
Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	III
Abstract	V
Geleitwort	VII
Danksagung	IX
Abkürzungsverzeichnis	XIV
Abbildungsverzeichnis	XVII
Tabellenverzeichnis	XXV
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise der Arbeit	2
2 Grundlagen	5
2.1 Allgemeine Grundlagen	7
2.2 Grundlagen der Produktentstehung	10
2.2.1 Modell und Prototyp in der Produktentstehung	11
2.2.2 Tests in der Produktentstehung	12
2.2.3 Methodik als übergeordneter Begriff	14
2.2.4 Grundlagen der Bewertung und Optimierung von Produktentwicklungsprozessen	15
2.3 Grundlagen mechatronischer Systeme	16
2.4 Grundlagen der Fahrzeugführung und Fahrer-Fahrzeug-Interaktion	17
3 Stand der Technik	25
3.1 Das technische Fahrerassistenzsystem	25
3.1.1 Stand der Technik von Fahrerassistenzsystemen	26
3.1.2 Aufbau von Fahrerassistenzsystemen	29
3.1.3 Trends in der Gestaltung von Fahrerassistenzsystemen	40
3.1.4 Zusammenfassung der Struktur von Fahrerassistenzsystemen	44
3.1.5 Die Regelkreise der Fahrerassistenzsystem-Interaktion	48
3.2 Grundlagen des Fahrerassistenzsystem-Entwicklungsprozesses	49
3.2.1 Aufbau und Charakteristika automobiler Produktentwicklungsprozesse	49
3.2.2 Das V-Modell zur Entwicklung mechatronischer Systeme	54
3.2.3 Die Eigenschaftsabsicherung im V-Modell	59
3.3 Grundlagen des Tests von Fahrerassistenzsystemen	63
3.3.1 Grundlagen des Mechanik-Tests	64
3.3.2 Grundlagen des Elektrik-/Elektronik-Tests	66
3.3.3 Grundlagen des Software-Tests	67
3.3.4 Grundlagen des Tests des User Experience Designs	77
3.3.5 Grundlagen des domänenübergreifenden Tests	81

3.4	Vorgehen im industriellen Integrations- und Testprozess von Fahrerassistenzsystemen	83
3.4.1	Der Fahrerassistenzsystem-Entwicklungsprozess	84
3.4.2	Beherrschbarkeit von Fahrerassistenzsystemen	90
3.4.3	Integration und Test des Mechatronischen Regelsystems	93
3.4.4	Integration und Test des Teilsystems Mensch-Maschine Schnittstelle	97
3.4.5	Integration und Test von Fahrerassistenzsystemen	101
4	Analyse des Standes der Technik	105
4.1	Heutiges Vorgehen im Test der Beherrschbarkeit von Fahrerassistenzsystemen	107
4.2	Heutiger Einsatz von Fahrsimulatoren in industriellen Entwicklungsprozessen	115
4.3	Potentiale eines Testverfahrens für den früheren Test der Beherrschbarkeit	119
4.4	Ableitung der Forschungsfragen und Eingliederung in die Arbeit	125
5	Neues Testverfahren zum frühen Beherrschbarkeits-Test von Fahrerassistenzsystemen	127
5.1	Ansätze des frühen Fahrsimulator-basierten Tests	129
5.2	Analyse des Hybrid Prototyping Ansatzes zum frühen Test einer Mensch-Maschine-Interaktion mit gekoppelten Prototypen	136
5.3	Konzeption eines neuen Testverfahrens für den frühzeitigen Beherrschbarkeits-Test	142
5.4	Zielorientierte Ausgestaltung der Testumgebung Fahrsimulator	146
5.5	Analyse des Hybrid-Prototype-in-the-Loop Testverfahrens und Synthese zur ersten Forschungshypothese	155
6	Methodik für den frühen Test der Beherrschbarkeit im Fahrerassistenzsystem Entwicklungsprozess	161
6.1	Ansätze der Umsetzung einer Methodik in der mechatronischen Systementwicklung	164
6.2	HPBench für den Aufbau und Test hybrider Fahrerassistenzsystem-Prototypen	166
6.3	Hybrid-Prototype-in-the-Loop Prozess und Methoden zum Einsatz der HPBench im Fahrerassistenzsystem-Entwicklungsprozess	172
6.4	Analyse der Hybrid-Prototype-in-the-Loop Methodik und Synthese zur zweiten Forschungshypothese	180

7	Evaluation der Forschungshypothesen	183
7.1	Definition des Anwendungsfalles und Erstellung des Prüfkonzpts	187
7.1.1	Anwendungsfall der Evaluation	187
7.1.2	Entwicklungsprojekt zur Bereitstellung des Bicycle Collision Avoidance Systems (BCAS)	190
7.1.3	Erstellung der Prüfspezifikation	195
7.1.4	Bestands-Infrastruktur in der Evaluation	197
7.2	Aufbau der HPBench und des Fahrsimulators	198
7.2.1	Prozessschritt HPBench Planung	199
7.2.2	Prozessschritt HPBench Spezifikation	211
7.3	Evaluation der Beherrschbarkeit des hybriden FAS Prototyps durch dessen Entwicklungsteam	214
7.3.1	Versuchsdesign der 1. Evaluationsstudie	214
7.3.2	Versuchsdurchführung der 1. Evaluationsstudie	227
7.3.3	Auswertung der 1. Evaluationsstudie	235
7.4	Aufbau des hybriden FAS Prototyps und Test der Beherrschbarkeit mit naiven Probanden	244
7.4.1	Versuchsdesign der 2. Evaluationsstudie	244
7.4.2	Versuchsdurchführung der 2. Evaluationsstudie	248
7.4.3	Auswertung der 2. Evaluationsstudie	253
7.5	Beherrschbarkeits-Test zukünftiger, hochautonomer Fahrerassistenzsysteme	261
7.6	Übertragbarkeit der HPiL Methodik in alternative Testumgebungen	268
7.7	Zusammenfassung der Ergebnisse der Evaluation	271
8	Fazit und Ausblick	277
8.1	Fazit	277
8.2	Ausblick	280
	Literaturverzeichnis	XXVII
	Anhang	LI
Anhang A	Detaillierte Beschreibung der Testverfahren des Fahrerassistenzsystem-Entwicklungsprozesses	LI
Anhang B	Befragung „Fahr simulatoren zur Absicherung im automobilen Produktentwicklungsprozess“	LVIII
Anhang C	Gestaltungsparameter für Fahr simulatoren	LXI
Anhang D	Prozesse, Methoden und Werkzeuge der HPiL Methodik	LXIX
Anhang E	Erste Evaluationsstudie	LXXII
Anhang F	Zweite Evaluationsstudie	LXXVII
Anhang G	Beherrschbarkeits-Test zukünftiger Fahrerassistenzsysteme und Übertragbarkeit der HPiL Methodik	LXXXII
Anhang H	Relevante Vorveröffentlichungen	LXXXIII
