

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Kurzfassung	VII
Abstract	IX
Inhaltsverzeichnis	XI
Abbildungsverzeichnis	XV
Tabellenverzeichnis	XIX
Abkürzungsverzeichnis	XXI
Symbolverzeichnis	XXIII
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	5
2 Stand der Forschung	7
2.1 Kraftübertragung am Reifen	7
2.1.1 Aufbau von Luftreifen	7
2.1.2 Theorie der Gummireibung	9
2.1.3 Kraftschlussverhalten zwischen Reifen und Fahrbahnoberfläche	12
2.1.4 Einflussgrößen auf das Kraftschlussverhalten	18
2.2 Einfluss des Reifenfülldrucks auf Reifencharakteristiken	25
2.2.1 Einfluss des Reifenfülldrucks auf das Kraftschlussverhalten	25
2.2.2 Einfluss des Reifenfülldrucks auf den Bremsweg	30
2.2.3 Einfluss des Reifenfülldrucks auf den Rollwiderstand	31
2.2.4 Einfluss des Reifenfülldrucks auf den Fahrkomfort	34
2.2.5 Einfluss des Reifenfülldrucks bei nachgiebigen Fahrbahnen	34
2.3 Charakterisierung von Reifeneigenschaften	35
2.4 Reifenmodelle	38
2.4.1 Klassifizierung der Reifenmodelle	38
2.4.2 Das <i>Magic Formula</i> Reifenmodell	44
2.4.3 Das <i>HSRI</i> Reifenmodell	48
2.4.4 Das <i>Deur</i> Reifenmodell	49
2.4.5 Transientes Reifenkraftverhalten	50
2.5 Reifenfülldruckregelanlagen (RDRA)	55
2.5.1 Entwicklungshistorie von Reifenfülldruckregelanlagen	55
2.5.2 Technische Umsetzungen von Reifenfülldruckregelanlagen	57
2.5.3 Konzepte neuartiger Reifenfülldruckregelungen	59
2.6 Forschungsbedarf	65

3 Abschätzung des Bremswegverkürzungspotenzials durch eine Reifenfülldruckadaption	69
3.1 Versuchsfahrzeuge, Messwerterfassung und Versuchsdurchführung	69
3.2 Diskussion der Messergebnisse	72
3.3 Fazit	82
4 Messeinrichtungen, -methode und -programm zur Charakterisierung von Reifeneigenschaften	83
4.1 Reifenmessanhänger (RMA)	83
4.1.1 Konstruktive Entwicklung des Reifenmessanhängers	83
4.1.2 Mess- und Regeltechnik des Reifenmessanhängers	85
4.1.3 Inbetriebnahme des Reifenmessanhängers	87
4.2 Corner-Modul-Prüfstand (CMP)	88
4.2.1 Konstruktive Entwicklung des Corner-Modul-Prüfstands	88
4.2.2 Mess- und Regeltechnik des Corner-Modul-Prüfstand	90
4.2.3 Inbetriebnahme des Corner-Modul-Prüfstands	92
4.3 Prüfablauf von Umfangskraft-Schlupf-Kennlinien-Untersuchungen	92
4.4 Automatisierte Auswertung der Messergebnisse	96
4.5 Charakteristische Eigenschaften und Vergleich der Messeinrichtungen	100
4.6 Messprogramm	108
4.7 Fazit	110
5 Diskussion der Messergebnisse	113
5.1 Reifenmessanhänger auf trockener Asphalt-Fahrbahn	113
5.2 Reifenmessanhänger auf nasser Niedrigreiwertfahrbahn	118
5.3 Corner-Modul-Prüfstand auf gekrümmter Laborfahrbahn	122
5.4 Vergleich der Messungen auf unterschiedlichen Fahrbahnoberflächen	126
5.5 Umrechnungsvorschrift zur Berücksichtigung des Krümmungseinflusses	132
5.5.1 Bekannte Umrechnungsvorschriften	132
5.5.2 Entwicklung einer eigenen Umrechnungsvorschrift	135
5.5.3 Diskussion der allgemeingültigen Anwendbarkeit	142
5.6 Diskussion des Fahrbahntextureinflusses auf das Kraftschlussverhalten	144
5.7 Fazit	151
6 Erweiterung von Reifenmodellen für große Reifenfülldruckvariationen	153
6.1 Parametrisierung von Reifenmodellen	153
6.2 Erweiterung des <i>MF</i> Reifenmodells für große Reifenfülldruckvariationen	156
6.2.1 Modellierung des quasistationären Reifenmodells	156
6.2.2 Modellierung des dynamischen Radhalbmessers	163
6.2.3 Modellierung des transienten Reifenverhaltens	165
6.3 Erweiterung des <i>HSRI</i> Reifenmodells für große Reifenfülldruckvariationen	167
6.4 Erweiterung des <i>Deur</i> Reifenmodells für große Reifenfülldruckvariationen	172
6.5 Vergleich der Reifenmodelle	177
6.6 Fazit	180
7 Gesamtfahrzeug-Co-Simulation zur Potenzialbewertung einer hochdynamischen RDRA	183
7.1 Aufbau des Gesamtfahrzeug-Co-Simulationsmodells	183
7.1.1 Komponentenmodell des Bremssystems	185
7.1.2 ABS-Regelalgorithmus	186
7.1.3 Reifenmodell	189

