

Prof. Dipl.-Ing. Jörnßen Reimpell

Fahrwerktechnik: Grundlagen

Fahrwerk und Gesamtfahrzeug
Antriebsarten und Radaufhängungen
Achskinematik und Elastokinematik
Lenkanlage - Federung - Reifen
Konstruktions- und Berechnungshinweise

Herausgeber: Prof. Dipl.-Ing. Jörnßen Reimpell

3., überarbeitete Auflage

Vogel Buchverlag

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Antriebsarten und Radaufhängungen	13
1.1 Vorder-und Hinterachsen, allgemein	13
1.2 Einzelradaufhängungen, allgemein	17
1.2.1 Anforderungen	17
1.2.2 Doppelquerlenker-Radaufhängungen	18
1.2.3 Radführende Feder-und Dämpferbeine	19
1.2.4 Längslenker-Hinterachsen	24
1.2.5 Schräglenker-Hinterachsen	25
1.3 Starrachsen, allgemein	28
1.4 Standardbauweise, Motor vorn und Antrieb hinten	33
1.4.1 Vor- und Nachteile der Standardbauweise	33
1.4.2 Nichtangetriebene Vorderachsen	36
1.4.3 Angetriebene Hinterachsen	40
1.5 Heck-und Mittelmotorantrieb	44
1.6 Vorderradantrieb	47
1.6.1 Bauarten	48
1.6.2 Vor-und Nachteile des Vorderradantriebs	51
1.6.3 Angetriebene Vorderachsen	55
1.6.4 Nichtangetriebene Hinterachsen	59
1.7 Allradantrieb	65
1.7.1 Vor-und Nachteile	65
1.7.2 Manuell zuschaltbarer Allradantrieb bei Pkw und Kombiwagen	69
1.7.3 Manuell zuschaltbarer Allradantrieb bei Nkw und Geländewagen (Mehrzweck-Pkw)	71
1.7.4 Permanenter Allradantrieb, Basis Pkw mit Vorderradantrieb	71
1.7.5 Permanenter Allradantrieb, Basis Pkw in Standardbauweise	77
2 Reifen und Räder	83
2.1 Forderungen an die Bereifung	83
2.1.1 Austauschbarkeit	83
2.1.2 Forderungen bei Pkw	83
2.1.3 Forderungen bei Nkw	84
2.2 Reifenausführungen	85
2.2.1 Reifen in Diagonalbauart	85
2.2.2 Reifen in Radial-Gürtelbauart	87
2.2.3 Schlauchlos oder mit Schlauch	88
2.2.4 Höhen-Breiten-Verhältnis	89
2.2.5 Reifenabmessungen und -bezeichnungen	92
2.2.6 Reifentragfähigkeiten und Luftdrücke	98
2.2.7 Reifenkennzeichnung auf der Seitenwand	100

