

**Heft 94**

**Chr. Kruse, A.-W. Scheer**

**Modellierung und Analyse  
dynamischen Systemverhaltens**

**Oktober 1992**

## Inhaltsverzeichnis

I. Problemstellung . . . . .	1
II. Begriffliche Grundlagen . . . . .	1
II.1 Dynamische Modellierung . . . . .	2
II.2 Prozeßmodellierung . . . . .	4
II.2.1 Prozeß und Prozeßmodell . . . . .	4
II.2.2 Arten und Ziele der Prozeßmodellierung . . . . .	5
II.3 Simulation . . . . .	7
III. Grundlagen der Modellierung dynamischen Systemverhaltens . . . . .	8
III.1 Funktionssicht . . . . .	10
III.2 Organisationssicht . . . . .	12
III.3 Datensicht . . . . .	13
III.4 Zeitverhalten . . . . .	14
III.4.1 Ereignisbegriff und -klassifikation . . . . .	14
III.4.2 Zeitliche Beziehungen zwischen Ereignissen . . . . .	15
III.4.3 Ansätze zur Modellierung des Zeitverhaltens . . . . .	16
III.5 Steuerungssicht . . . . .	17
III.5.1 Koordination (Funktionen-Organisation) . . . . .	18
III.5.2 Kommunikation (Daten-Organisation) . . . . .	18
III.5.3 Synchronisation (Zeitverhalten-Funktionen) . . . . .	18
III.5.4 Ereignissteuerung (Zeitverhalten-Daten-Funktionen) . . . . .	19
III.5.5 Entscheidungsfluß (Funktionen-Organisation-Daten) . . . . .	20
III.6 Berücksichtigung quantitativer Größen und Meßgrößenproblematik . . . . .	20
III.7 Zusammenfassung . . . . .	21
IV. Konzeption zur Modellierung und Analyse dynamischen Systemverhaltens . . . . .	21
IV.1 Kritische Würdigung der sichtenorientierten Vorgehensweise . . . . .	22
IV.2 Konzeption einer integrierten Vorgehensweise . . . . .	23
V. Zusammenfassung und Ausblick . . . . .	25
Literaturverzeichnis . . . . .	27

## I. PROBLEMSTELLUNG

Viele Unternehmungen sehen sich einem verschärften Wettbewerb bei steigendem Kostendruck ausgesetzt. Sicherung und Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit erfordern häufige und schnelle Anpassungen an die sich permanent ändernde Marktumwelt. Gleichzeitig führen informationstechnische Weiterentwicklungen dazu, daß die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Computer zunehmend komplexer werden.

Die computergestützte Umstrukturierung betrieblicher Abläufe stellt einen Ansatz dar, die Effizienz und Flexibilität von Leistungserstellungsprozessen zu erhöhen. Modellierung und Analyse dynamischen Systemverhaltens gewinnen vor diesem Hintergrund stark an Bedeutung. Sie vermitteln einen Einblick in das komplexe Zusammenwirken von Systemkomponenten bei der Durchführung betrieblicher Aufgaben. Simulationsgestützte Instrumente ermöglichen darauf aufbauend die Optimierung des Systemverhalten.

Ziel der Ausarbeitung ist es, die enge Beziehung zwischen betriebswirtschaftlich orientierter Geschäftsprozeßanalyse sowie Prinzipien und Methoden der dynamischen Modellierung von Informationssystemen zu verdeutlichen [1]. Dazu werden zunächst grundlegende Begriffe gegeneinander abgegrenzt. Dem schließt sich eine ausführliche Behandlung des Untersuchungsbereiches an. Abschließend wird eine integrierte Methodik zur Modellierung und Analyse dynamischen Systemverhaltens entwickelt.

## II. BEGRIFFLICHE GRUNDLAGEN

Mit Hilfe nachfolgender Begriffsdefinitionen soll ein einheitlicher begrifflicher Bezugsrahmen entwickelt werden. Denn die große und z.T. verwirrende Begriffsvielfalt [2], die

---

[1] Scheer führt dazu aus: '...bestehen enge Beziehungen zwischen der Informationsverarbeitung und der Optimierung von Organisationsstrukturen, da Informationssysteme zur Unterstützung von organisatorischen Abläufen eingesetzt werden, vgl. Scheer, A.-W. (Architektur), S. 85. Ähnlich auch Stott/Crosslin: '...the new logical view of information systems is a dynamic view of organizations and the information systems that support organizational processes', vgl. Stott, J. W.; Crosslin, R. L.: (Information System Behavior), S. 43 und Esswein: 'Die gegenseitige Beeinflussung der Organisation und der Anwendungssysteme....erfordert es, bei der organisatorischen Gestaltung und der Entwicklung von Anwendungssystemen diese Verzahnung stärker als bisher zu berücksichtigen, vgl. Esswein, W. (Rollenmodell), S. 5.

[2] Zentrale Begriffe wie 'Prozeß', 'Funktion' oder 'Ereignis' werden in den hier zu betrachtenden Wissenschaftsgebieten Betriebswirtschaftslehre und Informatik sehr unterschiedlich definiert und angewandt. Sie werden methodenspezifisch benutzt und sind nur aus dem Anwendungszusammenhang heraus verständlich.

auf dem Gebiet der Modellierung dynamischen Systemverhaltens herrscht, erschwert eine vergleichende Analyse. Der begriffliche Bezugsrahmen führt die betriebswirtschaftliche und informationstechnische Sichtweise auf die dynamische Modellierung zusammen.

## II.1 Dynamische Modellierung

Der Begriff 'dynamische Modellierung' soll in Anlehnung an Stott/Crosslin [3]

- die *Beschreibung des Systemverhaltens* und
- die *Simulation* des zu untersuchenden System

umfassen. Er bezieht sich gleichermaßen auf betriebswirtschaftliche und informationstechnische Systeme. Die 'Beschreibung des Systemverhaltens' soll nachfolgend als Prozeßmodellierung bezeichnet werden. Sie befaßt sich mit der Abbildung von Systemelementen sowie den zwischen ihnen bestehenden dynamischen Wechselwirkungen. Mit Hilfe der Simulation wird das Systemverhalten im Zeitablauf nachgebildet und hinsichtlich vordefinierter Zielkriterien bewertbar gemacht. Der Simulation kommt beim Leistungsvergleich unterschiedlicher Systemalternativen und deren Optimierung ein hoher Stellenwert zu. Denn analytische Verfahren sind wegen der hohen Problem- und Modellkomplexität i.d.R. nicht einsetzbar.

Die Begriffe 'Prozeßmodellierung' und 'Simulation' werden voneinander abgegrenzt, um zwei unterschiedliche Modelltypen der dynamischen Modellierung zu definieren. In Beschreibungsmodellen werden zeitliche, mengenmäßige und logisch-kausale Aspekte wie z. B. Zustände, Ereignisse, Zustandsübergänge oder Ressourcen entsprechend der Syntax der benutzten Modellierungsmethode abgebildet. Dies kann mit Hilfe computergestützter Werkzeuge geschehen. Untersuchungsgegenstand ist i.d.R. ein betriebswirtschaftliches Problem bzw. Anwendungskonzept. Das Modellierungsergebnis ist ein nicht ablauffähiges Modell [4]. Simulationsmodelle hingegen sind ablauffähige Computerprogramme. Gegenüber den beschreibenden Prozeßmodellen weisen sie eine wesentlich umfangreichere und stärker DV-orientierte Syntax sowie einen höheren Detaillierungsgrad auf. Computersimulationen analysieren das Verhalten des Systems im Zeitablauf. Im Vergleich zu den beschreibenden Prozeßmodellen ist insbesondere die exakte Modellierung der Zeitdimension von Bedeutung.

---

[3] Vgl. Stott, J. W.; Crosslin, R. L.: (Information System Behavior), S. 38.

[4] Computergestützte Analysen von beschreibenden Modellen, wie z. B. 'what-if' Fragen, untersuchen lediglich Änderungen der statischen Struktur. Diese z.B. bei Einsatz eines Data Dictionary möglichen Abfragen beziehen sich auf die verwandten Modellierungskonstrukte und nicht auf das zeitbehaftete Modellverhalten.

Der Zusammenhang zwischen den Modelltypen besteht darin, daß grundsätzlich ein dynamisches Beschreibungsmodell vorliegen soll, um darauf aufbauend ein Simulationsmodell zu entwickeln. Die im folgenden Abschnitt beschriebene Prozeßmodellierung stellt somit die Grundlage der dynamischen Modellierung dar [5].

Untersuchungsgegenstand der dynamischen Modellierung ist das komplexe Zusammenwirken von Systemelementen. Aus diesem Grund weist die dynamische Modellierung einen stark interdisziplinären Charakter auf. Stott/Crosslin [6] bezeichnen sie als '.. a logical view of many reference disciplines, or an intersection of many of these disciplines'. Diese Begriffsinterpretation liegt der Ausarbeitung zugrunde. Sie ist in Abbildung 1 graphisch dargestellt.

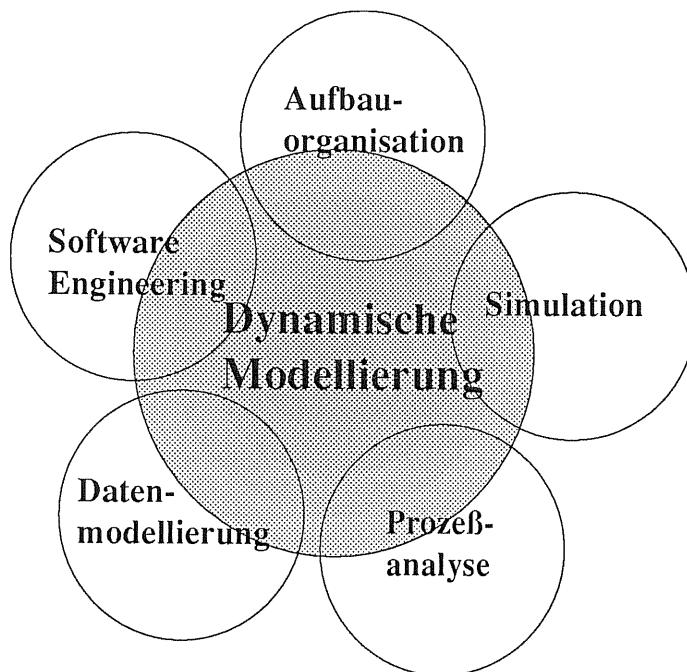


Abb. 1: Interpretation der dynamischen Modellierung

Aufgrund der unterschiedlichen Teildisziplinen, die zur Modellierung und Analyse dynamischer Systeme heranzuziehen sind, gibt es bisher keine geschlossene Theorie. Je nach Zielsetzung und Erfahrungshintergrund variiert die Sichtweise auf die dynamische Modellierung erheblich. Daher sollen nachfolgend die Begriffe 'Prozeßmodellierung' und 'Simulation' definiert werden.

[5] Rogers führt dazu aus: 'Intrinsic to the current theory of simulation and modelling as well as the fundamentals of systems analysis and systems engineering is the abstraction *process*', vgl. Rogers, R.V.: (Object-Oriented Simulation), S. 286.

[6] Vgl. Stott, J.W.; Crosslin, R.L.; (Information System Behavior), S. 40.

## II.2 Prozeßmodellierung

Zunächst wird der Prozeßbegriff festgelegt. Er bildet den Bezugspunkt zur Gliederung des Abschnittes III. Anschließend werden die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen betriebswirtschaftlicher und informationstechnischer Begriffsauslegung aufgezeigt. Dem schließt sich eine kurze Zusammenstellung der Arten und Ziele der Prozeßmodellierung an.

### II.2.1 Prozeß und Prozeßmodell

In der Literatur findet sich eine Vielzahl von Prozeßbegriffen, die sich je nach Anwendungsgebiet und Modellierungsmethodik stark voneinander unterscheiden. Basierend auf den Definitionen von Scheer [7], Klein [8] und Curtis et al. [9] soll hier folgender, allgemeiner Prozeßbegriff zugrunde gelegt werden:

Ein Prozeß ist ein zielgerichtetes Zusammenwirken von Aufgabenträgern bei der Ausführung von zeitlich, räumlich und logisch miteinander in Beziehung stehenden Prozeßelementen [10]. Ein Prozeß wird von einem Startereignis angestoßen und durch ein Schlußereignis beendet.

