

# **Agenten Systeme**

## **Grundlagen über Agenten und ihre Architektur**

**Ausarbeitung zum Seminarvortrag 01.02.2002**

**WS 2001/2002**

**von**

**Ingmar Kossak**

# Inhaltsverzeichnis

0. Einleitung	2
1. Was sind Agenten?	3
1.1. Biologische Agenten	3
1.2. Roboter	3
1.3. Software-Agenten	4
1.3.1. Suchmaschinen	4
1.3.2. Biet-Agenten	4
2. Wofür und warum werden Agenten eingesetzt?	6
3. Klassifizierung von Agenten	7
3.1. Grad der Autonomie	7
3.2. Grad der Kommunikationsfähigkeit	7
3.3. Grad der Mobilität	7
3.4. Typen von Agenten	8
3.4.1. Aktive Agenten	8
3.4.2. Passive Agenten	8
3.4.3. Verdeutlichung der Unterschiede anhand eines Beispiels	8
3.5. Verschiedene Architekturen von Agenten	9
3.5.1. Deliberative Architektur	9
3.5.2. Reaktive Architektur	9
3.5.3. Hybride Architektur	10
3.5.4. Heterogene Architektur	10
4. Software-Agenten	12
4.1. Stationäre Agenten	12
4.2. Mobile Agenten	12
4.2.1. Beurteilungskriterien für mobile Agenten	13
4.2.2. Voraussetzungen für mobile Agenten	13
5. Multi-Agenten-Systeme	15
<u>Anhang A: Quellenverzeichnis</u>	16

## 0. Einleitung

In dieser Ausarbeitung meines Vortrages zu dem Thema “Agenten–Systeme – Grundlagen über Agenten und ihre Architektur” möchte ich zuerst den Begriff “Agent” definieren und anhand von Beispielen die gröberen Einteilungsmöglichkeiten aufzeigen. Dies soll es dem Leser ermöglichen, ohne grosse Probleme in den später folgenden Kapiteln das Verständnis zu bewahren.

Aus der Definition folgt im zweiten Kapitel die Einsatzgebiete der Agenten und die Begründung, warum Agenten eingesetzt werden.

Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit der Klassifizierung von Agenten. Hier habe ich besonderes Augenmerk auf die Architektur und die unterschiedlichen Typen von Agenten gelegt, alles weitere hätte den Rahmen des Vortrags gesprengt und sei hier kurz erwähnt.

Da sich die Vortragsreihe um den Roboterfussball und die Steuerung der Roboter dreht, beschäftigt sich das vierte Kapitel näher mit Software–Agenten, wo auch der Unterschied zwischen stationären und mobilen Agenten näher erläutert wird.

Am Schluss möchte ich noch kurz eine kleine Einführung in die Welt der Multi–Agenten–Systeme geben, ohne dabei jedoch der Ausarbeitung zu diesem Thema vorzugreifen.

# 1. Was sind Agenten?

Laut dem etymologischen Wörterbuch des Deutschen ist ein Agent jemand, der im Auftrag eines anderen handelt. Das Wort stammt vom Lateinischen “agens” – Sachverwalter, Beauftragter ab. Ähnliche Worte findet man auch in anderen Sprachen, zum Beispiel im Italienischen. Dort heißt es “agente” – Vertreter, Geschäftsträger.

Es werden 3 Arten von Agenten unterschieden: Biologische Agenten, Roboter und Software-Agenten. Diese Unterscheidung ist in der völlig unterschiedlichen Funktionsweise begründet.

## 1.1. Biologische Agenten



Bei biologischen Agenten handelt es sich um Menschen oder Tiere, die im Auftrag eines Auftraggebers eine Mission erfüllen soll. Der erste Gedankenblitz beim Wort “Agent” ist bei vielen sicherlich James Bond. Und in der Tat ist dieser Gedankenblitz gar nicht so falsch. James Bond hat einen Auftraggeber und eine Mission. Ähnlich wie das Beispiel eines Maklers: Eine beliebige Person ist der Auftraggeber und seine Mission ist es, ein Haus zu kaufen oder zu verkaufen. Als Beispiel für einen tierischen Agenten kann der Hund, der die Zeitung holt, genannt werden.

