

DFG-Schwerpunktprogramm 1083

## Intelligente Softwareagenten und betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien<sup>1</sup>

### Aufgabenstellung und Forschungsprozess

Stefan Kirn

Wirtschaftsinformatik II, Institut für Betriebswirtschaftslehre, Universität Hohenheim  
D-70599 Stuttgart  
kirn@uni-hohenheim.de

**Abstract:** Das zentrale Anliegen des Schwerpunktprogramms „Intelligente Softwareagenten und betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien“ besteht darin, durch enge Zusammenarbeit zwischen Betriebswirtschaftslehre, Wirtschaftsinformatik und Informatik erhebliche Fortschritte bei der Erforschung der theoretischen und methodischen Grundlagen der Agententechnologie für den betriebswirtschaftlichen Einsatz zu erzielen. Dabei werden zugleich signifikante Fortschritte bei der disziplinenübergreifenden Weiterentwicklung bis hin zur Zusammenführung der dafür relevanten betriebswirtschaftlich-ökonomischen und informatischen Theorien sowie Methoden angestrebt.

Grundlage des Forschungsprogramms ist ein umfangreicher und wissenschaftlich reizvoller, für interdisziplinäre Zusammenarbeit bislang aber kaum in Anspruch genommener Vorrat an gemeinsamen theoretischen Grundlagen und Methoden. Diese sollen durch disziplinenübergreifende Kooperation erschlossen und so weiterentwickelt werden, dass ausgewählte betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien für den Einsatz intelligenter Softwareagenten realitätsnah beschrieben werden können. Auf diese Weise entsteht eine Basis für die Evaluierung und weitere Entwicklung der Agententechnologie. Schließlich sollen durch weiterführende Generalisierung auch Beiträge zur disziplinenübergreifenden Theorie-/Methodenbildung, zur Entwicklung von Vorgehensmodellen für den agentenorientierten Informationssystem-Entwurf sowie zur Standardisierung der Agententechnologie geleistet werden.

---

<sup>1</sup> **Initiatoren:** Otthein Herzog (Univ. Bremen), Stefan Kirn (Univ. Hohenheim, Sprecher), Hermann Krallmann (FU Berlin), Otto Spaniol (RWTH Aachen), Stephan Zelewski (Univ. Essen)

## 1 Ausgangspunkte, Zielstellung und Forschungsprogramm

Neben der Entwicklung des objekt-orientierten Paradigmas im Gebiet des Software Engineering hat sich seit Ende der siebziger Jahre das Forschungsgebiet der intelligenten Softwareagenten als ein neues Teilgebiet der Künstlichen Intelligenz etabliert, das auch als Erweiterung dieses Paradigmas zu „intelligenten Objekten“ verstanden werden kann. Absichtenorientierte Modellierungen definieren Agenten als Softwaresysteme, die ihr Verhalten autonom an dynamisch veränderbaren Zielen ausrichten. Mit dieser Definition hat die Künstliche Intelligenz von einer Technologie-Ebene aus Forschungsbereiche erreicht, die zum Kernbereich der Theorien der Wirtschaftswissenschaften gehören. So bestehen u.a. Bezüge zwischen der begrenzten Rationalität von Softwareagenten und dem Modell des Homo oeconomicus, zwischen der Manager-Kontraktor-Beziehung in verhandlungsbasierten Koordinationsverfahren und der Team-Theorie oder zwischen der Modellierung von Kooperationsprozessen in Multi-Agentensystemen und transaktionskostentheoretischen Ansätzen der Neuen Institutionenökonomik. Durch enge interdisziplinäre Kooperationen zwischen Informatikern, Wirtschaftsinformatikern und Betriebswirtschaftlern soll die Forschung auf dem Gebiet der intelligenten Softwareagenten so weit vorangetrieben werden, dass *Agententechnologien für große Anwendungssysteme in realitätsnahen betriebswirtschaftlichen Anwendungsszenarien entwickelt und getestet* werden können. Damit soll ein neuer, den Anforderungen der Vernetzung und Dynamik weltweit verteilter Geschäftsprozesse besser als bisherige Lösungen entsprechender Zugang zur Entwicklung von Anwendungssystemen sowie zu einer verbesserten Adaptivität von Unternehmen an dynamische Marktprozesse gefunden und erkundet werden.