Das 'zielgerichtete Zusammenwirken von Aufgabenträgern' umfaßt die organisatorische und informationsbezogene Dimension des Prozeßbegriffes. Es lassen sich menschliche Aufgabenträger (Personen, Gruppen von Personen, Organisationseinheiten) von sachlichen (produktions- und informationstechnische Ressourcen) unterscheiden. Ihre wesentliche Aufgabe besteht in der Ausführung der Prozeßschritte sowie deren Planung, Steuerung und Kontrolle. Das zielgerichtete Zusammenwirken wird durch Koordinations- und Kommunikationsmechanismen beschrieben. Ein Prozeß soll grundsätzlich durch das *gemeinsame* Zusammenwirken menschlicher und sachlicher Aufgabenträger gekennzeichnet sein [11]. Art und Umfang der zeitlichen, räumlichen und logischen Beziehungen zwischen Prozeßelementen bestimmen die Verhaltensdimension eines Prozesses. Start- und Schlußereignis

---

[7] Vgl. Scheer, A.-W.: (Architektur), S. 65.

[8] Vgl. Klein, J.; (Datenintegrität), S. 14.

[9] Vgl. Curtis, B.; Kellner, M.I.; Over, J.: (Process modelling), in: Communications of the ACM 35(1992)9, S. 76.

[10] Prozeßelemente sind atomare Prozeßkomponenten bzw. Aggregationen (hierarchische Zusammenfassungen) davon. Atomare Prozeßkomponenten können sinnvoll nicht weiter untergliedert werden bzw. weisen keine unterscheidbare Struktur auf, vgl. ähnlich Scheer, A.-W. (Architektur), S. 65ff.

[11] An dieser Stelle soll nachdrücklich die Bedeutung der informationstechnischen Aufgabenträger (Hard- und Software) herausgestellt werden. Anwendungssysteme und algorithmische Ablaufbeschreibungen bestimmen und steuern die Aufgabendurchführung ähnlich wie menschliche Aufgabenträger.

dienen dazu, Beginn und Ende eines Prozesses bzw. Prozeßelementes eindeutig festzulegen.

Unter einem Prozeßmodell soll ein Beschreibungsmodell verstanden werden, das sich aus Prozeßelementen zusammensetzt. Es beschreibt den zeitlichen, räumlichen, logischen und organisatorischen Ablauf bei der Prozeßausführung sowie die damit einhergehenden Informationsflüsse. Die Beziehungen zwischen einzelnen Prozeßelementen und -komponenten werden in Form eines semantischen Netzwerk abgebildet.

Die Prozeßmodellierung im hier definierten Sinn beschränkt sich hinsichtlich des Detaillierungsgrades auf die Typebene [12]. Es wird von Einzelausprägungen der zu modellierenden Systemelemente abstrahiert. Die Modellaussagen beziehen sich auf Klassen gleichartiger Objekte.

## II.2.2 Arten und Ziele der Prozeßmodellierung

Ausgehend von dem allgemeinen Prozeßbegriff lassen sich die betriebswirtschaftliche, semantische und informationstechnische Prozeßmodellierung sowie die Meta-Prozeßmodellierung voneinander unterscheiden. Unterscheidungskriterium ist der jeweils betrachtete Modellierungsgegenstand.

Die betriebswirtschaftliche Prozeßmodellierung orientiert sich an der betriebswirtschaftlichen Ablauforganisation. Deren Untersuchungsgegenstand ist die Gestaltung des Arbeitsablaufes, d. h. die Analyse der räumlichen und zeitlichen Folge des Zusammenwirkens von Mensch, Betriebsmittel und Arbeitssystem [13]. Kosiol [14] entwickelt eine Reihe von Merkmalen zur organisatorischen Aufgabenanalyse, mit deren Hilfe sich Prozesse hinsichtlich des Beziehungsobjektes, der Verrichtung, des Ranges, der Phase und des Zweckes unterscheiden lassen. Primäre Zielsetzung der betriebswirtschaftlichen Prozeßmodellierung ist es, eine gewinnmaximierende Faktorkombination zu ermitteln und zu realisieren.

Die informationstechnische Prozeßmodellierung unterstützt eine prozeßgetriebene Softwareerstellung. Sie umfaßt die Analyse und Umsetzung einer gegebenen Anforderungsdefinition in eine System- und Modulspezifikation. Im Bereich des Software Engineering gibt

---

[12] Zur Unterscheidung zwischen Typ- und Ausprägungsebene vgl. Scheer, A.-W.: (Architektur), S. 6ff.

[13] Vgl. Schweitzer, M.: (Ablauforganisation), Sp. 1ff.

[14] Vgl. Kosiol, E.: (Organisation), S. 41ff.

es dazu eine Vielzahl von Ansätzen [15], die u.a. formale Prozeßprogrammiersprachen, Petri-Netz Modelle und quantitative Methoden umfassen. Zielsetzung der informationstechnischen Prozeßmodellierung ist es, verifizierbare und syntaktisch korrekte Programmbestandteile zu erzeugen. Der Softwareerstellungsprozeß soll automatisiert und mit Hilfe formaler Kriterien bewertbar gemacht werden.

Die semantische Prozeßmodellierung [16] versteht sich als Bindeglied zwischen informationstechnischer und betriebswirtschaftlicher Prozeßmodellierung. Sie umfaßt die Modellierung betriebswirtschaftlicher Informationssysteme und orientiert sich an dem Konzept der EDV-orientierten Betriebswirtschaftslehre von Scheer [17]. Die enge Beziehung und Kopplung mit betriebswirtschaftlichen Sachverhalten unterscheidet sie von der rein software-orientierten Betrachtung. Die Abbildungstreue der Anforderungsdefinition gegenüber dem betriebswirtschaftlichen Sachverhalt (Validität des Modells) steht im Vordergrund.

Die Durchführung der Prozeßmodellierung ist ebenfalls ein Prozeß. Dies wird durch den Begriff der 'Meta-Prozeßmodellierung' [18] zum Ausdruck gebracht. Betrachtungsgegenstand der Meta-Prozeßmodellierung sind die jeweiligen Arten der Prozeßmodellierung. Phasen- bzw. Vorgehensmodelle zur Steuerung des Softwareentwicklungsprozesses sind z.B. Ergebnisse der Meta-Prozeßmodellierung der informationstechnischen Prozeßmodellierung. Durchführung, Ablauf und (Projekt-)Organisation der betriebswirtschaftlichen, informationstechnischen und semantischen Prozeßmodellierung können so Gegenstand von Optimierungsüberlegungen sein (z.B. Bewertung alternativer Vorgehensmodelle oder Projektabläufe).

Die unterschiedlichen Sichten auf die Prozeßmodellierung sind in Abbildung 2 dargestellt. Die Überlappungen zwischen den einzelnen Arten der Prozeßmodellierung verdeutlichen die enge Verzahnung von betriebswirtschaftlichen und informationstechnischen Sachverhalten.

---

[15] Vgl. Curtis, B.; Kellner, M.I.; Over, J.: (Process modelling), S. 79 ff und die dort angegebene Literatur.

[16] Vgl. Keller, G.; Nüttgens, M.; Scheer, A.-W.: (Semantische Prozeßmodellierung), S. 1ff.

[17] Vgl. Scheer, A.-W.: (EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre), S. 5.

[18] Der Begriff 'Meta-Modell' ist ein relativer Begriff und bringt zum Ausdruck, daß es sich um eine Beschreibung der Beschreibung handelt. So ist beispielsweise auch die Beschreibung der natürlichen Sprache in natürlicher Sprache ein 'Meta-Modell'. Vgl. dazu auch: Osterweil, L.: (Software Processes), S. 3.



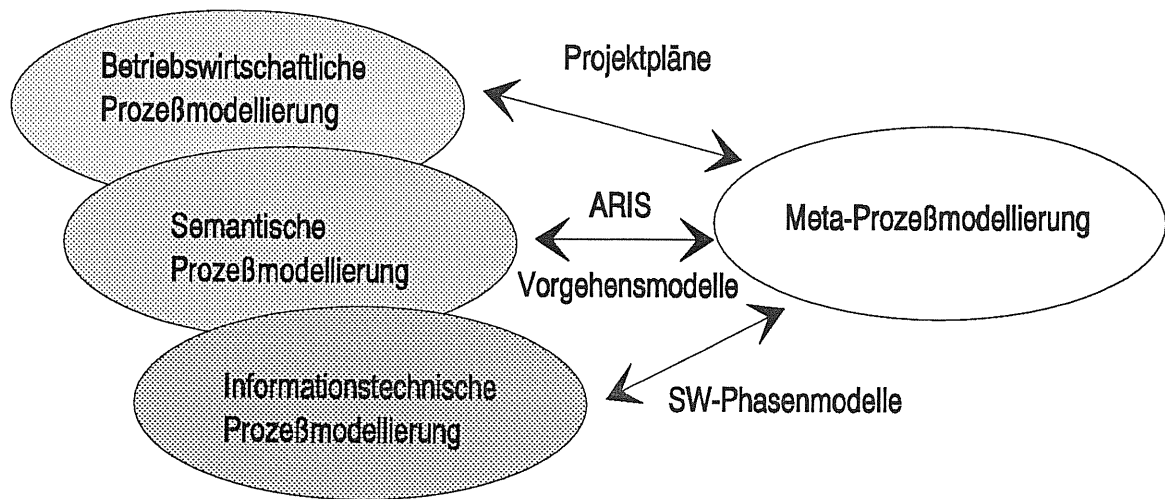


Abb.2: Arten der Prozeßmodellierung

Ziele und Nutzen der Prozeßmodellierung sind weitgehend unabhängig von dem betrachteten Untersuchungsgegenstand. Prozeßmodelle

- erhöhen die Transparenz und das Verständnis des Prozeßablaufes und tragen so zu einer vereinfachten Kommunikation über Prozeßinhalte bei,
- bilden die Ausgangsbasis für eine simulationsgestützte Analyse und Optimierung,
- unterstützen die Planung, Steuerung und Kontrolle von Prozessen und
- ermöglichen eine teilautomatisierte Prozeßführung und -ausführung.

### II.3 Simulation

Simulation soll nach Shannon [19] wie folgt definiert werden:

'Simulation is the process of designing a model of a real world system and conducting experiments with this model for the purpose of either understanding the behaviour of the system or evaluating various strategies for the operation of the system.'

Gemäß dieser Definition wird die Simulation als ein Prozeß bzw. Vorgehen interpretiert, in dessen Verlauf ablauffähige Modelle entwickelt werden. Diese Modelle sind Ausgangspunkt zur Durchführung von Experimenten. Ziel ist es, daß Systemverhalten zu verstehen und unterschiedliche Strategien und Maßnahmen zur Prozeßabwicklung zu bewerten. Voraussetzung dafür ist, daß das Zeitverhalten sowie die Entscheidungsvariablen, Strukturgrößen und Parameter hinreichend exakt bezüglich der verfolgten Zielsetzung abgebildet werden. Die typenbezogene Betrachtung der Prozeßmodellierung wird dazu auf Ausprägungsebene verfeinert bzw. ergänzt.

[19] Vgl. Shannon, R.E.: (Systems Simulation), S. 2.

Simulation kann darüber hinaus als eine spezielle Art von Informationssystem verstanden werden, dessen Aufgabe es ist, andere Systeme softwaretechnisch abzubilden und dynamische Analysen zu ermöglichen [20]. Die im Rahmen der Simulation abgebildeten Systeme sind i.d.R. betriebswirtschaftliche Realsysteme (z.B. Simulation von Fertigungssystemen) bzw. informationstechnische Systeme (z.B. Simulation von Datenbanken, Netzwerken).

### III. GRUNDLAGEN DER MODELLIERUNG DYNAMISCHEN SYSTEMVERHALTENS

Die Modellierung dynamischen Systemverhaltens ist außerordentlich komplex. Curtis et al. [21] führen aus, daß ein umfassendes Prozeßmodell u.a. folgende Informationen beinhalten sollte:

- was zu tun ist,
- wer es zu tun hat,
- wann und wo es zu tun ist und
- wie und warum es getan wird.