## 1.2. Roboter



Zu Robotern werde ich hier aus der Fülle der Beispiele nur eines nennen: Roboterfußball. Bei diesem Einsatzgebiet sind die einzelnen Agenten in den einzelnen Spielern zu sehen, die selbständig operieren sowie miteinander und einem Zentralcomputer kommunizieren. Sie verfügen über eigene Sensoren und eigene Verhaltensroutinen.

## 1.3. Software-Agenten

Aus den vielen unterschiedlichen Softwareagenten habe ich zwei alltägliche Beispiele ausgesucht, anhand derer die Funktionsweise leicht zu veranschaulichen ist.

Ich werde in Kapitel 4 noch näher auf Software-Agenten eingehen.

### 1.3.1. Suchmaschinen



Die Funktionsweise der Suchmaschine ist einfach zu erklären: Ein Programm, der Software-Agent, durchsucht Internetseiten und trägt die gewonnenen Daten in die Datenbank ein, an welche die Suchanfragen gestellt werden.

### 1.3.2. Biet-Agenten



Diese finden bei Online-Auktionen Verwendung. Bei Ebay zum Beispiel kann der Benutzer einen Agenten damit beauftragen, stellvertretend für ihn bis zu einem Höchstgebot weiterzubieten, wenn

er überboten wird. Es ermöglicht, dass der Interessent die Auktion nicht durchgehend verfolgen muss.

Was sind also Agenten? Sie sind Einheiten, die in der Lage sind, Operationen im Auftrag z.B. eines Benutzers oder eines anderen Agenten weitgehend selbständig auszuführen. Sie werden dabei nach verschiedenen Eigenschaften kategorisiert. Agenten sollen möglichst autonom sein, das heißt, sie sollen möglichst unabhängig vom Benutzer handeln. Sie sollen flexibel sein, um auf unvorhergesehene Ereignisse reagieren zu können. Eine weitere Eigenschaft sollte Reaktivität sein, um möglichst unmittelbar auf Ereignisse reagieren zu können.

Ausserdem sollten sie kommunizieren und zusammenarbeiten können. Eine Zielorientierung ist hilfreich um gestellte Ziele selbsttätig zu erreichen und dieses Ziel nicht aus den Augen zu verlieren. Auch Anpassungsfähigkeit und Lernfähigkeit zeichnen einen Agente aus. Es ist nahezu unmöglich, alle Eigenschaften in einem Agenten zu vereinen oder vereint zu finden. Bei den verschiedenen Arten von Agenten sind es verschiedene Faktoren, die dies unmöglich machen. Die biologischen Agenten werden durch die Leistungsfähigkeit des Körpers und des Gehirns ausgebremst. Die Mechanik setzt den Robotern Grenzen. Man kann keinen Roboter bauen, der alles kann. Eine weitere Grenze ist die Programmierung von Software-Agenten. Umso mehr eine Software können soll, umso umfangreicher wird sie. Damit stösst sie an die Grenzen ihres Host-Rechners.

