichkeiten miteinander verknüpft sind (z. B. Temperaturwerte zwischen 200° und 300°). Ein fuzzy Wert ist eine „Beschriftung“ für eine Granule („hohe Temperatur“).

Eine auf fuzzy Methoden basierte Modellierung enthält folgende Phasen:

- fuzzy Kodierung (Fuzzyifizierung),
- Verarbeitungsphase,
- fuzzy Dekodierung (Defuzzyifizierung).

Wie Bild 1 zeigt, werden bei dieser Modellierung die fuzzy Mengen als Werkzeuge benutzt, um das Modell mit der Umgebung der Modellierung zu verflechten.

Um eine richtige Funktionalität und Flexibilität des Modells zu sichern, müssen einige Anforderungen erfüllt werden:

- die Semantik der Zugehörigkeitsfunktionen muß genau festgelegt werden,
- die Anzahl der linguistischen Terme soll für den Anwender leicht überschaubar und zu benutzen sein,
- der zu modellierende Weltausschnitt soll durch die linguistischen Terme komplett abgedeckt werden; das bedeutet, daß für jede qualitative oder numeri-

sche Angabe des Weltausschnittes mindestens eine Zugehörigkeitsfunktion einen positiven Wert annimmt.

Durch die Veränderung von fuzzy Mengen in den Kodierungs- und Dekodierungsphasen und durch die Steigerung oder Verminderung ihrer Zahl werden die Daten „vorverarbeitet“. Mehr Terme bedeuten feinere Granularität.

Für die Verarbeitungsphase können verschiedene Modelle entwickelt werden (Pedrycz 1995).

Es können z.B. wissensbasierte Methoden und fuzzy Logik benutzt werden, um eine logische, regelbasierte Verarbeitung zu ermöglichen: regelbasierte fuzzy Modelle.

In der fuzzy Logik wird die Theorie der fuzzy Mengen mit dem mehrwertigen Logikkalkül verbunden. Die Tabelle 1 zeigt die logischen Operatoren „UND“, „NOT“ sowie die Negation „NOT“ in der fuzzy Logik.

**Tab. 1 Logische Operatoren in der fuzzy Logik**

| Operator | Berechnung                                |
|----------|---|
| UND      | Minimum von zwei Zugehörigkeitsfunktionen |
| ODER     | Maximum von zwei Zugehörigkeitsfunktionen |
| NOT      | 1 minus Zugehörigkeitsfunktion            |

Alle diese Operatoren legen fest, wie man mit partieller Wahrheit rechnen soll. Man kann sie verallgemeinern (z.B. kompensatorische Operatoren anwenden, wie der Gamma-Operator mit oder ohne Gewichtung).

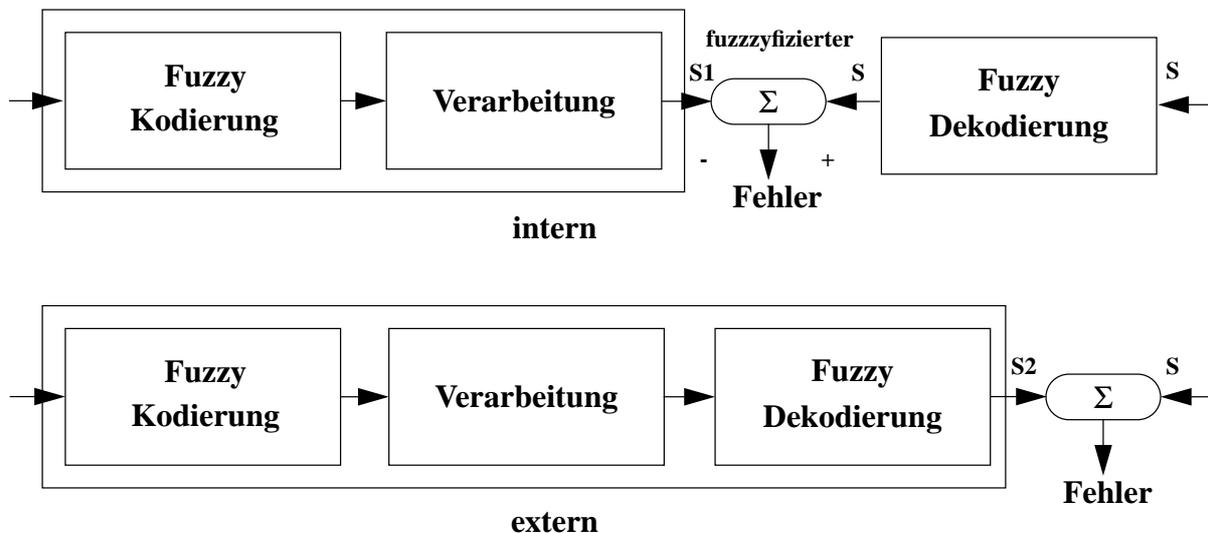
Ein System kann, mit Hilfe von wissensbasierten Methoden und fuzzy Logik sowohl vollständige, präzise, als auch unsichere, unscharfe Informationen verarbeiten, nur wenn die Inferenzmechanismen mit entsprechenden fuzzy Komponenten die Kalkulation mit fuzzy Regeln ermöglichen.

Solche Inferenzmethoden der fuzzy Logik sind folgende:

- MAX-PROD-Inferenz. Die Zugehörigkeitsfunktionen der Schlußfolgerungen der Regeln werden mit dem Wahrheitsgrad der Regelvorbedingungen multipliziert.
- MAX-MIN-Inferenz. Die Zugehörigkeitsfunktionen der Schlußfolgerungen werden ab dem Wahrheitsgrad der Regelvorbedingungen abgeschnitten.

Die Systeme, die nur fuzzy Methoden benutzen, sind nicht lernfähig. Deshalb sollten z.B. bei der Lösung von Schätzproblemen oder der Optimierung von Planungsaufgaben, wo das Lernen von Experten- oder Betriebserfahrungen angebracht ist, neuronale Netze angewendet werden, die unscharfe Informationen verarbeiten: fuzzy-neuronale Modelle (Zimmermann 1995).

Abb. 4: Methoden zur Überprüfung von fuzzy-basierten Modellen



Die Verarbeitung und Speicherung der Information erfolgt verteilt in einem komplexen Netzwerk unterschiedlicher Neurone. Die Adaption der Netzwerkstruktur an die gestellte Aufgabe erfolgt durch die Variation der Kopplungsgewichte zwischen den Neuronen (Dagli / Poshyanonda 1990).

In unserer Anwendung haben wir regelbasierte fuzzy Modelle und fuzzy-neuronale Modelle getestet.

Andere Klassen von fuzzy-basierten Modellen benutzen:

- tabellarische Repräsentationen,
- fuzzy Grammatiken,
- fuzzy relationale Gleichungen,
- Regressionen.

Wie es schon in der Einführung erwähnt wurde, hat die fuzzy-basierte Modellierung als Hauptvorteil im Vergleich mit konventionellen Methoden die Einfachheit und Kostenersparnis (Hamburg 1996). Mit fuzzy Methoden und geeigneten Wissensakquisitionsprozeduren können Hemmungen bei der Lösung komplizierter Aufgaben abgebaut werden.

Ein anderes wichtiges Problem bei der Modellierung eines Weltauschnittes ist die Überprüfung und Validierung des Modells.

Bei fuzzy-basierten Modellen wird, wie auch bei den anderen Modellen:

- die Performanz des Modells mit Hilfe der Daten, die bei der Entwicklung des Modells benutzt wurden (Trainingsdaten), berechnet und
- die Qualität des Modells mit Hilfe neuer Daten getestet.

Weil es bei der fuzzy-basierten Modellierung auch „subjektive“ Schritte gibt (die Wahl der Zugehörigkeitsfunktionen oder der Granularität in der Fuzzyifizierungsphase, das bei der Defuzzyifizierung gewählte Verfahren), werden bei der Überprüfung fuzzy-basierter Modelle noch zwei weitere Wege benutzt (Bild 4), um z.B. bei einer fuzzy Steuerung ein chaotisches Verhalten des Systems zu verhindern:

- eine interne Modellüberprüfung, bei der eine Validierung des Verarbeitungsmoduls in der fuzzyfizierten Umgebung stattfindet; der vorhandene Sollwert S wird fuzzyfiziert und mit dem Ergebnis S1 des Verarbeitungsmoduls verglichen und
- eine externe Überprüfung, bei der die Ausgabe S2 (meist in numerischer Form) mit dem Sollwert S verglichen wird.

### 5.3 Fuzzy-basierte Modellierung unscharfer Informationen in der Entwicklungs- und Konstruktionsphase

Die Fähigkeit der Betriebe, Produkte kundenspezifisch, preiswert und mit kürzeren Lieferzeiten herzustellen, hängt zum großen Teil von der Kreativität, Innovations- und Leistungsfähigkeit ihrer Entwicklungs- und Konstruktionsbereiche ab (Brödner / Pekruhl 1991).

Diese Bereiche stehen als informationsumsetzende Abteilungen für den ganzen Betrieb in engem Austausch mit vielen anderen Abteilungen. Ihre Hauptaufgabe ist es, ausgehend von der Aufgabenstellung, die Eigenschaften eines Produktes als Informationen in verschiedener Form und auf verschiedenen Trägern (Zeichnungen, Stücklisten, Beschreibungen auf Papier oder in elektronischer Form) festzulegen (Ehrlenspiel 1995).

Die Entwicklungsabteilung wird organisatorisch meistens der Konstruktion übergeordnet und umfaßt noch andere Abteilungen wie Versuch, Musterbau, Berechnung, Normung.

In diesem Beitrag werden wir nicht mehr zwischen Entwicklung und Konstruktion unterscheiden, weil wir nur an den Konstruktionsprozeß referieren wollen.

Schwerpunkte in den Konstruktionstätigkeiten (Konstruktionsphasen) in produzierenden Unternehmen sind:

- Aufgabe klären,
- Konzipieren,
- Entwerfen,
- Ausarbeiten.

Für das Klären der Aufgabe müssen die Konstrukteure mit der Aufgabe zusammenhängende Informationen gewinnen und verarbeiten.

Die Informationen werden in den nächsten Phasen – Konzipieren und Entwerfen – weiter verwaltet und benutzt, um Funktionen und mögliche Strukturen der Gesamtaufgabe zu definieren. Der Konstrukteur sucht in Betriebssammlungen, Katalogen oder durch Analogiebildungen und Assoziationen, auf seinen Erfahrungen und heuristischen Konstruktionsregeln basierend, prinzipielle Lösungen zu finden, die er weiter analysieren und bewerten muß, um eine „pas-

sende“ zu finden. Diese muß die durch das Unternehmen vorgegebenen Ziele des Konstruierens in höchstem Maß erfüllen.

Die Konstruktionsaufgaben können in Kategorien aufgeteilt werden:

- ❑ Routineaufgaben: nach vorgegebenem Muster durchzuführende Konstruktionsaufgaben, wie z.B. einfache Varianten-, Anpassungs-, Baureihen- oder Baukastenkonstruktion; hier sind nicht nur die Ziele, sondern auch die Methoden und Mittel bekannt,
- ❑ Neukonstruktionen, wo der Konstrukteur, neben den genauen Kundenanforderungen und den technischen Regeln und Normen, auch mit Informationen, die einen bestimmten Grad der Unsicherheit enthalten, zu tun hat. So gibt es z.B. heuristische Regeln sowie Informationen, die aus verschiedenen Wissensquellen stammen oder unvollständig sind – siehe Kap. 5.4.

Deren Modellierung ist in modernen Produktionssystemen sehr aktuell und schwierig, und zwar:

- ❑ weil, um nach relevanten Kundenanforderungen und technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu konstruieren, die Integration und Verwendung von (oft unvollständigen, unsicheren) Informationen aus anderen Bereichen erforderlich ist,
- ❑ weil mit der Einführung der parallelen Arbeit und der Verfügbarkeit von Netzwerkdiensten am Arbeitsplatz die Menge von Informationen aus verschiedenen Quellen wächst,
- ❑ weil man bei fast allen Konstruktionsentscheidungen auf Ziele trifft, die sich teilweise widersprechen,
- ❑ weil die notwendigen Techniken noch entwickelt werden müssen.

Die Erfahrungen mit Workflow-Systemen lassen sich nicht auf die ersten Phasen des Konstruktionsprozesses übertragen, weil diese sehr stark von Intuition und Heuristik geprägt sind. Fuzzy-basierte Modelle können, wie auch unser Beispiel zeigt, die Komplexität dieser Phasen reduzieren.

## 5.4 Beispiel

Im folgenden beschreiben wir kurz die Anwendung der fuzzy Methoden für das Modellieren der unscharfen Informationen in den ersten Phasen der Konstruktion eines Getriebes mit Hilfe des FABER-Prototyps, der am IAT Gelsenkirchen entwickelt wurde (Hamburg 1993).

Das System unterstützt eine kooperative Arbeit mit anderen Experten (z.B. Fertiger) bei der Aufgabenklärung, Festlegung und Editierung der gemeinsamen Ziele und bei der Bewertung von Entwurfsversionen. Die unterstützenden Prozeduren basieren auf dem plattformunabhängigen, hypermedialen Informationssystem WWW.

Die Neukonstruktion eines Getriebes, das an sich ein einfaches Produkt ist, kann zu einem schwierigen Problem werden, wenn neben präzisen Kunden- und technischen Anforderungen (hard Constraints), die meist numerisch sind, auch qualitative, widersprechende Ziele (wie

niedrigere Herstellkosten, niedrigeres Geräusch) oder von Kunden unklar formulierte Wünsche (soft Constraints) gefordert werden (Hamburg 1996).

In diesen Fällen sind die fuzzy-basierten Modelle für die Verarbeitung von unscharfen Informationen angebracht. Diese können Handlungsinformationen (Methoden, Strategien, verfügbare betriebliche Hilfsmittel) oder Sachinformationen (z.B. über Werkstoff, Fertigungsmöglichkeiten) sein. Auch der Fluß von Informationen sowohl in Richtung des fertigen Produkts, als auch der Informationsrückfluß (z.B. Daten über ähnliche im Betrieb oder in anderen Betrieben entwickelte Produkte) zurück zum Konstrukteur soll optimiert werden, so daß die richtigen Informationen, zur richtigen Zeit und am richtigen Ort verfügbar sein können.

