

**Heft 113**

**P. Hirschmann, A.-W. Scheer**

**Konzeption einer DV-Unterstützung für das  
überbetriebliche Prozeßmanagement**

**November 1994**

# Inhalt

	Seite
1 Einleitung und Zielsetzung.....	3
2 Inhaltliche Strukturierung des überbetrieblichen Prozeßmanagements.....	5
3 Darstellung der Konzeption einer DV-Unterstützung.....	11
3.1 Aufbau und Struktur des Systems.....	11
3.2 Ableiten eines geeigneten Agentenmodells und einer Agentenarchitektur.....	17
3.3 Modellierung der Funktionalität der Systemkomponenten.....	20
3.4 Spezifikation der Kommunikations- und Kooperationsstruktur zwischen den Agenten.....	25
4 Entwicklung eines Prototyps für das überbetriebliche Prozeßmanagement.....	30
5 Ausblick.....	33
Literaturverzeichnis.....	34

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Unternehmen sehen sich heute mit zahlreichen neuen Herausforderungen konfrontiert, die insgesamt zu einer Verschärfung des Wettbewerbs führen. Viele Unternehmen sind diesen Anforderungen jedoch nicht gewachsen und können entsprechend nicht flexibel auf sich ändernde Bedürfnisse der Märkte reagieren. Ein wesentlicher Grund hierfür sind die starren, tradierten Organisationsstrukturen in Unternehmen. Zu lange wurde darauf vertraut, sich mit marginalen Anpassungen an den Markt die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Erst in den letzten Jahren wurde erkannt, daß dieser Weg nicht zum Erfolg führen kann, sondern grundlegende Veränderungen notwendig sind.

In diesem Zusammenhang gewinnen auch die Beziehungen zwischen Unternehmen zunehmend an Bedeutung, was durch Tendenzen wie Just-in-Time, Single Sourcing, Lean Production, verstärkter kundenorientierter Fertigung etc. verdeutlicht wird. Ein Unternehmen kann nicht losgelöst von seinen Marktpartnern betrachtet werden. Gerade diese Beziehungen beinhalten oftmals ein hohes Rationalisierungspotential, das es auszuschöpfen gilt.

Durch eine streng funktionale Aufbauorganisation, wie sie in den meisten Unternehmen heute noch vorliegt, ist der Blick auf die stattfindenden Geschäftsprozesse versperrt. Die Prozesse sind entgegen ihres logischen Ablaufes gesplittet auf verschiedene Abteilungen verteilt. Die damit verbundenen Nachteile sind hinlänglich bekannt.[1] Um sie zu vermeiden, sind die Geschäftsprozesse, die in Unternehmen und zwischen Unternehmen und deren Marktpartnern stattfinden, in den Vordergrund der Betrachtung zu stellen. Die durch eine verrichtungsorientierte Aufbauorganisation getrennt behandelten Funktionen sind gemäß ihrer Abfolge wieder zu einer Gesamtheit zu integrieren.[2]

Zum Management von Geschäftsprozessen sind Informationen bereitzustellen. Management bedeutet in diesem Zusammenhang Erfassung, Modellierung, Gestaltung, Optimierung und Implementierung von Geschäftsprozessen sowie eine anschließende Überwachung und fortlaufende Kontrolle der realisierten Prozesse. Entscheidungen über die Struktur von Prozessen können jedoch nur anhand aussagekräftiger Größen getroffen werden. Geschäftsprozesse müssen deshalb bewertet werden, um Aussagen über ihre Effizienz treffen zu können. Aufbauend auf den Bewertungsergebnissen sind geeignete Strategien und Maßnahmen zur Reorganisation und Restrukturierung der Prozesse zu entwickeln, damit ineffiziente und unproduktive Prozesse vermieden werden.

---

[1] Zu den Nachteilen der Zergliederung von ganzheitlichen Abläufen vgl. u.a. Scheer, A.-W.: EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre. 4. Aufl., Berlin et al. 1990, S. 64-71.

[2] Vgl. Scheer, A.-W.: Reorganisation von Unternehmensprozessen: vom Vorstandsbeschuß zum neuen Formular. In: Rechnungswesen und EDV. 14. Saarbrücker Arbeitstagung 1993. Hrsg.: A.-W. Scheer. Heidelberg 1993, S. 3-18; Gaitanides, M.: Prozeßorganisation. München 1983; Hammer, M.; Champy, J.: Business Reengineering: die Radikalkur für das Unternehmen. 2. Aufl., Frankfurt et al. 1994, S. 12f, 47-49.

Bei der Gestaltung überbetrieblicher Geschäftsprozesse sind bisher in den einzelnen Unternehmen verwurzelte Aufgaben bzw. Teilprozesse über traditionelle organisatorische Grenzen, d.h. auch über Unternehmensgrenzen hinweg neu zu verteilen. Es gilt zu klären, welches Unternehmen zukünftig für die Durchführung bestimmter Teilprozesse zuständig ist. Die kooperierenden Unternehmen sollten deshalb bei der Optimierung der betriebsübergreifenden Prozesse als Einheit im Sinne eines virtuellen Unternehmens auftreten, so daß sie ihr Ziel, das Erreichen eines Gesamtoptimums, realisieren können.

Je enger Unternehmen zusammenarbeiten, desto stärker ist jedoch ihre gegenseitige Abhängigkeit. Darin ist auch oftmals die Befürchtung der beteiligten Partner begründet, ein erhöhtes Risiko durch eine engere Zusammenarbeit einzugehen.[3] Die Einschränkung der Risiken der Partner ist damit eine Frage der rechtlichen Ausgestaltung der Kooperation. Nach der Reorganisation und Restrukturierung der Prozesse ist der sich dabei ergebenden Form der unternehmerischen Zusammenarbeit ein rechtlicher Rahmen zu geben. Die daraus resultierende Kooperationsform muß nicht unbedingt eine der herkömmlichen, klassischen Formen sein,[4] sondern kann auch frei vertraglich festgelegt werden.

Bestehende DV-Systeme zur Unterstützung des Managements von Geschäftsprozessen sind dadurch gekennzeichnet, daß sie sich lediglich auf einen Teilbereich der Aufgaben des Prozeßmanagements beschränken.[5] Oftmals richten sie sich auch an bestehenden funktionalen Organisationsstrukturen aus und sind damit für die unternehmensübergreifende, wirtschaftliche Reorganisation von Geschäftsprozessen ungeeignet. Eine DV-Unterstützung insbesondere auch für strategische Planungsverfahren und überbetriebliche Fragestellungen im Rahmen eines umfassenden Prozeßmanagements fehlt bisher jedoch. Zur zieladäquaten Gestaltung von Prozeßstrukturen müssen dem Entscheidungsträger entscheidungsunterstützende DV-Systeme zur Verfügung gestellt werden, die ihm Schwachstellen innerhalb der Abläufe aufzeigen, Rationalisierungspotentiale identifizieren und Vorgehensweisen zur Ausschöpfung dieser vorschlagen. Für ein betriebsübergreifendes Management von Geschäftsprozessen ist darüber hinaus die Koordination und Abstimmung der unternehmensintern entwickelten Strategien zur Optimierung der Abläufe über die Unternehmensgrenzen hinweg erforderlich.

Zur Deckung des geschilderten Bedarfs einer DV-Unterstützung für das Management von Geschäftsprozessen wird die Konzeption eines verteilten, wissensbasierten Systems vorgestellt. Durch seinen Einsatz werden die Beziehungen bzw. Abläufe zwischen Unternehmen anhand aussagekräftiger Größen gestaltet und gesteuert.

---

[3] Vgl. Küting, K.: Der Entscheidungsrahmen einer unternehmerischen Zusammenarbeit. In: Unternehmerische Zusammenarbeit - Beiträge zu Grundsatzfragen bei Kooperation und Zusammenschluß. Hrsg.: K. Küting, K. J. Zink. Berlin 1983, S. 1-35.

[4] Eine detaillierte Auflistung "klassischer" Kooperationsformen gibt Schubert, W.; Küting, K.: Unternehmenszusammenschlüsse. München 1981, S. 10f.

[5] Vgl. Scheer, A.-W.; Hirschmann, P.; Berkau, C.: Kostenmanagement von Geschäftsprozessen. *io management*, 64(1995)3, *Veröffentlichung in Druck*.

## 2 Inhaltliche Strukturierung des überbetrieblichen Prozeßmanagements

Die Optimierung von Geschäftsprozessen baut auf zuvor erfaßten und modellierten Prozeßstrukturen auf. Dabei sollte die verwendete Methode zur Geschäftsprozeßmodellierung neben allgemeinen Anforderungen [6] auch die Anforderungen, die sich aus der Aufgabe des überbetrieblichen Prozeßmanagements ergeben, wie die Eignung der Methode für speziell auszudrückende betriebswirtschaftliche Fachinhalte, die flexible Erweiterbarkeit bereits modellierter Prozeßstrukturen, die übersichtliche Darstellung der für das Prozeßmanagement relevanten Informationen, die grafische Darstellbarkeit von Prozessen als Unterstützung für Entscheidungsträger, die Möglichkeit der Visualisierung von Zusammenhängen zwischen Organisationseinheiten, die sich auch in verschiedenen Unternehmen befinden können, die Möglichkeit der Abbildbarkeit von Prozeßstrukturen auf unterschiedlichem Detaillierungsgrad und die Beschreibungsmöglichkeit strategisch relevanter Aspekte von Prozessen, erfüllen. Als geeignet wird in diesem Zusammenhang die Methode der ereignisgesteuerten Prozeßketten (EPK) erachtet.[7] Mit ihr wird die zeitlich-logische Abfolge von Funktionen (Teilprozessen) innerhalb eines ganzheitlichen Prozesses dargestellt. Konstrukte der EPK sind Ereignisse und Funktionen (Teilprozesse). Ereignisse lösen Funktionen aus und sind wiederum das Ergebnis von Funktionen. Die EPK können um die Angabe von Datenflüssen und Organisationseinheiten, die für die Durchführung der Teilprozesse zuständig sind, zu der Methode der erweiterten ereignisgesteuerten Prozeßketten (eEPK) ergänzt werden.[8] Die Methoden EPK und eEPK werden in der Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS) auf die Ebene des Fachkonzeptes der Steuerungssicht als Verbindung der Daten-, Funktions- und Organisationssicht eingeordnet.[9]

Beim überbetrieblichen Prozeßmanagement sind die Prozesse, die zwischen den Unternehmen stattfinden, zu erfassen. Dabei findet jeweils ein Teil der betriebsübergreifenden Prozeßkette in einem Unternehmen statt, d.h. die Prozesse weisen Schnittstellen auf, die durch die Unternehmensgrenzen bestimmt sind. Zur Optimierung müssen die überbetrieblichen Prozesse jedoch als Einheit betrachtet werden. Es muß deshalb sichergestellt werden, daß in den Unternehmen die betreffenden Teile einer betriebsübergreifenden Prozeßkette gleichartig, d.h. unter Verwendung der gleichen Methode modelliert werden, um eine problemlose Zusammenführung der Teile der Prozeßkette im Rahmen eines Schnittstellenabgleiches

- 
- [6] Vgl. dazu Scheer, A.-W.: Wirtschaftsinformatik - Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. 5. Aufl., Berlin et al., S. 17-19.
- [7] Vgl. Scheer, A.-W.: Wirtschaftsinformatik ... a.a.O., S. 49-52 und Keller, G.; Nüttgens, M.; Scheer, A.-W.: Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage "Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)". In: Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik. Hrsg.: A.-W. Scheer. Heft 89, Saarbrücken 1992.
- [8] Vgl. Scheer, A.-W.: Wirtschaftsinformatik ... a. a. O., S. 52-54.
- [9] Vgl. Scheer, A.-W.: Architektur integrierter Informationssysteme - Grundlagen der Unternehmensmodellierung. 2. Aufl., Berlin et al. 1992.

gewährleisten zu können. Aus diesem Grund ist in den jeweiligen auf die Unternehmen ver-  
 teilten Systemkomponenten ein Metamodell der verwendeten Methode zu hinterlegen. Abb. 1  
 gibt das zu den Methoden EPK und eEPK entwickelte Metadatenmodell wieder, das unter  
 Verwendung des Entity-Relationship-Modells erstellt wurde.

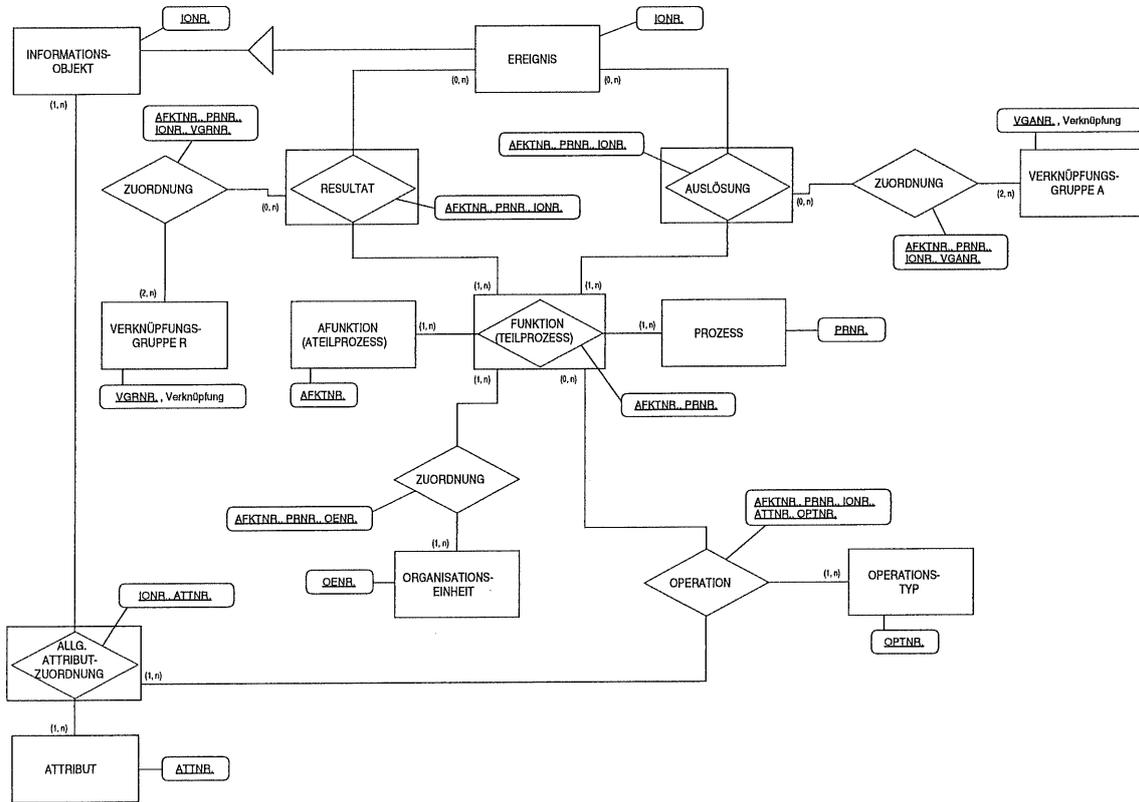


Abb. 1: Metamodell der Methoden EPK und eEPK [10]

Zur Beurteilung der Effizienz sowie für die Vergleichbarkeit alternativer Strukturen sind die  
 überbetrieblichen Prozesse zu bewerten. Aus diesem Aspekt gliedert sich das Prozeßmanage-  
 ment in zwei Teilbereiche: das Prozeßkostenmanagement und das Prozeßerlösmanagement  
 (vgl. Abb. 2).

