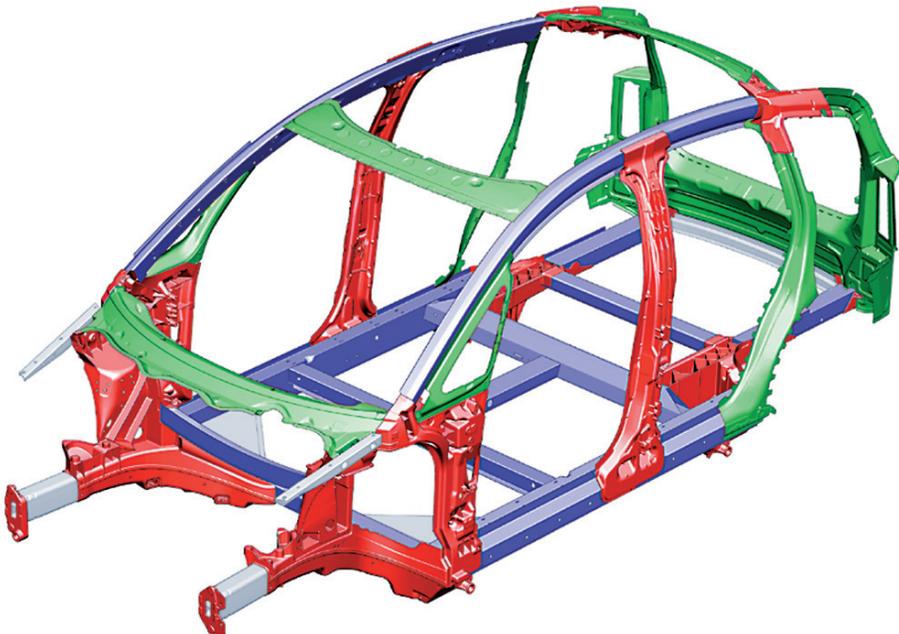




Personenkraftwagen



Einsatz innen-hochdruck-umgeformter Profile



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Kraftfahrzeugtechnik

Fachkunde Karosserie- und Lackiertechnik

3. 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.: 21511

Autoren der Fachkunde Karosserie- und Lackiertechnik:

Fischer, Richard	Studiendirektor	Polling – München
Gscheidle, Rolf	Studiendirektor	Winnenden – Stuttgart
Heider, Uwe	Kfz-Elektriker-Meister, Trainer Audi AG	Neckarsulm – Oedheim
Hohmann, Berthold	Studiendirektor	Eversberg – Meschede
Keil, Wolfgang	Oberstudiendirektor	München
Mann, Jochen	Dipl.-Gwl., Studiendirektor	Schorndorf – Stuttgart
Schlögl, Bernd	Dipl.-Gwl., Studiendirektor	Rastatt – Gaggenau
Steidle, Bernhard	Studiendirektor	Neckarsulm – Stuttgart
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

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.

3. Auflage 2012, korrigierter Nachdruck 2021

Druck 6

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-8085-2153-3

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2012 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: Volkswagen AG, Wolfsburg und SATA GmbH & Co. KG, Kornwestheim

Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Vorwort zur 3. Auflage

Die Fachkunde Karosserie- und Lackiertechnik 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 Karosseriebauhandwerks 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 Fachbuch der Karosserie- und Lackiertechnik wurde in der **3. Auflage** auf der Basis der Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik 29. Auflage erstellt und durch die wesentlichsten Inhalte zur Karosserie- und Lackiertechnik in den Kapiteln 15 und 16 ergänzt. In der **3. Auflage** wurden die Kapitel Fahrzeugpflege, Scherschneiden, Ausbeultechniken, Kleben, Fügen von Karosserieteilen, neue Scheinwerfersysteme und Alternative Antriebskonzepte wesentlich erweitert und den Erfordernissen der Technik und Ausbildung angepasst. Die Kapitel sind sachlogisch angeordnet und in ihrer Zielsetzung auf die veränderten Lerninhalte des Berufsbildes des Karosserie- und Fahrzeugbaumechatronikers ausgerichtet.

Ausgehend vom Aufbau einer modernen Karosserie, über den Einsatz neuer Werkstoffe bis zu den Fertigungsmethoden in der Serie, werden die Grundlagen der Karosserietechnik behandelt. Der Schwerpunkt des Kapitels 15 liegt jedoch in der Erkennung von Unfallschäden und deren fachgerechter Instandsetzung. Vom einfachen Blechschaden, der durch Ausbeulen beseitigt werden kann, über die fachgerechte Reparatur von Kunststoff- und Glasschäden bis zu Richtarbeiten auf der Richtbank werden die wichtigsten Reparaturmethoden beschrieben. Bei der Fahrzeuglackierung, Kapitel 16, werden von der Lackier Vorbereitung bis zur Erkennung von Lack- und Lackierfehlern alle Themen angesprochen, die für die handwerkliche Reparaturlackierung wichtig sind.

Aus der Fülle des Stoffes wurden die Sachgebiete im Umfang und Inhalt so ausgewählt, dass sie den Anforderungen der Neuordnung nach Lernfeldern entsprechen. Auf den Seiten 4 und 5 sind 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 Karosserie- und Lackiertechnik** 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
- Formelsammlung
- Arbeitsblätter zu den Lernfeldern 1 ... 4
- Arbeitsblätter zu den Lernfeldern 5 ... 8
- Arbeitsblätter zu den Lernfeldern 9 ... 14
- Prüfungsbuch Kraftfahrzeugtechnik
- Prüfungstrainer Kraftfahrzeugtechnik
- Prüfungsvorbereitung aktuell Kraftfahrzeugtechnik, Gesellenprüfung Teil 1 und Teil 2
- Betriebsführung und Management im Kfz-Handwerk
- Arbeitsplanung, Technische Kommunikation Kraftfahrzeugtechnik
- Animationen Karosserie- und Lackiertechnik

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 an lektorat@europa-lehrmittel.de dankbar.