Für Anpassungs- oder Variantenkonstruktionen kann der Konstrukteur eine passende Version aus der vorhandenen Datenbasis mit Musterlösungen holen und sie interaktiv mit Hilfe des FABER-Prototyps weiter verarbeiten.

Im Falle einer neuen Konstruktion unterstützt FABER eine fuzzy-basierte Modellierung. Die Liste der linguistischen Variablen und die Granularität der Modellierung (z.B. die Anzahl der linguistischen Werte) wird am Anfang festgelegt. Die Zugehörigkeitsfunktionen (fuzzy Mengen) für die linguistischen Werte können aus einer Tabelle mit jeweils vier verfügbaren Varianten gewählt werden.

Es sind Prozeduren in der Entwicklung, die dem Benutzer ermöglichen, selbst die fuzzy Mengen zusammenzustellen.

Der Konstrukteur hat die Möglichkeit, Konstruktionsobjekte (Getriebe, Wellen, Lager) nach existierenden „krisp“ Mustern zu definieren und die unscharfen Informationen getrennt zu verarbeiten oder „fuzzy“ Konstruktionsobjekte zu definieren, indem er die existierenden mit „fuzzy Eigenschaften“ erweitert. Die Verarbeitung der fuzzyfizierten Informationen erfolgt mit Hilfe eines regelbasierten fuzzy Moduls oder mit Hilfe eines fuzzy neuronalen Moduls (in Entwicklung).

Informationen über die Fertigungsmöglichkeiten kann der Konstrukteur aus einer im Netz verfügbaren Datenbasis holen, für deren Wartung ein Fertiger zuständig ist.

Sowohl für den algorithmischen als auch für den wissensbasierten Teil des FABER-Prototyps wurde die Sprache C++ gewählt.

## **5.5      Schlußfolgerung**

Fuzzy-basierte Modelle sind adaptive, intelligente und benutzerfreundliche Tools, die die Erklärung und optimierte Gestaltung von komplizierten mit „Unschärfe“ und Heuristik behafteten Prozessen ermöglichen. Wenn die Überprüfungs- und Validierungsmethoden für diese Modelle ausreichend sind, kann man mit fuzzy Methoden, in Kombination mit anderen Techniken kostengünstige, korrekte, vollständige und effiziente Lösungen erzielen.

**Literatur**

Brödner, P. / Pekruhl, U., 1991: Rückkehr der Arbeit in die Fabrik. Wettbewerbsfähigkeit durch menschenzentrierte Erneuerung kundenorientierter Produktion, IAT-Broschüre, Gelsenkirchen.

Dagli, C.H. / Poshyanonda, T., 1990: Neuro-computing and concurrent engineering. People and Product Management in Manufacturing 12, 23-28.

Ehrlenspiel, K. 1995: Integrierte Produktentwicklung, München: Karl Hanser Verlag.

Hamburg, I., 1993: Using fuzzy Logic in the Interactive Computer Support of Engineering Design. in: Roozenberg, N.N. (Hrsg.): Proceedings of ICED 93, Zürich: Heurista, 1343-1350.

Hamburg, I., 1996: Using fuzzy logic for the modelling of product design and manufacture. In: Felix, R. (Hrsg.): EFDAN'96 – European Workshop on Fuzzy Decision Analysis for Management, Planning and Optimization, Dortmund, 79-85.

Kruse, R., 1996: Fuzzy-Systeme – Positive Aspekte der Unvollkommenheit. Informatik-Spektrum 19, 4-11.

Pedrycz, W., 1995: Fuzzy sets Engineering, Boca Raton: CRC Press.

Zadeh, L., 1994: Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing. Communications of the ACM 37, 77-82.

Zimmermann, H.-J., 1995: Neuro + fuzzy, Düsseldorf: VDI Verlag.

## 6 Steuerungssituationen in Workflow-Management-Systemen

*Frank R. Lehmann, Erich Ortner,  
Wirtschaftsinformatik I, Technische Hochschule Darmstadt*

### 6.1 Einleitung

Es ist offensichtlich, daß Workflow-Management-Systeme im Kern der Steuerung von Workflows dienen. Schließlich bedeutet Management Planung, Entscheidung, Organisation, Kontrolle und Führung eines Systems, z.B. eines Unternehmens (Dichtl / Issing 1993). Unter Management im Sinne von Unternehmensführung ist somit auch die Verantwortung für die Steuerung eines Unternehmens zu verstehen, wenn man unterstellt, daß die genannten Aspekte größtenteils auch zur Charakterisierung des Steuerungsgedankens geeignet sind. Ferner ist als deutsche Übersetzung für „Workflow-Management-System“ die Bezeichnung „Vorgangsteuerungssystem“ gebräuchlich, vgl. z.B. (Erdl / Schönecker 1992) und (Hasenkamp 1995), d.h. Workflow-Management-Systeme dienen demnach der Steuerung von Vorgängen. Inwieweit eine Gleichsetzung von „Workflow“ und „Vorgang“ sinnvoll ist, soll hier nicht erörtert werden. Man erkennt jedoch bereits, daß sich auf diesem Gebiet noch keine einheitliche Terminologie durchgesetzt hat. Zwar gibt es inzwischen eine Reihe von Normierungsbestrebungen (Workflow Management Coalition 1994), (Deutsches Institut für Normung 1996), doch noch herrscht in diesem Bereich eine Art Begriffswirrwarr.

Wenn man beispielsweise untersucht, wie „Workflow-Management-System“ in der Literatur definiert wird, so trifft man auf ein breitgefächertes Spektrum an Definitionsansätzen. Den Steuerungsgedanken drückt dabei die Definition von Österle recht gut aus, der Workflow-Management-Systeme dahingehend charakterisiert, daß sie die Prinzipien zur Steuerung der industriellen Fertigung (Stichwort: Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme) auf die Administration übertragen und den Arbeitsfluß (Ablauf) zwischen den beteiligten Stellen (Aufbauorganisation) nach den Vorgaben der Ablaufspezifikation (Ablauforganisation) steuern (Österle 1995: 101). Wodtke et al. verstehen unter Workflow-Management die Gesamtheit der organisatorischen und computergestützten Maßnahmen zur Spezifikation, Verifikation, Ausführung, Überwachung und Steuerung und unter einem Workflow-Management-System die Gesamtheit aller für das Workflow-Management benötigten Systemkomponenten (Wodtke et al. 1995: 72). Hasenkamp und Syring heben zusätzlich den Aspekt der aktiven Steuerung von Workflows und den Aspekt der Koordination der einzelnen Bearbeitungsergebnisse durch Workflow-Management-Systeme hervor (Hasenkamp / Syring 1993). Der Koordinationsaspekt wird in Abschnitt 2.2 näher betrachtet. Durch den Aspekt der aktiven Steuerung lassen sich Workflow-Management-Systeme von den meisten anderen CSCW-Systemen abgrenzen, die als passive Systeme zur Kooperationsunterstützung eingestuft werden können.

Die wesentliche Zielsetzung dieses Beitrags besteht darin, aufzuzeigen, daß beim Einsatz von Workflow-Management-Systemen unterschiedliche Steuerungssituationen auftreten können und daß situationsspezifische Steuerungsinstrumente von einem Workflow-Management-System bereitgehalten werden müssen. Dazu wird zunächst hinterfragt, welche Aspekte der Steuerung im Bereich des Workflow-Managements von Bedeutung sind. Hierzu werden in Kapitel 6.2 einige Begriffe und theoretische Ansätze als Grundlagen der Steuerung und des Workflow-Managements vorgestellt. Im dritten Kapitel wird ein Schema zur Spezifikation von Steuerungssituationen vorgestellt und anhand einiger Beispiele veranschaulicht. Es wird fer-

ner untersucht, inwieweit sich aus der verbreiteten Klassifikation von Workflow-Arten verschiedene Steuerungssituationen ableiten lassen. Damit eng verbunden ist die Frage, ob und in welchem Umfang aus den unterschiedlichen Charakteren der Workflow-Partizipanten auch unterschiedliche Steuerungssituationen abgeleitet werden können, d.h., ob z.B. bestimmte Steuerungssituationen vor allem an Arbeitsprozessen und damit an Menschen orientiert (ergonomische Prozesse), andere dagegen auf Maschinen (technische Prozesse) abgestimmt sind. In einem Ausblick wird das Konzept der Kontrollsphären als geeignete Methode zur Trennung von Ausführungs- und Entscheidungsebene vorgestellt, da auf dieser Trennung das Schema zur Spezifikation von Steuerungssituationen beruht.

## **6.2 Ausgewählte Grundlagen der Steuerung und des Managements von Workflows**

### **6.2.1 Steuerung und Steuerbarkeit**

In der Kybernetik versteht man unter der Steuerung eines Systems eine Art der Störungskompensation, die im Gegensatz zur reinen Regelung ohne Rückkopplung auskommt, d.h. nicht auf Soll-Ist-Vergleichen beruht, sondern vielmehr die Entwicklung von Meßgrößen im Systemumfeld auswertet (Heinen 1983). Diese strikte Trennung in Steuerung und Regelung von Systemen wird im Bereich des Workflow-Managements im allgemeinen nicht nachvollzogen. Vielmehr wird der Begriff der Steuerung hier oft so gebraucht, daß er sowohl Steuerung im Sinne der Kybernetik als auch Regelung umfaßt. Nichtsdestotrotz bietet es sich an, analog zur Kybernetik zwischen proaktiver Steuerung (im vorhinein) und reaktiver Steuerung (im nachhinein) im Sinne reaktiver Systeme (Harel / Pnueli 1985) bei Workflow-Management-Systemen zu unterscheiden. Reaktive Steuerung bietet dabei den beteiligten Akteuren ungleich höhere Freiheitsgrade bei der Ausführung der Tätigkeiten, als es proaktive Steuerung zuläßt.

Generell bedeutet Steuerung eine zielgerichtete Einwirkung auf ein System, um es aus einem vorgegebenen in einen gewünschten Zustand zu überführen. Sowohl im Bereich technischer Systeme als auch im Bereich ergonomischer (sozialer) Systeme gibt es häufig mehr als einen Weg, die gewünschte Zustandsänderung herbeizuführen, insbesondere bei komplexen Systemen (Otto / Sonntag 1985). Grundsätzlich gilt, daß die Steuerbarkeit eines Systems mit zunehmendem Komplexitätsgrad abnimmt. Ein ergonomisches System ist zudem nur bis zu einem gewissen Grade steuerbar. Hier kommt die Erkenntnis zum Tragen, daß „sich der Mensch schlecht als Zahnrad ins Getriebe einfügen läßt und die Verabreichung von Getriebeöl ihm nicht weiterhilft“ (Otto / Sonntag 1985: 18). Entsprechend muß bei der Konzeption eines Workflow-Management-Systems sehr genau zwischen Steuerungssituationen unterschieden werden, in denen ein Rechner die Ausführung einer Aktivität im Rahmen einer Workflow-Bearbeitung übernehmen soll, von denjenigen Steuerungssituationen, in denen auf die Mitarbeit von Menschen zurückgegriffen wird. Die entsprechenden Kopplungsstellen (Schnittstellen) sind situationsadäquat zu gestalten.

Workflow-Management-Systeme können für die Steuerung komplexer Abläufe eingesetzt werden und stellen deswegen und aufgrund ihrer zahlreichen Schnittstellen zu den unterschiedlichsten Unternehmensressourcen zweifelsohne komplexe Systeme dar. Sie sind in gewissem Sinne auch ergonomische Systeme, da der „Faktor Mensch“ im Rahmen des Workflow-Managements eine nicht unwichtige Rolle spielt, z.B. in der Rolle eines Sachbearbeiters zur Ausführung von Aktivitäten oder in der Rolle eines Entscheidungsträgers, der eine Genehmigung erteilen muß, so daß geschlußfolgert werden kann, daß ein Workflow-Management-System betriebliche Abläufe nie absolut vollständig, sondern eben nur bis zu einem gewissen

Grade steuern kann. Selbstredend wird im Zusammenhang mit dem Einsatz von Workflow-Management-Systemen zunächst einmal angestrebt, einen möglichst hohen Steuerungsgrad zu erreichen, obschon dies wegen größerer Überwachungsmöglichkeiten und Isolationstendenzen mit negativen Auswirkungen auf die am Arbeitsablauf beteiligten Menschen verbunden sein kann.

### **6.2.2 Steuerung als spezielle Form der Koordination**

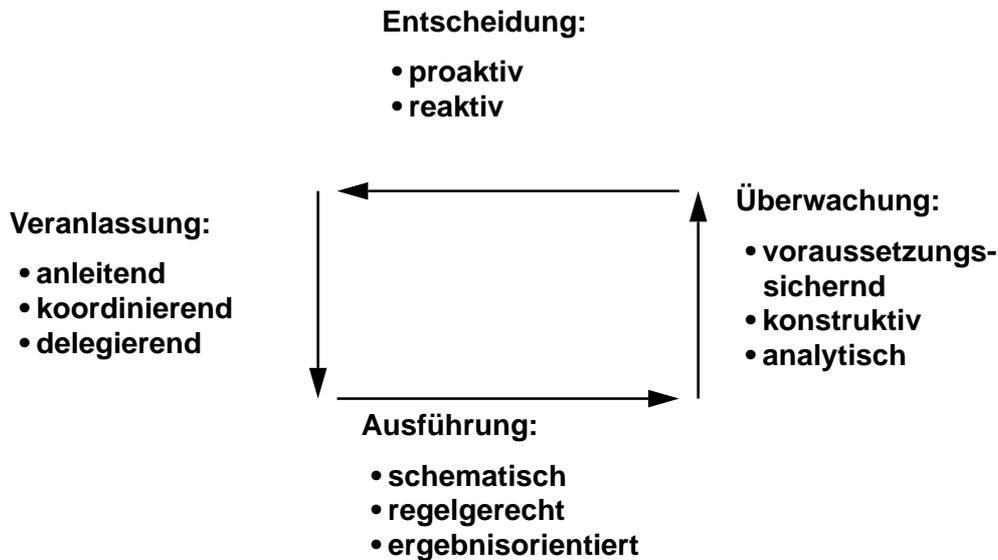
Die Steuerung von Workflows setzt stets die Koordination der an der Ausführung eines Workflows beteiligten Akteure (Menschen, Maschinen) voraus. Koordinationsaufgaben stellen somit ein Spezialthema im Bereich von Workflows dar (Jablonski 1995). Einschlägige Definitionen des Begriffs „Koordination“ unterstreichen zudem die Bedeutung des Aspekts der Koordination für die Steuerung von Workflows. Nach (Malone / Crowston 1994: 90) gilt: „Coordination is managing dependencies between activities“. Hier wird das „Managen“ von Abhängigkeiten aufgrund der Beziehungen zwischen den Teilen eines Workflows, und damit der Steuerungsgedanke als ein spezifischer Aspekt des Management-Begriffs hervorgehoben, z.B. die Festlegung von Abarbeitungsreihenfolgen. Diese Definition baut zum Teil auf derjenigen von (Curtis 1989), zitiert nach (Malone/ Crowston 1994: 112), auf, der Koordination folgendermaßen definiert: „Activities required to maintain consistency within a work product or to manage dependencies within the workflow“. In dieser Definition ist sogar explizit von Workflows die Rede, neben der Koordination wechselseitiger Abhängigkeiten wird hier zusätzlich der Aspekt der Konsistenzwahrung als Koordinationsaufgabe betont.

