

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Auslegung eines Fahrzeuges	1
1.1.1	Anforderungen an das Fahrzeug	1
1.1.2	Entstehungsprozeß des Fahrzeuges	1
1.2	Auslegung der Karosserie	4
1.2.1	Anforderungen an die Karosserie	4
1.2.2	Entstehungsprozeß der Karosserie	4
1.3	Fahrdynamikauslegung der Karosserie	6
1.3.1	Fahrdynamikanforderungen an die Karosserie	6
1.3.2	Karosseriesteifigkeit als Hilfsziel für die Fahrdynamikauslegung	7
1.3.3	Entstehungsprozeß der Karosserie im Hinblick auf die Fahrdynamikauslegung	9
1.4	Problemstellung	10
1.5	Bisherige Forschungsarbeiten	10
1.6	Zielsetzung der Arbeit	13
1.7	Aufbau der Arbeit	14
2	Fahrmanöver und Eingangsgrößen für die Simulation	17
2.1	Übersicht	17
2.2	Stationäre Fahrzustände	18
2.2.1	Stationäre Geradeausfahrt	18
2.2.2	Stationäre Kreisfahrt	19
2.3	Kreisfahrmanöver	19
2.3.1	Quasistationäre Kreisfahrt	19
2.3.2	Lenkwinkelsprung	20
2.4	Bremsmanöver	21
2.4.1	Bremsen auf gerader Strecke	21
2.4.2	Bremsen in der Kurve	22
2.5	Beschleunigungsmanöver	23
2.5.1	Beschleunigen auf gerader Strecke	23
2.5.2	Beschleunigen in der Kurve	23
3	Fahrzeugmodell für die Fahrmanöversimulation	25
3.1	Übersicht	25
3.2	Karosseriemodell	26
3.2.1	Rohkarosseriemodell	26
3.2.2	Massenbelegung	27
3.3	Fahrwerksmodell	27

4	Bewegungsgleichungen des Fahrzeugmodells	31
4.1	Übersicht	31
4.2	Kinematik	31
4.2.1	Konfiguration und Bewegung eines Körpers im Raum	31
4.2.2	Deformationsgradient	32
4.2.3	Verzerrungstensor	32
4.3	Kontinuumsmechanische Grundgleichungen	33
4.3.1	Prinzip der virtuellen Arbeit	33
4.3.2	Spannungstensor	33
4.3.3	Materialgesetz	34
4.4	Räumliche Diskretisierung	34
4.5	Linearisierung der Bewegungsgleichungen	35
4.6	Dynamische Reduktion	36
4.7	Diskrete Zeitintegration	37
5	Ausgangsgrößen der Fahrmanöversimulation	38
5.1	Übersicht	38
5.2	Verschiebungen und Schnittlasten an den Koppelstellen	40
5.2.1	Stationäre Geradeausfahrt	40
5.2.2	Stationäre Kreisfahrt	44
5.2.3	Quasistationäre Kreisfahrt	44
5.2.4	Lenkwinkelsprung	52
5.2.5	Bremsen auf gerader Strecke	58
5.2.6	Bremsen in der Kurve	58
5.2.7	Beschleunigen auf gerader Strecke	70
5.2.8	Beschleunigen in der Kurve	76
6	Bewertungsgrößen für die Fahrdynamikgüte der Karosserie	83
6.1	Übersicht	83
6.2	Fahrmanöverspezifische Karosserieersatzsteifigkeiten	84
6.2.1	Stationäre Geradeausfahrt	84
6.2.2	Stationäre Kreisfahrt	84
6.2.3	Quasistationäre Kreisfahrt	84
6.2.4	Lenkwinkelsprung	89
6.2.5	Bremsen auf gerader Strecke	91
6.2.6	Bremsen in der Kurve	94
6.2.7	Beschleunigen auf gerader Strecke	97
6.2.8	Beschleunigen in der Kurve	99
6.3	Gegenüberstellung der Karosserieersatzsteifigkeiten	103
6.4	Fahrmanöverunabhängige Karosserieersatzsteifigkeiten	105
6.5	Festlegung von Hilfszielwerten für die Karosserie	105
6.6	Erweiterung des Fahrzeugentstehungsprozesses	106
7	Reduziertes Berechnungsmodell	107
7.1	Übersicht	107
7.2	Reduziertes Fahrzeugmodell	107
7.3	Ersatzlastfälle für das reduzierte Fahrzeugmodell	108
7.4	Bewegungsgleichungen des reduzierten Fahrzeugmodells	110
7.4.1	Lineares Gleichungssystem des reduzierten Fahrzeugmodells	110

7.4.2	Quasistatischer Lösungsansatz mittels Inertia Relief	110
7.4.3	Lösung des linearen statischen Gleichungssystems	110
7.5	Ausgangs- und Bewertungsgrößen der Ersatzlastfälle	110
7.6	Vergleich von Ersatzlastfällen und Fahrmanöversimulation	111
7.7	Erweiterung des Fahrzeugentstehungsprozesses	113
8	Anwendungsbeispiele	114
8.1	Übersicht	114
8.2	Strukturmodifikationen im Vorderwagen	114
8.2.1	Karosserievarianten	114
8.2.2	Ausgangsgrößen	115
8.2.3	Bewertung	118
8.3	Strukturmodifikationen im Hinterwagen	121
8.3.1	Karosserievarianten	121
8.3.2	Ausgangsgrößen	122
8.3.3	Bewertung	122
9	Zusammenfassung	129
9.1	Gesamtbewertung des reduzierten Berechnungsmodells	129
9.2	Einsatz des Berechnungsprozesses in zukünftigen Fahrzeugprojekten	129
9.3	Weitere Anwendungsgebiete des Berechnungsprozesses	129
9.4	Weiterführende Entwicklungen	130
	Literaturverzeichnis	131