



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Kraftfahrzeugtechnik

Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik

29. neubearbeitete Auflage

Bearbeitet von Gewerbelehrern, Ingenieuren und Meistern

Lektorat: R. Gscheidle, Studiendirektor, Winnenden – Stuttgart

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

Europa-Nr.: 20108

Autoren der Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik:

Fischer, Richard	Studiendirektor	Polling – München
Gscheidle, Rolf	Studiendirektor	Winnenden – Stuttgart
Heider, Uwe	Kfz-Elektriker-Meister, Trainer Audi AG	Neckarsulm – Oedheim
Hohmann, Berthold	Oberstudienrat	Eversberg – Meschede
Keil, Wolfgang	Oberstudiendirektor	München
Mann, Jochen	Dipl.-Gwl., Studienrat	Schorndorf – Stuttgart
Schlögl, Bernd	Dipl.-Gwl., Studiendirektor	Rastatt – Gaggenau
Wimmer, Alois	Oberstudienrat	Stuttgart
Wormer, Günter	Dipl.-Ingenieur	Karlsruhe

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat:

Rolf Gscheidle, Studiendirektor, Winnenden – Stuttgart

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Das vorliegende Buch wurde auf der **Grundlage der neuen amtlichen Rechtschreibung** erstellt.

Alle Angaben in diesem Buch erfolgten nach dem Stand der Technik. Alle Prüf-, Mess- oder Instandsetzungsarbeiten an einem konkreten Fahrzeug müssen nach Herstellervorschriften erfolgen. Der Nachvollzug der beschriebenen Arbeiten erfolgt auf eigene Gefahr. Haftungsansprüche gegen die Autoren oder den Verlag sind ausgeschlossen.

29. Auflage 2009

Druck 5 4 3

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-2239-4

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

Umschlaggestaltung und Titelbild unter Verwendung von Fotos und Bildern der Firmen Audi AG Ingolstadt – Neckarsulm, Bayerische Motorenwerke AG München, Daimler AG Stuttgart, Volkswagen AG Wolfsburg.

© 2009 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt
Druck: M. P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, 33100 Paderborn

Vorwort zur 29. Auflage

Die Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik soll den Auszubildenden des Kraftfahrzeugwesens eine Hilfe beim Verstehen von technischen Vorgängen und Systemzusammenhängen sein. Mit diesem Buch kann das nötige theoretische Fachwissen für die praktischen handwerklichen Fertigkeiten erlernt werden. Die neuesten Normen wurden, soweit erforderlich, eingearbeitet. Verbindlich sind jedoch die DIN-Blätter selbst.

Dem Gesellen, Meister und Techniker des Kraftfahrzeughandwerks, sowie dem Studierenden der Fahrzeugtechnik soll das Buch als Nachschlagewerk, zur Informationsbeschaffung und zur Ergänzung der fachlichen Kenntnisse dienen. Allen an der Kraftfahrzeugtechnik Interessierten soll das Werk eine Erweiterung des Fachwissens durch Selbststudium ermöglichen.

Dieses Standardwerk der Kraftfahrzeugtechnik ist in 22 Kapitel unterteilt. In ihrer Zielsetzung sind die gewählten Lerninhalte auf das Berufsbild des Kraftfahrzeugmechatronikers/der Kraftfahrzeugmechatronikerin ausgerichtet.

Die 29. Auflage wurde aktualisiert und durch neue kraftfahrzeugtechnische Entwicklungen ergänzt, wie z.B. Fahrzeugpflege, Kraftstoffe, Schmierstoffe, Umweltschutz, Kolben, Aufladung, Flüssiggasantriebe, Elektrofahrzeuge, Common-Rail-System, Schadstoffminderung, Direktschaltgetriebe, Alternative Antriebskonzepte, Ausgleichssperren, Achsvermessung, Schwingungsdämpfer, Elektromechanische Parkbremse, Antiblockiersystem, Feldeffekttransistoren, neue Scheinwerfersysteme, Multifunktionsregler, neue Datenbussysteme (LIN, MOST, FlexRay), Komfortsysteme (Einparkhilfe und Spurassistent).

Der Fachkunde ist in der 29. Auflage eine CD-ROM mit allen Bildern des Buches und des Tabellenbuches Kraftfahrzeugtechnik 16. Auflage beigelegt.

Aus der Fülle des Stoffes wurden die Sachgebiete im Umfang und Inhalt so ausgewählt, dass sie den Anforderungen der Neuordnung nach Lernfeldern entsprechen. Die Seiten 4 und 5 geben Hinweise, wie die Fachbuchreihe, insbesondere das Fachkundebuch beim Unterricht nach Lernfeldern eingesetzt werden kann. Die Autoren haben Wert auf eine klare und verständliche Darstellung gelegt, die sich durch zahlreiche mehrfarbige Bilder, Skizzen, Systembilder und Tabellen auszeichnet. Dadurch wird das Erfassen und Durchdringen des komplexen Stoffes der gesamten Kraftfahrzeugtechnik erleichtert.

Die **Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik** bildet mit den weiteren Büchern der Fachbuchreihe des Verlages eine Einheit. Die nachfolgend genannten Bücher, Folien und Animationen auf CD sind so aufeinander abgestimmt, dass mit ihnen praxisorientierte Lernsituationen bearbeitet und gelöst werden können.

- Tabellenbuch Kraftfahrzeugtechnik
- Formeln Kraftfahrzeugtechnik
- Arbeitsblätter Kraftfahrzeugtechnik zu den Lernfeldern 1– 4, 5–8, 9–14
- Prüfungsbuch Kraftfahrzeugtechnik
- Prüfungstrainer Kraftfahrzeugtechnik
- Prüfungsvorbereitung Kraftfahrzeugtechnik Teil 1
- Betriebsführung und Management im Kfz-Handwerk
- Technische Kommunikation, Arbeitsplanung, Kraftfahrzeugtechnik
- Bilder und Animationen Kraftfahrzeugtechnik

Das in enger Zusammenarbeit mit Handwerk und Industrie entstandene Werk wurde von einem Team pädagogisch erfahrener Berufsschullehrer, Ingenieure und Meister erstellt. Die Autoren und der Verlag sind für Anregungen und kritische Hinweise dankbar.

Wir danken allen Firmen und Organisationen für ihre freundliche Unterstützung mit Bildern und technischen Unterlagen.

Hinweise zur Verwendung der Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik bei der Ausbildung zur Kraftfahrzeugmechatronikerin bzw. zum Kraftfahrzeugmechatroniker.

Die Verfasser haben die Inhalte des Fachkundebuches unter sachlogischen Gesichtspunkten strukturiert. Dabei wurden alle Inhalte des Rahmenlehrplans und der Ausbildungsordnung entsprechend dem neuen Berufsbild des Kraftfahrzeugmechatronikers abgedeckt.

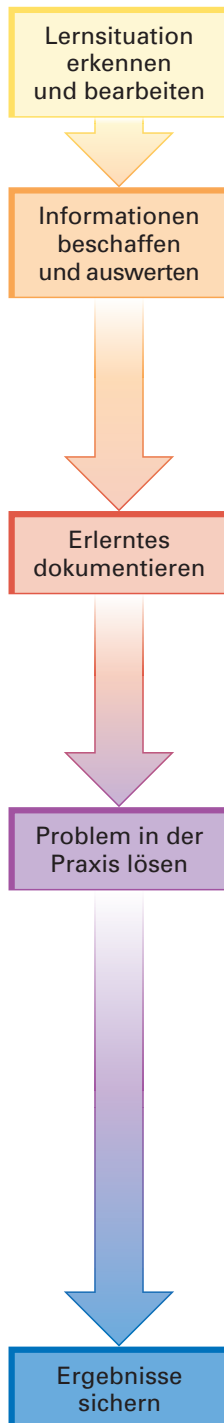
Vom Autorenkreis wurde bewusst auf eine methodische Anordnung der Sachgebiete nach Lernfeldern verzichtet, um dem Lehrer, bzw. dem Ausbilder ein Höchstmaß an didaktischer und methodischer Freiheit zu ermöglichen. Außerdem lassen sich dadurch stoffliche Überschneidungen und unnötige Wiederholungen vermeiden.

Die im Buch gewählte Struktur ermöglicht dem Lernenden ein selbstständiges Erarbeiten der in den Lernfeldern geforderten unterschiedlichen fachlichen Inhalte.

Nachfolgende Übersicht zeigt die schwerpunktmäßige Zuordnung der einzelnen Kapitel des Fachbuches zu den Lernfeldern.

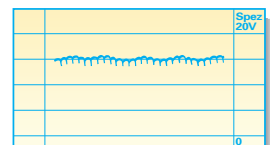
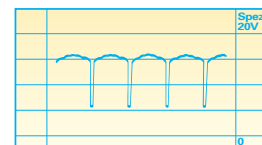
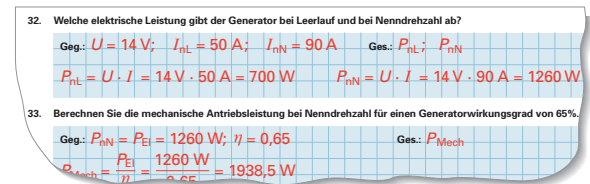
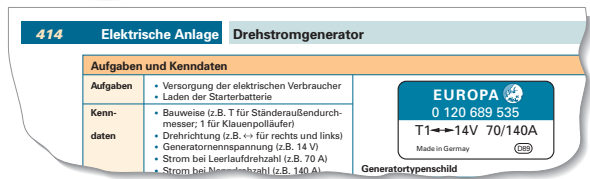
Lernfelder		Kapitel im Fachkundebuch																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Warten und Pflegen von Fahrzeugen oder Systemen	•	•	•	•														•				
2	Demontieren, Instandsetzen und Montieren von fahrzeugtechnischen Baugruppen oder Systemen						•	•	•	•	•	•			•			•					
3	Prüfen und Instandsetzen elektrischer und elektronischer Systeme																			•			
4	Prüfen und Instandsetzen von Steuerungs- und Regelungssystemen					•						•											
5	Prüfen und Instandsetzen der Energieversorgungs- und Startsysteme															•				•			
6	Prüfen und Instandsetzen der Motormechanik	•					•				•				•								
7	Diagnostizieren und Instandsetzen von Motormanagementsystemen	•											•	•						•			
8	Durchführen von Service- und Instandsetzungsarbeiten an Abgassystemen												•	•									
9	Instandhalten von Kraftübertragungssystemen																•						
Schwerpunkt Pkw-Technik																							
10	Instandhalten von Fahrwerks- und Bremssystemen																		•				
11	Nachrüsten und Inbetriebnehmen von Zusatzsystemen																			•			
12	Prüfen und Instandsetzen von vernetzten Systemen																			•			
13	Diagnostizieren und Instandsetzen von Karosserie-, Komfort- und Sicherheitssystemen																	•		•	•		
14	Durchführen von Service- und Instandsetzungsarbeiten für eine gesetzliche Untersuchung	•	•											•						•	•		
Schwerpunkt Nutzfahrzeug-Technik											•						•						•
Schwerpunkt Fahrzeug-Kommunikationstechnik		•									•						•	•	•	•	•		
Schwerpunkt Motorradtechnik											•				•					•	•	•	

Methodische Vorgehensweisen bei der Planung und Durchführung von Unterrichtseinheiten nach Lernfeldern mit der Fachbuchreihe des Verlags Europa-Lehrmittel



Situation: Bei einem Kundenfahrzeug, einem Golf V, Bj. 04/2007, geht die Generatorkontrolllampe während der Fahrt nicht mehr aus.

