

Inhalt

Teil I – Einleitung	1
1 Problemstellung der Arbeit	3
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
2 Motivation für einen ziel- und szenariobasierten Ansatz	17
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
Teil II – Grundlagen und Stand der Wissenschaft	27
3 Grundkonzepte der Ziel-, Szenario- und Architekturmodellierung	29
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

4	Stand der Wissenschaft	47
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
 Teil III – Ziele, Szenarien und Architektur auf unterschiedlichen Abstraktionsstufen		63
5	Überblick über den Lösungsansatz	65
5.1	Abstraktionsstufen	66
5.1.1	Systemebene	67
5.1.2	Komponentenebene.....	68
5.2	Artefakttypen.....	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

6	Ziele, Szenarien und Architektur auf der Systemebene.....	75
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 Anwendungsfallsszenarien 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
7	Horizontale Inter-Modellbeziehungen auf der Systemebene.....	107
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

8	Ziele, Szenarien und Architektur auf der Komponentenebene.....	121
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	Architekturmodell 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
9	Horizontale Inter-Modellbeziehungen auf der Komponentenebene.....	141
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 Architekturmodell	144
9.2.1	Zielverantwortlichkeit	144
9.2.2	Metamodell	145
9.2.3	Verwendung der Beziehungen	146
9.3	Beziehungen zwischen Szenariomodell und Architekturmodell.....	147
9.3.1	Realisierung statischer Aspekte des Szenariomodells durch das Architekturmodell	148
9.3.2	Metamodell	148
9.3.3	Verwendung der Beziehungen	149
10	Vertikale Inter-Modellbeziehungen zwischen System- und Komponentenebene.....	153
10.1	Vertikale Beziehungen zwischen Architekturmodellen.....	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
Teil IV – Abstraktionsstufen-übergreifende Konsistenzprüfung	171
11 Prüfung der vertikalen Verfeinerung von Zielen.....	173
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 Prüfung der vertikalen Verfeinerung von Szenarien	185
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
Teil V – Evaluation und Fazit	209
13 Evaluation des Ansatzes am Fallbeispiel „Adaptive Cruise Control“	211
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
14 Fazit und Ausblick	237
14.1 Beitrag der Arbeit.....	238
14.2 Kritische Betrachtung der Arbeit	240
14.3 Ausblick.....	241
Appendix	243
A Definitionen	245
A1 Zielmodell	245
A2 Automaten.....	246
A3 Message Sequence Charts	249
B Fallbeispiel Adaptive Cruise Control	255
B1 Modelle auf der Systemebene	255
B2 Modelle auf der Komponentenebene	261
C Literatur.....	265