

DER SICHERE WEG ZUR MEISTERPRÜFUNG  
IM KFZ-TECHNIKER-HANDWERK

Werner Micknass/Rainer Popiol/  
Axel Sprenger

# Kupplung, Getriebe, Antriebswellen

Vogel Buchverlag

Technische Akademie des Kfz-Gewerbes (TAK)

# Inhaltsverzeichnis

Geleitwort .....	5
Vorwort .....	7
<b>Teil A Schaltkupplungen (Werner Micknass)</b> .....	<b>15</b>
<b>1 Schaltbare Reibkupplungen</b> .....	<b>15</b>
1.1 Aufgaben des Kupplungsaggregates .....	15
1.2 Konstruktion .....	16
1.3 Funktion .....	17
1.4 Komponenten des Kupplungsaggregates .....	18
1.4.1 Schwungscheibe .....	18
1.4.2 Pilotlager .....	19
1.4.3 Kupplungsscheibe .....	19
1.4.4 Kupplungsdruckplatte .....	20
1.4.5 Ausrücklager .....	21
1.4.6 Führungshülse .....	21
1.4.7 Ausrückhebel .....	22
1.4.8 Ausrückwelle .....	22
1.4.9 Kupplungszug .....	23
1.4.10 Kupplungshydraulik .....	24
1.4.11 Kupplungspedal .....	25
<b>2 Grundlagen</b> .....	<b>27</b>
2.1 Drehmoment .....	27
2.2 Anfahrvorgang .....	27
2.3 Schaltzeit .....	28
2.4 Spezifische Arbeitsbelastung .....	28
2.5 Lebensdauer .....	28
2.6 Kupplungsberechnung .....	29
<b>3 Kupplungsdruckplatte</b> .....	<b>35</b>
3.1 Komponenten .....	35
3.1.1 Anpressplatte .....	35
3.1.2 Blattfeder .....	36
3.1.3 Tellerfeder .....	38
3.1.4 Kippring .....	39
3.1.5 Deckel .....	39
3.2 Bauarten/Ausführungsvarianten .....	40
3.2.1 Einscheiben-Schraubenfederkupplung .....	40
3.2.2 Einscheiben-Tellerfederkupplung .....	43
<i>Standardausführung</i> .....	43
<i>Tellerfederkupplung mit Dreiecks-Blattfederanordnung</i> .....	44
<i>Federlaschenkupplung</i> .....	45
<i>Tellerfederkupplung mit Stützfeder</i> .....	45
<i>LuK SAC (Self Adjusting Clutch)</i> .....	46
<i>Low-Lift-Kupplung</i> .....	48
<i>Gezogene Tellerfederkupplung</i> .....	49
<i>LuK TS</i> .....	51
3.2.3 Zweiseibenkupplung .....	52
<i>Pkw-Zweiseibenkupplung</i> .....	52
<i>Lkw-Zweiseibenkupplung</i> .....	53
<b>4 Kupplungsscheibe</b> .....	<b>55</b>
4.1 Reibbeläge .....	56
4.1.1 Organische Beläge .....	58
4.1.2 Anorganische Beläge .....	59