- Geben Sie mögliche Folgen an.
**Der Generator liefert nicht genügend elektrische Energie.
Die Starterbatterie entlädt sich.**
- Welche Fehler können vorliegen?
Z.B. Keilriemen gerissen, Kabelverbindungen unterbrochen, fehlerhafte



44. Welche Fehler kann man mit dem Oszilloskop noch feststellen?
Kurzschluss einer Diode und Phasenfehler von Ständerwicklung und Läuferwicklung.



Die nachfolgend aufgeführten Firmen haben die Autoren durch fachliche Beratung, durch Informations- und Bildmaterial unterstützt. Es wird ihnen hierfür herzlich gedankt.

- Alfa-Romeo-Automobile**
Mailand/Italien
- Aprilia Motorrad-Vertrieb**
Düsseldorf
- Aral AG**, Bochum
- Audatex Deutschland**, Minden
- Audi AG**, Ingolstadt – Neckarsulm
- Autokabel**, Hausen
- Autoliv**, Oberschleißheim
- G. Auwärter GmbH & Co**
(Neoplan) Stuttgart
- BBS Kraftfahrzeugtechnik**, Schiltach
- BEHR GmbH & Co**, Stuttgart
- Beissbarth GmbH** Automobil Servicegeräte
München
- BERU**, Ludwigsburg
- Aug. Bilstein GmbH & Co KG**
Ennepetal
- Boge GmbH**, Eitdorf/Sieg
- Robert Bosch GmbH**, Stuttgart
- Bostik GmbH**, Oberursel/Taunus
- BLACK HAWK**, Kehl
- BMW Bayerische Motoren-Werke AG**
München/Berlin
- CAR-OLINER**, Kungsör, Schweden
- CAR BENCH INTERNATIONAL S.P.A.**
Massa/Italien
- Continental Teves AG & Co, OHG**, Frankfurt
- Celette GmbH**, Kehl
- Citroen Deutschland AG**, Köln
- DaimlerChrysler AG**, Stuttgart
- Dataliner Richtsysteme**, Ahlerstedt
- Deutsche BP AG**, Hamburg
- DUNLOP GmbH & Co KG**, Hanau/Main
- ESSO AG**, Hamburg
- FAG Kugelfischer Georg Schäfer KG aA**
Ebern
- J. Eberspächer**, Esslingen
- EMM Motoren Service**, Lindau
- Ford-Werke AG**, Köln
- Carl Freudenberg**
Weinheim/Bergstraße
- GKN Löbro**, Offenbach/Main
- Getrag Getriebe- und Zahnradfabrik**
Ludwigsburg
- Girling-Bremsen GmbH**, Koblenz
- Glasurit GmbH**, Münster/Westfalen
- Globaljig, Deutschland GmbH**
Cloppenburg
- Glyco-Metall-Werke B.V. & Co KG**
Wiesbaden/Schierstein
- Goetze AG**, Burscheid
- Grau-Bremse**, Heidelberg
- Gutmann Messtechnik GmbH**, Ihringen
- Hazet-Werk**, Hermann Zerver, Remscheid
- HAMEG GmbH**, Frankfurt/Main
- Hella KG, Hueck & Co**, Lippstadt
- Hengst Filterwerke**, Nienkamp
- Fritz Hintermayr**, Bing-Vergaser-Fabrik
Nürnberg
- HITACHI Sales Europa GmbH**
Düsseldorf
- HONDA DEUTSCHLAND GMBH**
Offenbach/Main
- Hunger Maschinenfabrik GmbH**
München und Kaufering
- IBM Deutschland**, Böblingen
- IVECO-Magirus AG**, Neu-Ulm
- ITT Automotive (ATE, VDO, MOTO-METER, SWF, KONI, Kienzle)**
Frankfurt/Main
- IXION Maschinenfabrik**
Otto Häfner GmbH & Co
Hamburg-Wandsbeck
- Jurid-Werke**, Essen
- Alfred Kärcher GmbH & Co. KG**
Winnenden
- Kawasaki-Motoren GmbH**, Friedrichsdorf
- Knecht Filterwerke GmbH**, Stuttgart
- Knorr-Bremse GmbH**, München
- Kolbenschmidt AG**, Neckarsulm
- KS Gleitlager GmbH**, St. Leon-Rot
- KTM Sportmotorcycles AG**
Mattighofen/Österreich
- Kühnle, Kopp und Kausch AG**
Frankenthal/Pfalz
- Lemma-Werke**, Königswinter
- LuK GmbH**, Bühl/Baden
- MAHLE GmbH**, Stuttgart
- Mannesmann Sachs AG**, Schweinfurt
- Mann und Hummel, Filterwerke**
Ludwigsburg
- MAN Maschinenfabrik**
Augsburg-Nürnberg AG
München
- Mazda Motors Deutschland GmbH**
Leverkusen
- MCC – Mikro Compact Car GmbH**
Böblingen
- Messer-Griesheim GmbH**
Frankfurt/Main
- Metzeler Reifen GmbH**
München
- Michelin Reifenwerke KGaA**
Karlsruhe
- Microsoft GmbH**, Unterschleißheim
- Mitsubishi Electric Europe B.V.**
Ratingen
- Mitsubishi MMC**, Trebur
- MOBIL OIL AG**, Hamburg
- NGK/NTK**, Ratingen
- Adam Opel AG**, Rüsselsheim
- OSRAM AG**, München
- OMV AG**, Wien
- Peugeot Deutschland GmbH**
Saarbrücken
- Pierburg GmbH**, Neuss
- Pirelli AG**, Höchst im Odenwald
- Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG**
Stuttgart-Zuffenhausen
- Renault Nissan Deutschland AG**
Brühl
- Samsung Electronics GmbH**, Köln
- SATA Farbspritztechnik GmbH & Co**
Kornwestheim
- SCANIA Deutschland GmbH**
Koblenz
- SEKURIT SAINT-GOBAIN**
Deutschland GmbH, Aachen
- Siemens AG**, München
- SKF Kugellagerfabriken GmbH**
Schweinfurt
- SOLO Kleinmotoren GmbH**
Maichingen
- Stahlville E. Wille**
Wuppertal
- Steyr-Daimler-Puch AG**
Graz/Österreich
- Subaru Deutschland GmbH**
Friedberg
- SUN Elektrik Deutschland**
Mettmann
- Suzuki GmbH**
Oberschleißheim/Heppenheim
- Technolit GmbH**, Großlüder
- Telma Retarder Deutschland GmbH**
Ludwigsburg
- Temic Elektronik**, Nürnberg
- TOYOTA Deutschland GmbH**, Köln
- VARTA Autobatterien GmbH**
Hannover
- Vereinigte Motor-Verlage GmbH & Co KG**
Stuttgart
- ViewSonic Central Europe**, Willich
- Voith GmbH & Co KG**, Heidenheim
- Volkswagen AG**, Wolfsburg
- Volvo Deutschland GmbH**, Brühl
- Wabco Westinghouse GmbH**
Hannover
- Webasto GmbH**, Stockdorf
- Yamaha Motor Deutschland GmbH**
Neuss
- ZF Getriebe GmbH**, Saarbrücken
- ZF Sachs AG**, Schweinfurt
- ZF Zahnradfabrik Friedrichshafen AG**
Friedrichshafen/Schwäbisch Gmünd

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	Fahrzeugpflege	23
1.8	Betriebstoffe, Hilfsstoffe	27
1.8.1	Kraftstoffe	27
1.8.2	Ottokraftstoffe	29
1.8.3	Dieselskraftstoffe	30
1.8.4	Kraftstoffe aus Pflanzen	31
1.8.5	Gasförmige Kraftstoffe	33
1.8.6	Schmieröle und Schmierstoffe	33
1.8.7	Gefrierschutzmittel	38
1.8.8	Kältemittel	39
1.8.9	Bremsflüssigkeit	39

2 Umweltschutz, Arbeitsschutz im Betrieb 40

2.1	Umweltschutz im Kfz-Betrieb	40
2.1.1	Umweltbelastung	40
2.1.2	Entsorgung	40
2.1.3	Altautoentsorgung	43
2.1.4	Recycling	44
2.2	Arbeitsschutz und Unfallverhütung	46
2.2.1	Sicherheitszeichen	46
2.2.2	Unfallursachen	47
2.2.3	Sicherheitsmaßnahmen	47
2.2.4	Sicherer Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen	48

3 Betriebsorganisation, Kommunikation 49

3.1	Grundlagen der Betriebsorganisation	49
3.1.1	Organisation eines Autohauses	49
3.1.2	Aspekte der Betriebsorganisation	50
3.2	Kommunikation	52

3.2.1	Grundlagen der Kommunikation	52
3.2.2	Beratungsgespräch	53
3.2.3	Reklamationsgespräch	56
3.3	Personalführung	56
3.4	Verhalten des Mitarbeiters	57
3.5	Teamarbeit	58
3.6	Auftragsabwicklung	59
3.7	Datenverarbeitung im Autohaus	62
3.8	Qualitätsmanagement im Kfz-Betrieb	65

4 Grundlagen der Informationstechnik 69

4.1	Hardware und Software	69
4.2	EVA-Prinzip	69
4.3	Rechnerinterne Darstellung von Daten	70
4.4	Zahlensysteme	70
4.5	Aufbau eines Computersystems	71
4.6	Datenkommunikation	72
4.6.1	Datenübertragung	73
4.6.2	Datenfernübertragung	74
4.7	Datensicherung und Datenschutz	75

5 Steuerungs- und Regelungstechnik 76

5.1	Grundlagen	76
5.1.1	Steuern	76
5.1.2	Regeln	77
5.2	Aufbau und Funktionseinheiten von Steuereinrichtungen	79
5.2.1	Signalglieder, Signalarten, Signalumformung	79
5.2.2	Steuerglieder	81
5.2.3	Stellglieder und Antriebsglieder	82
5.3	Steuerungsarten	83
5.3.1	Mechanische Steuerungen	83
5.3.2	Pneumatische und hydraulische Steuerungen	84
5.3.3	Elektrische Steuerungen	89
5.3.4	Verknüpfungssteuerungen	91
5.3.5	Ablaufsteuerungen	92