Ein Prozeßmodell, das derart viele Informationen beinhaltet, wird bereits bei relativ kleinen Sachverhalten unübersichtlich. Es wäre damit wenig sinnvoll hinsichtlich der mit einer Prozeßmodellierung verfolgten Zielsetzungen wie Übersichtlichkeit und Klarheit der Darstellung. Aus diesem Grund soll sich die (beschreibende) Prozeßmodellierung primär auf die 'Was?', 'Wer?' und 'Wann?' Fragestellungen beschränken. Das 'Wie?' der Prozeßausführung wird in dem zweiten Modellierungsschritt, der Simulationsstudie, detailliert behandelt. Zur weiteren Reduktion der Modellkomplexität ist es sinnvoll, zusätzlich einzelne Modellierungssichten (Perspektiven) einzuführen. Sie bilden lediglich Teilausschnitte des zu modellierenden Systems ab. In Anlehnung an Scheer lassen sich die Funktions-, Organisations-, Informations- und Steuerungssicht unterscheiden, vgl. Abbildung 3.

---

[20] Diese Begriffsauslegung ist weiter gefaßt als die im Bereich des Operations Research vorherrschende Interpretation, vgl. dazu etwa Müller-Merbach, H.: (Operations Research), S. 451ff.

[21] Vgl. Curtis, B.; Kellner, M.I.; Over, J.: (Process modelling), S. 77.

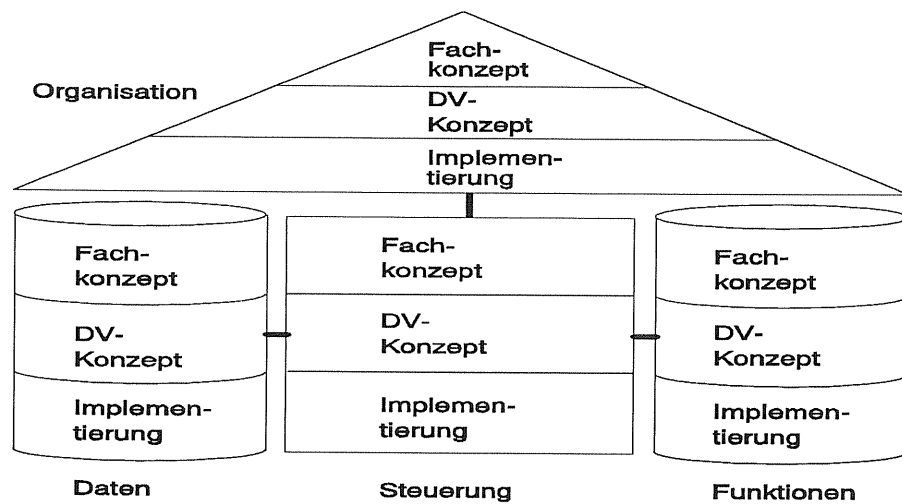


Abb. 3: Architektur integrierter Informationssysteme [22]

In Erweiterung des Ansatzes von Scheer wird eine zeitbezogene 'Sicht' [23] eingeführt. Sie dient dazu, daß Zeitverhalten ('Wann?'-Fragestellung) abzubilden. Dies ist vor allem im Hinblick auf die Simulation des dynamischen Systemverhaltens notwendig. Denn eine simulationsgestützte Analyse des dynamischen Systemverhaltens erfordert eine detaillierte Darstellung der Zeitdimension des Untersuchungsbereiches. Die Grundkonzeption zur Modellierung des dynamischen Systemverhaltens ist in Abbildung 4 dargestellt. Sie liegt den weiteren Ausführungen zugrunde.

[22] Vgl. Scheer, A.-W.: (Architektur), S. 18.

[23] Obwohl die Zeitdimension keine eigenständige Modellierungssicht im engeren Sinne darstellt, soll sie von den anderen Sichten isoliert werden. Damit werden die dynamischen Aspekte von Prozessen explizit verdeutlicht.

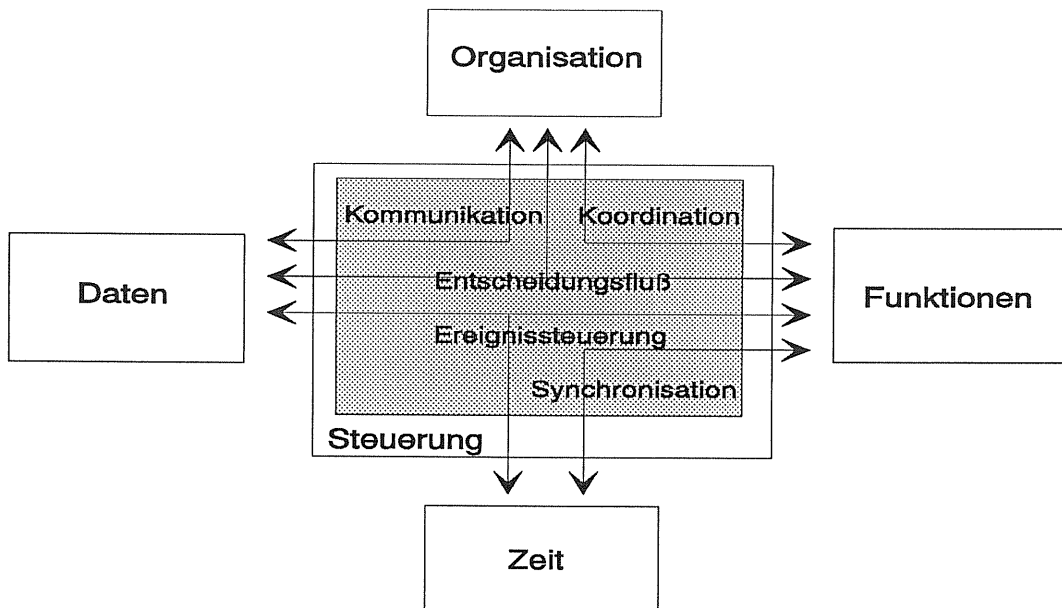


Abb. 4: Konzeption zur Modellierung des dynamischen Systemverhaltens

Der Einteilung in einzelne Beschreibungsebenen - wie in Abbildung 3 vorgenommen - soll hier nicht gefolgt werden, da die Modellierung betriebswirtschaftlicher Sachverhalte im Vordergrund steht. Die DV-Konzept-Ebene umfaßt lediglich die Erstellung des ablauffähigen Simulationsmodells und soll nicht gesondert betrachtet werden.

### III.1 Funktionssicht

Der Funktionsbegriff wird je nach Wissenschaftsdisziplin und Methodenzusammenhang unterschiedlich interpretiert und verwandt. In Anlehnung an Keller et al. [24] wird eine betriebswirtschaftlich orientierte Sicht zugrunde gelegt. Dementsprechend soll unter einer Funktion die zielgerichtete Durchführung eines betrieblichen Vorganges verstanden werden. In Abgrenzung zum objektbezogenen Prozeß soll eine Funktion nach tätigkeitsbezogenen Kriterien gebildet werden.

Die Funktionssicht umfaßt gemäß Scheer [25]

- die Darstellung der hierarchischen Funktionsstruktur,
- die Ablauffolge der Funktionen sowie
- deren Bearbeitungsformen.

[24] Vgl. Keller, G.; Nüttgens, M.; Scheer, A.-W.: (Semantische Prozeßmodellierung), S. 8ff.

[25] Vgl. Scheer, A.-W.: (Architektur), S. 62ff.

Die hierarchische Funktionsstruktur ist Ergebnis einer 'top-down' orientierten Funktionszerlegung (Dekomposition). Sie verdeutlicht statische Über- und Unterordnungsbeziehungen zwischen einzelnen Funktionen. Die hierarchische Funktionsstruktur liefert wichtige Informationen zur hierarchischen Strukturierung von Prozessen und Prozeßelementen.

Die Festlegung der Ablauffolge behandelt zeitliche und logisch-kausale Beziehungen zwischen Funktionen. An dieser Stelle soll nur die logisch-kausale Ablauffolge näher betrachtet werden. Zeitliche Beziehungen werden unter Punkt III.4 bei der Modellierung des Zeitverhaltens diskutiert. Die logisch-kausale Abfolge von Funktionen wird u.a. festgelegt durch die Formulierung von

- Eingangs- und Ausgangsbedingungen als Voraussetzung zur Funktionsdurchführung,
- Regeln der Funktionsdurchführung,
- Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen Funktionen,
- Rückkopplungsbeziehungen und
- Nebenbedingungen bei der Funktionsdurchführung.

Die Beschreibung der logisch-kausalen Ablauffolge weist einen engen Bezug zur Ereignismodellierung im Rahmen der Steuerungssicht und des Zeitverhaltens auf. Das Erfüllen einer bestimmten Eingangs- bzw. Ausgangsbedingung läßt sich durch Eintritt eines entsprechend definierten Ereignistypes abbilden. Regeln zur Steuerung der Ablauffolge stellen eine logische Erweiterung elementarer Eingangs- und Ausgangsbedingungen dar. Sie können als bedingte Ereignistypen interpretiert werden. Bedingte Ereignistypen lassen sich mit Hilfe Boole'scher Operatoren in Form aussagenlogischer Beziehungen zwischen Ereignistypen formulieren. Sie stellen eine eigenständige Ereignisklasse dar. Jedes Element dieser Klasse ist ein Ereignis, das sich aus mehreren logisch miteinander verknüpften Ereignissen zusammensetzt [26]. Das Eintreten eines bedingten Ereignisses wird durch die Wahrheitswerte der zugrunde liegenden Boole'schen Aussagen abgebildet. Abbildung 5 zeigt einen Vorschlag, wie ein derartiger Sachverhalt modelliert werden kann.

---

[26] Es handelt sich damit um die Definition von einem 'Ereignis über Ereignissen'.

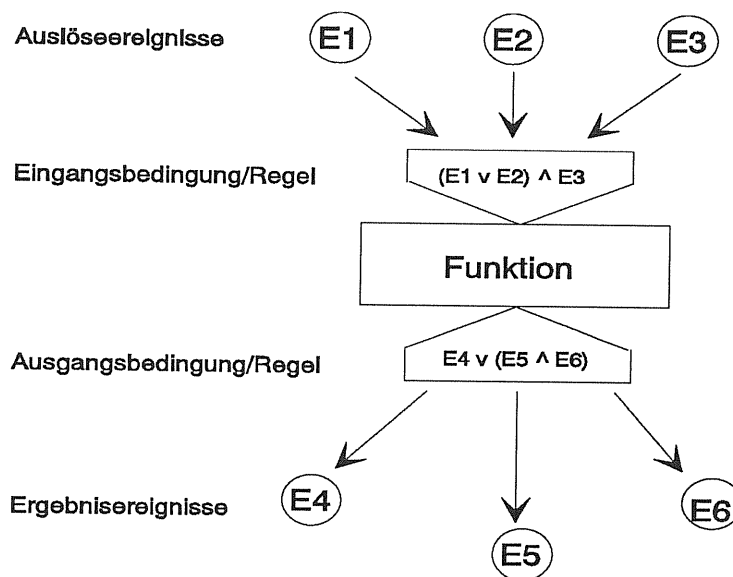


Abb. 5: Modellierung von bedingten Ereignissen/Regeln (veränderte Abbildung in Anlehnung an [27])

Logische Ursache-Wirkungsbeziehungen sowie Rückkopplungsbeziehungen sind ebenfalls zeitbezogen. Bei ersteren muß die Ursache zeitlich vor dem Eintreten der Wirkung liegen. Ähnliches gilt auch für eine Rückkopplungsbeziehung (feed-back-loop), bei der das Ergebnis einer Funktion Teil der Eingangsinformation für eine zeitliche vorgelagerte Funktion ist. Nebenbedingungen bei der Funktionsdurchführung lassen sich z.B. in Form begrenzter Ressourcenkapazitäten oder Absatzrestriktionen abbilden.

Zur Beschreibung unterschiedlicher Bearbeitungsformen bei der Funktionsausführung ist eine Unterscheidung hinsichtlich des Grades der EDV-Unterstützung sinnvoll [28]. Denn Ziel der Prozeßanalyse ist es, eine möglichst gute Zuordnung und Verteilung von Verantwortlichkeiten zwischen Mensch und Computer bei der Funktionsdurchführung zu erreichen. Scheer unterscheidet dementsprechend zwischen DV-gestützten und manuellen Funktionen. Erstere können als Batchfunktion oder dialoggestützte Benutzertransaktion ausgeführt werden.

