

Berichte aus dem
Fachgebiet Fahrzeugtechnik
der TH Darmstadt
(Leiter: Prof. Dr.-Ing. B. Breuer VDI)



Dipl.-Ing. Jörg Stöcker, Stuttgart

Untersuchung lokaler Vorgänge in Pkw-Reifen mittels integrierter Sensorik

Fortschritt-Berichte VDI
Reihe **12**: Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. **343**

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1	Problematik und Aufgabenstellung.....	1
1.2	Stand der Forschung	2
1.2.1	Grundlagen der Gummireibung	2
	Kraftschluß	3
	Gummeigenschaften.....	3
	Gummireibung	6
1.2.2	Kraftübertragungsmechanismen an abrollenden Pkw-Reifen.....	8
	Globale Vorgänge.....	8
	Lokale Vorgänge.....	9
1.2.3	Meßtechnik im Reifen.....	13
1.3	Systematik.....	14
2	VERSUCHSTECHNISCHE VORAUSSETZUNGEN.....	16
2.1	Reifenlinearprüfstand LINUS	16
2.2	Versuchsträger ASTRA.....	20
2.3	Daten- und Energieübertragung	21
3	SENSORREIFEN.....	23
3.1	Reifensensor 2. Generation	23
3.1.1	Aufbau und Funktionsweise.....	23
3.1.2	Berechnung und Optimierung.....	25
	Berechnung des Magnetfeldes nach Biot-Savart.....	25
	Berechnung des Magnetfeldes durch Approximation	26
	Simulation der Gesamtanordnung mit dem Approximationsansatz	27
	Optimierung.....	29
3.1.3	Applikation	30
3.2	Reifensensor 3. Generation	31
3.2.1	Aufbau und Funktionsweise.....	32
3.2.2	Berechnung.....	34
3.2.3	Applikation	35
3.3	Profilelementverformung	37
3.3.1	Simulation.....	37
	Kinematisch bedingtes Übersprechen	39
	Verkipfung des Magneten	40
	Einfluß der Sensorapplikation.....	41
3.3.2	Validierung der Simulationsergebnisse.....	42
3.4	Kalibrierung.....	44
3.4.1	Anordnung der Meßstellen.....	45
3.4.2	Statische Kalibrierung.....	46

3.4.3	Dynamische Kalibrierung.....	48
4	LOKALE PHYSIKALISCHE PHÄNOMENE.....	51
4.1	Standardbedingungen.....	51
4.2	Gürtelasymmetrie.....	52
4.3	Der abrollende Reifen.....	55
4.4	Vergleich der Sensorgenerationen.....	56
4.5	Einfluß der Betriebsparameter.....	58
4.5.1	Umfangskraft.....	59
4.5.2	Radlast.....	62
4.5.3	Reifeninnendruck.....	65
4.5.4	Schräglauf.....	68
4.5.5	Sturz.....	72
4.5.6	Blocklänge.....	75
4.5.7	Reproduzierbarkeit.....	78
4.5.8	Inhomogene Kraftschlußverhältnisse.....	78
4.6	Kraftübertragungsmechanismen.....	81
4.7	Fahrzeugtechnische Kenngrößen.....	83
5	GRENZEN UND POTENTIALE DES SENSORREIFENS.....	86
5.1	Grenzen.....	86
5.1.1	Meßgenauigkeit.....	86
5.1.2	Zuverlässigkeit.....	87
5.2	Potentiale.....	88
5.2.1	Reifenforschung.....	88
5.2.2	Fahrzeugsysteme.....	88
	Berechnung lokaler Kräfte.....	89
	Anzahl und Anordnung der Sensoren.....	89
	Integration.....	90
	Oberflächenwellensensor.....	91
	Fazit.....	93
6	ABSCHLIEßENDE BETRACHTUNGEN UND AUSBLICK.....	94
	Modellbildung.....	95
	Einsatz unter dynamischen Bedingungen.....	95
	Miniaturisierung und Untersuchung neuer Sensorprinzipien.....	96
	Auswertelgorithmen.....	96
	Integration des Gesamtsystems.....	97
7	ZUSAMMENFASSUNG.....	98
8	LITERATURVERZEICHNIS.....	99
	Studien- und Diplomarbeiten zum Thema.....	105
	Eigene Veröffentlichungen zum Thema.....	107
	Patente.....	108

9	ANHANG.....	109
9.1	Variation der Betriebsparameter Meßstelle 1.....	110
9.1.1	Umfangskraft	110
9.1.2	Reifeninnendruck.....	111
9.1.3	Radlast	112
9.1.4	Schräglauf.....	113
9.1.5	Sturz.....	114
9.2	Variation der Betriebsparameter Meßstelle 2.....	115
9.2.1	Umfangskraft	115
9.2.2	Reifeninnendruck.....	116
9.2.3	Radlast	117
9.2.4	Schräglauf.....	118
9.2.5	Sturz.....	119
9.3	Variation der Betriebsparameter Meßstelle 3.....	120
9.3.1	Umfangskraft	120
9.3.2	Reifeninnendruck.....	121
9.3.3	Radlast	122
9.3.4	Schräglauf.....	123
9.3.5	Sturz.....	124
9.4	Variation der Betriebsparameter Meßstelle 4.....	125
9.4.1	Umfangskraft	125
9.4.2	Reifeninnendruck.....	126
9.4.3	Radlast	127
9.4.4	Schräglauf.....	128
9.4.5	Sturz.....	129
9.5	Variation der Betriebsparameter Meßstelle 5.....	130
9.5.1	Umfangskraft	130
9.5.2	Reifeninnendruck.....	131
9.5.3	Radlast	132
9.5.4	Schräglauf.....	133
9.5.5	Sturz.....	134