

**Softwareagenten in Workflow-Management-Systemen  
und deren Einsatz im E-Commerce**

**Ausarbeitung**

im Rahmen des Seminars „Ausgewählte Themen aus Agentensystemen“

Themensteller: Dr. Dietmar Lammers

vorgelegt von: Philip Harborth  
E-Mail: [harborth@uni-muenster.de](mailto:harborth@uni-muenster.de)  
Mat-Nr.: 290548

Abgabetermin: 15.02.2006

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	III
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Workflows und Workflow-Management-Systeme .....</b>	<b>2</b>
2.1 Definition eines Workflows.....	2
2.2 Workflow-Management-Systeme.....	3
<b>3 Softagenten in Workflow-Management-Systemen .....</b>	<b>5</b>
3.1 Definition und Eigenschaften eines Softwareagenten .....	5
3.2 AWA – eine agentenbasierte Architektur für Workflow-Systeme.....	6
3.3 JBees – ein verteiltes adaptives Workflow-Management-System mit Überwachungs- und Kontrollfähigkeiten .....	9
<b>4 Softwareagenten im E-Commerce.....</b>	<b>11</b>
4.1 Problematik der Kooperation verteilter Workflow-Anwendungen .....	11
4.2 Angebotsfindung mit Hilfe von Softwareagenten .....	11
<b>5 Fazit.....</b>	<b>15</b>
Literaturverzeichnis .....	16

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: AWA Architektur .....	7
Abbildung 2: JBees Architektur .....	10

## **1 Einleitung**

Aufgrund der ständigen Weiterentwicklung von Informationssystemen und deren neuen Aufgabengebiete, zum Beispiel im Bereich des E-Commerce, ist aus der Forschung das Thema der Softwareagenten zur Unterstützung solcher Informationssysteme nicht mehr wegzudenken. Die Anforderungen an derartige Systeme wachsen ständig, da durch die Informatisierung der Gesellschaft auch die Datenmenge ansteigt, die ein menschlicher Benutzer nicht mehr alleine überschauen kann. Gerade im Bereich des E-Commerce, in dem die Anzahl von Online-Shops enorm zugenommen hat, verliert ein Kunde, der sich für ein bestimmtes Produkt interessiert, leicht die Übersicht über Produkte, Preise und Zusatzbedingungen. Um diesem Problem entgegenzuwirken, ist der Einsatz von Softwareagenten als Hilfe für einen Anwender denkbar.

Die Informationssysteme, die meist dem E-Commerce zu Grunde liegen, sind so genannte Workflow-Management-Systeme (WfMS), die den Ablauf eines Prozesses – also zum Beispiel auch, den der Angebotseinholung – ausführen und überwachen.

Diese Arbeit soll dementsprechend einen Überblick über die Entwicklung von Softwareagenten in diesen WfMS geben, deren Funktionsweise erklären und anhand von Beispielen aus dem E-Commerce deren Arbeitsweise verdeutlichen.

Im Kapitel 2 wird zunächst erklärt, wie Workflows und WfMS definiert sind und wie ein solches System einen Workflow verwaltet.

Das Kapitel 3 stellt dann die Verbindung zu Softwareagenten her. Hier werden besonders Eigenschaften eines Agenten, die entscheidend für ein WfMS sind, aufgeführt. Außerdem werden zwei Architekturen vorgestellt, in denen Agenten zum Einsatz kommen.

Das vierte Kapitel befasst sich mit einem weiteren Anwendungsgebiet von Agenten: der Angebotsfindung im Rahmen des E-Commerce. Hier werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie Agenten vorgehen können und welche technischen Voraussetzungen dafür erfüllt sein müssen.

Zum Schluss wird in Kapitel 5 ein Fazit gezogen.

## 2 Workflows und Workflow-Management-Systeme

### 2.1 Definition eines Workflows

Unter einem Workflow wird die informationstechnische Realisierung eines Geschäftsprozesses verstanden. Dabei ist ein Geschäftsprozess wie folgt definiert:

„Ein Geschäftsprozess ist eine inhaltlich abgeschlossene, zeitliche und sachlogische Folge von Aktivitäten, die zur Bearbeitung eines betriebswirtschaftlich relevanten Objektes notwendig sind.“<sup>1</sup>

Diese Definition zeigt, dass es sich bei einem solchen Prozess um ein wohlstrukturiertes Konstrukt handelt, das aus mehreren Einzelaufgaben besteht, die in ihrer Gesamtheit aber auf ein gemeinsames Ziel ausgerichtet sind. Ein simples Beispiel aus der Realität wäre der Prozess der Planung einer Dienstreise. Bei einer solchen Planung gibt es mehrere Aktivitäten, die in einem logischen Zusammenhang stehen und deren Gesamtheit eine inhaltlich abgeschlossene Aufgabe darstellt. Einzelaktivitäten wären z.B. die Terminfindung, die Buchung von Hotel und Flug oder die Dienstkostenabrechnung. An dieser Stelle kann schon eine Verbindung zu Softwareagenten hergestellt werden, da derartige Einzelaktivitäten durch Agenten ausgeführt werden können. Gerade für die Terminfindung ist der Einsatz von Agenten sinnvoll, zum Beispiel wenn es schwierig ist, einen gemeinsamen Termin zu finden. Diese so genannten Scheduling Agenten kommunizieren dabei miteinander und können somit einen für allen Beteiligten geeigneten Termin finden.

Ein Workflow wurde anfänglich als „informationstechnische Realisierung eines Geschäftsprozesses“ definiert. Daraus wird klar, dass auch die Automatisierung von Aktivitäten durch die Verwendung eines Informationssystems eine Rolle spielt. Ein Informationssystem soll gerade den Benutzer dahingehend unterstützen, dass bestimmte Aufgaben vom System erledigt werden können.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Workflows (teil-)automatisierte Prozesse in einem Unternehmen oder einer Behörde sind, die aus Einzelaktivitäten bestehen und den Ablauf von Tätigkeiten strukturieren. Sie sind durch ein Prozessmodell klar definiert und erreichen unter Zuhilfenahme von Ressourcen ein vordefiniertes Ziel. Dass es dabei eine Fehlerbehandlung bzw. Alternativwege im Modell geben muss, ist ebenfalls zu beachten. Auf dieses Thema wird später nochmals eingegangen.