6 Prüftechnik 93

6.1	Grundbegriffe der Längenprüftechnik	93
6.2	Messgeräte	95
6.3	Lehren	100
6.4	Toleranzen und Passungen	101
6.5	Anreißen	104

7 Fertigungstechnik 105

7.1	Einteilung der Fertigungsverfahren	105
7.2	Urformen	107
7.3	Umformen	110
7.3.1	Biegeumformen	111
7.3.2	Zugdruckumformen	112
7.3.3	Druckumformen	113
7.3.4	Richten	115
7.3.5	Blechbearbeitungsverfahren	115

7.4	Trennen durch Spanen	119
7.4.1	Grundlagen der spanenden Formung	119
7.4.2	Spanende Formung von Hand	119
7.4.3	Grundlagen der spanenden Formung mit Werkzeugmaschinen	126
7.5	Trennen durch Zerteilen	135
7.5.1	Scherschneiden	135
7.5.2	Keilschneiden	136
7.6	Fügen	137
7.6.1	Einteilung der Fügeverbindungen	137
7.6.2	Gewinde	138
7.6.3	Schraubverbindungen	139
7.6.4	Stiftverbindungen	144
7.6.5	Nietverbindungen	145
7.6.6	Durchsetzfügen	146
7.6.7	Welle-Nabe-Verbindungen	147
7.6.8	Pressverbindungen	148
7.6.9	Schnappverbindungen	148
7.6.10	Löten	149
7.6.11	Schweißen	150
7.6.12	Kleben	157
7.7	Beschichten	158

8 Werkstofftechnik 160

8.1	Werkstoffeigenschaften	160
8.2	Einteilung der Werkstoffe	164
8.3	Aufbau der metallischen Werkstoffe	165
8.4	Eisenwerkstoffe	167
8.4.1	Stahl	167
8.4.2	Eisengusswerkstoffe	167
8.4.3	Einfluss der Zusatzstoffe auf die Eisenwerkstoffe	169
8.4.4	Bezeichnung der Eisenwerkstoffe	169
8.4.5	Einteilung und Verwendung der Stähle	171
8.4.6	Handelsformen der Stähle	173
8.4.7	Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen	173
8.5	Nichteisenmetalle	177
8.6	Kunststoffe	179
8.7	Verbundwerkstoffe	182

9 Reibung, Schmierung, Lager, Dichtungen 183

9.1	Reibung	183
9.2	Schmierung	184
9.3	Lager	185
9.4	Dichtungen	188

10 Aufbau und Wirkungsweise des Viertaktmotors 189

10.1	Ottomotor	189
10.2	Dieselmotor	191
10.3	Merkmale 4-Takt-Motoren	194
10.4	Arbeitsdiagramm	196
10.5	Steuerdiagramm	198

10.6	Zylinder Nummerierung, Zündfolgen	198
10.7	Motorkennlinien	200
10.8	Hubverhältnis, Hubraumleistung, Leistungsgewicht	201

11 Motormechanik 202

11.1	Zylinder, Zylinderkopf	202
11.1.1	Aufgaben und Beanspruchung	202
11.1.2	Zylinderbauarten	202
11.1.3	Zylinderkopf	204
11.1.4	Zylinderkopfdichtung	205
11.1.5	Kurbelgehäuse	206
11.1.6	Motoraufhängung	206
11.2	Motorkühlsysteme	210
11.2.1	Kühlungsarten	210
11.2.2	Luftkühlung	211
11.2.3	Flüssigkeitskühlung	211
11.2.4	Bauteile der Pumpenumlaufkühlung	212
11.2.5	Kennfeldgesteuerte Kühlsysteme	217
11.2.6	Bauteile der Kennfeldkühlung	217
11.3	Kurbeltrieb	219
11.4	Zweimassenschwungrad	231
11.5	Motorschmiersysteme	232
11.6	Motorsteuerung	238
11.7	Füllungsoptimierung	244

12 Gemischbildung 256

12.1	Kraftstoffversorgungsanlagen bei Ottomotoren	256
12.2	Gemischbildung bei Ottomotoren	261
12.3	Vergaser	264
12.4	Benzineinspritzung	265
12.4.1	Grundlagen der Benzineinspritzung	265
12.4.2	Aufbau und Funktion der elektronischen Benzineinspritzung	267
12.4.3	Betriebsdatenerfassung	268
12.4.4	Zentraleinspritzung	274
12.4.5	LH-Motronic	278
12.4.6	ME-Motronic	284
12.4.7	MED-Motronic	288
12.4.8	KE-Jetronic	294
12.5	Gemischbildung bei Dieselmotoren	296
12.5.1	Verbrennungsablauf beim Dieselmotor	296
12.5.2	Störungen des Verbrennungsablaufs	296
12.5.3	Vergleich der Einspritzverfahren	297
12.5.4	Einlasskanalsteuerung	298
12.5.5	Starthilfsanlagen	298
12.5.6	Düsenhalterkombination	300
12.5.7	Einspritzanlagen für Pkw-Dieselmotoren	302
12.5.7.1	Axialkolben-Verteilereinspritzpumpe	302
12.5.7.2	Elektronische Dieselregelung EDC	306
12.5.7.3	Elektronisch geregelte Axialkolben-Verteilereinspritzpumpe (VE-EDC)	307
12.5.7.4	Radialkolben-Verteilereinspritzpumpe (VP44)	308

12.5.7.5 Pumpe-Düse-System	310
12.5.7.6 Common-Rail-System	312

13 Schadstoffminderung 321

13.1 Abgasanlage	321
13.2 Schadstoffminderung beim Ottomotor	324
13.2.1 Abgaszusammensetzung	324
13.2.2 Verfahren zur Schadstoffminderung	326
13.2.3 Diagnose und Wartung (AU)	331
13.2.4 Europäische On Board Diagnose (EOBD)	332
13.3 Schadstoffminderung beim Dieselmotor	336

14 Otto-Zweitaktmotor, Kreiskolbenmotor 340

14.1 Zweitaktmotor	340
14.2 Kreiskolbenmotor	347

15 Alternative Antriebskonzepte 349

15.1 Alternative Energieträger	349
15.2 Erdgasantriebe	349
15.3 Flüssiggasantriebe	351
15.4 Hybridantriebe	353
15.5 Elektrofahrzeuge	356
15.6 Antriebe mit Brennstoffzellen	357
15.7 Verbrennungsmotoren mit Wasserstoffbetrieb	357
15.8 Verbrennungsmotoren mit Pflanzenölbetrieb	357

16 Antriebsstrang 358

16.1 Antriebsarten	358
16.2 Kupplung	360
16.2.1 Reibungskupplung	360
16.2.2 Zweischeibenkupplung	366
16.2.3 Doppelkupplung	366
16.2.4 Lamellenkupplung	367
16.2.5 Magnetpulverkupplung	367
16.2.6 Automatisches Kupplungssystem (AKS)	368
16.2.7 Funktionsprüfungen an Reibungskupplungen	369
16.3 Wechselgetriebe	370
16.4 Handgeschaltete Wechselgetriebe	371
16.5 Automatische Getriebe	376
16.5.1 Automatisierte Schaltgetriebe	376
16.5.2 Gestufte Automatik-Getriebe mit hydrodynamischem Wandler	379
16.5.3 Elektro-hydraulische Getriebe-steuerung	385
16.5.4 Adaptive Getriebesteuerung	392
16.5.5 Stufenlose Automatik-Getriebe mit Schubgliederband oder Laschenkette	393

16.6 Gelenkwellen, Antriebswellen, Gelenke	395
16.7 Achsgetriebe	398
16.8 Ausgleichsgetriebe	401
16.9 Ausgleichssperren	402
16.10 Allradantrieb	407

17 Fahrzeugaufbau 410

17.1 Fahrzeugaufbau/Karosserie	410
17.1.1 Getrennte Bauweise	410
17.1.2 Mittragende Bauweise	410
17.1.3 Selbsttragende Bauweise	410
17.1.4 Werkstoffe im Karosseriebau	411
17.1.5 Sicherheit im Fahrzeugbau	413
17.1.6 Schadensbeurteilung und Vermessen	420
17.1.7 Unfallschadensreparatur an selbsttragenden Aufbauten	424
17.2 Korrosionsschutz an Kraftfahrzeugen	429
17.3 Fahrzeuglackierung	430

18 Fahrwerk 434

18.1 Fahrdynamik	434
18.2 Grundlagen der Lenkung	436
18.3 Radstellungen	437
18.4 Computer-Achsvermessung	440
18.5 Lenkgetriebe	443
18.6 Lenksysteme	443
18.6.1 Zahnstangen-Hydrolenkung	443
18.6.2 Elektro-hydraulische Servolenkung	444
18.6.3 Elektrische Servolenkung	445
18.6.4 Aktivlenkung	445
18.7 Radaufhängung	446
18.8 Federung	450
18.8.1 Aufgabe der Federung	450
18.8.2 Wirkungsweise der Federung	450
18.8.3 Federarten	452
18.8.4 Schwingungsdämpfer	456
18.8.5 Active Body Control (ABC)	462
18.9 Räder und Reifen	465
18.9.1 Räder	465
18.9.2 Reifen	466
18.9.3 Pannelaufsysteme	472
18.9.4 Luftdrucküberwachungssysteme	473
18.10 Bremsen	475
18.10.1 Bremsvorgang	477
18.10.2 Hydraulische Bremse	477
18.10.3 Bremskreisaufteilung	478
18.10.4 Hauptzylinder	478
18.10.5 Trommelbremse	480
18.10.6 Scheibenbremse	482
18.10.7 Bremsbeläge	485
18.10.8 Diagnose und Wartung an der hydraulischen Bremsanlage	486
18.10.9 Hilfskraftbremse	488
18.10.10 Bremskraftverteilung	489

18.10.11	Mechanisch betätigte Bremse	490
18.10.12	Grundlagen elektronischer Fahrwerk-Regelsysteme	491
18.10.13	Anti-Blockier-System (ABS)	492
18.10.14	Bremsassistent (BAS)	497
18.10.15	Antriebsschlupf-Regelung (ASR)	497
18.10.16	Fahrdynamik-Regelung (ESP, FDR)	499
18.10.17	Sensotronic Brake Control (SBC)	500

