

# Inhalt

<b>Teil I – Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1 Problemstellung der Arbeit.....</b>	<b>3</b>
1.1 Wechselwirkungen zwischen Anforderungen und Architektur.....	5
1.2 Abstraktionsstufen in der Systementwicklung.....	7
1.3 Wechselwirkungen zwischen Abstraktionsstufen .....	10
1.4 Beispiel für die Wechselwirkungen.....	11
1.5 Notwendigkeit einer Unterstützung für die Wechselwirkungen .....	13
<b>2 Motivation für einen ziel- und szenariobasierten Ansatz .....</b>	<b>17</b>
2.1 Unterstützung der Wechselwirkungen durch Ziele und Szenarien .....	18
2.2 Vorteile zielbasierter Ansätze.....	19
2.3 Vorteile szenariobasierter Ansätze .....	20
2.4 Kopplung von Zielen und Szenarien .....	21
2.5 Ziel- und szenariobasierter Lösungsansatz.....	22
2.6 Aufbau der Arbeit.....	24
<b>Teil II – Grundlagen und Stand der Wissenschaft</b>	<b>27</b>
<b>3 Grundkonzepte der Ziel-, Szenario- und Architekturmodellierung .....</b>	<b>29</b>
3.1 Motivation für die modellbasierte Dokumentation von Zielen, Szenarien und Architektur .....	30
3.2 Zielmodell .....	31
3.2.1 Grafisches Zielmodell.....	31
3.2.2 Zielschablonen.....	32
3.3 Szenariomodell .....	33
3.3.1 Anwendungsfalldiagramm .....	34
3.3.2 Schablonenbasierte Anwendungsfälle.....	34
3.3.3 Modellbasierte Spezifikation von Szenarien .....	37
3.4 Architekturmodell.....	40
3.4.1 Grundlegende Konstrukte von Architekturbeschreibungssprachen .....	40
3.4.2 Logische vs. technische Dekomposition .....	42

<b>4 Stand der Wissenschaft.....</b>	<b>47</b>
4.1 Betrachtungsfokus und Evaluationskriterien .....	48
4.2 Abstraktionsstufenbasierte Requirements-Engineering- Ansätze .....	48
4.2.1 Abstraction Hierarchy (AH) .....	49
4.2.2 Essenz und Inkarnation in der essenziellen Systemanalyse .....	50
4.2.3 REMsES Abstraktionsstufenhierarchie .....	50
4.2.4 Requirements Abstraction Model (RAM).....	52
4.3 Zielbasierte Requirements-Engineering-Ansätze.....	53
4.3.1 KAOS .....	53
4.3.2 Prescriptor .....	54
4.3.3 Tropos .....	55
4.3.4 SIRA .....	55
4.4 Szenariobasierte Requirements-Engineering-Ansätze.....	56
4.4.1 FRED .....	56
4.4.2 Play-In/Play-Out-Ansatz.....	56
4.4.3 SEAM .....	57
4.4.4 Ansatz von Uchitel et al. ....	57
4.5 Ziel- und szenariobasierte Requirements-Engineering-Ansätze.....	58
4.5.1 ATRIUM.....	58
4.5.2 Ansatz von Liu und Yu .....	58
4.6 Ansätze aus verwandten Domänen.....	59
4.6.1 Concurrent Engineering.....	59
4.6.2 Hardware/Software-Co-Design .....	59
4.7 Fazit der Evaluation.....	60
<b>Teil III – Ziele, Szenarien und Architektur auf unterschiedlichen Abstraktionsstufen .....</b>	<b>63</b>
<b>5 Überblick über den Lösungsansatz .....</b>	<b>65</b>
5.1 Abstraktionsstufen.....	66
5.1.1 Systemebene .....	67
5.1.2 Komponentenebene .....	68
5.2 Artefaktyphen.....	68
5.2.1 Ziele auf der System- und der Komponentenebene .....	69
5.2.2 Szenarien auf der System- und der Komponentenebene .....	70
5.2.3 Architektur auf der System- und der Komponentenebene.....	71
5.3 Erweiterung von COSMOD-RE in dieser Arbeit.....	72
5.4 Aufbau der Lösungsbeschreibung.....	73

