Erscheint in: *Paul, Hansjürgen (Hg.), 1997: Modellierung von Aufbau- und Ablauforganisation: von der Technozentrik zur Anthropozentrik. Projektbericht des Instituts Arbeit und Technik 97/2. Gelsenkirchen: Institut Arbeit und Technik. ISSN 1430–8738.*

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,

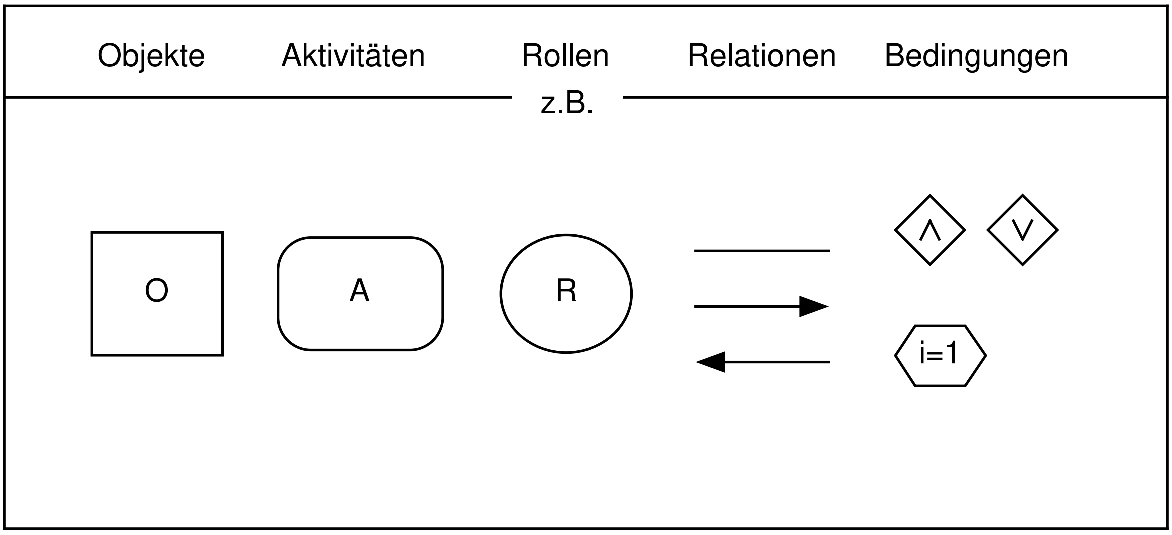
- ❐ daß sie sich grafischer Notationssymbole bedienen und Diagramme erzeugen,
- ❐ daß informationstechnische Hilfsmittel – Editoren und Data Dictionaries – genutzt werden, um die Modelle zu erzeugen,
- ❐ daß Informationstechnik genutzt wird, um die Modelle darzustellen, wodurch insbesondere verschiedene 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

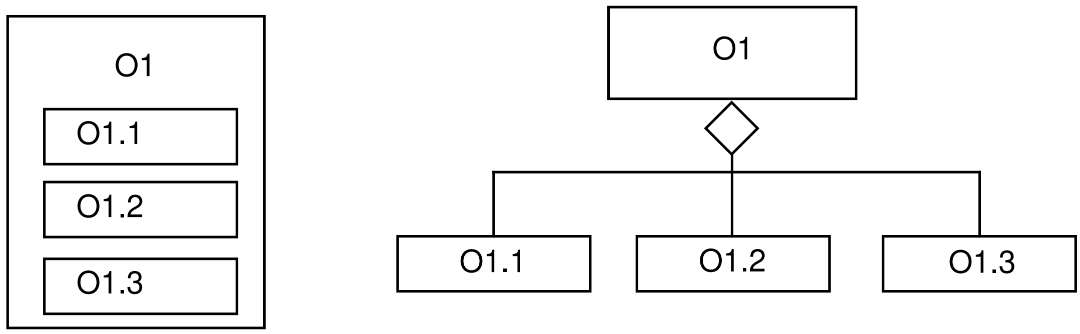
Wesentlich sind Elemente (s. Abb. 1), mittels derer man durch

- *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 letzte 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 angebbar 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 Notationssymbol 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 auszudrükken, 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.

