

Manfred Mitschke

Dynamik der Kraftfahrzeuge

Zweite, völlig neubearbeitete Auflage

Band C: Fahrverhalten

Mit 182 Abbildungen

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo Hong Kong 1990

Inhaltsverzeichnis

Zusammenstellung häufig vorkommender Formelzeichen	XIII
1 Einführung	1
2 Gliederung des Bandes C	4
I Lineares Einspurmodell, objektive Kenngrößen, Subjektivurteile	5
3 Bewegungsgleichungen eines zweiachsigen Kraftfahrzeugs	5
3.1 Krümmungsmittelpunkt und Momentanpol	7
4 Reifeneigenschaften	8
4.1 Seitenkraft, Rückstellmoment, Schräglaufwinkel	8
4.2 Zum Verständnis der Schräglauftypen	12
4.3 Seitenkraftbeiwert, Reifennachlauf	15
5 Lenkungseigenschaften	16
6 Aerodynamische Kennwerte bei Seitenwind	18
7 Differentialgleichungen des linearen Einspurmodells	21
7.1 Spezialfall: Fahrt mit konstanter Fahrgeschwindigkeit	24
7.2 Berücksichtigung der Reifennachläufe	25
I.A Kreisfahrt bei konstanter Fahrgeschwindigkeit	25
8 Zentripetalbeschleunigung	25
8.1 Maximalwerte (einfache Betrachtung)	26
8.2 Werte aus der Linienführung von Straßen	29
8.3 Zentripetalbeschleunigung bei normaler Kurvenfahrt	30
8.4 Grenze für die lineare Betrachtung	30
9 Abhängigkeiten von der Zentripetalbeschleunigung, Kreisfahrtwerte . .	31
9.1 Lenkradeinschlag	34
9.2 Vorderradeinschlag, Schräglaufwinkel	36
9.3 Schwimmwinkel	38
9.4 Stellung des Kraftfahrzeugs im Kreis	38
9.5 Moment am Lenkrad	38
9.6 Kreisfahrtwerte	38

10	Kenngrößen, subjektive Aussagen	39
10.1	Unter-/Übersteuern	40
10.2	Schwimmwinkel, Lenkwinkel-Schwimmwinkel-Gradient	44
10.3	Moment am Lenkrad	47
11	Einfluß von Fahrzeugdaten auf das Kreisfahrtverhalten	48
11.1	Grundmodell für die Rechnungen	48
11.2	Einfluß des Seitenkraftbeiwerts, Bedeutung des Schwimmwinkels	49
11.3	Einfluß von Lenkungsdaten	52
11.4	Einfluß der Schwerpunktslage	52
11.5	Einfluß der Beladung	54
I.B	Dynamisches Verhalten	54
12	Stabilität, Eigenfrequenz, Dämpfung	54
12.1	Stabilität und Unter-/Übersteuern	56
12.2	Eigenfrequenz, Dämpfungsmaß	56
12.3	Berücksichtigung der seitlichen Eigenanströmung	59
13	Lenkverhalten, Lenkwinkelrampe	60
13.1	Laplace-Transformation und Übertragungsfunktion	61
13.2	Sprungantwort	62
13.3	Lenkwinkelrampe, Peak-Response-Time, Kreisfahrtwert (Verstärkungsfaktor)	68
13.4	Diskussion der Zeitfunktionen, Einfluß von Fahrzeugdaten	71
13.5	Zusammenhang von Beurteilungs- und Fahrzeuggrößen	74
13.6	Einfluß von Lenkwinkelrampe und Fahrgeschwindigkeit	77
14	Lenkverhalten, Frequenzgänge	78
14.1	Erläuterungen zu den Frequenzgängen	80
14.2	Beurteilung des Frequenzgangs	82
14.3	Einfluß von Fahrzeugdaten	83
15	Fahrt auf vorgegebener Bahnkurve, „idealer“ Fahrer, Klotoide	86
15.1	Stabilität bei vorgegebener Bahnkurve	88
15.2	Klotoide	90
15.3	Lenkradeinschlag	91
16	Seitenwindverhalten	92
16.1	Konstanter Seitenwind	92
16.2	Dynamisches Verhalten, Übertragungs-, Vergrößerungsfunktionen .	95
16.3	Übergangsverhalten, Einfluß von Fahrzeugdaten	98
16.4	Frequenzgang	103
16.5	Stochastischer Seitenwind	108
17	Zusammenfassung von Kapitel I	110
II	Fahrer — Kraftfahrzeug — Straße, Bewertungskriterien	112
18	Zwei-Ebenen-Modell	113
19	Antizipatorische Steuerung	114