Es ist nicht überraschend, daß die Koordinationstheorie ein interdisziplinäres Forschungsgebiet darstellt (Malone/ Crowston 1990, Malone/ Crowston 1994), schließlich sind wechselseitige Abhängigkeiten (vgl. Ortner 1995) in Systemen in sehr vielen Disziplinen bedeutsam. Allerdings hat sich der empirisch basierte Ansatz von Malone und Crowston noch nicht durchgesetzt, zudem wird kritisiert, daß in diesem Ansatz (zu koordinierende) Abhängigkeiten stets an den Gebrauch gemeinsamer Objekte gebunden sind, vgl. (Kirsche 1994).

### **6.2.3 Entscheidung und Ausführung**

Entscheidung wird heute vorwiegend steuerungsorientiert gesehen, d.h. Steuerung hat nicht nur Feststellungs- und Vergleichsfunktion, sondern auch Aufklärungs- und Beeinflussungsfunktion (Brink 1992). Koordination gilt dabei als unabdingbare Voraussetzung für den Entscheidungserfolg. Es bietet sich an, zwischen einer Ebene der Entscheidung und einer Ausführungsebene zu unterscheiden (vgl. Abb. 1). Bisherige Entwurfsmethoden vollziehen die Trennung in eine Ausführungsebene und eine Entscheidungsebene allerdings oftmals nicht exakt, so daß viele Beteiligte sich an die Abgrenzung der beiden Ebenen erst gewöhnen müssen. Doch genau diese Trennung in zwei Ebenen rechtfertigt es, Workflow-Management-Systeme als eigene Systemart zu betrachten. Eine vergleichbare Trennung in eine Ausführungs- und eine Entscheidungsebene weisen auf dem Gebiet der Transaktionsverarbeitung TP-Monitore auf, vgl. z.B. (Gray / Reuter 1993). Eine klare Trennung der Ebenen erleichtert zudem die übersichtliche Spezifikation der Bereiche „Ausführung“ und „Entscheidung / Steuerung“ (Ortner 1995). Übertragen auf den Workflow-Bereich bedeutet dies, daß ein Workflow (Ausführung) auf einer 1. Sprachebene stattfindet und das Veranlassung aus einer 2. Sprachebene (Entscheidung) entspringt. Zur Spezifikation des Verhaltens werden Kontrollflußkonstrukte eingesetzt, welche die Reihenfolgen der Workflowausführung beschreiben (vgl. Kap. 6.3).

**Abb. 1: Steuerungsdimensionen und ihre Ausprägungen**



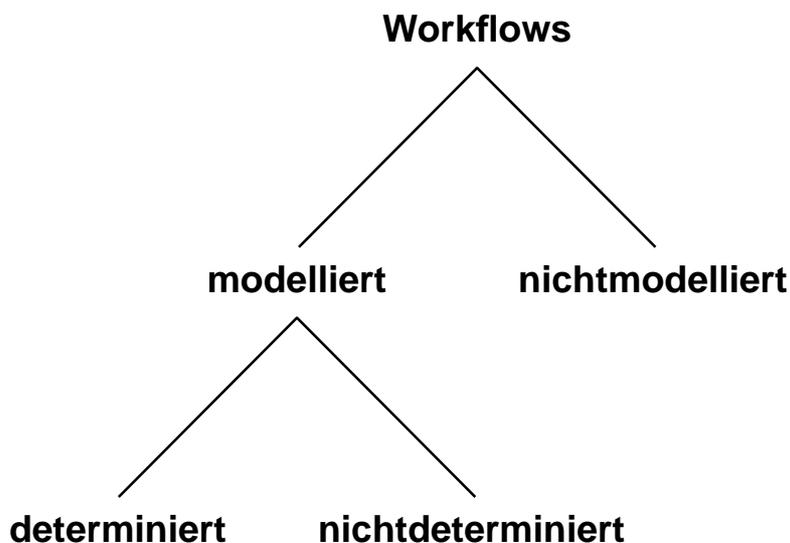
Die Unterscheidung in eine Entscheidungsebene und eine Ausführungsebene findet man auch in der Kybernetik, dort gilt die Reglerstrecke als operative Ebene und der Regler bzw. die Steuereinheit stellen die Entscheidungsebene dar. Diese Unterscheidung läßt sich auf den Industriebetrieb übertragen. Demnach bildet der Produktionsprozeß die Ausführungsebene und das Management eines Betriebs die Entscheidungsebene (Heinen 1983). In der Organisationslehre wurde die Trennung zwischen Entscheidung und Ausführung (Gliederung einer Aufgabe nach dem Rang) von (Kosiol 1976) eingeführt. Auf der Basis der Unterscheidung in eine Ausführungs- und eine Entscheidungsebene wird in Kapitel 6.3 ein Schema zur Spezifikation von Steuerungssituationen in Workflow-Management-Systemen vorgestellt.

#### **6.2.4 Steuerung in Workflow-Management-Systemen**

Die Spanne der von Workflow-Management-Systemen zu steuernden Arbeitsabläufe (Workflows) soll von hochgradig strukturiert bis unstrukturiert, von prozedural im Sinne einer Rechenerausführung bis nichtprozedural, von Routinetätigkeiten bis zu regellosen Arbeiten mit vollständiger bzw. unvollständiger Information, von algorithmischen Abläufen bis zum Problemlösen mit unerwarteten Vorkommnissen, von konkreten bis zu hochabstrakt anzusehenden Verrichtungen reichen (Wedekind 1995). Dementsprechend unerreichbar wird die angestrebte vollständige Systemunterstützung eingestuft. Es kann laut Wedekind nur um eine möglichst umfassende Systemunterstützung gehen. Eine allgemeine Einteilung von Workflows stellt Abbildung 2 dar. Statt von strukturierten Workflows wird hier präziser von modellierten Workflows gesprochen, die sich wiederum in determinierte (z.B. Algorithmen) und nichtdeterminierte (z.B. Heuristiken) unterteilen lassen. Daneben gibt es nichtmodellerte („unstrukturierte“) Workflows, die oft als „Ad-hoc-Workflows“ bezeichnet werden.

Je nach Workflow-Art sind unterschiedliche Steuerungsinstrumente einzusetzen, die zur adäquaten Behandlung der entsprechenden Steuerungssituationen notwendig sind (vgl. Kap. 6.4). Dabei ist derzeit davon auszugehen, daß die Steuerung von nichtmodellierten „Ad-hoc-Workflows“ im Sinne einer hochgradig flexiblen elektronischen Vorgangsbearbeitung mit den

**Abb. 2: Einteilung von Workflows**



bisher existierenden Workflow-Management-Systemen noch unmöglich ist (Grell 1995), doch genau diese Flexibilität ist notwendig, um ein Unternehmen auch bei seiner eigenen Umstrukturierung zu unterstützen und um Workflow-Management-Systeme zu schaffen, die ein „wirkliches Management“ von Workflows erlauben (Paul 1995).

### 6.3 Ein Schema zur Spezifikation von Steuerungssituationen

In diesem Kapitel wird ein Schema vorgestellt, das zur Spezifikation von Steuerungssituationen dient. Dieses Schema wird anhand von allgemeinen Beispielen erläutert. Im Anschluß daran werden ausgewählte Steuerungssituationen in Workflow-Management-Systemen in das Schema eingeordnet und damit seine Eignung als Spezifikationsschema für Steuerungssituationen in Workflow-Management-Systemen unterstrichen. Das Schema in Abbildung 3 basiert auf der in Abschnitt 2.3 diskutierten Trennung einer Ablaufbeschreibung in eine Kontrollstruktur auf Entscheidungsebene und in eine Ausführungsstruktur auf Ausführungsebene. Die Entscheidungsebene wirkt in verschiedener Art und Weise auf die Ausführungsebene in Form von Veranlassungen ein. Diese Veranlassungen können anleitend oder koordinierend oder delegierend sein. Umgekehrt besteht die Beziehung zwischen Ausführungs- und Entscheidungsebene in Form von Ausführungen (Handlungen) als Reaktion auf die Veranlassungen. Auch hier gibt es verschiedene Arten. Man kann zwischen schematischer, regelgerechter und ergebnisorientierter Ausführung unterscheiden.

Eine entsprechende Matrix ist in Abbildung 3 aufgespannt worden. Zu ihr muß angemerkt werden, daß die entstandene Neunfeldermatrix nur ein mögliches Schema darstellt. Durch Hinzufügen oder Weglassen von Veranlassungs- bzw. Ausführungsarten sind auch andere Schemata denkbar. Das hier vorgestellte Schema erscheint jedoch recht gut handhabbar, ohne zu vereinfachend zu wirken. Zudem wird ohnehin nicht jede reale Steuerungssituation genau einem Fall in einem Schema zuzuordnen sein. Vielmehr dürften häufig Kombinationen von Fällen für die Einordnung von Steuerungssituationen aus der Praxis notwendig sein. Dabei sind die Übergänge zwischen benachbarten Fällen als fließend einzustufen. Nichtsdestotrotz soll versucht werden, anhand von einfachen Beispielen zunächst ohne direkten Bezug zu

**Abb. 3: Schema zur Spezifikation von Steuerungssituationen in Workflow-Anwendungen**

| <b>veranlassen</b><br><b>ausführen</b> | <b>anleiten</b> | <b>koordinieren</b> | <b>delegieren</b> |
|--|-----------------|---------------------|-------------------|
| <b>schematisch</b>                     | F1              | F2                  | F3                |
| <b>regelgerecht</b>                    | F4              | F5                  | F6                |
| <b>ergebnisorientiert</b>              | F7              | F8                  | F9                |

Workflow-Management-Systemen die Charakteristika der einzelnen Fälle in der Matrix herauszuarbeiten. Diese Beispiele verfolgen keinen absoluten Geltungsanspruch, im Einzelfall kann über ihre Zuordnung sicher diskutiert werden, dennoch sollte mit ihrer Hilfe das Verständnis für das vorgeschlagene Schema erhöht werden können.

Die Fälle F1 bis F3 haben als Gemeinsamkeit das schematische Ausführen von Handlungen nach einer Veranlassung. Diese Veranlassung erfolgt bei F1 in Form einer Anleitung, z. B. das Anleiten eines neuen Kochlehrlings durch einen Koch, bei dem der Koch den Anfänger selbst oder mit Hilfe einer ausführlichen Kochanleitung über die notwendigen Zutaten und Verrichtungen zur Zubereitung eines Gerichts instruiert und der Kochlehrling diese Instruktionen (Anleitungen) ohne kochkünstlerische Freiheit schematisch befolgt. Der Koch handelt im Hinblick auf die Zubereitung eines Gerichts teilweise selbst. Er ist somit auch auf Ausführungsebene mit tätig. Ein Beispiel für F2 ist die Orchesterprobe, in welcher ein Dirigent das Spiel der Musiker koordiniert und diese auf der Basis des vorgegebenen Schemas (Partitur, Noten) und Anweisungen des Dirigenten Töne erzeugen. Für F3 kann man sich das Spülen von Geschirr durch eine Geschirrspülmaschine vorstellen, d. h. der Benutzer delegiert das Säubern an die Maschine, indem er sie einschaltet. Diese führt schematisch den Säuberungsvorgang aus, ohne das Ergebnis zu überprüfen. Die Überprüfung bleibt dem Benutzer der Maschine vorbehalten.

In den Fällen F4 bis F6 erfolgt die Ausführung regelgerecht. Ein Beispiel für das Anleiten als Veranlassung (F4) ist das – gemäß der Straßenverkehrsordnung – regelgerechte Fahren eines Kraftfahrzeugs durch einen Fahrschüler auf der Basis der Anleitung durch den Fahrlehrer, der den Fahrschüler in der Handhabung des Fahrzeugs und in der Straßenverkehrsordnung unterweist und durch Bedienungspedale auf seiner Seite bei Bedarf (Gefahr) selbst auf Ausführungsebene handelt. Für F5 kann man sich als Beispiel die Vorgangsbearbeitung in einem Amt vorstellen, wobei ein Vorgesetzter die Vorgangsbearbeitung koordiniert und der untergebene Beamte einen Teilvorgang regelgerecht ausführt, d. h. unter Beachtung von gesetzlichen Regelungen, Verwaltungsvorschriften und Anweisungen des Vorgesetzten. Ein Beispiel für F6 ist das regelgerechte Fußballspielen ohne Schiedsrichter, d. h. die Kontrolle der Ausführung wird auf die Ausführenden delegiert.

Die Fälle F7 bis F9 weisen ein ergebnisorientiertes Ausführen auf. Als Beispiel für F7 ist ein Radrennfahrer vorstellbar, dessen Trainer ihn exakt anleitet, mit welcher Fahrtechnik möglichst gute Resultate erzielt werden, wobei die Ausführung durch den Fahrer ergebnisorientiert

erfolgt, d.h. gemessen wird beim Rennen lediglich die erzielte Zeit, unabhängig davon, mit welcher mehr oder weniger ausgefeilten Technik diese erzielt wurde. Mitunter handelt jedoch auch der Trainer während des Renngeschehens auf Ausführungsebene, indem er den Fahrer z.B. beim Anfahren am Berg anschiebt. Als Beispiel für eine koordinierte Veranlassung (F8) wird die Koordination eines Redaktionsteams durch einen Chefredakteur vorgeschlagen, der seinen Redakteuren und Fotografen Aufgaben bzw. Themen zuordnet, dann aber nur an den Ergebnissen (Artikeln, Fotos) interessiert ist, nicht an dem Weg zu ihnen. Schließlich kann für F9 das folgende Beispiel genannt werden. Ein Vorstand beauftragt seinen Vertriebsleiter, den mit einem bestimmten Produkt erzielten Gewinn in einem bestimmten Zeitraum zu verdoppeln. Welche Marketinginstrumente und welche Mitarbeiter er dazu einsetzt, bleibt ihm überlassen, der Vorstand kontrolliert lediglich das Ergebnis, nämlich ob die Verdopplung des Gewinns gelungen ist.

