

# Inhaltsverzeichnis

<b>Formelzeichen und Indizes</b>	<b>VII</b>
<b>Abkürzungen</b>	<b>XI</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangslage und Motivation . . . . .	1
1.2 Zielsetzung . . . . .	3
1.3 Aufbau der Arbeit und Methodik . . . . .	5
1.4 Begriffe und Definitionen . . . . .	7
<b>2 Stand der Technik und Forschung</b>	<b>9</b>
2.1 Optimale Steuerung und numerische Optimierung . . . . .	9
2.2 Quasistatische Rundenzeitsimulation . . . . .	14
2.3 Fahrerregler . . . . .	18
2.4 Automatisierte Optimierung der Fahrzeugparameter . . . . .	23
2.5 Fazit und Untersuchungsbedarf . . . . .	24
<b>3 Entwurf der erweiterten quasistatischen Rundenzeitsimulation</b>	<b>28</b>
3.1 Herleitung der zeitminimalen Manöversteuerung . . . . .	28
3.2 Beispiel zur Umsetzung der Berechnungsmethode . . . . .	31
3.3 Zeitminimale Manöverberechnung für die Rundstrecke . . . . .	34
3.4 Fazit . . . . .	37
<b>4 Modellaufbau und Umsetzung</b>	<b>39</b>
4.1 Quasistatische Rundenzeitminimierung . . . . .	40
4.1.1 Massepunkt . . . . .	41
4.1.2 Einspurmodell . . . . .	43
4.1.3 Zweispurmodell . . . . .	46
4.2 Transiente Zustandsbestimmung . . . . .	51
4.2.1 Fahrbahn . . . . .	51
4.2.2 Reifen . . . . .	52
4.2.3 Aerodynamik . . . . .	57
4.2.4 Aufbau und Fahrwerk . . . . .	58
4.2.5 Gierdynamik . . . . .	62
4.2.6 Längsdynamik . . . . .	64
4.3 Fazit . . . . .	66
<b>5 Validierung der Berechnungsmethode</b>	<b>68</b>
5.1 Rundenzeitvarianz im Streckentest . . . . .	69

5.2	Präzision, Robustheit und Konvergenz . . . . .	70
5.3	Genaugkeit . . . . .	72
5.3.1	Fahrzeugmodell . . . . .	73
5.3.2	Streckenvergleich . . . . .	79
5.3.3	Fahrzeugparametervergleich . . . . .	84
5.4	Fazit . . . . .	88
<b>6</b>	<b>Zeitminimale Fahrzeugparametrierung</b>	<b>90</b>
6.1	Einfluss und Interaktion des transienten Fahrzeugverhaltens . . . . .	91
6.1.1	Reifen . . . . .	91
6.1.2	Aerodynamik . . . . .	95
6.1.3	Aufbau und Fahrwerk . . . . .	98
6.1.4	Längsdynamik . . . . .	105
6.2	Interaktion von Massen-, Abtriebs- und Rollsteifigkeitsverteilung . . . . .	107
6.3	Streckenabhängige Fahrzeugparametrierung . . . . .	113
6.4	Fazit . . . . .	118
<b>7</b>	<b>Diskussion</b>	<b>120</b>
7.1	Bewertung des Entwurfs im Hinblick auf Ergebnisse und Validierung . . . . .	120
7.2	Einordnung ins Umfeld . . . . .	122
7.3	Schlussfolgerung . . . . .	123
7.4	Ausblick . . . . .	125
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>127</b>
<b>Literatur</b>		<b>129</b>