

# Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Motivation</b>	<b>3</b>
1.1	Problemstellung . . . . .	6
1.2	Lösungsansatz . . . . .	8
1.3	Wissenschaftliche Beiträge . . . . .	10
1.4	Struktur der Arbeit . . . . .	13
<b>2</b>	<b>Ein Beispielszenario</b>	<b>15</b>
2.1	Das Fahrzeug: BMW X5 xDrive50i . . . . .	17
2.2	Das elektronische System . . . . .	17
2.3	Die Funktionen . . . . .	19
2.3.1	Die Zentralverriegelung . . . . .	23
2.3.2	Der Komfortzugang . . . . .	26
2.3.3	Die Innenbeleuchtung . . . . .	27
2.3.4	Die Außenbeleuchtung . . . . .	28
2.3.5	Die elektronische Wegfahrsperre . . . . .	28
2.4	Das Szenario . . . . .	29
2.5	Zusammenfassung . . . . .	30
<b>II</b>	<b>Prozesse, Variabilität und Variabilitätsmodell</b>	<b>33</b>
<b>3</b>	<b>Der Referenzprozess</b>	<b>35</b>
3.1	Featureebene . . . . .	35
3.2	Funktionsebene . . . . .	37
3.3	Architekturebene . . . . .	37
3.4	Codeebene . . . . .	38
3.5	Zusammenfassung . . . . .	38
<b>4</b>	<b>Variabilität: Modellierung und Bindung</b>	<b>39</b>
4.1	Einleitung und Motivation . . . . .	39
4.1.1	Terminologie . . . . .	46
4.1.2	Herausforderungen und Anforderungen . . . . .	51
4.2	Modellierung . . . . .	65
4.2.1	Variabilitätsmodell . . . . .	65
4.2.2	Restriktionsmodell . . . . .	73
4.3	Bindung . . . . .	86

4.3.1	Konfigurationsmodell . . . . .	87
4.3.2	Generierungsmodell . . . . .	97
4.4	Realisierung . . . . .	114
4.4.1	Variabilitätsmodell . . . . .	115
4.4.2	Restriktionsmodell . . . . .	115
4.4.3	Konfigurationsmodell . . . . .	121
4.4.4	Generierungsmodell . . . . .	125
4.5	Verwandte Arbeiten . . . . .	128
4.5.1	Featuremodelle nach der FODA-Methode . . . . .	130
4.5.2	FeatuRSEB . . . . .	132
4.5.3	Kardinalitätsbasierte Featuremodelle . . . . .	134
4.5.4	Variability Specification Language . . . . .	136
4.5.5	Orthogonale Variabilitätsmodelle . . . . .	139
4.5.6	COVAMOF . . . . .	141
4.5.7	CONSUL und pure::variants . . . . .	145
4.5.8	Vergleich . . . . .	147
4.6	Zusammenfassung . . . . .	150

### **III Modelle und Variabilität im Referenzprozess 153**

<b>5</b>	<b>Funktionsebene</b>	<b>155</b>
5.1	Einleitung und Motivation . . . . .	155
5.2	Funktionsnetzmodellierung . . . . .	163
5.2.1	Metamodell . . . . .	163
5.2.2	Grafische Notation . . . . .	164
5.3	Domänenmodellierung . . . . .	165
5.3.1	Abstraktionsregeln . . . . .	165
5.3.2	Abstraktionsebenen . . . . .	179
5.4	Variabilitätsmodellierung . . . . .	183
5.4.1	Variabilitätsmechanismus . . . . .	183
5.4.2	Variabilitätsmodell . . . . .	185
5.5	Realisierung . . . . .	189
5.5.1	Domänenmodell . . . . .	189
5.5.2	Funktionsnetz . . . . .	191
5.5.3	Integration aller Modelle . . . . .	193
5.6	Verwandte Arbeiten . . . . .	195
5.6.1	Funktionsnetze mit UML-RT . . . . .	196
5.6.2	MOSES . . . . .	197
5.6.3	AutoMoDe . . . . .	199
5.6.4	VEIA . . . . .	201
5.6.5	Vergleich . . . . .	203
5.7	Zusammenfassung . . . . .	205