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

Hinweise zur Verwendung der Fachkunde Karosserie- und Lackiertechnik bei der Ausbildung zur Karosserie- und Fahrzeugbaumechanikerin bzw. zum Karosserie- und Fahrzeugbaumechaniker.

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 Karosserie- und Fahrzeugmechatronikers 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
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 Be- und Verarbeiten von Halbzeugen und Bauteilen aus Metall						•	•												
6 Be- und Verarbeiten von nichtmetallischen Werkstoffen und Verbundstoffen							•	•							•				
7 Installieren elektrischer und elektronischer Systeme																	•	•	•
8 Installieren mechanischer, hydraulischer und pneumatischer Systeme									•					•				•	
Schwerpunkt Instandhaltungstechnik																			
9 Analysieren von Fahrzeug- und Karosserie-schäden															•				
10 Rückverformen deformierter Karosserien und Fahrzeugrahmen															•				
11 Durchführen von Abschnittsreparaturen															•				
12 Ausbeulen von Karosserieblechen															•				
13 Vorbereiten und Durchführen von Reparaturlackierungen															•	•			

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

Lernsituation erkennen und bearbeiten

Situation: Bei einem Kundenfahrzeug, einem GoF 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



Informationen beschaffen und auswerten



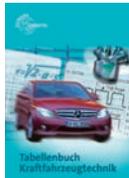
19 Elektrotechnik 601

19.2 Anwendungen der Elektrotechnik

19.2.1 Schaltpläne

Einteilung der Schaltpläne
Ein Schaltplan ist die zeichnerische Darstellung elektrischer Betriebsmittel durch Schaltzeichen, durch Abbildungen oder vereinfachte Konstruktionszeichnungen.

Erlertes dokumentieren

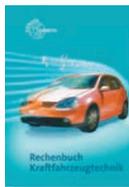


414 Elektrische Anlage Drehstromgenerator

Aufgaben und Kenndaten	
Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> Versorgung der elektrischen Verbraucher Laden der Starterbatterie
Kenn- daten	<ul style="list-style-type: none"> Bauweise (z.B. T für Ständeraußendurchmesser; 1 für Klauenpolläufer) Drehrichtung (z.B. ++ für rechts und links) Generatorspannung (z.B. 14 V) Strom bei Leerlaufdrehzahl (z.B. 70 A) Strom bei Nenndrehzahl (z.B. 140 A)

EUROPA
0 120 689 535
T1 → 14V 70/140A
Made in Germany

Generatortypenschild



32. Welche elektrische Leistung gibt der Generator bei Leerlauf und bei Nenndrehzahl ab?

Geg.: $U = 14 \text{ V}$; $I_{NL} = 50 \text{ A}$; $I_{nN} = 90 \text{ A}$ Ges.: P_{NL} ; P_{nN}

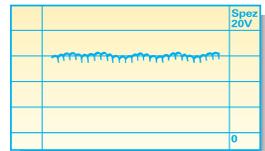
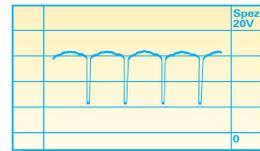
$P_{NL} = U \cdot I = 14 \text{ V} \cdot 50 \text{ A} = 700 \text{ W}$ $P_{nN} = U \cdot I = 14 \text{ V} \cdot 90 \text{ A} = 1260 \text{ W}$

33. Berechnen Sie die mechanische Antriebsleistung bei Nenndrehzahl für einen Generatorwirkungsgrad von 65%.

Geg.: $P_{nN} = P_{el} = 1260 \text{ W}$; $\eta = 0,65$ Ges.: P_{Mech}

$P_{Mech} = \frac{P_{el}}{\eta} = \frac{1260 \text{ W}}{0,65} = 1938,5 \text{ W}$

Problem in der Praxis lösen



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



Ergebnisse sichern



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

- AKZO Nobel Coatings GmbH**, Stuttgart
Alfa-Romeo-Automobile
 Mailand/Italien
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, Eitorf/Sieg
Robert Bosch GmbH, Stuttgart
Bostik GmbH, Oberursel/Taunus
BLACK HAWK S. A.,
 Kehl, Straßbourg
Bostik GmbH, Oberursel/Taunus
BMW Bayerische Motoren-Werke AG
 München/Berlin
CAR-O-LINER, Kungsör, Schweden
CAR BENCH INTERNATIONAL.S.P.A.
 Massa/Italien
Carbon Carbody Technology,
 Eigeltingen-Heudorf
Continental Teves AG & Co, OHG, Frankfurt
Celette GmbH, Kehl
Citroen Deutschland AG, Köln
Daimler 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
EMW Hightec Welding GmbH
 Mündersbach
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
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
Horn & Bauer GmbH & Co KG
 Schwalmstadt
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
Knecht Filterwerke GmbH, Stuttgart
Knorr-Bremse GmbH, München
Kolbenschmidt AG, Neckarsulm
KS Gleitlager GmbH, St. Leon-Rot
Kühnle, Kopp und Kausch AG
 Frankenthal/Pfalz
Lemmerz-Werke, Königswinter
Lorch Schweißtechnik, Auenwald
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
Pehle, Wolfgang
 Radebeul
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
Schöller, Uli, Backnang
SEKURIT SAINT-GOBAIN
 Deutschland GmbH, Aachen
Siemens AG, München
SKF Kugellagerfabriken GmbH
 Schweinfurt
Stahlwille 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
TTS Tooltechnik Systems AG & Co KG
 Wendlingen
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
Adolf Würth GmbH & Co KG, Künzelsau
Wieländer & Schill GmbH & Co KG
 Villingen-Schwenningen
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
1.5	Wartung und Instandhaltung	16
1.6	Filter, Aufbau und Wartung	18
1.7	Fahrzeugpflege	21
1.8	Lackpflege und Lackaufbereitung	28
1.9	Innenreinigung	37
1.10	Betriebsstoffe, Hilfsstoffe	39
1.10.1	Kraftstoffe	39
1.10.2	Ottokraftstoffe	41
1.10.3	Dieselmotorkraftstoffe	42
1.10.4	Kraftstoffe aus Pflanzen	43
1.10.5	Gasförmige Kraftstoffe	45
1.10.6	Schmieröle und Schmierstoffe	45
1.10.7	Gefrierschutzmittel	50
1.10.8	Kältemittel	51
1.10.9	Bremsflüssigkeit	51

