

Manfred Mitschke

# Dynamik der Kraftfahrzeuge

Dritte, neubearbeitete Auflage

Band A: Antrieb und Bremsung

Mit 160 Abbildungen



Springer

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenstellung häufig vorkommender Formelzeichen.</b> . . . . .	<b>XI</b>
<b>Einführung</b> . . . . .	<b>1</b>
1 Übersicht über die dynamischen Probleme . . . . .	1
2 Aufteilung in Einzelprobleme . . . . .	3
3 Gliederung des Gesamtwerkes und dieses Bandes . . . . .	4
<b>I Rad und Reifen</b> . . . . .	<b>5</b>
4 Bewegungsgleichungen am Rad . . . . .	5
5 Radwiderstand . . . . .	6
5.1 Rollwiderstand . . . . .	6
5.2 Schwallwiderstand . . . . .	11
5.3 Lagerreibung, Anfahrwiderstand . . . . .	12
5.4 Weitere Radwiderstände . . . . .	13
5.5 Gesamter Radwiderstand . . . . .	14
6 Kraftschlußbeanspruchung, Schlupf . . . . .	15
6.1 Größe von Haftbeiwerten $/i_h$ . . . . .	20
<b>II Fahrwiderstände, Leistungsbedarf</b> . . . . .	<b>24</b>
7 Grundgleichung für den Antrieb, Zugkraft . . . . .	24
8 Radwiderstand des Fahrzeuges . . . . .	26
9 Luftwiderstand . . . . .	27
9.1 Anströmgeschwindigkeit und -winkel, Luftdichte . . . . .	28
9.2 Luftwiderstandsbeiwert $c_x$ bzw. $c_w$ . . . . .	30
9.3 Querspanntfläche . . . . .	34
10 Steigungswiderstand . . . . .	35
11 Beschleunigungswiderstand . . . . .	35
12 Gesamtwiderstand, Moment an den Antriebsrädern . . . . .	39

13	Leistung an den Antriebsrädern . . . . .	41
13.1	Radleistung bei Vernachlässigung des Schlupfes . . . . .	41
13.2	Radleistung bei Berücksichtigung des Schlupfes . . . . .	42
13.3	Gebräuchliche Umrechnungen . . . . .	43
<b>III</b>	<b>Leistungsangebot, Kennfelder von Kraftfahrzeugantrieben</b> . . . . .	<b>44</b>
14	Grundsätzliches zum Kennfeld, ideales Lieferkennfeld . . . . .	44
15	Kennungen von Antriebsmaschinen (Fahrzeugmotoren). . . . .	47
15.1	Dampfmaschine . . . . .	48
15.2	Elektrische Antriebe . . . . .	49
15.3	Verbrennungsmotor . . . . .	51
15.4	Gasturbine . . . . .	55
16	Kennungswandler, Zusammenarbeit mit Verbrennungsmotoren . . . . .	56
16.1	Forderungen an das Übersetzungsverhältnis . . . . .	56
16.2	Drehzahlwandler, allgemein . . . . .	60
16.3	Mechanische (Reibungs-) Kupplung . . . . .	61
16.4	Hydrodynamischer Drehzahlwandler (Föttinger-Kupplung) . . . . .	62
16.5	Drehmomenten-Drehzahl-Wandler, allgemein . . . . .	64
16.6	Zusammenarbeit Verbrennungsmotor und Stufengetriebe . . . . .	64
16.7	Zusammenarbeit Verbrennungsmotor und Trilok-Wandler . . . . .	66
16.8	Verbrennungsmotor und Stellgetriebe . . . . .	68
<b>IV</b>	<b>Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch</b> . . . . .	<b>69</b>
17	Fahrzustandsschaubilder . . . . .	69
18	Brauchbarkeit der Antriebsmaschinen für den Kraftfahrzeugbetrieb . . . . .	72
18.1	Vergleich der Vollastkennlinien . . . . .	72
18.2	Massenvergleich, verschiedene Energiespeichersysteme . . . . .	74
19	Höchstgeschwindigkeit in der Ebene . . . . .	76
20	Steigfähigkeit bei konstanter Fahrgeschwindigkeit . . . . .	80
21	Gefällefahrt . . . . .	85
22	Beschleunigungsfähigkeit in der Ebene . . . . .	86
22.1	Geschwindigkeiten, Wege, Zeiten . . . . .	87
22.2	Fahrzeuge mit idealer Zugkraftkennlinie . . . . .	90
22.3	Übersetzung der Zwischengänge . . . . .	94
22.4	Zugkraftunterbrechung . . . . .	96
23	Kraftstoffverbrauch . . . . .	98
23.1	Wesentliche Einflüsse auf den Kraftstoffverbrauch . . . . .	98
23.2	Kraftstoffverbrauch bei veränderlichem Motorwirkungsgrad . . . . .	101
23.3	Verbrauchsgünstige Übersetzung des Kennungswandlers . . . . .	106

