

Modellierung und Analyse von Logistiknetzwerken mit Prozeßketten

F. Bause, H. Beilner, P. Kemper

email: {bause, beilner, kemper}@ls4.informatik.uni-dortmund.de

Informatik IV, Universität Dortmund*

Zusammenfassung

Der Beitrag skizziert Ideen und Status eines interdisziplinären Vorhabens der modellgestützten Gestaltung und Analyse bestehender oder geplanter Logistiknetzwerke, unter Einbeziehung sowohl technischer als auch ökonomischer Zielgrößen.

1 Einführung

Die wirtschaftliche Entwicklung der letzten Jahre ist durch einen Trend zur Spezialisierung (Outsourcing, Beschränkung auf Kernkompetenzen) und zur Bildung geographisch weit verteilter Unternehmensbeziehungen (Globalisierung) gekennzeichnet. Die Rationalisierung der Produktion im Umfeld abnehmender Fertigungstiefen hat insbesondere zu bewußten Reduzierungen von Lager- und Umlaufbeständen geführt, wobei Zulieferungen vielfach nach dem Prinzip der produktionssynchronen Beschaffung (Just-In-Time: JIT) erfolgen. JIT Fertigung stellt hohe Anforderungen an Termintreue und Zuverlässigkeit der Zulieferer und an die eingesetzte Logistik. Heutige Logistiknetzwerke sind durch eine Vielzahl von Akteuren gekennzeichnet, welche eine große Zahl unterschiedlicher logistischer Objekte (Güter, Informationen) mittels ggf. wechselnder Verkehrsträger über mehrere Netzwerkknoten transportieren bzw. transferieren.

Ein modellgestütztes Vorgehen bei der Gestaltung von Logistiknetzwerken kann unter verschiedenen Gesichtspunkten hilfreich sein: Zunächst liegt mit jeder gewählten Modellbeschreibungform ein Rahmen für eine geordnete, organisierte Methodik der deskriptiven Beschreibung von Modellen vor. Ist die Modellbeschreibungform problemadäquat und anschaulich gewählt, dann wird durch eine deskriptive Erfassung unterschiedlicher Entwürfe / Modelle für eine gegebene Problemstellung die Diskussion und Kommunikation dieser Entwürfe bereits deutlich erleichtert. Über diesen rein deskriptiven Zweck hinaus lassen sich hinreichend formalisierte Modelle geplanter oder betriebener Netzwerke einer rechnergestützten Bewertung unterziehen, welche die interessierenden technischen und ökonomischen Kennzahlen der untersuchten Alternativen verfügbar macht, wobei als Untersuchungstechnik herkömmlicherweise die Simulation zum Einsatz kommt.

* Diese Arbeit wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 559 "Modellierung großer Netze in der Logistik" unterstützt.

Mit den Prozeßketten nach Kuhn [1,2] liegt eine problemadäquate Beschreibungsform für logistische Prozesse vor, die sich in der Praxis bereits bewährt hat. Zum Zwecke rechnergestützter Modellbewertungen werden Modelle dieser Form bislang manuell in die Eingabesprache geeigneter Simulationssprachen bzw. -pakete übertragen. Im Rahmen des SFB 559 wird unter anderem angestrebt, dieses "Prozeßkettenparadigma" derart zu präzisieren, daß es als Basis automatischer Analysen Einsatz finden kann und somit einerseits die aufwendige und fehleranfällige Übertragung von Modellen entfällt, andererseits auch nicht-simulative Modell-Untersuchungstechniken zugreifbar werden.

