

DANKSAGUNG	I
KURZFASSUNG	V
ABSTRACT	IX
NOMENKLATUR	XVII
1 EINFÜHRUNG	1
1.1 Hintergrund	3
1.2 Motivation	5
1.3 Literaturübersicht	8
1.3.1 Modellierungsansätze für das Kippverhalten	8
1.3.2 Indikatoren zur Beurteilung der Kippkritikalität	10
1.3.3 Kippkritische Fahrmanöver	12
1.3.4 Kippmechanismen	14
1.3.5 Parametereinfluss für das Kippverhalten	15
1.4 Zielsetzung und Struktur der Arbeit	16
1.5 Eingrenzung der Aufgabenstellung	17
2 WISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN	19
2.1 Modellierung	21
2.1.1 Zuordnung des dynamischen Kippvorgangs	21
2.1.2 Modellierungstiefe	22
2.1.3 Modellvorstellung	23
2.1.4 Fahrzeugmodellierung und -parametrierung	27
2.1.5 Reifenmodellierung und -parametrierung	28
2.1.6 Radaufhängungsmodellierung und -parametrierung	29
2.2 Fahrversuche	30
2.2.1 Kippgestell	31
2.2.2 Beladungsmodell	33
2.3 Auswertungsmethodik der Fahrdynamik	36
2.3.1 Kennwert für stationäre Situation	36
2.3.2 Übertragungsfunktion für lineare dynamische Situationen	38
2.3.3 Fourieranalyse für nichtlineare dynamische Situation	40
2.4 Nichtlineare Phänomene	41
2.4.1 Resonanzkurven des nichtlinearen Schwingers	42
2.4.2 Nichtlineare Verzerrung	43
2.5 Diskussion und Zusammenfassung	45
3 ANALYSE DES KIPPVERHALTENS	47
3.1 Analyse der Eingangsgrößen	49
3.2 Systemverständnis mithilfe der harmonischen Anregung	50
3.2.1 Nichtlineare Wirkkettenanalyse	50
3.2.2 Dynamisches Übersteuern	55
3.2.3 Einperiodische nichtlineare Wirkkettenanalyse	57
3.3 Systemverständnis mithilfe der Fishhook-Anregung	58
3.3.1 Modifikation des Fishhooks	58
3.3.2 Symmetrischer Fishhook	64
3.3.3 Einperiodische nichtlineare Wirkkettenanalyse mithilfe des Fishhooks	68
3.3.4 Fishhook mit Lenkradwinkelvorgabe	69
3.4 Objektivierung der Kippkritikalität	73
3.5 Diskussion und Zusammenfassung	75

4	SYSTEMATISCHE VALIDIERUNG	77
4.1	Validierung im typischen fahrdynamischen Bereich	80
4.1.1	Validierung der stationären Kennwerte	80
4.1.2	Validierung der dynamischen Kennwerte	82
4.2	Validierung der nichtlinearen Wirkkette mithilfe der harmonischen Anregung	84
4.3	Validierung der Wirkkette mithilfe der Fishhook-Anregung	89
4.3.1	Verifikation des symmetrischen Fishhooks	89
4.3.2	Verifikation des überlagerten Fishhooks	90
4.3.3	Validierung des mehrperiodischen Fishhooks	91
4.3.4	Validierung des einperiodischen Fishhooks	93
4.4	Diskussion und Zusammenfassung	95
5	EINFLUSSANALYSE DER MANÖVER- UND FAHRZEUGPARAMETER AUF DAS KIPP- VERHALTEN	97
5.1	Manöverparameter	99
5.1.1	Lenkparameter	99
5.1.2	Fahrgeschwindigkeit	99
5.2	Masseneigenschaften	101
5.2.1	Gesamtfahrzeugmasse	102
5.2.2	Trägheitsmoment	104
5.2.3	Schwerpunkthöhe	107
5.2.4	Achslastverteilung	109
5.2.5	Spurweite	111
5.2.6	Radstand	113
5.2.7	Beladungen	115
5.3	Reifenparameter	118
5.3.1	Lineare Reifenschräglaufsteifigkeit	118
5.3.2	Reibungskoeffizient	125
5.3.3	Reifeneinlauflänge	129
5.3.4	Reifenvertikalsteifigkeit	129
5.4	Einseitige Elastokinematik	130
5.4.1	Einseitige Spursteiligkeit	131
5.5	Wechselseitige Elastokinematik	133
5.5.1	Wechselseitige Spursteiligkeit	133
5.6	Kinematik	136
5.6.1	Hubkinematik	137
5.6.2	Wankkinematik	143
5.7	Lenkung	144
5.7.1	Lenkübersetzung	145
5.8	Abstimmungskomponenten	146
5.8.1	Stabilisator	147
5.8.2	Aufbaufeder	148
5.8.3	Dämpfer	151
5.9	Diskussion und Zusammenfassung	152
6	SCHLUSSBETRACHTUNG UND AUSBLICK	157
6.1	Schlussbetrachtung	159
6.2	Ausblick	163
	LITERATURVERZEICHNIS	165
	ANHANG	189