23.4	Übersetzung für den Spargang . . . . .	107
23.5	Verbesserung des Motorkennfeldes. . . . .	110
<b>V</b>	<b>Fahrgrenzen</b> . . . . .	<b>112</b>
24	Bewegungsgleichungen eines zweiachsigen Fahrzeuges. . . . .	112
25	Größe der Achslasten, Auftrieb. . . . .	114
26	Kraftschlußbeanspruchung bei Vorder- bzw. Hinterachsantrieb . .	120
26.1	Unbeschleunigte Fahrt in der Ebene. . . . .	123
26.2	Steigungsfahrt (unbeschleunigt). . . . .	124
26.3	Beschleunigte Fahrt (in der Ebene). . . . .	127
26.4	Kraftfahrzeugzüge in der Steigung . . . . .	128
27	Allradantrieb. . . . .	130
27.1	Ideale Momentenaufteilung. . . . .	130
27.2	Reale Momentenaufteilung. . . . .	132
28	Dreiachsfahrzeuge. . . . .	135
<b>VI</b>	<b>Bremmung</b> . . . . .	<b>138</b>
29	Umwandlung der Bewegungsenergie in Wärme. . . . .	139
30	Verzögerungsbremmung . . . . .	141
30.1	Bremsvorgang, Reaktionsdauer.....	142
30.2	Anhalteweg, Bremsweg . . . . .	143
30.3	Abstände bei Kolonnenfahrt . . . . .	147
31	Abbremsung, maximale Verzögerungen, Gütegrad . . . . .	149
31.1	Definition von Abbremsung, Bremskräfte. . . . .	149
31.2	Bereich der erzielbaren Abbremsung. . . . .	150
31.3	Haftwertausnutzung, Gütegrad, Bremswegverlängerung . . . .	152
32	Kraftschlußbeanspruchungen und Abbremsung an einem zweiachsigen Fahrzeug. . . . .	153
33	Stabilität, Lenkfähigkeit . . . . .	157
34	Bremskraftverteilung . . . . .	159
34.1	Ideale Bremskraftverteilung . . . . .	159
34.2	Darstellung $B_H = f(B_V)$ . . . . .	160
35	Auslegung der Bremskraftverteilung. . . . .	161
35.1	Feste Bremskraftverteilung . . . . .	162
35.2	Abgeknickte Bremskraftverteilung . . . . .	163
36	Fußkraft . . . . .	165
37	Genauere Betrachtungen über die maximale Abbremsung . . . .	168
37.1	Einfluß veränderlicher Fahrgeschwindigkeit . . . . .	168
37.2	Abbremsung mit blockierten Rädern. . . . .	170
38	Veränderliche Beladung . . . . .	172

39	Ausfall von Bremsanlagen . . . . .	.175
39.1	Ausfall eines Kreises . . . . .	.176
39.2	Bremskraftverstärker-Ausfall . . . . .	.181
40	Blockierendes Rad . . . . .	.181
40.1	Lösung im Bereich $0 < S < S_Q$ . . . . .	.184
40.2	Lösung im Bereich $S_c < S < 1$ . . . . .	.185
40.3	Für den Blockiervorgang wichtige Größen . . . . .	.186
41	Blockierverhinderer . . . . .	.187
42	Abbremsung von Kraftfahrzeugzügen . . . . .	.190
42.1	Lkw und Mehrachsanhänger . . . . .	.190
42.2	Pkw und Einachsanhänger . . . . .	.192
42.3	Sattelkraftfahrzeug . . . . .	.194
	Sachverzeichnis . . . . .	.196