4.2	Belagfederung .....	60
4.2.1	Einfachsegmentfederung .....	61
4.2.2	Doppeltsegmentfederung .....	61
4.2.3	Lamellenfederung .....	62
4.2.4	Zwischenblechfederung .....	63
4.3	Torsionsdämpfer .....	63
4.3.1	Zweistufiger Torsionsdämpfer mit einfacher Reibeinrichtung ..	65
4.3.2	Zweistufiger Torsionsdämpfer mit Reibringen .....	65
4.3.3	Zweistufiger Torsionsdämpfer mit separatem Vordämpfer .....	66
4.3.4	Zweistufiger Torsionsdämpfer mit integriertem Vordämpfer und variabler Reibeinrichtung .....	66
4.4	Naben und Nabenprofile .....	67
<b>5</b>	<b>Kupplungskennlinien</b> .....	<b>71</b>
5.1	Anpresskraftkurve .....	72
5.2	Abhubkurve .....	72
5.3	Ausrückkraftkurve .....	73
5.4	Torsionsdämpfungsdiagramm .....	73
5.5	Belagfederungskennlinie .....	75
5.6	Kraftdiagramm .....	76
<b>6</b>	<b>Ausrücklager</b> .....	<b>79</b>
6.1	Schwenkbare Ausrücker .....	80
6.2	Zentral geführte Ausrücklager .....	80
6.3	Selbst zentrierende Ausrücklager .....	81
6.4	Ausrücklager-Anlauflächen .....	82
<b>7</b>	<b>Kupplungsbetätigung</b> .....	<b>85</b>
7.1	Mechanische Betätigung und automatische Kupplungsnachstellung ..	85
7.2	Hydraulische Betätigung .....	87
7.2.1	Geberzylinder mit Vorratsbehälter .....	87
7.2.2	Nehmerzylinder .....	88
<b>8</b>	<b>Sonderausführungen</b> .....	<b>91</b>
8.1	Zweimassenschwungrad (ZMS) .....	91
8.2	Schwungnutzkupplung .....	98
8.3	Elektronische Kupplungssysteme (EKM/EKS) .....	99
8.4	Magnetpulverkupplung .....	102
8.5	Viskokupplung .....	103
<b>9</b>	<b>Schadensdiagnose/Störursachen</b> .....	<b>107</b>
9.1	Beanstandungsgründe .....	107
9.2	Fehlersuche .....	107
9.3	Schadensursachen .....	112
<b>10</b>	<b>Montagehinweise</b> .....	<b>129</b>
<b>11</b>	<b>Spezialwerkzeuge</b> .....	<b>131</b>
<b>Teil B</b>	<b>Getriebe (Axel Sprenger)</b> .....	<b>141</b>
<b>1</b>	<b>Mechanisches Schaltgetriebe (Wechselgetriebe)</b> .....	<b>141</b>
1.1	Grundlagen über Schaltgetriebe in Verbindung mit Verbrennungsmotoren .....	141
1.1.1	Drehzahlen .....	145
1.1.2	Drehmoment .....	146
1.1.3	Übersetzungen .....	146
1.2	Aufbau mechanischer Schaltgetriebe .....	152
1.2.1	Gleichachsige Getriebe .....	152
1.2.2	Ungleichachsige Getriebe .....	155
1.2.3	Schieberadgetriebe .....	156