### III.2 Organisationssicht

Gegenstand der Modellierung der Organisationssicht sollen gemäß der eingeführten Prozeßdefinition die menschlichen und sachlichen Aufgabenträger sein. Es wird beschrieben, wer (d.h. welche Organisationseinheiten) bzw. was (d.h. welche Ressourcen) Prozesse aus-

[27] Vgl. Banos, D.; Malbosc, G.: (Merise Pratique), S. 29ff.

[28] Vgl. Scheer, A.-W.: (Architektur), S. 74.

führt bzw. deren Durchführung steuert und kontrolliert. Im Gegensatz zu Scheer, der die informationstechnische Ressourcensicht in ein Phasenmodell auflöst [29], sollen die Ressourcen im Rahmen der Prozeßanalyse ausdrücklich modelliert werden. Denn Betriebsmittel sind häufig Untersuchungsgegenstand einer simulationsgestützten Prozeßanalyse und -optimierung. Betriebsmittelbezogene Kapazitäts- und Engpaßanalysen (Maximierung der Kapazitätsauslastung, Ermitteln von Engpässen bei gegebener Systemlast) sowie die Simulation von Betriebsmittelstörungen stellen typische Simulationsfragestellungen dar.

Die statischen Beziehungen zwischen Organisationseinheiten werden i.d.R. in Form eines Organigramms dargestellt. Mit dessen Hilfe werden disziplinarische Anordnungs- und Weisungsbefugnisse sowie Dispositions- und Entscheidungszusammenhänge abgebildet. Letztere lassen sich durch Einführung von Dispositionsebenen beschreiben. Darüber hinaus lassen sich Mitarbeiter hinsichtlich ihrer Fähigkeiten und Qualifikationen klassifizieren und gruppieren. Dies wird u.a. durch Einführung von Benutzerklassen zum Ausdruck gebracht.

Gegenstand der ressourcenbezogenen Modellierung sind produktionsorientierte sowie informationsverarbeitende Betriebsmittel. Zu deren Modellierung hat sich noch keine einheitliche Beschreibungssprache herausgebildet. Einen ersten - allerdings unvollständigen - Ansatzpunkt hierzu liefert das CIM-OSA Projekt [30]. Dort wird eine Klassifikation der Ressourcen in anwendungsbezogene, maschinenorientierte, kommunikationsorientierte und datenhaltungsbezogene Kategorien vorgeschlagen. Obwohl dieser Ansatz implementierungsnah ausgerichtet ist, ist eine Gruppierung und Zusammenfassung von Ressourcen gemäß bestimmter Kriterien prinzipiell sinnvoll.

### III.3 Datensicht

Die Datensicht beschreibt die statische Informationsstruktur des zu analysierenden fachlichen Anwendungsbereiches. Bei der Datenanalyse und -modellierung werden alle relevanten Elemente des Untersuchungsbereiches sowie die zwischen ihnen bestehenden statischen Beziehungen erfaßt. Ansatzpunkte dazu bilden etwa eine Informationsbedarfsanalyse, eine Dokumentenanalyse sowie Anwender- und Experteninterviews. Die statische Informationsstruktur läßt sich in Form eines Entity-Relationship-Models (ERM) abbilden [31].

---

[29] Dies ist bei der von Scheer verfolgten Zielsetzung sinnvoll vgl. Scheer, A.-W.: (Architektur), S. 15ff.

[30] Vgl. ESPRIT Consortium AMICE (Hrsg.): (Open System Architecture), S. 47.

[31] Zu grundlegenden methodischen Fragestellungen der Datenmodellierung vgl. Hars, A.; Heib, A.; Kruse, Chr.; Michely, J.; Scheer, A.-W.: (Data Modelling Methodologies).

Der Datensicht kommt aus mehreren Gründen eine besonders hohe Bedeutung zu. Die Elemente der anderen Sichten wie z.B. Ressourcen, Organisationseinheiten, Ereignisse, Mitarbeiter, Funktionen etc. sind gleichzeitig Informationen und damit Gegenstand der Datensicht. Zudem existiert mit der ERM-Technik ein Quasi-Standard zur Modellierung der Datensicht. Für die Speicherung und Verarbeitung der Daten steht mit der Datenbanktechnologie ein erprobtes, computergestütztes Verfahren zur Verfügung.

### III.4 Zeitverhalten

Die Zeitdimension ist in vielen Elementen betriebswirtschaftlicher und informationstechnischer Anwendungsbereiche implizit enthalten. So legt z.B. ein Arbeitsplan die zeitliche Reihenfolge der Arbeitsschritte und deren Dauer fest. Aufträge treffen zu einem bestimmten Zeitpunkt ein und sind unter Einhaltung des Liefertermins abzuwickeln. Läger, Puffer und Warteschlangen dienen zur Zeitüberbrückung nicht synchroner Prozeßschritte. Im informationstechnischen Umfeld wird der Zeitbezug von Daten i.a. zur Unterscheidung zwischen Stamm- und Bewegungsdaten herangezogen. Prozeßmodellierung setzt daher die Modellierung und Beherrschung des Zeitverhaltens voraus [32].

#### III.4.1 Ereignisbegriff und -klassifikation

Zentral bei der Modellierung des Zeitverhaltens ist der Ereignisbegriff. Mit Hilfe von Ereignissen wird die Steuerung und Kontrolle von Prozeßabläufen sowohl auf zeitlicher als auch logisch-kausaler Ebene beschrieben. Ein Ereignis soll in Anlehnung an die in der Netzplantechnik gebräuchliche Definition DIN 69900 wie folgt definiert werden:

Ein Ereignis ist ein Zeitpunkt, der das Eintreten eines definierten Systemzustandes markiert.

Einem Ereignis soll eine Zeitdauer von null Zeiteinheiten zugeordnet werden [33]. Es benötigt keine Ressourcen.

Zur Modellierung von Ereignissen auf anwendungsbezogener Ebene ist es sinnvoll, eine Ereignistypklassifikation vorzunehmen. Dies erleichtert die Identifikation von Ereignissen

---

[32] Grochla spricht von zeitlichen Bedingungen der Verarbeitungsaufgaben, vgl. Grochla, E. et al.: (Integrierte Gesamtmodelle), S. 140 ff.

[33] Vgl. Abweichend dazu ordnet etwa Anderson einem Ereignis eine von 0 verschiedene Zeitdauer zu, vgl. Anderson, T.L.: (Modelling events), S. 161.



und beschleunigt die Erstellung ereignis- bzw. prozeßorientierter Simulationsmodelle. Mögliche Klassifikationskriterien [34] sind u.a.

- der Entstehungsort der Ereignisse,
- die Rolle des Ereignisses bzgl. einer Funktion und
- die Unterstützung informationstechnischer Funktionen.

Hinsichtlich des Entstehungsortes von Ereignissen wird i.a. zwischen externen und internen Ereignistypen unterschieden. Externe Ereignisse wirken von außen auf das zu untersuchende System ein und führen zu einem Daten- bzw. Steuerfluß, der in das System einfließt. Externe Ereignisse weisen auf Schnittstellen zu Umsystemen hin. Interne Ereignisse treten innerhalb des betrachteten Systems auf. Ereignisse können bezüglich einer Funktion eine auslösende Rolle spielen oder sind Ergebnis einer Funktionsdurchführung. Neben betriebswirtschaftlich orientierten Ereignistypen werden auch informationstechnisch orientierte betrachtet. Darunter fallen z.B. Ereignistypen, die Funktionen bezüglich der Informationsbasis (Datenbank) anstoßen. Hierzu zählen z.B. Ereignisse, die Schreib-, Lese-, Änderungs-, und Löschoperationen innerhalb einer Datenbank auslösen.

### III.4.2 Zeitliche Beziehungen zwischen Ereignissen

Prozesse bzw. Prozeßelemente lassen sich - gemäß obiger Definition - auf eine Folge von Ereignissen reduzieren. Mit Hilfe der zeitlichen Beziehungen zwischen Ereignissen läßt sich demnach die zeitliche Ablauffolge von Prozessen beschreiben. Prozesse können u.a.

- zeitlich parallel verlaufen (Nebenläufigkeit),
- in einer zeitlichen Vorgänger-Nachfolger Beziehung zueinander stehen oder
- bestimmten zeitlichen Restriktionen unterliegen.

Zwei Prozesse laufen parallel, wenn sie ein gleiches Startereignis besitzen oder zwischen den jeweils auslösenden Ereignissen eine logische 'und'-Beziehung besteht. Eine Vorgänger-Nachfolger Beziehung besteht dann, wenn das Startereignis eines Prozesses frühestens mit dem Endereignis eines vorhergehenden Prozesses eintritt. Zeitliche Restriktionen bei der Prozeßausführung [35] liegen z.B. dann vor, wenn ein Prozeß erst mit einer bestimmten Verzögerung nach Beendigung eines Vorgängerprozesses gestartet werden darf oder die Prozeßdauer eine bestimmte Länge nicht unter- bzw. überschreiten darf. Im ersten Fall ist eine zeitliche Bedingung zwischen dem Endereignis des Vorgängerprozesses und dem Startereignis des betrachteten Prozesses zu formulieren. Im zweiten Fall muß zwischen dem Startereignis und dem Endereignis ein gewisses Zeitintervall liegen. Minimale und

---

[34] Bei der Behandlung der logisch-kausalen Ablauffolge wurde darüber hinaus zwischen elementaren und bedingten (komplexen) Ereignissen unterschieden.

[35] Vgl. dazu etwa Oberweis, A.; Lausen, G.: (Temporal knowledge), S. 126. Eine detaillierte Betrachtung findet sich in: Oberweis, A.: (Zeitstrukturen), S. 5ff.

maximale Prozeßdauern lassen sich ebenfalls über entsprechende Ereignisbedingungen abbilden. Grundlegende Ausführungen zur Modellierung von möglichen Zeitbeziehungen finden sich bei Allen [36]. Danach sind grundsätzlich die in der nachfolgenden Abbildung beschriebenen Anordnungsmöglichkeiten zwischen Zeitintervallen möglich.

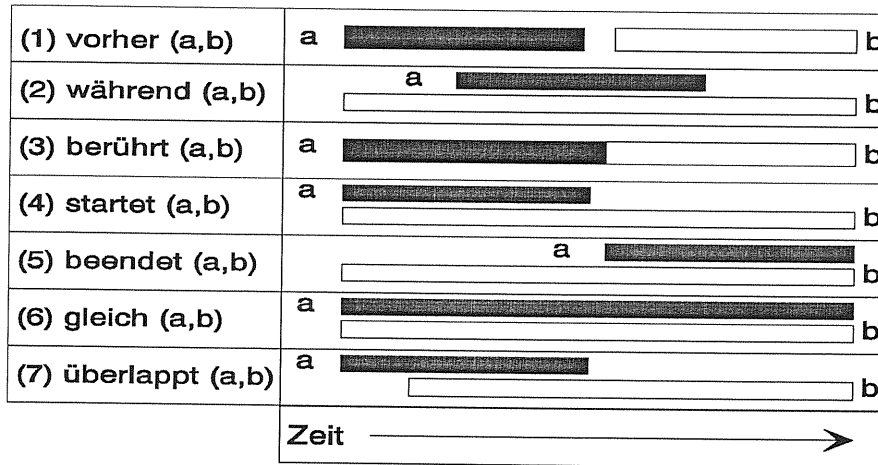


Abb. 6: Beziehungen zwischen Zeitintervallen

Zentrales Problem bei der Modellierung des Zeitverhaltens ist die Wahl des Detaillierungsgrades, d.h. des zugrundeliegenden Zeitmaßstabes. Sehr feine Analysen des Zeitverhaltens führen schnell zu einer großen Zahl von zeitlichen Restriktionen. Insbesondere bei der Modellierung betriebswirtschaftlicher Sachverhalte ist es i.a. nicht sinnvoll, daß Zeitverhalten zu detailliert abzubilden. Im Rahmen der Prozeßmodellierung sollten lediglich Vorgänger-Nachfolger Beziehungen, prinzipielle Möglichkeiten einer Parallelbearbeitung sowie wichtige Zeitrestriktionen auf Typebene abgebildet werden.

Beim Übergang zu einer simulationsgestützten Analyse ist eine zielorientierte Verfeinerung des Zeitmaßstabes notwendig. Bei einer engpaßorientierten Fragestellung ist z. B. die Verfügbarkeit einer Ressource im Zeitablauf von Bedeutung, so daß die einzelnen Zustände der Ressource exakt abzubilden sind.

