



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für Kraftfahrzeugtechnik

# Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik

**30. neubearbeitete Auflage**

Bearbeitet von Gewerbelehrern, Ingenieuren und Meistern

Lektorat: R. Gscheidle, Studiendirektor, Winnenden – Stuttgart

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG  
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

**Europa-Nr.: 20108**

# Inhaltsverzeichnis

## Hinweise zur Verwendung des Buches 4, 5

Firmenverzeichnis ..... 6

## 1 Kraftfahrzeug 11

1.1	Entwicklung des Kraftfahrzeugs.....	11
1.2	Einteilung der Kraftfahrzeuge.....	12
1.3	Aufbau eines Kraftfahrzeugs.....	12
1.4	Technisches System Kraftfahrzeug.....	13
1.4.1	Technische Systeme.....	13
1.4.2	System Kraftfahrzeug.....	13
1.4.3	Teilsysteme im Kraftfahrzeug.....	15
1.4.4	Einteilung technischer Systeme und Teilsysteme nach der Verarbeitung.....	16
1.4.5	Bedienung von technischen Systemen..	17
1.5	Wartung und Instandhaltung.....	18
1.6	Filter, Aufbau und Wartung.....	20
1.6.1	Luftfilter.....	20
1.6.2	Kraftstofffilter.....	21
1.6.3	Ölfilter.....	22
1.6.4	Hydraulikfilter.....	22
1.6.5	Innenraumfilter.....	22
1.6.6	Wartung.....	22
1.7	Fahrzeuggpflege.....	23
1.8	Betriebsstoffe, Hilfsstoffe.....	28
1.8.1	Kraftstoffe.....	28
1.8.2	Ottokraftstoffe.....	30
1.8.3	Dieselmkraftstoffe.....	31
1.8.4	Kraftstoffe aus Pflanzen.....	32
1.8.5	Gasförmige Kraftstoffe.....	34
1.8.6	Schmieröle und Schmierstoffe.....	34
1.8.7	Gefrierschutzmittel.....	39
1.8.8	Kältemittel.....	40
1.8.9	Bremsflüssigkeit.....	40

## 2 Umweltschutz, Arbeitsschutz im Betrieb 41

2.1	Umweltschutz im Kfz-Betrieb.....	41
2.1.1	Umweltbelastung.....	41
2.1.2	Entsorgung.....	41
2.1.3	Altautoentsorgung.....	44
2.1.4	Recycling.....	45
2.2	Arbeitsschutz und Unfallverhütung.....	47
2.2.1	Grundsätze des Arbeitsschutzes.....	47
2.2.2	Gefährdungsbeurteilung.....	47
2.2.3	Sicherheitsmaßnahmen.....	50
2.2.4	Sicherheitszeichen.....	50
2.2.5	H- und P-Sätze.....	51
2.2.6	Am Arbeitsplatz beteiligte Institutionen .	52

## 3 Betriebsorganisation, Kommunikation 53

3.1	Grundlagen der Betriebsorganisation...	53
3.1.1	Organisation eines Autohauses.....	53
3.1.2	Aspekte der Betriebsorganisation.....	54
3.2	Rechtliche Grundlagen.....	56
3.2.1	Vertragsarten.....	56

3.2.2	Sachmängelhaftung, Garantie und Kulanz.....	57
3.3	Kommunikation.....	58
3.3.1	Grundlagen der Kommunikation.....	58
3.3.2	Beratungsgespräch.....	59
3.3.3	Reklamationsgespräch.....	62
3.4	Personalführung.....	62
3.5	Verhalten des Mitarbeiters.....	63
3.6	Teamarbeit.....	64
3.7	Auftragsabwicklung.....	65
3.8	Datenverarbeitung im Autohaus.....	68
3.9	Qualitätsmanagement im Kfz-Betrieb...	71

## 4 Grundlagen der Informationstechnik 75

4.1	Hardware und Software.....	75
4.2	EVA-Prinzip.....	75
4.3	Rechnerinterne Darstellung von Daten..	76
4.4	Zahlensysteme.....	76
4.5	Aufbau eines Computersystems.....	77
4.6	Datenkommunikation.....	78
4.6.1	Datenübertragung.....	79
4.6.2	Datenfernübertragung.....	80
4.7	Datensicherung und Datenschutz.....	81

