

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	xi
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	2
1.2 Zusammenfassung der Problemstellung im Projekt	5
1.3 Forschungsfragen	7
1.4 Ergebnisse	8
1.5 Aufbau	9
1.6 Vorveröffentlichungen	9
2 Grundlagen	13
2.1 Die Fundamente des Testens	13
2.1.1 Das V-Modell als etablierter Entwicklungsprozess im Automobilbau . .	14
2.1.2 Der allgemeine Testprozess	17
2.2 Modellbildung und Simulation	19
2.2.1 Der Begriff	20
2.2.2 Der Prozess	20
2.2.3 Die Modellierung	21
2.3 Grundlagen der Fahrzeugtechnik	23
2.3.1 Die funktionsorientierte Entwicklung in der Automobilbranche	23
2.3.2 Vernetzung in Fahrzeugen - Bussysteme und ihre Kommunikation . . .	25
2.4 Die Rolle von Hard- und Software im Fahrzeug	30
2.4.1 Die Ebene der Hardware im Fahrzeug	30
2.4.2 Die Ebene der Software im Fahrzeug	31
2.5 Automotive Software-Engineering	33
2.5.1 Softwaretechnische Grundkonzepte - Agile Methoden, eXtreme Pro- gramming und Objektorientierung	34
2.5.2 Modellbasierte Software-Entwicklung - MDA, UML und Sprachprofile	38
2.5.3 Generative Software-Entwicklung	41
	xi

2.6	Grundlagen zu Integralen Sicherheitssystemen	48
2.6.1	Allgemeines zu Fahrerassistenzsystemen	49
2.6.2	Integrale Sicherheitssysteme	50
2.6.3	AEB/FCW-Systeme	51
2.6.4	Sensorik	52
2.6.5	Algorithmik	54
2.6.6	Aktorik	55
2.7	Zusammenfassung	56
3	Allgemeine Ansätze zur Entwicklung und zum Test von Fahrzeugfunktionen	57
3.1	Entwicklung und Absicherung von Fahrzeugfunktionen	58
3.2	Test und Absicherung von Aktiven Sicherheitssystemen in Consumer-Tests . .	62
3.2.1	Die Consumer-Test-Organisation EuroNCAP	62
3.2.2	Das EuroNCAP AEB Test Protokoll	68
3.2.3	Toleranzen in den EuroNCAP Testfällen	71
3.2.4	Sonstige Consumer-Test-Organisationen	74
3.3	Die Bedeutung von Consumer Tests für die Volkswagen AG	77
3.4	Zusammenfassung	79
4	Moderne Ansätze zum Test und zur Absicherung von Aktiven Sicherheitssystemen in Consumer Tests - ein Systematic Literature Review	81
4.1	Methodik für ein Systematic Literature Review	82
4.2	Hintergrund und Motivation	82
4.3	Protokoll der Studie	83
4.3.1	Forschungsfragen	83
4.3.2	Suchausdruck für die Online-Bibliotheken und -Datenbanken	83
4.3.3	Auswahl der Online-Bibliotheken und Datenbanken	84
4.3.4	Auswahlkriterien für die Studien und Beiträge	85
4.3.5	Study Quality Assessment Kriterien	88
4.4	Ergebnisse zum Systematic Literature Review “Simulation von Consumer Tests”	90
4.4.1	Ergebnisse nach Eingabe des Suchstrings	90
4.4.2	RQ-1: Konzeptsuche zur Simulation von Consumer Tests - Ergebnisse .	92
4.4.3	RQ-2: Toleranzuntersuchung und ihre Bewertung - Ergebnisse	96
4.4.4	RQ-3: Methodische Entwicklung von Simulationsinfrastruktur - Ergebnisse	98