7.1.4	Modell der Reifenfülldruckregelung (RDR)	190
7.1.5	Fahrmanöver	191
7.2	Diskussion der Simulationsergebnisse	191
7.2.1	Sensitivitätsanalyse bremswegrelevanter Einflussgrößen	191
7.2.2	Bremswegsimulationen mit reifenfülldruckabhängigen Reifenmodellen	194
7.3	Fazit	202
8	Entwicklung einer hochdynamischen Reifenfülldruckregelanlage	205
8.1	Auslegung einer Reifenfülldruckregelanlage	205
8.1.1	Modellierung einer Reifenfülldruckregelanlage	205
8.1.2	Analyse der Parametervariation	209
8.2	Aufbau des Demonstrators	212
8.2.1	Auswahl der Pneumatik-Komponenten	212
8.2.2	Validierung des RDRA-Simulationsmodells	214
8.3	Entwicklung einer Regelstrategie zur hochdynamischen Fülldruckanpassung	217
8.3.1	Regelalgorithmus zur automatischen Reifeninnendruckadaption . . .	217
8.3.2	Entwicklung einer Ventilregelung	219
8.4	Fazit	220
9	Experimentelle Bremsweguntersuchungen zur Potenzialbewertung einer hoch-	223
	dyn. RDRA	
9.1	Versuchsfahrzeug, Messwerterfassung und Versuchsdurchführung	223
9.2	Bremswegversuche auf trockener Asphalt-Fahrbahn	224
9.3	Bremswegversuche auf nasser Niedrigreibwertfahrbahn	228
9.4	Analyse des zeitlichen Radkraftverlaufs während der Reifenfülldruckregelung	232
9.5	Vergleich der Simulations- und Fahrversuchsergebnisse	234
9.6	Fazit	241
10	Zusammenfassung und Ausblick	245
10.1	Zusammenfassung	245
10.2	Ausblick	247
	Literaturverzeichnis	A-1
A	Anhang	A-37
A.1	Auslegung des elektro-servohydraulischen Bremssystems für den RMA . . .	A-37
A.2	Spezifikation der Versuchsfahrzeuge	A-40
A.3	Am RMA verwendete Komponenten des Bremssystems	A-41
A.4	Am Reifenmessanhänger verwendete Messtechnik	A-42
A.5	Am Corner-Modul-Prüfstand verwendete Messtechnik	A-43
A.6	Architektur des Mess- und Regelsystems des Reifenmessanhängers	A-44
A.7	Rad-Koordinatensysteme	A-46
A.8	Messprogramm	A-48
A.9	Einfluss des Versatzes zwischen Messrad und Laufrolle auf μ_x	A-50
A.10	Vergleich der parametrisierten <i>Magic Formula</i> Modelle	A-52
A.11	Auf verschiedenen Fahrbahnkrümmungen ermittelte Reifencharakteristiken .	A-53
A.12	Ermittelte Flächenpressungsverteilungen im Reifenlatsch	A-58
A.13	Mit dem Versuchsfahrzeug ermittelte Umfangskraftbeiwert-Schlupf-Verläufe	A-60