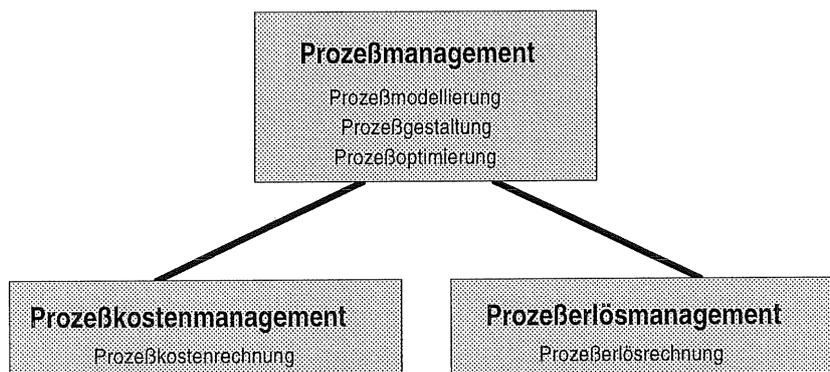


Abb. 2: Teilbereiche des Prozeßmanagements

[10] In Anlehnung an Scheer, A.-W.: Architektur ... a. a. O., bes. S. 134.

Das Prozeßkostenmanagement als Teil eines umfassenden Prozeßmanagements hat zum Ziel, Prozesse mit Kostendaten zu bewerten und darauf aufbauend geeignete Kostenstrategien zu entwickeln. Die Bewertung von inner- und überbetrieblichen Prozessen mit Kosten wird unter Verwendung des Verfahrens der Prozeßkostenrechnung durchgeführt.[11] Als Eingangsdaten werden auf Kostenstellen kontierte Kostenarten aus der Kostenartenrechnung traditioneller Kostenrechnungssysteme übernommen.[12] Hinsichtlich einer verstärkten Prozeßorientierung in den Unternehmen wie sie zur Zeit stattfindet, ist dieses Vorgehen jedoch zu überdenken. Kostenstelleninformationen verlieren in diesem Zusammenhang zunehmend an Aussagekraft und damit auch an Bedeutung. Durch die Einführung einer prozeßorientierten Organisationsstruktur ist die Kostenstellenstruktur, die sich vorwiegend an einer funktionalen Aufbauorganisation ausrichtet, bzgl. ihrer Notwendigkeit und Berechtigung zu hinterfragen. Geschäftsprozeßverantwortliche [13] übernehmen die Aufgaben eines klassischen Kostenstellen- oder Abteilungsleiters. Aus diesen Gründen ist zu überlegen, ob die traditionelle Kostenstellenstruktur sinnvoll aufrecht zu erhalten ist oder ob nicht vielmehr Prozesse als Kostenstellen interpretiert werden sollten.[14] Im letzteren Fall sind Kostenarten direkt auf Prozesse zu kontieren.

Die Kostenarten werden den sie verursachenden Prozessen unter Verwendung ihrer Cost Driver zugerechnet. Als eine wesentliche Größe der Prozeßkostenrechnung wird durch Division der Prozeßkosten eines Teilprozesses durch seine Prozeßmenge der Prozeßkostensatz ermittelt. Er gibt die Kosten an, die bei der einmaligen Durchführung des entsprechenden Teilprozesses anfallen. Die Kosten eines ganzheitlichen Prozesses werden kalkuliert, indem die Prozeßkostensätze seiner Teilprozesse jeweils mit ihrer Inanspruchnahme innerhalb dieses Prozesses multipliziert und diese Produkte über alle Teilprozesse des Prozesses aufsummiert werden.

Für ein entscheidungsorientiertes Management von inner- und überbetrieblichen Geschäftsprozessen reicht eine reine Kostenbetrachtung jedoch nicht aus. Kosten alleine bilden keine

- 
- [11] Für eine detaillierte Beschreibung der Prozeßkostenrechnung wird u.a. auf folgende Stellen verwiesen: Cooper, R.; Kaplan, R. S.: *Measure Costs Right: Make the Right Decisions*. HBR, 66(1988)Sept./Oct., S. 96-103; Johnson, H. T.; Kaplan, R. S.: *Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting*. Boston Mass. 1987; Horváth, P.; Mayer, R.: *Prozeßkostenrechnung - Der neue Weg zu mehr Kostentransparenz und wirkungsvolleren Unternehmensstrategien*. Controlling, 1(1989)4, S. 214-219; Horváth, P.; Renner, A.: *Prozeßkostenrechnung - Konzept, Realisierungsschritte und erste Erfahrungen*. FB/IE, 39(1990)3, S. 100-107; Coenenberg, A. G.; Fischer, T. M.: *Prozeßkostenrechnung - Strategische Neuorientierung der Kostenrechnung*. DBW, 51(1991)1, S. 21-38; Glaser, H.: *Prozeßkostenrechnung - Darstellung und Kritik*. zfbf, 44(1992)3, S. 275-288.
- [12] Vgl. Scheer, A.-W.; Berkau, C.: *Verteilte Systemunterstützung für die Prozeßkostenrechnung*. krp Sonderheft "Prozeßkostenrechnung", 37(1993)2, S. 75-85.
- [13] Vgl. Striening, H.-D.: *Prozeß-Management: Versuch eines integrierten Konzeptes situationsadäquater Gestaltung von Verwaltungsprozessen - dargestellt am Beispiel in einem multinationalen Unternehmen - IBM Deutschland GmbH*. Frankfurt 1988, S. 164ff.
- [14] Als Kriterien zur Bildung von Kostenstellen gelten das Verantwortungsprinzip, das Bezugsgrößenprinzip und das Kontierungsprinzip. Vgl. Kilger, W.: *Flexible Plankostenrechnung und Deckungsbeitragsrechnung*. 10. Aufl. (bearbeitet durch K. Vikas), Wiesbaden 1993, S. 304-312. Diese Anforderungen werden von Prozessen erfüllt.

ausreichende Entscheidungsgrundlage zur Gestaltung und Optimierung von Prozessen.[15] Neben den Kosten sind deshalb auch Erlöse in die Überlegungen mit einzubeziehen, d.h. die Beurteilung von Geschäftsprozessen erfordert auch die Bewertung ihres Beitrages zu den Erlösen. Würde man sich ausschließlich an Kostengesichtspunkten orientieren und versuchen, die Kosten eines kostenintensiven Prozesses durch entsprechende Maßnahmen zu reduzieren, bestünde die Gefahr, u.U. auch dessen möglicherweise hohe Erlöswirkung einzuschränken. Aus diesen Gründen muß neben dem Prozeßkostenmanagement das Prozeßerlösmanagement ebenfalls Teil des Prozeßmanagements sein.

Vergleichbares wie für die traditionelle Kostenrechnung gilt auch für die klassische Erlösrechnung: sie ist in dieser Form für ein Prozeßmanagement ungeeignet.[16] Aufbauend auf den Ergebnissen einer klassischen Erlösrechnung muß vielmehr eine Bewertung des Erlösbeitrages der Prozesse eines Unternehmens im Rahmen des Prozeßerlösmanagements vorgenommen werden.

Der Prozeßerlös stellt die Bewertung der Prozeßleistung dar.[17] Um diesen zu ermitteln, ist es allerdings nicht möglich, den insgesamt innerhalb eines Bezugszeitraumes am Markt erzielten Erlös auf die Stufen des Produktionsprozesses, d.h. auf die Prozesse des Vertriebs-, Produktions-, Beschaffungs- und Entwicklungsbereiches aufzuspalten. Eine derartige Aufspaltung müßte in Ermangelung geeigneter Kriterien willkürlich erfolgen und würde damit jeglicher Aussagekraft entbehren.[18] Aus diesem Grund ist zur Ermittlung des Prozeßerlöses geeigneten anderen Vorgehensweisen zu folgen:[19]

- Bildung von Verrechnungspreisen: Sie werden für Prozeßleistungen, die an interne Kunden (Organisationseinheiten) abgegeben werden, festgelegt und ihnen in Rechnung gestellt.
- Durchführung von Make-or-Buy-Analysen: Ermittlung des extern auf dem Markt zu zahlenden Preises für bisher eigenerstellte Prozeßleistungen und Vergleich mit den Kosten bei Eigenerstellung.
- Berechnung von Mehr- und Mindererlösen: Sie resultieren aus der Veränderung der Struktur von Prozessen.

---

[15] Vgl. u.a. Laßmann, G.: Erlösrechnung und Erlösanalyse bei Großserien- und Sortenfertigung (I). Teil A: Erlösdokumentation. zfbf, 31(1979)7, S. 135-142; Engelhardt, W. H.: Erlösplanung und Erlöskontrolle als Instrumente der Absatzpolitik. zfbf, 29(1977)6, S. 10-26.

[16] Vgl. zur klassischen Erlösrechnung u.a. Männel, W.: Bedeutung der Erlösrechnung für die Ergebnisrechnung. In: Handbuch Kostenrechnung. Hrsg.: W. Männel. Wiesbaden 1992, S. 631-655, bes. S. 652; Weber, J.: Einführung in das Controlling. 4. Aufl., Stuttgart 1993, S. 187-189.

[17] Vgl. zu einer Prozeßerlösrechnung auch die Ausführungen von Witt, F.-J.: Das Konzept des Prozeßmanagements. In: Aktivitätscontrolling und Prozeßkostenmanagement. Hrsg.: F.-J. Witt. Stuttgart 1991, S. 3-37, bes. S. 29-31.

[18] Vgl. Männel, W.: Bedeutung ... a. a. O., bes. S. 654.

[19] Vgl. Hirschmann, P.; Scheer, A.-W.: Entscheidungsorientiertes Management von Geschäftsprozessen. Management & Computer, 2(1994)3, S. 189-196, bes. S. 192-194.

- Realisierung interner Make-and-Sell-Strategien: Erlöse ergeben sich durch den Verkauf eigenerstellter Prozeßleistungen auf dem externen Markt.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Kosten- und Erlösbewertungen sind Rationalisierungspotentiale innerhalb der Prozeßstrukturen zu ermitteln. Dazu sind nicht nur ganzheitliche Prozeßketten zu betrachten, sondern insbesondere deren Teilprozesse. Rationalisierungsrelevante Teilprozesse, d.h. redundante Teilprozesse und Teilprozesse, die keinen Beitrag zur Wertschöpfung leisten oder unproduktiv sind, können kosten- und erlösbasiert durch vier verschiedene Vorgehensweisen identifiziert werden, die jedoch nicht alternativ, sondern kombiniert angewendet werden:

(1) Die Höhe des Teilprozeßkostensatzes

Rationalisierungsrelevante Teilprozesse können zum einen über die Höhe ihrer Teilprozeßkostensätze ermittelt werden. Der Teilprozeßkostensatz gibt die Kosten der einmaligen Durchführung eines Teilprozesses an. In Abb. 3 ist beispielhaft für eine Prozeßkette mit acht Teilprozessen der Kostenverlauf der Teilprozeßkostensätze angegeben. Die Teilprozesse 3 und 7 fallen dabei durch vergleichsweise hohe Teilprozeßkostensätze auf.

(2) Die Höhe der Teilprozeßkosten

Lediglich die Höhe der Teilprozeßkostensätze zu betrachten, reicht jedoch nicht aus. Dem Verlauf der Teilprozeßkostensätze wird deshalb der Verlauf der Teilprozeßkosten gegenübergestellt (vgl. Abb. 3). Die Teilprozeßkosten ergeben sich durch Multiplikation der Inanspruchnahme der Teilprozesse im Rahmen der Prozeßkette mit den Teilprozeßkostensätzen. Die einmalige Durchführung eines Teilprozesses kann zwar vergleichsweise kostengünstig sein, durch eine häufige Inanspruchnahme ergeben sich jedoch insgesamt hohe Teilprozeßkosten. Dies trifft in Abb. 3 auf den Teilprozeß 2 zu.

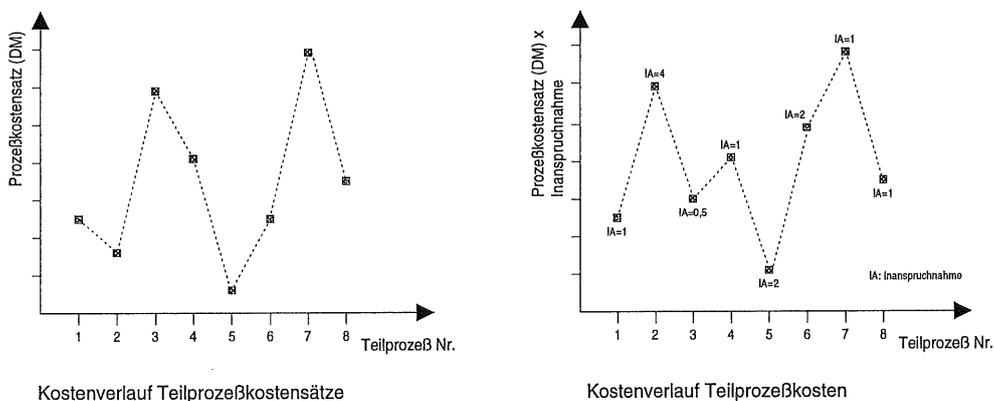


Abb. 3: Kostenverläufe [20]

[20] Vgl. Hirschmann, P.; Scheer, A.-W.: Entscheidungsorientiertes ... a.a.O., bes. S. 191.

(3) Die Höhe der Prozeßerlöse

Neben den Kosten sind auch die Prozeßerlöse der einzelnen Teilprozesse zu betrachten. Ein Teilprozeß mit relativ hohen Kosten kann dennoch einen hohen Erlös erwirtschaften. Im Gegensatz dazu muß ein kostengünstiger Prozeß nicht zwangsläufig wertmäßig effizient sein. In Abb. 4 ist für die Beispiel-Prozeßkette aus Abb. 3 der Verlauf der erzielten Prozeßerlöse angegeben.