## 5 Steuerungs- und Regelungstechnik 82

5.1	Grundlagen.....	82
5.1.1	Steuern.....	82
5.1.2	Regeln.....	83
5.2	Aufbau und Funktionseinheiten von Steuereinrichtungen.....	85
5.2.1	Signalglieder, Signalarten, Signalumformung.....	85
5.2.2	Steuerglieder.....	87
5.2.3	Stellglieder und Antriebsglieder.....	88
5.3	Steuerungsarten.....	89
5.3.1	Mechanische Steuerungen.....	89
5.3.2	Pneumatische und hydraulische Steuerungen.....	90
5.3.3	Elektrische Steuerungen.....	95
5.3.4	Verknüpfungssteuerungen.....	97
5.3.5	Ablaufsteuerungen.....	98

## 6 Prüftechnik 99

6.1	Grundbegriffe der Längenprüftechnik...	99
6.2	Messgeräte.....	101
6.3	Lehren.....	106
6.4	Toleranzen und Passungen.....	107
6.5	Anreißen.....	110

## 7 Fertigungstechnik 111

7.1	Einteilung der Fertigungsverfahren...	111
7.2	Urformen.....	113
7.3	Umformen.....	116
7.3.1	Biegeumformen.....	117
7.3.2	Zugdruckumformen.....	118
7.3.3	Druckumformen.....	119
7.3.4	Richten.....	121