2 Prozeßketten – eine Modellwelt für Logistikprozesse

Modellbasierte, rechnerunterstützte Analysen ermöglichen oft hinreichend genaue Prognosen technischer und ökonomischer Zielgrößen. Adäquate und akzeptierte Modelldarstellungen sollten dabei sowohl Verhalten als auch Struktur der Netzwerke und ihrer Akteure erfassen und visualisieren. Hierdurch wird nicht nur die Präsentation der Untersuchungen vor Entscheidungsträgern erleichtert, sondern auch die Kommunikation mit anderen Bereichen während der Planung und Gestaltung unterstützt. Prozeßketten erfüllen diese Anforderungen und unterstützen insbesondere die Gestaltung und Optimierung von Logistiknetzwerken durch eine zeitorientierte Sichtweise in Kombination mit einer Darstellung relevanter Parameter ("Stellschrauben") in Form von Potentialklassen [1,2].

Prozeßketten erlauben eine dienstleistungsorientierte Sichtweise, in welcher Dienstnehmer ihre Tätigkeiten durch Inanspruchnahme von Diensten eines Dienstbringers durchführen. Bild 1 zeigt ein Beispiel einer Prozeßkette, welche jedem zugehörigen Prozeß die Ausführung von 5 Tätigkeiten vorschreibt, davon zwei potentiell nebenläufig. Diese Tätigkeiten werden zur Durchführung an sogenannte (interne und externe) Funktionseinheiten verwiesen, welche entsprechende Dienste anbieten. Die Ausführung von Diensten innerhalb von Funktionseinheiten wiederum (so bzgl. Bild 1 etwa für die Funktionseinheit "Interne Abteilung" erforderlich, aber hier nicht dargestellt) wird in selbstähnlicher Weise beschrieben: Zum einen durch eine Verhaltensbeschreibung in Form einer Prozeßkette und zum anderen durch niedrigere Funktionseinheiten, deren Dienstangebote zur Durchführung der Tätigkeiten dieser Prozeßkette genutzt werden. Diese Form der Beschreibung resultiert in einer hierarchischen Modellstruktur, welche an vordefinierten Funktionseinheiten endet. Beispiele für solche vordefinierten Funktionseinheiten sind *Lager* u. *Bediener* in Bild 1, welche Raum- und Zeitverwaltungen für Prozesse modellieren.

Die beschriebene Sichtweise entspricht zum einen der realen, wirtschaftlichen Situation, in der Firmen dadurch Aufträge erfüllen, daß sie diese in Teilaufträge aufteilen, sie an andere Firmen delegieren oder wahlweise selbst erfüllen, und die Teilaufträge zur Erfüllung des Ge-

samtauftrages koordinieren. Hierzu bedienen sich Firmen ihrer eigenen oder fremden Ressourcen in Form von Arbeitskräften, Maschinen, Kapital etc. Zum anderen ist diese Sichtweise in der Welt der Rechen- und Kommunikationssysteme wohlbekannt: Aufträge sind in diesem Kontext typischerweise Prozesse, welche Teilresultate im Rahmen der Abarbeitung übergeordneter Prozesse erbringen. Gemeinsam genutzte Ressourcen entstehen in diesem Kontext bekanntermaßen dadurch, daß mehrere Prozesse auf einem Prozessor ablaufen. In Rechensystemen entstehen Verzögerungen ebenfalls durch Verzögerungen an stark belasteten Ressourcen, die zum Engpaß für gegebenes System und gegebene Lastsituation werden können.