---

<sup>1</sup> Vgl. Becker (2003).

Um die Vielzahl der Workflows eines Unternehmens zu verwalten und zu steuern, werden WfMS eingesetzt, die im Folgenden dargestellt werden.

## 2.2 Workflow-Management-Systeme

Um Workflows zu definieren, steuern und verwalten zu können, bedarf es eines übergeordneten Systems. Dieses WfMS übernimmt die vollständige Kontrolle aller anfallenden Prozesse und macht ersichtlich, welchen Status sie gerade haben. Ein WfMS wird dementsprechend folgendermaßen definiert: „Ein Workflow-Management-System ist ein Anwendungssystem, mit dessen Hilfe Workflows definiert, verwaltet und ausgeführt werden können. Die Ausführungsreihenfolge ist durch eine formale Repräsentation der Prozesslogik im Anwendungssystem vorgegeben.“<sup>2</sup>

Es ergeben sich also folgende Bestandteile, die existentiell für ein derartiges System sind. Erstens muss es die Möglichkeit geben, Prozesse zu modellieren, d.h. es muss festgelegt werden, welche Aktivitäten in welcher Reihenfolge ablaufen. Daneben kann man meist den einzelnen Aktivitäten bestimmte Mitarbeiterrollen zuweisen oder auch Alternativwege festlegen, falls das Ergebnis einer Aktivität vorher nicht voraussehbar ist.

Zweitens muss ein WfMS eine Übersicht aller Workflows liefern. Dabei sind auch bestimmte Eigenschaften eines Workflows, wie Status, Priorität oder Rollenzuweisung von Bedeutung. Die Koordination von Workflows und die damit verbundene Kooperation zwischen Geschäftseinheiten setzt eine solche Struktur und Dynamik voraus. Workflows müssen für jeden Beteiligten ersichtlich und verständlich gemacht werden, da dies für die Akzeptanz und das Vertrauen in diese Informationssysteme von großer Bedeutung ist.

Das Herzstück eines WfMS stellt die Workflow-Engine dar, die den eigentlichen Ablauf des Workflows anhand des Prozessmodells ausführt. Gerade in Hinblick auf Agententechnologie ist auch die verteilte Ausführung von großem Interesse, da es Sinn machen kann, Workflows nicht zentral zu verwalten und auszuführen, sondern auf Plattformen außerhalb des Unternehmens zu platzieren. Die notwendige Fähigkeit eine solche Workflow-Migration durchzusetzen, besitzen die mobilen Agenten. Auf diese Migrationsoption wird im nächsten Kapitel genauer eingegangen.

Weitere Eigenschaften, die WfMS besitzen können, sind unter anderem die Fähigkeiten der Archivierung, der Simulation oder der Berichtserstellung. Archivierung spielt gerade bei behördlicher Anwendung eine entscheidende Rolle, da hierbei gesetzliche Vorschriften zur Speicherung elektronischer Akten existieren. Simulationen können von Unternehmen

---

<sup>2</sup> Vgl. Becker (2003).

genutzt werden, um zum Beispiel Problemstellen im Ablauf zu identifizieren und dann durch gezielte Optimierung des Ablaufs eine höhere Effektivität zu erreichen. Das Berichtssystem kann gerade für Führungskräfte genutzt werden, um einen Überblick über die Abläufe im Unternehmen zu bekommen und gegebenenfalls anhand von Auswertungen bestimmte Entscheidungen treffen zu können.

Es gibt jedoch auch zwei große Problemfelder, die bei der Einführung eines WfMS beachtet werden müssen. Zu einem ist es erforderlich, wichtige Geschäftsprozesse des Unternehmens zu modellieren, was aber meist mit hohen Kosten verbunden ist.<sup>3</sup> Außerdem kann es Prozesse geben, die aufgrund ihrer Unstrukturiertheit nicht automatisiert werden können. WfMS eignen sich also gerade bei gut strukturierten, sich häufig wiederholenden Abläufen im Unternehmen. Das zweite Problemfeld beinhaltet eine soziale Komponente. Hierbei ist gerade die Akzeptanz der Mitarbeiter von großer Bedeutung. Die Einführung eines Anwendungssystems, das viele der zuvor manuell durchgeführten Tätigkeiten übernimmt, kann bei den Mitarbeitern leicht den Eindruck der Kontrolle ihrer Aktivitäten hervorrufen.

Traditionell sind WfMS monolithisch aufgebaut. Sie besitzen einen zentralen Server, der alle Aufgaben übernimmt. Bei einer Vielzahl von Clients ist eine ausreichend schnelle Hard- und Software existentiell, um effizient arbeiten zu können. Ein Problem dieser monolithischen Struktur ist die Anbindung externer Systeme. Falls ein Unternehmen ausgeweitet wird, also zum Beispiel durch Outsourcing andere Unternehmen in das System integriert werden, bedarf es meist spezieller Schnittstellen, um die Heterogenität der unterschiedlichen Systeme auszugleichen. Dies ist meist mit hohem Zeitaufwand und hohen Kosten verbunden.<sup>4</sup>

Softwareagenten müssen für die Anwendung in WfMS, also zur Ausführung von Aktivitäten in Workflows bestimmte Eigenschaften haben. Gerade hinsichtlich verteilter Systeme sind die Eigenschaften der Autonomie und der Fähigkeit selbständig zu migrieren von großer Bedeutung.

Das nächste Kapitel soll nun Softwareagenten definieren und schließlich deren Tauglichkeit in der Prozessbearbeitung klären.

---

<sup>3</sup> Vgl. Stormer, Knorr (2001).

<sup>4</sup> Vgl. Stormer, Knorr (2001).