Nun sollen einige Beispiele für Steuerungssituationen in Workflow-Management-Systemen in das Schema eingeordnet werden. Diese sind alle einem Workflow entnommen, der die Bearbeitung eines Kreditantrags beinhaltet. Das erste Beispiel sei die Berechnung von Tilgungsraten. Die Veranlassung erfolgt durch den Aufruf einer Workflow-Applikation (Ausführungseinheit) durch das Workflow-Management-System (Entscheidungseinheit), die Ausführung geschieht schematisch gemäß der im Programmcode des Anwendungsprogramms fixierten Instruktionen. Somit ist dieses Beispiel F1 zuzuordnen. Ein zweites Beispiel befaßt sich mit der Kreditwürdigkeitsprüfung. Die Veranlassung erfolgt hier durch eine Anweisung an einen Sachbearbeiter (Ausführungseinheit) zur Ausführung des Schritts „Kreditwürdigkeit prüfen“ durch das Workflow-Management-System (Entscheidungseinheit). Die Ausführung geschieht regelgerecht auf der Basis unternehmensinterner, schriftlich fixierter Regelungen; die Zuordnung lautet dementsprechend: F5. Ein letztes Beispiel: es geht um die Genehmigung einer hohen Kreditsumme. Hierbei ist vorstellbar, daß die Veranlassung in einem Delegieren des Schritts „Kredit genehmigen“ an einen Entscheidungsträger (Ausführungseinheit) zur Ausführung des Schritts „Kredit genehmigen“ durch das Workflow-Management-System (Entscheidungseinheit) besteht. Der Entscheidungsträger entscheidet aufgrund eigener Entscheidungskompetenz, d.h. er befolgt die Veranlassung ergebnisorientiert, die Kontrolle seitens des Workflow-Management-Systems beschränkt sich auf die Überprüfung, ob eine Entscheidung getroffen wurde (F9), um die nächsten Aktionen des Vorgangs veranlassen zu können.

Anhand dieser drei Beispiele sollte deutlich geworden sein, daß sich Steuerungssituationen in Workflow-Management-Systemen in das vorgestellte Spezifikationsschema (Abbildung 3) einordnen lassen. Man erkennt auch hier die zunehmende Bedeutung des „Faktors Mensch“ von Steuerungssituation F1 hin zu Steuerungssituation F9. Es bleibt zu untersuchen, ob von Workflow-Management-Systemen alle neun Fälle von Steuerungssituationen behandelt werden und welche dieser Fälle vorherrschen oder ob weitere Unterscheidungen vorzunehmen sind. Auch hier gilt, daß reale Steuerungssituationen oft Kombinationen von Fällen zuzuordnen sein dürften.

Wenn man der Frage nachgeht, inwieweit ein Zusammenhang zwischen Workflow-Art und Steuerungssituation besteht, so gelangt man zu der Erkenntnis, daß bei modellierten Workflows eher Situationen wie F2 (oder benachbarte) dominieren, wohingegen unmodellerte „Ad-hoc-Workflows“ eher durch Steuerungssituationen wie F8 (oder benachbarte) geprägt sind. Teilweise modellierte, regelbasierte Workflows weisen dementsprechend häufig Steuerungssituationen wie F4 bis F6 auf. Aus der Einordnung einer Steuerungssituation läßt sich der Spezifikationsaufwand ablesen. Dieser nimmt von der Veranlassung in Form einer Anlei-

tung hin zur Veranlassung durch Delegieren und von der schematischen Ausführung hin zur ergebnisorientierten Ausführung stark ab. Umgekehrt nimmt der Abstand der Entscheidungsebene von der Ausführungsebene vom Anleiten zum Delegieren stark zu. Während eine Anleitung bedeutet, daß der Anleitende die Ausführung auch selbst übernehmen könnte und sie teilweise auch wirklich selbst übernimmt, trifft dies bei einem Delegieren nicht mehr zu. Bei der Ausführung ist von der schematischen Ausführung hin zur ergebnisorientierten Ausführung ein zunehmender Spielraum bei der Ausführung festzustellen. In den Fällen F1 bis F3 können am ehesten Maschinen als Akteure auftreten, wohingegen die Fälle F4 bis F9 mit tendenziell zunehmender Wahrscheinlichkeit die Beteiligung von Menschen voraussetzen, ablesbar z.B. an dem zunehmenden Spielraum bei der Ausführung. Auf der Basis der Einordnung der in Workflow-Management-Systemen auftretenden Steuerungssituationen in das Spezifikationschema können somit Art und Umfang des Spezifikationsaufwands ermittelt werden.

#### 6.4 Ausblick

Es stellt sich abschließend die Frage, mit welchen Methoden die Trennung in eine Entscheidungsebene und eine Ausführungsebene am besten nachvollzogen werden kann. Hier bieten sich Kontrollsphärenansätze an. Kontrollsphären sind als „logische Hüllen“ aufzufassen (Davies 1978), in dessen Sphäre eine korrekte Ausführung erfolgt. Sie sind ein allgemeines Konzept, um Abläufe und Beziehungen in komplexen Systemen strukturiert darzustellen und zu systematisieren. Es handelt sich um abstrakte Datentypen mit der zusätzlichen Maßgabe, daß die Ergebnisse einer Operation erst dann freigegeben werden, wenn kein Grund mehr besteht, sie zurücknehmen zu müssen. Die Ergebnisse einer Operation (auf Ausführungsebene) sind bindend und durch eine andere Operation (auf Ausführungsebene) nicht mehr veränderbar (Wedekind 1994: 17). Kontrollsphären erlauben z.B. die Kontrolle dynamisch entstehender wechselseitiger Abhängigkeiten bei der Benutzung gemeinsamer Ressourcen durch verschiedene Verbraucher und dienen damit der Koordination der Betriebsmittelzuordnung. Ein wesentliches Kennzeichen von Kontrollsphären ist ihre Unabhängigkeit voneinander, entsprechend sind die Kontrollsphären eines Workflow-Management-Systems (Entscheidungsebene) und die Kontrollsphären der Workflow-Applikationen (Ausführungsebene) unabhängig voneinander. Diese Unabhängigkeit bedeutet, daß z.B. ein Workflow-Management-System zunächst keinen Einfluß auf die Ausführung von Workflow-Applikationen (mit ihren eigenen Kontrollstrukturen) ausüben kann. Zur Gewährleistung einer sicheren Verbindung kann das Transaktionskonzept ACID (ACID: Atomicity, Consistency, Isolation, Durability), vgl. z.B. (Gray / Reuter 1993), eingesetzt werden (Jablonski 1995).

Bei der Betrachtung von Steuerungssituationen in Workflow-Management-Systemen muß berücksichtigt werden, daß Workflow-Management-Systeme erst in einigen experimentellen Pilotinstallationen im Einsatz sind, weder die Technologie noch die Techniken zur Workflow-Planung sind ausgereift (Österle 1995: 103). Insbesondere die Flexibilität der Systeme und damit auch die Unterstützung schwach strukturierter Abläufe lassen noch zu wünschen übrig. Dementsprechend sind bisher kaum systematische, langfristige Untersuchungen über den Einsatz von Workflow-Management-Systemen veröffentlicht worden (Schwab 1996: 297). Und deswegen sind bisher wohl weder die möglichen positiven noch die möglichen negativen Auswirkungen des Einsatzes von Workflow-Management-Systemen in ihrem anvisierten Leistungsumfang zur Steuerung von ergonomischen (und nicht nur technischen) Prozessen auf die Mitarbeiter in einem Unternehmen in größerem Umfang in der Praxis zu beobachten gewesen.

## Literaturverzeichnis

Brink, Hans-Josef, 1992: Organisation der Kontrolle. In: Frese, Erich (Hrsg.): Handwörterbuch der Organisation, dritte, völlig neu gestaltete Aufl., Stuttgart: Poeschel, 1143-1151.

Bußler, Christoph / Jablonski, Stefan, 1996: Die Architektur des modularen Workflow-Management-Systems MOBILE. In: Vossen, Gottfried / Becker, Jörg (Hrsg.): Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Management: Modelle, Methoden, Werkzeuge, Albany: Thomson, 369-388.

Curtis, B., 1989: Modeling coordination from field experiments. In: Proceedings of the Conference on Organizational Computing, Coordination and Collaboration: Theories and Technologies for Computer-Supported Work, Austin, TX.

Davies, C.T., 1978: Data processing spheres of control. IBM Systems Journal 17, Nr. 2, 179-198.

Deutsches Institut für Normung, 1996: Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Management: Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Rahmen der entwicklungsbegleitenden Normung, DIN-Fachbericht 50, Berlin: Beuth.

Dichtl, Erwin / Issing, Otmar (Hrsg.), 1993: Vahlens großes Wirtschaftslexikon, 2 Bde., 2. Aufl., München: Beck / Vahlen.

Erdl, G. / Schönecker, H., 1992: Geschäftsprozeßmanagement: Vorgangssteuerungssysteme und integrierte Vorgangsbearbeitung, Studie der B.Bit Consult GmbH, München, Baden-Baden: FBO-Fachverlag.

Gray, Jim / Reuter, Andreas, 1993: Transaction processing: Concepts and Techniques, San Mateo, CA: Morgan Kaufmann.

Grell, Rainer, 1995: Elektronische Bearbeitung schwach strukturierter Vorgänge. Office Management 3/95, 34-38.

Harel, David / Pnueli, Amir, 1985: On the Development of Reactive Systems. In: Apt, Krzysztof R. (Hrsg.): Logics and Models of Concurrent Systems, Berlin: Springer-Verl., 477-498.

Hasenkamp, Ulrich / Syring, Michael, 1993: Konzepte und Einsatzmöglichkeiten von Workflow-Management-Systemen. In: Kurbel, Karl (Hrsg.): Wirtschaftsinformatik '93: Innovative Anwendungen, Technologien, Integration, Heidelberg: Physica, 405-422.

Hasenkamp, Ulrich, 1995: Betriebswirtschaftlich-organisatorische Fundierung von Vorgangssteuerungssystemen. In: Schweiggert, Franz / Stickel, Eberhard (Hrsg.): Informationstechnik und Organisation: Planung, Wirtschaftlichkeit und Qualität, Stuttgart: Teubner, 171-183.

Heinen, Edmund, 1983: Industriebetriebslehre: Entscheidungen im Industriebetrieb, 7., vollst. überarb. Aufl., Wiesbaden: Gabler.

Jablonski, Stefan, 1995: Workflow-Management-Systeme: Modellierung und Architektur, Bonn: Thomson.

Kirsche, Thomas, 1994: Kooperation und Koordination in verteilten Systemen. In: Wedekind, Hartmut (Hrsg.): Verteilte Systeme: Grundlagen und zukünftige Entwicklungen, Mannheim: BI-Wiss.Verl., 57-75.

Kosiol, Erich, 1976: Organisation der Unternehmung, 2. Auflage, Wiesbaden: Gabler.

Malone, Thomas W. / Crowston, Kevin, 1990: What is Coordination Theory and How Can It Help Design Cooperative Work Systems. In: Proc. Conf. on Computer-Supported Cooperative Work (Los Angeles, CA, October 7-10), ACM Press, 357-370.

Malone, Thomas W. / Crowston, Kevin, 1994: The Interdisciplinary Study of Coordination. ACM Computing Surveys 26, Nr. 1, 87-119.

Ortner, Erich, 1995: Abstraktion und Komposition, Bericht 66-95, Universität Konstanz, Informationswissenschaft.

Österle, Hubert, 1995: Business Engineering Prozeß- und Systementwicklung, Band 1: Entwurfstechniken, Berlin: Springer-Verl.

Otto, Peter / Sonntag, Philipp, 1985: Wege in die Informationsgesellschaft: Steuerungsprobleme in Wirtschaft und Politik, München: dtv wissenschaft.

Paul, Hansjürgen, 1995: Modellierung in soziotechnischen Systemen – Von Menschen, Organisationen, Modellierern und Modellen. EMISA Forum 2/95, 66-76.

Schwab, Klaus, 1996: Koordinationsmodelle und Softwarearchitekturen als Basis für die Auswahl und Spezialisierung von Workflow-Management-Systemen. In: Vossen, Gottfried / Bekker, Jörg (Hrsg.): Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Management: Modelle, Methoden, Werkzeuge, Albany: Thomson, 295-317.

Wedekind, Hartmut, 1994: Verstehen Verteilter Systeme mit Hilfe von Kontrollsphären und Transaktionen. In: Wedekind, Hartmut (Hrsg.): Verteilte Systeme, Grundlagen und zukünftige Entwicklung, Mannheim: BI-Wiss.verl., 17-36.

Wedekind, Hartmut, 1995: Zum Problem des Schemaentwurfs eines Workflow-Management-Systems. In: Huber-Wäschle, Friedbert / Schauer, Helmut / Widmayer, Peter (Hrsg.): Herausforderungen eines globalen Informationsverbundes für die Informatik: 25. GI-Jahrestagung und 13. Schweizer Informatikertag, Zürich, 18. – 20. September 1995 / GISI '95, Berlin / Heidelberg: Springer-Verl., 223-232.

Wodtke, Dirk / Kotz-Dittrich, Angelika / Muth, Peter / Sinnwell, Markus / Weikum, Gerhard, 1995: Entwurf einer Workflow-Management-Umgebung basierend auf State- und Activity-charts. In: Lausen, Georg (Hrsg.): Datenbanksysteme in Büro, Technik und Wissenschaft, Berlin / Heidelberg: Springer-Verl., 71-90.

Workflow Management Coalition, 1994: Glossary: A Workflow Management Coalition Specification, Brüssel.