19 Elektrotechnik 502

19.1	Grundlagen der Elektrotechnik	502
19.1.1	Elektrische Spannung	503
19.1.2	Elektrischer Strom	503
19.1.3	Elektrischer Widerstand	505
19.1.4	Ohmsches Gesetz	507
19.1.5	Leistung, Arbeit, Wirkungsgrad	507
19.1.6	Schaltung von Widerständen	508
19.1.7	Messungen im elektrischen Stromkreis	509
19.1.8	Wirkungen des elektrischen Stromes	517
19.1.9	Schutz vor den Gefahren des elektrischen Stromes	518
19.1.10	Spannungserzeugung	520
19.1.11	Wechselspannung und Wechselstrom	522
19.1.12	Dreiphasenwechselspannung und Drehstrom	523
19.1.13	Magnetismus	523
19.1.14	Selbstinduktion	525
19.1.15	Kondensator	526
19.1.16	Elektrochemie	526
19.1.17	Elektronische Bauelemente	528
19.2	Anwendungen der Elektrotechnik	539
19.2.1	Schaltpläne	539
19.2.2	Signalgeber	549
19.2.3	Relais	550
19.2.4	Beleuchtung im Kfz	552
19.2.5	Spannungsversorgung und Bordnetz	561
19.2.6	Drehstromgenerator	568
19.2.7	Elektrische Motoren	577
19.2.8	Zündanlagen	584
19.2.9	Sensoren	601
19.2.10	Hochfrequenztechnik	605
19.2.11	Elektromagnetische Verträglichkeit	610
19.2.12	Datenübertragung im Kraftfahrzeug	612
19.2.13	Messen, Testen, Diagnose	626

20 Komforttechnik 630

20.1	Belüftung, Heizung, Klimatisierung	630
20.2	Diebstahlschutzsysteme	637
20.2.1	Zentralverriegelung	637
20.2.2	Wegfahrsperre	639
20.2.3	Alarmanlage	641
20.3	Komfortsysteme	643
20.3.1	Elektrische Fensterheber	643

20.3.2	Verdeckbetätigung	645
20.3.3	Elektrisch verstellbare Sitze	646
20.3.4	Elektronische Scheibenwischer	646
20.3.5	Elektrisch verstellbare Außenspiegel	647
20.4	Fahrerassistenzsysteme	648
20.4.1	Tempomat	648
20.4.2	Adaptive Fahrgeschwindigkeitsregelung (Adaptive Cruise Control ACC)	648
20.4.3	Einparkhilfe	649
20.4.4	Parkassistent	649
20.4.5	Spurwechselsassistent	649
20.5	Infotainmentsystem	650
20.5.1	Betriebs- und Fahrdatenanzeige	650
20.5.2	Navigationssysteme	650
20.5.3	Mobiltelefone	652

21 Zweiradtechnik 653

21.1	Kraftradarten	653
21.2	Kraftradmotoren	656
21.3	Auspuffanlage	656
21.4	Gemischbildung	657
21.5	Motorkühlung	658
21.6	Motorschmierng	658
21.7	Kupplung	659
21.8	Antriebsstrang	660
21.9	Elektrische Anlage	662
21.10	Fahrdynamik	665
21.11	Motorradrahmen	666
21.12	Radführung, Federung und Dämpfung	667
21.13	Bremsen	669
21.14	Räder, Reifen	671

22 Nutzfahrzeugtechnik 674

22.1	Einteilung	674
22.2	Motoren	675
22.3	Einspritzanlagen für Nfz-Dieselmotoren	675
22.3.1	Einspritzanlage mit Reiheneinspritzpumpe	676
22.3.2	Hubschieber-Reiheneinspritzpumpe	681
22.3.3	Pumpe-Leitung-Düse-Systeme	681
22.3.4	Starthilfsanlagen	683
22.3.5	Schadstoffminderung bei Diesel-Nfz-Motoren	684
22.4	Antriebsstrang	686
22.5	Fahrwerk	689
22.5.1	Federung	689
22.5.2	Räder und Bereifung	692
22.5.3	Druckluftbremsanlage	693
22.6	Startanlagen für Nutzfahrzeuge	705

23 Englische Begriffe 709

24 Sachwortverzeichnis 711

1 Kraftfahrzeug

1.1 Entwicklung des Kraftfahrzeugs

- 1860** Der Franzose **Lenoir** baut den ersten lauffähigen, mit Leuchtgas betriebenen Verbrennungsmotor. Wirkungsgrad etwa 3 %.
- 1867** **Otto und Langen** zeigen auf der Pariser Weltausstellung einen verbesserten Verbrennungsmotor. Wirkungsgrad etwa 9 %.

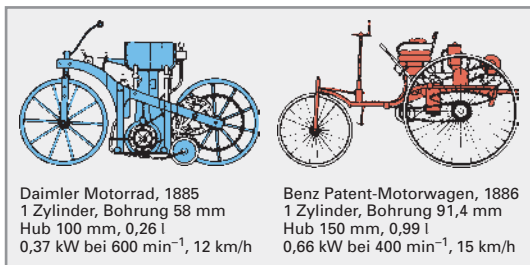


Bild 1: Daimler Motorrad und Benz Motorwagen

- 1876** **Otto** baut den ersten Gasmotor mit Verdichtung in **Viertakt-Arbeitsweise**. Fast gleichzeitig baut der Engländer **Clerk** den ersten **Zweitaktmotor** mit Gasbetrieb.
- 1883** **Daimler und Maybach** entwickeln den ersten schnelllaufenden **Viertakt-Benzinmotor** mit **Glührohrzündung**.
- 1885** Erstes **motorgetriebenes Zweirad** von **Daimler**. Erster **Dreiradkraftwagen** von **Benz** (1886 patentiert) (Bild 1).
- 1886** Erste **Vierradkutsche** mit **Benzinmotor** von **Daimler** (Bild 2).
- 1887** **Bosch** erfindet die **Abreißzündung**.
- 1889** Der Engländer **Dunlop** stellt erstmals **pneumatische Reifen** her.
- 1893** **Maybach** erfindet den **Spritzdüsenvergaser**.
- 1893** **Diesel** patentiert das Arbeitsverfahren für **Schwerölmotoren** mit **Selbstzündung**.
- 1897** **MAN** stellt den ersten betriebsfähigen **Dieselmotor** her.

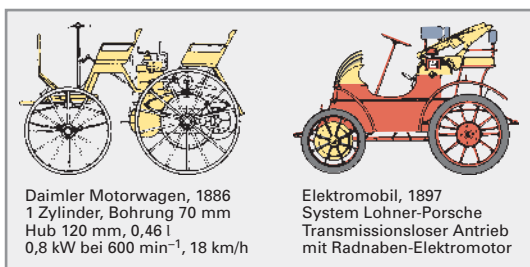


Bild 2: Daimler Motorwagen und 1. Elektromobil

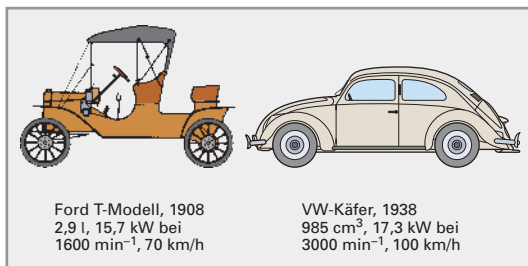


Bild 3: Ford T-Modell und VW-Käfer

- 1897** Erstes **Elektromobil** von **Lohner-Porsche** (Bild 2).
- 1899** **Fiatwerke** in Turin gegründet.
- 1913** Einführung der **Fließbandfertigung** durch **Ford**. Produktion der **Tin-Lizzy** (T-Modell, Bild 3). 1925 laufen bereits 9109 Fahrzeuge an einem Tag vom Fließband.
- 1916** **Bayerische Motorenwerke** gegründet.
- 1923** Erste **Lastkraftwagen** mit **Dieselmotoren** von **Benz-MAN** (Bild 4).
- 1936** **Daimler-Benz** baut serienmäßig Pkw mit **Dieselmotoren**.
- 1938** Gründung des **VW-Werkes** in Wolfsburg.
- 1949** Erster **Niederquerschnittsreifen** und erster **Stahlgürtelreifen** von **Michelin**.
- 1950** Erste **Gasturbine** im Kraftfahrzeug durch **Rover** in England.
- 1954** **NSU-Wankel** baut den **Kreiskolbenmotor** (Bild 4).

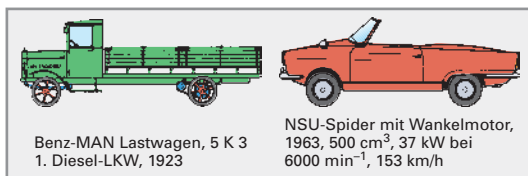


Bild 4: Lastkraftwagen mit Dieselmotor
Pkw mit Wankelmotor

- 1966** **Elektronisch gesteuerte Benzineinspritzung (D-Jetronic)** von **Bosch** für Serienfahrzeuge.
- 1970** **Sicherheitsgurte** für Fahrer und Beifahrer.
- 1978** Das **Anti-Blockiersystem (ABS)** wird bei Pkw-Bremsen erstmalig eingebaut.
- 1984** Einführung von **Airbag** und **Gurtstraffer**.
- 1985** Einführung von geregelten **Katalysatoren (Lamdasonde)** für bleifreies Benzin.
- 1997** Elektronische **Fahrwerk-Regelsysteme**.

1.2 Einteilung der Kraftfahrzeuge

Straßenfahrzeuge sind alle Fahrzeuge, die zum Betrieb auf der Straße vorgesehen sind und nicht an Gleise gebunden sind (Bild 1).

Sie werden in zwei Gruppen eingeteilt, die Kraftfahrzeuge und die Anhängerfahrzeuge. Kraftfahrzeuge besitzen immer einen maschinellen Antrieb.

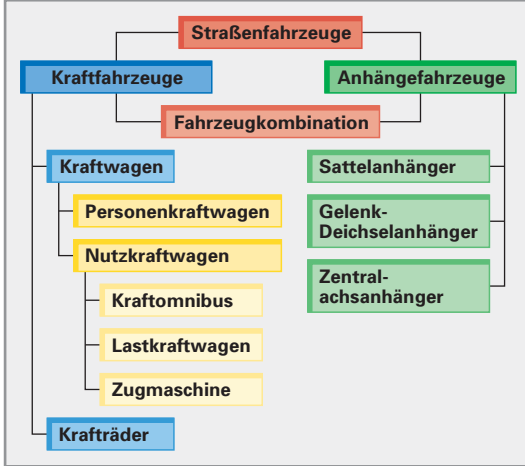


Bild 1: Übersicht Straßenfahrzeuge

Zweispurige Kraftfahrzeuge

Kraftwagen gelten als zwei- oder mehrspurige Kraftfahrzeuge. Dazu zählen:

- **Personenkraftwagen (Pkw).** Sie sind hauptsächlich zum Transport von Personen, deren Gepäck oder von Gütern bestimmt. Sie können auch Anhänger ziehen. Die Zahl der Sitzplätze ist einschließlich Fahrer auf 9 beschränkt.