(4) Die Höhe des Prozeßergebnisses

Den Prozeßerlösen sind die Prozeßkosten gegenüberzustellen. Als Differenz kann damit im Sinne einer Prozeßergebnisrechnung ein Erfolg ausgewiesen werden. Zwischen den Prozeßergebnissen von Teilprozessen innerhalb einer Prozeßkette können gegenläufige Effekte auftreten. Das Ergebnis der gesamten Prozeßkette kann zwar insgesamt positiv sein, ein Rückschluß auf die Höhe der Ergebnisse der einzelnen Teilprozesse ist dadurch allerdings nicht möglich, da ein negatives Ergebnis eines Teilprozesses durch ein positives überkompensiert werden kann. Deshalb ist es nicht ausreichend, lediglich das Ergebnis der gesamten Prozeßkette zu analysieren, die einzelnen Teilprozeßergebnisse müssen primär Betrachtungsgegenstand sein. Zur Bildung eines Prozeßergebnisses sind zum einen den Teilprozeßkosten Erlöse gegenüberzustellen, und zwar die Erlöse, die bei der einmaligen Durchführung dieses Teilprozesses erzielt werden können. Zum anderen sind die gesamten Teilprozeßkosten zur Berechnung eines Prozeßergebnisses heranzuziehen. Die hierbei zu berücksichtigenden Erlöse beziehen sich entsprechend auf die Teilprozeßausführung im Rahmen der Prozeßkette. Sie können jedoch nicht in jedem Fall durch die Multiplikation der Inanspruchnahme mit den Erlösen pro einmaliger Durchführung ermittelt werden, da eine mengenproportionale Beziehung nicht unterstellt werden kann. Sie sind gegebenenfalls durch Verhandlungen neu festzulegen (insbesondere, wenn bei einer Verrechnungsbepreisung der nachfolgende Teilprozeß Rabatte geltend macht). Die in Abb. 4 dargestellten Verläufe beziehen sich auf den letzteren Fall.

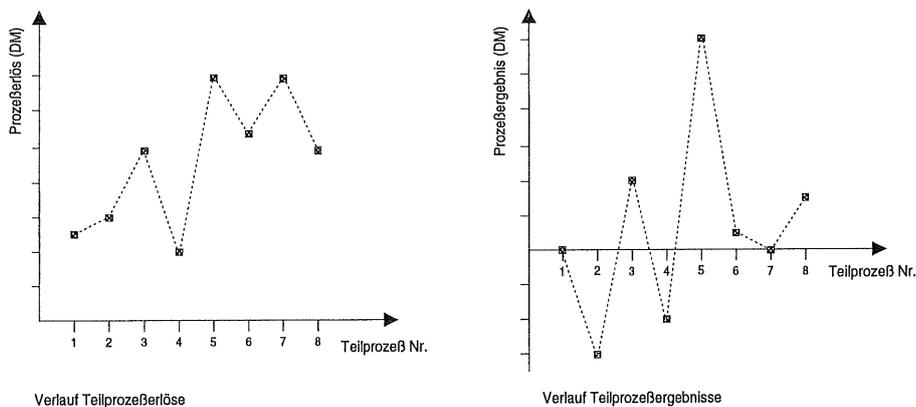


Abb. 4: Erlös- und Ergebnisverlauf [21]

[21] Vgl. Hirschmann, P.; Scheer, A.-W.: Prozeßcontrolling mit Kosten und Erlösen. In: Tagungsband 4. Ilmenauer Wirtschaftsforum "Controlling-Konzepte für die mittelständische Wirtschaft (KMU)". Hrsg.: E. Köhler. Ilmenau 1994, S. 92-97.

### 3 Darstellung der Konzeption einer DV-Unterstützung

#### 3.1 Aufbau und Struktur des Systems

Für das überbetriebliche Prozeßmanagement besteht ein Methoden- und Werkzeugbedarf. Informationssysteme, die diesen Bedarf decken, müssen gleichzeitig betriebsübergreifende Prozesse kosten- und erlösorientiert optimieren und die konträren Interessen der beteiligten Kooperationspartner berücksichtigen. Eine hierfür geeignete Unterstützungsform sind Multi-Agenten-Systeme.[22] Sie bestehen aus kooperierenden Informationssystemen, die beim überbetrieblichen Prozeßmanagement auf die an der Beziehung beteiligten Unternehmen verteilt sind. Die Konzeption eines Multi-Agenten-Systems für das überbetriebliche Prozeßmanagement wird im folgenden vorgestellt.

Als notwendige Ergänzung herkömmlicher in Unternehmen implementierter operativer Systeme zur Kosten- und Erlösrechnung stellt die Systemkonzeption eine taktische und strategisch orientierte Parallelrechnung dar. Aufbauend auf den (Teil-) Ergebnissen der operativen Systeme wird

- die Bewertung der überbetrieblichen Geschäftsprozesse mit Kosten und Erlösen,
- die Identifikation von Schwachstellen und Rationalisierungspotentialen innerhalb der Prozeßstrukturen,
- die Entwicklung von Zielen für die Optimierung der Prozesse und
- die Identifikation und Beurteilung von Strategien und Maßnahmen zur Reorganisation und Restrukturierung der Prozesse gemäß der verfolgten Ziele

durchgeführt.

Die entwickelte Systemkonzeption zeichnet sich durch folgende Punkte aus:

- Unterstützung der Modellierung der Geschäftsprozesse,
- Einsatz wissensbasierter Methoden,
- Verteilung der Systemkomponenten.

Zur Durchführung des betriebsübergreifenden Prozeßmanagements sind zur formalen und exakten Beschreibung der Geschäftsprozesse (Prozeßmodellierung) geeignete Modellierungsmethoden zu verwenden, die zudem parallel die Erfassung von Kosten- und Erlösdaten erlauben. Da die Struktur der meisten Prozesse komplex und in der Regel nicht dokumentiert

---

[22] Vgl. zum Agentenbegriff Zelewski, S.: Agenten. Information Management, 8(1993)2, S. 79-81. Multi-Agenten-Systeme stellen ein Forschungsgebiet der Verteilten Künstlichen Intelligenz (VKI) dar. Vgl. Martial, F. von: Einführung in die Verteilte Künstliche Intelligenz. KI, 6(1992)2, S. 6-11.

ist, sind darüber hinaus grafisch unterstützte Modellierungswerkzeuge erforderlich, um eine übersichtliche Darstellung der Abläufe zu gewährleisten.

Das kosten- und erlösbasierte Management von Geschäftsprozessen beinhaltet komplexe, unstrukturierte Probleme, die mit herkömmlichen mathematischen Modellen nicht lösbar sind. Der Entscheidungsträger ist deshalb durch den Einsatz wissensbasierter Methoden zu unterstützen, um eine Fundierung der im Rahmen des Prozeßmanagements zu treffenden Entscheidungen zu gewährleisten. Insbesondere bei der Analyse überbetrieblicher Prozesse hinsichtlich möglicher Schwachstellen sowie bei der Entwicklung und Beurteilung geeigneter Maßnahmen zur Optimierung von Prozessen erweist sich der Einsatz wissensbasierter Methoden als notwendig. Unstrukturiertes Wissen liegt ebenfalls im Zusammenhang mit der Analyse der Auswirkungen von Maßnahmen zur Gestaltung überbetrieblicher Prozesse auf die jeweilige Struktur der innerbetrieblichen Prozesse vor. Diese Wirkungen wären analytisch nur unter hohem Aufwand formalisierbar.

Der inhärenten Verteilung der Problemstellung entsprechend wurde ein verteilter Ansatz gewählt,[23] d.h. die Systemkomponenten sind auf die an einer Zusammenarbeit beteiligten Unternehmen verteilt. Die Unternehmen werden durch die Komponenten repräsentiert. Beim überbetrieblichen Prozeßmanagement kann eine Orientierung an einheitlichen Zielen und die Bereitschaft zur Kooperation nicht vorausgesetzt werden. Die an einem betriebsübergreifenden Geschäftsprozeß beteiligten Unternehmen sind nicht a priori kooperationswillig, sie verfolgen vielmehr unterschiedliche Interessen und Ziele, die auch in Konkurrenzbeziehung zueinander stehen können. Deshalb ist eine zentrale Koordination und Kontrolle der verteilten Systemkomponenten, wie beispielsweise über einen Blackboard-Ansatz, nicht geeignet. Aus diesen Gründen wird für das überbetriebliche Prozeßmanagement ein dem Verhandlungsprinzip folgendes Multi-Agenten-System vorgeschlagen. In Abb. 5 ist die zugrundeliegende Systemkonzeption dargestellt.[24]

Ein Vorteil der physischen Verteilung der Komponenten auf Unternehmen ist in den dadurch vorhandenen Beschleunigungspotentialen zu sehen. Sie sind in der durch die Verteilung möglichen parallelen und nebenläufigen Funktionsausführung begründet.[25] Durch die Ver-

---

[23] Vgl. zu verteilten Systemen u.a. Mühlhäuser, M.; Schill, A.: Software Engineering für verteilte Anwendungen - Mechanismen und Werkzeuge. Berlin et al. 1992; Schill, A.: Modellierung verteilter Anwendungen: Systemkonzepte und aktuelle Entwicklungen. HMD, 27(1990)155, S. 73-87; Mullender, S.: Introduction. In: Distributed Systems. Hrsg.: S. Mullender. Wokingham 1989, S. 3-18.

[24] Vgl. Scheer, A.-W.; Berkau, C.; Hirschmann, P.: Cost Management of Business Processes. In: Innovationen bei Rechen- und Kommunikationssystemen - eine Herausforderung für die Informatik. Hrsg.: B. Wolfinger. 24. GI-Jahrestagung im Rahmen des 13th World Computer Congress IFIP Congress '94, Berlin et al. 1994, S. 466-472.

[25] Vgl. Zelewski, S.: Das Leistungspotential der Künstlichen Intelligenz - Eine informationstechnisch-betriebswirtschaftliche Analyse. Band 1-3, Witterschlick, Bonn 1986, S. 314ff; Herrtwich, R. G.; Hommel, G.: Kooperation und Konkurrenz - Nebenläufige, verteilte und echtzeitabhängige Programmsysteme. Berlin et al. 1989, S. 15.

teilung des Wissens wird seine Modularisierung angestrebt, wodurch die einzelnen verteilten Wissensbasen leichter erstellbar, wartbar und modifizierbar sind.

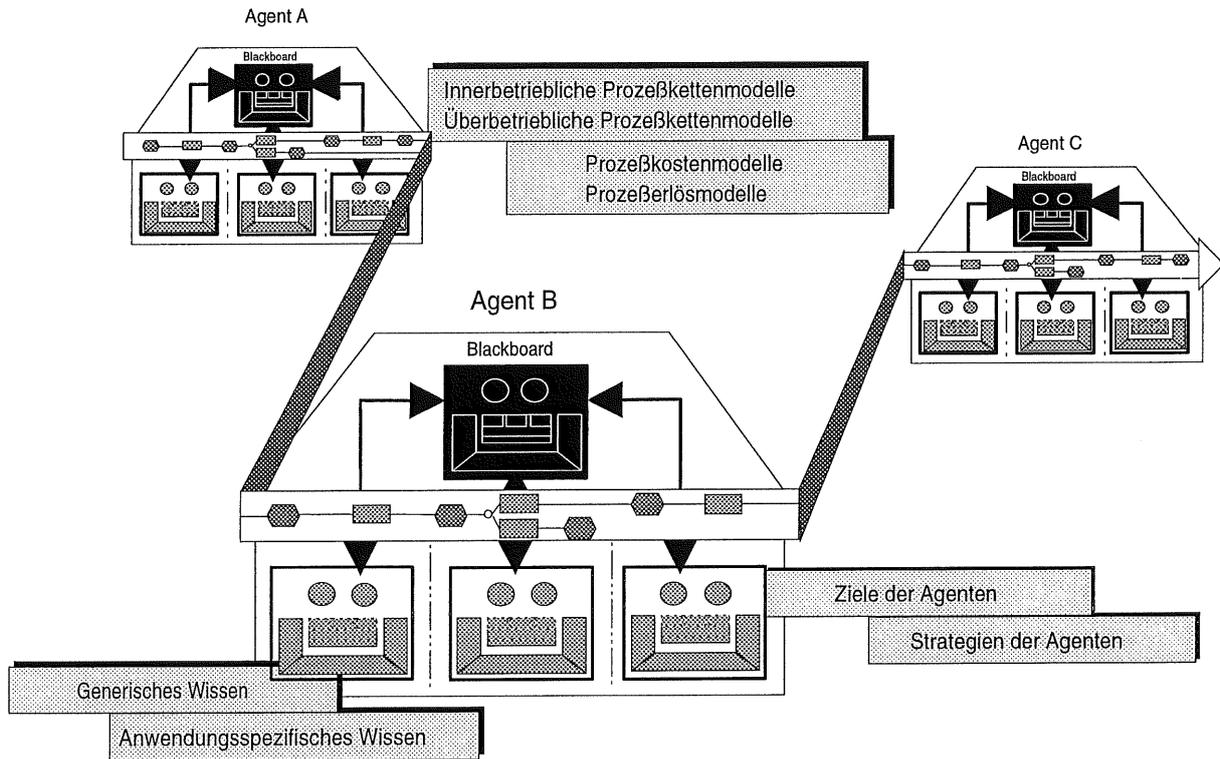


Abb. 5: Systemkonzeption für das betriebsübergreifende Prozessmanagement

Das System besteht aus beliebig vielen Agenten, die bzgl. ihrer Funktionalität gleichartig sind, sich jedoch durch bereichsspezifisches Wissen unterscheiden. Die interne Struktur der Agenten wird durch einen Blackboard-Ansatz realisiert.[26] Die interne Verteilung der Agenten orientiert sich an Clustern innerbetrieblicher Geschäftsprozesse, wie z.B. der Geschäftsprozesse des Bereiches Logistik. Die Systemkomponenten verfügen dabei über anwendungsunabhängiges, allgemeingültiges Wissen und über Spezialwissen bzgl. der jeweiligen Bereiche und der überbetrieblichen Prozesse. Desweiteren befinden sich alle Agenten hierarchisch auf gleicher Ebene, d.h. kein Agent ist dem anderen übergeordnet. In einem Unternehmen können mehrere Agenten implementiert sein. Jeder Agent kann dabei für bestimmte Typen überbetrieblicher Beziehungen zuständig sein, wie z.B. für Kundenbeziehungen, Lieferantenbeziehungen, Beziehungen zu öffentlichen Einrichtungen, Beziehungen zu Banken und Versicherungen etc. Jeder Agent bewertet die in dem ihm zugeordneten Bereich stattfindenden Prozesse mit Kosten und Erlösen. Darauf aufbauend schlagen sie aus ihrer lokalen Sicht Maßnahmen zur Restrukturierung der Prozesse vor und identifizieren deren inner- und überbetriebliche Wirkungen.

[26] Der Blackboardansatz wird häufig zur Darstellung der internen Agentenstruktur verwendet. Vgl. Levi, P.: Multiagenten-Systeme. KI, 6(1992)1, S. 56; Wittig, T.: ARCHON: An Architecture for Multi-Agent Systems. Chichester 1992, S. 93ff; Berkau, C.: Controlling-Blackboardsystem - Blick in die Labors. Management & Computer, 1(1993)2, S. 150-152.

Die logische Verbindung zwischen Agenten unterschiedlicher Unternehmen ist durch die betriebsübergreifenden Prozesse gegeben. Bei der Modellierung dieser Prozesse ist darauf zu achten, daß eine eindeutige Zuordnung der Teilprozesse zu den jeweiligen Unternehmen und damit auch eine eindeutige Zuständigkeit hergestellt wird. Es ist eine klare Schnittstelle innerhalb der Prozeßstruktur zu definieren, um bei der Bewertung der Teilprozesse mit Kosten und Erlösen und der Kalkulation der gesamten Prozeßkette eine mehrfache Berücksichtigung von Teilprozessen zu vermeiden.

