



# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>I</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>III</b>
<b>Abstract</b>	<b>V</b>
<b>1 Prolog</b>	<b>1</b>
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 Normalfaherperspektive . . . . .	14
1.3 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit . . . . .	16
<b>2 Versuchsgegenstände und Entwurfsmodelle</b>	<b>19</b>
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
<b>3 Regelgrößen und Bewertungsmethodik</b>	<b>51</b>
3.1 Elementare Zustandsgrößen . . . . .	51
3.2 Die Regelgröße Drehpunktabstand . . . . .	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
<b>4 Optimale Steuerungen für aktive Lenkkonfigurationen</b>	<b>83</b>
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
<b>5</b>	<b>Regelungskonzepte für eine aktive Hinterachslenkung</b>	<b>109</b>
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
<b>6</b>	<b>Normalfahrrernutzen einer aktiven Hinterachslenkung</b>	<b>159</b>
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
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>175</b>
<b>A</b>	<b>Anhang: Versuchsgegenstände</b>	<b>179</b>
A.1	Prototypenfahrzeug . . . . .	179
A.2	Ergänzungen zur Modellierung . . . . .	180
A.2.1	Linearisierte Zustandsraummodelle . . . . .	180
A.2.2	Ergebnisse der Parameteridentifikation . . . . .	183
<b>B</b>	<b>Anhang: Regelungstechnische Untersuchungen</b>	<b>193</b>
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
	<b>Verzeichnis der Indizes, Symbole und Abkürzungen</b>	<b>207</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>215</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>221</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>223</b>