### III.4.3 Ansätze zur Modellierung des Zeitverhaltens

Ein Ansatz zur Abbildung der Zeitdimension bei der Prozeßmodellierung findet sich bei Gulla et al. [37]. Das zeitbezogene Konstrukt wird als 'timer' bezeichnet. Es kann auf zwei verschiedene Arten benutzt werden. Uhren (clocks) dienen dazu, den Zeitbezug von Ereignis-

[36] Vgl. Allen, J.F.: (Temporal Intervals), S. 835.

[37] Vgl. Gulla, J.A.; Lindland, O.I.; Willumsen, G: (Integrated CASE environment), S. 43.

nissen zu modellieren. Verzögerungselemente (delays) erlauben es, die Auslösung von Ereignissen um ein vorbestimmtes Zeitintervall zu verzögern. Abbildung 7 zeigt die graphische Darstellung des Zeitkonstruktes. Eingehende Flüsse aktivieren bzw. de-aktivieren die Uhr, während der ausgehende Pfeil das zeitpunktbezogene Ereignis darstellt. Durch Angabe der natürlichen Zahl  $n$  kann die Verzögerungszeit eingestellt werden.

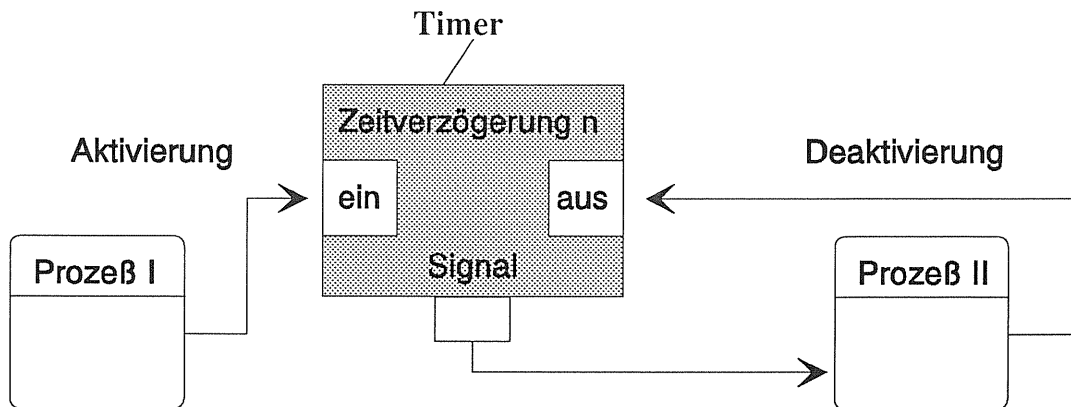


Abb. 7: Zeitkonstrukt der PrM-Sprache [38]

Eine detaillierte Modellierung der Zeitdimension ist Voraussetzung zur Formulierung von ereignis- bzw. prozeßorientierten Simulationsmodellen [39]. Zu den zeitbezogenen Komponenten eines ereignisorientierten Simulationsmodells gehören eine Simulationsuhr, eine Ereignisliste, eine Zeitführungsroutine sowie eine Ereignisroutine [40]. Aufgabe der Simulationsuhr ist es, die jeweils aktuelle Simulationszeit abzubilden. Die Ereignisliste umfaßt alle abzuarbeitenden Ereignisse. Die Zeitführungsroutine wählt die nächsten zur Abarbeitung anstehenden Ereignisse der Ereignisliste aus und stellt die Simulationsuhr auf den entsprechenden Zeitpunkt ein. Die Ereignisroutine aktualisiert den Modellzustand je nach auftretendem Ereignistyp (z.B. Eingang eines Kundenauftrages -> Anstoß einer Kundenauftragsbearbeitung).

### III.5 Steuerungssicht

Aufgabe der Steuerungssicht ist es, die Beziehungen zwischen Elementen der bisher isoliert betrachteten Teilsichten aufzuzeigen. Damit wird der logische Prozeßzusammenhang wieder hergestellt, wobei dynamische Steuerungsaufgaben im Vordergrund stehen sollen [41].

[38] Vgl. Gulla, J.A. et al.: (Integrated CASE environment), S. 43.

[39] Vgl. Law, A.M.; Kelton, D.W.: (Simulation Modelling), S. 8ff.

[40] Vgl. Page, B.: (Diskrete Simulation), S. 33.

[41] Die Beziehungen zwischen Daten und Funktionen (Datenfluß) sollen hier unberücksichtigt bleiben.

### III.5.1 Koordination (Funktionen-Organisation)

Die Verbindung zwischen Funktion und Organisation wird nachfolgend als Koordination bezeichnet. Unter Koordination soll in Anlehnung an Frese [42] die Abstimmung (Disposition) von Organisationseinheiten zur Durchführung eines Prozesses verstanden werden. Dieser Zusammenhang ist gemäß Scheer [43] grundsätzlich in Form eines Funktionsebenenmodells bzw. einer Funktions-Organisations-Matrix beschreibbar. Inhalt von Koordinationsmaßnahmen ist das Festlegen der zu erfüllenden Aufgaben durch Stellenbeschreibungen und Ablaufregelungen. Sie steuern das Zusammenwirken von menschlichen und sachlichen Aufgabenträgern innerhalb des Prozeßablaufes, indem sie die Aufgabenverteilung, Bearbeitungsberechtigung und Verantwortlichkeiten vorgeben. Gleichzeitig wird die Inanspruchnahme der Ressourcen bei der Aufgabendurchführung festgelegt.

### III.5.2 Kommunikation (Daten-Organisation)

Die Verbindung zwischen Daten und Organisation umfaßt nach Scheer [44] die Zuordnung von Daten zu Organisationseinheiten. Ein Datenebenenmodell beschreibt die Verwendung unterschiedlicher Daten auf unterschiedlichen Dispositionsstufen. Ferner werden die Zugriffs- und Manipulationsrechte bezüglich einzelner Informationsobjekte festgelegt sowie die Ereignissteuerung von Organisationseinheiten modelliert. Bei letzterer werden bestimmte Aktivitäten bei einer Organisationseinheit durch Aktionsnachrichten ausgelöst. Die dargelegten Aspekte sollen hier zu dem Begriff der Kommunikation zusammengefaßt werden. Unter Kommunikation soll der Austausch von Informationen zwischen einer sendenden und einer empfangenden Organisationseinheit verstanden werden [45]. Sender bzw. Empfänger können menschliche und sachliche Aufgabenträger sein.

### III.5.3 Synchronisation (Zeitverhalten-Funktionen)

Bei der Modellierung und simulationsgestützten Analyse des dynamischen Systemverhaltens ist die zeitlich-logische Abstimmung zwischen einzelnen Prozeßkomponenten wie Informationen, Ressourcen oder Funktionen von großer Bedeutung. Dies wird nachfolgend als Synchronisation bezeichnet. Auf Ebene des betriebswirtschaftlichen Fachkonzeptes ergeben sich Synchronisationsanforderungen auf vielfältige Weise. Eine Synchronisation ist z.B. notwendig, wenn verschiedene Nachfrager (z.B. Aufträge) konkurrierend auf eine

---

[42] Vgl. Frese, E.; Noctel, W.: (Organisation), S. 19.

[43] Vgl. Scheer, A.-W.: (Architektur), S. 110.

[44] Vgl. Scheer, A.-W.: (Architektur), S. 126.

[45] Vgl. dazu: Hax, H.: (Kommunikation), Sp. 2170ff.

Ressource mit begrenzter Kapazität zugreifen. Analog verhält es sich, wenn unterschiedliche Informationen zur Durchführung einer Funktion bereitgestellt werden müssen und zu unterschiedlichen Zeitpunkten eintreffen. In diesem Fall ist ein Puffer zur Zwischenspeicherung der Information vorzusehen. Eine Synchronisation ist ferner bei der Koordinierung paralleler Prozesse an den Verzweigungs- und Zusammenführungspunkten erforderlich. Aus informationstechnischer Sicht ist das Problem der Synchronisation insbesondere bei verteilten Systemen und bei der Simulation dynamisch interagierender Systeme von Bedeutung.

An dieser Stelle soll lediglich die Beziehung zwischen Zeitverhalten und Funktionsausführung näher betrachtet werden. Entsprechend wird Synchronisation als zeitbezogene Vorbedingung zur Funktionsdurchführung interpretiert. Synchronisationsbedingungen dieser Art werden i.a. in Form logischer 'und'-Bedingungen zwischen Ereignistypen abgebildet [46].

### III.5.4 Ereignissteuerung (Zeitverhalten-Daten-Funktionen)

Zentraler Begriff im Zusammenhang mit der Ereignissteuerung ist der Trigger. Darunter soll ein zeitbezogener Auslösemechanismus verstanden werden, der die Ausführung von Funktionen anstößt. Dieser Triggerbegriff stellt eine Erweiterung des obigen Ereignisbegriffes dar, indem der enge Bezug zwischen Ereignis, Daten und Funktion herausgestellt wird. Analog zu Scheer [47] soll der Triggerbegriff sowohl auf betriebswirtschaftlicher Ebene als auch DV-technischer Ebene Anwendung finden.

Es lassen sich zeitliche, logische und örtliche Trigger unterscheiden [48]. Logische Trigger sind bereits oben bei der Beschreibung logischer Beziehungen zwischen Ereignissen bzw. Funktionen behandelt worden. Sie werden häufig als 'Event-Condition-Action'-Tripel wie folgt definiert [49].

```
when <Ereignis tritt ein>  
if <Bedingung ist erfüllt>  
do <führe Aktion aus>
```

Örtliche Trigger beziehen sich auf verteilte Systeme und sollen hier nicht näher behandelt werden. Hinsichtlich der zeitlichen Trigger gibt es unterschiedliche Möglichkeiten zur Steuerung der Auslösung. Oberweis/Lausen [50] unterscheiden z.B. zwischen 'single fixed date triggering', 'repeated fixed date triggering' und 'delayed triggering'. Im ersten Fall wird

---

[46] Vgl. dazu etwa Banos, D.; Malbosc, G.: (Merise Pratique), S. 5.

[47] Vgl. Scheer, A.-W.: (Architektur), S. 119.

[48] Vgl. Scheer, A.-W.: (EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre), S. 270.

[49] Vgl. beispielsweise bei Datenbanken: Dittrich, K.R.: (Datenbanktechnologie), S. 11.

[50] Vgl. Oberweis, A.; Lausen, G.: (Temporal aspects), S. 249.

ein Trigger bei Eintritt eines vorher definierten Zeitpunktes einmalig ausgelöst. Bei dem 'repeated fixed date triggering'-Mechanismus wird ein Trigger wiederholt bei Eintritt eines bestimmten Datums ausgelöst. Ein derartiger Fall liegt z.B. bei einer monatlichen Gehaltsüberweisung vor. Wird die Auslösung eines Triggers um eine vorherbestimmte Zeiteinheit nach Eintritt eines Ereignisses ausgelöst, handelt es sich um den 'delayed triggering' Auslösemechanismus.

### III.5.5 Entscheidungsfluß (Funktionen-Organisation-Daten)

Neben ausführenden Tätigkeiten fallen im Rahmen der Prozeßdurchführung insbesondere Planungs-, Steuerungs- und Kontrollaufgaben an. Sie sollen nachfolgend unter dem Begriff 'Entscheidungsfluß' zusammengefaßt werden. Gegenstand der Entscheidungsmodellierung sind Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen Funktionen, Organisation und Daten (bzw. das Zusammenwirken von Koordination und Kommunikation gemäß obiger Definitionen). Das Entscheidungsproblem wird damit in den größeren Zusammenhang der Datenversorgung, der organisatorischen Eingliederung sowie der Funktionsdarstellung eingeordnet.