Die Modellierung der betriebsübergreifenden Prozesse erfolgt verteilt. In den beteiligten Unternehmen wird jeweils der in ihnen stattfindende Teil der Prozeßkette modelliert. Die Zusammenführung der Teilprozeßketten zu einer ganzheitlichen Prozeßkette wird von dem System wissensbasiert unter Zuhilfenahme des Metamodells der Modellierungsmethode (siehe die Ausführungen in Kapitel 2) unterstützt. Es ist zu ermitteln, welche Endereignisse der Teilprozeßketten Startereignissen anderer Teilprozeßketten entsprechen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß ein Ereignis in einem Unternehmen Teilprozesse auslöst, die in dem Partnerunternehmen durchgeführt werden.

Die Problemlösungsfähigkeit der Agenten ist durch die räumliche Verteilung der Agenten begrenzt. Zudem haben die Agenten eine beschränkte Sicht auf die überbetrieblichen Prozesse. Zur Optimierung der Prozesse ist deshalb verteiltes Problemlösen erforderlich.[27] Die Probleme müssen in Teilprobleme segmentiert und den Agenten entsprechend ihrer Zuständigkeit und Fähigkeit zugeordnet werden. Nach der verteilten Bearbeitung durch die Agenten müssen die ermittelten Teillösungen von dem Agenten, der die Aufgabenkontrolle innehat bzw. die Lösung eines Problems angestoßen hat, zu einem Gesamtergebnis kombiniert werden. So werden die überbetrieblichen Geschäftsprozesse, die primär Gegenstand von Verhandlungen zwischen den Agenten sind, durch Kommunikation und Verhandlungen bewertet, indem die Ergebnisse der Teilbewertungen, die die einzelnen Agenten für den in den entsprechenden Unternehmen stattfindenden Teil des überbetrieblichen Prozesses vornehmen, zusammengeführt werden. Ebenso werden lokal vorgeschlagene Maßnahmen zur Gestaltung von Prozessen und ihre Wirkungen über Verhandlungen diskutiert, um zu einem Gesamtoptimum für die Partnerunternehmen zu kommen. Die Agenten des Systems werden nicht zentralistisch koordiniert, Koordination und Kontrolle wird durch Verhandlungen zwischen den Agenten ausgeübt.

Die Struktur der betriebsübergreifenden Prozeßketten wird in den Systemkomponenten redundant gehalten. Dies ist durch einen verringerten Kommunikationsaufwand, eine erhöhte Systemsicherheit und eine dadurch ermöglichte verstärkte Flexibilität der Komponenten bei der Gestaltung und Variierung der Prozeßstruktur begründet. Jede Komponente des Systems

---

[27] Vgl. zum Verteilten Problemlösen u.a. Smith, R. G.; Davis, R.: Framework for Cooperation in Distributed Problem Solving. In: Readings in Distributed Artificial Intelligence. Hrsg.: A. H. Bond; L. Gasser. San Mateo 1988, S. 61-70.

hat somit die Möglichkeit, unabhängig von den Aktivitäten anderer Komponenten aus ihrer Sicht die Struktur der Prozesse zu verändern und die sich dadurch ergebenden Kosten- und Erlöswirkungen zu berechnen. Durch geeignete Mechanismen wird eine komponentenübergreifende Konsistenz der überbetrieblichen Abläufe sichergestellt. Desweiteren muß für eine gemeinsame Optimierung der Prozesse die Struktur der gesamten Prozeßkette beiden Unternehmen bzw. den entsprechenden Agenten bekannt sein. Nur durch ein umfassendes Wissen über die gesamten Abläufe können weitgehende Rationalisierungspotentiale aufgedeckt werden.

In diesem Zusammenhang erscheint es auch sinnvoll, die von den überbetrieblichen Prozessen betroffenen jeweiligen innerbetrieblichen Abläufe für die an der Beziehung beteiligten Unternehmen sichtbar zu machen. Durch eine geringfügige Änderung eines innerbetrieblichen Ablaufes kann eine bestimmte Struktur der überbetrieblichen Prozesse evtl. erst ermöglicht werden.

Ebenso wie die Modellierung der Prozesse erfolgt auch ihre Bewertung mit Kosten und Erlösen verteilt. Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Unternehmen zu gewährleisten, ist eine einheitliche Verrechnung von Kosten und Erlösen sicherzustellen. Durch Verhandlungen ist eine Einigung zu erzielen, welche Verfahren in welcher Form zur Bewertung eingesetzt werden. Für die Anwendung der Prozeßkostenrechnung ist abzugleichen, ob auf Vollkosten- oder Teilkostenbasis gerechnet wird, d.h. die lmn-Prozesse Berücksichtigung finden oder lediglich lmi-Prozesse in die Kalkulation eingehen.[28] Desweiteren ist festzulegen, welcher Bezugszeitraum zugrundegelegt wird, welche Kostenarten einbezogen werden etc. Analoges gilt bei der Behandlung der Erlöse.

Die Ergebnisse der Teilbewertungen, d.h. der Bewertungen der Teilprozeßketten in den Unternehmen, sind zur Kalkulation des gesamten Ablaufes zusammenzuführen. Die entsprechenden Agenten müssen Zugriff auf die Kosten- und Erlösmodelle der überbetrieblichen Prozeßketten haben, um Daten eintragen oder verändern, Berechnungen der Prozeßkette durchführen und anhand dieser Ergebnisse Maßnahmen vorschlagen zu können. Da es sich hierbei um vertrauliche Unternehmensdaten handelt, sind in Abhängigkeit der gewünschten Berechtigungen zum Umgang mit den Daten geeignete anwendungsspezifische Sichten auf die Modelle zu definieren. Die Agenten können dabei entweder schreibenden und lesenden Zugriff oder nur lesenden Zugriff auf die Daten des Partnerunternehmens haben. Wird ihnen jeglicher Zugriff untersagt, so ist bei der Durchführung von Berechnungen und Simulationen auf den modellierten Prozeßketten zur Ermittlung der Wirkungen von Maßnahmen für die Restrukturierung der Prozeßkette dennoch sicherzustellen, daß auch die Daten, die den Agenten verborgen sind, automatisch mit einfließen.

---

[28] lmn-Prozesse sind leistungsmengenneutrale Prozesse, lmi-Prozesse sind leistungsmengeninduzierte Prozesse. Vgl. dazu Mayer, R.: Prozeßkostenrechnung und Prozeßkostenmanagement: Konzepte, Vorgehensweisen und Einsatzmöglichkeiten. In: Prozeßkostenmanagement. Hrsg.: IFUA Horváth & Partner. S. 73-99, bes. S. 87.

Trotz der angesprochenen Problematik wird vorgeschlagen, die gesamten Daten über betriebsübergreifende Prozeßketten für die beteiligten Unternehmen offenzulegen. Sie haben auf diese Weise die Möglichkeit, die Werte der durch das Prozeßmanagement beeinflussbaren Parameter der Teilprozesse zu sehen, die bei den Partnern stattfinden. Damit können die Agenten fundierte Gestaltungsvorschläge und Maßnahmen zur Rationalisierung auch für die bei den Partnern durchgeführten Teilprozesse unterbreiten.

Bezogen auf die für das überbetriebliche Prozeßmanagement relevanten innerbetrieblichen Abläufe sollten ebenfalls deren Strukturen den Agenten bekannt sein. Für eine umfassende Optimierung ist die Einbindung der betriebsübergreifenden Prozesse in die innerbetrieblichen Abläufe zu berücksichtigen. Die Entscheidung, Daten über innerbetriebliche Prozesse offenzulegen, ist abhängig von dem speziellen Anwendungsfall und davon, wie eng Unternehmen zusammenarbeiten.

### 3.2 Ableiten eines geeigneten Agentenmodells und einer Agentenarchitektur

Agenten sind autonome, meist nebenläufig arbeitende Einheiten eines verteilten, kooperativen Systems (Multi-Agenten-System), die (Teil-) Probleme lösen können und unabhängig arbeiten.[29] Ein Agent muß drei Aufgaben bewältigen können, die auch miteinander in Konflikt stehen können. Er muß zum einen seine eigenen Ziele innerhalb des gesamten Systems bestmöglich erreichen. Daneben muß er sich mit den globalen Zielen des Gesamtsystems auseinandersetzen, die im Widerstreit zu seinen Individualzielen stehen können. Zum dritten muß ein Agent bereit sein, mit anderen Agenten zu kooperieren, um eine optimale Gesamtlösung konstruktiv zu erreichen.[30]

Es wird zwischen zwei Agententypen unterschieden:[31]

#### (1) Reaktive Agenten

Reaktive Agenten sind dadurch gekennzeichnet, daß sie nur auf äußere Stimuli reagieren. Sie können nicht über ihr Verhalten bei der Problemlösung nachdenken. Entsprechend planen sie auch keine Kooperation und Kommunikation mit anderen Agenten. Sie sind nicht fähig, mit anderen Agenten zu interagieren.

#### (2) Reflektive Agenten

Im Gegensatz zu reaktiven Agenten haben reflektive Agenten Ziele und Absichten. Sie können aufgrund ihrer Eigenintelligenz über Pläne und Aktionen anderer Agenten nachdenken. Sie können darüber rasonieren, wie sie Teilprobleme lösen, wie sich ihre Teilproblemlösungen mit denen anderer Agenten vereinbaren lassen und wie sie sich verhalten müssen, um die vom Gesamtsystem angestrebte Problemlösung zu erreichen.[32] Hierfür müssen diese Agenten in Ergänzung zu ihrem Problemlösungswissen über Metawissen verfügen, auf dessen Grundlage sie über das Zusammenwirken mit anderen Agenten entscheiden.

Das überbetriebliche Prozeßmanagement erfordert reflektive Agenten. Sie vertreten unternehmerische Ziele und beurteilen von anderen Agenten zur Gestaltung der betriebsübergreifenden Prozeßketten vorgeschlagene Maßnahmen. Von den reflektiven Agenten wird rationales Verhalten im Sinne ihrer verfolgten Ziele gefordert. Entsprechend ihrer Intentionen entscheiden die Agenten über das Anbieten von Kooperationen und darüber, wie sie auf Koope-

---

[29] Agenten werden auf das Actor-Modell von Hewitt zurückgeführt. Vgl. Martial, F. von: Einführung ... a. a. O., bes. S. 6 und Hewitt, C. E.: Viewing Control Structures as patterns of passing messages. *Artificial Intelligence*, 8(1977)3, S. 323-364.

[30] Vgl. Levi, P.: *Multiagenten-Systeme ... a. a. O.*, S. 56.

[31] Vgl. Martial, F. von: Einführung ... a. a. O., bes. S. 7; Kirn, S.: Koordinierung verteilter (& kooperativer) intelligenter Systeme - Grundzüge einer integrativen Theorie der Koordinierung und Entwurf einer Koordinierungs-Referenzarchitektur. In: *GWAI-92, Workshop Distributed Artificial Intelligence*. Hrsg.: B. Burmeister, K. Sundermeyer. Berlin 1992, Anhang, bes. S. 31.

[32] Vgl. Durfee, E. H.; Lesser, V. R.; Corkhill, D. D.: Cooperative Distributed Problem Solving. In: *Artificial Intelligence*. Hrsg.: A. Barr, P. R. Cohen, E. A. Feigenbaum. Volume IV, Reading, Mass. 1989, S. 83-148, bes. S. 137.

rationsnachfragen von anderen Agenten reagieren. Der kooperativen Problemlösung in Multi-Agenten-Systemen entspricht die Sicht, wie sie in der Verhaltenstheorie der Unternehmung besteht.[33] Bei den Agenten kann ebenfalls nicht von einer vollständigen Rationalität ausgegangen werden, sondern es muß aufgrund limitierter Informationsverarbeitungskapazität eine nur intendierte Rationalität zugrunde gelegt werden.

Bei einer Analyse bestehender Agentenmodelle und -architekturen ist festzustellen, daß die Mehrzahl auf anwendungsspezifische Problemstellungen ausgerichtet ist. Die Anwendungen stammen dabei insbesondere aus dem produktionstechnischen Bereich und dem Finanzdienstleistungsbereich. Als Beispiele können folgende genannt werden: Zelewski beschreibt ein Agentenmodell auf der Basis einer Kontrakt-Netz-Architektur zur Bewältigung der komplexen Koordination von Produktionsprozessen.[34] Mertens/Hildebrand/Kotschenreuther befassen sich mit der Koordination von Ablaufplanungs- und Umdispositions-, Materialfluß- und Diagnosesystemen.[35] Falk/Spieck/Mertens untersuchen die Unterstützung der internen Lager- und Transportlogistik durch teilintelligente Agenten.[36] Fischer/Windisch stellen den Ansatz MAGSY zur Koordination von autonomen Systemen des Produktionsbereiches (Robotern, Maschinen, Transportsysteme etc.) vor.[37] Wittig erstellte mit ARCHON eine Agentenarchitektur für industrielle Anwendungen.[38] Krallmann entwickelte das Multi-Agenten-System MAGNIFICO zur Koordinierung verschiedener Finanzdienstleistungen im Sinne einer Allfinanzberatung. Dieses System ist mit Hilfe der Entwicklungsumgebung TUB-MAGIC realisiert worden.[39]

Als anwendungsunabhängig und universell kann dagegen das von Burmeister/Sundermeyer entwickelte Agentenmodell und die darauf aufbauende Agentenarchitektur angesehen werden.[40] Sie werden als Grundlage für die Entwicklung der Agenten des überbetrieblichen

- 
- [33] Vgl. Bamberg, G.; Coenenberg, A. G.: Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre. 4. Aufl., München 1985, S. 6f.
- [34] Vgl. Zelewski, S.; Bode, J.: Koordination von Produktionsprozessen - Ein Ansatz auf Basis von Multi-Agenten-Systemen. *Information Management*, 8(1993)2, S. 14-24.
- [35] Vgl. Mertens, P.; Hildebrand, R. J. N.; Kotschenreuther, W.: Verteiltes wissensbasiertes Problemlösen im Fertigungsbereich. *ZfB*, 59(1989)8, S. 839-854.
- [36] Vgl. Falk, J.; Spieck, S.; Mertens, P.: Unterstützung der Lager- und Transportlogistik durch Teilintelligente Agenten. *Information Management*, 8(1992)2, S. 26-31.
- [37] Vgl. Fischer, K.; Windisch, H.-M.: MAGSY: Ein regelbasiertes Multiagentensystem. *KI*, 6(1992)1, S. 22-26.
- [38] Vgl. Wittig, T.: ARCHON ... a. a. O.
- [39] Vgl. Meyer, U.; Mühlheims, A.; Müller-Wünsch, M.; Schopf, C.; Woltering, A.: Multi-Agent Architecture for Intelligent Financial Consulting - eine kooperierende, wissensbasierte Anwendung zur Unterstützung der Allfinanzberatung. In: *Wirtschaftsinformatik - Innovative Anwendungen, Technologie, Integration*. Hrsg.: K. Kurbel. Heidelberg 1993, S. 271-286.
- [40] Vgl. Sundermeyer, K.: Modellierung von Szenarien kooperierender Akteure. In: *GWAI-90: 14th German Workshop on Artificial Intelligence*. Hrsg.: H. Marburger. Berlin 1990, S. 11-18; Burmeister, B.; Sundermeyer, K.: Cooperative Problem-Solving Guided by Intentions and Perception. In: *Pre-Proceedings of the 3rd Workshop on MAAMAW '91*. Hrsg.: D. Steiner, J. Müller. DFKI Document D91-10, Kaiserslautern 1991; Sundermeyer, K.: A Development and Simulation Environment for Cooperating Knowledge-Based Systems. In: *Verteilte Künstliche Intelligenz und kooperatives Arbeiten*. Hrsg.: W. Brauer, D. Hernández. IFB 291, Berlin et al. 1991, S. 102-112.