7.3.5	Blechbearbeitungsverfahren . . . . .	121	10.8	Hubverhältnis, Hubraumleistung, Leistungsgewicht . . . . .	209
7.4	Trennen durch Spanen . . . . .	125	<b>11</b>	<b>Motormechanik</b>	<b>210</b>
7.4.1	Grundlagen der spanenden Formung . . . . .	125	11.1	Kurbelgehäuse, Zylinder, Zylinderkopf	210
7.4.2	Spanende Formung von Hand . . . . .	125	11.1.1	Zylinderkurbelgehäuse . . . . .	210
7.4.3	Grundlagen der spanenden Formung mit Werkzeugmaschinen . . . . .	132	11.1.2	Zylinderkopf . . . . .	213
7.5	Trennen durch Zerteilen . . . . .	141	11.1.3	Zylinderkopfdichtung . . . . .	215
7.5.1	Scherschneiden . . . . .	141	11.1.4	Motoraufhängung . . . . .	216
7.5.2	Keilschneiden . . . . .	142	11.1.5	Zylinderkopfschrauben . . . . .	216
7.6	Fügen . . . . .	143	11.2	Kurbeltrieb . . . . .	220
7.6.1	Einteilung der Fügeverbindungen . . . . .	143	11.3	Zweimassenschwungrad . . . . .	232
7.6.2	Gewinde . . . . .	144	11.4	Motorschmiersysteme . . . . .	233
7.6.3	Schraubverbindungen . . . . .	145	11.5	Motorkühlsysteme . . . . .	239
7.6.4	Stiftverbindungen . . . . .	150	11.5.1	Kühlungsarten . . . . .	239
7.6.5	Nietverbindungen . . . . .	151	11.5.2	Luftkühlung . . . . .	240
7.6.6	Durchsetzfügen (Clinchen) . . . . .	152	11.5.3	Flüssigkeitskühlung . . . . .	240
7.6.7	Welle-Nabe-Verbindungen . . . . .	153	11.5.4	Bauteile der Pumpenumlaufkühlung . . . . .	241
7.6.8	Pressverbindungen . . . . .	154	11.5.5	Kennfeldgesteuerte Kühlsysteme . . . . .	246
7.6.9	Schnappverbindungen . . . . .	154	11.5.6	Bauteile der Kennfeldkühlung . . . . .	246
7.6.10	Löten . . . . .	155	11.6	Motorsteuerung . . . . .	248
7.6.11	Schweißen . . . . .	156	11.7	Füllungsoptimierung . . . . .	254
7.6.12	Kleben . . . . .	163	<b>12</b>	<b>Gemischbildung</b>	<b>270</b>
7.7	Beschichten . . . . .	164	12.1	Kraftstoffversorgungsanlagen bei Ottomotoren . . . . .	270
<b>8</b>	<b>Werkstofftechnik</b>	<b>166</b>	12.2	Gemischbildung bei Ottomotoren . . . . .	275
8.1	Werkstoffeigenschaften . . . . .	166	12.3	Vergaser . . . . .	278
8.2	Einteilung der Werkstoffe . . . . .	170	12.4	Benzineinspritzung . . . . .	279
8.3	Aufbau der metallischen Werkstoffe . . . . .	171	12.4.1	Grundlagen der Benzineinspritzung . . . . .	279
8.4	Eisenwerkstoffe . . . . .	173	12.4.2	Aufbau und Funktion der elektronischen Benzineinspritzung . . . . .	281
8.4.1	Stahl . . . . .	173	12.4.3	Betriebsdatenerfassung . . . . .	282
8.4.2	Eisengusswerkstoffe . . . . .	173	12.4.4	Zentraleinspritzung . . . . .	288
8.4.3	Einfluss der Zusatzstoffe auf die Eisenwerkstoffe . . . . .	175	12.4.5	LH-Motronic . . . . .	292
8.4.4	Bezeichnung der Eisenwerkstoffe . . . . .	175	12.4.6	ME-Motronic . . . . .	298
8.4.5	Einteilung und Verwendung der Stähle . . . . .	177	12.4.7	Benzin-Direkteinspritzung . . . . .	302
8.4.6	Handelsformen der Stähle . . . . .	179	12.5	Gemischbildung bei Dieselmotoren . . . . .	310
8.4.7	Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen . . . . .	180	12.5.1	Gemischverteilung/Lambdawerte beim Dieselmotor . . . . .	310
8.5	Nichteisenmetalle . . . . .	184	12.5.2	Verbrennungsablauf beim Dieselmotor	311
8.6	Kunststoffe . . . . .	187	12.5.3	Vor-, Haupt- und Nacheinspritzung . . . . .	311
8.7	Verbundwerkstoffe . . . . .	190	12.5.4	Verbrennungsablauf . . . . .	312
<b>9</b>	<b>Reibung, Schmierung, Lager, Dichtungen</b>	<b>191</b>	12.5.5	Einlasskanalsteuerung . . . . .	313
9.1	Reibung . . . . .	191	12.5.6	Dieseinspritzverfahren . . . . .	313
9.2	Schmierung . . . . .	192	12.6	Starthilfsanlagen . . . . .	314
9.3	Lager . . . . .	193	12.6.1	Glühstiftkerzen . . . . .	314
9.4	Dichtungen . . . . .	196	12.7	Einspritzanlagen für Pkw-Dieselmotoren . . . . .	317
<b>10</b>	<b>Aufbau und Wirkungsweise des Viertaktmotors</b>	<b>197</b>	12.7.1	Elektronische Dieselregelung EDC . . . . .	317
10.1	Ottomotor . . . . .	197	12.7.2	Common-Rail-Systeme . . . . .	319
10.2	Dieselmotor . . . . .	200	12.7.3	Common-Rail-Systeme mit Piezo- Injektoren . . . . .	326
10.3	Merkmale 4-Takt-Motoren . . . . .	202	12.7.4	Pumpe-Düse-System . . . . .	329
10.4	Arbeitsdiagramm . . . . .	204	12.7.5	Elektronisch geregelte Axialkolben- Verteilereinspritzpumpe (VE-EDC) . . . . .	331
10.5	Steuerdiagramm . . . . .	206	12.7.6	Radialkolben-Verteilereinspritzpumpe	333
10.6	Zylinder Nummerierung, Zündfolgen . . . . .	206	12.8	Einspritzdüsen . . . . .	335
10.7	Motorkennlinien . . . . .	208			