Während der Abwicklung von Geschäftsprozessen bzw. beim Entwurf von Informationssystemen sind eine Vielzahl von Entscheidungen unterschiedlichen Types zu treffen. Entscheidungen sind dabei i.d.R. Auswahlhandlungen. So sind z.B. alternative Prozeßabläufe und Systementwürfe festzulegen, zielloptimale Parameterkombinationen zu ermitteln oder komplexe Gruppenentscheidungen zu formulieren. Alternative Prozeßabläufe lassen sich relativ einfach durch Boole'sche Verknüpfungen entsprechender Ereignistypen abbilden. Eine einfache Auswahlhandlung ohne algorithmische Unterstützung bzw. anderweitigen Ressourceneinsatz soll als elementarer Entscheidungstyp bezeichnet werden. Eine algorithmische Ermittlung zielloptimaler Parameterkombinationen, welche i.d.R. die Bereitstellung entsprechender Daten und Ressourcen erfordert, stellt demgegenüber einen komplexen Entscheidungstyp dar. Es ist sinnvoll, diese Unterscheidung im Rahmen eines Prozeßmodells abzubilden.

### III.6 Berücksichtigung quantitativer Größen und Meßgrößenproblematik

Die Aussagefähigkeit von Prozeß- und Simulationsmodellen ist eng verknüpft mit Fragen der Erfassung und Bewertung quantitativer und qualitativer Größen. Es läßt sich eine Vielzahl prinzipiell zu berücksichtigender Einflußgrößen definieren wie z. B.

- physikalische Größen (Zeiten, Mengen/Kapazitäten, Entfernungen),
- ökonomische Größen (Kosten, Leistungen) und

- qualitativen Größen (Flexibilität, Mitarbeiterqualifikationen etc.).

Durch Kombination einzelner Größen miteinander (z.B. Mengen pro Zeiteinheit) sowie der Definition von Bezugsobjekten wie z.B. Daten, Aufträge oder Betriebsmittel lassen sich aussagekräftige Kennzahlen bilden. Mit deren Hilfe können dann Systemvergleiche durchgeführt werden. Neben quantitativ erfaßbaren Größen gibt es bei der Modellierung und Analyse von dynamischen Systemen eine Vielzahl qualitativer Einflüsse. Qualitative Dimensionen und Auswirkungen unterschiedlicher Systemspezifikationen wie z.B. erhöhte Transparenz und erleichterter Kommunikationsfluß lassen sich nur begrenzt in formalen Modellen abbilden. Hinsichtlich der Möglichkeiten zur Erfassung dieser Einflußgrößen durch eine Kombination von Künstlicher Intelligenz und Simulation im Rahmen der 'Qualitativen Simulation' sei auf Zell verwiesen [51].

### **III.7 Zusammenfassung**

Ziel der vorangegangenen Ausführungen war es, einen Überblick über relevante Aspekte und Sichten bei der Modellierung des dynamischen Systemverhaltens zu geben. Gleichzeitig ist die Komplexität eines derartigen Unterfangens aufgezeigt worden. Die Vielzahl der zu berücksichtigenden Prozeßkomponenten sowie Art und Anzahl der prinzipiell möglichen Beziehungen dieser Elemente untereinander wurde verdeutlicht.

Auf Basis des Ansatzes von Scheer wurde die explizite Abbildung des Zeitverhaltens in die Prozeßmodellierung eingeführt und eine entsprechende Erweiterung der Steuerungssicht vorgenommen. Die zentrale Bedeutung des Ereignisbegriffes für die Prozeßmodellierung - vor allem in Hinblick auf eine simulationsgestützte Analyse - wurde aufgezeigt. Entsprechend dieser Zielsetzung beschränkte sich die Methodendiskussion auf eine kurze und damit zwangsläufig unvollständige Beschreibung von Ansätzen zur Zeit- und Ereignismodellierung. Traditionell verwandte Methoden wurden nicht weiter behandelt.

## **IV. KONZEPTION ZUR MODELLIERUNG UND ANALYSE DYNAMISCHEN SYSTEMVERHALTENS**

Die in Abschnitt III verfolgte sichtenorientierte Vorgehensweise wird nachfolgend einer kritischen Würdigung unterzogen. Darauf aufbauend wird eine integrierte Methodik zur Modellierung und simulationsgestützten Analyse dynamischen Systemverhaltens skizziert.

---

[51] Vgl. Zell, M.: (Informationsmanagement), S. 55ff.

## IV.1 Kritische Würdigung der sichtenorientierten Vorgehensweise

Die sichtenorientierte Vorgehensweise bei der Prozeßmodellierung ist aufgrund der Nähe zu Prinzipien und Methoden des Software Engineering stark verbreitet. Es existiert eine Vielzahl ausgereifter und z.T. toolgestützter Verfahren zur Modellierung sichten-spezifischer Sachverhalte wie z.B. das ERM zur Datenmodellierung, SADT zur Datenflußmodellierung und HIPO zur Funktionsbeschreibung. Ergebnis einer sichtenorientierten Vorgehensweise ist eine Prozeßrepräsentation, die sich aus Modellen unterschiedlicher Beschreibungsparadigmen zusammensetzt.

Die Vorteile des sichtenorientierten Ansatzes bestehen vor allem in

- einer redundanzfreien Darstellung (bezogen auf jeweils eine Sicht),
- einer sichtenbezogenen Komplexitätsreduktion sowie in
- einer wechselseitigen und vereinfachten Konsistenzprüfung.

Besonderheiten einzelner Modellierungsperspektiven können durch sichten-spezifische Methoden detailliert und unabhängig voneinander abgebildet werden. Dies erlaubt eine redundanzfreie Darstellung der Sachverhalte innerhalb einzelner Sichten. Die abstrahierende Zerlegung nach Sichten führt zu einer komplexitätsärmeren Darstellung innerhalb jeder Sicht, da die nicht sichten-spezifischen Inhalte unberücksichtigt bleiben. Eine schrittweise, nach Sichten getrennte Modellierung erlaubt ferner eine wechselseitige Konsistenzprüfung zwischen den Modellierungsergebnissen einzelner Sichten. Bei einem Abgleich zwischen Daten- und Funktionsmodell können z.B. Daten identifiziert werden, die von keiner Funktion benutzt werden und umgekehrt. Gleichzeitig ist es einfacher, die Konsistenz innerhalb einer Sicht zu gewährleisten als eine sichtenübergreifende Konsistenz sicherzustellen.

Den genannten Vorteilen stehen eine Reihe von Nachteilen gegenüber wie z.B.

- die Notwendigkeit einer 'Integrations-sicht',
- ein hoher Integrationsaufwand und
- eine mangelhafte Abbildbarkeit der dynamischen Interaktion von Systemelementen.

Um den durch die Sichtenorientierung 'zerschnittenen' realen Prozeßzusammenhang wieder herzustellen, ist die Einführung einer 'Integrations-sicht' nötig. Inhalt und Aspekte dieser Modellierungsperspektive sind z.T. nur schwer gegeneinander abzugrenzen. Die 'nachträgliche' Integration ist sehr komplex und mit einem hohen Aufwand verbunden, da Konstrukte heterogener Modellierungsmethoden aufeinander abzustimmen sind. Sie unterscheiden sich u.a. in der Ausdrucksmächtigkeit (Anzahl der zur Verfügung stehenden Konstrukte) und den Detaillierungsmöglichkeiten (Unterstützung hierarchischer Modellierungssichten). Darüber hinaus erfordert die Abbildung des dynamischen Zusammenwir-



kens von Komponenten unterschiedlicher Modelle umfangreiche Transformationsalgorithmen zum 'Übersetzen' zwischen den Methoden und zur Konsistenzprüfung.

Obwohl eine Reihe von CASE-Tools die Lösung dieser Probleme für sich in Anspruch nehmen, ist entsprechenden Aussagen mit Skepsis zu begegnen. Ein methodenübergreifendes Meta-Modell zur Abbildung der primär statischen Beziehungen ist allein nicht ausreichend, um die komplexen dynamischen Beziehungen zufriedenstellend abzubilden. Es stellt lediglich einen ersten, wichtigen Schritt zur Methodenintegration auf konzeptueller Ebene bzw. Typebene dar. Die Run-time bezogene Integration ablauffähiger Modelle - wie sie die simulationsgestützte Modellanalyse auf Ausprägungsebene darstellt - ist eine nach wie vor ungelöste Aufgabe bei einer sichtenorientierten Vorgehensweise. Eine Reihe ehrgeiziger Vorhaben zur computergestützten Methodenintegration wie z.B. das von IBM initiierte Projekt AD-Cycle oder das ESPRIT Projekt CIM-OSA haben bislang noch nicht die in sie gesetzten Erwartungen erfüllt.

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß eine sichtenorientierte Vorgehensweise gut geeignet ist zur Erfassung und Modellierung struktureller bzw. primär statischer Aspekte im Rahmen der Prozeßmodellierung. Die Vorteile dieser Vorgehensweise kommen bei der Erstellung beschreibender Prozeßmodelle auf Typebene zur Geltung. Hinsichtlich der oben formulierten Ziele der Prozeßmodellierung führt die sichtenorientierte Vorgehensweise zu einer Erhöhung der Prozeßtransparenz und vereinfacht die Kommunikation über Prozeßinhalte. Defizite bestehen hingegen bei der Beschreibung der dynamischen Interaktion und dem komplexen, zeitbehafteten Zusammenwirken von Prozeßkomponenten. Der Übergang von der Typ- zur Ausprägungsebene, der zur Durchführung einer simulationsgestützten Analyse erforderlich ist, wird nicht ausreichend unterstützt. Zur Erstellung ablauffähiger Simulationsmodelle ist zudem die Integration der einzelnen Teilsichten zwingende Voraussetzung. Diese ist nur mit großem Aufwand zu erzielen.

## **IV.2 Konzeption einer integrierten Vorgehensweise**

Eine 'idealtypische' Methode zur ganzheitlichen Modellierung des dynamischen Systemverhaltens müßte in der Lage sein, alle unter Kapitel III dargestellten Aspekte hinreichend genau abzubilden. Eine derart umfassende Methode gibt es zur Zeit nicht. Aufgrund der hohen Problem- und Modellkomplexität erscheint die Entwicklung einer umfassenden Methode weder sinnvoll noch realistisch. Typische Anforderungen an Beschreibungsmethoden wie Verständlichkeit, leichte Erlernbarkeit, Übersichtlichkeit oder begrenzter Kon-

struktumfang wären nicht zu erfüllen. Aus diesem Grund wird eine zweistufige Vorgehensweise [52] vorgeschlagen, die in Abbildung 8 skizziert ist.

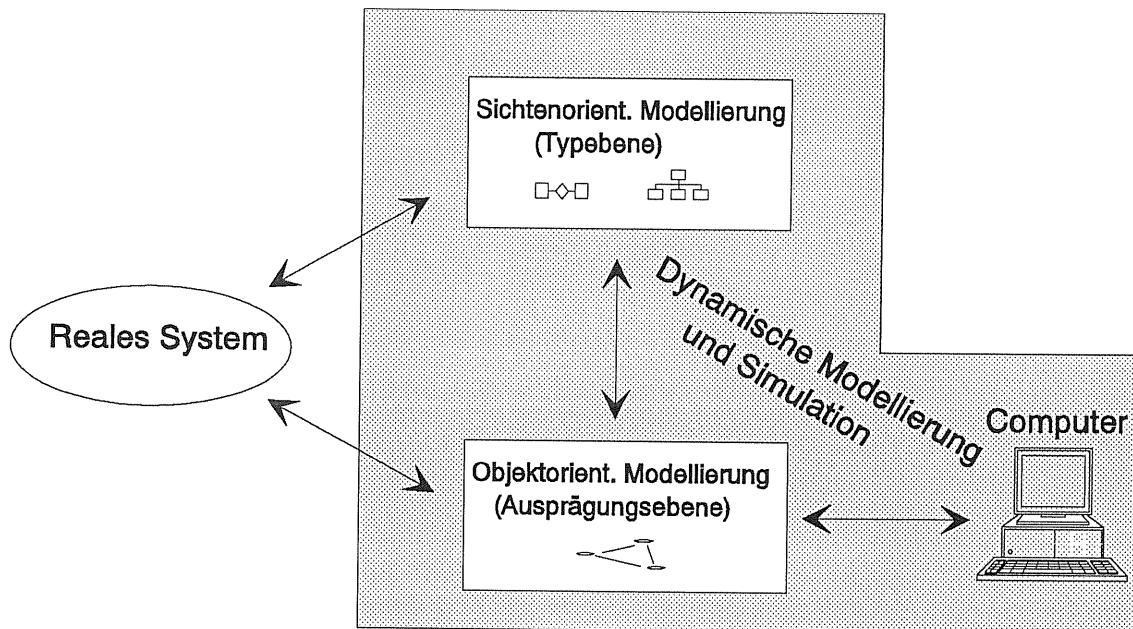


Abb. 8: Integrierte Vorgehensweise zur Modellierung dynamischen Systemverhalten  
(modifizierte Abbildung aus [53])

In einem ersten Schritt werden die statischen Strukturen des Untersuchungsbereiches im Rahmen einer sichtenorientierten Vorgehensweise beschrieben. Im Hinblick auf die anschließende Modellierung des dynamischen Systemverhaltens werden insbesondere Prozebelemente und Objekte identifiziert, die als Auslöser oder Adressat dynamischer Interaktionen auftreten. Diese als 'Object-Behavior-Analysis' bezeichnete Vorgehensweise [54] bildet den Ausgangspunkt für die simulationsorientierte Beschreibung des dynamischen Systemverhaltens. Dazu wird eine objektorientierte Vorgehensweise vorgeschlagen. Umfassende Abhandlungen zu Prinzipien und Vorteilen der Objektorientierung finden sich z.B. bei Booch sowie Coad/Yourdon [55]. Sie sollen an dieser Stelle nicht ausgeführt werden. Ein Vergleich unterschiedlicher Methoden gibt Heß, der insbesondere die Wiederverwendbarkeit objektorientierter Designergebnisse fordert [56].