- **Nutzkraftwagen (Nkw).** Sie sind zum Transport von Personen, Gütern und zum Ziehen von Anhängerfahrzeugen bestimmt. Personenkraftwagen sind keine Nutzkraftwagen.

Einspurige Kraftfahrzeuge

Krafräder sind einspurige Kraftfahrzeuge mit 2 Rädern. Sie können einen Beiwagen mitführen, wobei die Eigenschaft als Krafrad erhalten bleibt, wenn das Leergewicht von 400 kg nicht überschritten wird. Auch das Ziehen eines Anhängers ist möglich. Zu den Krafrädern zählen

- **Motorräder.** Sie sind mit festen Fahrzeugteilen (Kraftstoffbehälter, Motor) im Kniebereich und mit Fußrasten ausgestattet.
- **Motorroller.** Sie verfügen über keine festen Teile im Kniebereich, die Füße stehen auf einem Bodenblech.
- **Fahrräder mit Hilfsmotor.** Sie haben Merkmale von Fahrrädern, z. B. Tretkurbeln (Moped, Mofa).

1.3 Aufbau eines Kraftfahrzeugs

Ein Kraftfahrzeug besteht aus Baugruppen und deren einzelnen Bauteilen.

Die Festlegung der Baugruppen und die Zuordnung von Baugruppen zueinander ist nicht genormt. So kann z.B. der Motor als eigene Baugruppe gelten, oder er wird als Unterbaugruppe dem Triebwerk zugeordnet.

Eine in diesem Buch vorgenommene Möglichkeit ist die Einteilung in die 5 Haupt-Baugruppen Motor, Antriebsstrang, Fahrwerk, Fahrzeugaufbau und elektrische Anlage.

Die Zuordnung der Baugruppen und Bauteile ist im Bild 2 dargestellt.

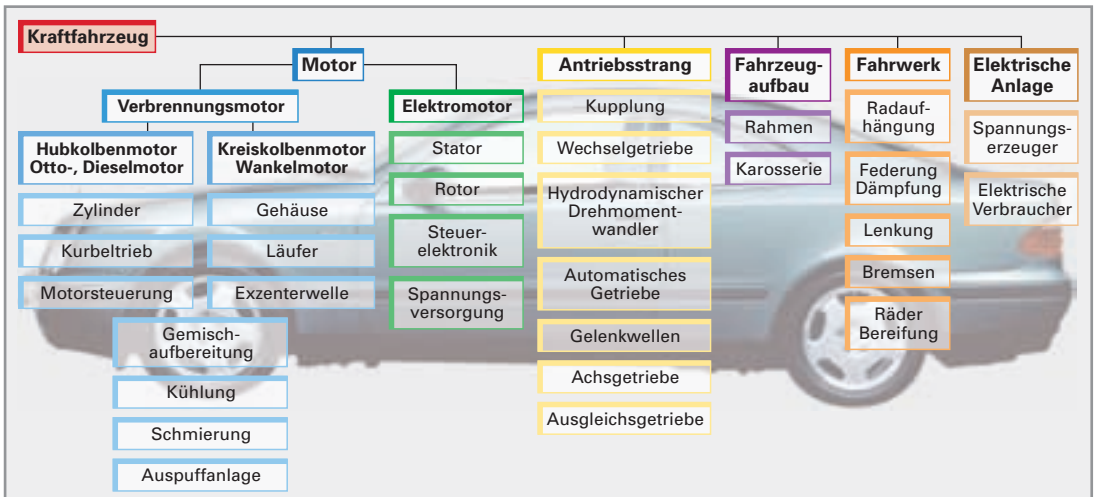


Bild 2: Aufbau eines Kraftfahrzeuges

1.4 Technisches System Kraftfahrzeug

1

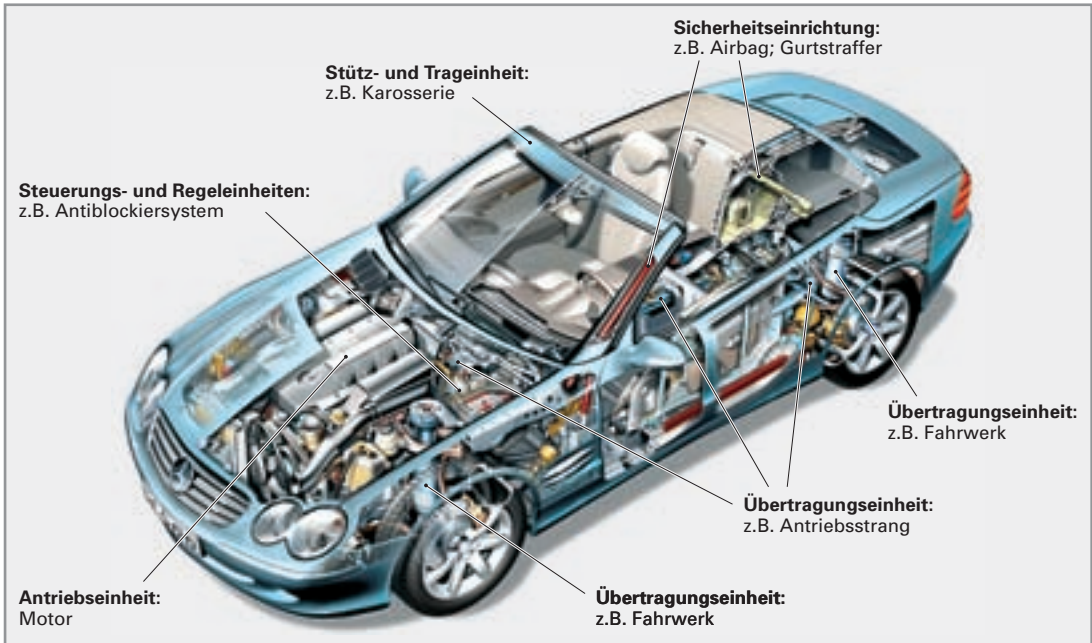


Bild 1: System Kraftfahrzeug mit seinen Funktionseinheiten

1.4.1 Technische Systeme

Jede Maschine bildet ein technisches Gesamtsystem.

Merkmale technischer Systeme:

- Sie sind nach außen abgegrenzt.
- Sie besitzen einen Eingang und Ausgang.
- Von Bedeutung ist nur die Gesamtaufgabe, nicht die Einzelaufgabe, die innerhalb des Systems gelöst wird.

Grafisch stellt man ein technisches System durch ein Rechteck dar (Bild 2).

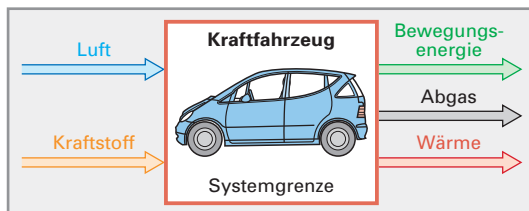


Bild 2: Allgemeine Systemdarstellung am Beispiel eines Kraftfahrzeuges

Die Eingangs- und Ausgangsgrößen werden als Pfeile gekennzeichnet. Die Anzahl der Pfeile hängt von der Anzahl der jeweiligen Eingangs- bzw. Ausgangsgrößen ab.

Das Rechteck bildet die **Systemgrenze** (gedachte Grenze), welche ein technisches System von anderen Systemen und/oder von seiner Umgebung abgrenzt.

Die einzelnen Systeme sind gekennzeichnet durch:

- Eingabe (Eingangsgrößen, Input) von außerhalb der Systemgrenze
- Verarbeitung innerhalb der Systemgrenzen
- Ausgabe (Ausgangsgröße, Output), die über die Systemgrenzen an die Umgebung geht (**EVA-Prinzip**)

1.4.2 System Kraftfahrzeug

Das Kraftfahrzeug ist ein komplexes technisches System, bei dem verschiedene Teilsysteme zusammenwirken, um eine bestimmte Gesamtfunktion zu erfüllen.

Die Gesamtfunktion eines Personenkraftwagens ist die Personenbeförderung, die Gesamtfunktion eines Lastkraftwagens ist der Gütertransport.

Funktionseinheiten eines Kfz

Systeme, die einen Funktionsablauf unterstützen sind in Funktionseinheiten zusammengefasst (Bild 1). Durch Kenntnis der Funktionsabläufe in den Funk-

1

tionseinheiten z.B. Motor, Antriebsstrang, kann das Gesamtsystem Kraftfahrzeug im Hinblick auf Wartung, Diagnose und Reparatur besser verstanden werden.

Dieses Prinzip lässt sich auf jedes technische System anwenden. Das Kraftfahrzeug besteht unter anderem aus folgenden **Funktionseinheiten**:

- Antriebseinheit
- Übertragungseinheit
- Stütz- und Trageinheit
- Elektrohydraulische Anlagen (z.B. Steuer- und Regeleinheiten)
- Elektrische, elektronische Anlagen (z.B. Sicherheitseinrichtungen)

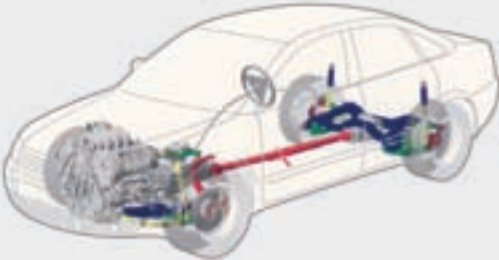
Jede Funktionseinheit übernimmt eine bestimmte Teilfunktion.

Funktionseinheit: Antriebseinheit – Motor



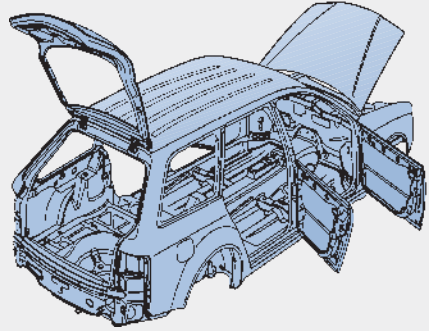
Teilfunktion: Stellt Antriebsenergie bereit

Funktionseinheit: Übertragungseinheit z.B. Antriebsstrang



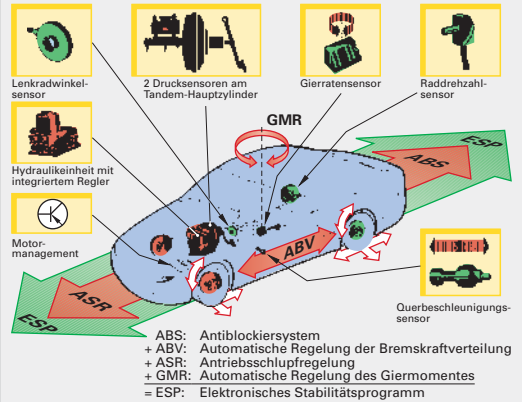
Teilfunktion: Übertragen der mechanischen Energie der Antriebseinheit auf die Antriebsräder

Funktionseinheit: Fahrzeugaufbau als Stütz- und Trageinheit, z.B. Karosserie



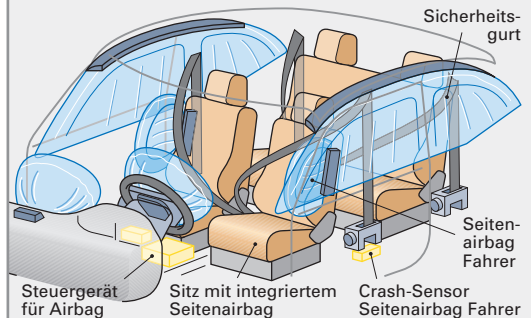
Teilfunktion: Stützen und tragen, Aufnahme aller Teilsysteme

Funktionseinheit: Elektro-hydraulische Anlagen (Steuer- und Regeleinheiten z.B. ABS, ESP usw.)