<b>13</b>	<b>Schadstoffminderung</b>	<b>336</b>
13.1	Abgasanlage . . . . .	336
13.2	Schadstoffminderung beim Ottomotor	339
13.2.1	Abgaszusammensetzung . . . . .	339
13.2.2	Verfahren zur Schadstoffminderung .	341
13.2.3	Diagnose und Wartung (AU) . . . . .	347
13.2.4	Europäische On Board Diagnose . . . .	348
13.3	Schadstoffminderung beim Dieselmotor . . . . .	352

<b>14</b>	<b>Otto-Zweitaktmotor, Kreiskolbenmotor</b>	<b>358</b>
14.1	Zweitaktmotor . . . . .	358
14.2	Wankelmotor, Kreiskolbenmotor . . . .	365

<b>15</b>	<b>Alternative Antriebskonzepte</b>	<b>367</b>
15.1	Alternative Energieträger . . . . .	367
15.2	Erdgasantriebe . . . . .	367
15.3	Flüssiggasantriebe . . . . .	369
15.4	Hybridantriebe . . . . .	371
15.5	Elektrofahrzeuge . . . . .	392
15.6	Antriebe mit Brennstoffzellen . . . . .	393
15.7	Verbrennungsmotoren mit Wasserstoffbetrieb . . . . .	395
15.8	Verbrennungsmotoren mit Pflanzenölbetrieb . . . . .	395

<b>16</b>	<b>Antriebsstrang</b>	<b>396</b>
16.1	Antriebsarten . . . . .	396
16.2	Kupplung . . . . .	398
16.2.1	Reibungskupplung . . . . .	398
16.2.2	Zweischeibenkupplung . . . . .	405
16.2.3	Lamellenkupplung . . . . .	405
16.3	Automatische Kupplungssysteme mit Einscheibenreibungskupplung AKS .	406
16.4	Automat. Kupplungssysteme mit Doppelkupplungen . . . . .	407
16.5	Wechselgetriebe . . . . .	411
16.6	Handgeschaltete Wechselgetriebe . .	412
16.7	Automatische Getriebe . . . . .	417
16.7.1	Automatisierte Schaltgetriebe . . . . .	417
16.7.2	Gestufte Automatik-Getriebe mit hydrodynamischem Wandler . . .	421
16.7.3	Elektro-hyd. Getriebesteuerung . . . . .	427
16.7.4	Adaptive Getriebesteuerung . . . . .	434
16.7.5	Stufenlose Automatik-Getriebe mit Schubgliederband oder Laschenkette	435
16.8	Gelenkwellen, Antriebswellen, Gelenke	437
16.9	Achsgetriebe . . . . .	440
16.10	Ausgleichsgetriebe . . . . .	443
16.11	Ausgleichssperren . . . . .	444
16.12	Allradantrieb . . . . .	449

<b>17</b>	<b>Fahrzeugaufbau</b>	<b>454</b>
17.1	Fahrzeugaufbau/Karosserie . . . . .	454
17.1.1	Getrennte Bauweise . . . . .	454
17.1.2	Mittragende Bauweise . . . . .	454

17.1.3	Selbsttragende Bauweise . . . . .	454
17.1.4	Werkstoffe im Karosseriebau . . . . .	455
17.1.5	Sicherheit im Fahrzeugbau . . . . .	457
17.1.6	Schadensbeurteilung und Vermessen	464
17.1.7	Unfallschadensreparatur an selbsttragenden Aufbauten . . . . .	468
17.2	Korrosionsschutz an Kraftfahrzeugen	473
17.3	Fahrzeuglackierung . . . . .	474

