



**I.A.T** Institut  
Arbeitswissenschaft und  
Technologiemanagement  
Universität Stuttgart



**Fraunhofer** Institut  
Arbeitswirtschaft und  
Organisation

**Micheal Vetter**

---

**Ein Multiagentensystem zur  
Verhandlungsautomatisierung  
in elektronischen Märkten**

**Nr. 446**

# Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildungsverzeichnis .....   | 13 |
| Tabellenverzeichnis .....   | 15 |
| Symbolverzeichnis .....   | 16 |
| 1 Einleitung .....  | 20 |
| 1.1 Ausgangssituation im Handel über das Internet .....                             | 20 |
| 1.2 Problemstellung .....   | 20 |
| 2 Zielsetzung und Vorgehensweise .....  | 22 |
| 2.1 Zielsetzung .....   | 22 |
| 2.2 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit .....                                      | 22 |
| 3 Stand der Wissenschaft und Technik .....  | 25 |
| 3.1 Verhandlungen in elektronischen Märkten .....                                   | 25 |
| 3.1.1 Elektronische Märkte .....  | 25 |
| 3.1.1.1 Marktbegriff .....  | 25 |
| 3.1.1.2 Definitionen und Architekturen elektronischer Märkte .....                  | 26 |
| 3.1.1.3 Markttransaktionen und Electronic Commerce .....                            | 27 |
| 3.1.2 Verhandlungen .....   | 29 |
| 3.1.2.1 Definitionen .....  | 29 |
| 3.1.2.2 Spieltheorie .....  | 30 |
| 3.1.2.3 Nutzenfunktionen .....  | 31 |
| 3.1.2.4 Verhandlungsprotokolle .....  | 32 |
| 3.1.2.5 Verhandlungsstrategie .....   | 35 |
| 3.2 Agenten .....   | 37 |
| 3.2.1 Definitionen .....  | 37 |
| 3.2.2 Klassifikation von Agentensystemen .....                                      | 37 |
| 3.2.3 Intelligente Agenten .....  | 38 |
| 3.2.4 Agenten-Architekturen .....   | 39 |
| 3.2.5 Agentenkommunikation .....  | 40 |
| 3.2.6 Modellierung von Agentensystemen .....  | 42 |
| 3.2.7 Implementierung von Agentensystemen .....                                     | 44 |
| 3.2.8 Agentenbasierte Anwendungen im Electronic Commerce .....                      | 44 |
| 3.2.9 Agentenbasierte Verhandlungen .....   | 45 |
| 3.2.9.1 Agentenumgebung und Anwendungsbereiche .....                                | 45 |
| 3.2.9.2 Strategie und Taktik .....  | 46 |
| 3.2.10 Agentenbasierte elektronische Marktplätze .....                              | 50 |
| 3.2.10.1 Darstellung der Systeme .....  | 50 |
| 3.2.10.2 Vergleich der Systeme .....  | 51 |
| 3.2.11 Defizite .....   | 54 |
| 4 Analyse der Anforderungen an Agentensysteme zur Verhandlungsautomatisierung ..... | 56 |
| 4.1 Allgemeine Anforderungen an agentenbasierte Verhandlungen .....                 | 56 |
| 4.2 Anforderungen von Systembetreibern und Anwendern .....                          | 56 |
| 4.3 Ergonomische Anforderungen .....  | 57 |
| 5 Lösungsansatz und Konzeption eines Multiagentensystems für Verhandlungen .....    | 58 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 5.1     | Spezifische Anforderungen an das Multiagentensystem .....                               | 58  |
| 5.2     | Lösungsansatz .....   | 59  |
| 5.3     | Anwendungsfälle .....   | 60  |
| 5.4     | Design-Ziele für die Verhandlungsmechanismen .....                                      | 61  |
| 6       | Modellierung eines Multiagentensystems für Verhandlungen .....                          | 64  |
| 6.1     | Vorgehensweise zur Modellierung .....   | 64  |
| 6.2     | Entwurf von Modellen für das Agentensystem .....  | 65  |
| 6.2.1   | Rollenmodell für das Verhandlungssystem .....   | 65  |
| 6.2.2   | Interaktionsmodell für Verhandlungsagenten .....  | 67  |
| 6.2.3   | Ontologiediagramm für Verhandlungsagenten .....   | 69  |
| 6.2.4   | Agentenmodell für Verhandlungen .....   | 71  |
| 6.2.5   | Dienstmodell der Verhandlungsagenten .....  | 72  |
| 6.2.6   | Bekanntschaftsmodell für Verhandlungsagenten .....                                      | 73  |
| 6.2.7   | AUML-Protokolldiagramm für Verhandlungen .....  | 74  |
| 6.2.8   | Sequenzdiagramm zum Verhandlungsprotokoll .....   | 75  |
| 6.2.9   | Zustandsdiagramme für Agenten und Verhandlungen .....                                   | 77  |
| 7       | Entwurf von Algorithmen und Strategien für Verhandlungsagenten .....                    | 79  |
| 7.1     | Einführung .....  | 79  |
| 7.2     | Verhandlungsaktivitäten .....   | 79  |
| 7.3     | Angebotsbewertung mit Nutzenfunktionen .....  | 81  |
| 7.3.1   | Allgemeines .....   | 81  |
| 7.3.2   | Diskret monotone Nutzenfunktionen .....   | 83  |
| 7.3.2.1 | Intervalle .....  | 83  |
| 7.3.2.2 | Diskret monoton steigende Nutzenfunktionen .....  | 83  |
| 7.3.2.3 | Diskret monoton fallende Nutzenfunktionen .....   | 86  |
| 7.3.3   | Diskret nichtmonotone Nutzenfunktionen .....  | 88  |
| 7.3.4   | Nutzenfunktionen der Verhandlungspartner .....  | 88  |
| 7.4     | Angebotsgenerierung .....   | 90  |
| 7.4.1   | Vorgehensweise .....  | 90  |
| 7.4.2   | Zielnutzen bestimmen .....  | 90  |
| 7.4.3   | Taktiken zur Bestimmung des Gesamtnutzens .....   | 91  |
| 7.4.3.1 | Taktikfamilien .....  | 91  |
| 7.4.3.2 | Zeitabhängige Taktiken .....  | 91  |
| 7.4.3.3 | Ressourcenabhängige Taktiken .....  | 92  |
| 7.4.3.4 | Verhaltensabhängige Taktiken .....  | 94  |
| 7.4.4   | Gesamtnutzen auf die einzelnen Attribute verteilen .....                                | 95  |
| 7.4.4.1 | Entgegenkommen .....  | 95  |
| 7.4.4.2 | Mehrstufige Berechnung des Entgegenkommens .....  | 96  |
| 7.4.4.3 | Relatives Entgegenkommen bestimmen .....  | 97  |
| 7.4.4.4 | Absolutes Entgegenkommen bestimmen .....  | 99  |
| 7.4.5   | Attributnutzen auf erlaubten Attributwert abbilden .....                                | 102 |
| 7.4.5.1 | Fallunterscheidung .....  | 102 |
| 7.4.5.2 | Bestimmung eines Attributwerts anhand einer diskret monotonen Nutzenfunktion .....      | 103 |
| 7.4.5.3 | Bestimmung eines Attributwerts anhand einer diskret nichtmonotonen Nutzenfunktion ..... | 104 |