Teilfunktion: Aktiver Schutz der Insassen, Verbesserung der Fahrdynamik

Funktionseinheit: Elektr., elektron. Anlagen (Sicherheitseinrichtungen, wie z.B. Airbag, Gurtstraffer)



Teilfunktion: Passiver Schutz der Insassen

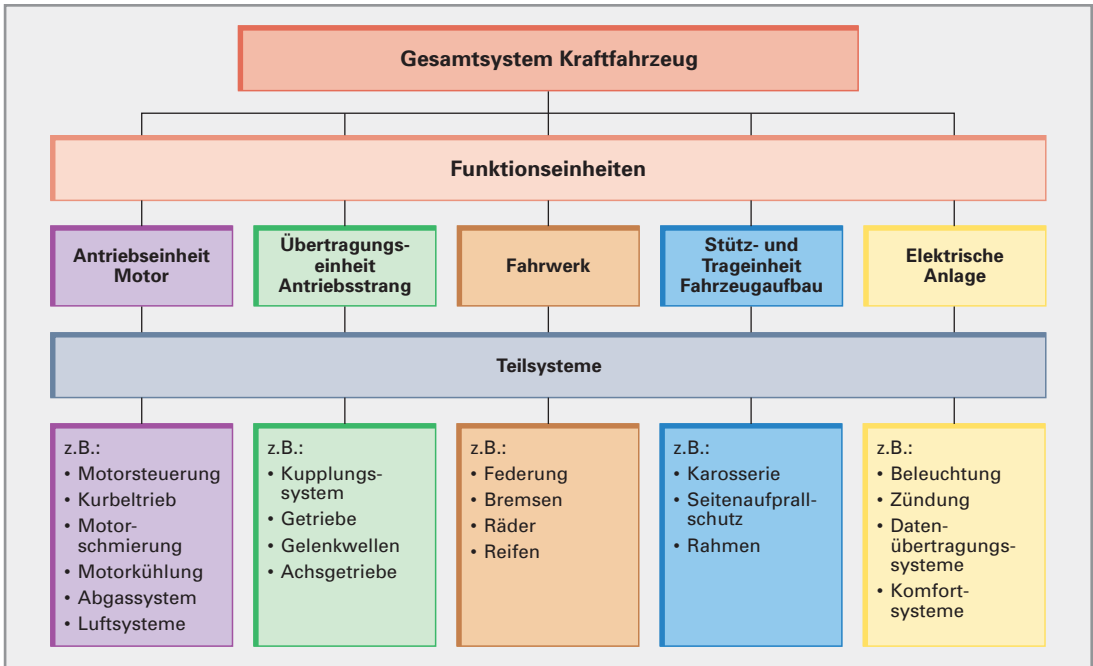


Bild 1: Systemverbund eines Kraftfahrzeugs

Damit ein Kraftfahrzeug seine Hauptfunktionen erfüllen kann, müssen verschiedene Teilsysteme zusammenwirken (**Bild 1**). Je enger man die Systemgrenze zieht, desto kleiner werden die Teilsysteme bis man schließlich zu den einzelnen Bauteilen gelangt.

Gesamtsystem Kraftfahrzeug

Legt man die Systemgrenze um das Kraftfahrzeug, so grenzt man es in der Systembetrachtung gegen die Umwelt wie Luft und Fahrbahn ab. Eingangsseitig überschreiten nur Luft und Kraftstoff die Systemgrenze und ausgangsseitig nur Abgas-, Bewegungs- sowie Wärmeenergie (**Bild 2, Bild 3**).

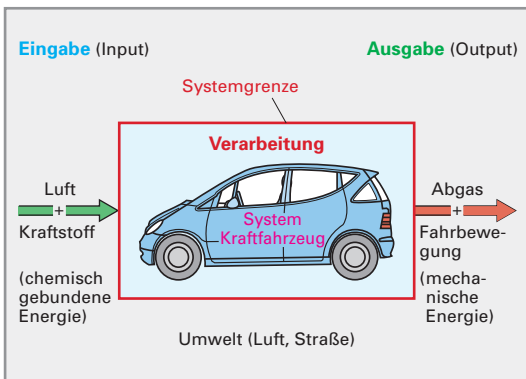


Bild 2: System Kraftfahrzeug

1.4.3 Teilsysteme im Kraftfahrzeug

Für jedes Teilsystem gilt das **EVA-Prinzip** (**Bild 3**).

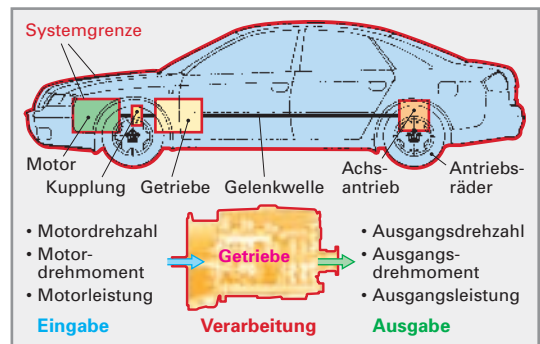


Bild 3: Teilsystem: Getriebe

Eingabe. Auf der Eingangsseite des Getriebes wirken die Motordrehzahl, das Motordrehmoment und die Motorleistung.

Verarbeitung. Im Getriebe werden Drehzahl und Drehmoment gewandelt.

Ausgabe. Auf der Ausgangsseite werden Abtriebsdrehzahl, Abtriebsdrehmoment und Abtriebsleistung, sowie Wärme abgegeben.

Wirkungsgrad. Die Abtriebsleistung ist um die Verluste im Getriebe vermindert.

Das Teilsystem Getriebe ist über weitere Teilsysteme, wie z.B. Gelenkwelle, Achsgetriebe, Antriebswellen mit den Antriebsrädern verkettet.

1.4.4 Einteilung technischer Systeme und Teilsysteme nach der Verarbeitung

Technische Systeme (**Bild 1**) werden nach der Art der Verarbeitung innerhalb der Systeme unterschieden:

- Stoffumsetzende Systeme z.B. Kraftstoffförderanlage
- Energieumsetzende Systeme z.B. Verbrennungsmotor
- Informationsumsetzende Systeme z.B. Bordcomputer, Lenkung

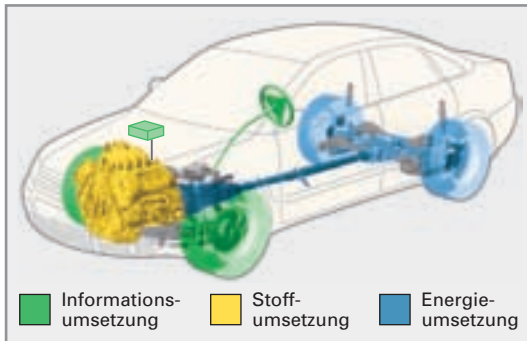


Bild 1: Systeme unterteilt nach Art der Verarbeitung

Stoffumsetzende Systeme

Mit stoffumsetzenden Systemen werden Stoffe so verändert, dass sie eine Form erhalten (Formänderung) oder sie werden von einem Ort zum anderen transportiert (Lageänderung).

Fördermittel oder einfache Maschinen dienen dem Stofftransport. Werkzeugmaschinen übernehmen die Stoffumformung. Beim Stofftransport wird z.B. eine ruhende Flüssigkeit (Benzin im Kraftstoffbehälter) durch eine Pumpe in Bewegung gebracht und zur Einspritzanlage befördert. Um diese Umsetzung durchführen zu können, muss den Arbeitsmaschinen, z.B. Kraftstoffpumpe, elektrische Energie zugeführt werden.

Übersicht über stoffumsetzende Systeme:

Maschinen zur Formänderung sind z.B. Werkzeugmaschinen, wie Bohr-, Fräs- und Drehmaschinen oder Maschinen, die in Gießereien oder Presswerken Verwendung finden, wie Pressen.

Maschinen zur Lageänderung beinhalten alle Förderanlagen und Maschinen, die zum Transport von festen Stoffen (Förderbänder, Gabelstapler, Lkw, Pkw), Flüssigkeiten (Pumpen) oder Gasen (Gebläse, Turbinen) dienen.

Beispiele für stoffumsetzende Systeme in einem Kraftfahrzeug:

- Schmiersystem, dabei sorgt die Ölpumpe für den Stoffumsatz.
- Kühlsystem, hier sorgt die Wasserpumpe für den Stoffumsatz und somit für den Wärmetransport.

Energieumsetzende Systeme

Bei **energieumsetzenden Systemen** wird eine dem System zugeführte Energie in eine andere Energieform umgewandelt.

Zu diesen Systemen zählen alle Kraftmaschinen wie Verbrennungs- und Elektromotoren, Dampf- und Gasmaschinen, sowie Energieanlagen z.B. Heiz- und Photovoltaikanlagen, Brennstoffzellen.

Nach der Art der Energieumsetzung unterscheidet man zwischen:

- **Wärmekraftmaschinen**, wie Otto- und Dieselmotoren oder Gasturbinen
- **Wasserkraftmaschinen**, wie Wasserturbinen
- **Windkraftmaschinen**, wie windgetriebene Generatoren
- **Solaranlagen**, wie Photovoltaikanlagen
- **Brennstoffzellen**

In einem Verbrennungsmotor wird die chemische Energie des Kraftstoffs zunächst in Wärmeenergie und dann in mechanische Bewegungsenergie umgewandelt (**Bild 2**).