Prozeßmanagements verwendet, da die Analyse der oben genannten, anwendungsabhängigen Agentenmodelle und -architekturen ergeben hat, daß der Aufwand zur Anpassung dieser an die Problemstellung des Prozeßmanagements wesentlich höher wäre, als der für die Ableitung einer speziellen Architektur für das Prozeßmanagement aus dem allgemeingültigen, generischen Ansatz von Burmeister/Sundermeyer zu betreibende.

In dem Agentenmodell werden die Agenten durch das Tripel "Absichten, Ressourcen und Verhalten (Wahrnehmungen und Handlungen)" beschrieben. Agenten haben Absichten (Intentionen), die sie durch die Ausführung von Handlungen unter Berücksichtigung des wahrgenommenen Umfeldes und der anderen Agenten zu verwirklichen anstreben. Zur Durchführung von Handlungen benötigen sie Ressourcen (Wissen, Fähigkeiten, Mittel etc.), über die sie entweder selbst verfügen oder die sie von anderen Agenten benötigen.[41]

Aufbauend auf diesem Agentenmodell ist die Agentenarchitektur definiert, die in Abb. 6 dargestellt ist. In ihr sind die kognitiven, intentionalen, kommunikativen, sensorischen und aktorischen Eigenschaften eines Agenten abgebildet.

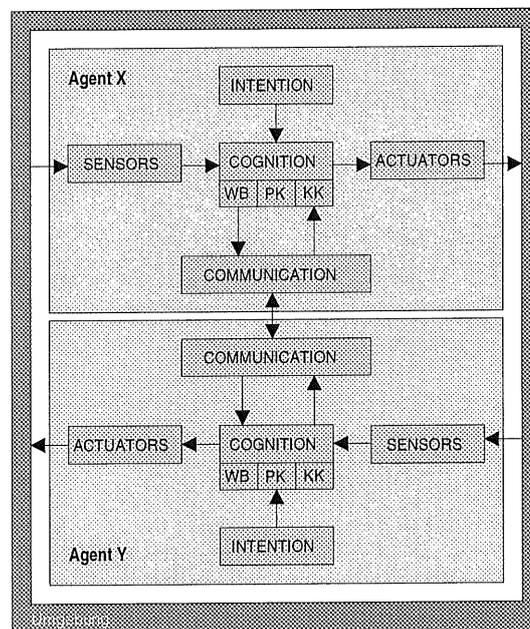


Abb. 6: Agentenarchitektur [42]

Die Ausgestaltung der einzelnen Komponenten der Architektur für das überbetriebliche Prozeßmanagement wird im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

[41] Vgl. Burmeister, B.; Sundermeyer, K.: Domänen-unabhängiges Kooperatives Problemlösen. KI, 6(1992)1, S. 12-16, bes. S. 12.

[42] Aus Sundermeyer, K.: Modellierung ... a. a. O., bes. S. 15.

### 3.3 Modellierung der Funktionalität der Systemkomponenten

Ausgehend von der beschriebenen allgemeinen Agentenarchitektur ergeben sich Agenten für das überbetriebliche Prozeßmanagement durch die anwendungsabhängige Ausgestaltung ihrer Funktionalität und die spezifischen Inhalte ihrer Wissensbasen. Die Agenten werden damit aus der generischen Architektur durch Spezifikation abgeleitet. Im weiteren wird der Inhalt und der Aufbau der einzelnen Komponenten dargestellt.

#### Sensors

Das Sensor-Modul beinhaltet Funktionen zur Wahrnehmung der Umgebung der Agenten. Unter Umgebung wird das für das System relevante Umfeld, d.h. die interne Situation in dem Unternehmen etc., und die anderen Agenten des Multi-Agenten-Systems verstanden. Durch die Sensors ist der Agent in der Lage, die Handlungen anderer Agenten zu registrieren. Dabei muß keine Beschränkung auf bestimmte überbetriebliche Beziehungen erfolgen.

#### Actuators

Das Aktions-Modul dient der Ausführung effektorischer Aktionen. Diese Aktionen haben eine Außenwirkung, d.h. sie sind für andere Agenten sichtbar und wirken sich auf die Umgebung aus. Das Aktions-Modul wird von der Problemlösungskomponente des Kognitions-Moduls angestoßen, wenn es eine Aktion beschlossen hat.

#### Intention

In dem Intentions-Modul werden die strategischen Absichten des Agenten dargestellt. Strategische Absichten sind im Gegensatz zu taktischen Absichten nicht direkt an Handlungen geknüpft. Sie stellen übergeordnete, langfristige Ziele dar, die das Verhalten des Agenten determinieren. Mittels Handlungen strebt der Agent die Realisierung dieser Ziele unter Berücksichtigung der ihm zur Verfügung stehenden Ressourcen an. Die individuellen Ziele der an einer überbetrieblichen Beziehung beteiligten Unternehmen sind oftmals nicht komplementär. Bei einer Zulieferbeziehung kann beispielsweise das zu beliefernde Unternehmen Wert auf eine sehr kurze Lieferzeit legen. Das liefernde Unternehmen präferiert dagegen eine möglichst frühzeitige Bestellung aufgrund einer angestrebten konstanten Produktionsauslastung oder konstanten Lagerbeständen. Daneben sind die durch eine Kooperation von den Unternehmen verfolgten Ziele abzubilden. Das globale Ziel der Unternehmen ist die kosten- und erlösoptimale Gestaltung der betriebsübergreifenden Prozesse. Bei einer Detaillierung dieses Oberziels können sich die daraus resultierenden Teilziele ebenfalls konkurrierend verhalten. Im Gegensatz zu den Individualzielen steht hier jedoch das Erreichen eines Gesamt-optimums im Vordergrund, was von den Unternehmen jeweils alleine nicht realisiert werden kann. Deshalb sind sie auf Kooperation angewiesen.

## Cognition

Das Kognitions-Modul ist für die Ausführung kognitiver Handlungen zuständig. Kognitive Handlungen unterscheiden sich von effektorischen Handlungen dadurch, daß sie nicht von anderen Agenten direkt wahrgenommen werden können. Sie spiegeln sich jedoch indirekt in den effektorischen Handlungen (effektorische Aktionen, die von dem Aktions-Modul ausgeführt werden und das Senden von Nachrichten, das von dem Kommunikations-Modul durchgeführt wird) wider. Kognitive Handlungen sind zum einen Schritte bei der Problemlösung, zum anderen Schritte bei der Interaktion mit anderen Agenten. Kognitive Handlungen laufen intern in Agenten ab und bleiben nach außen verborgen.[43]

Das Kognitions-Modul führt die Bewertung der überbetrieblichen Prozeßketten, das Identifizieren von Rationalisierungspotentialen und das Ableiten und Beurteilen geeigneter Maßnahmen zur Reorganisation und Restrukturierung der Prozeßketten durch. Es setzt sich aus drei Teilen zusammen: der Wissensbasis, der Problemlösungskomponente und der Kooperationskomponente.

### (1) Wissensbasis

Das Wissen des Agenten, d.h. das Wissen über sich selbst, über andere Agenten und über das Umfeld, ist in Wissensbasen gespeichert. Jeder dieser Wissensbereiche ist in einen generischen und in einen anwendungsabhängigen Teil unterteilt (vgl. Abb. 7). Der generische Teil der Wissensbasen kann als Metawissen bezeichnet werden, der anwendungsabhängige Teil stellt eine Ausprägung dessen dar.

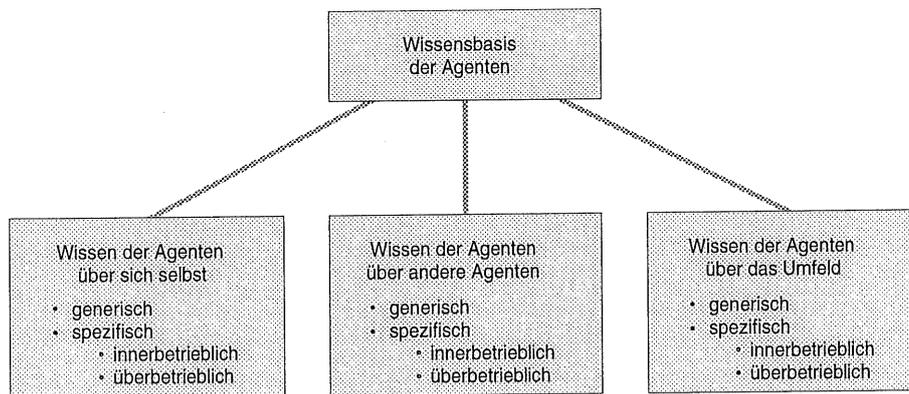


Abb. 7: Unterteilung der Wissensbasis der Agenten

Generische Bestandteile des Wissens des Agenten über sich selbst sind die Beschreibung der möglichen Verhaltensweisen und der Verhandlungsstrategien, die Bedingungen, die die Ausführung von Handlungen anstoßen, die Ausführungsbeschreibungen zu den Verhaltensweisen, die Beschreibung der taktischen Absichten [44], die Beschreibung der Ressourcen, die zur

[43] Vgl. Burmeister, B.; Sundermeyer, K.: Domänen-unabhängiges ... a. a. O., bes. S. 12f.

[44] Taktische Absichten sind im Gegensatz zu strategischen Absichten kurz- und mittelfristige Ziele, Pläne und Planschritte. Sie sind direkt an Handlungen gebunden. Vgl. Burmeister, B.; Sundermeyer, K.: Domänen-unabhängiges ... a. a. O., bes. S. 12.

Realisierung der Absichten notwendig sind, und eine Beschreibung der Ressourcen, über die der Agent selbst verfügt. Als generisches Wissen über andere Agenten ist deren Problemlösungsfähigkeit, ihre Verhaltensweisen, ihre möglichen Absichten und ihre Ressourcen abzubilden. Generische Teile des Wissens des Agenten über das Umfeld ist eine Beschreibung dessen und der Ressourcen, die von ihm bereitgestellt werden können. Daneben ist das Metamodell der Methode der ereignisgesteuerten Prozeßketten, mit der Prozesse modelliert werden, ebenfalls als Bestandteil des generischen Wissens anzusehen.

Der Teil des generischen Wissens, der für alle Agenten gleich ist, wird redundant in ihnen vorgehalten. Die Gründe liegen in dem so ermöglichten niedrigeren Kommunikationsaufwand der Komponenten und der Erhöhung der Systemsicherheit.

Der anwendungsspezifische Teil der Wissensbasen wird insbesondere durch das zu akquirierende Wissen über inner- und überbetriebliche Prozesse geprägt. Das Wissen differiert zwischen den einzelnen Agenten in Abhängigkeit davon, welcher Typ einer überbetrieblichen Beziehung (Kundenbeziehung, Lieferantenbeziehung etc.) Gegenstand der Betrachtung ist. Dementsprechend ist nicht nur das Wissen über die betriebsübergreifenden Prozesse unterschiedlich, sondern auch verschiedenes Wissen über innerbetriebliche Prozesse notwendig. Aufgrund des Umfangs der Prozeßstrukturen in einem Unternehmen wird es als sinnvoll erachtet, in den Agenten nur Wissen über die innerbetrieblichen Abläufe zu halten, die Berührungspunkte zu den betreffenden überbetrieblichen Prozessen aufweisen.

## (2) Problemlösungskomponente

Die Problemlösungskomponente wertet von dem Sensor-Modul übermittelte Daten aus, reagiert auf von dem Kommunikations-Modul übermittelte Nachrichten anderer Agenten und bereitet effektorische Handlungen vor.

Die für das überbetriebliche Prozeßmanagement von der Problemlösungskomponente durchzuführenden Funktionen sowie ihre zeitlich-logische Abfolge sind als EPK in Abb. 8 dargestellt. Mit den Anmerkungen *Verhandlung* wird ausgedrückt, daß bei der Durchführung der entsprechenden Funktionen Verhandlungen mit anderen Agenten geführt werden.

Die Funktion "Klassifikation" beinhaltet die unternehmensspezifische Vergabe von Prioritätsziffern für ganzheitliche Geschäftsprozesse. Werden den Prozessen dabei unterschiedliche Prioritätsziffern zugeordnet, sind Verhandlungen notwendig. Ergebnis der Verhandlungen ist eine Reihenfolge der Prozesse, in der sie dem Prozeßmanagement unterzogen werden.