### 3 Softagenten in Workflow-Management-Systemen

#### 3.1 Definition und Eigenschaften eines Softwareagenten

Einen Agenten genau zu definieren und seine Eigenschaften eindeutig aufzuführen, ist fast nicht möglich, da es in der Literatur mehrere vertretbare Ansätze gibt. NWana und Ndumu (1998) sehen in einem Agenten eine Software- oder Hardwarekomponente, um Aufgaben im Sinne des Benutzers zu erfüllen.<sup>5</sup> Woolridge und Jennings (1995) unterscheiden zwei verschiedenen Agentenbegriffe.<sup>6</sup>

*Ein schwacher Agentenbegriff:*

Der Agent bezeichnet ein Computersystem oder eine Softwarekomponente mit folgenden Eigenschaften: Autonomie, Sozialfähigkeit, Reaktionsfähigkeit und Proaktivität. Autonomie bedeutet, dass der Agent in der Lage ist, Kontrolle über seine eigenen Aktivitäten auszuüben. Die Sozialfähigkeit bezieht sich auf das kommunikative Verhalten eines Agenten. Er muss in der Lage sein, mit Menschen und auch anderen Agenten in einer geeigneten Sprache zu kommunizieren. Die Wahrnehmung der Umwelt und eine angebrachte zeitnahe Reaktion auf Veränderungen werden durch die Reaktionsfähigkeit eines Agenten beschrieben. Die letzte Eigenschaft des schwachen Agentenbegriffs ist die Proaktivität. Zusätzlich zum reaktiven Verhalten, zeichnet sich der Agent dahingehend aus, dass er die Initiative ergreifen kann. Er kann den ersten Schritt einer Interaktion starten, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen.

*Ein stärkerer Agentenbegriff:*

Gerade im Bereich der künstlichen Intelligenz hat der Agentenbegriff eine strengere Bedeutung. Neben den oben genannten Eigenschaften ist ebenfalls wichtig, dass das betrachtete Computersystem mit Hilfe von Konzepten dargestellt wird, die normalerweise eher auf den Menschen angewandt werden. Hierbei sind vor allem Wissen, Glauben, Intention oder Verpflichtung zu erwähnen.

Weitere Eigenschaften von Agenten, die neben den Definitionen der beiden Agentenbegriffe aufgeführt wurden, sind Mobilität, Zielorientierung, Lernfähigkeit, Wahrheitsliebe, Wohlwollen und Rationalität. Die in Verbindung mit WfMS wichtige Eigenschaft der Mobilität macht es dem Agenten möglich, in andere Systeme zu migrieren. Wie dies funk-

---

<sup>5</sup> Vgl. Nwana, Ndumu (1998).

<sup>6</sup> Vgl. Woolridge, Jennings (1998).



tioniert und welche Voraussetzungen dafür gegeben sein müssen, wird im folgenden Kapitel geklärt.

### **3.2 AWA – eine agentenbasierte Architektur für Workflow-Systeme**

Traditionelle WfMS weisen oft Nachteile hinsichtlich ihrer Skalierbarkeit und Flexibilität auf. Darum haben sich in der Forschung Ansätze verstärkt, bei denen Agenten in WfMS zur Anwendung kommen, um gerade diesen beiden Nachteilen entgegenzuwirken. Diese Agenten können dann anhand ihrer Eigenschaften und Fähigkeiten Problemstellen in solchen Systemen besser bewältigen. Wie der Einsatz der Agenten genau aussieht und ob es Verbesserungen gibt, soll anhand der agentenbasierten Architektur für WfMS AWA aus dem Jahr 2001 veranschaulicht werden.<sup>7</sup>

Das AWA Modell besteht aus vier Agententypen: dem Prozess-Agenten, dem Aktivitäts-Agenten, dem Persönlichen-Agenten und dem Arbeitslisten-Agenten. Die Eigenschaften und die Zusammenarbeit dieser Agenten sehen folgendermaßen aus:

Der Prozess-Agent muss als der wichtigste aller Agententypen herausgestellt werden, da er den Ablauf eines kompletten Workflows übernimmt. Grundlage für seine Arbeit ist ein Prozessmodell, welches zum Beispiel in Form einer ereignisorientierten Prozesskette (EPK) vorliegen kann. Der Prozess-Agent analysiert dieses Modell und entscheidet, wann zur Laufzeit welche Aktivitäten relevant sind. Ist eine bestimmte Aktivität zu erledigen, erzeugt der Prozess-Agent einen Aktivitäts-Agenten für genau diese Aufgabe. Er übergibt ihm des Weiteren notwendige Daten und eine Rollenvorgabe. Die Rollenvorgabe besagt, welcher Mitarbeiter- oder auch Agententyp für diese Aktivität bestimmt ist. Falls zwei parallel laufende Aufgaben im Prozessmodell vorgesehen sind, so muss der Prozess-Agent natürlich zwei Aktivitäts-Agenten erzeugen.

Nach der Zuweisung der notwendigen Informationen muss der Aktivitäts-Agent als erstes den Arbeitslisten-Agenten kontaktieren, um anhand der kommunizierten Rollenangaben einen Bearbeiter für die Aufgabe zugewiesen zu bekommen. Der Arbeitslisten-Agent, der Zugriff auf eine Arbeitsliste hat, kann feststellen, welcher Bearbeiter für die gegebene Aktivität in Frage kommt. In einer Arbeitsliste sind Mitarbeiterangaben aufgeführt, die zur Auswahlentscheidung herangezogen werden. Falls mehrere mögliche Kandidaten zur Verfügung stehen, muss der Arbeitslisten-Agent aufgrund bestimmter Kriterien eine Auswahl treffen. Hier kann zum Beispiel der Erfahrungsgrad oder die schon geleistete Stundenzahl ein Kriterium sein.

---

<sup>7</sup> Vgl. Stormer, Knorr (2001).

