

Johannes Looman

Zahnradgetriebe

Grundlagen, Konstruktionen,
Anwendungen in Fahrzeugen

Dritte, neubearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 479 Abbildungen



Springer

Inhaltsverzeichnis

1 Einordnung und Definition der Getriebe	1
2 Grundlagen der Vorgelegegetriebe	4
2.1 Aufbau, Definition	4
2.2 Bezeichnungen	5
2.3 Berechnungsgrundlagen von Vorgelegegetrieben	5
2.3.1 Drehzahlen	6
2.3.2 Relativedrehzahlen (für Lagerberechnung)	7
2.3.3 Übersetzung (Übersetzungsverhältnis)	8
2.3.4 Übersetzungsbereich, Verstellbereich, Spreizung	9
2.3.5 Übersetzungssprung (Übersetzungsstufe, Stufensprung)	9
2.3.6 Drehzahl der Vorgelegewelle	11
2.3.7 Relativedrehzahlen der Losräder	11
2.3.8 Drehmomente	12
2.3.9 Leistungen	14
2.3.10 Wirkungsgrad	18
3 Grundlagen der Planetengetriebe	19
3.1 Begriffsbestimmungen und Bezeichnungen	20
3.1.1 Definition der Planetengetriebe	20
3.1.2 Benennung der Planetengetriebe nach verschiedenen Merkmale	22
3.1.3 Besondere Begriffe bei Planetengetrieben	23
3.1.4 Benennung der Bauteile einfacher Planetengetriebe	24
3.1.5 Bezeichnung der Anschlußwellen, Stege und Räder	26
3.2 Symbolische Darstellung von Planetengetrieben	26
3.2.1 Symbole für einfache Planetengetriebe	26
3.2.2 Symbole für Standgetriebe und Zwischengetriebe	27
3.2.3 Symbole für zusammengesetzte Planetengetriebe	27
3.3 Berechnungsgrundlagen von Planetengetrieben	31
3.3.1 Berechnung einfacher Planetengetriebe	31
3.3.1.1 Drehzahlen, Übersetzung (graphisch)	32
3.3.1.2 Drehzahlen, Übersetzung (rechnerisch)	32
3.3.1.3 Weitere Verfahren zur Drehzahlermittlung	33
3.3.1.4 Relativedrehzahlen	34
3.3.1.5 Drehmomente	36

3.3.1.6	Leistungen	38
3.3.1.7	Wirkungsgrad	40
3.3.1.8	Einbaubedingungen	43
3.3.1.9	Planeten-Plusgetriebe	46
3.3.1.10	Selbsthemmung	50
3.3.2	Berechnung zusammengesetzter Planetengetriebe	51
3.3.2.1	Zusammengesetztes Planetengetriebe mit Leistungsverzweigung	52
3.3.2.2	Zusammengesetztes Planetengetriebe, Simpson-Satz	58
3.3.2.3	Zusammengesetztes Planetengetriebe mit Blindleistung	58
3.3.2.4	Reihenplanetengetriebe	60
3.3.2.5	Parallelplanetengetriebe	61
3.3.2.6	Reduziertes Planetengetriebe, Wolfrom-Satz	62
3.3.2.7	Reduziertes Planetengetriebe, Ravigneaux-Satz	74
3.4	Planetenüberlagerungsgetriebe	79
3.4.1	Leistungsverhältnisse	79
3.4.2	Wirkungsgrad	80
3.4.3	Verstellbereich	82
3.5	Planeten-Stellkoppelgetriebe	86
3.5.1	Planeten-Stellkoppelgetriebe, Grundlagen — Beispiel	86
3.5.2	Leistungsverzweigtes Zweibereichsgetriebe	92
3.5.3	Reduzierte Planeten-Stellkoppelgetriebe	100
3.6	Synthese von Planetengetrieben	115
3.7	Belastungsausgleich in Planetengetrieben	118
4	Vergleich verschiedener Getriebesysteme	126
5	Zusammenarbeit Kraftmaschine — Getriebe — Arbeitsmaschine	134
5.1	Fahrwiderstandslinien	134
5.2	Motorkennlinie	135
5.3	Ideale Zugkrafthyperbel	137
5.4	Motor und Schaltgetriebe	137
5.5	Motor, Föttinger-Wandler (Trilok) und Nachschaltgetriebe	139
5.6	Zahl der Gänge	142
6	Getriebe für Personen-, Sport- und Rennsportwagen sowie leichte Lastkraftwagen	146
6.1	Vorgelegegetriebe — Handschaltgetriebe	147
6.1.1	Zweistufige Vorgelegegetriebe ohne Achsantrieb	147
6.1.2	Einstufige Vorgelegegetriebe mit Achsantrieb	160
6.2	Planetengetriebe — Automatgetriebe	184
6.2.1	Strömungswandler und Zweigang-Planetengetriebe	186
6.2.2	Strömungswandler und Dreigang-Planetengetriebe	189
6.2.3	Strömungswandler und Viergang-Planetengetriebe	197
6.2.4	Strömungswandler und Fünfgang-Planetengetriebe	222
6.2.5	PKW-Automatgetriebe für Frontantrieb	228