## 7 Der Ordnungsrahmen der Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung aus Sicht der Anthropozentrik<sup>1</sup>

*Dr. Michael Rosemann, Westfälische Wilhelms-Universität Münster,  
Institut für Wirtschaftsinformatik, Münster*

### 7.1 Semantische Relationen zwischen Realwelt, Modell und Subjekt

Zur Positionierung des Menschen als Anwender von Methoden zur Erstellung und Nutzung von Modellen (Paul 1995) bedarf es zunächst einer grundlegenden Systematisierung der semantischen Relationen (Storey 1988) zwischen der abgebildeten Realwelt, den erstellten Modellen, den dabei verwendeten Metamodellen sowie den beteiligten Subjekten, welche die Modellierung vornehmen bzw. für deren Zwecke die Modellerstellung erfolgt.

Die vereinfachende Abbildung 1 vermittelt einen Eindruck von der Kompliziertheit des dabei entstehenden Metasystems. Der Modellbildungsprozeß beginnt mit einer Selektion des als relevant erachteten Realweltausschnitts, der Diskurswelt. Dieser wird von jedem Modellierer individuell interpretiert. Bei dem sich so ergebenden Objektsystem handelt es sich mithin um ein mentales Modell. Dessen Explizierung erfolgt unter Befolgung eines Vorgehensmodells durch die Verwendung einer den Kommunikationspartnern geläufigen Sprache (Notation), deren Syntax durch ein Metamodell beschrieben wird (Abbildungsrelation). Notation und Vorgehensmodell konstituieren eine Methode. Das Modellierungsergebnis (der 'Papierausdruck') wird als Modellsystem bzw. Modell im engeren Sinne bezeichnet.

Das Modellsystem kann bezüglich der Konsistenz und Vollständigkeit des Sprachgebrauchs gegenüber dem Metamodell (syntaktische Qualität) und bezüglich seiner Struktur- und Verhaltensstreuung gegenüber dem Objektsystem (semantische Qualität) geprüft werden.

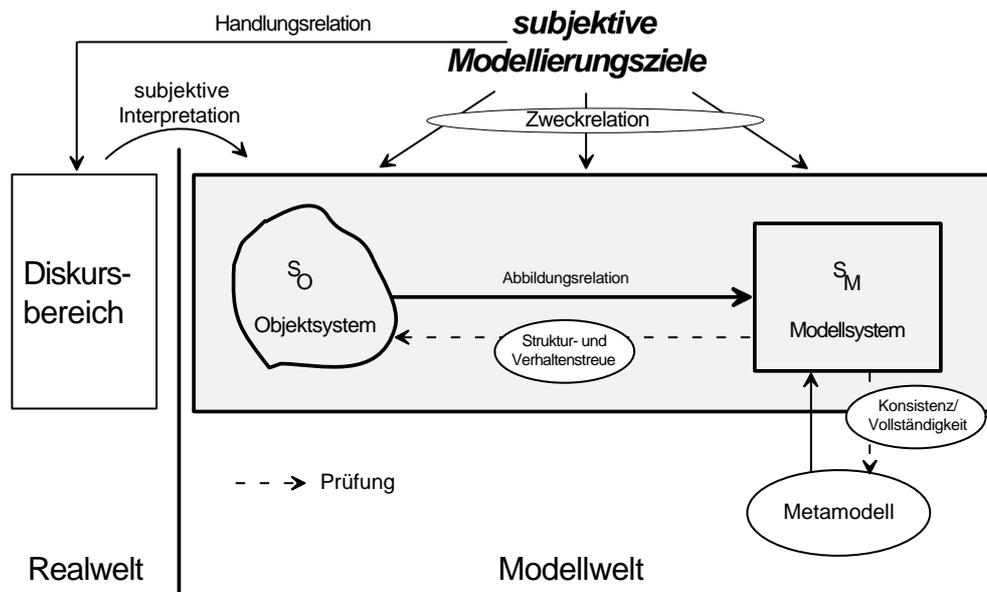
Die subjektiven Modellierungsziele determinieren (Zweckrelation) die Auswahl des Realweltausschnitts, die präferierte Methode sowie das Ausmaß an Abstraktion vom Objekt- hin zum Modellsystem. Weitere, nicht abgebildete Beziehungen ergeben sich dadurch, daß die Realitätsaufnahme bereits durch das herangezogene Metamodell beeinflusst wird ("Each language focuses attention on different aspects of 'reality'." (Spence 1969: 509)).

Das erstellte Modell besitzt bei entsprechender Eignung und der Bereitschaft des Subjekts Handlungsrelevanz, daß heißt, es nimmt wiederum Einfluß auf die Realwelt (Handlungsrelation) Modelle, bei denen das Modellsystem die im Objektsystem verarbeiteten Informationen beschreibt, werden als Informationsmodelle (z.B. Datenmodelle, Prozeßmodelle, Objektmodelle) bezeichnet. Die Informationen können, müssen aber nicht in automatisierter Form vorliegen.

---

<sup>1</sup> Das diesem Beitrag zugrundeliegende Vorhaben 'Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM)' wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie unter dem Förderkennzeichen 01 IS 604 A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt beim Autor.

Abb. 1: Zugrundeliegendes Modellverständnis (Rosemann 1996: 19)

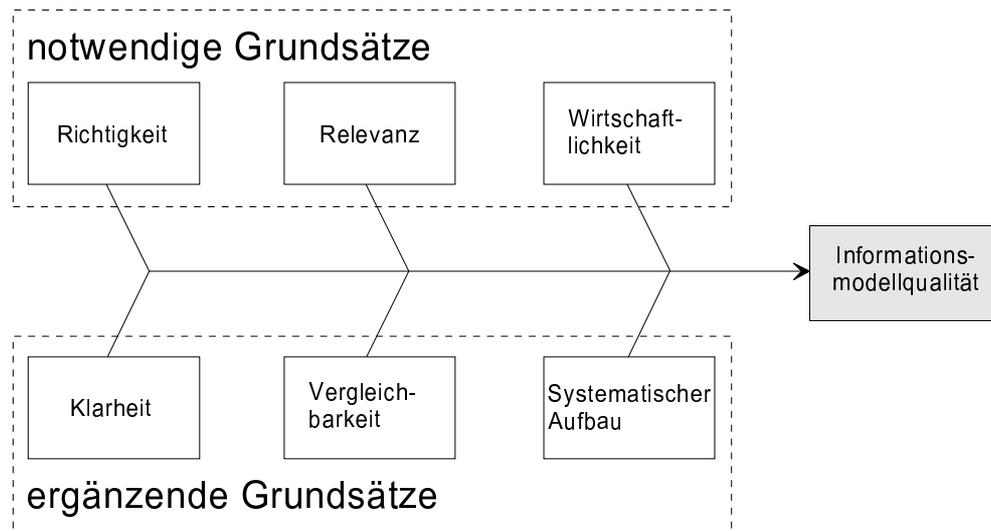


## 7.2 Herleitung und Architektur der Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung

Der Verwendungsbereich von Informationsmodellen, insbesondere von Prozeßmodellen, erstreckt sich zunehmend auf Anwendungsbereiche, die über die konzeptionelle Fundierung des Systementwurfs hinausgehen. Hierzu zählen beispielsweise die Prozeßkostenrechnung, die Dokumentation für ein Zertifizierungsvorhaben, die Spezifikation von Workflows oder die modellbasierte Auswahl von Software. Diese Ausweitung der Verwendungsbereiche geht einher mit einer Erweiterung des Adressatenkreises dieser Modelle. Neben dedizierten Methodenexperten, die vorrangig an der Mächtigkeit einer Syntax oder deren Transformierbarkeit in implementierungsnähere Sprachen interessiert sind, gewinnen vor allem durch Modelladressaten aus Fachabteilungen Qualitätskriterien wie die Anschaulichkeit oder die Selbsterklärungsfähigkeit eines Modells an Bedeutung. Diese Adressaten sehen Modelle nicht primär als das Ergebnis des Requirements Engineering an, sondern beurteilen sie vorrangig in ihrer Funktion als Kommunikationsmedium. So ergab auch eine Studie der R&O Software-Technik (R&O 1992), daß ein wesentlicher Nutzen der Datenmodellierung in der Verbesserung der Kommunikation liegt (70% Zustimmung). Informationsmodelle unterstützen dabei unternehmerische Zielsetzungen, indem sie den Kommunikationsgegenstand (z.B. die Geschäftsprozesse) kompakter und formaler als natürliche Sprache beschreiben.

Zur Systematisierung der vielfältigen und heterogenen Anforderungen an Informationsmodelle wurde am Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität Münster der Ordnungsrahmen der Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM) entworfen (Rosemann 1994, Becker et al. 1995, Rosemann 1996). Dieser orientiert sich lediglich von der Bezeichnung her an den Grundsätzen ordnungsmäßiger Buchführung (Leffson 1987), die Gestaltungsempfehlungen für das Modell des externen Rechnungswesens, den Jahresabschluß, systematisieren. Zur Identifikation der als wesentlich erachteten Kriterien wurde – neben persönlichen Projekterfahrungen – sowohl auf Frameworks mit vergleichbarer Intention (Batini et al. 1992; Krogstie et al. 1994a; Krogstie et al. 1994b; Lindland et al. 1994; Moody/Shanks 1994; Pohl 1993;

**Abb. 2: Die sechs Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung**



Zamperoni/Löhr-Richter 1993) zurückgegriffen als auch eine deduktive Herleitung der Grundsätze aus den Zielen der (Informations-)Modellierung vorgenommen.

Auf dieser Basis wurden sechs Grundsätze abgeleitet, die sich in zwei Gruppen einteilen lassen: die notwendigen Grundsätze der Richtigkeit, der Relevanz und der Wirtschaftlichkeit sowie die ergänzenden (optionalen) Grundsätze der Klarheit, der Vergleichbarkeit und des systematischen Aufbaus (vgl. Abbildung 2).

Mit der Befolgung von bzw. zumindest der Orientierung an operationalen Gestaltungsempfehlungen, die einem oder mehreren dieser Grundsätze untergeordnet werden, wird die Erhöhung der Modellqualität, d. h. der Eignung des Modells für die Zwecke eines Subjekts, verfolgt.

Die GoM gehen in zwei Punkten über die genannten Frameworks hinaus. Zum einen enthalten sie mit den Grundsätzen der Vergleichbarkeit und des systematischen Aufbaus Kriterien, die in den bisherigen Ansätzen so nicht expliziert werden. Zum anderen besitzen sie mit den allgemeinen Grundsätzen, den sichten-spezifischen Grundsätzen (z. B. allgemeine Anforderungen an Datenmodelle) sowie den methodenspezifischen Grundsätzen (z. B. Gestaltungsempfehlungen für die Modellierung mit Entity-Relationship-Modellen) drei Abstraktionsebenen. Existierende Ansätze problematisieren hingegen zumeist nur genau eine dieser Ebenen.

Im folgenden wird mit dem Grundsatz der Klarheit das Qualitätskriterium, welches explizit den Menschen als Modelladressaten thematisiert, näher detailliert. Auf die Intention und Inhalte der übrigen Grundsätze wird nicht ausdrücklich eingegangen.

### 7.3 Exemplarische Detaillierung der GoM anhand des Grundsatzes der Klarheit

#### 7.3.1 Der allgemeine Grundsatz der Klarheit

Ein Modell muß dem Grundsatz der Klarheit genügen, da nur so gewährleistet ist, daß das Modell für die Modelladressaten zugänglich, verständlich und von diesen für ihre subjektiven Zielsetzungen verwendbar ist. Die Klarheit betrifft die Pragmatik, die neben der Syntax und der Semantik den dritten Bestandteil der Semiotik bildet.<sup>2</sup> Gegenstand der Pragmatik ist die Beziehung zwischen Modell und Modellnutzer. Ähnlich wie die Relevanz ist die Beurteilung der Modellklarheit hochgradig adressatenindividuell. Ein Modellnutzer kann ein syntaktisch falsches oder viele Redundanzen aufweisendes Modell als anschaulich empfinden (weil er es beispielsweise selbst erstellt hat), während es von einem Dritten als unübersichtlich bezeichnet werden würde.

Die sich daraus ergebende Notwendigkeit einer adressatengerechten Modellaufbereitung kann auch als Erhöhung der Kundenorientierung der Informationsmodellierung interpretiert werden. Diese kann unterschiedliche Intensitäten erreichen: Vom vergleichsweise einfachen kontrollierten Zulassen von Synonymen bis hin zur konzeptionell anspruchsvollen Unterstützung eines Methodenpluralismus, d.h. beispielsweise der vom jeweiligen Nutzer abhängigen Präsentation eines Prozeßmodells als Kunden-Lieferanten-Protokoll oder als Petri-Netz, sind diverse Abstufungen denkbar.

Generell werden unter dem Grundsatz der Klarheit ästhetische Merkmale wie Strukturiertheit, intuitive Zugänglichkeit (Verständlichkeit), Übersichtlichkeit oder Lesbarkeit subsumiert. Eine grundlegende Forderung des Grundsatzes der Klarheit ist deshalb die nach einem einfachen Modell, welche von den Modellerstellern verstärkt berücksichtigt werden sollte („A major focus on the data modeller’s job should be to look for simpler ways of representing the data.“ (Moody 1995)). Ein einfaches Modell zeichnet sich aus durch die Verwendung von möglichst wenigen methodischen Konstrukten (syntaktische Einfachheit) oder durch die (nicht trivialisierende) Abbildung der wesentlichen Sachverhalte anstelle einer Komplettbeschreibung, die diverse Sonderfälle enthalten würde (semantische Einfachheit). Letzteres ist jedoch auch vor dem Hintergrund des Grundsatzes der Relevanz zu beurteilen. Ein einfaches Modell entspricht insofern dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit, als daß es geringere Einarbeitungskosten bedingt und die Modellierung durch geringer qualifizierte Mitarbeiter erlaubt.

Die Klarheit eines Modells wird wesentlich durch die graphische Anordnung der Informationsobjekte determiniert. Daher ist zu fordern, daß es Vorgaben (aesthetic features) gibt, welche die räumliche Positionierung der Informationsobjekte festlegen (Batini et al. 1985). Dabei kann es sich beispielsweise um symmetrische Modellstrukturen (z.B. bei Spezialisierungen), Positionierung der Informationsobjekte in einem Raster, Kantenziehung nur in zwei orthogonalen Dimensionen (horizontal, vertikal), maximale Geradlinigkeit der Kanten, minimale Kantenüberschneidungen, minimale Summe aller Kantenlängen, maximale Winkelauflösung, die graphische Hervorhebung von Korrespondenzen oder die gleichmäßige Flächenausnutzung handeln. Hierarchisierungen im Modell geben diesem eine Leserichtung, erhöhen durch ihre Modellverdichtung die Anzahl möglicher Sichten auf ein Modell und damit dessen bedarfsgerechte Anschaulichkeit.