Der Arbeitslisten-Agent schickt nun einen ausgewählten Bearbeiter an den Aktivitäts-Agenten zurück. Dieser kann nun den Persönlichen-Agenten des Bearbeiters kontaktieren bzw. auch zum Persönlichen-Agenten migrieren, falls eine Agentenplattform vorhanden ist. Die Migration erfolgt dabei durch Transport des Agentenprogramms und aller Daten (aktuelle Variablenbelegung) mit Hilfe meist öffentlicher Netze. Hier wird also die Möglichkeit der Mobilität deutlich. Falls der Persönliche-Agent auf einem mobilen Endgerät, wie PDA oder Mobiltelefon agiert, kann eine Aufgabe demnach sogar offline erledigt werden, d.h. ohne dass der Bearbeiter ständigen Kontakt zum Informationssystem hat. Es muss aber die Voraussetzung einer Agentenplattform gegeben sein, also einer Softwareumgebung, in der ein Agent existieren bzw. ausgeführt werden kann. Falls der Einsatz auf einem mobilen Endgerät möglich ist, kann dort der Agent seine Aufgabe erfüllen und bei Fertigstellung und nächstmöglicher Verbindung zum WfMS zurück migrieren.

Hat dieser Aktivitäts-Agent mit Hilfe des Arbeitslisten- und Persönlichen-Agenten seine Aufgabe erfüllt, so wird er vom Prozess-Agenten gelöscht, da er nicht mehr benötigt wird. Der Prozess-Agent, der auf das Ergebnis des Aktivitäts-Agenten gewartet hat, kann nun im Prozessmodell fortschreiten und für folgende Aktivitäten wieder neue Agenten erzeugen.

Die folgende Abbildung verdeutlicht das Zusammenwirken der einzelnen Agenten im AWA-System.

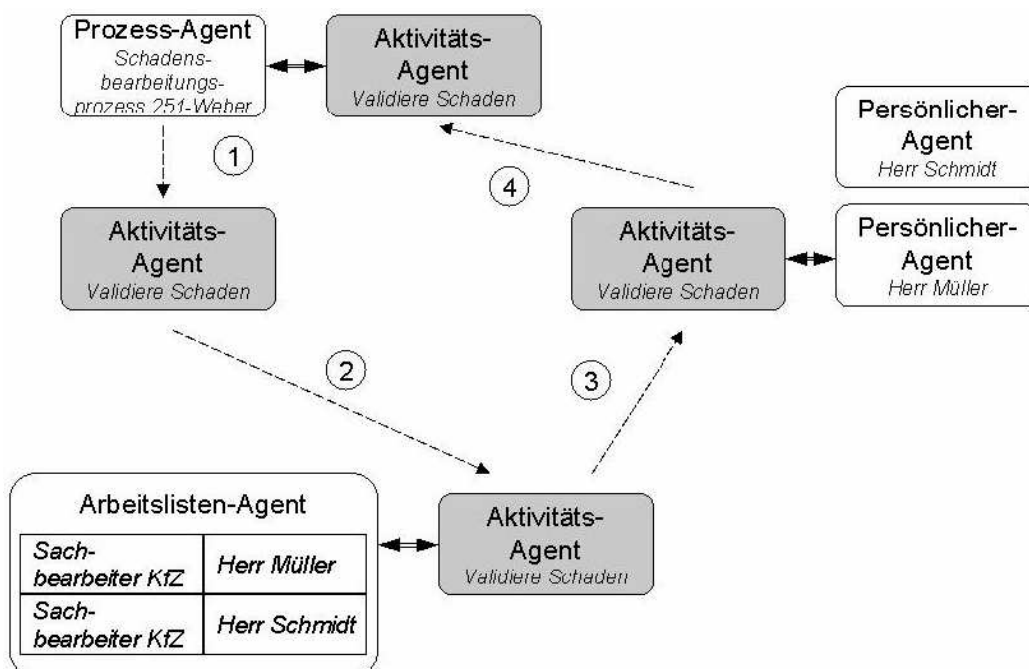


Abbildung 1: AWA Architektur<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Quelle: Stormer, Knorr (2001).

Es stellt sich nun die Frage, ob der Einsatz der Agenten im AWA-System die oben genannten Nachteile von WfMS beseitigen kann. Diese Nachteile waren unter anderem die Zentralität des Systems, aber vor allem auch Akzeptanzprobleme. Die Frage der zentralen Ausführung lässt sich aufgrund der Arbeitsweise von AWA leicht beantworten, da es hier aufgrund der Migrationsfähigkeit zur verteilten Ausführung der Prozesse kommt. Dadurch wird eine höhere Flexibilität erreicht, was sich auch auf eine schnellere Reaktion bei Problemen auswirkt. Des Weiteren wird der zentrale Server, also die dort laufende Workflow-Engine sehr entlastet. Ein weiterer Punkt ist die Betriebssystemunabhängigkeit, da Agenten meist auf Java basierten Systemen arbeiten können. Hier kann dementsprechend die Schwierigkeit der Heterogenität fast vollständig beseitigt werden. Die Akzeptanzproblematik kann ebenfalls minimiert werden, da die Mitarbeiter ihre Aufgaben zum Teil auch auf ihren persönlichen mobilen Geräten ausführen können und ihr Handeln dementsprechend autonomer wird.

Weitere Vorteile von AWA ist die Erweiterbarkeit des Arbeitslisten-Agenten. Es können rollenbasierte Zugriffskontrollen, eine Filterung der Subjekte und geschäftsbezogene Sicherheitsregeln implementiert werden. Gerade bei einer Vielzahl von Mitarbeitern erweisen sich solche Ansätze als sehr effektiv, da gegebenenfalls bestimmte Mitarbeiter von einigen Geschäftsprozessen ausgeschlossen werden müssen. Dies wäre zum Beispiel im Versicherungswesen der Fall, damit ein Mitarbeiter nicht seinen eigenen Schadensfall bearbeitet. Ein anderer Punkt bezüglich der Sicherheitsaspekte ist der Ausschluss von Personen aufgrund vertrauenswürdiger oder geheimer Informationen.