## **2. Wofür und warum werden Agenten eingesetzt?**

Agenten werden für häufig wiederkehrende Aufgaben eingesetzt. Zum Beispiel überwacht in der aktuellen Version des Betriebssystems MacOS ein Agent Programmstarts, versucht wiederkehrende Abläufe zu erkennen und bietet dann eine Automatisierung an. Ausserdem werden Sie benutzt, um große Informationsmengen zu verarbeiten, wie dies zum Beispiel bei Suchmaschinen der Fall ist. Ein weiterer Punkt ist der Einsatz bei schwer überschaubaren Systemen. Ein Mensch muss sich jedesmal neu hineindenken, was Zeit und damit Ressourcen kostet. Damit komme ich auch schon zu den Gründen für den Einsatz von Agenten. Sie verfügen über besseres Vor-Ort-Wissen und größere Sachkunde sowie grössere Zeit- und Mobilitätsressourcen. Dies ist am Beispiel des Maklers gut zu veranschaulichen: Angenommen, ein normaler deutscher Durchschnittsbürger erbt ein Haus auf Mallorca und will es verkaufen, so ist es für ihn sinnvoller, einen dort ansässigen Makler zu beauftragen. Dieser kennt den dortigen Markt und spricht die Sprache. Der Besitzer des Hauses müsste erst Urlaub nehmen und dorthin fliegen um dann sein Haus zu verkaufen. Der Makler vermittelt im Namen seines Auftraggebers und erzielt wahrscheinlich einen höheren Preis als der Besitzer selbst. Diesem fehlt im Allgemeinen die nötige Sachkenntnis, um zum Beispiel den Wert des Hauses einzuschätzen und er kennt nicht die Kniffe und Tricks der professionellen Makler. Ähnlich sieht es mit den Software-Agenten aus. Diese entlasten den Menschen. Der Einsatz eines Menschen um Webseiten zu durchsuchen und diese in eine Datenbank einzutragen, wäre teuer und sehr zeitintensiv.

### **3. Klassifizierung von Agenten**

Agenten können anhand verschiedener Eigenschaften klassifiziert werden. Im Kommenden werde ich die einzelnen Möglichkeiten aufzeigen und kurz beschreiben, wobei mein Hauptaugenmerk auf der Architektur der Agenten und der Einteilung nach Typen von Agenten liegt. Einige Möglichkeiten der Einteilung sind nach dem Grad der Autonomie, dem Grad der Kommunikationsfähigkeit, dem Grad der Mobilität, ihrer Architektur oder ihren Typen.

#### **3.1. Grad der Autonomie**

Der Grad der Autonomie gibt an, wieviel die Agenten für ihren Benutzer übernehmen. James Bond ist ein sehr autonomer Agent während ein Agent, der Daten sortiert und bei einem unbekannten Datensatz einen Eingriff des Benutzers erfordert, keine sehr grosse Autonomie besitzt.

#### **3.2. Grad der Kommunikationsfähigkeit**

Hier stellt sich die Frage, mit wem und wieviel die Agenten kommunizieren. Tun sie dies nur mit ihrem Benutzer, so stehen sie am unteren Ende der Einteilung nach der Kommunikationsfähigkeit. Kommunizieren sie hingegen mit ihrem Benutzer, anderen Agenten und weiteren Systemen, so ist der Grad ihre Kommunikationsfähigkeit sicher grösser.

#### **3.3. Grad der Mobilität**

In vernetzter Umgebung haben Agenten die Möglichkeit, ihre Rechnerumgebung zu verlassen und können damit auch nach ihrer Mobilität klassifiziert werden. Zur genaueren Erklärung, was unter der Mobilität eines Agenten zu verstehen ist, komme ich in Kapitel 4.2.



### 3.4. Typen von Agenten

Es gibt zwei Typen von Agenten: **Aktive Agenten** und **Passive Agenten**, die im Weiteren näher beschrieben werden. Nach dieser kurzen Einführung möchte ich die Funktionsweise anhand von Beispielen noch näher erläutern.

#### 3.4.1. Aktive Agenten

Aktive Agenten sind durch eigenständiges Handeln charakterisiert. Sie werden weiter in **Autonome** und **Semiautonome Agenten** unterteilt. Autonome Agenten erfordern nahezu keinen Eingriff des Benutzers. Sie können durch ihr Wissen über das Problem und die Systemumgebung selbständig Nachrichten aus ihrer Umwelt oder von anderen Agenten auffangen, richtig interpretieren und darauf reagieren. Sie verfolgen dadurch selbständig ihr Ziel auch wenn eine Situation neu und unbekannt ist. So kann einem Roboter beim Roboterfussball nicht jede mögliche Spielsituation vorgegeben werden. Das würde den Rahmen der Programmierung sprengen. Durch seine Autonomie ist er trotzdem in der Lage ein Spiel zu meistern.