---

<sup>2</sup> Vgl. auch Lindland, Sindre, Sølvsberg (1994), S. 47f., deren Framework in seiner Grundform aus den drei Qualitätsmerkmalen *syntactic quality*, *semantic quality* und *pragmatic quality* besteht. Auf weitere Differenzierungen wie beispielsweise die Sigmatik wird hier nicht näher eingegangen.

Während der Grundsatz der (syntaktischen) Richtigkeit den Fokus auf die formale Ausgestaltung eines Modells legt, erfolgt mit dem Grundsatz der Klarheit der Einbezug der notwendigen Anschaulichkeit eines Modells. Die beiden Grundsätze können konfliktär, neutral und harmonisch zueinander stehen und werden von Informations- und Organisationsgestaltern oftmals unterschiedlich gewichtet. Methodische Erweiterungen, die eine semantisch mächtigere Abbildung des Objektsystems erlauben (und somit dem Grundsatz der Richtigkeit Rechnung tragen), können dem Grundsatz der Klarheit widersprechen, wenn dadurch das Modell an Transparenz verlieren würde.

Ein bedeutendes sichtenpezifisches Beispiel für die Erhöhung der Modellrichtigkeit (hier: Einhaltung der Normalisierung) bei gleichzeitigem Verlust der Anschaulichkeit ist die Dekomposition im Rahmen der Datennormalisierung, welche die Redundanz reduziert und die Konsistenz erhöht, jedoch die Klarheit beeinträchtigt. Ein Beispiel für den Fall, daß zur Erhöhung der Modellklarheit die syntaktische Richtigkeit verletzt wird, stellt bei ereignisgesteuerten Prozeßketten (Hoffmann et al. 1993) die Verwendung von ODER-Ausgangsoperatoren nach einem Ereignis dar. Dies erhöht die Modellklarheit durch Modellverkürzung.

Dem Grundsatz der Richtigkeit zuordbare, normative Namenskonventionen sind demgegenüber ein Beleg für eine harmonische Beziehung zum Grundsatz der Klarheit. Sie tragen beispielsweise zur Vermeidung von Homonymen bei, die nicht-existente Identitäten suggerieren. Weiterhin verhalten sich Begriffsrekonstruktionen, bei denen Begriffe möglichst aus elementaren, modellinhärenten Begriffen abgeleitet werden (anstatt neue zu entwerfen), konform mit dem Grundsatz der Klarheit. Dadurch können die verwendeten Begrifflichkeiten so kategorisiert werden, daß sich die Semantik des modellierten Sachverhalts bereits aus der Benennung ergibt, wodurch die Selbsterklärungsfähigkeit (Batini/Lenzerini 1984; Batini 1992) des Modells steigt.

Eine zirkuläre Beziehung besteht zum Grundsatz der Relevanz. Die diesem Grundsatz inhärente Forderung nach Minimalität führt zu einer Beschränkung der Modellbestandteile. Dies reduziert im systemtheoretischen Sinne die Anzahl an Systemelementen und -beziehungen (die Modellkomplexität) und erhöht damit die Klarheit des Modells. Je klarer ein Modell ist, desto einfacher fällt wiederum die Beurteilung der Relevanz, da mit zunehmender Modelltransparenz insbesondere auch Mitarbeiter aus Fachabteilungen die Beurteilung der Relevanz durchführen können.

### **7.3.2 Sichten- und methodenspezifische Konkretisierung des Grundsatzes der Klarheit**

Zur weiteren Konkretisierung der Aussagen, die sich unter den Grundsatz der Klarheit subsumieren lassen, werden Prozeßmodelle (sichtenpezifische Konkretisierung) bzw. die ereignisgesteuerten Prozeßketten (methodenspezifische Konkretisierung) herangezogen.

Da es sich bei Prozeßmodellen im Regelfall um gerichtete Graphen handelt, besitzen sie bereits eine Grundordnung, welche den zeitlich-sachlogischen Zusammenhang zum Ausdruck bringt. Bei der Modellierung mit ereignisgesteuerten Prozeßketten hat sich die vertikale Modellierung etabliert. Weitergehende Gestaltungsempfehlungen können z.B. durch zusätzliche horizontale Anordnungsregeln formuliert werden (z.B. Durchlaufhäufigkeit). Für Datenmodelle sind bereits Prototypen vorhanden, die eine Neuordnung des Modells so vornehmen,

daß die mit dem höchsten Interesse belegten Entitytypen in der Modellmitte stehen (Cotoaga et al. 1996).

Im folgenden wird nicht weiter auf die Optimierung des Modell-Layouts eingegangen, sondern zwei anderen Aspekten der Modellklarheit Aufmerksamkeit geschenkt.

### 7.3.2.1 Indikatoren für einen geeigneten Abstraktionsgrad

Neben der graphischen Modellstrukturierung charakterisiert sich die Klarheit eines Modells vor allem durch den Modellumfang und den Detaillierungsgrad. Diese werden durch die Prozeßlänge, die Prozeßbreite, die Prozeßtiefe, die zusätzlichen Informationsobjekte und die Attributierungsintensität bestimmt. Bei der Annäherung an einen 'optimalen' Abstraktionsgrad ist zu beachten, daß ein abstraktes Prozeßmodell viele Funktionen und Abläufe implizit erfaßt, während ein detailliertes Modell aus Gründen der Wirtschaftlichkeit vieles explizit vernachlässigen muß (Milling 1981).

Indikatoren für einen hinreichenden Abstraktionsgrad in einem Prozeßmodell sind (vgl. auch Gaitanides 1983: 81ff.):

- ❑ Eine weitere Prozeßdekomposition deckt keine neuen organisatorischen bzw. informationstechnischen Schnittstellen auf.
- ❑ Es sind alle relevanten Übergänge zwischen Prozeßobjekten (z.B. Bestellung, Bestellbestätigung) explizit erfaßt. Ansonsten könnten potentielle Schnittstellenleistungen (z.B. Transformation der Informationen des Prozeßobjekts PO 1 auf das Prozeßobjekt PO 2) für die Prozeßanalyse verborgen bleiben.
- ❑ Funktionen, die aufgrund ihrer Wertschöpfung, ihrer Kosten, ihrer Qualitätsrelevanz, ihrer Reorganisationsnotwendigkeit oder sonstiger Kriterien bedeutsam sind, weisen eine hinreichende Detaillierung auf.
- ❑ Die Vertrautheit der verantwortlichen Organisationseinheiten mit der Prozeßdurchführung setzt der Konkretisierung eine Grenze. Eine darüber hinausgehende Detaillierung ist nicht mehr mit einem (lokalen) Transparenzgewinn verbunden, sondern schränkt ggf. potentielle Handlungsspielräume ein.
- ❑ Der Detaillierungsgrad des Prozeßmodells sollte dem Abstraktionsgrad des organisatorischen Kontextes entsprechen, d.h. die vor- bzw. nachgelagerte Bearbeitung des Prozeßobjekts sollte auf dem gleichen Niveau fortgeschrieben werden, damit der sachlogische Zusammenhang deutlich wird.
- ❑ Unterhalb des gewählten Abstraktionsgrads weisen die objektspezifischen Bearbeitungszeiten und Kosten keine nennenswerte Varianz auf. Andernfalls würde das Modell eine Homogenität dieser Werte suggerieren, die realiter nicht besteht.

Ein optimaler Abstraktionsgrad läßt sich nicht generell quantifizieren, da der Freiheitsgrad 'Modellkonkretisierung' immer vor dem Hintergrund des damit verbundenen Kompromisses aus Relevanz und Wirtschaftlichkeit gesehen werden muß. Die Adäquanz des Abstraktionsgrads wird extrem subjektiv beurteilt. Der Prozeßkostenrechner wird ein Modell präferieren, das die wesentlichen Kostentreiber offenbart und die Dekomposition bei hinreichend homogenem Kostenverhalten beendet. Der Organisationsgestalter wird demgegenüber das Prozeßmodell z.B. zur eindeutigen Festlegung der organisatorischen Verantwortungsbereiche verwenden.

den. Dies bedingt die Explizierung der organisatorischen Schnittstellen sowie getrennte Prozeßmodelle für Prozeßobjekte, denen unterschiedliche Verantwortliche zugeordnet sind.

Große Bedeutung kommt bei der adressatengerechten Präsentation des optimalen Abstraktionsgrads dem Einsatz eines effizienten Modellierungswerkzeugs sowie der Existenz geeigneter Ansätze zur Modellverdichtung bei. Während für Datenmodelle entsprechende Konzeptionen zur Clusterung schon seit längerem diskutiert werden (z.B. Teorey et al. 1989), sind die Arbeiten zur Verdichtung von Prozeßmodellen noch nicht befriedigend weit vorangeschritten.

Für Prozeßmodelle werden vorrangig einfache Hierarchisierungen in der Art diskutiert, daß eine Funktion (ein aktiver Knoten) durch einen Prozeß substituiert werden kann (lokale Spezialisierung). Es sind aber auch weitere Ansätze denkbar, bei denen beispielsweise entlang des Prozesses nach dem bearbeiteten Prozeßobjekt spezialisiert wird. So könnte das Prozeßmodell für die Rechnungsprüfung z.B. zerlegt werden in die Prüfung inländischer und in die Prüfung ausländischer Rechnungen. Da dies zu mehreren Funktionsspezialisierungen führen könnte, liegt eine globale Spezialisierung vor.

### 7.3.2.2 Klarheit als Motivation zur Erweiterung des Metamodells

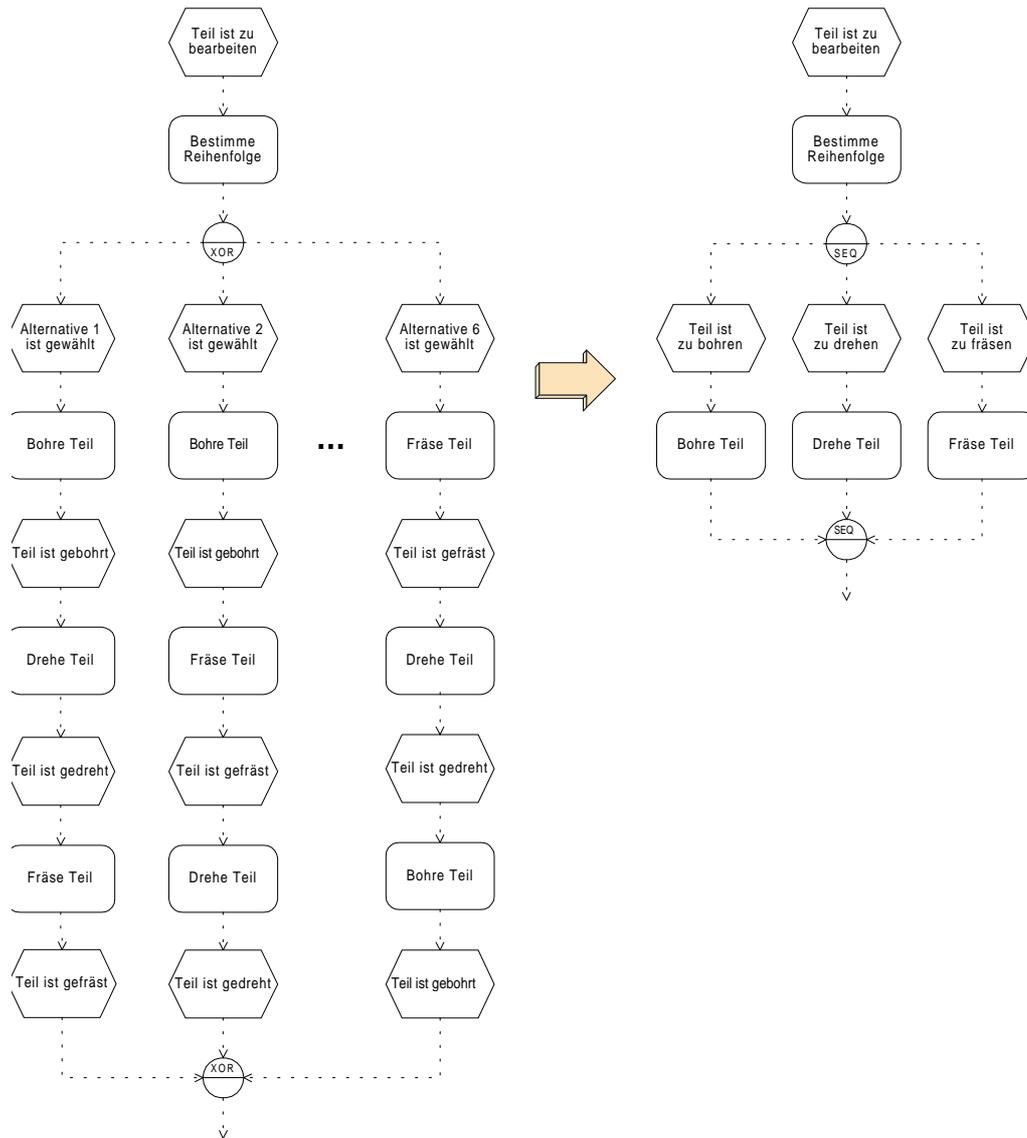
Die Forderung nach einer erhöhten Modellklarheit kann soweit reichen, daß das Metamodell einer Methode um Konstrukte angereichert wird, die ausschließlich der Erhöhung der pragmatischen Qualität von Modellen, die mit dieser Notation erstellt werden, dienen (vgl. auch Ortner 1985).