<b>6 Ziele, Szenarien und Architektur auf der Systemebene.....</b>	<b>75</b>
6.1 Betrachtungsfokus auf der Systemebene .....	76
6.1.1 Systemabgrenzung auf der Systemebene .....	77
6.1.2 Interaktionen auf der Systemebene .....	78
6.1.3 Akteure auf der Systemebene .....	80
6.1.4 Metamodell .....	81
6.1.5 Beispiel.....	82
6.2 Zielmodell auf der Systemebene.....	82
6.2.1 Systemziele.....	83
6.2.2 Zielverfeinerungsbeziehungen .....	84
6.2.3 Zielkonfliktbeziehung .....	85
6.2.4 Metamodell .....	85
6.2.5 Beispiel.....	87
6.3 Szenariomodell auf der Systemebene .....	88
6.3.1 Anwendungsfallschablone .....	88
6.3.2 Spezifikation von Anwendungsfallszenarien durch Message Sequence Charts .....	92
6.3.3 Verknüpfung von Anwendungsfällen.....	93
6.3.4 Metamodell .....	95
6.3.5 Beispiel.....	98
6.4 Architekturmodell auf der Systemebene .....	101
6.4.1 System.....	101
6.4.2 Systemschnittstellen .....	102
6.4.3 Externe Systeme und Konnektoren.....	103
6.4.4 Metamodell .....	103
6.4.5 Beispiel.....	104
<b>7 Horizontale Inter-Modellbeziehungen auf der Systemebene.....</b>	<b>107</b>
7.1 Beziehungen zwischen Zielmodell und Szenariomodell .....	108
7.1.1 Konkretisierung von Zielen durch Szenarien .....	108
7.1.2 Metamodell .....	109
7.1.3 Verwendung der Beziehungen .....	110
7.2 Beziehungen zwischen Zielmodell und Architekturmodell .....	111
7.2.1 Zielverantwortlichkeit.....	112
7.2.2 Metamodell .....	112
7.2.3 Verwendung der Beziehungen .....	113
7.3 Beziehungen zwischen Szenariomodell und Architekturmodell.....	114
7.3.1 Realisierung statischer Aspekte des Szenariomodells durch das Architekturmodell .....	115
7.3.2 Metamodell .....	116
7.3.3 Verwendung der Beziehungen .....	117

<b>8 Ziele, Szenarien und Architektur auf der Komponentenebene.....</b>	<b>121</b>
8.1 Betrachtungsfokus auf der Komponentenebene .....	122
8.1.1 Systemabgrenzung auf der Komponentenebene .....	123
8.1.2 Interaktionen auf der Komponentenebene.....	124
8.1.3 Akteure auf der Komponentenebene.....	125
8.1.4 Metamodell .....	126
8.2 Zielmodell auf der Komponentenebene .....	127
8.2.1 Komponentenziele und Zielbeziehungen .....	128
8.2.2 Metamodell .....	130
8.2.3 Beispiel.....	131
8.3 Szenariomodell auf der Komponentenebene .....	131
8.3.1 Anwendungsfälle und Szenarien auf der Komponentenebene .....	131
8.3.2 Metamodell .....	132
8.3.3 Beispiel.....	134
8.4 Architekturmодell auf der Komponentenebene.....	135
8.4.1 Logische Komponenten und Konnektoren .....	136
8.4.2 Komponentenschnittstellen und Signale.....	136
8.4.3 Metamodell .....	137
8.4.4 Beispiel.....	137
<b>9 Horizontale Inter-Modellbeziehungen auf der Komponentenebene.....</b>	<b>141</b>
9.1 Beziehungen zwischen Zielmodell und Szenariomodell .....	142
9.1.1 Konkretisierung von Zielen durch Szenarien .....	142
9.1.2 Metamodell .....	143
9.1.3 Verwendung der Beziehungen .....	144
9.2 Beziehungen zwischen Zielmodell und Architekturmодell.....	144
9.2.1 Zielverantwortlichkeit.....	144
9.2.2 Metamodell .....	145
9.2.3 Verwendung der Beziehungen .....	146
9.3 Beziehungen zwischen Szenariomodell und Architekturmодell.....	147
9.3.1 Realisierung statischer Aspekte des Szenariomodells durch das Architekturmодell .....	148
9.3.2 Metamodell .....	148
9.3.3 Verwendung der Beziehungen .....	149
<b>10 Vertikale Inter-Modellbeziehungen zwischen System- und Komponentenebene.....</b>	<b>153</b>
10.1 Vertikale Beziehungen zwischen Architekturmодellen.....	154
10.1.1 Vertikale Architekturverfeinerung.....	155
10.1.2 Metamodell .....	157
10.1.3 Verwendung der vertikalen Beziehungen.....	158

