

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	X
Tabellenverzeichnis.....	XV
Formelzeichen und Abkürzungen	XVI
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation.....	1
1.2 Zielsetzung.....	1
2 Grundlagen und Stand der Technik	2
2.1 Schwingungssystem Gesamtfahrzeug.....	2
2.2 Bremsinduzierte Schwingungen.....	4
2.2.1 Aufbau einer Scheibenbremsanlage	4
2.2.2 Physikalische Betrachtung des Bremsvorgangs	9
2.2.3 Definition und Entstehung von Bremsenrubbeln	11
2.3 Rad-Reifen induzierte Schwingungen.....	19
2.3.1 Radialkraftschwankung	19
2.3.2 Höhengschlag.....	19
2.3.3 Flatspot.....	20
2.3.4 Radunwucht.....	20
2.4 Übertragungssystem Achse.....	22
2.4.1 Aufbau der Fünflenker Vorderachse des Audi A4 (B8)	23
2.4.2 Phasenlage der Anregung.....	25
2.5 Reduzierung der Anregung.....	26
2.5.1 Kompensation der Rad-Reifenungleichförmigkeit	26
2.5.2 Reduzierung der Bremsmomentenschwankungen.....	27
2.6 Verbesserung des Übertragungsverhaltens.....	29
2.6.1 Elastomerlager	29
2.6.2 Lenkungssystem.....	30
2.6.3 Achskinematik	30
2.6.4 Prüfstandkonzepte.....	32
2.7 Schlussfolgerungen aus dem Stand der Technik.....	32

3 Untersuchungsmethodik – Fahrversuch	34
3.1 Versuchsfahrzeug	34
3.2 Messaufbau	35
3.3 Definition der Prüfumgebung und Fahrmanöver	37
3.3.1 Bremsenrubbeln	37
3.3.2 Radunwucht	38
3.4 Signalanalyse	40
4 Objektives Bewertungsverfahren für Bremsenrubbeln	47
4.1 Subjektive Bewertung	47
4.2 Objektive Bewertungsmethode	48
4.2.1 Schwingungsbewertung nach der VDI-Richtlinie 2057	49
4.2.2 Generierung des Bewertungsmodells	50
5 Aufbau und Validierung des Simulationsmodells	55
5.1 Grundlagen der Mehrkörpersimulation	55
5.2 Modellaufbau	57
5.2.1 Achsen	58
5.2.2 Lenkung	59
5.2.3 Bremssystem	59
5.2.4 Reifen	59
5.2.5 Simulationsmanöver	61
5.3 Validierung der Simulation	62
5.3.1 Bremsenrubbeln	63
5.3.2 Radunwucht	65
6 Optimierung der Vorderachskinematik	67
6.1 Grundlagen der Numerischen Optimierung	67
6.1.1 Definition des Optimierungsproblems	67
6.1.2 Lokales und globales Minimum	69
6.1.3 Optimalitätskriterien	70
6.1.4 Nichtlineare Optimierungsalgorithmen	72
6.2 Aufbau der Optimierungsumgebung	74
6.3 Ergebnis der Schwingungsoptimierung	77
6.3.1 Achskinematikoptimierung	78
6.3.2 Elastomerlageroptimierung	81
6.3.3 Physikalische Deutung des Optimierungsergebnisses	83
6.4 Validierung des Optimierungsergebnisses im Fahrversuch	89

6.4.1	Aufbau des Versuchsträgers	89
6.4.2	Darstellung des Optimierungsergebnisses im Fahrversuch	91
6.4.3	Deutung der Unterschiede in Simulation und Fahrversuch	93
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	96
	Literaturverzeichnis.....	98
	Anhang	106
A)	Definition der verwendeten kinematischen Kenngrößen.....	106
B)	Einfluss konstruktiver Parameter an der Radbremse auf die BTV.....	109
C)	Fahrzeugmesstechnik	110
D)	Schwingungsanalyse	112
E)	Objektives Bewertungsverfahren – Fahrversuchsauswertung.....	113
F)	Validierung der Simulation	114
G)	Optimierung der Vorderachskinematik.....	116