20 Regelung	117
20.1 Stabilitätsbetrachtung	118
20.2 Fahrer-Übertragungsfunktion	120
20.3 Informationsaufnahme des Fahrers	123
21 Geradeausfahrt bei Seitenwind	125
22 Anpassung von Fahrer und Fahrzeug	131
23 Fahrer als adaptiver Regler	133
24 Zusammenfassung von Kapitel II	134
III Kurvengrenzbeschleunigung, Einfluß von Umfangskraft	135
25 Bewegungsgleichungen	135
III. A Kreisfahrt mit konstanter Fahrgeschwindigkeit	137
26 Kurvenwiderstand	137
27 Einfluß der Umfangskraft auf die Reifenkennlinien	139
28 Fahrverhalten auf trockener Straße, Vorder-, Hinter-, Allradantrieb	141
28.1 Fahrgrenze durch Kraftschluß	142
28.2 Lenkradeinschlag, Unter-/Übersteuern	144
28.3 Lenkradmoment	148
28.4 Schwimmwinkel	150
28.5 Einfluß von Schwerpunktlage und Antriebsart	151
29 Fahrverhalten auf vereister Fahrbahn	152
30 Fahrt auf nasser Straße	154
31 Fahrgrenze durch Antriebsleistung	155
III. B Quasilineare Betrachtung	156
32 Näherung für die Reifenkennlinien	157
33 Unter-/Übersteuern	158
34 Stabilität	159
35 Stabilitätsgrenzen für Fahrzeuge mit verschiedenen Antrieben	160
III. C Instationäre Fahrt, Lenkwinkelrampe	161
36 Konstante Fahrgeschwindigkeit auf trockener Straße	162
37 Konstante Umfangskraft auf trockener Straße	164
38 Fahrt auf vereister Fahrbahn	168
39 Zusammenfassung von Kapitel III	169

IV Zweispurmodell, Vierradfahrzeug	171
IV. A Kreisfahrt mit konstanter Fahrgeschwindigkeit	171
40 Einfluß von Radlaständerung, Schwerpunktshöhe und Spurweite	172
40.1 Maximale Zentripetalbeschleunigung	175
40.2 Veränderung von Schwimmwinkel, Untersteuern, Lenkradmoment .	176
40.3 Unterschiedliche Radlaständerung an Vorder- und Hinterachsen .	178
40.4 Kippgrenze	179
41 Auftrieb	180
42 Momentanzentrum, Momentanachse	183
43 Berechnung der vertikalen Radlasten und der Fahrzeugquerneigung (am Beispiel der Starrachse)	184
44 Unterschiedliche Wankfederhärten an Vorder- und Hinterachse, Stabilisator	187
45 Verschiedene Radaufhängungen	189
46 Kinematik und Elasto-Kinematik der Radaufhängungen	194
47 Lenkung	200
47.1 Geometrische Beziehungen	200
47.2 Lenkmoment bei schneller Kurvenfahrt	202
47.3 Lenkmoment bei langsamer Kurvenfahrt, Ackermann-Lenkung, Rückstellverhalten	203
47.4 Lenkmoment im Stand	204
48 Einfluß von Vorspur und Umfangskraftlenken	206
49 Einfluß von Wank- und Seitenkraftlenken	208
50 Einfluß des Sturzes	210
50.1 Reifenkennlinien	210
50.2 Einfluß auf das Fahrverhalten	212
51 Einfluß des Wankens	214
51.1 Größe des Wankwinkels (der Fahrzeugquerneigung)	214
51.2 Auswirkungen auf Fahrzeugschwingungen und Reifenverschleiß .	215
51.3 Maximale Querbeschleunigung	216
IV. B Instationäre Fahrt	217
52 Fahrzeugsystem	218
52.1 Koordinatensysteme	218
52.2 Programmaufbau	219
53 Reifenkennlinien	222
53.1 Reifenmodell	222
53.2 Einlaufverhalten des Reifens	224

54	Zwei Beispiele für Fahrt bei hohen Querbeschleunigungen	225
55	Einfluß des dynamischen Wankens	227
55.1	Einfluß von Wankfederung und -dämpfung	227
55.2	Querbeschleunigung in Kopfhöhe	229
56	Lastwechselverhalten bei Kurvenfahrt	230
56.1	Bewertungskriterien für das Fahrzeugverhalten	232
56.2	Vorüberlegungen	233
56.3	Einfluß der Achslaständerung	236
56.4	Einfluß der Umfangskraft. Lage der Antriebsachse, Sperrdifferential	239
56.5	Einfluß von Umfangskraftlenken	242
56.6	Vergrößerung der Untersteuertendenz	245
56.7	Zusammenfassung von Abschnitt 56	245
57	Zusammenfassung von Kapitel IV	246
)		
V	Sonstiges	248
58	Fahrverhalten bei losgelassenem Lenkrad (free control)	248
58.1	Bewegungsgleichungen	248
58.2	Einfluß von Fahrzeugdaten	249
59	Allrad- (Vierrad-) Lenkung	252
59.1	Hinterradeinschlag	253
59.2	Bewegungsgleichungen	253
59.3	$\delta_H = H_{\delta L} \delta^*_L$ bei gleichem Untersteuergradienten	254
59.4	$\delta_H = H_{\delta L} \delta^*_L$ bei Schwimmwinkel Null	256
59.5	$\delta_H = H_{\dot{\psi}} \dot{\psi}$	258
VI	Zusammenfassung	260
Sachverzeichnis		261

Bd. A: Antrieb und Bremsung**Bd. B: Schwingungen**