|  |     |
|--|-----|
| 7.4.6 Potenzielles Angebot prüfen.....   | 105 |
| 7.5 Entscheidung über Verhandlungsende.....  | 105 |
| 7.5.1 Vorgehensweise.....  | 105 |
| 7.5.2 Einteilung des Gesamtnutzenbereichs .....  | 106 |
| 7.5.3 Entscheidung auf Basis der Taktikfunktionen .....  | 106 |
| 7.5.4 Mehrere Vertragsabschlüsse.....  | 108 |
| 7.5.5 Abbruchkriterien.....  | 108 |
| 7.6 Komplexität .....  | 109 |
| 7.7 Neuerungen.....  | 110 |
| 8 Realisierung des Agentensystems.....   | 112 |
| 8.1 Prototyp.....  | 112 |
| 8.2 Agenten-Software .....   | 112 |
| 8.2.1 Technologien und Systemarchitektur zur Integration des Agentensystems<br>in elektronische Märkte ..... | 112 |
| 8.2.2 Implementierung und Steuerung der verhandelnden Agenten.....   | 114 |
| 8.2.3 Leistungsbetrachtung.....  | 114 |
| 9 Evaluierung durch Simulation von Agentenverhandlungen .....  | 116 |
| 9.1 Einführung .....   | 116 |
| 9.2 Simulations-Software.....  | 116 |
| 9.3 Simulationsexperimente.....  | 119 |
| 9.3.1 Entwurfsprinzipien und Ziele .....   | 119 |
| 9.3.2 Standardparameter für die Untersuchungen .....   | 120 |
| 9.3.3 Untersuchung zur Verteilung des Gesamtnutzens auf Attribute .....                                      | 121 |
| 9.3.4 Untersuchung zum minimal akzeptablen Nutzen.....   | 122 |
| 9.3.5 Untersuchung zur Risikobereitschaft.....   | 123 |
| 9.3.6 Untersuchung der Kombination von zwei Taktiken .....   | 124 |
| 9.3.7 Untersuchung der Kombination von allen Ressourcentaktiken .....  | 125 |
| 9.3.8 Fazit .....  | 126 |
| 10 Integration des Agentensystems in E-Commerce-Anwendungen.....   | 127 |
| 10.1 Einführung .....  | 127 |
| 10.2 Katalogbasierte, automatisierte Auktionen zwischen kleinen Unternehmen.....                             | 127 |
| 10.3 Auktionen von Pauschalreisen.....   | 128 |
| 10.4 Verhandlungen über Werbeanzeigen in Medien.....   | 129 |
| 10.5 Digitale Container für den Verkauf von Fotographien .....   | 131 |
| 10.6 Bewertung des Agentensystems .....  | 132 |
| 11 Zusammenfassung und Ausblick .....  | 134 |
| 11.1 Zusammenfassung .....   | 134 |
| 11.2 Ausblick .....  | 136 |
| Summary.....   | 137 |
| Literaturverzeichnis .....   | 139 |