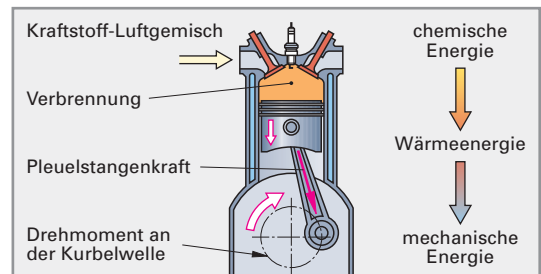


Bild 2: Energieumsetzung eines Ottomotors

Dabei können zusätzliche Stoff- und Informationsflüsse auftreten. Da sie in energieumsetzenden Maschinen eine Nebenfunktion ausüben, werden sie meist nicht aufgeführt.

Der Stofffluss (Eintritt des Kraftstoffes und Austritt der Abgase) sowie der Informationsfluss (Kraftstoff-Luft-Gemisch, Drehzahlregelung, Lenkung etc.) stellen nur Nebenfunktionen dar.

Energieumsetzendes System. Die Umwandlung der chemischen Energie des Kraftstoffes in die zum Antrieb des Kraftfahrzeuges benötigte Bewegungsenergie steht im Vordergrund, deshalb ist der **Verbrennungsmotor** ein energieumsetzendes System.

Informationsumsetzende Systeme

Sie dienen zur Übermittlung von Informationen, der Verarbeitung und Übertragung von Daten und der Kommunikation.

Informationsumsetzende Systeme und Übertragungssysteme, z.B. Steuergeräte, CAN-Bus-Controller, Diagnosegeräte („Tester“), sind für den Betrieb und die Wartung moderner Fahrzeuge unentbehrlich.

Informationen. Es sind Kenntnisse über Sachverhalte und Vorgänge. In einem Kraftfahrzeug sind z.B. Motortemperatur, Fahrgeschwindigkeit, Lastzustand Informationen, die für den Betrieb des Fahrzeugs erforderlich sind. Die Informationen werden als Daten z.B. von einem Steuergerät zum anderen übertragen. Sie werden aus den Signalen gewonnen.

Signale. Sie sind die physikalische Darstellung von Daten.

Im Kraftfahrzeug werden Signale von Sensoren, z.B. für Drehzahl, Temperatur, Drosselklappenstellung erzeugt.

Beispiel für informationsumsetzende Systeme in einem Kraftfahrzeug:

- **Motorsteuergerät.** Es erfasst und verarbeitet alle relevanten Daten, um den Motor auf die jeweilige Betriebsbedingung optimal anzupassen.
- **Bordcomputer.** Er informiert z.B. den Fahrer über den durchschnittlichen bzw. momentanen Kraftstoffverbrauch, die Reichweite, die Durchschnittsgeschwindigkeit und die Außentemperatur.

1.4.5 Bedienung von technischen Systemen

Für die Bedienung und Instandhaltung von Kraftfahrzeugen sind umfangreiche Systemkenntnisse notwendig. Um einen umweltschonenden und sicheren Betrieb des Fahrzeugs zu gewährleisten wird vom Hersteller eine Betriebsanleitung mitgeliefert.

Betriebsanleitungen enthalten unter anderem:

- Systembeschreibungen
- Erläuterungen zu Funktionen
- Systemdarstellungen
- Funktionsskizzen
- Anleitungen zur sachgerechten Bedienung und Anwendung
- Wartungs- und Inspektionspläne
- Hinweise zu Betriebsstörungen

- Angaben zu zulässigen Betriebsstoffen, z.B. Motoröle
- Technische Daten
- Notdienstadressen

Betrieb. Kraftfahrzeuge und Maschinen dürfen nur von qualifizierten und berechtigten Personen betrieben werden.

Vorgeschrieben ist z.B., dass ...

- ... der Führer eines Personenkraftwagens im öffentlichen Verkehrsraum die erforderliche Fahrerlaubnis der Klasse B besitzt.
- ... eine Hebebühne in der Kfz-Reparaturwerkstatt nur von über 18 Jahre alten Personen bedient werden darf, wenn sie entsprechend unterwiesen und zur Bedienung berechtigt sind.
- ... der Führer eines Lkw's mit Ladekran im Besitz eines Kranführerausweises ist.

Damit ist gewährleistet, dass der Fahrer eines Lkw's mit Ladekran das Fahrzeug richtig abstützt (**Bild 1**), die Unfallverhütungsvorschriften (UVV) einhält, im Umgang mit Lastaufnahmemittel geschult ist und den Ladekran sachkundig bedienen kann.

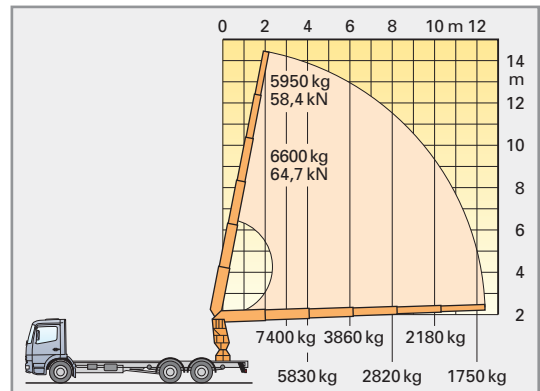


Bild 1: Richtige Belastung eines Ladekrans

WIEDERHOLUNGSFRAGEN

- 1 Durch welche Größen ist ein technisches System gekennzeichnet?
- 2 Was versteht man unter dem EVA-Prinzip?
- 3 Welche Funktionseinheiten kann man bei einem Kfz unterscheiden?
- 4 Nennen Sie drei Teilsysteme eines Kfz, sowie deren Eingangs- und Ausgangsgrößen.
- 5 Welches ist die Hauptfunktion eines energieumsetzenden Systems?
- 6 Welche Daten kann man einer Betriebsanleitung entnehmen?

1.5 Wartung und Instandhaltung

Zur Erhaltung der Betriebssicherheit eines Kraftfahrzeuges und auch zur Wahrung von Gewährleistungsansprüchen ist fachkundige Wartung und Instandhaltung entsprechend den Herstellervorschriften, z.B. durch den Kundendienst, notwendig.

Zur Durchführung werden vom Hersteller **Instandhaltungspläne** und Ersatzteilkataloge bereitgestellt sowie **Reparaturanweisungen** herausgegeben. Diese stehen z.B. als Reparaturhandbuch, Mikrofiche oder als menügesteuerte Computerprogramme für Personalcomputer (PC) zur Verfügung.

Instandhaltung. Instandhaltungsarbeiten beinhalten:

- Inspektion, z.B. Prüfen
- Wartung, z.B. Ölwechsel, Schmierien, Reinigen
- Instandsetzung, z.B. Reparieren, Austauschen

Kundendienst. Fahrzeughersteller und Kfz-Werkstätten bieten einen sachkundigen Kundendienst an. So wird beispielsweise ein neues Kraftfahrzeug ordnungsgemäß zur Erstinbetriebnahme dem Kunden zur Übernahme bereitgestellt. Des weiteren werden durch Fachpersonal Instandhaltungsarbeiten durchgeführt, die der Betreiber nicht selbst erledigen kann. Die zur Funktions- und Werterhaltung notwendigen Maßnahmen sind vom Hersteller in den Instandhaltungsvorschriften festgelegt. Sie sind für Kraftfahrzeuge in Wartungs- und Instandhaltungspläne festgehalten.

Es werden folgende Serviceintervalle unterschieden:

- Feste Serviceintervalle (Wartungsplan)
- Flexible Serviceintervalle
- Neue Servicestrategien

Die Wartungs- und Inspektionsarbeiten sind entsprechend vorgegebener Pläne durchzuführen. Die Ausführung der Arbeiten sind auf dem Inspektionsplan zu kennzeichnen und durch Unterschrift vom ausführenden Mechaniker zu bestätigen.

Wartungsplan

Er gibt Auskunft über die festgelegte Service- bzw. Inspektionszeitpunkte, z.B. soll nach 20.000 km oder nach 12 Monaten Betriebszeit eine Hauptinspektion durchgeführt werden.

Inspektionsplan. Aus ihm ist der vorgeschriebene Umfang der Inspektion zu entnehmen (**Bild 1, Seite 19**).

Flexible Service-Intervalle

Mit modernen Motormanagementsystemen ist es möglich, entsprechend den Betriebsbedingungen

eines Fahrzeugs, die Serviceintervalle anzupassen. Zur Berechnung der verbleibende Fahrstrecke bis zur Inspektion werden neben dem Kilometerstand verschiedene Einflussgrößen aufgezeichnet und in die Berechnung mit einbezogen. Ist der Inspektionstermin erreicht, wird dies dem Fahrer frühzeitig über ein Display mitgeteilt (**Bild 1**). In der Werkstatt wird die Arbeit dann nach Inspektionsplan (**Bild 1, Seite 19**) ausgeführt.

Ölwechselintervall. Es kann auf zwei Arten ermittelt werden:

- Auf einer virtuellen Datenbasis, d.h. aus der zurückgelegten Wegstrecke, dem dabei verbrauchten Kraftstoff und dem dabei durchlaufenen Temperaturprofil des Öls ergibt sich ein Maß für den Verschleiß des Motoröls.
- Dem tatsächlichen Ölzustand, d.h. der Ölzustandsensor ermittelt Füllhöhe und Qualität welche in Verbindung mit der zurückgelegten Fahrstrecke und der Motorlast berücksichtigt wird.

Verschleißzustand Bremsbeläge. Der Verschleiß der Bremsbeläge wird elektrisch ermittelt. Hat der Bremsbelag die Verschleißgrenze erreicht, wird eine Kontaktschleife im Belag durchtrennt. Aus der Bremshäufigkeit, der Bremsbetätigungszeit sowie den gefahrenen Kilometern wird die theoretisch verbleibende Restfahrstrecke ermittelt, das Wechselintervall festgelegt und dem Fahrer angezeigt.

Verschleißzustand Innenraumfilter. Die Berechnung der verbleibenden Standzeit des Staub- und Pollenfilters erfolgt auf der Datenbasis von Außenlufttemperatursensor, Heizungsnutzung, Umlufteinstellung, Fahrgeschwindigkeit, Lüfterdrehzahl, Kilometerstand und Datum.

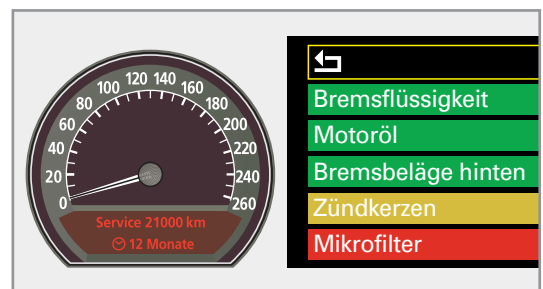


Bild 1: Verschleißanzeigen

Zündkerzen werden weiterhin wegabhängig z.B. nach bis zu 100 000 km ausgetauscht.

Betriebsstoffe wie Kühl- und Bremsflüssigkeit werden nach der Betriebszeit z.B. 2- oder 4- Jahren gewechselt.

