

# Inhaltsverzeichnis

<b>I. Grundlagen</b>	<b>1</b>
<b>1. Einführung</b>	<b>3</b>
1.1. Motivation der Arbeit . . . . .	3
1.2. Wichtigste Ziele und Ergebnisse . . . . .	5
1.3. Nahestehende Arbeiten . . . . .	6
1.4. Wichtigste Notationselemente . . . . .	7
1.5. Aufbau dieser Arbeit . . . . .	7
<b>2. Methodik der komponentenbasierten Softwareentwicklung</b>	<b>11</b>
2.1. Charakterisierung kompositionaler Softwaresysteme . . . . .	11
2.2. Anforderungen an eine Komposition . . . . .	13
2.2.1. Bestandteile einer Komposition . . . . .	13
2.2.2. Anforderungen an das Komponentenmodell . . . . .	13
2.2.3. Anforderungen an die Kompositionstechnik . . . . .	15
2.2.4. Anforderungen an die Kompositionssprache . . . . .	16
2.3. Vorteile kompositionaler Softwaresysteme . . . . .	16
2.4. Zusammenfassung . . . . .	19
<b>3. Einführung in die Sprachentwicklung mit MontiCore</b>	<b>21</b>
3.1. DSLs und GPLs . . . . .	21
3.2. Bestandteile einer Sprache . . . . .	22
3.3. Sprachentwicklung mit MontiCore . . . . .	24
3.3.1. Das Eingabeformat . . . . .	25
3.3.2. Ableitung der abstrakten Syntax . . . . .	27
3.3.3. Parsertechnologie . . . . .	29
3.3.4. Das DSLTool-Framework . . . . .	30
3.4. Zusammenfassung . . . . .	31
<b>II. Kompositionale Sprachentwicklung</b>	<b>33</b>
<b>4. Anwendungen und Techniken</b>	<b>35</b>
4.1. Einsatz multipler Sprachen . . . . .	35
4.1.1. OCL als DSL in der Modellierung . . . . .	36
4.1.2. SQL als DSL in der Programmierung . . . . .	36

4.1.3. Kombination von Modellierung und Programmierung: Statecharts und Java . . . . .	37
4.1.4. Weitere Beispiele . . . . .	37
4.2. Kompositionalitätsmechanismen des MontiCore-Frameworks . . . . .	39
4.2.1. Grammatikvererbung . . . . .	39
4.2.2. Einbettung . . . . .	40
4.2.3. Sprachaggregation . . . . .	41
4.3. Anwendungsszenarien kompositionaler Sprachentwicklung . . . . .	42
4.3.1. Sprachvereinigung . . . . .	42
4.3.2. Nichtterminal-Erweiterung . . . . .	42
4.3.3. Nichtterminal-Eersetzung . . . . .	42
4.3.4. Einbettung einer einzelnen Sprache . . . . .	42
4.3.5. Einbettung von Sprachalternativen . . . . .	43
4.3.6. Entwicklung einer erweiterbaren Sprache . . . . .	43
4.4. Korrelationen zwischen Kompositionsmechanismen und Anwendungsszenarien	43
4.5. Modell- und Sprachkomposition . . . . .	44
4.5.1. Modellkomposition . . . . .	44
4.5.2. Sprachkomposition als spezielle Form der Modellkomposition . . . . .	46
4.5.3. Unterstützung der kompositionalen Modellierung . . . . .	46
4.6. Aufbau kompositionaler, sprachverarbeitender Werkzeuge . . . . .	47
4.6.1. Kombination von Sprachen . . . . .	48
4.6.2. Umsetzung der Anforderungen an kompositionale Systeme . . . . .	50
4.7. Techniken zur Entwicklung kompositionaler sprachverarbeitender Werkzeuge .	50
4.7.1. Frameworks und Bibliotheken . . . . .	51
4.7.2. Vererbung und Delegation . . . . .	51
4.7.3. Fabriken . . . . .	53
4.7.4. Adaptoren . . . . .	54
4.7.5. Visitoren . . . . .	55
4.7.6. Kompilierungsprozess und Projektorganisation . . . . .	55
4.8. Zusammenfassung . . . . .	57
<b>5. Kompositionale Entwicklung konkreter Syntax</b>	<b>59</b>
5.1. Kompositionalität im Erkennungsprozess . . . . .	59
5.1.1. Generelle Arbeitsweise von Lexer und Parser . . . . .	59
5.1.2. Verwendete Technologie . . . . .	61
5.1.3. Entscheidungsfindung im Parse-Prozess bei Alternativen . . . . .	62
5.1.4. Arbeitsweise von Lexer und Parser in ANTLR . . . . .	63
5.1.5. Wechsel der Parser und Lexer bei Einbettung . . . . .	63
5.2. Konfiguration und Auswahl der Lexer und Parser . . . . .	65
5.2.1. Konfiguration der Sprachkombination bei Einbettung . . . . .	65
5.2.2. Auswahl der Lexer und Parser bei Sprachaggregation . . . . .	66
5.2.3. Auswahl der Lexer und Parser bei Mehrfachvererbung . . . . .	67
5.3. Sprachvereinigung . . . . .	68