2 Umweltschutz und Arbeitsschutz im Betrieb 52

2.1	Umweltschutz im Kfz-Betrieb	52
2.1.1	Umweltbelastung	52
2.1.2	Entsorgung	52
2.1.3	Altautoentsorgung	55
2.1.4	Recycling	56
2.2	Arbeitsschutz und Unfallverhütung	58
2.2.1	Sicherheitszeichen	58
2.2.2	Unfallursachen	59
2.2.3	Sicherheitsmaßnahmen	59
2.2.4	Sicherer Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen	60

3 Betriebsorganisation, Kommunikation 61

3.1	Grundlagen der Betriebsorganisation	61
3.1.1	Organisation eines Autohauses	61
3.1.2	Aspekte der Betriebsorganisation	62
3.2	Kommunikation	64
3.2.1	Grundlagen der Kommunikation	64
3.2.2	Beratungsgespräch	65
3.2.3	Reklamationsgespräch	68
3.3	Personalführung	68
3.4	Verhalten des Mitarbeiters	69
3.5	Teamarbeit	70
3.6	Auftragsabwicklung	71
3.7	Datenverarbeitung im Autohaus	74
3.8	Qualitätsmanagement im Kfz-Betrieb	77

4 Grundlagen der Informationstechnik 81

4.1	Hardware und Software	81
4.2	EVA-Prinzip	81
4.3	Rechnerinterne Darstellung von Daten	82
4.4	Zahlensysteme	82
4.5	Aufbau eines Computersystems	83
4.6	Datenkommunikation	84
4.6.1	Datenübertragung	85
4.6.2	Datenfernübertragung	86
4.7	Datensicherung und Datenschutz	87

5 Steuerungs- und Regelungstechnik 88

5.1	Grundlagen	88
5.1.1	Steuern	88
5.1.2	Regeln	89
5.2	Aufbau und Funktionseinheiten von Steuereinrichtungen	91
5.2.1	Signalglieder, Signalarten, Signalumformung	91
5.2.2	Steuerglieder	93
5.2.3	Stellglieder und Antriebsglieder	94
5.3	Steuerungsarten	95
5.3.1	Mechanische Steuerungen	95
5.3.2	Pneumatische und hydraulische Steuerungen	96
5.3.3	Elektrische Steuerungen	101
5.3.4	Verknüpfungssteuerungen	103
5.3.5	Ablaufsteuerungen	104

6 Prüftechnik 105

6.1	Grundbegriffe der Längenprüftechnik	105
6.2	Messgeräte	107
6.3	Lehren	112
6.4	Toleranzen und Passungen	113
6.5	Anreißen	116

7 Fertigungstechnik 117

7.1	Einteilung der Fertigungsverfahren	117
7.2	Urformen	119
7.3	Umformen	122
7.3.1	Biegeumformen	124
7.3.2	Zugdruckumformen	131
7.3.3	Druckumformen	132
7.3.4	Richten	133
7.3.5	Blechbearbeitungsverfahren	134
7.3.6	Randversteifungen	138
7.3.7	Flächenversteifungen	139
7.3.8	Fügen durch Umformen	140
7.4	Trennen durch Spanen	141
7.4.1	Grundlagen der spanenden Formung	141
7.4.2	Spanende Formung von Hand	141
7.4.3	Grundlagen der spanenden Formung mit Werkzeugmaschinen	148
7.5	Trennen durch Zerteilen	155
7.5.1	Scherschneiden	155
7.5.2	Keilschneiden	162