Anders die semiautonomen Agenten. Sie werden für das Ausführen von Routineaufgaben eingesetzt, entspricht aber eine Situation nicht den Vorgaben, so ist ein Eingriff des Benutzers erforderlich, wie bei den Biet-Agenten einer Online-Auktion. Der Agent bietet bis zum angegebenen Höchstbetrag, wird er jedoch danach überboten, so teilt er den Benutzer nur mit, dass er überboten wurde und wartet auf dessen Eingriff.

#### 3.4.2. Passive Agenten

Passive Agenten erfordern sehr starke Überwachung durch den Benutzer. Dieser muss den Agenten starten und dieser handelt nur nach expliziter Aufforderung.

#### 3.4.3. Verdeutlichung der Unterschiede anhand eines Beispiels

Am Beispiel James Bond möchte ich diese Typen näher erläutern. James Bond ist sicherlich als autonomer Agent zu bezeichnen. Es wäre der Mission nicht dienlich, wenn es anders wäre. Er reagiert selbständig auf seine Umwelt um sein Ziel zu erfüllen. Wäre er

ein semiautonomer Agent und in der Situation, dass ihn ein Verbrecher erschiessen will, so wäre diese Situation für ihn unbekannt und er würde auf einen Befehl von seinem Auftraggeber warten, was sein Todesurteil wäre. Als autonomer Agent hat er die Möglichkeit, dieses zu vermeiden. Angenommen James Bond wäre ein passiver Agent, so wäre er für den Zweck des Ermitteln hinter den gegnerischen Linien nicht geeignet. Für jede Aktion bräuchte er einen direkten Befehl, was sich nicht unbedingt als leichtes Unterfangen darstellt.

### 3.5. Verschiedene Architekturen von Agenten

Es gibt vier verschiedene Architekturen, die auf unterschiedlichen Ansätzen basieren. Dies sind die **deliberative**, die **reaktive**, die **hybride** und die **heterogene Architektur**. Im Folgenden werde ich näher darauf eingehen.

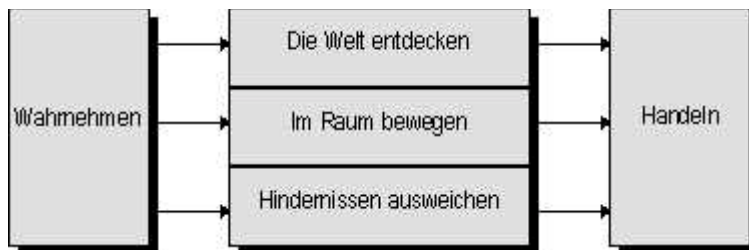
#### 3.5.1. Deliberative Architektur

Diese Architektur war die erste, die für Agenten entwickelt wurde. Real existierende Dinge werden über Sensoren wahrgenommen und in eine symbolische Darstellung überführt. Diese Darstellung erfolgt in den aus dem Vortrag "Bildverarbeitung" bekannten Merkmalbildern. Für die Erkennung der Umgebung werden Verfahren wie zum Beispiel Bild- und Sprachanalyse benötigt. Die dadurch gewonnen Informationen werden mit einer expliziten symbolischen Abbildung der Realität, die der Agent besitzt, verglichen. Daraus werden über logische Schlüsse Entscheidungen getroffen. Ein Beispiel für eine solche Entscheidung ist das Vermeiden von Kollisionen. In dieser Architektur versucht der Agent allerdings erst, genau herauszufinden, welche Art von Hindernis er vor sich hat. Die Information, dass dort ein Hindernis ist, reicht nicht aus. Daraus ergibt sich ein wesentlicher Nachteil dieser Architektur: Die Erkennung braucht viel Rechenleistung und ist daher sehr zeitintensiv. Daher kann der Agent nur langsam auf Änderungen seiner Umgebung reagieren.

