



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis	ix
Glossar	x
Kapitel 1: Einleitung	1
1.1 Umfang der Dissertation	3
1.2 Aufbau der Dissertation	5
Kapitel 2: Semiaktive Fahrwerkssysteme	7
2.1 Modellierung der Fahrbahnanregung	8
2.2 Bauformen von Fahrwerksdämpfern	10
2.3 Modellierung von Fahrwerken	12
2.3.1 Das Vollfahrzeugmodell	12
2.3.2 Das Viertelfahrzeugmodell	16
2.4 Stabilitätsanalyse von semiaktiven Fahrwerken	20
2.5 Beurteilungskriterien für Sicherheit und Komfort	22
2.5.1 Das Komfortmaß nach Hennecke	23
2.5.2 Bremswegverkürzung als Maß für Fahrsicherheit	25
2.6 Stand der Technik	30



2.6.1	Methoden zur Regelung semiaktiver Fahrwerke	30
2.6.2	Dokumentierte Realisierungen semiaktiver Fahrwerksregler	34
2.6.3	Zustandsbeobachter für semiaktive Fahrwerke	37
2.6.4	Modellierung von semiaktiven Dämpfern	38
Kapitel 3: Testumgebung		39
3.1	Konfiguration des Versuchsfahrzeugs	39
3.1.1	Datenverarbeitung	40
3.1.2	Sensorkonfiguration	41
3.2	Konfiguration des Hydropulsprüfstands	41
3.3	Dämpfermodellierung und Parameteridentifikation	42
3.3.1	Ursachen für das nichtlineare Dämpferverhalten	45
3.3.2	Das nichtlineare Dämpfermodell	46
3.3.3	Identifikation der Parameter	48
3.3.4	Validierung des Dämpfermodells	49
3.3.5	Variation der Modellparameter	50
3.4	Fahrzeugmodellierung und Parameteridentifikation	53
3.4.1	Nichtlineare Fahrwerkskomponenten	54
3.4.2	Identifikation der Modellparameter	56
3.4.3	Validierung des Fahrzeugmodells	58
Kapitel 4: Beobachterentwurf		61
4.1	Stochastische Systembeschreibung	61
4.2	Das stationäre Kalman-Bucy-Filter	62
4.3	Auswahl der Sensorkonfiguration	64



4.3.1	Maß zur Bewertung der Schätzgüte	65
4.3.2	Sensorkonfiguration für das Vollfahrzeugmodell	67
4.4	Kompensation niederfrequenter Störungen	70
4.4.1	Lösungsansätze	72
4.4.2	Erweiterung des Straßenmodells	75
4.5	Implementierung	76
4.6	Diskussion der Ergebnisse	80
Kapitel 5:	Reglerauswahl	81
5.1	Problemformulierung	82
5.2	Semiaktive Reglerkonzepte	86
5.2.1	Skyhook-Regler	87
5.2.2	Kombinierter Skyhook- / Groundhook-Regler	87
5.2.3	Clipped Optimal Control (COC)	87
5.2.4	Hybride modellprädiktive Regelung	88
5.2.5	Extended Clipped Optimal Control (ECOC)	92
5.3	Experimentelle Untersuchung	94
5.3.1	Reglerparametrierung	94
5.3.2	Experimentelle Reglerbewertung	95
5.4	Diskussion der Ergebnisse	97
Kapitel 6:	Reglerimplementierung	99
6.1	Clipped Optimal Control im Gesamtfahrzeug	99
6.2	Methoden zur Bestimmung des Dämpferventilstroms	101
6.2.1	Statische Invertierung	101



6.2.2	Dynamische Vorsteuerung	102
6.3	Skyhook-basiertes Referenzsystem	106
6.3.1	Signalbasierte Zustandsgrößenschätzung	107
6.3.2	Skyhook-Regelung des Vollfahrzeugs	111
6.4	Messergebnisse	112
6.5	Variation der Aufbaumasse	118
6.6	Diskussion der Ergebnisse	120
Kapitel 7:	LQ-basierte Dämpferregelung im Serieneinsatz	122
7.1	Simulative Untersuchung von Parametervariationen	122
7.1.1	Abschätzung des Parameterraums	123
7.1.2	Simulative Auswertung	126
7.2	Berücksichtigung der Abstimmbarkeit	129
7.2.1	Schaltende Reglerstruktur	130
7.2.2	Weitere Möglichkeiten zur Beeinflussung des Fahrverhaltens	132
7.3	Übertragbarkeit auf andere Fahrzeuge	136
7.4	Aspekte von Global Chassis Control	142
7.5	Diskussion der Ergebnisse	147
Kapitel 8:	Zusammenfassung und Ausblick	148
Literaturverzeichnis	151
Anhang A:	Zustandsraumdarstellung des Vollfahrzeugmodells	167