

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



Dipl.-Ing. Thomas Bachmann, Darmstadt

Literaturrecherche zum Reibwert zwischen Reifen und Fahrbahn

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

Nr. **286**

Inhalt:

1 Einleitung	1
2 Themenstellung	3
2.1 Begriffe	3
2.2 Parameter und Effekte der Reibung	3
2.3 Einteilung der Parameter	4
2.4 Übersicht über die relevanten Parameter	5
2.5 Zusammenwirken der Parameter	5
3 Grundlagen der Reibungsphysik	8
3.1 Der Reibwert	8
3.2 Historischer Überblick über die Reibwertforschung	9
3.3 Gummireibung	11
3.3.1 Gegenüberstellung Coulomb'sche Reibung - Gummireibung	11
3.3.2 Grundlagen der Gummireibung	13
3.3.3 Viskoelastisches Verhalten	13
3.3.4 Komponenten der Gummireibung	16
3.3.4.1 Adhäsionskomponente	19
3.3.4.2 Hysteresekomponente	22
3.3.4.3 Überlagerung der Reibkraftkomponenten	24
3.4 Übergang von der Gummireibung zur Reifenreibung	26
3.4.1 Betriebszustände des Reifens	27
3.4.1.1 Rollen	27
3.4.1.2 Schlupf	28
3.4.1.3 Gleiten	33
3.4.2 Umfangs- und Seitenkräfte	33
4 Bedeutung des Reifens	35
4.1 Allgemeines	35
4.2 Bauart	36
4.2.1 Konstruktion des Unterbaus	36
4.2.2 Gummimischung	38
4.2.2.1 Druckabhängigkeit	40
4.2.2.2 Temperatur- und Geschwindigkeitsabhängigkeit	40
4.2.3 Lauffläche	45
4.2.3.1 Profilgestaltung	47
4.2.3.2 Laufflächenkrümmung	66
4.2.4 Querschnittsverhältnis	68
4.2.5 Reifenbreite	69
4.3 Reifeninnendruck	69

5 Physikalische Bedeutung der Fahrbahn	73
5.1 Die Fahrbahnoberfläche	74
5.1.1 Aufbau einer Fahrbahnoberfläche	74
5.1.2 Baustoffe	74
5.1.3 Bauweisen	74
5.1.4 Veränderungen durch Verkehr und Witterung	79
5.2 Textur - Grundlagen	79
5.3 Erfassung der Oberflächenrauheit	82
5.3.1 Signaltypen	83
5.3.2 Beschreibungsgrößen der Oberflächenmeßtechnik	83
5.3.3 Fourier Analyse	84
5.3.4 Diskrete Fouriertransformation	85
5.3.5 Energie- und Leistungsdichte	86
5.4 Mikro / Makrotextur	87
5.4.1 Die Arbeit Schulzes	87
5.4.2 Die Arbeit Rados	91
5.4.3 Weitere wichtige Arbeiten	93
6 Parametrierung der Oberflächennässe	100
6.1 Allgemeines	100
6.2 Trockene Reibung	101
6.3 Nässe	101
6.3.1 Definition der Nässe auf Fahrbahnen	101
6.3.2 Beschreibung der Fahrbahn bei Nässe	102
6.3.3 Wasserfilmdicke	105
6.3.3.1 Größenordnungen der Wasserfilme auf Fahrbahnen	106
6.3.3.2 Einfluß der Wasserfilmdicke auf den Reibwert	108
6.3.4 Modellbildung zu Wasserfilmen	114
6.3.5 Modellvorstellungen zum Einfluß von dünnen Wasserfilmen	117
6.3.5.1 Quetschfilmmodell: rollendes Rad	117
6.3.5.2 Das Modell von Yandell und Taneerananon	119
6.3.5.3 Das Modell von Golden	124
6.3.5.4 Gleitfilmmodell: blockiertes Rad	125
6.3.6 Modellvorstellungen zum Einfluß von dicken Wasserfilmen	125
6.3.6.1 Staudruckmodell	125
6.3.6.2 Das Modell von Horne und Bühlmann	126
7 Einfluß des Fahrzeugs	128
7.1 Geschwindigkeit	128
7.1.1 Trockene Fahrbahn	128
7.1.2 Nasse Fahrbahn	130
7.1.3 Vereiste Fahrbahn	133

7.2 Radlast	135
7.3 Betriebspunkt des Rades.....	138
7.4 Radstellung	139
7.5 Einfluß verschiedener Betriebsbedingungen auf den Reibwert.....	139
8 Messung des Reibwertes	148
8.1 Einleitung.....	148
8.2 Grundlagen	150
8.3 Methoden der Reibungsmessung.....	152
8.4 Meßverfahren.....	154
8.4.1 Einteilung der Meßverfahren.....	154
8.4.2 Beschreibung der Meßverfahren	155
8.5 Reibwertmeßeinrichtungen.....	157
8.5.1 Meßsysteme mit konstantem Bremsschlupf.....	157
8.5.1.1 Stuttgarter Reibungsmesser	157
8.5.1.2 Griptester	158
8.5.1.3 Remorque-LPC	159
8.5.1.4 Skiddometer.....	160
8.5.1.5 Safegate Friction Tester	162
8.5.1.6 ASTM Trailer E-274.....	163
8.5.1.7 Komatsu Skid Tester.....	164
8.5.2 Meßsysteme mit schräggestelltem Meßrad	166
8.5.2.1 SCRIM.....	166
8.5.2.2 Stradograph.....	167
8.5.2.3 Mu-Meter	168
8.5.3 Meßsysteme mit variablen Parametern	169
8.5.3.1 OSCAR.....	169
8.5.3.2 Universeller Reibungsmesser II.....	170
8.5.3.3 Delft Tyre Test Trailer	172
8.5.4 Eigene Meßfahrzeuge des Fachgebiets Fahrzeugtechnik.....	172
8.5.5 Vergleich der Meßverfahren	173
8.5.6 Korrelation der Meßverfahren.....	173
9 Literatur.....	176
10 Veröffentlichungen des Fachgebiets Fahrzeugtechnik zum Thema (<i>in chronologischer Reihenfolge</i>).....	211