Neue Servicestrategien

Auf Basis gesammelter Daten, wie Ist-Zustand der Verschleißteile und Betriebsstoffe sowie der Fahrgewohnheit wird der Servicezeitpunkt errechnet. Nach dieser bedarfsgerechten Servicestrategie wird nur gewartet, wenn ein Bauteil abgenutzt oder ein Betriebsstoff verbraucht ist.

Neu ist, dass der Bordcomputer online die im Schlüssel abgespeicherte Kunden- und Serviceumfangsdaten an die Werkstatt überträgt. Der Kundenberater

hat dann genügend Zeit eventuell benötigte Ersatzteile, z.B. Bremsbeläge zu bestellen und mit dem Kunden einen passenden Termin zu vereinbaren.

Ausfallbedingte Reparaturen sollen durch frühe Problemerkennung vermieden werden. Weitere Vorteile sind:

- Exakt geplante Termine
- Keine Wartezeiten
- Keine Informationsverluste
- Flexible Serviceleistungen

Inspektionsplan					
Auftrags-Nr.: 900109	Fzg-Type: Passat	Fzg-Halter: Hörmann			
Km-Stand: 53.400	Fzg-Alter: 3	Zusatzarbeiten z.B. AU:			
Durchzuführende Wartung			i.o.	n.i.o.	beibeh.
Elektrik					
Frontbeleuchtung. Funktion prüfen: Standlicht, Abblendlicht, Fernlicht, Nebelscheinwerfer, Blink- und Warnblinkanlage					
Heckbeleuchtung. Funktion prüfen: Bremslicht, Rücklicht, Rückfahrscheinwerfer, Nebelschlussleuchte, Kennzeichenbeleuchtung, Kofferraumbeleuchtung, Standlicht, Blink- u. Warnblinkanlage					
Innenraum- und Handschuhkastenbeleuchtung, Zigarettenanzünder, Signalhorn und Kontrolllampen: Funktion prüfen					
Eigendiagnose: Fehlerspeicher aller Systeme abfragen (Ausdruck hinten in Bordbuchtasche stecken)					
Fahrzeug von außen					
Türfeststeller und Befestigungsbolzen: Schmieren					
Scheibenwisch-/Waschanlage und Scheinwerferreinigungsanlage: Funktion und Spritzdüsen-Einstellung prüfen					
Scheibenwischerblätter: Auf Beschädigung prüfen, Ruhestellung prüfen; bei rubbelnden Wischerblättern: Anstellwinkel prüfen					
Bereifung					
Bereifung: Zustand, Reifenlaufbild, Fülldruck prüfen, Profiltiefe eintragen					
VL _____ mm	VR _____ mm				
HL _____ mm	HR _____ mm				
Fahrzeug von unten					
Motoröl: Ablassen oder absaugen, Ölfilter ersetzen					
Motor und Bauteile im Motorraum: Sichtprüfung auf Undichtigkeiten und Beschädigungen durchführen					
Keilriemen, Keilrippenriemen: Zustand und Spannung prüfen					
Getriebe, Achsantrieb und Gelenkschutzhüllen: Sichtprüfung auf Undichtigkeiten und Beschädigungen durchführen					
Schaltgetriebe / Achsantrieb: Ölstand prüfen					
Bremsanlage: Sichtprüfung auf Undichtigkeiten und Beschädigungen durchführen					
Bremsbeläge vorn und hinten: Dicke prüfen					
Unterbodenschutz: Sichtprüfung auf Beschädigungen durchführen					
Abgasanlage: Sichtprüfung auf Undichtigkeiten und Beschädigungen durchführen					
Spurstangenköpfe: Spiel, Befestigung und Dichtungsbälge prüfen; Achsgelenke: Sichtprüfung der Dichtungsbälge auf Undichtigkeiten und Beschädigungen durchführen					
Motorraum					
Motoröl: Ölstand prüfen (Beim Inspektionservice mit Filterwechsel, Ölwechsel durchführen)					
Motor und Bauteile im Motorraum (von oben): Sichtprüfung auf Undichtigkeiten und Beschädigungen durchführen					
Scheibenwisch-/Waschanlage: Flüssigkeit auffüllen					
Kühlsystem: Kühlmittelstand und Frostschutz prüfen; Sollwert: -25 °C					
Istwert (gemessener Wert): _____ °C					
Staub- und Pollenfilter: Filtereinsatz ersetzen (alle 12 Monate oder alle 15000 km)					
Zahnriemen für Nockenwellenantrieb: Zustand und Spannung prüfen					
Luftfilter: Gehäuse reinigen und Filtereinsatz ersetzen					
Kraftstofffilter: Ersetzen					
Servolenkung: Ölstand prüfen					
Bremsflüssigkeitsstand (abhängig vom Belagverschleiß): Prüfen					
Batterie: Prüfen					
Leerlaufdrehzahl: Prüfen					
Scheinwerfereinstellung / Dokumentation / Endkontrolle					
Scheinwerfereinstellung: Prüfen					
Service-Aufkleber: Termin für den nächsten Service (auch Bremsflüssigkeitswechsel) in Aufkleber eintragen und Aufkleber am Türholm (B-Säule) anbringen					
Probefahrt durchführen					
Datum / Unterschrift (Monteur)					
Datum / Unterschrift (Endkontrolle)					

Bild 1: Inspektionsplan

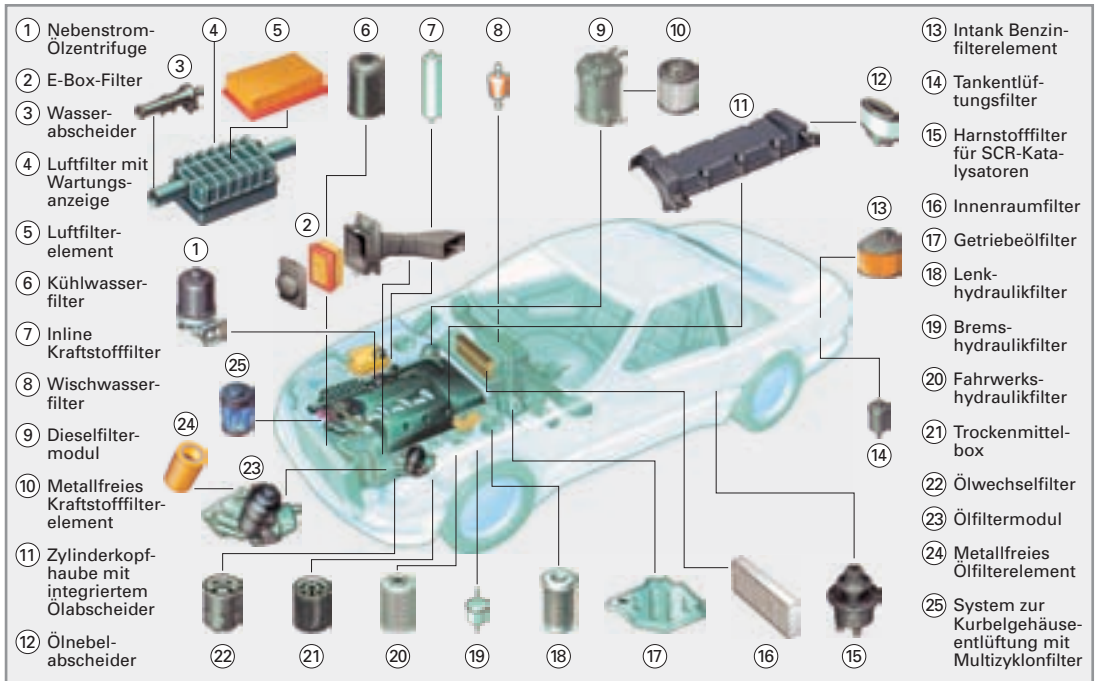


Bild 1: Filter im modernen Kraftfahrzeug

1.6 Filter, Aufbau und Wartung

Die Filter eines Kraftfahrzeugs haben die Aufgabe, Motoren, Bauteile und die Atemluft der Insassen vor Verunreinigungen zu schützen.

Filter im Kfz (Bild 1) können nach zwei Kriterien eingeteilt werden. Nach den **Wirkprinzipien** und nach dem zu filternden **Medium**.

Wirkprinzipien. Feste Verunreinigungen werden aus strömenden Medien, wie z.B. Luft, Öl, Kraftstoff und Wasser herausgefiltert durch die:

- Siebwirkung, z.B. Sieb- und Faserfilter
- Haftwirkung, z.B. Nassfilter
- Magnetwirkung, z.B. Magnetabscheider
- Fliehkraftwirkung, z.B. Zentrifugalfilter

Siebfilter. Die Filterwirkung wird dadurch erreicht, dass die Abmessungen der Filtermaschen kleiner als die Verunreinigungen sind (Bild 2).

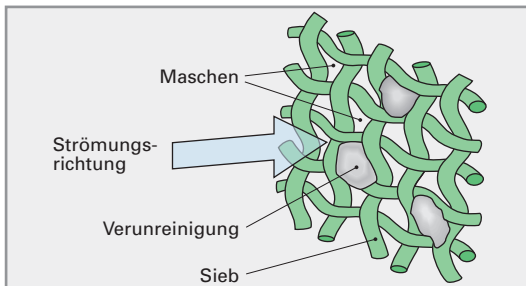


Bild 2: Wirkungsweise eines Siebfilters

Haftfilter. Sind meist Nassluftfilter. Verunreinigungen, wie Staub, kommen mit der ölbenetzten Filterfläche in Berührung und bleiben dort haften.

Magnetfilter. Aus dem vorbeiströmenden Medium werden ferromagnetische Verunreinigungen angezogen, z.B. von der Ölablassschraube.

Zentrifugalfilter. Das zu filternde Medium, z.B. Luft, wird in Rotation versetzt. Verunreinigungen werden durch die Fliehkkräfte an die Wand des Filters gedrückt, wo sie sich absetzen.

Filter werden unterschieden nach

- Luft- und Abgasfilter
- Kraftstofffilter
- Schmierölfilter
- Innenraumfilter, z.B. Pollen-, Smog- und Ozonfilter
- Hydraulikfilter, z.B. für ATF-Öle

1.6.1 Luftfilter

Luftfilter sollen die Ansaugluft reinigen und die Ansaugergeräusche des Motors dämpfen.

Der Staub in der Luft besteht aus kleinsten Teilchen (0,005 mm bis 0,05 mm). Er führt zum Teil auch Quarz mit sich. Je nach Einsatz des Kraftfahrzeuges (Autobahn, Baustelle) schwankt die Staubmenge. Diese Staubmenge würde mit dem Schmieröl eine Schleifmasse bilden und starken Verschleiß, besonders an Zylinderlaufbahn, Kolben und Ventileführung verursachen.