#### 3.5.2. Reaktive Architektur

Aufgrund der Nachteile der deliberativen Architektur suchte man nach besseren Ansätzen und entwickelte die reaktiven Architektur. Die konsequente Vermeidung komplexer

Modelle der realen Welt erhöht die Reaktionsgeschwindigkeit der Agenten. Diese stehen über Sensoren ständig mit der realen Welt in direktem Kontakt ohne dass sie langwierige Zwischenschritte zur Erkennung des Wahrgenommenen unternehmen müssen. Daher haben sie so eine geringe Reaktionszeit. Erreicht wird dies durch die hierarchische Zusammenarbeit vieler einfacher Agenten. Sie kommunizieren auf einfache Weise und erreichen komplexes Verhalten.



An der Grafik kann man erkennen, dass jeder einzelnen Agent direkt durch seine Wahrnehmung Informationen bekommt und direkt auf das Handeln

einwirken kann. Die Agenten sind hierarchisch angeordnet, damit vermieden wird, dass zwei Agenten gleichzeitig auf das Fahrwerk eines Roboters Einfluss nehmen wollen. So hat dann das Ausweichen vor einem Hindernis Vorrang vor dem Fahren eine Kurve, die der Erfüllung des übergeordneten Auftrags, der Erkundung der Welt, dient. Der Nachteil dieser Architektur liegt in der schlechten Zielorientierung. Die Reaktionen des Agenten sind nicht planbar und die Qualität des Ergebnisses dann zufällig.

### 3.5.3. Hybride Architektur

Dieser Ansatz versucht die Vorteile der deliberativen und reaktiven Architektur unter Reduzierung der Nachteile zu vereinen. Sie baut in der Regel auf zwei Subsystemen auf: Dem deliberativen und dem reaktiven. Das deliberative Subsystem ist dabei für die Planung und Entscheidungsfindung verantwortlich und sorgt somit für eine Langzeit-Zielorientierung. Am Beispiel des Roboters, der die Welt erkundet, sorgt es dafür, dass der Roboter überall einmal hinkommt. Der reaktive Teil des Agenten sorgt für schnelle Reaktionen auf Änderungen in der Umgebung. Daraus ergeben sich Robustheit, schnelle Antwortzeiten und Anpassungsfähigkeit. Am Beispiel des Roboters wäre der reaktive Teil für das Vermeidung von Kollisionen zuständig.

### 3.5.4. Heterogene Architektur

Der Ansatz der heterogenen Architektur basiert auf der Kooperation vieler unterschiedlicher Agenten. Die Kommunikation erfolgt über eine gemeinsame Sprache.

Diese kann auf verschiedene Arten organisiert sein. Zum Einen gibt es die direkte Kommunikation, wobei jeder Agent direkt mit jedem anderen kommuniziert. Dies hat aber den Nachteil, dass sich daraus ein hoher Verwaltungsaufwand ergibt, welcher darin begründet ist, dass jeder Agent Informationen über alle anderen haben muss, um seine Aufgaben an den Agenten weiterzugeben, der in der Lage ist, diese zu bearbeiten. Ausserdem lässt sich ein solches System sehr schlecht erweitern, da alle Änderungen jedem einzelnen Agenten mitgeteilt werden müssen. Eine Alternative dazu stellt die föderale Organisation dar. Bei ihr kommunizieren die einzelnen Agenten nur mit einem Vermittler, dem Broker. Dieser stellt dann eine Verbindung zu dem Agenten her, der in der Lage ist, die Aufgabe zu bearbeiten. Diese Kommunikation kann über einen oder mehrere Vermittler laufen. Der Vermittler prüft, ob einer der direkt angeschlossenen Agenten den Auftrag bearbeiten kann. Ist dies nicht der Fall werden andere Vermittler befragt, ob ihre Agenten in der Lage sind, diese Aufgabe auszuführen. Bei diesem Aufbau ist es auch möglich, dass Agenten die verschiedene Sprachen benutzen zusammenarbeiten, dabei müssen die Broker dann auch eine Übersetzerfunktion übernehmen. Bei diesem Aufbau ist es auch möglich, dass Agenten, die verschiedene Sprachen benutzen, zusammenarbeiten. Dabei übernehmen die Broker dann auch eine Übersetzerfunktion.

