

# Contents

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation . . . . .	1
1.2	Das Problem . . . . .	5
1.3	Ziele und Aufbau der Arbeit . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Agent: Begriff und Eigenschaften</b>	<b>9</b>
2.1	Proaktivität . . . . .	10
2.2	Autonomie . . . . .	10
2.3	Strukturierte Interaktion . . . . .	11
2.4	Beziehungen zwischen den Konzepten . . . . .	12
2.5	Ein abstraktes Modell für Agenten . . . . .	13
2.6	Verträglichkeit des abstrakten Modells . . . . .	19
2.6.1	Die Belief-Desire-Intention Architektur . . . . .	20
2.6.2	Logik-basierte Architekturen . . . . .	21
2.6.3	Reaktionsarchitekturen . . . . .	22
2.7	Modellierung von Agenten durch I/O-Automaten . . . . .	22
2.7.1	I/O-Automaten . . . . .	23
2.7.2	Beschreibung von Multiagentensystemen mit I/O-Automaten . . . . .	26
2.7.3	Kommunikation der I/O-Automaten . . . . .	27
2.8	Fazit . . . . .	29
<b>3</b>	<b>Agentenorientierung versus andere Paradigmen</b>	<b>31</b>
3.1	Agentenorientierte Softwareentwicklung . . . . .	31
3.2	Agenten und objektorientierte Softwareentwicklung . . . . .	35
3.3	Agenten und komponentenbasierte Softwareentwicklung . . . . .	38
3.4	Fazit . . . . .	39
<b>4</b>	<b>Anforderungen</b>	<b>41</b>
4.1	Überblick . . . . .	41
4.2	Modellierungssprache . . . . .	42
4.2.1	Sprachstruktur . . . . .	42
4.2.2	Modellkonstituenten . . . . .	43
4.2.3	Modellkomposition . . . . .	45

4.3	Modellierungsprozess . . . . .	46
4.3.1	Grundlagen . . . . .	47
4.3.2	Fundamentalaktivitäten und Artefakte . . . . .	48
4.3.3	Allgemeine Anforderungen: Interne Softwarequalitäten . . . . .	49
4.3.4	Anforderungen an ein agentenorientiertes Prozessmodell . . . . .	51
4.4	Fazit . . . . .	53
<b>5</b>	<b>Ansätze für AOSE</b>	<b>57</b>
5.1	UML . . . . .	57
5.2	AgentUML . . . . .	60
5.3	MaSE . . . . .	60
5.4	GAIA . . . . .	64
5.5	MAS-CommonKADS . . . . .	67
5.6	TROPOS . . . . .	69
5.7	Agentenbasierter Modellierungsansatz für Realzeitsysteme . . . . .	72
5.8	Objektorientierte Modellierungsprozesse . . . . .	73
5.9	Fazit . . . . .	79
<b>6</b>	<b>Eine Modellierungssprache für AOSE</b>	<b>83</b>
6.1	Sprachstruktur . . . . .	84
6.2	Graphen und Graphtransformation als semantischer Bereich . . . . .	86
6.3	Graphtransformationssysteme und das Systemmodell . . . . .	91
6.4	Modellkonstituenten im agentenorientierten semantischen Bereich . . . . .	93
6.4.1	Der agentenorientierte semantische Bereich . . . . .	93
6.4.2	Autonomie . . . . .	94
6.4.3	Strukturierte Interaktion . . . . .	96
6.4.4	Proaktivität . . . . .	99
6.4.5	Komposition von Konstituenten . . . . .	102
6.4.6	Zusammenfassung . . . . .	103
6.5	Die Modellierungssprache AML . . . . .	104
6.5.1	Das UML-Profil zu AML . . . . .	104
6.5.2	Diagramme . . . . .	108
6.5.3	Andere Ansätze für UML-basierte Spracharchitekturen . . . . .	115
6.6	Verträglichkeit mit dem abstrakten Agentenmodell . . . . .	116
6.7	Fazit . . . . .	119
<b>7</b>	<b>Modellüberprüfung</b>	<b>121</b>
7.1	Model Checking . . . . .	122
7.2	Der Model Checker SPIN . . . . .	126
7.3	Von Strategien zu Modellspezifikationen in SPIN . . . . .	129
7.4	Transformation von Zielen in SPIN . . . . .	135
7.5	Andere Ansätze zum Model Checking agentenbasierter Systeme . . . . .	136
7.6	Fazit . . . . .	138

<b>8</b>	<b>Ein Prozessmodell für AOSE</b>	<b>139</b>
8.1	Übersicht über APM . . . . .	139
8.2	Anforderungsspezifikation . . . . .	141
8.3	Analyse . . . . .	143
8.4	Entwurf . . . . .	147
8.5	Abhängigkeiten zwischen Artefakten . . . . .	148
8.6	Fazit . . . . .	149
<b>9</b>	<b>Eine agentenbasierte Plattform</b>	<b>151</b>
9.1	Verteilte Informationssysteme . . . . .	152
9.1.1	Prozesse und Workflows . . . . .	152
9.1.2	Workflow-Management-Systeme (WFMS) . . . . .	153
9.2	Agenten für Workflow-Managementsysteme . . . . .	154
9.3	Agentenbasierte Modellierung von Workflows mit UML in BUSSARD . . . . .	155
9.4	Softwarearchitektur der Agentenplattform BUSSARD . . . . .	158
9.4.1	Die Rolle von XML . . . . .	158
9.4.2	Die Sprache ACTIVITYML . . . . .	159
9.4.3	Die Architektur des WFMS . . . . .	161
9.5	Fazit . . . . .	163
<b>10</b>	<b>Abschluss</b>	<b>165</b>
10.1	Ergebnisse . . . . .	165
10.2	Ausblick . . . . .	166
	<b>Bibliography</b>	<b>169</b>
	<b>Index</b>	<b>179</b>
<b>A</b>	<b>PROMELA-Spezifikation für das Contract-Net-Protokoll</b>	<b>183</b>