Das Forschungsprogramm fokussiert auf den Anwendungsbereich Logistik. Zum einen ist diese als betriebliche Querschnittsfunktion in besonderem Maß von Vernetzungsphänomenen betroffen. Andererseits hat gerade die deutsche Forschung zu agentenbasierten Anwendungssystemen hier in den letzten Jahren eine Spitzenstellung errungen. *Informationslogistik* und *Sachgüterlogistik* als zwei typische und wichtige betriebswirtschaftliche Anwendungs- und Forschungsfelder sollen deshalb einerseits in der Fertigungsindustrie – hier liegen bereits umfangreiche Erfahrungen vor – und andererseits im Gesundheitswesen untersucht werden. Gerade letzteres zeichnet sich durch besonders dynamischen Bedingungen in Bezug auf die Planung sowie Durchführung von Leistungsprozessen aus und stellt deshalb eine hervorragende Referenzdomäne für große agentenbasierte Anwendungssysteme dar. Ein weiterer Schwerpunkt soll sich mit den noch weitgehend unbekannten *betriebswirtschaftlichen Folgewirkungen eines Einsatzes der Agententechnologie* beschäftigen. Die transdisziplinären Ziele des Schwerpunktprogramms werden wiederum auf wirtschaftswissenschaftliche Theorien und Referenzmodelle befruchtende Rückwirkungen haben und es den beteiligten Forschungsgruppen ermöglichen, an der internationalen Standardisierung der Agententechnologie wegweisend mitzuwirken.

## 2 Aufgabenbereiche

Der mit dem Schwerpunktprogramm eingeforderte Übergang von der agentenorientierten Programmierung im Labor zur agentenbasierten IS-Entwicklung im großen Maßstab

hat weitreichende Konsequenzen: Für die Betriebswirtschaftslehre folgt daraus eine weitere Informatisierung ihres Erkenntnisgegenstandes. Die Wirtschaftsinformatik muss neue Theorien und Methoden für den Entwurf und Einsatz weitestgehend dezentralisierter Systeme bereitstellen. Die Informatik schließlich muss die Agententechnologie gegen realitätsnahe Szenarien evaluieren und die noch ausstehende Integration mit der Kommunikationstechnologie erreichen. Für das Schwerpunktprogramm ergibt sich daraus als ganz spezifische Struktur drei ineinander verschränkte Arbeitsebenen: die Anwendungsebene, die Agententechnologieebene und die Kommunikationstechnologieebene.

## 2.1 Anwendungsebene

Auf der *Anwendungsebene* werden realitätsnahe betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien benötigt. Komplexität und Dynamik der dort zu beherrschenden Prozesse definieren neue, bisher kaum erforschte Herausforderungen [Ze98]. Diese betreffen die Notwendigkeit zur Standardisierung als Voraussetzung für die Entwicklung von in die Praxis transferierbaren Systemen ebenso wie den Vergleich mit existierenden Lösungen hinsichtlich Lösungseffizienz und -qualität. Aber auch zahlreiche softwaretechnische Aspekte wie Architektur und Verhalten des Gesamtsystems, seine Integration in bestehende DV-Landschaften oder die Robustheit, Sicherheit und Skalierbarkeit sind betroffen. So wird die Komplexität der Koordination in agentenbasierten Systemen neben der Zahl der Agenten auch von der Zahl der zwischen diesen zu koordinierenden Beziehungen (z.B. konkurrierende Objektzugriffe) bestimmt. Im Labor sind die tatsächlichen Dimensionen realitätsnaher Anwendungen in der Regel jedoch oft gar nicht bekannt. Skalierungsprobleme treten deshalb zum Beispiel dann auf, wenn im Labor gut funktionierende Koordinationsalgorithmen in Umgebungen mit einer realistischen Zahl von Akteuren, Werkstücken, Maschinen etc. eingesetzt werden [Pa96].