Ein konkretes Beispiel für ein solches auch an pragmatischen Aspekten ausgerichtetes Method Engineering ist die Erweiterung der Ereignisgesteuerten Prozeßketten mit dem Ziel einer anschaulicheren, weil kompakteren Abbildung von komplexen Entscheidungssituationen (Rosemann 1996). Diese Event-Condition-Action-Konstellationen sind dadurch charakterisiert, daß mit dem Eintreffen eines Ereignisses die Ausprägungen ausgewählter Bedingungen ausgewertet und davon abhängig Aktivitäten (Funktionen) ausgelöst werden. Werden solche Sachverhalte jedoch in Prozeßmodellen abgebildet, zeigt sich, daß die bestehenden Modellierungsmethoden hierfür ungeeignet sind: So steigt bei der Verwendung von Ereignisgesteuerten Prozeßketten entweder die Modellgröße erheblich, weil Funktionen und Ereignisse redundant modelliert werden, oder es ergibt sich eine Vielzahl an Kantenüberschneidungen, die ohne Toolunterstützung kaum noch auswertbar ist.

Es empfiehlt sich in diesem Fall, die Modellierungsmethode mit Entscheidungstabellen, dem tradierten und bewährten Instrument zur Modellierung solcher Sachverhalte, zu koppeln. Hierzu ist ein Kontrollflußkonstrukt (der sog. ET-Operator) einzuführen, der die zugehörige Entscheidungstabelle referenziert. Zusätzlich sind zwischen den Bedingungen der Entscheidungstabelle und den Ereignissen sowie den Aktionen und den Funktionen Korrespondenzen herzustellen. Die Entscheidungssituation kann bei der Modellerstellung schnell und einfach in der Entscheidungstabelle eingepflegt und dort durch bewährte Algorithmen auf Vollständigkeit, Konsistenz und Redundanz überprüft werden. Das Prozeßmodell wird deutlich übersichtlicher.

Mit ähnlicher Intention wie der ET-Operator wurde der Sequenzoperator (Priemer 1995: 269ff.) entworfen. Dieser erlaubt in modellverdichtender Form die Abbildung sequentieller, aber wahlfreier Funktionsabfolgen (vgl. Abbildung 3). Dadurch wird die 'kombinatorische

**Abb. 3: Vermeidung der ‘kombinatorischen Explosion’ durch Verwendung des Sequenzoperators**

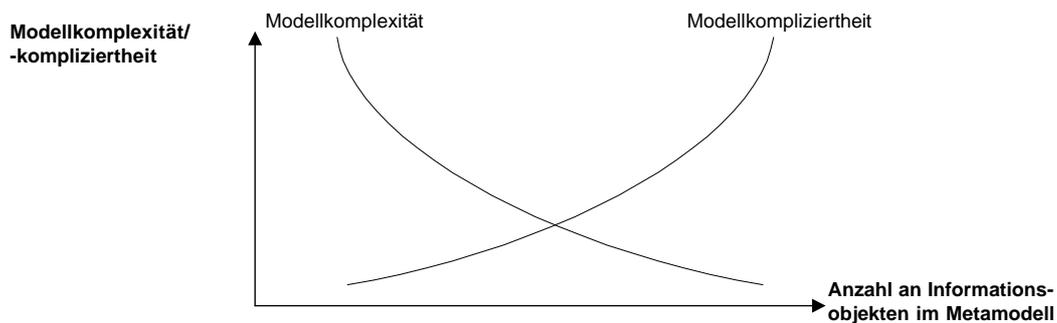


Explosion', die sich durch die explizite Beschreibung aller alternativen Kombinationsmöglichkeiten im Prozeßmodell ergibt, verhindert. Diese Erhöhung der Klarheit des Prozeßmodells geht jedoch einher mit einem semantisch sehr mächtigen Kontrollflußkonstrukt, dessen Bedeutung bei der Transformation in das DV- und Implementierungskonzept erhalten bleiben muß.

Der Erweiterung des Metamodells sind allerdings Grenzen gesetzt, da mit wachsender Anzahl an methodischen Erweiterungen dem Vorteil der geringeren Komplexität der Modellsysteme der Nachteil ihrer wachsenden Kompliziertheit gegenübersteht (Abbildung 4).

Entsprechend besteht auch keine Forderung nach maximaler Klarheit – alle Adressatengruppen verstehen alles in den ihnen offerierten Modellen –, sondern nur nach machbarer Klarheit

**Abb. 4: Modellkomplexität vs. Modellkompliziertheit**



(feasible comprehension, Lindland 1994: 47f.). Dabei darf der Nutzen, der aus der Aufdeckung eines Mißverständnisses resultieren würde, nicht größer sein als die Aufwendungen, derer es bedarf, um die hierfür notwendige Klarheit herbeizuführen.

#### 7.4 Resümee und Ausblick

Von den semantischen Relationen zwischen Realwelt, Modellwelt und Subjekt sind für die Anthropozentrik insbesondere die Beziehungen, welche die Pragmatik betreffen, von Interesse. Mit den Grundsätzen ordnungsmäßiger Modellierung (GoM) wurde ein Ordnungsrahmen vorgestellt, der zur Systematisierung von Qualitätsanforderungen an Informationsmodelle beiträgt und dabei neben formalen Modelleigenschaften wie der syntaktischen Richtigkeit auch Anforderungen, die aus der Rolle des Menschen als Modellersteller und -nutzer resultieren, enthält.

Diese Anforderungen werden innerhalb der GoM durch den Grundsatz der Klarheit thematisiert. Hierzu sind – im Sinne einer Referenzwissensbasis – sichten- bzw. methodenspezifische Empfehlungen zu entwerfen, die zur Erhöhung der Modellklarheit beitragen können. Welcher dieser Empfehlungen jeweils anzuwenden ist, hängt wesentlich von der mit dem zu erstellenden Modell verfolgten Zielsetzung, der Funktionalität des zum Einsatz kommenden Modellierungswerkzeugs sowie der Methoden- und Fachkompetenz von Modellierer und Modellnutzer ab.

Die weitere Forschungsarbeit widmet sich generell der Validierung der GoM-Architektur, der Weiterentwicklung der Gestaltungsempfehlungen auf allen drei Abstraktionsebenen sowie der Operationalisierung der Bewertung der GoM-Konformität (Entwurf von Meßgrößen).

Zielsetzung des GoM-Projekts ist es, durch eine an den vielfältigen Verwendungsbereichen von Informationsmodellen ausgerichtete Erstellung von Referenzkonventionen zur Intensivierung der Modellierung in Unternehmen beizutragen und damit auch Nicht-Methodenexperten ein effizientes Kommunikationsmedium zur Verfügung zu stellen. Parallel hierzu wird an der (Weiter-)Entwicklung von Modellierungstools gearbeitet, deren Einsatz angesichts der Größe realer Modelle sowie der Vielzahl an potentiellen Modellperspektiven für eine adressatengerechte Modellpräsentation unabdingbar ist.

## Literatur

Batini, Carlo / Furlani, L. / Nardelli, Enrico, 1985: What is a Good Diagramm? A pragmatic approach. In: Chen, Peter Pin-San (Hrsg.): Proceedings of the 4th International Conference on the Entity-Relationship Approach – ER `85. Entity-Relationship Approach: The Use of ER Concepts in Knowledge Representation. Berlin: Springer, 312-319.

Batini, Carlo / Ceri, Stefano / Navathe, Shamkant B., 1992: Conceptual Database Design. An Entity-Relationship-Approach. Redwood City: Benjamin, Cummings.

Batini, Carlo / Lenzerini, Maurizio, 1986: A Methodology for Data Schema Integration in the Entity Relationship Model. IEEE Transactions on Software Engineering 6, 650-664.

Becker, Jörg / Rosemann, Michael / Schütte, Reinhard, 1995: Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. Wirtschaftsinformatik 5, 435-445.

Cotoaga, Kurt / König, Wolfgang / Markwartz, Stefan / Albert, Achim / Steinacker, Uwe / Wolf, Stephan: GAZER – General Algorithms for Zapping Extensive Relations (<http://www.isg.de/research/gazer/Papers/GzBMBF1/GzBMBF1.htm>).

Gaitanides, Michael, 1983: Prozeßorganisation: Entwicklung, Ansätze und Programme prozeßorientierter Organisationsgestaltung. München: Vahlen.

Hoffmann, W. / Kirsch, Jürgen / Scheer, August-Wilhelm: Modellierung mit Ereignisgesteuerten Prozeßketten (Methodenhandbuch, Stand: Dezember 1992). Veröffentlichung des Instituts für Wirtschaftsinformatik Nr. 101. Saarbrücken 1993.

Krogstie, John / Lindland, Odd Ivar / Sindre, Guttorm, 1995: Defining Quality Aspects for Conceptual Models. In: Proceedings of the International Conference on Information System Concepts (ISCO3): Towards a Consolidation of Views. Marburg.

Krogstie, John / Lindland, Odd Ivar / Sindre, Guttorm, 1995: Towards a Deeper Understanding of Quality in Requirements Engineering. In: Iivari, Juhani / Lyytinen, Kalle / Rossi, Matti (Hrsg.): Proceedings of the 7th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE `95). Berlin: Springer, 82-95.

Leffson, Ulrich, 1987: Die Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung. 7. Aufl., Düsseldorf: IDW.

Lindland, Odd Ivar / Sindre, Guttorm / Sølvsberg, Arne, 1994: Understanding Quality in Conceptual Modelling. IEEE Software 2, 42-49.

Maier, Ronald, 1996: Qualität von Datenmodellen. Wiesbaden: Gabler.

Milling, P., 1981: Systemtheoretische Grundlagen zur Planung der Unternehmenspolitik. Berlin.

Moody, Daniel L., 1995: The seven habits of highly data modellers (and object modellers?). In: Papazoglou, Mike P. (Hrsg.): Proceedings of the 14th International Conference on Object-Oriented and Entity-Relationship Modelling – OOER '95. Application of Entity-Relationship Modelling & Object-Oriented Technology to Information Systems Modelling. Berlin: Springer, 436f.

Moody, Daniel L. / Shanks, Graeme G., 1994: What Makes a Good Data Model? Evaluating the Quality of Entity Relationship Models. In: Loucopoulos, Pericles (Hrsg.): Proceedings of the 13th International Conference on the Entity-Relationship Approach – ER '94. Business Modelling and Re-Engineering. Berlin: Springer, 94-111.

Ortner, Erich, 1985: Semantische Modellierung – Datenbankentwurf auf der Ebene der Benutzer. Informatik Spektrum 1, 20-28.

Paul, Hansjürgen, 1995: Modellierung in soziotechnischen Systemen – Von Menschen, Organisationen, Modellierern und Modellen. EMISA-Forum 2, 66-76.

Pohl, Klaus: The Three Dimensions of Requirements Engineering. In: Rolland, Colette / Bodart, François / Cauvet, Corine (Hrsg.): Proceedings of the 5th International Conference on Advanced Information Systems Engineering -CAiSE '93. Berlin: Springer, 275-292.

Priemer, Jürgen, 1995: Entscheidungen über die Einsetzbarkeit von Software anhand formaler Modelle. Sinzheim: Pro Universitate.

R&O Software-Technik GmbH, 1992: Datenmodellierung in der Praxis – Eine Marktanalyse über die Anwendung einer Methodik. Germering.

Rosemann, Michael, 1994: Beschreibung und Gestaltung der Produktion auf der Basis Grundsätze ordnungsmäßiger Prozeßmodellierung. In: IDG (Hrsg.): Re-Engineering-Kongreß. Tagungsband. Frankfurt a. M.: IDG, 52-86.

Rosemann, Michael, 1996: Komplexitätsmanagement in Prozeßmodellen. Methodenspezifische Gestaltungsempfehlungen für die Informationsmodellierung. Wiesbaden: Gabler.

Spence, N. C. W., 1969: Semantics: Meaning and Reference. In: Meetham, A. R./ Hudson, R. A. (Hrsg.): Encyclopaedia of linguistics, information and control. Oxford, 507-510.

Storey, Veda C., 1993: Understanding Semantic Relationships. VLDB Journal 4, 455-488.

Teorey, Tobi J. / Wei, Guangping / Bolton, Deborah L. / Koenig, John A., 1989: ER Model Clustering as an Aid for User Communication and Documentation in Database Design. Communications of the ACM 8, 975-987.

Zamperoni, Andreas / Löhr-Richter, Perdita: Enhancing the Quality of Conceptual Database Specifications through Validation. In: Elmasri, Ramez A. / Kouramajian, Vram / Thalheim, Bernhard (Hrsg.): Proceedings of the 12th International Conference on the Entity-Relationship Approach -ER '93. Berlin: Springer, 85-98.



## 8 Modellieren in anthropozentrischer Sicht – die Perspektive betrieblicher Interessenvertretungen

*Hartmut Schröder, Technologieberatungsstelle beim DGB Landesbezirk NRW e. V.,  
Regionalstelle Münsterland, Münster*

*Viktor Steinberger, Technologieberatungsstelle beim DGB Landesbezirk NRW e. V.,  
Regionalstelle Niederrhein, Mönchengladbach*

### 8.1 Anforderungen von Betriebsräten an Ist-Zustands-Modelle

Anthropologische Konstanten finden sich am ehesten in der Variabilität des Menschlichen. Ideen wie Change Management, Lernende und Selbststeuernde Organisation sind Reflexe auf diesen Allgemeinplatz. Es erscheint daher als schwierig, in anthropozentrischer Absicht Eigenschaften der Menschen zu definieren, die im Mittelpunkt stehen sollen. Darüber hinaus stellt sich die Frage, wie entschieden werden kann, ob sie ein in den Mittelpunktgestellt werden im konkreten Fall überhaupt wollen, und, wenn ja, ob die verbundenen Aktivitäten auch z. B. angesichts kommender Generationen legitim sind.

Unmittelbar einleuchtend ist: Jede Abstraktion auf Standards eines definierten Gattungswesens verkürzt und führt im einzelnen zu Deformationen. Das ist Teil der Weisheit des „Du sollst dir kein Bild machen“, des Totalitätsbegriffs der Frankfurter Schule, oder, in systemtechnischer Sicht, das „Verkürzungsmerkmal“.

Aus praktischen Gründen verstoßen wir gegen diese Erkenntnis bzw. wenden wir Modellbildung an. Auch beim Geschäft des Modellierens stehen eher handfeste Zwecke im Vordergrund: Kopfarbeitsfunktionen und Informationsflüsse sollen rationalisiert werden, wozu sie, bevor sie kanalisiert und mechanisiert werden können, zunächst beschrieben werden müssen. Ausgewählte Daten sollen z. B. be- und verarbeitet, Informationen möglichst automatisch behandelt, in Zeit und Raum übertragen werden können. Da dies in der Regel im betrieblichen Kontext stattfindet, sind die Interessen der Beschäftigten und deren Interessenvertretung gefordert. Ihre Aufgabe ist doch das Einbringen der sozialen Komponente in den Modellbildungsprozeß. Nur so entsteht ein Ist-Zustands-Modell, das als Planungsbasis für die Ableitung von Soll-Zustands-Modellen dienen kann.