2.2.8	Reifenabrollumfang und Fahrgeschwindigkeit	.100
2.2.9	Einfluß des Reifens auf den Geschwindigkeitsmesser	.103
2.2.10	Reifenprofile	.105
2.3	Räder	.105
2.3.1	Begriffe	.105
2.3.2	Felgen für Pkw, Leicht-Nkw und deren Anhängefahrzeuge	.106
2.3.3	Räder für Pkw, Leicht-Nkw und deren Anhängefahrzeuge	.109
2.3.4	Radbefestigungen	.110
2.4	Federungsverhalten	.112
2.5	Ungleichförmigkeit	.114
2.6	Rollwiderstand	.116
2.6.1	Rollwiderstand bei Geradeausfahrt	.116
2.6.2	Rollwiderstand bei Kurvenfahrt	.117
2.6.3	Sonstige Einflußgrößen	.118
2.7	Haft-und Gleitreibung in Längsrichtung	.119
2.7.1	Schlupf	.119
2.7.2	Reibungszahlen	.119
2.7.3	Fahrbahneinflüsse	.120
2.8	Seitliche Haftreibung	.123
2.8.1	Seitenkräfte, Schräglaufwinkel und Reibungszahl	.123
2.8.2	Kurvenverhalten und Schwimmwinkel	.125
2.8.3	Reibungszahlen und Schlupf	.125
2.8.4	Seitenführungseigenschaften auf trockener Fahrbahn	.127
2.8.5	Einflußgrößen	.129
2.9	Resultierende Haftreibung	.132
2.10	Reifenrückstellmoment und Reifennachlauf	.134
2.10.1	Rückstellmoment, allgemein	.134
2.10.2	Reifennachlauf	.134
2.10.3	Einflußgrößen an den Vorderrädern	.136
2.10.4	Lastwechselreaktion durch Rückstellmomente an den Hinterrädern	.138
Achskinematik und Elastokinematik		.141
3.1	Zweck der Achseinstellwerte	.141
3.2	Radstand	.142
3.3	Spurweite	.143
3.4	Wankzentren und Wankachse	.154
3.4.1	Begriffsbestimmung	.154
3.4.2	Wankachse	.155
3.4.3	Wankzentrum bei Einzelradaufhängungen	.157
3.4.4	Wankzentrum bei Verbundlenkerachsen	.162
3.4.5	Wankzentrum bei Starrachsen	.162
3.5	Sturz	.166
3.5.1	Sturzwerte und Sturzangaben	.166
3.5.2	Kinematische Sturzänderung	.168
3.5.3	Zeichnerische Ermittlung der Sturzänderung	.171
3.5.4	Wanksturz bei Kurvenfahrt	.172
3.5.5	Elastizitätssturz	.176
3.6	Vorspur und Eigenlenken	.176
3.6.1	Vorspur-und Fahrachswinkel, Zahlenwerte und Toleranzen	.176
3.6.2	Kinematische Vorspuränderung	.181
3.6.3	Vorspuränderung durch Wanklenken	.182
3.6.4	Vorspuränderung durch Seitenkräfte	.183

3.6.5	Vorspuränderung durch Längskräfte	. . . . .	191
3.7	Lenkwinkel und Lenkübersetzung	. . . . .	197
3.7.1	Lenkwinkel	. . . . .	197
3.7.2	Spur- und Wendekreis	. . . . .	199
3.7.3	Kinematische Lenkübersetzung	. . . . .	202
3.7.4	Dynamische Lenkübersetzung	. . . . .	205
3.8	Lenkungsrückstellung, allgemein	. . . . .	207
3.9	Spreizung und Lenkrollhalbmesser	. . . . .	209
3.9.1	Zusammenhang Spreizung und Lenkrollhalbmesser	. . . . .	209
3.9.2	Bremskrafthebelarm	. . . . .	214
3.9.3	Längskrafthebelarm	. . . . .	217
3.9.4	Änderung des Lenkrollhalbmessers	. . . . .	218
3.10	Nachlauf	. . . . .	218
3.10.1	Nachlaufstrecke und -winkel	. . . . .	218
3.10.2	Nachlauf und Geradeausfahrt	. . . . .	221
3.10.3	Rückstellmomente bei Kurvenfahrt	. . . . .	223
3.10.4	Spreizungs-, Sturz- und Nachlaufänderung beim Lenkeinschlag	. . . . .	226
3.10.5	Nachlaufänderung in Abhängigkeit der Radwege vorn	. . . . .	232
3.10.6	Wegabhängige Drehung des hinteren Radträgers	. . . . .	236
3.10.7	Zerlegung der Hochkraft bei Nachlauf	. . . . .	237
3.10.8	Einstellwerte und Toleranzen	. . . . .	240
3.10.9	Messung der Nachlauf-, Spreizungs-, Sturz- und Vorspuränderung	. . . . .	241
3.11	Brems- und Anfahrnickabstützung	. . . . .	244
3.11.1	Begriffsbestimmung	. . . . .	244
3.11.2	Nickpole vorn	. . . . .	245
3.11.3	Nickpole hinten	. . . . .	247
4	Lenkung	. . . . .	251
4.1	Lenkanlage	. . . . .	251
4.1.1	Anforderungen	. . . . .	251
4.1.2	Lenkanlage bei Einzelradaufhängungen	. . . . .	254
4.1.3	Lenkanlage bei Starrachsen	. . . . .	254
4.2	Zahnstangenlenkung	. . . . .	256
4.2.1	Vor- und Nachteile	. . . . .	256
4.2.2	Ausführungsformen	. . . . .	257
4.2.3	Lenkgetriebe, manuell, Seitenabgriff der Spurstangen	. . . . .	257
4.2.4	Lenkgetriebe, manuell, Mittenabgriff der Spurstangen	. . . . .	260
4.2.5	Zahnstangen-Hydrolenkung	. . . . .	260
4.3	Kugelumlauf lenkung	. . . . .	263
4.3.1	Vor- und Nachteile	. . . . .	263
4.3.2	Lenkgetriebe, manuell	. . . . .	265
4.3.3	Kugelumlauf-Hydrolenkung	. . . . .	265
4.4	Lenksäule	. . . . .	269
4.5	Lenkungsdämpfer	. . . . .	273
4.6	Lenkkinematik	. . . . .	273
4.6.1	Einfluß des Lenkgetriebes	. . . . .	273
4.6.2	Lenkviereck und Lenkdreieck	. . . . .	275
4.6.3	Spurstangenlänge und -lage	. . . . .	277
5	Federung	. . . . .	287
5.1	Komfortforderungen	. . . . .	287
5.1.1	Federungskomfort	. . . . .	288