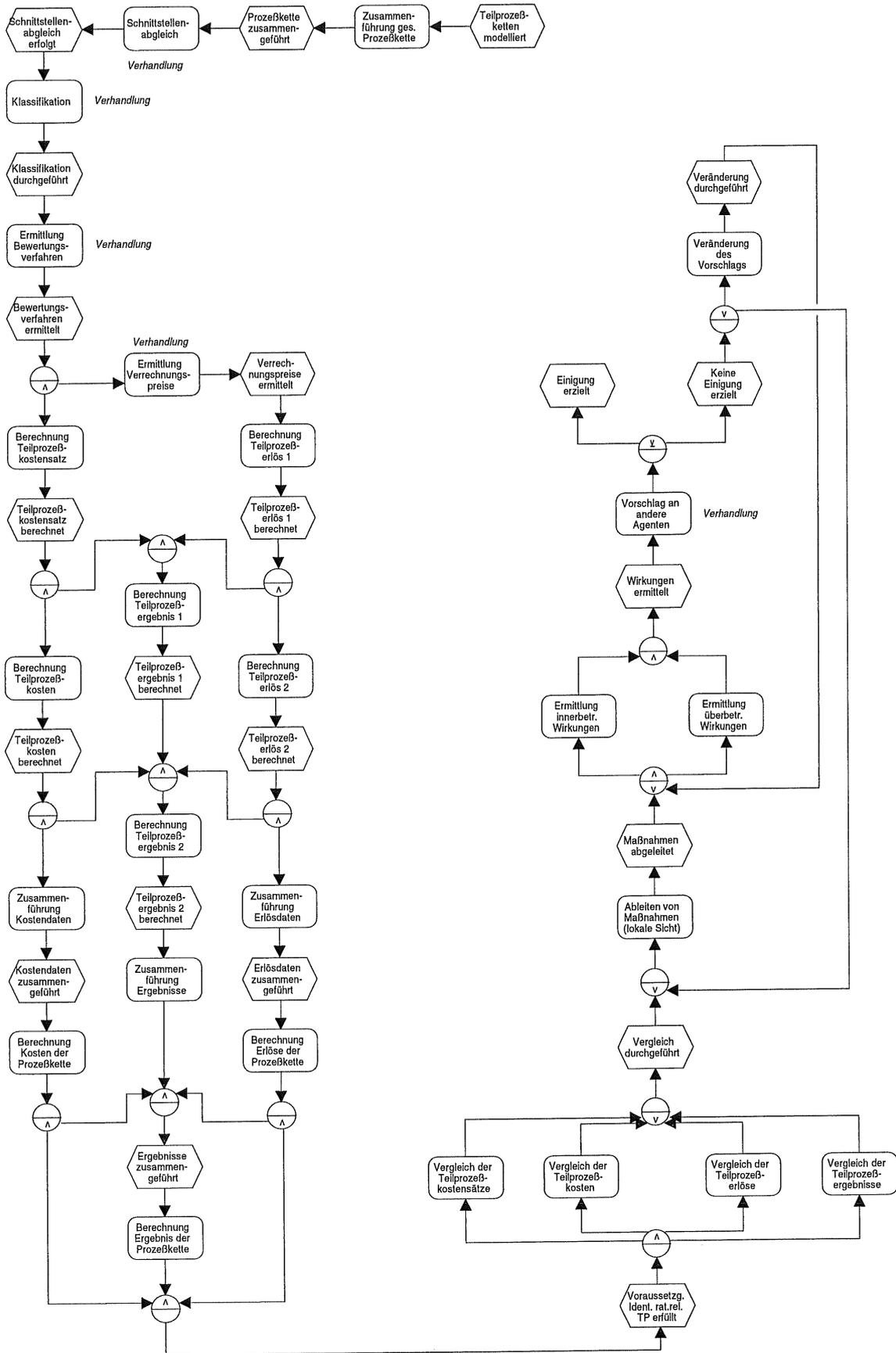


Abb. 8: Prozeßmodell eines Teils des überbetrieblichen Prozeßmanagements

### (3) Kooperationskomponente

Die Kooperationskomponente führt die kognitiven Handlungen durch, die zur Interaktion mit anderen Agenten notwendig sind. Sie bereitet im Zusammenspiel mit dem Kommunikations-Modul das Senden von Nachrichten vor und wertet empfangene Nachrichten aus. Sie ist dafür zuständig, über Verhandlungen mit anderen Agenten zu kooperieren, um benötigte Ressourcen von anderen Agenten zu erhalten oder ihnen Ressourcen zur Verfügung zu stellen, um so zu einer für alle Beteiligten optimalen Lösung zu kommen. Zu dem generischen Wissen gehören deshalb auch alternative Verhandlungsstrategien, die beim überbetrieblichen Prozeßmanagement gewählt werden können und das kommunikative Verhalten zwischen Agenten unterschiedlicher Unternehmen bestimmen.

### Communication

Das Kommunikations-Modul stellt die Kommunikationsschnittstelle zu anderen Agenten dar, d.h. es ist für eine explizite Kontaktaufnahme mit anderen Agenten zuständig. Es führt die von der Problemlösungskomponente geforderten und von der Kooperationskomponente vorbereiteten Nachrichten durch Senden aus und gibt empfangene Nachrichten weiter. In Abhängigkeit des Nachrichtentyps wird der Inhalt einer erhaltenen Nachricht entweder in eine Wissensbasis geschrieben, der Problemlösungskomponente weitergegeben, wodurch diese zur Durchführung kognitiver Handlungen veranlaßt wird, oder bei einer Verhandlung verwendet.

Eine ausführliche Beschreibung der Kooperations- und Kommunikationsstruktur zwischen Agenten für das überbetriebliche Prozeßmanagement wird im folgenden Kapitel gegeben.

### 3.4 Spezifikation der Kommunikations- und Kooperationsstruktur zwischen den Agenten

Für die Bestimmung der Kooperationsfunktionalität der Agenten wurde ein Kooperationsmodell entworfen. Es stellt als Teil der Agentenarchitektur die Grundlage für die Entwicklung der Kooperationskomponente und des Kommunikations-Moduls dar. In dem Kooperationsmodell wird spezifiziert, wie Agenten zur verteilten Problemlösung Partner suchen, wie sie diese aktivieren, wie die Agenten kommunizieren (Kommunikationsschritte) und der Problemlösungsfortschritt kontrolliert wird. Für den problemabhängigen Datenaustausch zwischen Agenten sind dabei Kommunikationsprotokolle zu definieren. Sie sind aus Nachrichtentypen aufgebaut, durch die Informationsinhalt und Format der Nachricht festgelegt wird.

Bei Kommunikationsverfahren für verteilte, künstlich intelligente Systeme können generell folgende Formen unterschieden werden: Nachrichtenaustausch (message passing) und Kommunikation über ein shared global memory (wie z.B. bei Blackboardsystemen).[45] Es wurde sich für den Nachrichtenaustausch als Kommunikationsform zwischen den Agenten entschieden.[46]

Als Methode zum verteilten Problemlösen wurden Verhandlungen gewählt. Durch Verhandlungen wird die Kooperation in dem Multi-Agenten-System dezentral koordiniert.[47] Dabei wird jedoch im voraus keine Kooperationswilligkeit der Agenten unterstellt. Agenten kooperieren nur, wenn sie dadurch einen Beitrag zur Zielerreichung erhalten können. Die bei Verhandlungen zu bearbeitenden Aufgaben übertragen die Agenten an ihre internen Komponenten. Bei Verhandlungsprotokollen kann zwischen Kontrakt-Netz-Ansätzen, knowledge interchange, Master-Slave-Beziehungen und Blackboardansätzen unterschieden werden.[48] Als geeignetes Verhandlungsprotokoll für Verhandlungen, wie sie beim überbetrieblichen Prozeßmanagement notwendig sind, wird der Kontrakt-Netz-Ansatz erachtet.[49]

Kontrakt-Netze können auf Aktor-Systeme zurückgeführt werden.[50] Letztere bestehen aus Programmmodulen, die Nachrichten zur gegenseitigen Abstimmung austauschen. Komponen-

---

[45] Vgl. Martial, F. von: Einführung ... a. a. O., bes. S. 7.

[46] Zur Begründung dieser Entscheidung vgl. die bereits in Kapitel 3.1 angeführten Argumente für die Ablehnung des Blackboard-Ansatzes zum überbetrieblichen Prozeßmanagement.

[47] Vgl. dazu auch Weber, E.; Kotschenreuther, W.; Mertens, P.: Ein Verhandlungsmechanismus zwischen drei einfachen Wissensbasierten Systemen. *Wirtschaftsinformatik*, 32(1990)1, S. 59-70.

[48] Vgl. Burmeister, B.; Sundermeyer, K.: Domänen-unabhängiges ... a. a. O., bes. S. 15; Haugeneder, H.; Steiner, D.: Cooperation Structures in Multi-Agent-Systems. In: *Verteilte Künstliche Intelligenz und kooperatives Arbeiten*. Hrsg.: W. Brauer, D. Hernández. IFB 291, Berlin et al. 1991, S. 160-171, bes. S. 164.

[49] Vgl. Smith, R. G.: The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver. *IEEE Transactions on Computers*, (1980)C-29, S. 1104-1113; Smith, R. G.; Davis, R.: Distributed Problem Solving: The Contract Net Approach. In: *Proceedings of the Second National Conference of the Canadian Society for Computational Studies of Intelligence*. Toronto 1978, S. 278-287.

[50] Vgl. Zelewski, S.; Bode, J.: Koordination ... a. a. O., bes. S. 16.

ten des Kontrakt-Netztes sind dagegen Agenten, die im Vergleich zu Actors, die auf prozedurale Programmmodule beschränkt sind, deutlich komplexere Strukturen annehmen können. Die Kommunikation innerhalb von Kontrakt-Netzen ist auf Kooperationszwecke begrenzt. Es werden zwischen den Agenten nur solche Nachrichten zugelassen, die dem Abschluß von Bearbeitungskontrakten incl. dem dabei durchzuführenden Austausch von Aufgaben und Ergebnissen dienen. Durch diese Einschränkung wird der Kommunikationsaufwand zwischen den Agenten des überbetrieblichen Prozeßmanagements auf ein notwendiges Maß reduziert. Die angestrebte lose Kopplung zwischen den Agenten wird somit geeignet unterstützt. Die zwischen Agenten unterschiedlicher Unternehmen auszutauschenden Nachrichten werden mittels WANs oder öffentlicher Kommunikationsdienste übertragen.

Hinsichtlich des semantischen Gehalts der auszutauschenden Nachrichten können zwei Formen unterschieden werden. Zum einen kann eine Nachricht die Nachfrage eines Agenten für die Bearbeitung einer Teilaufgabe enthalten (die Lösung der Teilaufgabe wird von dem Agenten z.B. als Zwischenergebnis für weitere Berechnungen benötigt). Zum anderen kann sie ein Angebot eines Agenten für die Bearbeitung einer Teilaufgabe beinhalten. Ein sog. Kontrakt zwischen zwei Agenten kann nur dann zustande kommen, wenn eine geäußerte Nachfrage einem vorliegenden Angebot entspricht. Liegen für eine Nachfrage mehrere Angebote unterschiedlicher Agenten vor oder umgekehrt, sind in Abhängigkeit des Verhandlungsgegenstandes geeignete Auswahlmechanismen zu definieren. Das hier zugrunde gelegte Auswahlverfahren ist das Auktionsverfahren: Angebot oder Nachfrage werden an konkurrierende Agenten bestbietend vergeben.[51] Zur Konkretisierung eines "besten" Angebotes oder einer "besten" Nachfrage müssen Auswahlkriterien präzisiert werden. Z.B. kann bei mehreren Angeboten zur Umgestaltung eines Teilprozesses dasjenige ausgewählt werden, das die geringsten Auswirkungen auf innerbetriebliche Abläufe mit sich bringt.

Zur Adressierung ihrer Nachrichten müssen die Agenten Kenntnis darüber haben, welche Agenten einen Lösungsbeitrag leisten oder benötigen können und damit für einen Kontrakt in Frage kommen. Dazu greifen sie auf das in ihren Wissensbasen enthaltene generische und spezifische Wissen über andere Agenten zu und ermitteln somit geeignete Ansprechpartner.

Bei der Rollenverteilung der Agenten während einer Verhandlung können prinzipiell zwei Formen unterschieden werden: die Manager-Kontraktor-Variante und die Koordinator-Variante.[52] Die Manager-Kontraktor-Variante als Standardvariante für Kontrakt-Netze stellt eine asymmetrische Verhandlung dar. Genau ein Agent (Manager) tritt als Nachfrager für eine

---

[51] Das Auktionsverfahren ist eines der am häufigsten verwendeten Verfahren bei konkurrierenden Angeboten oder Nachfragen. Durch das Zuordnungsverfahren der Vickery-Auktion werden die Agenten zu rationalem Verhalten bei der Unterbreitung von Angeboten und der Formulierung von Nachfragen veranlaßt und somit eine strategische Informationsmanipulation vermieden. Vgl. Zelewski, S.; Bode, J.: Koordination ... a. a. O., bes. S. 24.

[52] Vgl. Davis, R.; Smith, R. G.: Negotiation as a Metaphor for Distributed Problem Solving. Artificial Intelligence, Vol. 20(1983), S. 63-109, bes. S. 76ff; Zelewski, S.; Bode, J.: Koordination ... a. a. O., bes. S. 18ff.

Bearbeitungsleistung auf und leitet die dafür erforderlichen Initiativen ein. Erst durch seine Tätigkeit, d.h. eine Nachfrage, kann ein Kontrakt zustande kommen. Nachteile dieser Variante sind, daß eine Einschränkung dahingehend vorgenommen wird, daß immer nur für genau eine Nachfrage geeignete Angebote gesucht werden und auch nur diese versteigert werden. Damit wird der Fall ausgeschlossen, gleichzeitig mehrere Nachfragen des selben Agenten oder verschiedener Agenten zu behandeln. Die Nachteile werden bei der Koordinator-Variante (symmetrische Verhandlung) vermieden. Keiner der Agenten hat in diesem Fall eine dominierende Rolle. Im Gegensatz zur der Manager-Kontraktor-Variante können Agenten von sich aus Angebote unterbreiten, ohne durch eine Nachricht aktiviert worden zu sein. Alle Angebote und Nachfragen werden von einem Koordinationsagenten zentral gesammelt und koordiniert. Er trifft die Entscheidung darüber, welche Angebote vorliegende Nachfragen befriedigen können, und führt gegebenenfalls die Versteigerungen durch. Die Agenten kommunizieren damit nicht direkt miteinander, sondern ausschließlich über den Koordinationsagenten.

In der geschilderten Systemkonzeption wird eine Mischform beider Varianten realisiert. In Anlehnung an die Manager-Kontraktor-Variante wird auf einen zentralen Koordinationsagenten verzichtet.[53] In Abweichung zu ihr wird jedoch zugelassen, daß Agenten ohne das Erhalten einer Nachricht Angebote abgeben und gleichzeitig mehrere Nachfragen betrachtet werden können. In den Systemkomponenten werden dazu jeweils zwei Nachrichtenspeicher im Sinne einer Mailbox eingerichtet, die für alle Agenten zugänglich sind. In die einen Nachrichtenspeicher werden die zu befriedigenden Nachfragen von den Agenten eingetragen, in die anderen die abgegebenen Angebote. Der Vorteil dieser Zwischenspeicher liegt zum einen darin, daß durch das Eingehen von Angeboten und Nachfragen die Agenten ihre internen Informationsverarbeitungsprozesse nicht unterbrechen müssen. Zum anderen hat jeder Agent die Möglichkeit, vor Absenden einer Nachfrage bereits vorliegende Angebote zu prüfen. Erscheint ihm keines der Angebote geeignet, versendet er eine Nachricht mit der Nachfrage.

Bei diesem Vorgehen kann jeder Agent gegebenenfalls eine Versteigerung bzgl. der in seinen Nachrichtenspeichern stehenden Nachfragen und Angeboten durchführen. Dabei kann er darüber entscheiden, welche Nachfragen er generell befriedigt, in welcher Reihenfolge er diese abarbeitet und welche Angebote die für ihn bestmöglichen sind.

Gegenstand von Verhandlungen beim überbetrieblichen Prozeßmanagement sind

- der Abgleich der durch die Unternehmensgrenzen gegebenen Schnittstellen innerhalb der betriebsübergreifenden Prozesse,

---

[53] Die Koordinator-Variante unterstützt die Kommunikation in verteilten Systemen nach einem Blackboard-Ansatz. Dieser wurde für das überbetriebliche Prozeßmanagement als nicht geeignet erachtet (vgl. zu den Gründen Kapitel 3.1).

- die Klassifikation der Prozesse
- eine einheitliche, unternehmensübergreifende Bewertung der Prozesse und damit verbunden
- das anzuwendende Verfahren der Prozeßkostenrechnung,
- die Bildung von Verrechnungspreisen für Teilprozesse, die in unterschiedlichen Unternehmen durchgeführt werden (zum einen pro einmaliger Durchführung der Teilprozesse, zum anderen unter Berücksichtigung ihrer Inanspruchnahme im Rahmen der Prozeßkette),
- Vorschläge für Maßnahmen zur Restrukturierung und Reorganisation von Geschäftsprozessen anhand der Bewertungsergebnisse und
- die organisatorische Neuordnung von Teilprozessen zu Unternehmen.