5.4. Nichtterminal-Erweiterung . . . . .	70
5.4.1. Umsetzung durch Mehrfachvererbung . . . . .	70
5.4.2. Umsetzung durch Einbettung . . . . .	72
5.4.3. Vergleich der Lösungen . . . . .	76
5.5. Nichtterminal-Ersetzung . . . . .	77
5.5.1. Umsetzung durch Mehrfachvererbung . . . . .	77
5.5.2. Umsetzung durch Einbettung . . . . .	79
5.5.3. Entscheidungsfindung durch den Parser . . . . .	79
5.5.4. Vergleich der Lösungen . . . . .	81
5.6. Einbettung einer einzelnen Sprache . . . . .	82
5.7. Einbettung von Sprachalternativen . . . . .	84
5.7.1. Alternative Umsetzung durch Einbettung einer Nichtterminal-Erweiterung	87
5.7.2. Vergleich der Lösungen . . . . .	88
5.8. Entwicklung einer erweiterbaren Sprache . . . . .	88
5.9. Verwandte Arbeiten . . . . .	92
5.10. Zusammenfassung . . . . .	94
<b>6. Kompositionale Entwicklung abstrakter Syntax</b>	<b>95</b>
6.1. Kompositionalitätsmechanismen und abstrakte Syntax . . . . .	95
6.2. Visitoren . . . . .	98
6.2.1. Kombination von Visitoren . . . . .	100
6.2.2. Informationsaustausch bei Einbettung . . . . .	100
6.2.3. Erweiterung bei Vererbung . . . . .	102
6.3. Sprachvereinigung . . . . .	105
6.4. Nichtterminal-Erweiterung . . . . .	106
6.4.1. Umsetzung durch Mehrfachvererbung . . . . .	106
6.4.2. Umsetzung durch Einbettung . . . . .	108
6.4.3. Verwendung der Visitoren . . . . .	108
6.5. Nichtterminal-Ersetzung . . . . .	109
6.6. Einbettung einer einzelnen Sprache . . . . .	111
6.7. Einbettung von Sprachalternativen . . . . .	113
6.8. Entwicklung einer erweiterbaren Sprache . . . . .	113
6.9. Verwandte Arbeiten . . . . .	114
6.10. Zusammenfassung . . . . .	115
<b>7. Kompositionale Entwicklung von Symboltabellen</b>	<b>117</b>
7.1. Einführung . . . . .	117
7.1.1. Entries . . . . .	118
7.1.2. Scopes und Namespaces . . . . .	118
7.1.3. Arten von Symboltabellen . . . . .	120
7.2. Theoretische Grundlagen . . . . .	122
7.2.1. Attributierte Grammatiken . . . . .	126
7.2.2. Assoziierte Namespaces . . . . .	127
7.2.3. Eintragungen in Symboltabellen . . . . .	128