5.1.2	Abrollkomfort	292
5.1.3	Verhindern des «Stuckern».	293
5.2	Massen, Schwingungszahlen und Federraten	293
5.3	Gewichte und Achslasten	297
5.3.1	Leergewicht und Masse des Fahrzeugs	298
5.3.2	Zulässiges Gesamtgewicht und Gesamtmasse	299
5.3.3	Zulässige Nutzlast	299
5.3.4	Konstruktionsgewicht	303
5.3.5	Zulässige Achslasten	303
5.3.6	Achslastverteilung	305
5.4	Federungskennlinien	309
5.4.1	Vorderachse	309
5.4.2	Hinterachse	313
5.4.3	Federung und Kurvenverhalten	315
5.4.4	Schrägfederung	320
5.5	Federnarten	321
5.5.1	Einteilung	321
5.5.2	Stahlfedern	322
5.5.3	Anschläge und Zusatzfedern	323
5.5.4	Stabilisatoren	325
5.6	Stoßdämpfer	326
5.6.1	Einbauarten	326
5.6.2	Zweirohrdämpfer, drucklos	327
5.6.3	Zweirohrdämpfer, druckbelastet	333
5.6.4	Einrohrdämpfer, druckbelastet	335
5.6.5	Einrohrdämpfer, drucklos	342
5.6.6	Dämpfungsdiagramme und-kennlinien	344
5.6.7	Dämpferaufhängungen	346
5.6.8	Anschläge und Zusatzfedern	348
5.7	Federdämpfer	353
5.8	Feder-und Dämpferbeine	353
5.8.1	Federbeinausführungen	353
5.8.2	Zweirohrfederbeine, drucklos	354
5.8.3	Zweirohrfederbeine, druckbelastet	354
5.8.4	Dämpferbeine	359
5.9	Variable Dämpfung	359
6	Fahrwerk und Gesamtfahrzeug	361
6.1	Fahrzeug-und Aufbauswerpunkt	361
6.1.1	Schwerpunkt und Fahrverhalten	361
6.1.2	Ermittlung des Fahrzeugschwerpunkts	362
6.1.3	Achsgewichte und-Schwerpunkte	367
6.1.4	Aufbaugewicht und-Schwerpunkt	368
6.2	Massenträgheitsmomente	369
6.3	Bremsverhalten	371
6.3.1	Bremsvorgang	371
6.3.2	Bremsstabilität	373
6.3.3	Berechnung des Nickwinkels	377
6.3.4	Einfluß von Nickpolen	380
6.3.5	Bremsnickausgleich und Bremsabstützwinkel	383

6.4	Antriebsverhalten	384
6.4.1	Anfahrvorgang	384
6.4.2	Steigfähigkeit	387
6.4.3	Rutschgrenzen	389
	Formelzeichen und Einheiten	393
	Literaturverzeichnis	401
	Im Text genannte Automobilfirmen	403
	Im Text genannte Zulieferanten der Automobilindustrie	405
	Stichwortverzeichnis	407