In Abb. 9 ist beispielhaft der Verlauf einer Verhandlung über die Restrukturierung von Teilprozessen grafisch dargestellt.

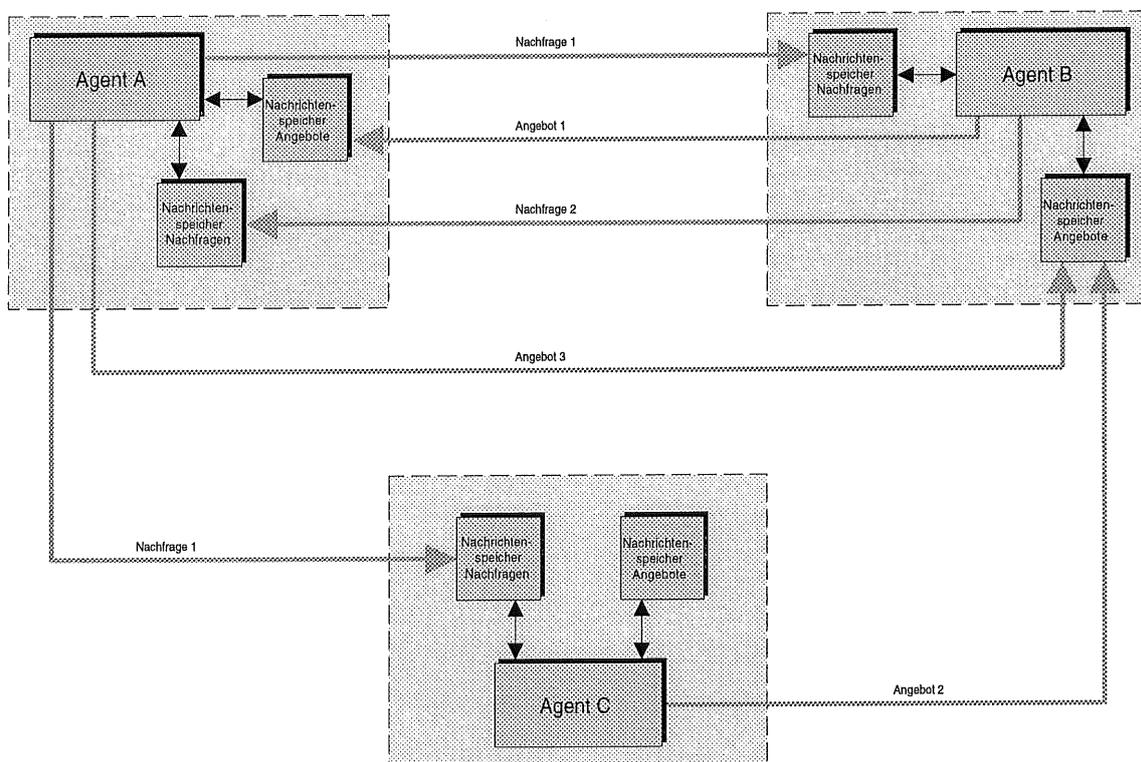


Abb. 9: Ablauf einer Verhandlung

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bewertung der Teilprozesse mit Kosten und Erlösen identifiziert Agent A unter Verwendung der entsprechenden Kosten- und Erlösmodelle aus seiner lokalen Sicht rationalisierungsrelevante Teilprozesse. Er ermittelt zur optimalen Gestaltung dieser Teilprozesse alternative Maßnahmen und berechnet durch Simulationen auf den erfaßten Prozessen deren Kosten- und Erlöswirkungen bzgl. des überbetrieblichen Prozesses und davon betroffener innerbetrieblicher Prozesse. Der Agent A wählt die für ihn

gemäß seiner Ziele günstigste Maßnahme aus (z.B. die organisatorische Umverteilung der Durchführung des Teilprozesses von Unternehmen A nach Unternehmen B) und sendet eine Nachfrage an andere Agenten, um von ihnen Kosten- und Erlöswirkungen auf diese Maßnahme aus ihrer Sicht zu erfahren. Agent B unterbreitet A ein Angebot, indem er intern durch entsprechende Berechnungen die vorgeschlagene Maßnahme beurteilt, und ihm die Ergebnisse zurücksendet. Dabei kann Agent B auch mit einem Gegenvorschlag (Aufteilung der Durchführung auf Unternehmen A und B, Fremdvergabe des betrachteten Teilprozesses u.ä.) reagieren und wiederum von A dessen Beurteilung (horizontale Splittung des Teilprozesses gemäß Kundengruppen, Fremdvergabe nicht möglich etc.) anfordern. Agent C hat dagegen kein Interesse, mit A in Verhandlung zu treten, da eine entsprechende Handlung nicht konform zu seinen strategischen Absichten wäre.

Dieser Ablauf wird solange wiederholt, bis eine Einigung bzgl. der Restrukturierung der Teilprozesse erzielt wird.

## 4 Entwicklung eines Prototyps für das überbetriebliche Prozeßmanagement

Die beschriebene Konzeption ist in dem Prototyp PRINCESS (Process Management with Intelligent Cooperating Information Systems) umgesetzt. Er wird im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Forschungsvorhabens entwickelt.[54] Der Prototyp ist auf zwei Workstations SUN Sparc unter dem Betriebssystem UNIX implementiert und ist in der Sprache C++ programmiert. Als Multi-Agenten-System-Shell wird MAGSY verwendet.[55] Mit ihr werden die hybriden Wissensbasen erstellt. Das Wissen ist dazu in einer regelbasierten Repräsentationsform beschrieben. Zur Gestaltung der Benutzeroberflächen wird xf bzw. tcl/tk eingesetzt. Der externen Datenspeicherung dient die relationale Datenbank ORACLE, der ein verteiltes Konzept zugrundeliegt.

Die Modellierung der überbetrieblichen Prozeßketten wird mit dem System ARIS-Toolset 2.1 [56] durchgeführt. Dieses System basiert auf der ARIS-Architektur [57] und unterstützt effizient die Methode der ereignisgesteuerten Prozeßketten (EPK) sowie deren Erweiterung (eEPK). Ein weiterer Vorteil dieses Systems ist, daß es unter Windows als PC-Anwendung implementiert ist. Damit ist eine flexible Erfassung der überbetrieblichen Prozeßketten in den jeweiligen Unternehmen, beispielsweise unter Verwendung eines Laptops, möglich. Zur detaillierten Erhebung der Prozeßstrukturen ist es erforderlich, neben durchzuführenden Interviews die entsprechenden Abläufe vor Ort zu betrachten, um insbesondere die Schnittstellen zwischen Abteilungen und Unternehmen zu modellieren, über die in der Regel kein umfassendes Wissen vorliegt.

Zur Integration des ARIS-Toolset in die UNIX-Umgebung wird die Software SUN-PC verwendet. Damit die mit dem ARIS-Toolset erfaßten Prozeßdaten direkt in der ORACLE-Datenbank abgelegt werden können, ist das ARIS-Toolset mit der ORACLE-Datenbank gekoppelt. Neben der Erfassung von Prozeßinformationen mittels des ARIS-Toolset ist auch ihre manuelle Eingabe über geeignete Masken des Prototyps möglich. Dies ist notwendig, damit Änderungen der Daten vorgenommen und für Simulationszwecke die Werte variiert werden können.

Beide Systemkomponenten verfügen über die Struktur und die Daten der überbetrieblichen Prozesse. Um diese konsistent zu halten, wird zu bestimmten Zeitpunkten ein Abgleich zwischen den entsprechenden Datenbankinhalten durchgeführt. Nach einer in einer Verhandlung vereinbarten Änderung der Struktur einer Prozeßkette wird über einen Triggermechanismus ein Update der Daten angestoßen und in beiden Teilen der Datenbank ausgeführt.

[54] Das Forschungsvorhaben (Az.: Sche 185/11-2) findet im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms "Verteilte DV-Systeme in der Betriebswirtschaft" statt.

[55] MAGSY wurde am Institut für Informatik der TU München im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 331 entwickelt. Vgl. Fischer, K.; Windisch, H.-M.: MAGSY ... a.a.O., S. 22-26.

[56] Das ARIS-Toolset 2.1 ist ein Produkt der IDS Prof. Scheer GmbH.

[57] Vgl. Scheer, A.-W.: Architektur ... a. a. O.

Nach der Modellierung und Erfassung der Prozesse wird unter einem Menüpunkt die Möglichkeit zur Klassifikation der Prozesse angeboten (sie muß nicht notwendigerweise durchgeführt werden, kann aber für das weitere Vorgehen geeignete Hilfestellung gewährleisten). Dazu werden in einer Liste sämtliche überbetrieblichen Prozesse aufgeführt. Die Reihenfolge der Prozesse wird über Verhandlungen zwischen den Agenten festgelegt. Anhand der Ergebnisse wird das Vorgehen beim überbetrieblichen Prozeßmanagement bestimmt, d.h. es werden zunächst die Prozesse analysiert und optimiert, die die höchste Priorität gemäß der Klassifikation besitzen.

Das System verzweigt anschließend in eine Eingabemaske für die Erfassung von Informationen, die die Auswahl der Verfahren zur Bewertung der Prozesse determinieren. Dabei werden sowohl allgemeine Informationen erfragt, wie Genauigkeitsanforderungen, gewünschter Aufwand etc., als auch auf den speziellen Anwendungsfall bezogene. Nach systeminternen Verhandlungen zwischen den Agenten wird dem Benutzer wissensbasiert ein Verfahren vorgeschlagen.

Die Gestaltung der Oberflächen der Systemkomponenten zur Eingabe der Daten über Prozesse (sofern sie nicht mittels des ARIS-Toolset erfaßt und aus der Datenbank gelesen werden) und ihrer Visualisierung erfordert besondere Aufmerksamkeit. Die für den Benutzer notwendigen Informationen sind entsprechend aufzubereiten. Kosten-, Erlös- und Ergebnisdaten über die Teilprozesse einer Prozeßkette werden in tabellarischer Form dargestellt. In diese Tabellen können von dem Benutzer Änderungen manuell eingetragen werden. Parallel dazu kann in einem eigenen Fenster die Prozeßkette mit den für die Durchführung der Teilprozesse zuständigen Organisationseinheiten der entsprechenden Unternehmen angezeigt werden. Die Inhalte der Tabellen können grafisch aufbereitet in von dem Benutzer bestimmbar Diagrammarten angezeigt werden. Die Grafiken werden flexibel aus den Tabellen erzeugt und bei Änderungen der Werte automatisch angepaßt. Zur Analyse der Prozeßketten können Auswertungsfunktionen von dem Benutzer angestoßen werden. So können beispielsweise in einer Grafik alle Teilprozesse mit negativen Prozeßergebnissen oder einem überdurchschnittlich hohen Teilprozeßkostensatz farblich gekennzeichnet werden.

Unter einem weiteren Menüpunkt sind die wissensbasierte Auswertungsanalyse sowie darauf aufbauend die Ableitung und Beurteilung von Maßnahmenvorschlägen zur Restrukturierung und Reorganisation der Prozesse realisiert. Anhand der Ergebnisse der Prozeßbewertungen werden die rationalisierungsrelevanten Teilprozesse identifiziert. Für sie schlagen die Systemkomponenten Maßnahmen vor und stellen sie zur Diskussion. Anschließend wird die Neugestaltung dieser Teilprozesse zwischen den Agenten ausgehandelt. Alternativen sind in diesem Zusammenhang die Verschiebung von Teilprozessen über die Unternehmensgrenzen, ihre Eliminierung, Splittung, Fremdvergabe etc.

Umfang und Qualität des Wissens der Agenten determinieren maßgeblich die Leistungsfähigkeit des Prototyps. Es können jedoch nur Teile des generischen Wissens anhand von Literaturanalysen erworben werden. In Beispielszenarien, anhand derer der Prototyp getestet wird, wird dieses Wissen hinsichtlich der Szenarien präzisiert sowie weiteres Wissen hinzugefügt. Die Beispielszenarien beziehen sich dabei auf unterschiedliche Typen überbetrieblicher Prozesse. In ihnen werden Spezifika von Unternehmen nicht berücksichtigt, sondern Abläufe in allgemeingültiger Form unterstellt.

In praktischen Anwendungsfällen ist das in den Wissensbasen der Agenten enthaltene Wissen hinsichtlich seiner logischen Konsistenz, Vollständigkeit und Korrektheit zu überprüfen. Für die Anwendungsfälle werden dabei jeweils schrittweise fallspezifische Wissensbasen durch die Akquisition anwendungsabhängigen Wissens aufgebaut. Diese Wissensbasen enthalten auch die für die jeweiligen Unternehmen geltenden Restriktionen bzgl. der überbetrieblichen Prozesse und ihrer Verbindungen zu den entsprechenden innerbetrieblichen Abläufen sowie bereichsspezifisches Erfahrungswissen.

## 5 Ausblick

Aus den gewonnenen Erkenntnissen und erzielten Ergebnissen kann geschlußfolgert werden, daß der Einsatz eines Multi-Agenten-Systems die Durchführung des überbetrieblichen Prozeßmanagements wesentlich vereinfachen kann. Verhandlungen über betriebsübergreifende Prozesse können auf das System übertragen werden, das anhand seines Wissens, der abgebildeten Ziele und der gespeicherten Daten Vorschläge zur Restrukturierung und Reorganisation von Prozessen unterbreitet und die Wirkungen der entsprechenden Maßnahmen aufzeigt. Als Vorteile für die Entscheidungsträger (Business Process Owner) in den entsprechenden Unternehmen sind u.a. eine signifikante Zeitersparnis und ein verringerter Abstimmungsaufwand zu nennen. Zudem verfügen sie in der Regel nicht über ein umfassendes Wissen bzgl. der Abläufe in und zwischen Unternehmen und können damit die betriebswirtschaftlichen Konsequenzen von Maßnahmen nicht ausreichend abschätzen.

Durch die Bewertung von überbetrieblichen Prozessen werden aussagekräftige, meßbare Größen gebildet, die die Beurteilung der Effizienz von Prozessen und deren Teilprozesse ermöglichen. Damit wird eine fundierte Grundlage zur Verfügung gestellt, um Entscheidungen über die Abläufe zu treffen und alternative Strukturen vergleichen zu können.

Als eine Erweiterung der bestehenden Konzeption ist vorgesehen, bereits optimierte Geschäftsprozesse in einer Falldatenbank zu speichern. Durch den Einsatz von Case-based-Reasoning-Systemen können dann Ergebnisse von Verhandlungen auf der Grundlage bereits abgeschlossener Referenzfälle abgeleitet und beurteilt werden.