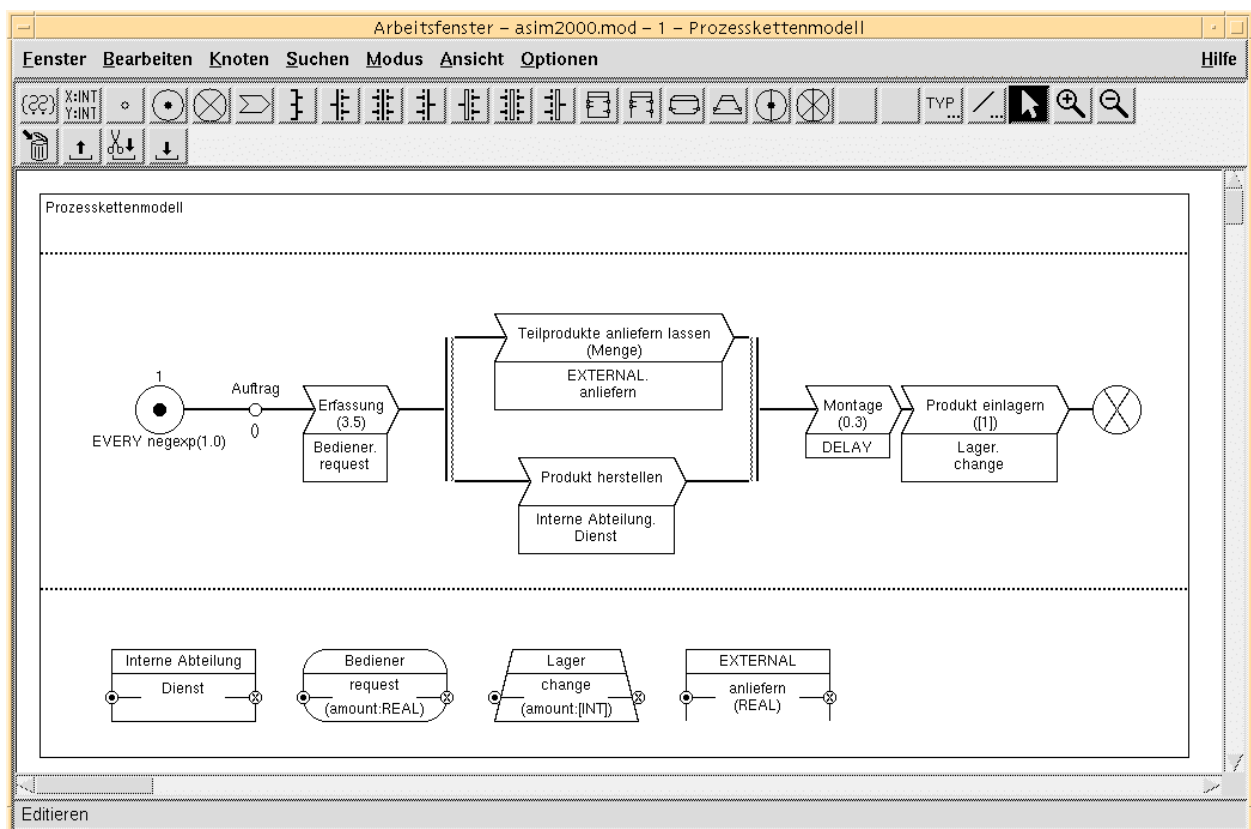


Bild 1 : Beispiel eines Prozeßkettenmodells

3 Analyse von Prozeßkettenmodellen

Enthält ein Modell ausreichende Detailinformationen, ist eine automatische rechnergestützte Analyse möglich. Der wesentliche Vorteil einer automatischen Analyse von Modellen liegt in der Einsparung manueller Übersetzungen der Modellbeschreibung, beispielsweise in die Ein-

gabgesprächen von Simulatoren. Zusätzlich werden mit einer hinreichend formalisierten Beschreibung auch nicht-simulative Techniken der Modellbewertung zugänglich. Darüber hinaus entfällt automatisch die Problematik der Konsistenz zwischen ursprünglicher Modellbeschreibung und manuell erstellter Übersetzung.