<b>18</b>	<b>Fahrwerk</b>	<b>478</b>
18.1	Fahrdynamik . . . . .	478
18.2	Grundlagen der Lenkung . . . . .	480
18.3	Lenkgetriebe . . . . .	481
18.4	Hilfskraftlenksysteme . . . . .	481
18.4.1	Zahnstangen-Hydrolenkung . . . . .	481
18.4.2	Elektrohydraulische Servolenkung . .	482
18.4.3	Elektrische Servolenkung . . . . .	483
18.4.4	Überlagerungslenkungen . . . . .	485
18.5	Radstellungen . . . . .	489
18.6	Fahrwerksvermessung . . . . .	492
18.7	Radaufhängungen . . . . .	496
18.8	Federung . . . . .	501
18.8.1	Aufgabe der Federung . . . . .	501
18.8.2	Wirkungsweise der Federung . . . . .	501
18.8.3	Federarten . . . . .	503
18.8.4	Schwingungsdämpfer . . . . .	507
18.8.5	Active Body Control (ABC) . . . . .	513
18.9	Räder und Reifen . . . . .	516
18.9.1	Rad-Reifensystem . . . . .	516
18.9.2	Räder . . . . .	516
18.9.3	Radbefestigungen . . . . .	518
18.9.4	Ventile . . . . .	519
18.9.5	Reifen . . . . .	520
18.9.6	Kräfte am Reifen . . . . .	525
18.9.7	Reifendruckkontrollsysteme . . . . .	527
18.10	Bremsen . . . . .	529
18.10.1	Bremsvorgang . . . . .	531
18.10.2	Hydraulische Bremse . . . . .	531
18.10.3	Bremskreisaufteilung . . . . .	532
18.10.4	Hauptzylinder . . . . .	532
18.10.5	Trommelbremse . . . . .	534
18.10.6	Scheibenbremse . . . . .	536
18.10.7	Bremsbeläge . . . . .	539
18.10.8	Feststellbremssysteme . . . . .	539
18.10.9	Diagnose und Wartung an der hydraulischen Bremsanlage . . . . .	540
18.10.10	Hilfskraftbremse . . . . .	542
18.10.11	Bremskraftverteilung . . . . .	543
18.10.12	Mechanisch betätigte Bremse . . . . .	544
18.10.13	Grundlagen elektronischer Fahrwerk-Regelsysteme . . . . .	545
18.10.14	Anti-Blockier-System (ABS) . . . . .	546
18.10.15	Antriebsschlupf-Regelung (ASR) . . .	551
18.10.16	Fahrdynamik-Regelung (ESP, FDR) .	552
18.10.17	Sensotronic Brake Control (SBC) . . .	554
18.10.18	Zusatzfunktionen Bremse . . . . .	554
18.10.19	Bremsassistent (BAS) . . . . .	555
18.10.20	Notbremsassistent, Active Brake Assist	555

