

Vorwort und Danksagung	III
Kurzfassung und Abstract	VII
Nomenklatur	XVII
Abkürzungsverzeichnis	XIX
Formelzeichenverzeichnis	XX
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Stand der Forschung</b>	<b>7</b>
2.1. Auslegungsmethodiken für Lenksysteme	9
2.2. Objektive Beschreibung des Lenkgefühls	11
2.3. Gesamtfahrzeugmodellierung	13
2.3.1. Lenksystem	15
2.3.2. Reifen	20
2.3.3. Fahrwerk	26
2.4. Sensitivitätsanalyse	31
2.5. Zusammenfassung	35
<b>3. Methodik zur Objektivierung des Lenkgefühls</b>	<b>37</b>
3.1. Kennwertermittlung und -validierung	39
3.2. Nachweis von Unabhängigkeit und Robustheit der Kennwerte	44
3.3. Zusammenfassung	47
<b>4. Simulation der objektiven Lenkgefühl-Kennwerte</b>	<b>49</b>
4.1. Lenksystemmodellierung	52
4.1.1. Lenksystemanregung durch den Fahrer	52
4.1.2. Lenksystemanregung durch Fahrbahn/Fahrzeug	57
4.2. Reifenmodellierung	63
4.2.1. Fahrzeugstillstand	63
4.2.2. Niedrige Fahrgeschwindigkeiten (bis 50 km/h)	68
4.2.3. Höhere Fahrgeschwindigkeiten (ab 50 km/h)	76
4.2.4. Fahrbahnanregung	82
4.3. Fahrwerkmodellierung	88
4.3.1. Fahrwerkkräfte bei quasistatischem Lenken	89
4.3.2. Fahrwerkkräfte bei dynamischer Fahrwerkanregung	92
4.4. Validierung des Gesamtfahrzeugmodells	96
4.5. Zusammenfassung	98
<b>5. Sensitivitätsanalyse der Modellparametereinflüsse auf die objektiven Lenkgefühl-Kennwerte</b>	<b>101</b>
5.1. Ermittlung der Parametergrenzen	103
5.1.1. Fahrwerk	103
5.1.2. Reifen	105
5.1.3. Dämpfer	106
5.1.4. Lenksystem	106
5.2. Durchführung der Sensitivitätsanalyse	107
5.2.1. Elementareffektmethode	108
5.2.2. Varianzbasierte Methode	112
5.2.3. Elementareffektmethode für zwei zusätzliche Fahrzeuge	115
5.3. Zusammenfassung	117

<b>6. Wirkkettenanalyse der objektiven Lenkgefühl-Kennwerte auf Basis der Sensitivitätsanalyse</b>	<b>119</b>
6.1. Auslenken von der Mitte	122
6.1.1. Parkierbereich	122
6.1.2. Normalfahrbereich	127
6.1.3. Grenzbereich	132
6.1.4. Mittenbereich	135
6.2. Zurücklenken in die Mitte	139
6.3. Lenkradloslassen	145
6.4. Schwingungsverhalten	149
6.5. Zusammenfassung	150
<b>7. Auslegungsmethodik für Lenksysteme in der Konzeptphase</b>	<b>151</b>
7.1. Auslegungsphase 1 - Effektive Achscharakteristika	154
7.2. Auslegungsphase 2 - Subsystemeigenschaften	161
7.3. Auslegungsphase 3 - Nichtlineare Gesamtfahrzeugeigenschaften	165
7.4. Zusammenfassung	168
<b>8. Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>171</b>
Literaturverzeichnis	XXVII
Abbildungsverzeichnis	XLVII
Tabellenverzeichnis	LIII

<b>Anhang</b>	<b>LV</b>
A.1. Definition der Fahrmanöver und zugehörige Lenkgefühl-Kennwerte	LVII
A.1.1. Parkierbereich	LVII
A.1.2. Mittenbereich	LIX
A.1.3. Normalfahrbereich quasi-stationär	LXI
A.1.4. Normalfahrbereich dynamisch	LXII
A.1.5. Grenzbereich	LXIII
A.1.6. Fahrbahnanregungsbereich	LXIV
A.1.7. Überblick Lenkgefühl-Kennwerte	LXV
A.2. Detailinformationen zur Lenksystemmodellierung	LXVII
A.2.1. Max. Leistungskennlinie des Unterstützungsmotors	LXVII
A.2.2. Parameter des Fahrermodells für Lenkradschwingungen	LXVII
A.3. Detailinformationen zur Reifenmodellierung	LXIX
A.3.1. Berechnung relevanter Reifensteifigkeiten	LXIX
A.3.2. Reifenmessungen zum Bohrmoment bei rollendem Reifen	LXX
A.3.3. Validierung der MFT-Modellerweiterung hinsichtlich des Bohrmoments	LXX
A.3.4. Gleichungen zum Reifenumschließungsverhalten	LXXIII
A.3.5. Gleichungen zum Reifenschwungsverhalten	LXXV
A.3.6. Geschwindigkeitsabhängigkeit des quasistatischen Kraftverlaufs bei einer Schlagleiste	LXXVI
A.4. Detailinformationen zur Fahrwerkmodellierung	LXXVII
A.4.1. Transformationsmatrix Reifen- zu Aufbaukoordinatensystem	LXXVII
A.4.2. Beeinflussung der Fahrwerkreibung durch Reifenvertikalkraftschwankungen	LXXVII
A.4.3. Fahrdynamik-Wankmodell	LXXVIII
A.5. Detailinformationen zur Sensitivitätsanalyse	LXXIX
A.5.1. Verwendete Variationsparameter inkl. Parametergrenzen	LXXIX
A.5.2. Sensitivitäten von Lenkradwinkelgradient und Lenkradmomentebedarf bei weiteren Geschwindigkeiten	LXXXII
A.5.3. Sensitivitäten zusätzlich definierter Kennwerte und min./max. Trajektorie	LXXXVI
A.6. Beispielhafter Auslegungsprozess	LXXXVIII