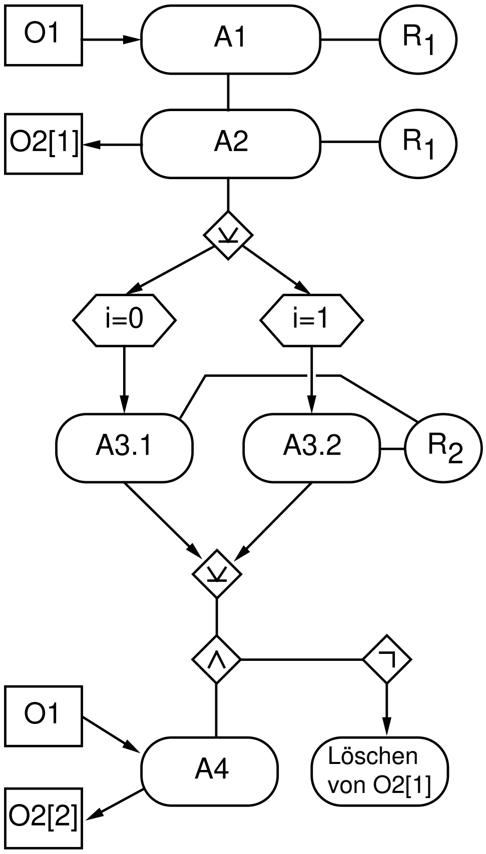
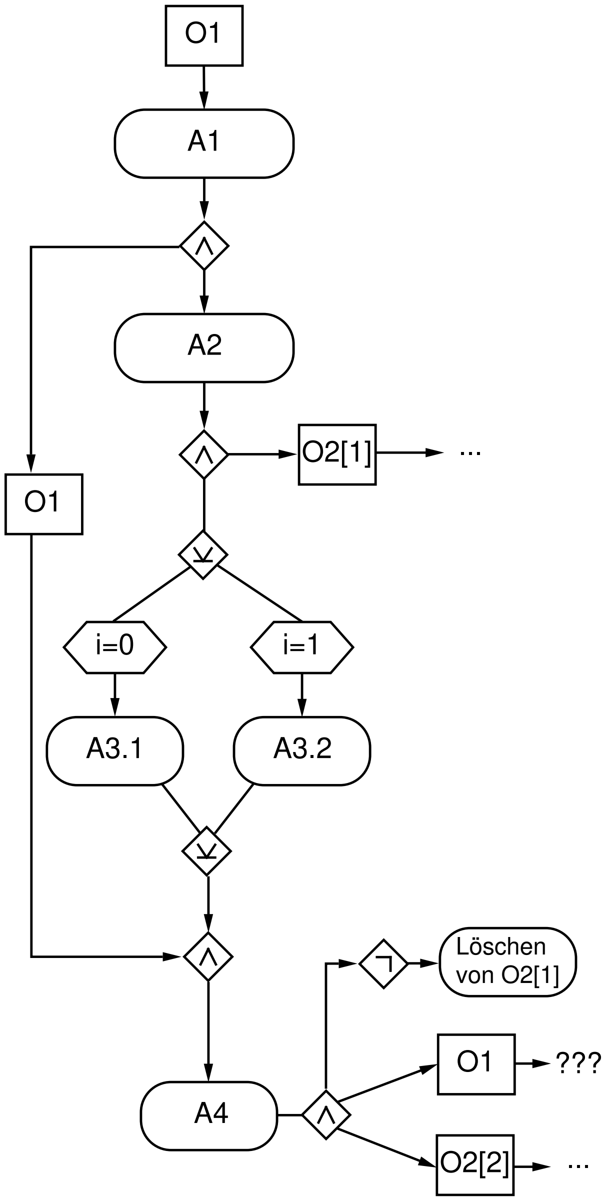


Abb. 3b: Schematischer Prozeß mit Fluß von Objekten



❒ 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. Dunckel 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