## 4. Software-Agenten

Ein Softwareagent ist ein Programm, das von einem anderen Programm oder einem anderen Agenten definierte Aufgaben durch eigenes “Denken” erfüllt. Daher bezeichnet man solche Agenten auch als “intelligent”. Der Begriff der Intelligenz birgt allerdings einige Risiken, da jeder die Intelligenz eines Programms anders definiert. Intelligenz ist als Fähigkeit des Denkens definiert. Was also ist “Denken” bei einer Maschine? Inwieweit sind die logischen Schlüsse, die eine Maschine zieht, nicht Vorgaben ihrer Programmierung? Eben diese Fragen wird jeder anders beantworten, weshalb es so schwierig ist, den Begriff für Maschinen zu benutzen.

Das Denken des Agenten geschieht durch die Abarbeitung von Regeln, durch neuronale Netze oder andere Konstrukte zur Entscheidungsfindung. Unter der Unabhängigkeit eines Agenten versteht man das Maß an Konkretion, in dem ihm eine Aufgabe gestellt werden muss, damit er in der Lage ist, diese zu bearbeiten. Also wie detailliert der Arbeitsplan für den Agenten sein muss. Vergleichbar ist dies mit der Mission von James Bond. Reicht es ihm zu sagen, stehle geheime Unterlagen? Oder muss ihm genau erklärt werden, wie er einen Fuß vor den anderen zu setzen hat?

Software-Agenten werden weiterhin in zwei Kategorien unterteilt: **Stationäre Agenten** und **Mobile Agenten**. Diese werden im Folgenden näher erklärt.

### 4.1. Stationäre Agenten

Stationäre Agenten verlassen ihre Rechnerumgebung nicht, sie werden auf einem Rechner gestartet und dort abgearbeitet. Der Agent kann sich zwar Daten von anderen Rechner holen, aber seinen Rechner nicht verlassen. Sind die Ressourcen des Rechners nicht ausreichend, so wird der Agent entsprechend lange brauchen oder seinen Auftrag nicht erfüllen können.

### 4.2. Mobile Agenten

Mobile Agenten können auf andere Rechner übertragen und dort ausgeführt werden. Sie können sich aber auch selbständig von Rechner zu Rechner bewegen. Dies bezeichnet man als Migration. Sie bearbeiten dabei ihre Aufgaben und kommunizieren mit anderen Agenten. So können sie vorhandene Ressourcen besser nutzen. Der Mobilitätsgrad ist

durch die Art und Menge der zwischen den Agenten übertragenen Daten definiert. Agenten, die nicht darauf angewiesen sind, viele Daten zu übertragen, können leichter migrieren als Agenten, die grosse Datenmengen bewegen müssen. Mobile Agenten können als Fortsetzungstechnologie der objektorientierten Programmierung gesehen werden, die Zusatzfähigkeiten besitzt. Ein Agent ist demnach als erweiterbares Objekt zu verstehen, welches in der Lage ist, selbständig zu arbeiten, seine Wissensbasis zu erweitern und mit anderen "Objekten" zu kommunizieren.

#### 4.2.1. Beurteilungskriterien für mobile Agenten

Im Grossen und Ganzen werden mobile Agenten in drei Kategorien bewertet: **Intelligenzartiges Verhalten, entferntes Handeln** und **Sozialkompetenz**.

Zur Kategorie des intelligenzartigen Verhaltens gehören Fragestellungen nach dem Einschätzungsvermögen und der Planungsfähigkeit eines Agenten. Kann ein Agent seine Umwelt nur schlecht einschätzen, so wird er bezüglich der Migration oder des Ausführens seines Auftrages Fehlentscheidungen treffen. Inwieweit dies akzeptabel ist, hängt vom Einsatzgebiet des Agenten ab.

In den Bereich des entfernten Handelns fallen Fragestellungen wie "Wie einfach lassen sich die Agenten entfernt ausführen?", "Können sie auf fremden Rechnern neue Agenten erzeugen?" oder die Frage nach der Autonomie bei der Migration.

