

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen, Formelzeichen und Indizes	v
1. Einleitung	1
1.1. Zielsetzung	1
1.2. Aufbau der Arbeit	3
2. Stand der Forschung	5
2.1. Theoretische Grundlagen	5
2.1.1. Automatisiertes Fahren, Autobahnpilot und Funktionsarchitektur	6
2.1.2. Testen im Entwicklungsprozess	7
2.1.3. Testklassifikation und -verfahren	9
2.1.4. Anwendungsfall- und szenariobasiertes Testen	10
2.1.5. Statistische Grundlagen	12
2.1.6. Terminologie und Glossar	14
2.2. Rechtliche Aspekte und Testverfahren zur Markteinführung	15
2.2.1. Zulassungsrecht und Testverfahren	15
2.2.2. Bewertungsverfahren durch Presse und Verbraucherschutz	17
2.3. Auf dem Weg zur Zulassung - Aktivitäten und Forschungsprojekte	18
2.3.1. National	19
2.3.2. International	20
2.4. Ansätze der szenariobasierten Erprobung	23
2.5. Herausforderungen und identifizierter Forschungsbedarf	27
3. Methodik zur Validierung des automatisierten Fahrens	31
3.1. Anforderungen an eine effiziente Erprobungsmethodik	31
3.2. Funktionsprüfung im Kontext des automatisierten Fahrens	32
3.2.1. Definition des Gesamtsystems als System unter Test	32
3.2.2. Definition der Funktionsprüfung	34
3.2.3. Funktionaler Umfang aufgrund des Erprobungsziels	36
3.3. Validierungsmethodik	38
4. Szenario-Definition	41
4.1. Struktur der Szenarien	41
4.1.1. Ansätze der Szenario-Definition	42
4.1.2. Kategorisierung der Umgebungseinflüsse	44
4.1.3. Formale Dekomposition der Szenarien	46
4.2. Relevante Merkmale zur Beschreibung der Szenarien	48
4.2.1. Segmentierung relevanter Umgebungseinflüsse	49
4.2.2. Charakteristische Merkmale	50
4.3. Anwendungsfälle und Szenarien der Domäne Autobahn	53
4.3.1. Anwendungsfälle	53

4.3.2.	Szenario-Erstellung	54
4.3.3.	Auswahl exemplarischer Szenarien	56
5.	Datengrundlage	59
5.1.	Dynamische Umgebungsdaten	59
5.1.1.	Mess- und Versuchsfahrzeuge	60
5.1.2.	3F-Methode und Messkampagne	63
5.1.3.	Verwendete Umgebungsdatenbasis	63
5.2.	Statische Umgebungsdaten	65
6.	Szenario-Detektion in hochgenauen Umgebungsdaten	69
6.1.	Methodisches Vorgehen der Datenanalyse und Ansätze	69
6.2.	Manöverklassifikation	72
6.2.1.	Definition von Manövern und Events	72
6.2.2.	Klassifikation von Manövern	73
6.3.	Generische und modulare Szenario-Detektion	74
6.3.1.	Detektion modularer Szenario-Bestandteile	75
6.3.2.	Definition von Detektionskriterien	76
6.3.3.	Rollentausch und Strukturierung	78
6.4.	Toolkette und Ergebnisdiskussion	80
6.4.1.	Generische Implementierung	80
6.4.2.	Ergebnisdiskussion der Detektion	81
6.5.	Statische Parameter	83
7.	Erstellung repräsentativer Testfälle	85
7.1.	Zielvorstellung und Ansätze der Testfallerstellung	85
7.2.	Testfälle und Extraktionsmethoden	87
7.2.1.	Kategorisierung von Testfällen	87
7.2.2.	Vorgehen zur Parameterextraktion sowie Testfallgenerierung	89
7.3.	Statistische Analyse - Extraktion repräsentativer Parameterausprägungen	91
7.3.1.	Parameterberechnung, Diskretisierung und statistische Bewertung	92
7.3.2.	Analyse von Parameterkorrelationen	98
7.4.	Generierung von Testfällen	101
7.4.1.	Ableitung repräsentativer Testfälle	102
7.4.2.	Ergebnisdarstellung und Diskussion	105
8.	Testprozess zum effizienten Funktionsnachweis	109
8.1.	Testkonzept	109
8.1.1.	Ansatz und Testumgebungen	109
8.1.2.	Umsetzung der Testfälle	112
8.2.	Erprobung in der Simulation	114
8.2.1.	Simulationsumgebung und Modell	114
8.2.2.	Ergebnisse und Bewertung	116
8.3.	Werkzeug zur Erprobung auf dem Prüfgelände	120
8.3.1.	Testmanager	121
8.3.2.	Ansteuerung eines Versuchsträgers	122

9. Zusammenfassung und Ausblick	125
Literatur	129
A. Anhang	141