Der größte Nachteil einer solchen Architektur, in der Agenten und ihre Daten über öffentliche Netze übertragen werden, ist die Manipulierbarkeit der Informationen. Es muss sichergestellt werden, dass der Agent nicht modifiziert wurde oder sogar komplett durch einen anderen Agentencode ersetzt wurde. Hier spielen also Sicherheitsaspekte der Übertragung eine entscheidende Rolle. Ein Ansatz zur Verhinderung solcher Angriffe auf Agenten, ist die Umsetzung einer Gruppe sich schützender Agenten. Hierbei werden mehrere Agenten mit der gleichen Aufgabe beauftragt. Nach Erfüllung können die Ergebnisse verglichen werden. Treten dabei signifikante Unterschiede auf, kann davon ausgegangen werden, dass einer der Agenten bzw. seine Daten manipuliert wurden. Das Ergebnis dieses Agenten wird dann ausgeschlossen.

### **3.3 JBees – ein verteiltes adaptives Workflow-Management-System mit Überwachungs- und Kontrollfähigkeiten**

Eine weitere Architektur, die hier vorgestellt werden soll, ist das JBees-System aus dem Jahr 2004. Wie diese Architektur aufgebaut ist und welche Unterschiede es zum AWA System gibt, soll im Folgenden geklärt werden.

Wie schon der Untertitel zeigt, handelt es sich bei diesem System auch um eine verteilte Anwendung, in der migrierende Agenten zum Einsatz kommen. Außerdem wird durch die Begriffe Überwachung und Kontrolle ausgesagt, dass zwei Funktionen erfüllt werden, die schon in der Definition eines WfMSs auftauchten. Bezüglich dieser beiden Themen wurde im AWA-System keine Aussage getroffen.

Das JBees System basiert auf der Multi-Level Infrastruktur für agentenorientierte Softwareentwicklung OPAL. Außerdem wird das CPN execution tool JFern benutzt, das ein Java-basiertes Petri-Netz Framework ist. Im Gegensatz zu AWA werden in diesem Ansatz 7 Agenten – auch OPAL-Agenten genannt – benutzt, um die Workflows steuern, überwachen und ausführen zu können.<sup>9</sup> Die wichtigste Agenten-Instanz ist hierbei der Management-Agent, der die Kontrolle des Workflows übernimmt, andere Agenten erzeugt und benachrichtigt und selber durch Kommunikation mit dem Control-Agent über Fehler oder Ausnahmen informiert wird. Wie beim AWA System gibt es auch hier einen Prozess-Agenten, der in Verbindung mit dem Resource-Agenten und dem Resource-Broker steht. Dabei übernimmt der Resource-Broker die Verwaltung der Ressourcen und stellt sie dem Resource-Agenten zur Verfügung. Der Ablauf kann mit dem des AWA Systems verglichen werden, jedoch muss bei dieser Architektur hervorgehoben werden, dass es spezielle Überwachungsagenten und Speicherungsagenten gibt. Gerade in Unternehmen, in denen es leicht zu Abweichungen des Prozessflusses kommen kann, sind Monitoring- und Control-Agenten von großer Bedeutung, da sie den Prozessfluss überwachen und Fehlermeldungen an den Management-Agenten schicken können.

Zudem übernimmt der in dieser Architektur zu findende Storage-Agent eine wichtige Aufgabe, die ein gutes WfMS leisten sollte: Archivierung. Das Thema der Archivierung wird bei einigen dieser Systeme meist nur am Rande betrachtet. Schaut man sich aber zum Beispiel öffentliche Verwaltungen an, die täglich mit einer Vielzahl elektronischer Akten mit teilweise persönlichen und vertraulichen Daten umzugehen haben, darf der Bereich der Archivierung nicht unterschätzt werden. Daher kann die Umsetzung der Storage-Agenten als einer der Vorteile der JBees Architektur gesehen werden. Die bereits genannten Monitoring- und Kontrollfunktionalitäten sind ebenfalls als positiv herauszustellen.

---

<sup>9</sup> Vgl. Ehrler, Fleurke, Purvis, Savarimuthu (2005).

Abbildung 2 verdeutlicht noch einmal die Zusammenhänge der einzelnen Agenten im JBees System.

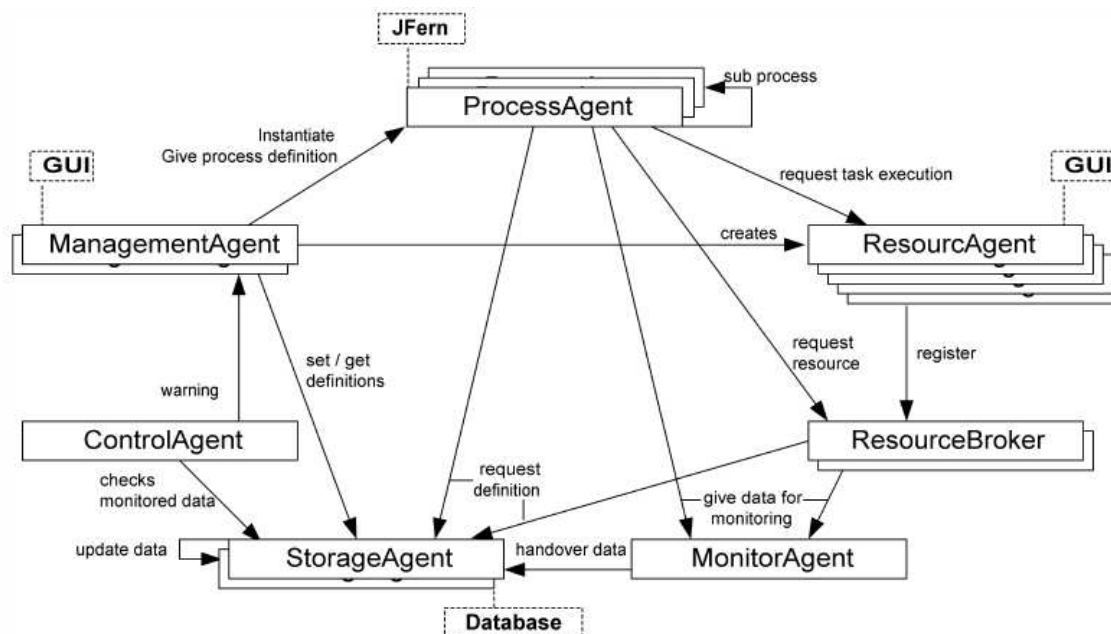


Abbildung 1: JBees Architektur<sup>10</sup>

Das JBees System zeigt, dass die Forschung in Agentensystemen zur Bearbeitung von Geschäftsprozessen weiter fortgeschritten ist und immer mehr Aspekte umgesetzt werden, die in einem WfMS eine Rolle spielen. Inwieweit solche Agentensysteme wirklich zur Optimierung von Prozessen in Unternehmen führen können, wird der zukünftige reale Einsatz zeigen.