7	Getriebe für Nutzfahrzeuge, schwerere Lastkraftwagen und Omnibusse	241
7.1	Mechanische Handschaltgetriebe mit fünf und sechs Gängen	248
7.2	Mechanische Handschaltgetriebe mit acht bis sechzehn Gängen	257
7.3	Halbautomatische Schaltgetriebe	274
7.4	Automatisierte Synchrongetriebe	278
7.5	Vollautomatische Wandler-Schaltgetriebe	281
7.6	Retarder	322
7.7	Bremsenergie-Rückgewinnung	325
7.8	Nebenabtriebe	328
8	Getriebe für Baumaschinen und Traktoren	329
8.1	Baumaschinengetriebe	329
8.1.1	Getriebe für Gabelstapler	331
8.1.1.1	Hydrostatische Getriebe	331
8.1.1.2	Hydrodynamische Getriebe	334
8.1.2	Getriebe für schwere Baumaschinen.	339
8.1.2.1	Hydromechanische Vorgelegegetriebe.	339
8.1.2.2	Hydromechanische Planetengetriebe	345
8.2	Traktorgetriebe.	356
9	Verteilergetriebe, Achsgetriebe	368
9.1	Verteilergetriebe	370
9.2	Achsgetriebe	382
9.2.1	Achseinsätze für PKW und LKW	384
9.2.2	Achsen für LKW, Baumaschinen und Traktoren	387
10	Schnellganggetriebe	398
10.1	Integrierte Schnellganggetriebe	399
10.2	Schnellgang-Zusatzgetriebe	399
11	Differentialsperren und Selbstsperrdifferentialie	404
11.1	Differentialsperren	405
11.2	Selbstsperrdifferentialie, Querdifferentialie	408
11.2.1	Lastabhängige Selbstsperrdifferentialie mit Anpressung über Druckringe	411
11.2.2	Lastabhängige Selbstsperrdifferentialie mit Anpressung über die Verzahnungen der Achskegelräder	413
11.2.3	Federbelastete Selbstsperrdifferentialie	416
11.2.4	Fahreigenschaften	417
11.2.5	Auslegungsspielraum	418
11.2.6	Lastabhängige Selbstsperrdifferentialie mit vorgespannten Reibungskupplungen	419

11.2.7	Wirkungsgrad	419
11.2.8	Belastung der Achswellen	422
11.2.9	Unsymmetrische Selbstsperrdifferentialie	422
11.3	Längsdifferentialie, Stirnrad-Selbstsperrdifferentialie	428
11.4	Ausgeführte Konstruktionen	431
11.4.1	Sperrdifferentialie mit symmetrischem Aufbau	432
11.4.2	Sperrdifferentialie mit unsymmetrischem Aufbau	437
11.4.3	Weitere Konstruktionen	447
12	Schaltungselemente, Synchronisierungen	449
12.1	Unsynchronisierte Schaltelemente	450
12.2	Synchronisierte Schaltelemente	451
12.3	Sperrsynchrnisierte Schaltelemente	452
13	Ölpumpen in Zahnradgetrieben	457
13.1	Zahnradpumpen	458
13.1.1	Zahnradpumpen mit Außenverzahnung	458
13.1.2	Zahnradpumpen mit Innenverzahnung (mit Sichel)	459
13.1.3	Zahnradpumpen mit Innenverzahnung (ohne Sichel)	460
13.1.4	Einige ausgeführte Zahnradpumpen	462
13.2	Schraubenpumpen	463
14	Zahnradschäden	464
14.1	Zahnbruch	465
14.1.1	Gewaltbruch	465
14.1.2	Dauerbruch oder Ermüdungsbruch	466
14.2	Flankenschäden	466
14.2.1	Grübchen, Grübchenbildung	466
14.2.2	Abblätterungen	467
14.2.3	Schaltschäden	467
14.2.4	Verschleiß	468
14.2.5	Riefen	469
14.2.6	Fressen	470
14.2.7	Risse	470
14.2.8	Reibkorrosion (Passungsrost)	472
14.2.9	Sonstige seltener vorkommende Flankenschäden	472
	Literaturverzeichnis	474
	Firmenverzeichnis mit Getriebe-Eigennamen	480
	Sachverzeichnis	483