1.2.4	Allklauengetriebe	158
1.3	Synchrongetriebe	158
1.3.1	Getriebebeschaltung	165
1.3.2	Schaltsicherungen	168
1.4	Getriebe für direkten Front- oder Heckantrieb	170
1.5	Nutzfahrzeug-Getriebe	174
1.5.1	Elektronisch-pneumatische Schaltung (EPS)	182
1.6	Nebenabtriebe bei Nutzfahrzeug-Getrieben	184
1.6.1	Allgemeines	184
1.6.2	Gangblockierung	188
1.7	Schaltschwierigkeiten und Synchronschäden	188
1.8	Störungen – Ursachen und Behebung	189
1.9	Schmierstoffe für Pkw- und Nkw-Getriebe	190
1.10	Schadensbilder von Getriebeteilen	191
1.10.1	Gehäuseschäden	192
1.10.2	Wellenschäden	193
1.10.3	Zahnradschäden	196
1.10.4	Lagerschäden	199
1.10.5	Synchronschäden	201
1.11	Formelsammlung	205
<b>2</b>	<b>Automatikgetriebe</b>	<b>207</b>
2.1	Funktion des hydrodynamischen Wandler	208
2.1.1	Hydrodynamische Kupplung	208
2.1.2	Hydrodynamischer Drehmomentwandler	210
2.1.3	Wandlerüberbrückungskupplung	214
2.1.4	Geregelt schlupfende Wandlerüberbrückungskupplung	215
2.2	Ölpumpe	216
2.3	Freiläufe und deren Funktionen	217
2.4	Planetengetriebe	218
2.4.1	Einfaches Planetengetriebe	218
2.4.2	Zusammengesetzte Planetengetriebe	221
2.4.3	Simpson-Planetensatz	222
2.4.4	Ravigneaux-Planetensatz	222
2.4.5	Schalten der Planetengetriebe	222
2.5	Aufbau und Kraftfluss ZF-Getriebe 5 HP 18	225
2.5.1	Kraftfluss 1. Gang	227
2.5.2	Kraftfluss 2. Gang	228
2.5.3	Kraftfluss 3. Gang	229
2.5.4	Kraftfluss 4. Gang	230
2.5.5	Kraftfluss 5. Gang	231
2.5.6	Kraftfluss R-Gang	231
2.6	Hydraulikeinrichtung	232
2.6.1	Hydraulische Getriebesteuerung	233
2.6.2	Kick-down-Einrichtung (Übergasgeben)	234
2.6.3	Hydraulisches Steuergerät oder Schaltschieberkasten	234
2.7	Wählhebelstellung und Schaltprogramme	236
2.8	Parksperr	237
2.9	Elektronisch-hydraulische Steuerung (ZF 4 HP 22 EH)	237
2.10	Adaptive Getriebesteuerung (AGS)	239
2.11	Shift-Lock-System	240
2.12	Sechsgang-Stufenautomatikgetriebe 6HP26	240
2.12.1	Wandlerüberbrückungskupplung – Steuerung	242
2.12.2	Automatisierte Parksperr	243
2.12.3	Mechatronik-Modul	245
2.12.4	Schaltstrategien	248
2.13	Automatikgetriebe im Geländewagen	250
2.14	Wartungshinweise (allgemein)	252
2.15	Siebengang-Automatikgetriebe	253
<b>3</b>	<b>Stufenloses Automatikgetriebe</b>	
	(CVT = Continuously Variable Transmission)	255

3.1	Multitronic – Stufenloses Automatikgetriebe .....	256
3.2	Betriebsverhalten von stufenlosen Automatikgetrieben .....	263
3.3	Schadensbilder bei Automatikgetrieben .....	264
3.3.1	Ölpumpenschäden .....	268
<b>4</b>	<b>Halbautomatische Schaltgetriebe .....</b>	<b>271</b>
<b>5</b>	<b>Automatisierte Schaltgetriebe im Pkw .....</b>	<b>277</b>
<b>6</b>	<b>Automatisierte Schaltgetriebe im Nutzfahrzeug .....</b>	<b>281</b>
6.1	Elektronisch-pneumatische Schaltung EPS .....	282
6.2	Automatisierte Vorwählschaltung AVS .....	283
<b>7</b>	<b>Doppelkupplungsgetriebe .....</b>	<b>287</b>
<b>8</b>	<b>Allradantriebe im Pkw .....</b>	<b>291</b>
8.1	Zuschaltbarer Allradantrieb .....	291
8.2	Permanenter Allradantrieb .....	294
8.3	Querdifferentiale und Selbstsperrdifferentiale .....	300
8.4	Viskokupplung/Viskosperr .....	304
8.5	Torsen-Sperrdifferential (Audi) .....	306
8.6	Haldex-Kupplung .....	307
8.7	Längsdifferentiale .....	309
8.8	Kraftverteilung in modernen Allrad-Geländewagen (SUV) .....	310
<b>9</b>	<b>Verteilergetriebe für Nutzfahrzeuge .....</b>	<b>313</b>
9.1	Einstufige Verteilergetriebe .....	314
9.2	Zweistufige Verteilergetriebe .....	316
<b>10</b>	<b>Achsgetriebe und Achsen .....</b>	<b>319</b>
10.1	Bauarten und Funktionen des Kegelradgetriebes .....	319
10.1.1	Verzahnungsarten von Kegelradgetrieben .....	320
10.1.2	Umlenken der Drehrichtung .....	321
10.1.3	Reduzieren der Gelenkwellendrehzahl .....	322
10.1.4	Funktion des Ausgleichsgetriebes (Differential) .....	323
10.1.5	Einstellung und Vermessung von Kegelradgetrieben .....	325
10.1.6	Grundregeln zur Tragbildeinstellung .....	326
10.1.7	Methoden zur Einstellung und Vermessung von Kegelradantrieben .....	327
10.1.8	CBN-Schleifverfahren für Kegelräder .....	328
10.2	Stirnrad-Achsantrieb .....	330
<b>11</b>	<b>Starr- und Lenkachsen .....</b>	<b>331</b>
11.1	Planetenachsen .....	332
11.2	Portalachsen .....	332
<b>12</b>	<b>Retarder-Systeme .....</b>	<b>335</b>
12.1	Elektromagnetische Retarder .....	336
12.2	Hydrodynamische Retarder .....	337
12.2.1	Primärretarder .....	337
12.2.2	Sekundärretarder .....	339
12.3	Retardersteuerung .....	342
<b>13</b>	<b>Ab- und Anschleppen von Kfz unter Berücksichtigung der Antriebstechnik ..</b>	<b>345</b>
<b>Teil C Antriebswellen (Rainer Popiol) .....</b>		<b>349</b>
<b>1</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>349</b>
1.1	Aufgabe der Antriebswelle .....	349
1.2	Geschichte .....	349
1.3	Antriebssysteme .....	352