Ein Bereich, in dem Agenten zur Bewältigung von Abläufen bereits genutzt werden, ist der elektronische Handel. Hier kommt es zur Kommunikation und Kooperation zwischen verteilten Systemen (Angebote unterschiedlicher Händler) die von einem Benutzer zusammengetragen werden. Dementsprechend ist die Thematik kooperierender Workflows von großer Bedeutung, da es zur Zusammenarbeit von verteilten WfMS kommt.

Das nächste Kapitel soll einen Überblick liefern, welche Möglichkeiten es für Agenten gibt, bei ihrer Suche nach Artikeln, Preisen etc. vorzugehen. Anfänglich soll aber auf die Problematik der Zusammenarbeit eingegangen werden, da es gerade aufgrund der Heterogenität der Systeme zu Fehlern oder Ausnahmen kommen kann.

<sup>10</sup> Quelle: Ehrler, Fleurke, Purvis, Savarimuthu (2005).

## **4 Softwareagenten im E-Commerce**

### **4.1 Problematik der Kooperation verteilter Workflow-Anwendungen**

Gerade im Bereich des elektronischen Handels kann es zur Kooperation verschiedener WfMS kommen. Auf der einen Seite ist zum Beispiel das System eines Anbieters zu sehen, auf der anderen Seite führt das WfMS einer Preissuchmaschine einen Prozess aus, der auf bestimmte Daten für seine Suche angewiesen ist. Falls die benötigten Daten nicht geliefert werden können, muss der Prozess gegebenenfalls von seinem ursprünglichen Ziel abweichen. Es sind also Alternativpfade im Prozessmodell oder eine Ausnahmebehandlung in einem WfMS unabdingbar. Gerade bei dieser Problematik zeigt sich aber auch die Vorteilhaftigkeit von Agenten, da der Agent autonom handelt und auf Änderungen seiner Umwelt reagieren kann. Es müssen also an Stellen, an denen vom ursprünglichen Verlauf abgewichen wird, weitere Aktivitäten bzw. andere kooperierende Workflows über dieses Ereignis informiert werden, da es unter Umständen zu Deadlocks kommen kann.<sup>11</sup> Wenn zum Beispiel ein Aktivitäts-Agent im AWA System auf das Ergebnis eines anderen Agenten wartet, dieser es aber nicht liefern kann, ist der komplette Ablauf unter Umständen nicht fortführbar.

Unter Beachtung dieser Tatsachen, stellt sich nun die Frage, wie Agenten, die in WfMS agieren, sich bei einer Angebotsfindung im Internet verhalten. Der Agent wird also von einem solchen System angestoßen und sammelt die gewünschten Informationen. Er muss dabei gegebenenfalls mit anderen WfMS zusammenarbeiten und sollte insgesamt möglichst effektiv arbeiten, um unter anderem die Netzauslastung zu minimieren. Wie Agenten eine solche Suche durchführen, wird in Forschungsansätzen thematisiert. Die reale Anwendung ist aber aufgrund von Sicherheitsaspekten und technischen Voraussetzungen noch nicht durchzusetzen. Das folgende Kapitel soll zunächst einen kurzen Einblick in den Bereich E-Commerce liefern, dessen Agenten klassifizieren und letztendlich die Möglichkeiten von Agenten bei der Angebotsfindung darstellen.

### **4.2 Angebotsfindung mit Hilfe von Softwareagenten**

Anfänglich sollte die Frage gestellt werden, warum Agenten bei der Angebotsfindung überhaupt Anwendung finden. Der klassische Ansatz, um sich über Preise und Angebote zu informieren, dürfte ein manuelles Suchen durch den Anwender sein, der sich unterschiedliche Shops von Anbietern anschaut. Da die Anzahl der Internetshops sich in den

---

<sup>11</sup> Vgl. Greiner (2001).

letzten Jahren enorm erhöht hat und ein Ende nicht absehbar ist, verliert ein Preissuchender in der Vielzahl von Daten leicht den Überblick. Hier können gerade die Eigenschaften eines Agenten diese Suche erleichtern. Sie handeln autonom, sind adaptiv und können auf verteilten Systemen arbeiten. Trotzdem muss ein Agent auch soziale Strukturen beachten und der Benutzer muss ein bestimmtes Vertrauen in die Arbeitsweise des Agenten haben. Es muss sichergestellt sein, dass der Agent genau nach Vorgaben des Benutzers handelt und ihn nicht durch geschickte Werbung zu manipulieren versucht.

Um Agenten im Rahmen des E-Commerce zu verstehen, sollte eine Klassifizierung dieser Agenten aufgestellt werden.<sup>12</sup>

Die simpelste Form ist der „einfache Kaufagent“, dessen Aufgabe darin besteht, Produktinformationen zu sammeln. Er ist also auf die Suche und die damit verbundenen Preisvergleiche ausgerichtet.

„Komplexe Kaufagenten“ unterstützen zudem auch die Zahlung und Lieferung. Damit decken sie schon einen Großteil des Kaufvorgangs ab. Die höchste Stufe der Klassifizierung definiert sich durch agentenbasierte Marktplätze, in denen Kauf- und Verkaufsagenten, Kreditagenten, Zahlungsagenten, Werbeagenten etc. vertreten sind. Hier spielen zusätzlich Werbung, Verhandlungen und Kreditvergabe eine Rolle.