### **6 Architekturebene 207**

6.1	Einleitung und Motivation . . . . .	207
6.1.1	Herausforderungen und Anforderungen . . . . .	209
6.1.2	Lösungsskizze . . . . .	213
6.1.3	Struktur des Kapitels . . . . .	217
6.2	Metamodellierung . . . . .	217
6.2.1	Simulink-Metamodell . . . . .	217
6.2.2	Kommunalitätsmetamodell . . . . .	221
6.2.3	Differenzmetamodell . . . . .	230
6.3	Differenzierung . . . . .	236
6.3.1	Import . . . . .	236
6.3.2	Festlegung von Vergleichspaaren . . . . .	236
6.3.3	Differenzierungsalgorithmus . . . . .	239
6.3.4	Export . . . . .	243
6.4	Variabilitätsmodellierung . . . . .	244
6.4.1	Variabilitätsmechanismen . . . . .	245
6.4.2	Bewertung der Variabilitätsmechanismen . . . . .	253
6.4.3	Restrukturierung mit Model Variants und Variant Subsystem . . . . .	255
6.4.4	Variabilitätsmodell . . . . .	266
6.5	Anwendungsbeispiel: Fahrzeugzugangssystem . . . . .	266
6.6	Realisierung . . . . .	276
6.6.1	Metamodelle . . . . .	276
6.6.2	Interaktionen mit Matlab Simulink . . . . .	276
6.6.3	Differenzierungsalgorithmus . . . . .	280
6.7	Verwandte Arbeiten . . . . .	282
6.7.1	CloneDetective . . . . .	283
6.7.2	Automatische Identifikation von Varianten und Variationspunkten . . . . .	284
6.7.3	Modellierung und Konfiguration von Funktionsvarianten . . . . .	286
6.7.4	Vergleich . . . . .	287
6.8	Zusammenfassung . . . . .	289
<b>7</b>	<b>Codeebene</b>	<b>291</b>
7.1	Einleitung und Motivation . . . . .	291
7.2	Variabilitätsmodellierung . . . . .	295
7.2.1	Variabilitätsmechanismen . . . . .	295
7.2.2	Variabilitätsmodell . . . . .	298
7.3	Variantengetriebene Implementierung . . . . .	298
7.3.1	Konfigurierung . . . . .	298
7.3.2	Erzeugung von Sichten . . . . .	298
7.3.3	Überwachte Implementierung . . . . .	299
7.3.4	Transformierung . . . . .	299
7.4	Anwendungsbeispiel: Fahrzeugzugangssystem . . . . .	308
7.5	Realisierung . . . . .	313
7.5.1	Context Provider . . . . .	315
7.5.2	Model Provider . . . . .	315
7.5.3	ModelController . . . . .	316

---

7.5.4	View . . . . .	317
7.5.5	Recording Controller . . . . .	318
7.5.6	Folding Provider . . . . .	319
7.6	Verwandte Arbeiten . . . . .	319
7.6.1	Program Slicing . . . . .	320
7.6.2	Feature Exploration and Analysis Tool (FEAT) . . . . .	321
7.6.3	Spotlight . . . . .	322
7.6.4	Mylar und Mylyn . . . . .	322
7.6.5	Colored Integrated Development Environment (CIDE) . . . . .	324
7.6.6	Vergleich . . . . .	325
7.7	Zusammenfassung . . . . .	327
<b>IV Epilog</b>		<b>329</b>
<b>8</b>	<b>Schlussbemerkungen</b>	<b>331</b>
8.1	Zusammenfassung . . . . .	331
8.2	Ausblick . . . . .	333
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>335</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>		<b>351</b>