7.6	Fügen	163	11.2	Motorkühlsysteme	220
7.6.1	Einteilung der Fügeverbindungen ...	163	11.2.1	Kühlungsarten	220
7.6.2	Gewinde	164	11.2.2	Luftkühlung	221
7.6.3	Schraubverbindungen	165	11.2.3	Flüssigkeitskühlung	221
7.6.4	Stiftverbindungen	170	11.2.4	Bauteile der Pumpenumlaufkühlung .	222
7.6.5	Nietverbindungen	171	11.2.5	Kennfeldgesteuerte Kühlsysteme ...	227
7.6.6	Durchsetzfügen	172	11.2.6	Bauteile der Kennfeldkühlung	227
7.6.7	Welle-Nabe-Verbindungen	173	11.3	Kurbeltrieb	229
7.6.8	Pressverbindungen	174	11.4	Motorschmiersysteme	232
7.6.9	Schnappverbindungen	174	11.5	Motorsteuerung	238
7.6.10	Löten	175			
7.6.11	Schweißen	176	12	Gemischbildung	244
7.6.12	Kleben	180	12.1	Kraftstoffversorgungsanlagen bei	
7.7	Beschichten	181		Ottomotoren	244
			12.2	Gemischbildung bei Ottomotoren ...	249
8	Werkstofftechnik	183	12.3	Benzineinspritzung	252
8.1	Werkstoffeigenschaften	183	12.3.1	Grundlagen der Benzineinspritzung ..	252
8.2	Einteilung der Werkstoffe	187	12.3.2	Aufbau einer elektronischen	
8.3	Aufbau der metallischen Werkstoffe .	188		Benzineinspritzung	254
8.4	Eisenwerkstoffe	190	12.4	Gemischbildung bei Dieselmotoren ..	255
8.4.1	Stahl	190	12.4.1	Verbrennungsablauf beim	
8.4.2	Eisengusswerkstoffe	190		Dieselmotor	255
8.4.3	Einfluss der Zusatzstoffe auf die		12.4.2	Störungen des Verbrennungsablaufs .	255
	Eisenwerkstoffe	192	12.4.3	Vergleich der Einspritzverfahren	256
8.4.4	Bezeichnung der Eisenwerkstoffe ...	192	12.4.4	Einlasskanalsteuerung	257
8.4.5	Einteilung und Verwendung der Stähle	194	12.4.5	Starthilfsanlagen	257
8.4.6	Handelsformen der Stähle	196	12.4.6	Common-Rail-System	259
8.4.7	Wärmebehandlung von				
	Eisenwerkstoffen	196	13	Schalldämpfung	260
8.5	Nichteisenmetalle	200		Abgasanlage	260
8.6	Kunststoffe	202			
8.7	Verbundwerkstoffe	205	14	Antriebsstrang	263
			14.1	Antriebsarten	263
9	Reibung, Schmierung	206	14.2	Kupplung	265
9.1	Reibung	206	14.2.1	Reibungskupplung	265
9.2	Schmierung	207	14.3	Wechselgetriebe	267
			14.4	Handgeschaltete Wechselgetriebe ...	268
10	Aufbau und Wirkungsweise	208	14.5	Automatische Getriebe	268
	des Viertaktmotors		14.6	Gelenkwellen, Antriebswellen,	
10.1	Ottomotor	208		Gelenke	269
10.2	Dieselmotor	211	14.7	Achsgetriebe	272
10.3	Merkmale 4-Takt-Motoren	213	14.8	Ausgleichsgetriebe	273
10.4	Motor Kennlinien	214	14.9	Ausgleichssperren	274
10.5	Steuerdiagramm	214	14.10	Allradantrieb	275
10.6	Zylinder nummerierung, Zündfolgen .	214			
10.7	Hubverhältnis, Hubraumleistung,		15	Alternative Antriebskonzepte	276
	Leistungsgewicht	215	15.1	Alternative Energieträger	276
			15.2	Erdgasantriebe	276
11	Motormechnik	216	15.3	Flüssiggasantriebe	278
11.1	Zylinder, Zylinderkopf	216	15.4	Hybridantriebe	280
11.1.1	Aufgaben und Beanspruchung	216	15.5	Elektrofahrzeuge	283
11.1.2	Zylinderbauarten	216	15.6	Antriebe mit Brennstoffzellen	284
11.1.3	Zylinderkopf	216	15.7	Verbrennungsmotoren mit	
11.1.4	Zylinderkopfdichtung	217		Wasserstoffbetrieb	284
11.1.5	Kurbelgehäuse	218	15.8	Verbrennungsmotoren mit	
11.1.6	Motoraufhängung	218		Pflanzenölbetrieb	284

16	Fahrzeugaufbau	285		
16.1	Geschichte des Karosserie- und Fahrzeugbaus	285	16.11.1	Verhalten der selbsttragenden Karosserie beim Stoß
16.2	Karosseriebauweisen	286	16.11.2	Einteilung der Strukturschäden
16.3	Konstruktionsprinzipien	288	16.11.3	Ablauf der Reparatur
16.3.1	Getrennte Bauweise	288	16.11.4	Demontage und Montage von Verkleidungsteilen
16.3.2	Mittragende Bauweise	288	16.11.5	Ausbau von Aggregaten
16.3.3	Selbsttragende Bauweise	288	16.11.6	Richten der Karosserie
16.4	Gestaltung der Karosserie	290	16.11.7	Erzeugung der Rückformkräfte
16.4.1	Anforderungen an die Karosseriestruktur	290	16.11.8	Werkzeuge zum Rückformen
16.4.2	Belastung der Karosserie	290	16.11.9	Richtarbeiten
16.4.3	Vordere Karosserie	292	16.12	Fügeverfahren bei der Karosserieinstandsetzung
16.4.4	Fahrgastzelle	295	16.12.1	Elektrische Grundlagen, Schweißgeräte
16.4.5	Hintere Karosserie	297	16.12.2	Schweißstromquellen
16.4.6	Karosserieanbauteile	298	16.12.3	Widerstandspunktschweißen
16.4.7	Aerodynamik	302	16.12.4	Schutzgasschweißen
16.4.8	Karosserie-Leichtbau	305	16.12.5	Metall-Schutzgasschweißen (MSG-Schweißen)
16.4.9	Besonderheiten bei Kabrioletts	307	16.12.6	Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG-Schweißen)
16.4.10	Besonderheiten bei Geländewagen	308	16.12.7	Arbeitssicherheit beim Schweißen
16.5	Werkstoffe im Karosserie- und Fahrzeugbau	310	16.12.8	Löten
16.5.1	Materialeigenschaften von Karosserieblechen	310	16.12.9	Kleben
16.5.2	Werkstoffauswahl	311	16.13	Abschnittsreparatur
16.5.3	Stahl im Karosseriebau	312	16.13.1	Karosserieteil heraustrennen
16.6	Holz im Fahrzeugbau	316	16.13.2	Vorarbeiten für das Einsetzen von Neuteilen
16.7	Produktionstechniken im Karosseriebau	320	16.13.3	Positionieren von Reparaturblechen
16.7.1	Formgebung von Blechen	320	16.13.4	Zuschneiden von Karosserieblechen
16.7.2	Fügetechniken in der Produktion	321	16.13.5	Korrosionsschutzmaßnahmen vor dem Fügen
16.7.3	Plattformstrategie	323	16.13.6	Fügen der Karosserieteile
16.7.4	Korrosionsschutz am Neufahrzeug	324	16.13.7	Korrosionsschutzmaßnahmen nach dem Fügen
16.8	Insassensicherheit	330	16.14	Kunststoffreparatur
16.8.1	Maßnahmen zur aktiven Sicherheit	330	16.14.1	Kunststoffarten
16.8.2	Maßnahmen zur passiven Sicherheit	331	16.14.2	Identifizierung von Kunststoffen
16.8.3	Elemente der passiven Sicherheit	331	16.14.3	Schäden an Kunststoffteilen
16.9	Analyse von Karosserieschäden	334	16.14.4	Wirtschaftlichkeit von Kunststoffreparaturen
16.9.1	Einstufung der Karosserieschäden	334	16.14.5	Reparaturverfahren
16.9.2	Bestimmung des Schadensumfangs	334	16.14.6	Handlaminieren
16.9.3	Kalkulation von Unfallschäden	336	16.15	Fahrzeugverglasung
16.9.4	Ablauf der Karosserie-Instandsetzung	338	16.15.1	Glasarten
16.9.5	Karosserievermessung	339	16.15.2	Verglasungsarten
16.10	Reparatur kleiner Karosserieschäden (Ausbeultechniken)	348	16.15.3	Demontage von Fahrzeugscheiben
16.10.1	Ablauf einer Karosseriereparatur	348	16.15.4	Scheibenmontage
16.10.2	Dellenarten	348	16.15.5	Scheibenreparatur
16.10.3	Ausbeulen ohne Nachlackieren	349		
16.10.4	Ausbeulen mit Nachlackieren	350	17	Fahrzeuglackierung
16.10.5	Ausbeulwerkzeuge	353	17.1	Lackier Vorbereitungen
16.10.6	Ausbeulen von Aluminiumblechen	355	17.2	Untergrundvorbehandlung
16.10.7	Hagelschadensinstandsetzung	356	17.3	Grundieren und Füllern
16.10.8	Oberflächenfinish nach dem Ausbeulen	357	17.4	Decklackieren
16.10.9	Kalkulation von Ausbeularbeiten	361	17.5	Farbenlehre
16.11	Strukturschäden	362	17.6	Vorbereitung des Lackmaterials