### 8.2 Soll-Modell: Warum modelliert wer was wann wie, und was soll dabei herauskommen?

Nach dem alttestamentarischen „An ihren Früchten sollt ihr sie erkennen“ läßt sich die Fragestellung konzentrieren auf den Output des Modellierungsprozesses. Das Produkt der Modellierungsarbeit ist ein anthropozentrisches Modell. Die Modellierungsmethode muß diesem Produktionsziel gerecht werden.

Die im Mittelpunkt der Modellierungsarbeit stehenden Menschen sind verschieden. Sie haben unterschiedliche Ziele und Beweggründe. Das gilt auch für die Modellierer. Um dem Pluralismus der Ziele und Beweggründe zu genügen, kommen Modellierer an Zieldiskussionen mit den Modellierten und, mit Adorno, an der „Notwendigkeit von Motivationsanalysen“ bei den Ergebnissen nicht vorbei.

Wenn die Betroffenen das Ende der Modellierungsaktivitäten absehen können, und wenn sie ausreichend Gelegenheit finden, sich in den Gestaltungsprozeß aktiv einzubringen, werden die Modelle gültig.

### **8.3 Vorgehensmodell**

Aus all dem lassen sich Anforderungen an Vorgehensmodelle partizipativer Modellierung und Modellierungsverfahren ableiten.

#### **8.3.1 Selbststeuerung / Partizipation**

Der anthropozentrische Ansatz verlangt die Vermeidung eines Subjekt-Objekt-Verhältnisses zwischen Modellierern und Modellierten. Ein Erkenntnisinteresse kann nicht einseitig gerichtet werden auf einen zum Objekt erklärten und zur Passivität verurteilten „Modellierungsgegenstand“.

Ein auf die „Hauptressource“ Mensch bezogenes Modellierungsverfahren kann die Eigenschaft Anthropozentrik nur erwerben auf dem Wege aktiver Beteiligung der von Modellierung direkt / indirekt betroffenen Akteure in den Funktionen der zu beschreibenden Teil-/Systeme.

#### **8.3.2 Allgemeinverständlichkeit**

Eine Methode, die nicht nur von Spezialisten angewendet und verstanden werden soll, muß möglichst allgemein verständlich und effizient vermittelbar sein. Anders verkommt der partizipatorische Anspruch zur Floskel. Bisher modellieren z.B. Controller auf Kennzahlisch, Ingenieure auf Mathematischtechnisch, Elektrotechnisch oder Softwerker auf Gemischt.

#### **8.3.3 Flexibilität und Erweiterbarkeit**

Selbst Konfektionsgrößen sollten regional und dem Lauf der Zeit entsprechend angepaßt werden können. Das gilt auch für die Modelle, die realen Systemen als Vorlage dienen, die wiederum einem Anpassungsbedarf unterliegen. Außerdem gehört zu einer „Zukunftsfähigkeit“ von Modellen auch die Eigenschaft der Anpaßbarkeit an veränderte Bedingungen, insbesondere z.B. Aufwuchsfähigkeit.

#### **8.3.4 Fehlerrobustheit und Rückholbarkeit**

Modellierungsverfahren werden von den betroffenen Modellierern nur dann akzeptiert werden, wenn sie dem Anspruch an Rückholbarkeit genügen. Die Abgabe modellkonstituierender Informationen muß widerrufbar bleiben, bis die Geberin absehen kann, daß mit der Auslieferung keine Beschädigung ihrer Position verbunden ist.

Fehler gehören zur entwicklungs geschichtlich sinnvollen Ausstattung. Es muß daher im Modell Vorkehr getroffen sein für Irrtümer, die sich eventuell als erkenntnisfördernd erweisen können.

#### **8.3.5 Gruppenfähigkeit bzw. Modularität**

Um arbeitsteilige Er- und Bearbeitung zu erlauben, sind Feinmodularität und Verfeinerbarkeit der Modelle erforderlich.

### 8.3.6 Multimedialität

Wenn partizipative Vorgehensweise gewollt wird, dann ist unterschiedlichen Wahrnehmungs- und Lerngewohnheiten Rechnung zu tragen. Somit sollten Angebote z.B. für auditive und auch visuelle Wahrnehmungstypen vorhanden sein (Beschreibung z.B. sowohl graphisch als auch textuell).

Ebenso sind unterschiedliche Erfassungsmedien hilfreich, also allgemein verfügbares Handwerkszeug wie Papier und Bleistift und/oder rechnergestützte Verfahren sowie einfache Übertragungsmöglichkeiten.

## 8.4 Modellbildung und Modellierung als Bestandteil der Tätigkeit von Interessenvertretungen

In den vorhergehenden Abschnitten wurden die Ansprüche von betrieblichen Interessenvertretungen an Modellbildungen, wie sie zum Zwecke der Softwareentwicklung vorgenommen werden, dargestellt. Im folgenden wird nun versucht, den Rahmen der Verwendbarkeit der Ideen und Instrumente, die auf der Grundlage eines Modellbildungs oder Modellierungskonzeptes adaptiert oder neu entwickelt werden müssen, für die Arbeit von Betriebs- und Personalräten abzustecken.

Das geschieht auf der Basis der beiden Begriffe „Modellbildung“ (verstanden als bewußt verkürzender Entwurf eines Ist-Zustandes, sozusagen als Abbild) und „Modellierung“ (verstanden als antizipierender Prozeß der Neukonstruktion von Wirklichkeit).

Ist das Thema denn überhaupt relevant für betriebliche Interessenvertretungen?

Aus folgenden Gründen bejahen wir dies:

- Eine saubere Modellbildung, die sich ihren eigenen Begrenzungen bewußt ist, kann hervorragend dazu beitragen, strategische Entscheidungen des Betriebsrates vorzubereiten oder zu überprüfen.

*Praxisbeispiel:*

Einsatz einer „Unternehmenslandschaft“, mit der in strukturierter Form, die rechtliche, wirtschaftliche, finanzielle, kulturelle, organisatorische, marktseitige Situation des Unternehmens ebenso abgeprüft werden kann wie das Verhältnis der betrieblichen Akteure zueinander. Auf der Grundlage der Unternehmenslandschaft sind Schlußfolgerungen über die Machbarkeit strategischer Entscheidungen besser begründbar.

- Modellbildungen über betriebliche Prozesse können als Grundlage der Argumentation gegen unternehmerische Entscheidungen im Kontext betrieblicher Regorganisation dienen.

*Praxisbeispiel:*

Beschreibung von betrieblichen Abläufen mit Hilfe standardisierter Ablaufdiagramme, und Hinterfragung der Abläufe auf ihre Notwendigkeit. z. B. Unterschriften bei Bestellvorgängen.

- Die eigene Modellierung von betrieblichen Prozessen und Strukturen kann als Alternative zu unternehmerischen Modellen nützlich sein.

*Praxisbeispiel:*

Entwicklung einer Grobstruktur eines auf Gruppenarbeit basierenden Unternehmens als Diskussionsvorlage für Beschäftigte und Leitung („gruppenbasiertes Zukunftsmodell“) mit Hilfe einer Zukunftswerkstatt.

- Auch die Modellierung eigener Aktivitäten und Strukturen kann sinnvoll sein.

*Praxisbeispiel:*

Angesichts der Vielfalt neuer Aufgaben ist die Form des projektformigen Arbeitens auch für betriebliche Interessenvertretungen ein wertvolles Hilfsmittel. Im Rahmen dessen bietet es sich an, so etwas wie Vorgehensmodellierung vorzunehmen und im Rahmen einer Projektbeschreibung zu verankern.

- Schließlich ist es sinnvoll und für beide Betriebsparteien entlastend, wenn abgestimmte Vorgehensmodelle Basis des Handelns sind.

*Praxisbeispiel:*

In einem Projekt zur Einführung eines PPS-Systems ist das Mitbestimmungsrecht an verschiedenen Teilen tangiert. Zudem gibt es häufig Mitgestaltungswünsche der Interessenvertretung. Die Zeitpunkte der Beteiligung des BR und die Form seines Mitwirkens kann mit einem abgestimmten Vorgehensmodell beschrieben werden.

Es wird allein aus diesen Aspekten deutlich, daß es sich für Betriebs- und Personalräte durchaus lohnen könnte, sich mit den genannten Themen auseinanderzusetzen.

Es geht zugleich daraus hervor, daß die Nutzung modellbildender und modellierender Instrumente sich als zweckmäßig erweisen könnte für

- die strukturierte und strukturierende Erkenntnisbildung
- die Bestimmung der eigenen Position
- der Vorbereitung strategischer Entscheidungen
- der Entwicklung alternativer Organisationskonzepte
- der Entwicklung eigener oder im Konsens mit dem Arbeitgeber entstandener Vorgehensmodelle.

Welche Anforderungen an die Modellbildungs- und Modellierungsinstrumente ergeben sich einerseits aus den Zwecken, für die sie bestimmt sind, und andererseits von den Akteuren, die sie verwenden möchten?

- Die Instrumente müssen leicht verstehbar sein. (Ablaufdiagramm)
- Sie müssen auf der Praxis der betrieblichen Interessenvertretungen aufsetzen, sie aber zugleich weiterentwickeln. (Unternehmenslandschaft)
- Sie müssen den Zwecken betriebsrätlicher Tätigkeit entsprechen. (Alternativmodellentwicklung)
- Sie müssen die Beteiligung der Betroffenen ermöglichen.

Unter diesen Gesichtspunkten lohnt es sich, den Instrumentenkasten betrieblicher Arbeit neu- oder weiterzuentwickeln, zugleich aber die Erfahrungen, die Modellbildner oder Modellierer gemacht haben, einzubeziehen.



## 9 Autorenverzeichnis

### **Dr. Ileana Hamburg**

Institut Arbeit und Technik im Wissenschaftszentrum NRW  
Abteilung Produktionssysteme  
Munscheidstraße 14  
45886 Gelsenkirchen

Telefon: +49 (0)209 - 1707-265  
Fax: +49 (0)209 - 1707-245  
EMail: [hamburg@iatge.de](mailto:hamburg@iatge.de)  
WWW: [http://iat-info.iatge.de/ps/ps\\_home.html](http://iat-info.iatge.de/ps/ps_home.html)

### **Prof. Dr. Thomas Herrmann**

Universität Dortmund  
Informatik und Gesellschaft  
44221 Dortmund

Telefon: +49 (0)231 - 755-2057  
Fax: +49 (0)231 - 755-2405  
EMail: [herrmann@iug.informatik.uni-dortmund.de](mailto:herrmann@iug.informatik.uni-dortmund.de)  
WWW: <http://ls6.informatik.uni-dortmund.de/iug>

### **Marcel Hoffmann**

Universität Dortmund  
Informatik und Gesellschaft  
44221 Dortmund

Telefon: +49 (0)231 - 755-2057  
Fax: +49 (0)231 - 755-2405  
EMail: [hoffmann@iug.informatik.uni-dortmund.de](mailto:hoffmann@iug.informatik.uni-dortmund.de)  
WWW: <http://ls6.informatik.uni-dortmund.de/iug>

### **Prof. Dr. Udo Konradt**

Christian-Albrechts-Universität Kiel  
Institut für Psychologie  
Arbeitsorganisations- und Marktpsychologie  
Olshausenstraße 40  
24098 Kiel

Telefon: (0431) 880-3676  
Fax: (0431) 880-1559  
EMail: [konradt@psychologie.uni-kiel.de](mailto:konradt@psychologie.uni-kiel.de)

**Dipl.-Inf. wiss. Frank Lehmann**

Institut für Betriebswirtschaftslehre  
FG Wirtschaftsinformatik I  
Hochschulstraße 1  
64289 Darmstadt

Telefon: +49 (0)61 51 - 16-4932  
Fax: +49 (0)61 51 - 16-4301  
EMail: fl@bwl.th-darmstadt.de  
WWW: <http://www.bwl.th-darmstadt.de/bwl8/wimi/fl.htm>

**Kai-Uwe Loser**

Universität Dortmund  
Informatik und Gesellschaft  
44221 Dortmund

Telefon: +49 (0)231 - 755-2057  
Fax: +49 (0)231 - 755-2405  
EMail: loser@iug.informatik.uni-dortmund.de  
WWW: <http://ls6.informatik.uni-dortmund.de/iug>

**Prof. Dr. Erich Ortner**

Institut für Betriebswirtschaftslehre  
FG Wirtschaftsinformatik I  
Hochschulstraße 1  
64289 Darmstadt

Telefon: +49 (0)61 51 - 16-4309  
Fax: +49 (0)61 51 - 16-4301  
EMail: ortner@bwl.th-darmstadt.de  
WWW: <http://www.bwl.th-darmstadt.de/bwl8/prof/ortner.htm>

**Dr.-Ing. Hansjürgen Paul**

Institut Arbeit und Technik im Wissenschaftszentrum NRW  
Abteilung Produktionssysteme  
Munscheidstraße 14  
45886 Gelsenkirchen

Telefon: +49 (0)209 - 1707-229  
Fax: +49 (0)209 - 1707-245  
EMail: paul@iatge.de  
WWW: [http://iat-info.iatge.de/ps/ps\\_home.html](http://iat-info.iatge.de/ps/ps_home.html)

**Dr. Hartmut Schröder**

Technologieberatungsstelle beim DGB Landesbezirk NRW e. V.  
Regionalstelle Münsterland  
Geiststraße 26a  
48151 Münster

Telefon: +49 (0)251 - 53929-0  
Fax: +49 (0)251 - 53929-99

**Dipl. Inform. Holger Slaghuis**

VEBACOM Service GmbH  
Universitätsstraße 140  
44799 Bochum

Telefon: +49 (0)234 - 9709396  
Fax: +49 (0)234 - 9709111  
EMail: slaghuis@lion.de

**Dipl.-Soz. Viktor Steinberger**

Technologieberatungsstelle beim DGB Landesbezirk NRW e. V.  
Regionalstelle Niederrhein  
Goebenstraße 4  
41061 Mönchengladbach

Telefon: +49 (0)2161 - 209750  
Fax: +49 (0)2161 - 13512