Im Folgenden werden nun verschiedene Ansätze zur Realisierung von agentenbasierten Angebotsfindungen aufgezeigt. Anfänglich wird der Fall ohne den Einsatz von Agenten verdeutlicht, um eine thematische Grundlage zu schaffen. Der Ablauf eines solchen Suchprozesses wird meist von einem Webserver gesteuert, der durch einen zugreifenden Client dazu angestoßen wird, mehrere Online-Shops nach Angeboten zu durchsuchen. Der Webserver benutzt dabei CGI-Skripte, ASP, Servlets etc.<sup>13</sup> Die Kommunikation und der Datenaustausch laufen sequentiell ab, so dass jedem Shop eine Anfrage geschickt wird und dieser dann ein Ergebnis an den Webserver zurücksendet. Diese Zugriffsmethode ist mit einer hohen Reaktionszeit verbunden, da es ständig zu Datenaustausch zwischen Server und Shop kommt. Hat der Webserver alle Daten gesammelt, gleicht er diese mit den Anforderungen des Clients ab und schickt das Suchergebnis an den Client. Diese Art der Angebotsfindung ist momentan im täglichen Einsatz bei der Angebotssuche zu finden.

Ob dieser Ablauf durch Agenten optimiert werden kann, zeigen folgende Überlegungen, bei denen jetzt mobile Agenten zum Einsatz kommen. Die ursprüngliche Anfrage des Clients an den Webserver bleibt gleich. Der erste Unterschied zeigt sich aber schon daran, dass dem Server eine Datenbank zur Verfügung steht, auf der bereits einige Suchergebnis

---

<sup>12</sup> Vgl. VSIS (2005).

<sup>13</sup> Vgl. Siegemund, Cap, Heuer (2001).

gespeichert sind.<sup>14</sup> Sucht der Benutzer nach Informationen, die schon einmal gesammelt wurden, verringert sich die Reaktionszeit erheblich. Da dieser Datenspeicher auch aktualisiert werden muss, wird der Prozess der Angebotsfindung mit Hilfe von mobilen Agenten vorgenommen. Voraussetzung einer solchen Vorgehensweise ist ein Vorhandensein von Agentenplattformen auf den Servern der Online-Shops. Den Agenten muss die Möglichkeit gegeben werden, auf den Servern zu agieren. Zu beachten sind in diesem Zusammenhang die bereits erwähnten Sicherheitsaspekte, die auf der einen Seite darin bestehen, dass ein Agent nicht manipuliert werden kann und auf der anderen Seite dem Agenten hinreichend Möglichkeiten zu geben wirklich auf Daten zugreifen zu können. Falls eine Agentenplattform besteht, kann der Agent seine Angebotssuche ausführen und jetzt – nicht wie im vorangegangenen Fall, bei dem er die Daten direkt an den Webserver zurückgeschickt hat – zum nächsten Online-Shop migrieren. Dort wird der Prozess fortgeführt bis er letztendlich zum Webserver zurück migriert. Die Datenbank speichert die gefundenen Angebote und kann sie einem Client dann zur Verfügung stellen. Kritisch ist bei diesem Ansatz zu betrachten, dass der Prozess der Angebotsfindung nur in bestimmten Zeiträumen angestoßen wird – die Datenbank also nicht unbedingt die aktuellsten Informationen bereitstellen kann. Trotzdem kann diese Art eines Suchprozesses zur Optimierung der Angebotsfindung beitragen, da durch den Einsatz mobiler Agenten die Rechenleistung des Webserver reduziert wird. Diese verteilte Anwendung ist aber gerade aufgrund der Sicherheitsaspekte noch nicht umgesetzt, da die Online-Shops meist keine Agentenplattformen bereitstellen, die notwendig für eine solche Vorgehensweise sind.

Trotz dieser Kritikpunkte soll im Folgenden der Ansatz, mobile Agenten zur Angebotsfindung einzusetzen, noch erweitert werden.<sup>15</sup> Im Hinblick auf die Vielzahl von Online-Shops, die auf der ganzen Welt verteilt sind, ist eine weitere Möglichkeit der Angebotssuche denkbar. Hierbei wird beachtet, dass einzelne Shops die Voraussetzung einer Agentenplattform nicht bereitstellen. Es kommt also zu einer Verknüpfung der beiden Ansätze. Der Prozess wird weiterhin vom Webserver gestartet. Dieser benutzt wieder die Eigenschaft der Mobilität eines Agenten, um die Angebotsfindung verteilt ausführen zu können. Dieser Agent migriert jetzt aber nicht zu einem Online-Shop, sondern nutzt eine Agentenplattform auf einem weiteren Webserver, dessen Verbindung zu bestimmten Shops kürzer ist. Von hier aus kontaktiert er die Shops und sammelt die notwendigen Daten, die in einer Datenbank auf dem aktuellen Server gespeichert werden. Die Suche wird durch die Migration auf einen weiteren Webserver, der wiederum auch eine Agentenplattform bereitstellt, fortgesetzt. Denkbar ist in diesem Zusammenhang zum Beispiel, dass ein bestimmter Agent nur Angebote amerikanischer Shops sammelt, wohingegen ein anderer Agent nur Angebo-

---

<sup>14</sup> Vgl. Siegemund, Cap, Heuer (2001).

<sup>15</sup> Vgl. Siegemund, Cap, Heuer (2001).



te aus dem europäischen Raum sammelt. Diese dezentrale Angebotssuche und Datenhaltung führt zu verbesserten Reaktionszeiten, trotz der Vielzahl von durchlaufenen Shops. Dieser Ansatz zeigt, dass trotz der fehlenden technischen Möglichkeiten bei Online-Shops, der Einsatz mobiler Agenten zur Anwendung kommen kann.