17.7	Abdeckarbeiten	482
17.8	Farbspritzverfahren	484
17.9	Lackieren mit der Spritzpistole	486
17.10	Luftaufbereitungen	496
17.11	Trockeneinrichtung	498
17.12	Lack- und Lackierfehler	501
17.13	Arbeitssicherheit	504

18 Fahrwerk 511

18.1	Fahrdynamik	511
18.2	Grundlagen der Lenkung	513
18.3	Radstellungen	514
18.4	Computer-Achsvermessung	517
18.5	Lenkgetriebe	520
18.6	Lenksysteme	520
18.6.1	Zahnstangen-Hydrolenkung	520
18.6.2	Elektro-hydraulische Servolenkung	521
18.6.3	Elektrische Servolenkung	522
18.6.4	Aktivlenkung	522
18.7	Radaufhängung	523
18.8	Federung	527
18.8.1	Aufgabe der Federung	527
18.8.2	Wirkungsweise der Federung	527
18.8.3	Federarten	529
18.8.4	Schwingungsdämpfer	531
18.9	Räder und Reifen	535
18.9.1	Räder	535
18.9.2	Reifen	536
18.9.3	Pannenschutzsysteme	542
18.9.4	Luftdrucküberwachungssysteme	543
18.10	Bremsen	545
18.10.1	Bremsvorgang	547
18.10.2	Hydraulische Bremse	547
18.10.3	Bremskreisaufteilung	548
18.10.4	Hauptzylinder	548
18.10.5	Trommelbremse	550
18.10.6	Scheibenbremse	552
18.10.7	Bremsbeläge	554
18.10.8	Diagnose und Wartung an der hydraulischen Bremsanlage	555
18.10.9	Hilfskraftbremse	557
18.10.10	Bremskraftverteilung	558
18.10.11	Mechanisch betätigte Bremse	559
18.10.12	Grundlagen elektronischer Fahrwerk-Regelsysteme	560
18.10.13	Anti-Blockier-System (ABS)	561

19 Elektrotechnik 565

19.1	Grundlagen der Elektrotechnik	565
19.1.1	Elektrische Spannung	566
19.1.2	Elektrischer Strom	566
19.1.3	Elektrischer Widerstand	568
19.1.4	Ohmsches Gesetz	570
19.1.5	Leistung, Arbeit, Wirkungsgrad	570
19.1.6	Schaltung von Widerständen	571
19.1.7	Messungen im elektrischen Stromkreis	572

19.1.8	Wirkungen des elektrischen Stromes	580
19.1.9	Schutz vor den Gefahren des elektrischen Stromes	581
19.1.10	Spannungserzeugung	583
19.1.11	Wechselspannung und Wechselstrom	585
19.1.12	Dreiphasenwechselspannung und Drehstrom	586
19.1.13	Magnetismus	586
19.1.14	Selbstinduktion	588
19.1.15	Kondensator	589
19.1.16	Elektrochemie	589
19.1.17	Elektronische Bauelemente	591
19.2	Anwendungen der Elektrotechnik	601
19.2.1	Schaltpläne	601
19.2.2	Signalgeber	611
19.2.3	Relais	612
19.2.4	Beleuchtung im Kfz	614
19.2.5	Spannungsversorgung und Bordnetz	623
19.2.6	Drehstromgenerator	630
19.2.7	Elektrische Motoren	633
19.2.8	Zündanlagen	635
19.2.9	Sensoren	641
19.2.10	Hochfrequenztechnik	645
19.2.11	Elektromagnetische Verträglichkeit	650
19.2.12	Datenübertragung im Kraftfahrzeug	652
19.2.13	Messen, Testen, Diagnose	662