<b>19</b>	<b>Elektrotechnik</b>	<b>556</b>	20.4	Fahrerassistenzsysteme . . . . .	706
19.1	Grundlagen der Elektrotechnik . . . . .	556	20.4.1	Geschwindigkeitsregelanlage. . . . .	706
19.1.1	Elektrische Spannung. . . . .	557	20.4.2	Adaptive Fahrgeschwindigkeitsregelung (Adaptive Cruise Control, ACC) . . . . .	706
19.1.2	Elektrischer Strom. . . . .	557	20.4.3	Einparkhilfe . . . . .	708
19.1.3	Elektrischer Widerstand . . . . .	559	20.4.4	Parkassistent. . . . .	708
19.1.4	Ohmsches Gesetz . . . . .	561	20.4.5	Kamerabasierte Einparkhilfen. . . . .	709
19.1.5	Leistung, Arbeit, Wirkungsgrad . . . . .	561	20.4.6	Spurwechselassistent . . . . .	709
19.1.6	Schaltung von Widerständen . . . . .	562	20.4.7	Spurhalteassistent . . . . .	710
19.1.7	Messungen im el. Stromkreis . . . . .	563	20.5	Infotainmentsysteme. . . . .	710
19.1.8	Wirkungen des elektrischen Stromes . . . . .	571	20.5.1	Betriebs- und Fahrdatenanzeige. . . . .	710
19.1.9	Schutz vor den Gefahren des elektrischen Stromes . . . . .	572	20.5.2	Navigationssysteme . . . . .	711
19.1.10	Spannungserzeugung . . . . .	574	20.5.3	Handy-Halterung mit gekoppelter Freisprecheinrichtung . . . . .	712
19.1.11	Wechselspannung und Wechselstrom . . . . .	576	<b>21</b>	<b>Zweiradtechnik</b>	<b>713</b>
19.1.12	Dreiphasenwechselspannung und Drehstrom . . . . .	577	21.1	Kraftradarten. . . . .	713
19.1.13	Magnetismus. . . . .	577	21.2	Kraftradmotoren. . . . .	716
19.1.14	Selbstinduktion . . . . .	579	21.3	Auspuffanlage. . . . .	716
19.1.15	Kondensator . . . . .	580	21.4	Gemischbildung . . . . .	717
19.1.16	Elektrochemie . . . . .	580	21.5	Motorkühlung . . . . .	718
19.1.17	Elektronische Bauelemente . . . . .	582	21.6	Motorschmierung. . . . .	718
19.2	Anwendungen der Elektrotechnik. . . . .	593	21.7	Kupplung . . . . .	719
19.2.1	Schaltpläne . . . . .	593	21.8	Antriebsstrang . . . . .	720
19.2.2	Zusatzangaben und Kennzeichnungen in Stromlaufplänen. . . . .	595	21.9	Elektrische Anlage . . . . .	722
19.2.3	Verwendung von Stromlaufplänen . . . . .	596	21.10	Fahrdynamik. . . . .	725
19.2.4	Gesamtstromlaufplan Grundausstattung eines Kraftfahrzeugs . . . . .	597	21.11	Motorradrahmen . . . . .	726
19.2.5	Signalgeber . . . . .	605	21.12	Radführung, Federung, Dämpfung . . . . .	727
19.2.6	Relais . . . . .	606	21.13	Bremsen . . . . .	729
19.2.7	Beleuchtung im Kfz. . . . .	608	21.14	Räder, Reifen. . . . .	731
19.2.8	Leuchtmittel. . . . .	609	<b>22</b>	<b>Nutzfahrzeugtechnik</b>	<b>734</b>
19.2.9	Spannungsversorgung. . . . .	617	22.1	Einteilung . . . . .	734
19.2.10	Drehstromgenerator. . . . .	624	22.2	Abmessungen von Nfz . . . . .	735
19.2.11	Bordnetzmanagement . . . . .	633	22.3	Zulässige Massen von Nfz . . . . .	735
19.2.12	Elektrische Motoren . . . . .	635	22.4	Beladungsvorschriften. . . . .	735
19.2.13	Zündanlagen . . . . .	642	22.5	Nfz-Motoren . . . . .	736
19.2.14	Sensoren . . . . .	659	22.6	Einspritzanlagen für Nfz-Dieselmotoren. . . . .	737
19.2.15	Hochfrequenztechnik . . . . .	663	22.6.1	Common-Rail-System für Nfz. . . . .	738
19.2.16	Elektromagnetische Verträglichkeit . . . . .	668	22.6.2	Pumpe-Leitung-Düse-Einheit . . . . .	743
19.2.17	Datenübertragung im Kraftfahrzeug. . . . .	670	22.6.3	Starthilfsanlagen . . . . .	744
19.2.18	Messen, Testen, Diagnose. . . . .	684	22.6.4	Schadstoffminderung bei Diesel-Nfz-Motoren . . . . .	744
<b>20</b>	<b>Komforttechnik</b>	<b>688</b>	22.7	Antriebsstrang . . . . .	746
20.1	Belüftung, Heizung, Klimatisierung . . . . .	688	22.8	Fahrwerk . . . . .	749
20.2	Diebstahlschutzsysteme. . . . .	695	22.8.1	Federung . . . . .	749
20.2.1	Wegfahrsperre. . . . .	695	22.8.2	Räder und Bereifung . . . . .	752
20.2.2	Zentralverriegelung . . . . .	696	22.8.3	Druckluftbremsanlage . . . . .	753
20.2.3	Passiver Zugang . . . . .	699	22.9	Startanlagen für Nutzfahrzeuge . . . . .	765
20.2.4	Diebstahlwarnanlage (DWA) . . . . .	701	<b>23</b>	<b>Abkürzungen und Englische Begriffe</b>	<b>769</b>
20.3	Komfortsysteme . . . . .	703	<b>24</b>	<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>773</b>
20.3.1	Verdeckbetätigung . . . . .	703			
20.3.2	Komfortsitze . . . . .	704			
20.3.3	Elektron. Scheibenwischerregelung. . . . .	705			
20.3.4	Elektrisch verstellbare Außenspiegel . . . . .	705			