Die Analyse strebt eine Bewertung technischer und ökonomischer Größen an, wie z. B. von Beständen, Durchlaufzeiten, Termintreue sowie relevanter Kosten (Einzel-/Gemeinkosten, variable/fixe Kosten und/oder leistungsmengeninduzierte/-neutrale Kosten im Rahmen der Prozeßkostenrechnung). Hierfür bietet sich die Simulation als eine leistungsfähige und in der Praxis breit angewendete Analysetechnik an. Einen wichtigen Beitrag zur Gewinnung von Kosteninformationen im Rahmen der Gestaltung logistischer Netzwerke liefert die Kostensimulation. Derartige Simulationsstudien ergänzen durch zusätzliche Auswertungen die herkömmlichen Leistungsdaten (Durchlaufzeiten, Bestände, Terminabweichungen, Kapazitätsauslastungen) um Kosten und weitere betriebswirtschaftliche Aspekte. Dadurch werden die Entscheidungsgrundlagen für das Management maßgeblich verbessert. Insgesamt lassen sich Engpässe im System ebenso erkennen wie unzureichend genutzte Ressourcen, Ursachen für hohe Durchlaufzeiten und Kostentreiber.

Die skizzierte Präzisierung der Prozeßkettenbeschreibung eröffnet des weiteren die Möglichkeit, formale Methoden der Informatik in die Modellanalyse einzubeziehen. Durch zunehmende Automatisierung von Arbeitsabläufen entstehen in der Logistik vergleichbare Probleme wie im Betrieb von Softwaresystemen, die auf EDV-Anlagen automatisiert ablaufen. So besteht in automatisierten Systemen die Frage nach der Betriebssicherheit: Sind alle möglichen kritischen Situationen erkannt und ausreichend gewürdigt worden? Untersuchungsverfahren zur Beantwortung dieser und ähnlicher Fragen werden in die Unterstützung der Planung und Gestaltung von Logistiknetzwerken einbezogen.

Die Bearbeitung der Gesamtausgabe erfolgt in interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen den Fachrichtungen Maschinenbau, Betriebswirtschaftslehre und Informatik im Rahmen des SFB 559. Die hier skizzierten Teilarbeiten am LS Informatik IV sind in einem fortgeschrittenen Stadium: Sie konzentrieren sich auf eine geeignete Formalisierung des Prozeßkettenparadigmas sowie auf die automatische Transformation von Prozeßkettenmodellen in Richtung leistungsfähiger (Modell-)Bewertungs- und Beurteilungstechniken. Hierbei werden bewährte, bestehende Analysewerkzeuge wie z. B. HIT [3,4] als Backend-Werkzeug mit einem modellweltspezifischen Frontend (vgl. Bild 1) zur Modellierung von Prozeßketten verbunden. Neben der klassischen ereignisorientierten Simulation kommen auch nicht-simulative Verfahren aus der Theorie der Warteschlangennetze und der stochastischen Petri-Netze zum Einsatz, u.a. deshalb, weil heutige Logistiknetzwerke durch rein simulative Ansätze kaum noch in akzeptablen Zeiträumen analysiert werden können. Des weiteren bieten analytische und numerische

Verfahren teilweise den Vorteil, Systemcharakteristika zu erkennen, welche mittels Simulation in der Praxis nur schwer erkannt werden können (vgl. [5]).

Literatur

- [1] Kuhn, A. (Hrsg.): *Prozeßketten in der Logistik: Entwicklungstrends und Umsetzungsstrategien*, Dortmund 1995.
- [2] Kuhn, A. (Hrsg.): *Prozeßkettenmanagement: Erfolgsbeispiele aus der Praxis*, Dortmund 1999.
- [3] Beilner, H., Mäter, J, Weißenberg, N.: Towards a performance modelling environment: news on HIT, in Puigjaner, R. (ed.) *Modelling Techniques and Tools for Computer Performance Evaluation*, pp 69-88, Plenum Publishers 1988.
- [4] H. Beilner, J. Mäter, C. Wysocki: The Hierarchical Evaluation Tool HIT, *Short Papers and Tool Descriptions of the 7th International Conference on Modelling Techniques and Tools for Computer Performance Evaluation*, Vienna (Austria), 1994.
- [5] Bause, F.; Beilner, H.: Intrinsic Problems in Simulation of Logistic Networks, *11th European Simulation Symposium and Exhibition (ESS99), Simulation in Industry*, Erlangen (Germany), October 26-28, 1999.