7.2.4. Namespace-Grammatiken . . . . .	128
7.2.5. Auflösung und Hiding . . . . .	130
7.2.6. Sprachkombinationen . . . . .	131
7.3. Struktur und Arbeitsweise . . . . .	132
7.3.1. Zeit- und Speichermanagement . . . . .	132
7.3.2. Strukturen . . . . .	133
7.3.3. Symboltabellenaufbau . . . . .	136
7.4. Sprachkombinationen . . . . .	143
7.4.1. Adaption der Symboltabelleneinträge . . . . .	143
7.4.2. Einbringen der Adaptoren . . . . .	144
7.4.3. Einbringen zusätzlicher Auflösungskomponenten . . . . .	145
7.5. Umsetzung der Szenarien . . . . .	146
7.5.1. Sprachvereinigung . . . . .	146
7.5.2. Nichtterminal-Erweiterung . . . . .	147
7.5.3. Nichtterminal-Ersetzung . . . . .	147
7.5.4. Einbettung einer einzelnen Sprache und Einbettung von Sprachalternativen . . . . .	148
7.5.5. Entwicklung einer erweiterbaren Sprache . . . . .	148
7.6. Verwandte Arbeiten . . . . .	150
7.7. Zusammenfassung . . . . .	151
<b>8. Kompositionale Entwicklung von Kontextbedingungen</b>	<b>153</b>
8.1. Prüfung von Kontextbedingungen . . . . .	153
8.2. Anforderungen an Kontextbedingungsprüfungen . . . . .	154
8.3. Architektur . . . . .	158
8.4. Einsatz des MontiCore-Attributgrammatiksystems . . . . .	161
8.4.1. Das MontiCore-Attributgrammatik-System . . . . .	162
8.4.2. Informationsaustausch . . . . .	164
8.4.3. Zugriff auf zentrale Strukturen . . . . .	167
8.5. Umsetzung der Szenarien . . . . .	167
8.5.1. Sprachvereinigung . . . . .	167
8.5.2. Nichtterminal-Erweiterung . . . . .	168
8.5.3. Nichtterminal-Ersetzung . . . . .	169
8.5.4. Einbettung einer einzelnen Sprache und Einbettung von Sprachalternativen . . . . .	170
8.5.5. Entwicklung einer erweiterbaren Sprache . . . . .	170
8.6. Verwandte Arbeiten . . . . .	171
8.7. Zusammenfassung . . . . .	172
<b>III. Weiterführende Konzepte und Anwendungen</b>	<b>175</b>
<b>9. Kompositionale Entwicklung von Werkzeugen</b>	<b>177</b>
9.1. Eclipse und sprachspezifische Plugins . . . . .	177
9.1.1. Aufbau einer Workbench . . . . .	178
9.1.2. Innere Architektur . . . . .	179

9.1.3. Bereitgestellte Funktionalitäten . . . . .	179
9.2. Erstellung von Werkzeugen . . . . .	181
9.2.1. Entwicklung eines sprachspezifischen Werkzeugs . . . . .	182
9.2.2. Struktur eines Plugins . . . . .	184
9.2.3. Umsetzung der Sprachaggregation und Einordnung in die Sprachhierarchie	186
9.3. Umsetzung der Szenarien . . . . .	188
9.3.1. Sprachvereinigung . . . . .	188
9.3.2. Nichtterminal-Erweiterung und Nichtterminal-Eersetzung . . . . .	189
9.3.3. Einbettung einer einzelnen Sprache und Einbettung von Sprachalternativen	189
9.3.4. Entwicklung einer erweiterbaren Sprache . . . . .	190
9.4. Verwandte Arbeiten . . . . .	191
9.5. Zusammenfassung . . . . .	192
<b>10. Fallstudie</b>	<b>193</b>
10.1. Beteiligte Sprachen . . . . .	193
10.1.1. Statecharts . . . . .	193
10.1.2. OCL . . . . .	194
10.1.3. Java . . . . .	195
10.2. Sprachkombinationen . . . . .	195
10.2.1. SC/JO . . . . .	195
10.2.2. Java/O . . . . .	198
10.3. Realisierung . . . . .	200
10.3.1. Komponentenanordnung . . . . .	200
10.3.2. Verbund der Grammatiken . . . . .	201
10.3.3. Symboltabellen, Kontextbedingungen und Editoren . . . . .	202
10.4. Wichtigste Ergebnisse und Bewertung . . . . .	205
10.5. Zusammenfassung . . . . .	207
<b>IV. Epilog</b>	<b>209</b>
<b>11. Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>211</b>
11.1. Zusammenfassung . . . . .	211
11.2. Ausblick . . . . .	213
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>215</b>
<b>V. Anhänge</b>	<b>225</b>
<b>A. Glossar</b>	<b>227</b>
<b>B. Zeichenerklärungen</b>	<b>235</b>
<b>C. Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>237</b>