



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	I
Kurzfassung	III
Abstract	V
1 Prolog	1
1.1 Motivation	1
1.2 Stand der Forschung und der Technik	2
1.2.1 Entwicklungsstand aktiver Lenkungen	3
1.2.2 Steuerungs- und Regelungskonzepte	6
1.2.3 Bewertung aus Normalfahlerperspektive	14
1.3 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	16
2 Versuchsgegenstände und Entwurfsmodelle	19
2.1 Simulationsumgebung, Fahrsimulator und Versuchsfahrzeug	19
2.2 Entwurfsmodelle	22
2.2.1 Nichtlineares Einspurmodell mit Lenkungsaktuatorik	22
2.2.2 Eingangsaффines, instationäres Reifenverhalten	27
2.2.3 Integration des Wankverhaltens	31
2.2.4 Zustandsraumdarstellung	33
2.3 Parameterbestimmung	35
2.3.1 Modulare Fahrzeugmodellidentifikation	35
2.3.2 Simulative und experimentelle Validierung	41
3 Regelgrößen und Bewertungsmethodik	51
3.1 Elementare Zustandsgrößen	51
3.2 Die Regelgröße Drehpunktstand	54
3.2.1 Definition und Ableitung der Regelgröße	55
3.2.2 Manipulationsmöglichkeiten	57
3.2.3 Ableitung des Sollverhaltens	63
3.2.4 Singularitätsproblem	70
3.3 Objektive Bewertungsmethodik	74
3.3.1 Zentrale Referenzmodelle	74
3.3.2 Manöver- und Kriterienkatalog	79
4 Optimale Steuerungen für aktive Lenkkonfigurationen	83
4.1 Strukturierter Entwurf	84
4.1.1 Trajektorienoptimierungsproblem	84
4.1.2 Formulierung eines quadratischen Programms	86
4.1.3 Behandlung des nichtlinearen Falls	90



4.1.4	Lösungsprozess und Analyse des Algorithmus	92
4.2	Auswertung für den nominalen Fall	97
4.3	Untersuchung von Parametervariationen	103
5	Regelungskonzepte für eine aktive Hinterachslenkung	109
5.1	Regelung elementarer Zustandsgrößen	110
5.1.1	Kompensatorische Regelungen	110
5.1.2	Exakte, gesteuerte Eingangs-/Ausgangs-Linearisierung	118
5.1.3	Stabilitätsanalyse im geschlossenen Regelkreis	125
5.2	Regelungen zur Konstanthaltung des Drehpunkts	132
5.2.1	Zum Manipulationsbereich des Drehpunkts	132
5.2.2	Lineare Vorsteuerung	139
5.2.3	Exakte, gesteuerte Eingangs-/Ausgangs-Linearisierung	142
5.3	Konzeptvergleich	148
5.3.1	Drehpunktverhalten	148
5.3.2	Robustheit	152
5.3.3	Zusammenfassende Bewertung	156
6	Normalfahrrernutzen einer aktiven Hinterachslenkung	159
6.1	Untersuchungsmethodik	160
6.1.1	Überblick	160
6.1.2	Virtueller Einbezug einer aktiven Hinterachslenkung	161
6.1.3	Fahrdynamischer Systemfingerabdruck	165
6.2	Fahrverhalten	167
6.2.1	Fingerabdruck bei passivem Fahrzeug	167
6.2.2	Vergleich zwischen passivem und aktivem Fahrzeug	170
7	Zusammenfassung und Ausblick	175
A	Anhang: Versuchsgegenstände	179
A.1	Prototypenfahrzeug	179
A.2	Ergänzungen zur Modellierung	180
A.2.1	Linearisierte Zustandsraummodelle	180
A.2.2	Ergebnisse der Parameteridentifikation	183
B	Anhang: Regelungstechnische Untersuchungen	193
B.1	Grundlagen zum Drehpunktverhalten	193
B.2	Beeinflussung des Drehpunktabstands	198
B.3	Ergänzungen zu Stabilität und Robustheit	201
B.3.1	Nichtlineare Stabilitätsanalyse	201
B.3.2	Ergebnisse zu Robustheitsuntersuchungen	205
	Verzeichnis der Indizes, Symbole und Abkürzungen	207
	Abbildungsverzeichnis	215
	Tabellenverzeichnis	221
	Literaturverzeichnis	223