20 Komforttechnik 666

20.1	Belüftung, Heizung, Klimatisierung	666
20.2	Diebstahlschutzsysteme	673
20.2.1	Zentralverriegelung	673
20.2.2	Wegfahrsperre	675
20.2.3	Alarmanlage	677
20.3	Komfortsysteme	679
20.3.1	Elektrische Fensterheber	679
20.3.2	Verdeckbetätigung	681
20.3.3	Elektrisch verstellbare Sitze	682
20.3.4	Elektronische Scheibenwischer	682
20.3.5	Elektrisch verstellbare Außenspiegel	683
20.4	Fahrerassistenzsysteme	684
20.4.1	Tempomat	684
20.4.2	Adaptive Fahrgeschwindigkeitsregelung (Adaptive Cruise Control ACC)	684
20.4.3	Einparkhilfe	685
20.4.4	Parkassistent	685
20.4.5	Spurwechselassistent	685
20.4.6	Spurhalteassistent	686
20.5	Infotainmentsystem	686
20.5.1	Betriebs- und Fahrdatenanzeige	686
20.5.2	Navigationssysteme	686
20.5.3	Mobiltelefone	688

21 Abkürzungen und englische Begriffe 689

22 Sachwortverzeichnis 694

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 %.

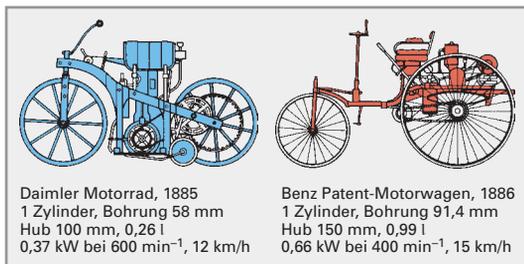


Bild 1: Daimler Motorrad und Benz Motorwagen

- 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.

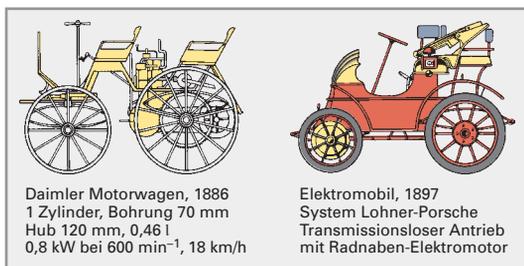


Bild 2: Daimler Motorwagen und 1. Elektromobil

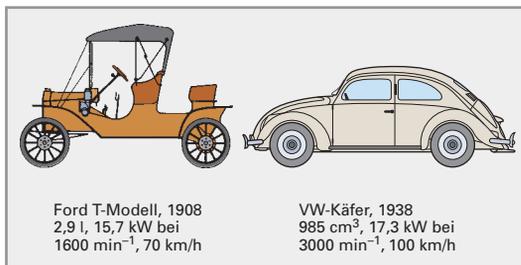


Bild 3: Ford T-Modell und VW-Käfer

- 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**).

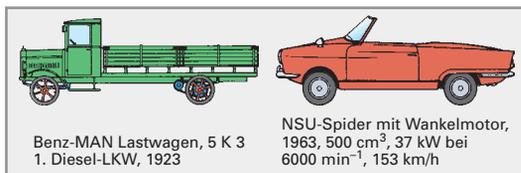


Bild 4: Lastkraftwagen mit Dieselmotor
Pkw mit Wankelmotor

- 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.