---

10.2	Vertikale Beziehungen zwischen Zielmodellen.....	159
10.2.1	Vertikale Verfeinerung von Zielen .....	159
10.2.2	Metamodell .....	160
10.2.3	Verwendung der vertikalen Verfeinerungsbeziehungen.....	161
10.3	Vertikale Beziehungen zwischen Szenariomodellen .....	163
10.3.1	Vertikale Verfeinerung von Szenarien.....	163
10.3.2	Metamodell .....	165
10.3.3	Verwendung der vertikalen Verfeinerungsbeziehungen.....	166
<b>Teil IV – Abstraktionsstufen-übergreifende Konsistenzprüfung</b>		<b>171</b>
11	<b>Prüfung der vertikalen Verfeinerung von Zielen.....</b>	<b>173</b>
11.1	Formale Semantik von Zielmodellen .....	175
11.2	Definition der Konsistenzbedingungen für die Zielverfeinerung .....	176
11.2.1	Konsistenzbedingungen für die vertikale Verfeinerung einzelner Ziele....	176
11.2.2	Konsistenzbedingungen für die vertikale Verfeinerung von Zielmodellen .....	178
11.3	Prüfung der Konsistenzbedingungen .....	179
11.3.1	Prüfung der vertikalen Verfeinerung einzelner Ziele.....	179
11.3.2	Prüfung der vertikalen Verfeinerung von Zielmodellen .....	180
12	<b>Prüfung der vertikalen Verfeinerung von Szenarien .....</b>	<b>185</b>
12.1	Formale Semantik von Message Sequence Charts .....	188
12.2	Definition der Konsistenzbedingungen für die Szenarioverfeinerung .....	189
12.2.1	Vertikale Verfeinerung einzelner BMSCs.....	189
12.2.2	Vertikale Verfeinerung von HMSCs .....	191
12.3	Prüfung der Konsistenzbedingungen .....	195
12.3.1	Überblick über das Verfahren .....	195
12.3.2	Überführung in Automaten.....	197
12.3.3	Vergleich der Automaten durch Differenzbildung.....	202
12.3.4	Interpretation der berechneten Differenzen.....	206
<b>Teil V – Evaluation und Fazit</b>		<b>209</b>
13	<b>Evaluation des Ansatzes am Fallbeispiel „Adaptive Cruise Control“.....</b>	<b>211</b>
13.1	Evaluationsziel.....	212
13.1.1	Erstes Evaluationsziel: Nachweis der Umsetzung der Anforderungen ....	212
13.1.2	Zweites Evaluationsziel: Nachweis für die Unterstützung der Wechselwirkungen zwischen Anforderungen und Architektur .....	213
13.2	Prototypische Werkzeugumgebung.....	214

13.2.1 Entwurfsaspekte der Werkzeugumgebung .....	214
13.2.2 Zielanalysewerkzeug.....	215
13.2.3 Szenarioanalysewerkzeug .....	216
13.3 Wirkzusammenhänge zwischen Anforderungs- und Architekturmodellen des ACC-Systems .....	218
13.3.1 Wirkzusammenhang: Architektur → Ziele .....	219
13.3.2 Wirkzusammenhang: Ziele → Architektur.....	220
13.3.3 Wirkzusammenhang: Szenarien → Architektur.....	221
13.3.4 Wirkzusammenhang: Architektur → Szenarien.....	222
13.3.5 Wirkzusammenhang: Vertikale Zielkonsistenz → Architektur .....	223
13.3.6 Wirkzusammenhang: Vertikale Szenariokonsistenz → Architektur.....	226
13.4 Fazit der Evaluation.....	233
<b>14 Fazit und Ausblick .....</b>	<b>237</b>
14.1 Beitrag der Arbeit.....	238
14.2 Kritische Betrachtung der Arbeit .....	240
14.3 Ausblick.....	241
<b>Appendix</b>	<b>243</b>
<b>A Definitionen .....</b>	<b>245</b>
A1 Zielmodell .....	245
A2 Automaten.....	246
A3 Message Sequence Charts .....	249
<b>B Fallbeispiel Adaptive Cruise Control .....</b>	<b>255</b>
B1 Modelle auf der Systemebene .....	255
B2 Modelle auf der Komponentenebene .....	261
<b>C Literatur.....</b>	<b>265</b>