Im Rahmen des Schwerpunktprogramms kann nur eine kleine Teilmenge der prinzipiell möglichen Anwendungsszenarien entwickelt werden. Der anwendungsübergreifenden Generalisierung der Ergebnisse und damit der transdisziplinären Weiterentwicklung von Theorien, Methoden und Standards über die an dem Programm beteiligten Disziplinen hinweg kommt deshalb besondere Bedeutung zu. Das Forschungsprogramm trägt dem dadurch Rechnung, dass der vor allem durch Beiträge deutscher Forscher international besonders weit entwickelte Bereich agentenbasierter Logistikanwendungen (u.a. [MFS94], [Fi98], [DTK03]) in zwei strukturell sehr verschiedenen und insoweit spezifischen Domänen untersucht wird: industrielle Fertigungsprozesse einerseits und medizinische resp. pflegerische Leistungsprozesse im Gesundheitswesen andererseits [Ki03].

## 2.2 Agententechnologie-Ebene

Auf der *Ebene der Agententechnologie* werden vorrangig die Modellierung und Spezifikation von Softwareagenten, Agentenarchitekturen und -sprachen sowie von agentenorientierten Entwurfsmethoden untersucht. Von besonderer Bedeutung ist dabei immer wieder die jeweils eingenommene Modellierungsperspektive. So entwickelte die FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) zur Unterstützung der Interoperabilität intelligenter Softwareagenten eine Agent Communication Language [FIP97]. Der ge-

genwärtige Sprachentwurf ist Speech-Act-basiert; er reflektiert das derzeit vorherrschende Verständnis von Softwareagenten als Mitglieder nicht weiter zu spezifizierender Agentengesellschaften. Die FIPA Agent Communication Language eignet sich jedoch nur bedingt zur Aufnahme anwendungsspezifischer Semantik. Betriebswirtschaftliche Anwendungen der Agententechnologie, wie die Unterstützung von Teamarbeit, Entscheidungs- oder Verhandlungsprozessen, setzen das jedoch oft voraus.

### 2.3 Kommunikationsebene

Auf der *Kommunikationsebene* wird der Nachrichtenaustausch zwischen Softwareagenten behandelt. Hierzu gehören das Kommunikationsplattformen- und Leitungsnetztransparente Routing von Nachrichten, aber auch die Robustheit und Sicherheit der Nachrichtenübertragung. Diese Arbeiten waren bisher nicht Gegenstand der Forschung zu intelligenten Softwareagenten. Seit dem Aufkommen der Programmiersprache JAVA kann nun jedoch im Einzelfall entschieden werden, ob ein Softwareagent eine Nachricht in traditioneller Manier verschickt oder sich selbst auf den Zielrechner des Adressaten begibt [OMG97]. Der praktische Einsatz der Agententechnologie kann heute deshalb nicht mehr ohne Einbeziehung der Kommunikationstechnologie behandelt werden. Einen Meilenstein für die zukünftige Relevanz großer, offener agentenbasierter Softwaresysteme stellt in diesem Zusammenhang die seit 1998 verfügbare JINI<sup>TM</sup>-Technologie dar. JINI<sup>TM</sup>-Geräte kommunizieren über Datenfunk miteinander. Auf dieser Basis ermöglicht die JINI<sup>TM</sup>-Technologie grundsätzlich die „Plug-and-Play“-Kompatibilität unabhängig voneinander entwickelter Softwaresysteme und, darauf aufbauend, das dynamische Entstehen bzw. Zerfallen von Computernetzwerken [Sh98]. Eine weitere wichtige Aufgabe des Schwerpunktprogramms besteht deshalb darin, einen Beitrag zur Zusammenführung von Agenten- und Kommunikationstechnologie zu leisten.

## 3 Forschungsansatz

Grundlage des Forschungsprogramms ist ein umfangreicher und wissenschaftlich reizvoller, für interdisziplinäre Zusammenarbeit bislang aber kaum in Anspruch genommener Vorrat an gemeinsamen theoretischen Grundlagen und Methoden. Diese sollen durch disziplinenübergreifende Kooperation erschlossen und so weiterentwickelt werden, dass die beiden ausgewählten Anwendungsszenarien für die Ziele des Programms hinreichend *realitätsnah* beschrieben werden können. Die Anwendungsszenarien dienen als Basis für die Evaluierung und die weitere Entwicklung der Agententechnologie, um für diese epistemisch adäquate Modellierungen von Agentenmodellen, -architekturen und -sprachen bereitstellen, erproben und evaluieren zu können. Schließlich sollen durch weiterführende Generalisierung auch Beiträge zur disziplinenübergreifenden Theorie- und Methodenbildung, zur Entwicklung von Vorgehensmodellen für den agentenorientierten Informationssystem-Entwurf sowie zur Standardisierung der Agententechnologie geleistet werden. Den so strukturierten Forschungsprozess zeigt Abbildung 1.