Mobile Agenten sind aufgrund ihrer Fähigkeiten in der Lage, den menschlichen Benutzer bei bestimmten Aufgaben zu entlasten bzw. eine Aufgabe durch Optimierung des Zeitaufwandes wesentlich schneller zu bearbeiten. Weitere Einsatzgebiete mobiler Agenten wären unter anderem auch der Wertpapierhandel, eine Personaleinsatzplanung, Terminplanungen aber auch Echtzeitanwendungen, wie zum Beispiel die Kommunikation zwischen einer Raumsonde und der Basis, da aufgrund von Verbindungsverzögerungen die Echtzeitsteuerung schwierig ist. Hierbei kann einfach ein mobiler Agent von der Basis aus losgeschickt werden, der dann mehrere Aufgaben innerhalb der Sonde erledigen kann, die dann nach Abschluss eine Ergebnismeldung an die Basis zurücksendet.

## 5 Fazit

Die vorliegende Arbeit hat gezeigt, dass es bereits mehrere Ansätze gibt, Softwareagenten in WfMS einzusetzen. Diese Systeme unterstützen Arbeitsabläufe in Unternehmen und optimieren durch Automatisierung von Aufgaben den Prozessfluss. Trotzdem zeigen sich auch Nachteile in der Ausführung, da eine meist zentrale Architektur und dementsprechend auch wenig Flexibilität vorhanden sind. Die Fähigkeiten von Agenten kann teilweise genutzt werden, um solchen Problemstellen entgegen zu wirken. Gerade die Eigenschaft der Autonomie und der Mobilität sorgen dafür, dass durch den Einsatz von Agenten in WfMS mehr Dynamik entsteht. Mobile Agenten erweitern durch die Fähigkeit zu anderen Systemen zu migrieren, den Aktionsradius eines Workflows.<sup>16</sup> Es können mobile Endgeräte eingesetzt werden, die den Benutzer vom System trennen, ihn autonomer handeln lassen und somit auch mehr Akzeptanz eines solchen Systems hervorrufen. Trotzdem zeigen sich auch Nachteile, wenn Agenten Aufgaben eines Workflows übernehmen. Gerade beim Datentransfer zu anderen Systemen kann es zu Manipulation des Agentencodes oder der mitgeführten Daten kommen. Außerdem muss einem Agenten auch die Möglichkeit gegeben werden, auf dem verteilten System seine Aufgaben erfüllen zu können. Da es aber im Interesse von Unternehmen sein kann, dass mehrere Systeme zusammenarbeiten – zum Beispiel bei Outsourcing Projekten – wird es für Unternehmen weiterhin wichtig sein, ihre Systeme durch Schnittstellen zu verbinden und vielleicht sogar mobile Agenten einzusetzen.

Im Bereich des E-Commerce, in dem auch Prozessabläufe eine Rolle spielen, werden Softwareagenten ebenfalls eingesetzt bzw. werden verschiedene Ansätze in der Forschung thematisiert. Hierbei ist die wohl größte Aufgabe, die der Angebotsfindung. Die vorgestellten Möglichkeiten für Agenten, Angebote in Online-Shops zu filtern, machen deutlich, dass es Optimierungsansätze gerade hinsichtlich der Netzwerklast gibt, aber zum Teil die technischen Voraussetzungen noch nicht geschaffen sind. Da sich die Anzahl von Online-Shops stetig weiter erhöhen wird, sind die Vorteile des Einsatzes von Agenten bezüglich der Komplexitätsbeherrschung ebenfalls sehr entscheidend.

Ob Softwareagenten die Käufer und „Verkäufer von morgen“ sind, ob sie den Anwender „Hand in Hand durchs Internet“ führen und somit ein Angebotssuchender „nie mehr alleine“ ist, wird sich zukünftig zeigen.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> Vgl. Siegemund, Cap, Heuer (2001).

<sup>17</sup> Vgl. [commercemanager.de](http://commercemanager.de).

## Literaturverzeichnis

Becker, J.: Prozessmanagement: ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. 5. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2003.

Commercemanager.de, Nie mehr allein - Agententechnologie im Einsatz, [http://www.commercemanager.de/magazin/artikel\\_93\\_nie\\_mehr\\_allein\\_-\\_agententechnologie\\_im\\_einsatz.html](http://www.commercemanager.de/magazin/artikel_93_nie_mehr_allein_-_agententechnologie_im_einsatz.html), Zugriff 27.01.2006.

Ehrler, L.; Fleurke, M.; Purvis, M.; Savarimuthu, B.: Agent-based Workflow Management Systems (WfMSs), JBees - a distributed and adaptive WfMS with monitoring and controlling capabilities, Journal of Information Systems and e-Business on Agent-Based Information, 2005.

Greiner, U.: Adaptives Workflow-Management für kooperierende Workflows- ein Überblick, Tagungsband zum 13. GI-Workshop "Grundlagen von Datenbanken", Juni 2001, Gommern.

Nwana, H. S.; Ndumu, D. T.: A Brief Introduction to Software Agent Technology. S. 29–48., Jennings, N. R. (Hrsg.); Woolridge, M. J. (Hrsg.): Agent Technology: Foundation, Application, and Markets. Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag, 1998.

Siegemund, F.; Cap, C. H.; Heuer, A.: Einsatz von mobilen Agenten und XML zur Angebotsrecherche im Business-to-Consumer-Commerce, Wirtschaftsinformatik 43 (2001) 2, S. 157-166.

Stormer, H.; Knorr, K. : AWA - Eine Architektur eines agentenbasierten Workflow-Systems, Tagungsband 5. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2001), Augsburg, Germany, September 2001, S. 147-160.

VSIS Universität Hamburg: Agententechnologie: Konzepte, Standards, Anwendungen, 2005.

Woolridge, M.; Jennings, N.: Intelligent Agents: theory and practice. In: The Knowledge Engineering Review 10:2 (1995), S. 115–152.

## **Abschließende Erklärung**

Ich versichere hiermit, dass ich meine Ausarbeitung „Softwareagenten in Workflow-Management-Systemen und deren Einsatz im E-Commerce“ selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe, und dass ich alle von anderen Autoren wörtlich übernommenen Stellen wie auch die sich an die Gedankengänge anderer Autoren eng anlehenden Ausführungen meiner Arbeit besonders gekennzeichnet und die Quellen zitiert habe.

Münster, den 15. Februar 2006