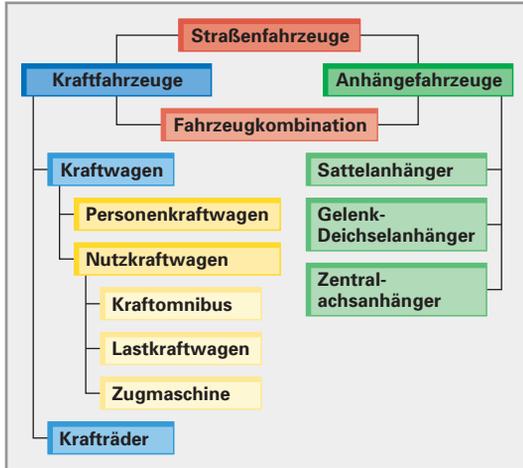


Bild 1: Übersicht Straßenfahrzeuge

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

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

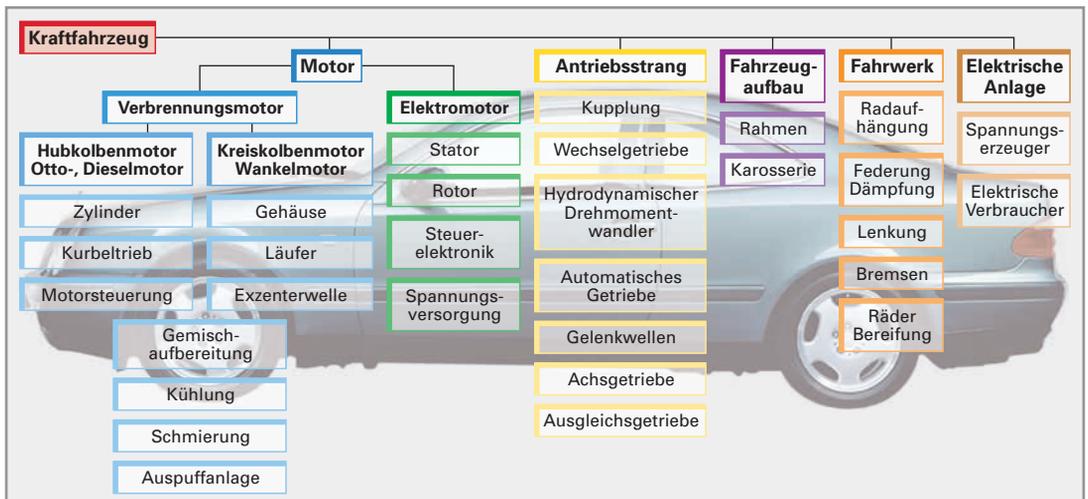


Bild 2: Aufbau eines Kraftfahrzeuges

1.4 Technisches System Kraftfahrzeug

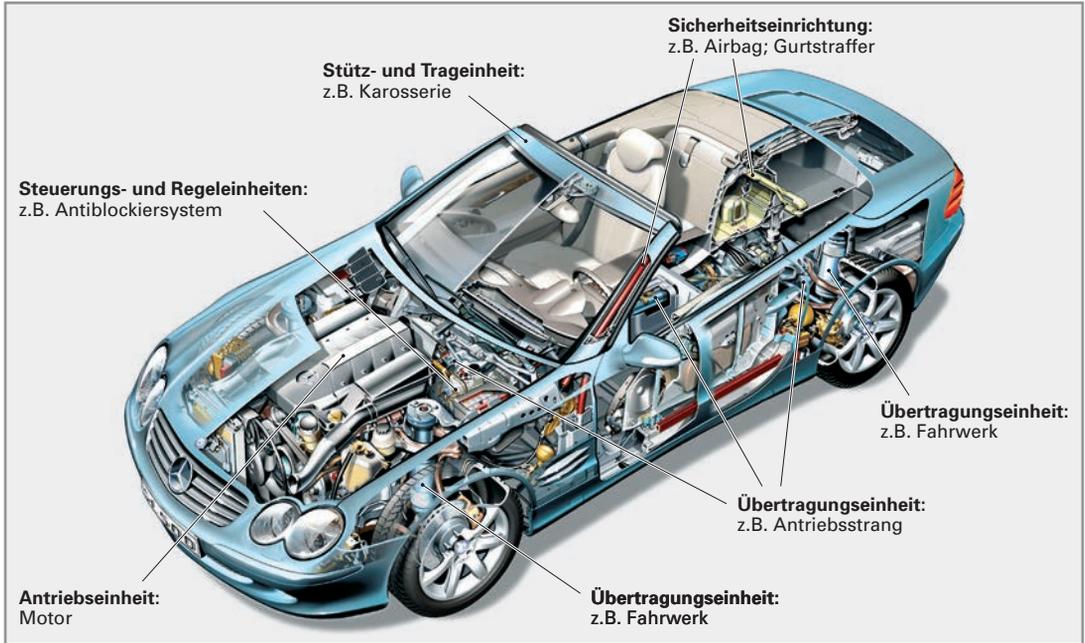


Bild 1: System Kraftfahrzeug mit seinen Funktionseinheiten

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).

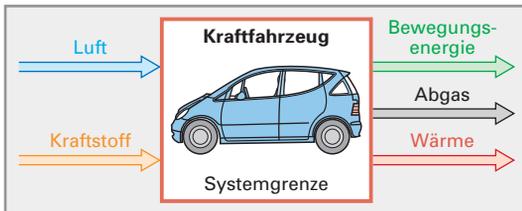


Bild 2: Allgemeine Systemdarstellung am Beispiel eines Kraftfahrzeuges

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-

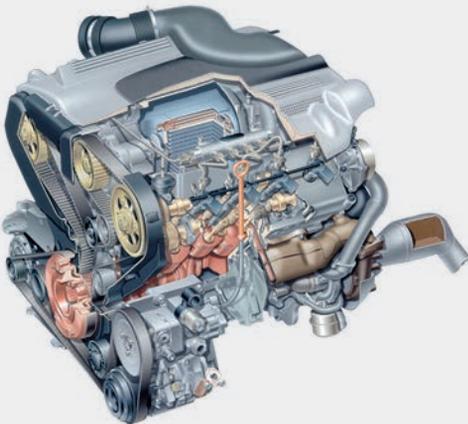
tionseinheiten z.B. Motor, Antriebsstrang, kann das Gesamtsystem Kraftfahrzeug im Hinblick auf Wartung, Diagnose und Reparatur besser verstanden werden.

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)

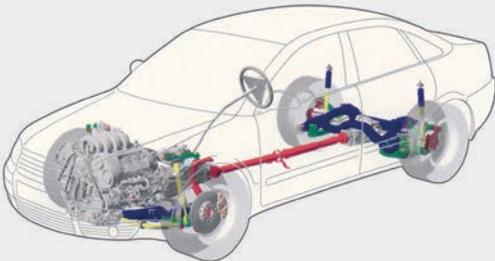
Jede Funktionseinheit übernimmt eine bestimmte Teilfunktion.

Funktionseinheit: Antriebseinheit – Motor



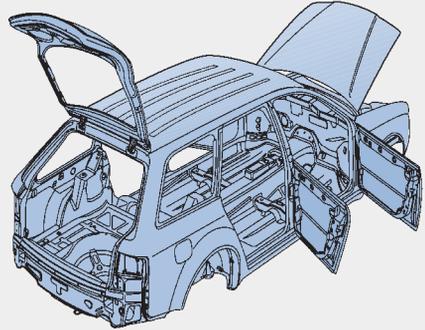
Teilfunktion: Stellt Antriebsenergie bereit

Funktionseinheit: Übertragungseinheit z.B. Antriebsstrang



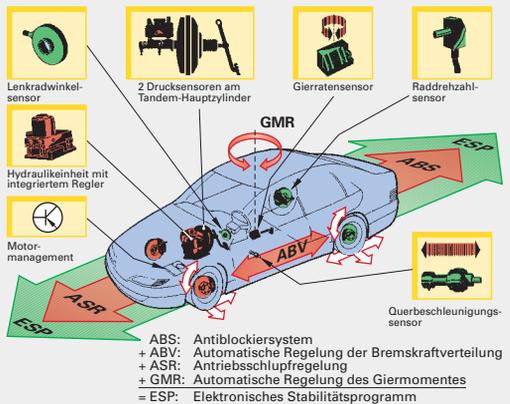
Teilfunktion: Übertragen der mechanischen Energie der Antriebseinheit auf die Antriebsräder