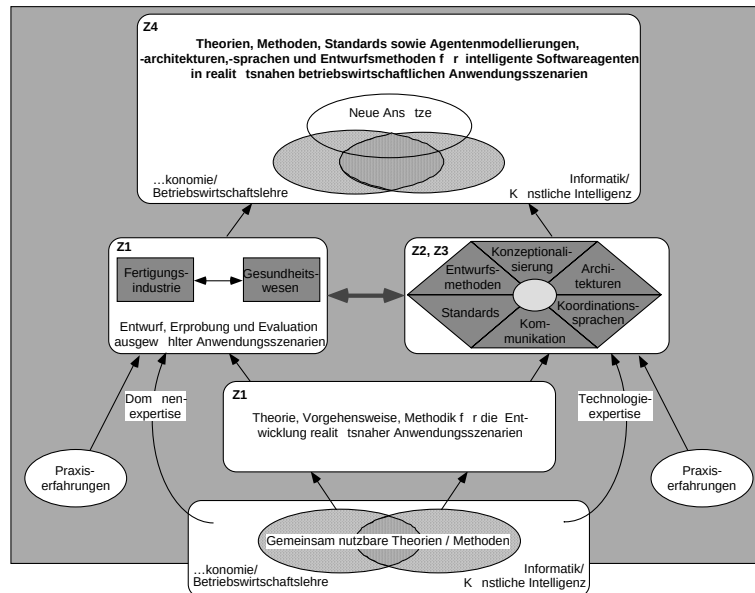


Abbildung 1: Konzeptioneller Ansatz und Forschungsprozess des Schwerpunktprogramms

## Literatur

- [DTK03] Dietrich, A.J.; Timm, I. J.; Kirn, St.: *Implications of Mass Customization on Business Information Systems*. „Mass Customization and Personalization Congress 2003“, Munich, Oktober 6-8, 2003 (accepted for publication).
- [FIP97] Foundation for Intelligent Physical Agents: FIPA 97 Specification, Version 2.0, Part 2, Agent Communication Language, October 1998.
- [Fi98] Fischer, K.: TeleTruck: Ein Online-Dispositionssystem für Speditionen. Themenheft „Intelligente Agenten“ der Zeitschrift it + ti. Heft 4, August 1998, S. 30-33.
- [Ki03] Kirn, St.; Heine, C.; Herrler, R.; Krempels, K.-H: *Agent.Hospital – agent-based open framework for clinical applications*. In Kotsis, G.; Reddy, S. (Eds.): 12th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET ICE 2003). CS Press, Los Alamitos, CA 2003, pp. 36-41.
- [MFS94] Mertens, P., Falk, J., Spieck, S.: Comparisons of Agent Approaches with Centralized Alternatives Based on Logistical Scenarios. *Information Systems* 19(1994)8, pp. 699.
- [OMG97] The Object Management Group: Mobile Agent System Interoperability Facility, OMG Document orbos/97-10-05, 1997.
- [Pa96] Paranuk, V.D.: Applications of Distributed Artificial Intelligence in Industry. In: O'Hare, G.M.P.; Jennings, N.R. (eds.): *Foundations of Distributed Artificial Intelligence*. John Wiley, Chichester et.al., United Kingdom 1996, pp. 139-164.
- [Sh98] Shah, R: The skinny on Jini. *JavaWorld*, Vol. 3, No. 8, Aug 1998. <http://www.javaworld.com/javaworld/jw-08-1998/jw-08-jini.html>.
- [Ze98] Zelewski, S.: Multi-Agenten-Systeme – ein innovativer Ansatz zur Realisierung dezentraler PPS-Systeme. In: Wildemann, H. (Hrsg.): *Innovationen in der Produktionswirtschaft – Produkte, Prozesse, Planung und Steuerung*. München 1998, S. 133-166.