Als Sozialkompetenz versteht man den Umfang, in dem ein Agent seinen Benutzer vertritt. Ein Agent, der beispielsweise für die E-Mails seines Benutzers zuständig ist, könnte diese nur nach Absendern in verschiedene Ordner verschieben oder gleichzeitig eine Terminplanung vornehmen und Terminänderungen, die via E-Mail gemacht werden, gleich im Terminkalender ändern. Ein weiteres Feld der Sozialkompetenz ist die Kommunikation mit anderen Diensten im Netz und der Intensität der Zusammenarbeit verschiedener Agenten.

#### 4.2.2. Voraussetzungen für mobile Agenten

Um das Konzept der mobilen Agenten aufgehen zu lassen, müssen einige Bedingungen erfüllt sein. Die Rechner, auf denen die Agenten agieren sollen, müssen über eine einheitliche Umgebung für diese verfügen. Diese Umgebungen müssen dem Agenten einige Funktionen zur Verfügung stellen, damit die Arbeit der Agenten überhaupt erst möglich wird. So braucht ein Agent, der eigenständig von Rechner zu Rechner wandern

soll, eine Möglichkeit, sich selbst weiter zu verschicken. Ein isolierter Rechner bietet nicht die Möglichkeiten eines Netzwerkrechners. Für den Aufbau einer Umgebung, die alles bisher genannte möglichst optimal bereitstellt, gibt es bisher noch keine standardisierte Plattform, allerdings existieren bereits mehrere Ansätze.

Weitere Anforderungen stellt die Sicherheit, sowie die der Agenten als auch die der Host-Rechner. So muss zum Beispiel sichergestellt sein, dass der Hostrechner vor ungewollten Zugriffen durch die Agenten geschützt ist. Computerviren oder Trojaner sind ebenfalls Agenten und es ist vorteilhaft, wenn sich ein Rechner vor solchen schützen kann. Ausserdem sollte der Host-Rechner die Möglichkeit haben fehlerhaft arbeitende Agenten zu beenden. Der Agent hingegen muss davor geschützt werden, dass sein Code ausgespäht oder er manipuliert wird.

## **5. Multi-Agenten-Systeme**

Auf die Multi-Agenten-Systeme möchte ich hier nur kurz eingehen, da es zu diesem Thema einen eigenen Vortrag gab.

Bei Multi-Agenten-Systemen handelt es sich um Systeme von mehreren Agenten, die miteinander in Wechselwirkung stehen. Komplexe Probleme werden dabei in Komponenten zerlegt, die von jeweils einzelnen Agenten bearbeitet werden. Diese Agenten besitzen gegenüber den anderen besondere Fähigkeiten, die sie für diese Aufgabe geeignet machen. Multi-Agenten-Systeme können auch über grosse räumliche Distanzen agieren, da sich die Agenten frei durchs Netz bewegen können. Damit ermöglichen sie die Nutzung verschiedener Architekturen und Typen von Agenten um ein möglichst gutes Ergebnis zu erzielen.



## Anhang A: Quellenverzeichnis

- [1] A.K. Caglayan und C.G. Harrison “Intelligente Software-Agenten – Grundlagen, Technik und praktische Anwendung im Unternehmen”, Carl Hanser Verlag, München, 1998
  
- [2] Michael J. Wooldridge und Nicholas R. Jennings “Intelligent Agents” aus der Reihe “Lecture Notes in Artificial Intelligence”, Band 890, Springer Verlag, Heidelberg, 1995
  
- [3] Alexander Pauk “Intelligente Agenten”, Online unter:  
<http://www.rhoen.de/users/alexander.pauk/work/diplom/diplom.htm>
  
- [4] Kai Seidler “Agenten (Entwurf)”, Online unter: <http://oswald.pages.de/lost/agenten.html>
  
- [5] Christian Ismer und Sebastian Hinz “Agenten”, Online unter: <http://www.kbs.uni-hannover.de/Lehre/Oberstufenlabor/Gruppen/agents/communication/agenten1.html>