4.5	Diskussion und Analyse der Ergebnisse	101
4.5.1	RQ-1: Konzeptsuche zur Simulation von Consumer Tests	101
4.5.2	RQ-2: Toleranzuntersuchung und ihre Bewertung	102
4.5.3	RQ-3: Methodische Entwicklung von Simulationsinfrastruktur	104
4.6	Inhaltliche Analyse der Beiträge	105
4.6.1	RQ-1: Konzeptsuche zur Simulation von Consumer Tests	106
4.6.2	RQ-2: Toleranzuntersuchung und ihre Bewertung	109
4.6.3	RQ-3: Methodische Entwicklung von Simulationsinfrastruktur	114
4.7	Validitätsbetrachtungen	120
4.8	Schlussfolgerung	124
4.9	Zusammenfassung	125
5	<i>SimaQuAss4ConTest</i> - Eine Methode zur Entwicklung einer Simulationsumgebung	127
5.1	Vorangestellte Überlegungen und Argumentationen	128
5.1.1	Zum Begriff der Methode - eine Erläuterung	128
5.2	Die Methode im Überblick	131
5.3	Prozess zur Analyse und Modellierung des Untersuchungsraumes	132
5.3.1	Analyse des Entwicklungsprozesses für eine Simulation	133
5.3.2	Definition der Fragestellung	134
5.4	Prozess zur Entwicklung einer adäquaten Simulationsinfrastruktur	135
5.4.1	Identifikation der Zielgrößen	135
5.4.2	Konzeptionelle Vorüberlegungen und Technikauswahl	136
5.4.3	Modellierung des Untersuchungsgegenstandes	136
5.4.4	Design der Simulationsarchitektur	136
5.5	Prozess zur Entwicklung eines Bewertungsverfahrens	138
5.5.1	Identifikation von Signalen zur Bewertung	138
5.5.2	Ableitung von Metriken	138
5.5.3	Design von Meta-Metriken	139
5.6	Prozess zur Durchführung der Simulation und Auswertung	140
5.6.1	Entwurf einer Untersuchung	140
5.6.2	Durchführung des Experiments	144
5.6.3	Analyse und Diskussion der Ergebnisse	145
5.6.4	Testberichterstellung	145
5.7	Zusammenfassung	146

6	Analyse und Modellierung des Untersuchungsraumes	149
6.1	Identifikation von Aufgaben im Entwicklungsprozess	149
6.2	Modellierung und Visualisierung von Entwicklungsschritten und -prozessen . .	151
6.2.1	Ziel und Notation von Aktivitätsdiagrammen	151
6.2.2	Methodik zur Beschreibung von Prozessen	154
6.3	Ableitung von Anwendungsfällen	156
6.3.1	Ziel und Notation von Use-Case-Diagrammen	156
6.3.2	Die Methodik zu Use-Case Diagrammen	158
6.3.3	Zusammenführung und Zuordnung der Aufgaben innerhalb des Entwicklungsprozess	160
6.4	Entwicklung von Fragestellungen als Teil der Aufgabenbewältigung	161
6.5	Beispiel Consumer Tests	164
6.5.1	Aktivitätsdiagramm zu Consumer Tests	164
6.5.2	Anwendungsfälle im Rahmen der Entwicklung von Aktiven Sicherheitssystemen	167
6.5.3	Integration der Anwendungsfälle in das V-Modell	168
6.5.4	Der Fragenkatalog zur Toleranzanalyse von Consumer Tests	170
6.6	Zusammenfassung	172
7	Entwicklung einer adäquaten Simulationsinfrastruktur	173
7.1	Identifikation von Zielgrößen	173
7.2	Konzeptionelle Vorüberlegungen und Technikauswahl	175
7.3	Pre-Processing: Die Testszenario-Erstellung mit MontiCore	177
7.3.1	Das Framework MontiCore	178
7.3.2	Entwurf einer Szenario-DSL	178
7.3.3	Das Meta-Modell der Szenario-DSL	181
7.3.4	Technische Komponenten der Szenario-DSL	188
7.4	Pre-Processing: Modellierung von Parametervariationen zur Trajektorien-Generierung	189
7.4.1	Modellierung zur Variation von Parametern zur Strukturierung von Testfällen	190
7.4.2	Anwendungsmöglichkeiten von modellbasierten Pfaden zur strukturierten Parametervariation	191
7.4.3	Beherrschung der Komplexität des Modells	193
7.5	Modellierung der Sicherheitsfunktion	194
7.5.1	Komplexität von Modellen	195

