

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Literaturübersicht . . . . .	4
1.2	Inhalt und Ziel der Arbeit . . . . .	8
1.3	Notation . . . . .	9
<b>2</b>	<b>Modellierung des Fahrzeugs</b>	<b>11</b>
2.1	Modellbildung . . . . .	12
2.2	Elemente des Mehrkörpersystems . . . . .	14
2.2.1	Modellierung der Körper . . . . .	14
2.2.2	Modellierung der Gelenke . . . . .	15
2.2.3	Modellierung der Kräfte und Momente . . . . .	19
2.3	Beschreibung des Fahrzeugmodells . . . . .	20
<b>3</b>	<b>Aufstellung der Bewegungsgleichungen</b>	<b>23</b>
3.1	Prinzip von D'ALEMBERT . . . . .	24
3.2	Verfahren der kinematischen Differentiale . . . . .	26
3.3	Kinematik mehrschleifiger Mehrkörpersysteme . . . . .	27
3.4	Konzept des Simulationsprogrammes FASIM . . . . .	30
<b>4</b>	<b>Modellierung und Kinematik von Fahrzeugkomponenten</b>	<b>34</b>
4.1	Fahrgestell . . . . .	34
4.2	Doppelgelenk-Federbeinaufhängung . . . . .	39
4.3	Schraublenkeraufhängung . . . . .	48
4.4	Stabilisator . . . . .	52
<b>5</b>	<b>Modellierung des Reifens</b>	<b>57</b>
5.1	Anforderungen an Reifenmodelle für die Fahrdynamiksimulation . . .	57
5.2	Modellierung des Reifens . . . . .	60
5.3	Kinematik des Rad-Straße-Kontaktes . . . . .	60

5.3.1	Geometrie der Latschfläche . . . . .	61
5.3.2	Transportkinematik in der Radaufstandsfläche . . . . .	63
5.4	Ermittlung der Reifenkräfte . . . . .	72
5.4.1	Normalkräfte . . . . .	72
5.4.2	Tangentialkräfte . . . . .	75
5.5	Simulationsergebnisse . . . . .	77
<b>6</b>	<b>Möglichkeiten zur Reduzierung der Rechenzeit</b>	<b>84</b>
6.1	Rechenzeitstatistik . . . . .	84
6.2	Reduzierung der Rechenzeit für eine Auswertung der Differentialgleichungen . . . . .	85
6.2.1	Modellvereinfachungen . . . . .	86
6.2.2	Gleichungsvereinfachungen . . . . .	93
6.2.3	Rechenzeiteinsparungen . . . . .	97
6.3	Reduzierung der Anzahl der Auswertungen der Differentialgleichungen	98
<b>7</b>	<b>Vergleich der Modellvarianten</b>	<b>103</b>
7.1	Vergleich mit Referenzmodell . . . . .	104
7.1.1	Gütekriterium . . . . .	106
7.1.2	Ungeregelte Geradeausbremsung . . . . .	107
7.1.3	Lenkwinkelsprung . . . . .	110
7.1.4	Bremsen in der Kurve . . . . .	112
7.2	Vergleich mit gemessenen Fahrmanövern . . . . .	113
7.2.1	Lenkwinkelsprung mit mittlerer Querb beschleunigung . . . . .	116
7.2.2	Lenkwinkelsprung mit hoher Querb beschleunigung . . . . .	117
7.2.3	Bremsen unter $\mu$ -Split-Bedingungen . . . . .	122
7.3	Bewertung der Ergebnisse . . . . .	123
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>126</b>

<b>A Rechenzeitbedarf verschiedener Simulationsprogramme</b>	<b>128</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>130</b>