Insgesamt unterstreicht das hohe Interesse der Unternehmen an der prozeßorientierten Reorganisation ihrer Unternehmensstrukturen dessen Notwendigkeit, was aktuell auch durch Begriffe wie Business Reengineering, Business Process Engineering etc. in Praxis und Wissenschaft belegt wird. Die damit einhergehende Dezentralisierung, der Wandel des Denkens in Bereichen hin zu einem Denken in Prozessen und die Flexibilität bzgl. des Ausgestaltens von Kooperationen zwischen Unternehmen erfordert die Nutzung von kooperierenden, verteilten Systemen, die die für das Prozeßmanagement geltenden Anforderungen erfüllen und damit den Gestaltungsprozeß adäquat unterstützen können.

## Literaturverzeichnis

- Bamberg, G.; Coenenberg, A. G.:* Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre. 4. Aufl., München 1985.
- Berkau, C.:* Controlling-Blackboardsystem - Blick in die Labors. Management & Computer, 1(1993)2, S. 150-152.
- Burmeister, B.; Sundermeyer, K.:* Cooperative Problem-Solving Guided by Intentions and Perception. In: Pre-Proceedings of the 3rd Workshop on MAAMAW '91. Hrsg.: D. Steiner, J. Müller. DFKI Document D91-10, Kaiserslautern 1991.
- Burmeister, B.; Sundermeyer, K.:* Domänen-unabhängiges Kooperatives Problemlösen. KI, 6(1992)1, S. 12-16.
- Coenenberg, A. G.; Fischer, T. M.:* Prozeßkostenrechnung - Strategische Neuorientierung der Kostenrechnung. DBW, 51(1991)1, S. 21-38.
- Cooper, R.; Kaplan, R. S.:* Measure Costs Right: Make the Right Decisions. HBR, 66(1988)Sept./Oct., S. 96-103.
- Davis, R.; Smith, R. G.:* Negotiation as a Metaphor for Distributed Problem Solving. Artificial Intelligence, Vol. 20(1983), S. 63-109.
- Durfee, E. H.; Lesser, V. R.; Corkhill, D. D.:* Cooperative Distributed Problem Solving. In: Artificial Intelligence. Hrsg.: A. Barr, P. R. Cohen, E. A. Feigenbaum. Volume IV, Reading Mass. 1989, S. 83-148.
- Engelhardt, W. H.:* Erlösplanung und Erlöskontrolle als Instrumente der Absatzpolitik. zfbf, 29(1977)6, S. 10-26.
- Falk, J.; Spieck, S.; Mertens, P.:* Unterstützung der Lager- und Transportlogistik durch Teilintelligente Agenten. Information Management, 8(1992)2, S. 26-31.
- Fischer, K.; Windisch, H.-M.:* MAGSY: Ein regelbasiertes Multiagentensystem. KI, 6(1992)1, S. 22-26.
- Gaitanides, M.:* Prozeßorganisation. München 1983.
- Glaser, H.:* Prozeßkostenrechnung - Darstellung und Kritik. zfbf, 44(1992)3, S. 275-288.
- Hammer, M.; Champy, J.:* Business Reengineering: die Radikalkur für das Unternehmen. 2. Aufl., Frankfurt et al. 1994.
- Haugeneder, H.; Steiner, D.:* Cooperation Structures in Multi-Agent-Systems. In: Verteilte Künstliche Intelligenz und kooperatives Arbeiten. IFB 291, Berlin et al. 1991, S. 160-171.
- Herrtwich, R. G.; Hommel, G.:* Kooperation und Konkurrenz - Nebenläufige, verteilte und echtzeitabhängige Programmsysteme. Berlin et al. 1989.
- Hewitt, C. E.:* Viewing Control Structures as patterns of passing messages. Artificial Intelligence, 8(1977)3, S. 323-364.
- Hirschmann, P.; Scheer, A.-W.:* Entscheidungsorientiertes Management von Geschäftsprozessen. Management & Computer, 2(1994)3, S. 189-196.

- Hirschmann, P.; Scheer, A.-W.:* Prozeßcontrolling mit Kosten und Erlösen. In: Tagungsband 4. Ilmenauer Wirtschaftsforum "Controlling-Konzepte für die mittelständische Wirtschaft (KMU)". Hrsg.: E. Köhler. Ilmenau 1994, S. 92-97.
- Horváth, P.; Mayer, R.:* Prozeßkostenrechnung - Der neue Weg zu mehr Kostentransparenz und wirkungsvolleren Unternehmensstrategien. *Controlling*, 1(1989)4, S. 214-219.
- Horváth, P.; Renner, A.:* Prozeßkostenrechnung - Konzept, Realisierungsschritte und erste Erfahrungen. *FB/IE*, 39(1990)3, S. 100-107.
- Johnson, H. T.; Kaplan, R. S.:* *Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting*. Boston Mass. 1987.
- Keller, G.; Nüttgens, M.; Scheer, A.-W.:* Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage "Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)". In: Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik. Hrsg.: A.-W. Scheer. Heft 89, Saarbrücken 1992.
- Kilger, W.:* Flexible Plankostenrechnung und Deckungsbeitragsrechnung. 10. Aufl. (bearbeitet durch K. Vikas), Wiesbaden 1993.
- Kirn, S.:* Koordinierung verteilter (& kooperativer) intelligenter Systeme - Grundzüge einer integrativen Theorie der Koordinierung und Entwurf einer Koordinierungs-Referenzarchitektur. In: *GWAI-92, Workshop Distributed Artificial Intelligence*. Hrsg.: B. Burmeister, K. Sundermeyer. Berlin 1992, Anhang.
- Küting, K.:* Der Entscheidungsrahmen einer unternehmerischen Zusammenarbeit. In: *Unternehmerische Zusammenarbeit - Beiträge zu Grundsatzfragen bei Kooperation und Zusammenschluß*. Hrsg.: K. Küting, K. J. Zink. Berlin 1983, S. 1-35.
- Laßmann, G.:* Erlösrechnung und Erlösanalyse bei Großserien- und Sortenfertigung (I). Teil A: Erlösdokumentation. *zfbf*, 31(1979)7, S. 135-142.
- Levi, P.:* Multiagenten-Systeme. *KI*, 6(1992)1, S. 56.
- Männel, W.:* Bedeutung der Erlösrechnung für die Ergebnisrechnung. In: *Handbuch Kostenrechnung*. Hrsg.: W. Männel. Wiesbaden 1992, S. 631-655.
- Martial, F. von:* Einführung in die Verteilte Künstliche Intelligenz. *KI*, 6(1992)2, S. 6-11.
- Mayer, R.:* Prozeßkostenrechnung und Prozeßkostenmanagement: Konzepte, Vorgehensweisen und Einsatzmöglichkeiten. In: *Prozeßkostenmanagement*. Hrsg.: IFUA Horváth & Partner. S. 73-99.
- Mertens, P.; Hildebrand, R. J. N.; Kotschenreuther, W.:* Verteiltes wissensbasiertes Problemlösen im Fertigungsbereich. *ZfB*, 59(1989)8, S. 839-854.
- Meyer, U.; Mühlheims, A.; Müller-Wünsch, M.; Schopf, C.; Woltering, A.:* Multi-Agent Architecture for Intelligent Financial Consulting - eine kooperierende, wissensbasierte Anwendung zur Unterstützung der Allfinanzberatung. In: *Wirtschaftsinformatik - Innovative Anwendungen, Technologie, Integration*. Hrsg.: K. Kurbel. Heidelberg 1993, S. 271-286.
- Mühlhäuser, M.; Schill, A.:* *Software Engineering für verteilte Anwendungen - Mechanismen und Werkzeuge*. Berlin et al. 1992.

- Mullender, S.:* Introduction. In: Distributed Systems. Hrsg.: S. Mullender. Wokingham 1989, S. 3-18.
- Scheer, A.-W.:* EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre. 4. Aufl., Berlin et al. 1990.
- Scheer, A.-W.:* Architektur integrierter Informationssysteme - Grundlagen der Unternehmensmodellierung. 2. Aufl., Berlin et al. 1992.
- Scheer, A.-W.:* Reorganisation von Unternehmensprozessen: vom Vorstandsbeschuß zum neuen Formular. In: Rechnungswesen und EDV. 14. Saarbrücker Arbeitstagung 1993. Hrsg.: A.-W. Scheer. Heidelberg 1993, S. 3-18.
- Scheer, A.-W.:* Wirtschaftsinformatik - Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. 4. Aufl., Berlin et al. 1994.
- Scheer, A.-W.; Berkau, C.:* Verteilte Systemunterstützung für die Prozeßkostenrechnung. krp Sonderheft "Prozeßkostenrechnung", 37(1993)2, S. 75-85.
- Scheer, A.-W.; Berkau, C.; Hirschmann, P.:* Cost Management of Business Processes. In: Innovationen bei Rechen- und Kommunikationssystemen - eine Herausforderung für die Informatik. Hrsg.: B. Wolfinger. 24. GI-Jahrestagung im Rahmen des 13th World Computer Congress IFIP Congress '94, Berlin et al. 1994, S. 466-472.
- Scheer, A.-W.; Hirschmann, P.; Berkau, C.:* Kostenmanagement von Geschäftsprozessen. io management 64(1995)3, *Veröffentlichung in Druck.*
- Schill, A.:* Modellierung verteilter Anwendungen: Systemkonzepte und aktuelle Entwicklungen. HMD, 27(1990)155, S. 73-87.
- Schubert, W.; Küting, K.:* Unternehmenszusammenschlüsse. München 1981.
- Smith, R. G.:* The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver. IEEE Transactions on Computers, (1980)C-29, S. 1104-1113.
- Smith, R. G.; Davis, R.:* Distributed Problem Solving: The Contract Net Approach. In: Proceedings of the Second National Conference of the Canadian Society for Computational Studies of Intelligence. Toronto 1978, S. 278-287.
- Smith, R. G.; Davis, R.:* Framework for Cooperation in Distributed Problem Solving. In: Readings in Distributed Artificial Intelligence. Hrsg.: A. H. Bond; L. Gasser. San Mateo 1988, S. 61-70.
- Striening, H.-D.:* Prozeß-Management: Versuch eines integrierten Konzeptes situationsadäquater Gestaltung von Verwaltungsprozessen - dargestellt am Beispiel in einem multinationalen Unternehmen - IBM Deutschland GmbH. Frankfurt 1988.
- Sundermeyer, K.:* Modellierung von Szenarien kooperierender Akteure. In: GWAI-90: 14th German Workshop on Artificial Intelligence. Hrsg.: H. Marburger. Berlin 1990, S. 11-18.
- Sundermeyer, K.:* A Development and Simulation Environment for Cooperating Knowledge-Based Systems. In: Verteilte Künstliche Intelligenz und kooperatives Arbeiten. Hrsg.: W. Brauer, D. Hernández. IFB 291, Berlin et al. 1991, S. 102-112.

- Weber, E.; Kotschenreuther, W.; Mertens, P.:* Ein Verhandlungsmechanismus zwischen drei einfachen Wissensbasierten Systemen. *Wirtschaftsinformatik*, 32(1990)1, S. 59-70.
- Weber, J.:* Einführung in das Controlling. 4. Aufl., Stuttgart 1993.
- Witt, F.-J.:* Das Konzept des Prozeßmanagements. In: *Aktivitätscontrolling und Prozeßkostenmanagement*. Hrsg.: F.-J. Witt. Stuttgart 1991, S. 3-37.
- Wittig, T.:* ARCHON: An Architecture for Multi-Agent Systems. Chichester 1992.
- Zelewski, S.:* Das Leistungspotential der Künstlichen Intelligenz - Eine informationstechnisch-betriebswirtschaftliche Analyse. Band 1-3, Witterschlick, Bonn 1986.
- Zelewski, S.:* Agenten. *Information Management*, 8(1993)2, S. 79-81.
- Zelewski, S.; Bode, J.:* Koordination von Produktionsprozessen - Ein Ansatz auf Basis von Multi-Agenten-Systemen. *Information Management*, 8(1993)2, S. 14-24.

- 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 Kostenrechnung, 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), Teil 1: Struktur der Modellierungsmethode - Dezember 1991
- 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, 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 Prozeßketten (EPK)", Januar 1992
- Heft 90: C. Berkau, A.-W. Scheer: VOKAL (System zur Vorgangskettendarstellung), Teil 2: VKD-Modellierung mit Vokal, Dezember 1991
- 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

- Heft 95: R. Backes, W. Hoffmann, A.-W. Scheer: Konzeption eines Ereignisklassifikationssystems in Prozeßketten, November 1992
- Heft 96: P. Loos: Die Semantik eines erweiterten Entity-Relationship-Modells und die Überführung in SQL-Datenbanken, November 1992
- Heft 97: Chr. Kruse, M. Gregor: Integrierte Simulationsmodellierung in der Fertigungssteuerung am Beispiel des CIM-TTZ Saarbrücken, Dezember 1992
- Heft 98: R. Heib: Konzeption für ein computergestütztes IS-Controlling, Dezember 1992
- Heft 99: H. Heß: Gestaltungsrichtlinien zur objektorientierten Modellierung, Dezember 1992
- Heft 100: P. Loos: Representation of Data Structures Using the Entity Relationship Model and the Transformation in Relational Databases, January 1993
- Heft 101: W. Hoffmann, J. Kirsch, A.-W. Scheer: Modellierung mit Ereignisgesteuerten Prozeßketten (Methodenbuch, Stand: Dezember 1992), Januar 1993
- Heft 102: P. Loos: Konzeption einer graphischen Rezeptverwaltung und deren Integration in eine CIP-Umgebung - Teil 1, Juni 1993
- Heft 103: wird noch nicht verlegt
- Heft 104: A. Traut; T. Geib; A.-W. Scheer: Sichtgeführter Montagevorgang - Planung, Realisierung, Prozeßmodell, Juni 1993
- Heft 105: A. Hars; V. Zimmermann; A.-W. Scheer: Entwicklungslinien für die computergestützte Modellierung von Aufbau- und Ablauforganisation, Dezember 1993
- Heft 106: W. Hoffmann; R. Wein; A.-W. Scheer: Konzeption eines Steuerungsmodells für Informationssysteme - Basis für die Real-Time-Erweiterung der EPK (rEPK), Dezember 1993
- Heft 107: R. Chen, A.-W. Scheer: Modellierung von Prozeßketten mittels Petri-Netz-Theorie, Februar 1994
- Heft 108: J. Galler, A.-W. Scheer: Workflow-Management: Die ARIS-Architektur als Basis eines multimedialen Workflow-Systems, Mai 1994
- Heft 109: Th. Allweyer, P. Loos, A.-W. Scheer: An Empirical Study on Scheduling in the Process Industries, July 1994
- Heft 110: M. Remme, A.-W. Scheer: Motivation und Konzeption eines leistungsketteninduzierten Informationssystemmanagements, September 1994
- Heft 111: A.-W. Scheer, ARIS-Toolset: Die Geburt eines Softwareproduktes, Oktober 1994
- Heft 112: A.-W. Scheer, M. Nüttgens, A. Graf v. d. Schulenburg: Informationsmanagement in deutschen Großunternehmen - Eine empirische Erhebung zu Entwicklungsstand und -tendenzen, November 1994

Heft 113: P. Hirschmann, A.-W. Scheer: Konzeption einer DV-Unterstützung für das überbetriebliche Prozeßmanagement, November 1994