7.5.2	Kontinuität der Eingangs- und Ausgangsdaten	196
7.5.3	Echtzeit und Skalierbarkeit	196
7.6	Infrastruktur zur Toleranzanalyse in Consumer Tests - eine Fallstudie	197
7.6.1	Virtual Test Drive	199
7.6.2	Automotive Data-and Time-triggered Framework (ADTF)	199
7.6.3	Ergänzende Kernkomponenten	199
7.6.4	Anwendung der Simulationsumgebung zur Toleranzanalyse von Consumer Tests	200
7.6.5	Nutzung der strukturierten Parametervariation	201
7.7	Zusammenfassung	202
8	Bewertungsverfahren	205
8.1	Literarische Betrachtung zu (Meta-)Metriken	206
8.2	Metriken	207
8.2.1	Das Goal-Question-Metric Paradigma (GQM)	209
8.2.2	Funktionsmetriken - eine eigene Definition	212
8.2.3	Technische Erfassung von Signalen	212
8.3	Meta-Metriken	216
8.3.1	Meta-Metriken als Methodik für die Qualitätssicherung von Aktiven Sicherheitssystemen	217
8.3.2	Zur Notation und Lesart von Meta-Metriken	219
8.3.3	Anwendung von Meta-Metriken auf V-Modell	220
8.4	Fallstudie	221
8.5	Zusammenfassung	224
9	Die Durchführung von Simulationsläufen und ihre Auswertung	225
9.1	Zum Entwurf einer Untersuchung	225
9.2	Aufbau eines Experiments - Details zu Untersuchungsraum und -tiefe	227
9.2.1	Gegenstand der Untersuchung	227
9.2.2	Zweck der Untersuchung	228
9.2.3	Qualitativer Schwerpunkt	228
9.2.4	Perspektive	228
9.2.5	Kontext	228
9.3	Planung eines Experiments	229
9.3.1	Kontextauswahl	229
9.3.2	Variablenauswahl	229

9.3.3	Subjektauswahl	230
9.3.4	Wahl der Design Typen	230
9.3.5	Auswahl von Instrumentation	231
9.3.6	Zur Validität des Experiments	231
9.4	Durchführung des Experiments	232
9.5	Analyse und Diskussion der Ergebnisse	233
9.5.1	Interne Validitätsbetrachtungen	233
9.5.2	Externe Validitätsbetrachtungen	234
9.5.3	Konstruktive Validitätsbetrachtungen	234
9.6	Rückkopplung und Zuordnung der Ausgangsfragen	235
9.7	Fallstudie	235
9.7.1	Art der Untersuchung und Forschungsfragen	235
9.7.2	Aufbau des Experiments	236
9.7.3	Planung des Experiments	236
9.7.4	Durchführung des Experiments	237
9.7.5	Auswertung des Experiments	238
9.7.6	Validitätsbetrachtungen	239
9.7.7	Abschluss der Untersuchung	241
9.8	Zusammenfassung	242
10	Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerung	245
10.1	Forschungsfrage RQ1	245
10.2	Forschungsfrage RQ2	246
10.3	Forschungsfrage RQ3	247
10.4	Validitätsbetrachtungen zur Methodik	247
10.4.1	Interne Validitätsbetrachtungen	247
10.4.2	Externe Validitätsbetrachtungen	248
10.4.3	Konstruktive Validitätsbetrachtungen	249
10.5	Zusammenfassung	249
11	Ausblick auf zukünftige Arbeitsfelder	251
11.1	Modellbasierte und generative Methoden des Software Engineering	251
11.2	Einsatz künstlicher Intelligenz und Felddatengewinnung	252
11.3	Einsatz weiterer agiler Methoden - Quo vadis, Automotive Industria?	252
	Literaturverzeichnis	255

Abbildungsverzeichnis	283
Tabellenverzeichnis	287
Abkürzungsverzeichnis	289
Related Interesting Work from the SE Group, RWTH Aachen	291
Literaturverzeichnis	301