[52] In ähnlicher Weise entwickelt Zell aus einem sichtenorientierten Architekturansatz eine objektorientierte Simulationsumgebung für die Fertigungssteuerung, vgl. Zell, M.: (Informationsmanagement), S. 73ff.

[53] Vgl. Doumeingts, G; Chen, D.; Marcotte, F.: (Concepts), S. 99.

[54] Vgl. Rubin, K.S.; Goldberg, A.: (Object Behavior Analysis), S. 48ff.

[55] Vgl. Booch, G.: (Object-Oriented Design) oder Coad, P.; Yourdon, E.: (Object-Oriented Analysis).

[56] Vgl. Heß, H.: (Vergleich von Methoden).

Die Vorteile einer objektorientierten Vorgehensweise bei der Modellierung und Analyse dynamischen Systemverhaltens liegen vor allem in einer größeren Durchgängigkeit zwischen der typbezogenen und der ausprägungsbezogenen Betrachtung. Im Vergleich zu einer rein sichtenorientierten Vorgehensweise entfällt der Aufwand zur (nachträglichen) Integration der Sichten, da keine Unterscheidung nach Sichten durchgeführt wird. Die Verbindung von Daten und Funktionen in Objekten sowie die Abbildung der dynamischen Interaktionsbeziehungen durch Nachrichten verdeutlichen die für eine Simulation charakteristische Ausrichtung auf die Steuerungsperspektive. Mittlerweile existiert eine Vielzahl objektorientierter Simulatoren bzw. Simulationsumgebungen [57], die eindrucksvoll die Eignung dieser Vorgehensweise zur Simulation unterstreichen.

## V. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die (Markt-)umwelt von Unternehmungen zeichnet sich durch wachsende Komplexität und hohe zeitliche Instabilität der Rahmenbedingungen aus. Notwendige (ablauf-)organisatorische Anpassungsmaßnahmen werden häufiger und müssen in kürzeren Zeitspannen realisiert werden. Die modell- und simulationsgestützte Analyse und Optimierung von Geschäftsprozessen stellt einen Ansatz dar, dieser Entwicklung Rechnung zu tragen.

Im Rahmen der Ausarbeitung sind zunächst Begriffsdefinitionen vorgenommen worden, um den Untersuchungsgegenstand einzugrenzen. Desweiteren wurde die große Bandbreite von Fragestellungen aufgezeigt, die bei einer umfassenden Prozeßmodellierung abzudecken ist. Wichtige Ergebnisse dieser ausführlichen Diskussion sind:

- (1) Die postulierte enge Verzahnung zwischen betriebswirtschaftlicher Ablauf- und Aufbauorganisation und der Gestaltung von Informations- und Kommunikationssystemen wurde deutlich.
- (2) Die detaillierte Modellierung des Zeitverhaltens gewinnt im Hinblick auf eine simulationsgestützte Analyse und Optimierung von Geschäftsprozessen stark an Bedeutung. Es fehlt jedoch eine geeignete Modellierungsmethode.
- (3) Die Klassifikation von Beschreibungselementen wie z.B. die Gruppierung gleichartiger Ressourcen, die Ereignisklassifikation oder die Funktions- und Datenklassifikation ist auf der typbezogenen Ebene der Prozeßmodellierung sinnvoll. Auch hier existieren noch keine allgemein verwendbaren Methoden bzw. Klassifikationskriterien.
- (4) Trotz einer nur unscharf abzugrenzenden Steuerungssicht ist der sichtenorientierte Ansatz zur typbezogenen Prozeßmodellierung geeignet. Für eine simulationsge-

---

[57] Vgl. Zell, M.: (Informationsmanagement), S. 55ff.; dazu auch: Guasch, A. (Hrsg.): (Object Oriented Simulation); Rogers, R.V.: (Object-Oriented Simulation).

stützte Analyse jedoch, die eine ausprägungsbezogene Modellierung mit detaillierter Zeitrepräsentation erfordert, ist der Übergang zu einer objektorientierten Vorgehensweise sinnvoll.

- (5) Zur zielgerichteten Analyse und Optimierung des dynamischen Systemverhaltens erscheint nur ein Zusammenwirken von menschlicher Kreativität und formalisierten, modellgestützten Lösungsmethoden erfolgreich. Denn viele Probleme organisatorischer Umgestaltungen wie z.B. die Überwindung von Reorganisationswiderständen entziehen sich einer formalen Beschreibung. Zu deren Lösung ist menschliche Intuition und Erfahrungswissen nötig. Auch der Einsatz von Methoden der künstlichen Intelligenz wird hier in absehbarer Zeit keine Abhilfe schaffen.

Zusammenfassend läßt sich ein Forschungsbedarf bei der Modellierung und Analyse des dynamischen Systemverhaltens erkennen. Methodische Fragen sind ebenso ungeklärt wie inhaltliche. Erfolgversprechend erscheint eine Orientierung in Richtung der aufgezeigten integrierten Vorgehensweise.

## Literaturverzeichnis

- Allen, J.F.: (Temporal Intervals) Maintaining Knowledge about Temporal Intervals, in: Communications of the ACM 26(1983)11, S. 832-843.
- Anderson, T.L.: (Modelling events) Modelling events and processes at the conceptual level, in: Deen, S.M; Hammersley, P. (Hrsg.): Proceedings of the 2nd International Conference on Databases, Cambridge 1983, S. 151-168.
- Banos, D.; Malbosc, G.: (Merise Pratique) Merise Pratique 1. Les points-clé de la méthode. Paris 1990.
- Booch, G.: (Object-Oriented Design) Object-Oriented Design with Applications. Reading et al. 1991.
- Coad, P.; Yourdon, E.: (Object-Oriented Analysis) Object-Oriented Analysis. Englewood Cliffs 1990.
- Curtis, B.; Kellner, M.I.; Over, J.: (Process modelling) Process modelling, in: Communications of the ACM 35(1992)9, S. 75-90.
- Dittrich, K.R.: (Datenbanktechnologie) Objektorientiert, aktiv, erweiterbar: Stand und Tendenzen der 'nachrelationalen' Datenbanktechnologie, in: Scheer, A.-W. (Hrsg.) Proceedings zur Fachtagung relationaler Datenbanken. Saarbrücken, 1991, S. 1-21.
- Doumeingts, G; Chen, D.; Marcotte, F.: (Concepts) Concepts, models, and methods for the design of production management systems, in: Computers in Industry 19 (1992), S. 89-111.
- ESPRIT Consortium AMICE (Hrsg.): (Open System Architecture) Open System Architecture for CIM. CIM-OSA AD 1.0 Architecture Description. Brüssel 1991.
- Esswein, W.: (Rollenmodell); Das Rollenmodell der Organisation: Die Berücksichtigung aufbauorganisatorischer Regelungen in Unternehmensmodellen, in: Augsburg, W.; Sinz, E.J. (Hrsg.): Bamberger Beiträge zur Wirtschaftsinformatik, Nr. 14. Bamberg 1992.
- Frese, E.; Noetel, W.: (Organisation) Kundenorientierung in der Auftragsabwicklung: Strategie, Organisation und Informationstechnologie. Stuttgart 1992.
- Grochla, E. et al.; (Integrierte Gesamtmodelle) Integrierte Gesamtmodelle der Datenverarbeitung - Entwicklung und Anwendung des Kölner Integrationsmodells (KIM). München 1974.
- Guasch, A. (Hrsg.): (Object Oriented Simulation) Object Oriented Simulation. Proceedings of the SCS Multiconference on Object Oriented Simulation, 17.-19.01.1990. San Diego 1990.
- Gulla, J.A.; Lindland, O.I.; Willumsen, G: (Integrated CASE environment) PPP An Integrated CASE environment, in: Tahaviennen, V.-P.; Lyytinen, K. (Hrsg.): Procee-

- dings of the Second Workshop on The Next Generation of CASE Tools; Trondheim, May 11.-12. 1991, S. 35-56.
- Hars, A.; Heib, A.; Kruse, Chr.; Michely, J.; Scheer, A.-W.: (Data Modelling Methodologies) Concepts of Current Data Modelling Methodologies - Theoretical Foundations, in: Scheer, A.-W.: Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 83, Saarbrücken 1991.
- Hax, H.: (Kommunikation) Stichwort Kommunikation, in: Grochla, E.; Wittmann, W. (Hrsg.): Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, 4. Aufl. Stuttgart 1975, Sp. 2170-2176.
- Heß, H.: (Vergleich von Methoden) Vergleich von Methoden zum Objektorientierten Design von Softwaresystemen, in: Scheer, A.-W. (Hrsg.) Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 78. Saarbrücken 1991.
- Keller, G.; Nüttgens, M.; Scheer, A.-W.: (Semantische Prozeßmodellierung) Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage "Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)", in: Scheer, A.-W. (Hrsg.): Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 89. Saarbrücken 1992.
- Klein, J.: (Datenintegrität) Datenintegrität in heterogenen betrieblichen Informationssystemen - Die Konzeption eines konfigurierbaren Informationsmanagementsystems. Diss. Wiesbaden 1992.
- Kosiol, E.: (Organisation) Die Organisation der Unternehmung, 2. Aufl. Wiesbaden 1976.
- Law, A.M.; Kelton, D.W.: (Simulation Modelling) Simulation Modelling and Analysis, 2nd Edition, New York et al. 1991.
- Müller-Merbach, H.: (Operations Research) Operations Research, 3. Aufl. Berlin 1973.
- Oberweis, A.: (Zeitstrukturen) Zeitstrukturen für Informationssysteme. Diss. Mannheim 1990.
- Oberweis, A.; Lausen, G.: (Temporal knowledge) On the representation of temporal knowledge in offices systems, in: Rolland, C.; Bodard, F.; Leonard, M. (Hrsg.) Proceedings of the IFIP TC8/WG8.1 Working Conference on Temporal Aspects in Information Systems (TAIS-87), North Holland, S. 125-139.
- Oberweis, A.; Lausen, G.: (Temporal aspects) Temporal aspects in office information systems, in: Bracchi, G.; Tschritzis, D (Hrsg.) Office Systems: Methods and Tools. Elsevier Science Publisher 1987, S. 247-266.
- Osterweil, L.: (Software Processes) Software Processes are software too, in: Proceedings of the 9th International Conference on Software Engineering. Washington D.C. 1987, S. 2-13.
- Page, B.: (Diskrete Simulation) Diskrete Simulation. Eine Einführung mit Modula-2. Berlin et al. 1991.