1.4	Allgemeine theoretische Grundlagen	353
1.4.1	Winkelgeschwindigkeit	353
1.4.2	Beugewinkel	354
1.4.3	Anordnung von Gelenkwellen	355
	<i>Z-Anordnung</i>	355
	<i>W-Anordnung</i>	355
<b>2</b>	<b>Längswellen</b>	357
2.1	Aufbau der Längswelle	358
2.2	Längswelle mit zwei Gelenken	358
2.3	Längswelle mit drei Gelenken	359
2.4	Montage von Längswellen	359
2.4.1	Wuchtung	360
2.4.2	Schmierung	360
2.5	Mittellager	361
<b>3</b>	<b>Seitenwellen</b>	363
3.1	Aufbau der Seitenwelle	363
3.1.1	Aufbau der Seitenwelle beim Vorderradantrieb	363
3.1.2	Aufbau der Seitenwelle beim Hinterradantrieb	364
3.2	Seitenwelle mit Schwingungstilger	365
3.3	Seitenwelle mit Hohlwelle	365
3.4	Seitenwelle mit Zwischenwelle	366
<b>4</b>	<b>Gelenke</b>	369
4.1	Kreuzgelenke	369
4.2	Gleichlaufgelenke	370
4.2.1	Festgelenke	371
	<i>Kugelfestgelenk</i>	371
	<i>Tripodefestgelenk</i>	372
4.2.2	Verschiebegelenk	373
	<i>Verschiebe-Kugelgelenk</i>	373
	<i>Verschiebe-Tripodegelenk</i>	374
	<i>Schnelllauf-Verschiebegelenke</i>	375
4.3	Trockengelenke	376
4.3.1	Gelenkscheibe	376
4.3.2	Gummigelenk	376
4.3.3	Elastisches Gelenk	377
<b>5</b>	<b>Faltenbälge</b>	379
5.1	Bauformen	379
5.1.1	Faltenbälge für Festgelenke	380
5.1.2	Faltenbälge für Verschiebegelenke	380
5.1.3	Faltenbälge für Schelllaufgelenke	380
5.2	Schmierung der Gelenke	380
<b>6</b>	<b>Schadensdiagnose</b>	381
6.1	Prüfen der homokinetischen Antriebswelle	381
6.2	Verschleißzustände bei homokinetischen Gleichlaufgelenken	382
6.3	Schadensdiagnose beim Gelenkwellenstrang mit Kreuzgelenken	385
<b>7</b>	<b>Montagehinweise</b>	387
<b>8</b>	<b>Aufarbeitung der Antriebswelle</b>	389
	<b>Quellenverzeichnis</b>	391
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	393