

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Stand der Technik	3
1.1.1	Fehlerdiagnose für fahrdynamische Systeme	4
1.1.2	Absicherung von Stelleingriffen	9
1.2	Ziele der Arbeit	11
1.3	Struktur der Arbeit	12
2	Absicherungskonzept und Versuchsträger	15
2.1	Integrales Sicherheitskonzept	15
2.2	Versuchsträger	18
3	Modellierung der Querdynamik	23
3.1	Koordinatensysteme	23
3.2	Nichtlineares Simulationsmodell	26
3.2.1	Dynamik des Schwerpunkts	26
3.2.2	Gier-, Nick- und Wankdynamik	27
3.2.3	Magic Formula Reifenmodell	30
3.2.4	Effekte der Fahrwerkskinematik	34
3.2.5	Antriebs- und Bremsmomentenberechnung	38
3.2.6	Modellübersicht	39
3.2.7	Modellvalidierung	42
3.3	Vereinfachtes Modell	45
3.3.1	Bewegungsgleichungen	45
3.3.2	Stationäre Nick- und Wankdynamik	45
3.3.3	Vereinfachtes Magic Formula Reifenmodell	48
3.3.4	Modellübersicht	51
3.3.5	Modellvalidierung	53
3.4	Lineares Einspurmodell	54
3.4.1	Bewegungsgleichungen	56
3.4.2	Modellvalidierung	59
3.5	Modellvergleich	60

4 Methoden zur integralen Absicherung	65
4.1 Systemanalyse unter Fehlereinflüssen	66
4.1.1 Detektierbarkeit und Isolierbarkeit	68
4.1.2 Analyse im Paritätsraum	70
4.1.3 Strukturanalyse	77
4.2 Modellbasierte Fehlerdiagnose	86
4.2.1 Beard-Jones-Fehlerdetektionsfilter	86
4.2.2 Beobachter mit unbekannten Eingängen (Unknown Input Observer)	93
4.2.3 Zweistufiges Kalman Filter	100
4.2.4 Sensorfehlerdiagnose mittels Safety Master	110
4.2.5 Messergebnisse Safety Master	114
4.3 Optimierungsbasierte Stellgrößenreduktion mittels Safety Barriere	121
4.3.1 Hinterachslenkung und Torque Vectoring	124
4.3.2 Referenztrajektorie	132
4.3.3 Stellgrößenbeschränkung und Eingangs-Kräfte-Mapping	136
4.3.4 Optimierungsproblem	145
4.3.5 Messergebnisse der Safety Barriere	153
4.3.6 Simulation der Safety Barriere bei Niedrigreibwert . . .	161
5 Zusammenfassung	167
A Anhang	170
A.1 Parameter Fahrdynamikmodelle	171
A.2 Entkopplung eines Störgrößendurchgriffs für den UIO	173
A.3 Zeitdiskretisierung und Linearisierung	174
A.4 Kondensierung der Entscheidungsvariablen	179
Abkürzungen	184
Symbolverzeichnis	185
Abbildungsverzeichnis	198
Tabellenverzeichnis	203
Literaturverzeichnis	204