- Rogers, R.V.: (Object-Oriented Simulation) Unterstated Implications of Object-Oriented Simulation and Modelling, in: Proceedings of the 1991 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Vol.1, S. 285-289.
- Rubin, K.S.; Goldberg, A.: (Object Behavior Analysis) Object Behavior Analysis, in: Communications of the ACM, 35(1992)9, S. 48-62.
- Scheer, A.-W. (Architektur) Architektur integrierter Informationssysteme - Grundlagen der Unternehmensmodellierung. Berlin et al. 1991.
- Scheer, A.-W.: (EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre) EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre, 4. völlig neu bearb. Aufl. Berlin et al. 1990.
- Schweitzer, M.: (Ablauforganisation) Ablauforganisation, in: Grochla, E.; Wittmann, W. (Hrsg.): Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, 4. Aufl. Stuttgart 1975, Sp. 1-21.
- Shannon, R.E.: (Systems Simulation) Systems Simulation. The Art and Science. Englewood Cliffs. 1975.
- Stott, J. W.; Crosslin, R. L.: (Information System Behavior) Modelling Information System Behavior: Integrating the Research Framework, in: Proceedings of the 3rd International Working Conference on Dynamic Modelling of Information Systems, Noordwijkerhout, June, 9.-10. 1992, S. 37-46.
- Zell, M.: (Informationsmanagement) Informationsmanagement simulationsgestützter Entscheidungsprozesse am Beispiel der Fertigungssteuerung. Diss. Saarbrücken 1992.

Die Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Institut für empirische Wirtschaftsforschung an der Universität des Saarlandes erscheinen in unregelmäßiger Folge.

\* Die Hefte 1 - 31 werden nicht mehr verlegt.

- Heft 32: A.-W. Scheer: Einfluß neuer Informationstechnologien auf Methoden und Konzepte der Unternehmensplanung, März 1982, Vortrag anläßlich des Anwendergespräches "Unternehmensplanung und Steuerung in den 80er Jahren in Hamburg vom 24. - 25.11.1981
- Heft 33: A.-W. Scheer: Dispositon- und Bestellwesen als Baustein zu integrierten Warenwirtschaftssystemen, März 1982, Vortrag anläßlich des gdi-Seminars "Integrierte Warenwirtschafts-Systeme" in Zürich vom 10. - 12. Dezember 1981
- Heft 34: J. Ahlers, W. Emmerich, H. Krcmar, A. Pocsay, A.-W. Scheer, D. Siebert: EPSOS - Ein Ansatz zur Entwicklung prüfungsgerechter Software-Systeme, Mai 1982
- Heft 35: J. Ahlers, W. Emmerich, H. Krcmar, A. Pocsay, A.-W. Scheer, D. Siebert: EPSOS-D, Konzept einer computergestützten Prüfungsumgebung, Juli 1982
- Heft 36: A.-W. Scheer: Rationalisierungserfolge durch Einsatz der EDV - Ziel und Wirklichkeit, August 1982, Vortrag anläßlich der 3. Saarbrücker Arbeitstagung "Rationalisierung" in Saarbrücken vom 04. - 06. 10.1982
- Heft 37: A.-W. Scheer: DV-gestützte Planungs- und Informationssysteme im Produktionsbereich, September 1982
- Heft 38: A.-W. Scheer: Interaktive Methodenbanken: Benutzerfreundliche Datenanalyse in der Marktforschung, Mai 1983
- Heft 39: A.-W. Scheer: Personal Computing - EDV-Einsatz in Fachabteilungen, Juni 1983
- Heft 40: A.-W. Scheer: Strategische Entscheidungen bei der Gestaltung EDV-gestützter Systeme des Rechnungswesens, August 1983, Vortrag anläßlich der 4. Saarbrücker Arbeitstagung "Rechnungswesen und EDV" in Saarbrücken vom 26. - 28.09.1983
- Heft 41: H. Krcmar: Schnittstellenprobleme EDV-gestützter Systeme des Rechnungswesens, August 1983, Vortrag anläßlich der 4. Saarbrücker Arbeitstagung "Rechnungswesen und EDV" in Saarbrücken vom 26. - 28.09.1983
- Heft 42: A.-W. Scheer: Factory of the Future, Vorträge im Fachausschuß "Informatik in Produktion und Materialwirtschaft" der Gesellschaft für Informatik e. V., Dezember 1983
- Heft 43: A.-W. Scheer: Einführungsstrategie für ein betriebliches Personal-Computer-Konzept, März 1984
- Heft 44: A.-W. Scheer: Schnittstellen zwischen betriebswirtschaftlicher und technische Datenverarbeitung in der Fabrik der Zukunft, Juli 1984
- Heft 45: J. Ahlers, W. Emmerich, H. Krcmar, A. Pocsay, A.-W. Scheer, D. Siebert: EPSOS-D, Ein Werkzeug zur Messung der Qualität von Software-Systemen, August 1984
- Heft 46: H. Krcmar: Die Gestaltung von Computer am-Arbeitsplatz-Systemen - ablauforientierte Planung durch Simulation, August 1984
- Heft 47: A.-W. Scheer: Integration des Personal Computers in EDV-Systeme zur Kosten-



rechnung, August 1984

- Heft 48: A.-W. Scheer: Kriterien für die Aufgabenverteilung in Mikro-Mainframe Anwendungssystemen, April 1985
- Heft 49: A.-W. Scheer: Wirtschaftlichkeitsfaktoren EDV-orientierter betriebswirtschaftlicher Problemlösungen, Juni 1985
- Heft 50: A.-W. Scheer: Konstruktionsbegleitende Kalkulation in CIM-Systemen, August 1985
- Heft 51: A.-W. Scheer: Strategie zur Entwicklung eines CIM-Konzeptes - Organisatorische Entscheidungen bei der CIM-Implementierung, Mai 1986
- Heft 52: P. Loos, T. Ruffing: Verteilte Produktionsplanung und -steuerung unter Einsatz von Mikrocomputern, Juni 1986
- Heft 53: A.-W. Scheer: Neue Architektur für EDV-Systeme zur Produktionsplanung und -steuerung, Juli 1986
- Heft 54: U. Leismann, E. Sick: Konzeption eines Bildschirmtext-gestützten Warenwirtschaftssystems zur Kommunikation in verzweigten Handelsunternehmungen, August 1986
- Heft 55: D. Steinmann: Expertensysteme (ES) in der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) unter CIM-Aspekten, November 1987, Vortrag anlässlich der Fachtagung "Expertensysteme in der Produktion" am 16. und 17.11.1987 in München
- Heft 56: A.-W. Scheer: Enterprise wide Data Model (EDM) as a Basis for Integrated Information Systems, Juli 1988
- Heft 57: A.-W. Scheer: Present Trends of the CIM Implementation (A qualitative Survey) Juli 1988
- Heft 58: A.-W. Scheer: CIM in den USA - Stand der Forschung, Entwicklung und Anwendung, November 1988
- Heft 59: R. Herterich, M. Zell: Interaktive Fertigungssteuerung teilautonomer Bereiche, November 1988
- Heft 60: A.-W. Scheer, W. Kraemer: Konzeption und Realisierung eines Expertenunterstützungssystems im Controlling, Januar 1989
- Heft 61: A.-W. Scheer, G. Keller, R. Bartels: Organisatorische Konsequenzen des Einsatzes von Computer Aided Design (CAD) im Rahmen von CIM, Januar 1989
- Heft 62: M. Zell, A.-W. Scheer: Simulation als Entscheidungsunterstützungsinstrument in CIM, September 1989
- Heft 63: A.-W. Scheer: Unternehmens-Datenbanken - Der Weg zu bereichsübergreifenden Datenstrukturen, September 1989
- Heft 64: C. Berkau, W. Kraemer, A.-W. Scheer: Strategische CIM-Konzeption durch Eigenentwicklung von CIM-Modulen und Einsatz von Standardsoftware, Dezember 1989
- Heft 65: A. Hars, A.-W. Scheer: Entwicklungsstand von Leitständen<sup>[1]</sup>, Dezember 1989
- Heft 66: W. Jost, G. Keller, A.-W. Scheer: CIMAN - Konzeption eines DV-Tools zur

Gestaltung einer CIM-orientierten Unternehmensarchitektur, März 1990

- Heft 67: A.-W. Scheer: Modellierung betriebswirtschaftlicher Informationssysteme (Teil 1: Logisches Informationsmodell), März 1990
- Heft 68: W. Kraemer: Einsatzmöglichkeiten von Expertensystemen in betriebswirtschaftlichen Anwendungsgebieten, März 1990
- Heft 69: A.-W. Scheer, R. Bartels, G. Keller: Konzeption zur personalorientierten CIM-Einführung, April 1990
- Heft 70: St. Spang, K. Ibach: Zum Entwicklungsstand von Marketing-Informationssystemen in der Bundesrepublik Deutschland, September 1990
- Heft 71: D. Aue, M. Baresch, G. Keller: **URMEL**, Ein UnternehmensModELLierungsansatz, Oktober 1990
- Heft 72: M. Zell: Datenmanagement simulationsgestützter Entscheidungsprozesse am Beispiel der Fertigungssteuerung, November 1990
- Heft 73: A.-W. Scheer, M. Bock, R. Bock: Expertensystem zur konstruktionsbegleitenden Kalkulation, November 1990
- Heft 74: R. Bartels, A.-W. Scheer: Ein Gruppenkonzept zur CIM-Einführung, Januar 1991
- Heft 75: M. Nüttgens, St. Eichacker, A.-W. Scheer: CIM-Qualifizierungskonzept für Klein- und Mittelunternehmen (KMU), Januar 1991
- Heft 76: Ch. Houy, J. Klein: Die Vernetzungsstrategie des Instituts für Wirtschaftsinformatik - Migration vom PC-Netzwerk zum Wide Area Network (noch nicht veröffentlicht)
- Heft 77: W. Kraemer: Ausgewählte Aspekte zum Stand der EDV-Unterstützung für das Kostenmanagement: Modellierung benutzerindividueller Auswertungssichten in einem wissensbasierten Controlling-Leitstand, Mai 1991
- Heft 78: H. Heß: Vergleich von Methoden zum objektorientierten Design von Softwaresystemen, August 1991
- Heft 79: A.-W. Scheer: Konsequenzen für die Betriebswirtschaftslehre aus der Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien, Mai 1991
- Heft 80: G. Keller, J. Kirsch, M. Nüttgens, A.-W. Scheer: Informationsmodellierung in der Fertigungssteuerung, August 1991
- Heft 81: A.-W. Scheer: Papierlose Beratung - Werkzeugunterstützung bei der DV-Beratung, August 1991
- Heft 82: C. Berkau: VOKAL (System zur Vorgangskettendarstellung und -analyse) - Struktur der Modellierungsmethode - Juni 1991 (wird nicht verlegt)
- Heft 83: A. Hars, R. Heib, Ch. Kruse, J. Michely, A.-W. Scheer: Concepts of Current Data Modelling Methodologies - Theoretical Foundations - 1991
- Heft 84: A. Hars, R. Heib, Ch. Kruse, J. Michely, A.-W. Scheer: Concepts of Current Data Modelling Methodologies - A Survey - 1991
- Heft 85: W. Hoffmann, M. Nüttgens, A.-W. Scheer, St. Scholz: Das Integrationskonzept am CIM-TTZ Saarbrücken (Teil 1: Produktionsplanung), Oktober 1991

- Heft 86: A.-W. Scheer: Koordinierte Planungsinself: Ein neuer Lösungsansatz für die Produktionsplanung, November 1991
- Heft 87: M. Nüttgens, G. Keller, A.-W. Scheer, S. Stehle: Konzeption hyperbasierter Informationssysteme, Dezember 1991
- Heft 88: W. Hoffmann, B. Maldener, M. Nüttgens, A.-W. Scheer: Das Integrationskonzept am CIM-TTZ Saarbrücken (Teil 2: Produktionssteuerung), Januar 1992
- Heft 89: G. Keller, M. Nüttgens, A.-W. Scheer: Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage "Ereignisgesteuerter Prozeßkosten (EPK)", Januar 1992
- Heft 90: C. Berkau, A.-W. Scheer: VOKAL (System zur Vorgangskettendarstellung und -Analyse), Teil 2: VKD-Modellierung mit VOKAL
- Heft 91: C. Berkau: Konzept eines controllingbasierten Prozeßmanagers als intelligentes Multi-Agent-System, Januar 1992
- Heft 92: A. Hars, R. Heib, Chr. Kruse, J. Michely, A.-W. Scheer: Approach to Classification for Information Engineering - Methodology and Tool Specification, August 1992
- Heft 93: M. Nüttgens, A.-W. Scheer, M. Schwab: Integrierte Entsorgungssicherung als Bestandteil des betrieblichen Informationsmanagements, August 1992
- Heft 94: Chr. Kruse, A.-W. Scheer: Modellierung und Analyse dynamischen Systemverhaltens, Oktober 1992