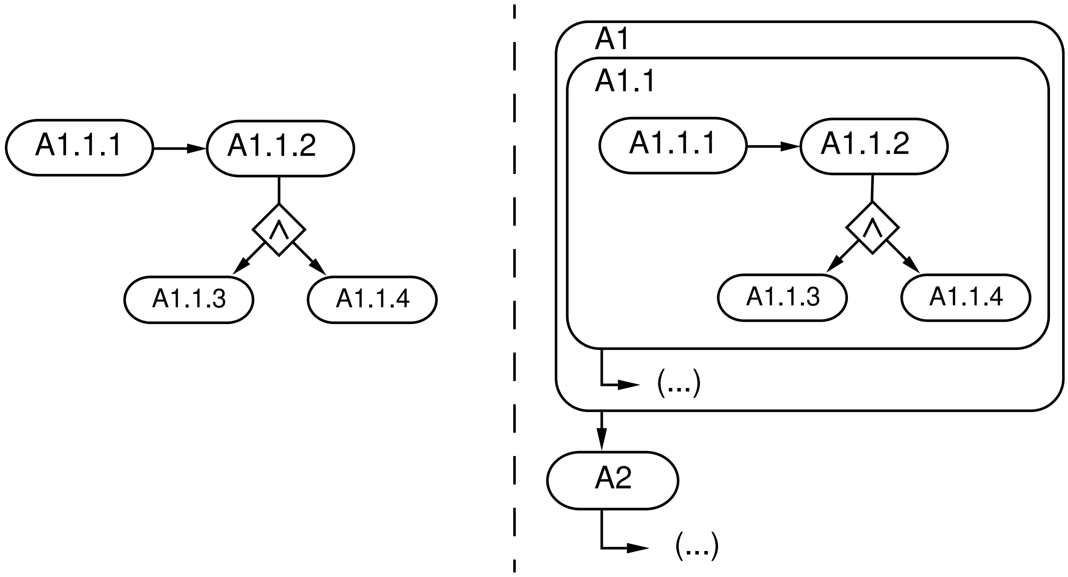
Unter ergonomischer Qualität einer Modellierungsnotation verstehen wir hier, daß die Erstellung, Nachvollziehbarkeit und Kommunizierbarkeit der Modelle für deren Entwickler und Rezipienten möglichst optimal unterstützt wird. Wir werden uns schwerpunktmäßig auf die Kommunizierbarkeit konzentrieren, da 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.

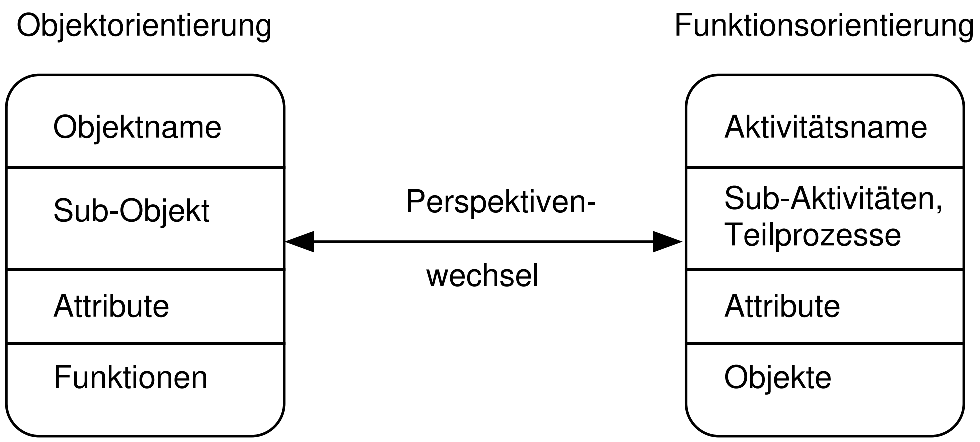
Kontextualisierung
Die meisten Verfeinerungsstrategien (etwa bei der strukturierten Analyse, Raasch, 1991) erzeugen gesonderte Modellteile, die für sich isoliert zu betrachten sind. Dadurch geht leicht

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 Punktefolgen). 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.