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



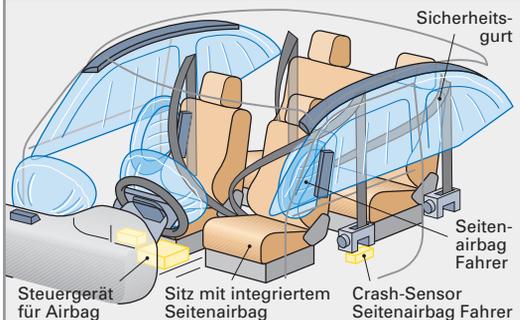
Teilfunktion: Stützen und tragen, Aufnahme aller Teilsysteme

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

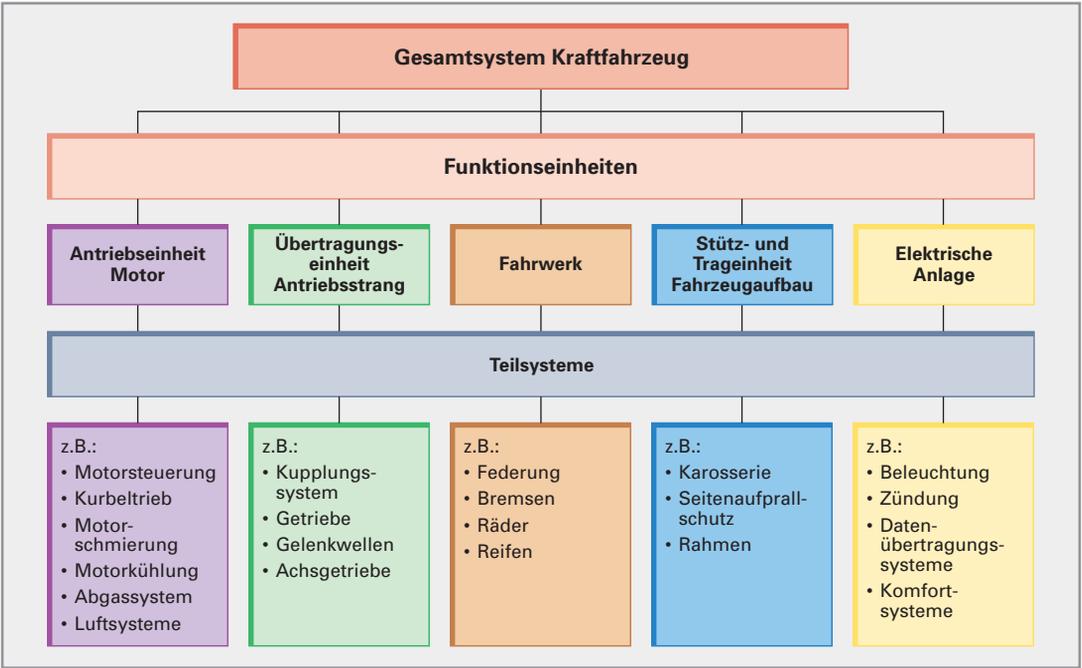


Bild 1: Systemverbund eines Kraftfahrzeugs

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).

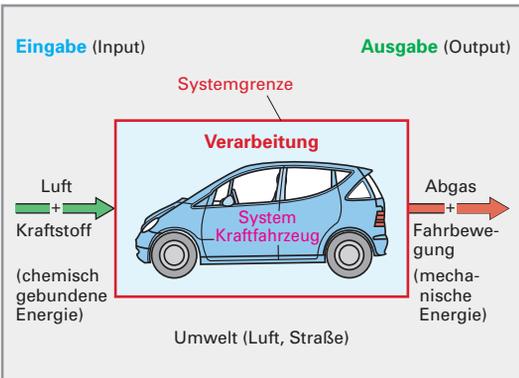


Bild 2: System Kraftfahrzeug

1.4.3 Teilsysteme im Kraftfahrzeug

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

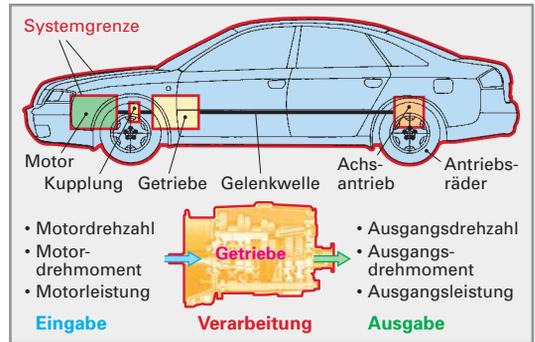


Bild 3: Teilsystem: Getriebe

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.

1.5 Wartung und Instandhaltung

Zur Erhaltung der Betriebssicherheit eines Kraftfahrzeuges und auch zur Wahrung von Gewährleistungsansprüchen ist fachkundige Wartung und Instandhaltung entsprechend den Hersteller Vorschriften, 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, Schmierer, 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 17**).

Flexible Service-Intervalle

Mit modernen Motormanagementsystemen ist es möglich, entsprechend den Betriebsbedingungen

eines Fahrzeuges, 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 17**) 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.

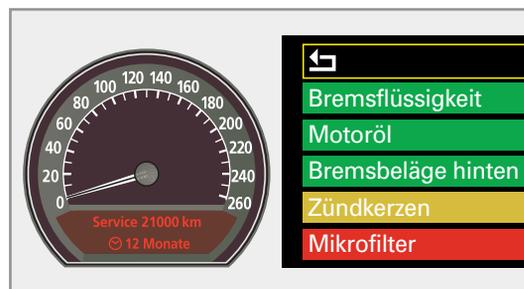


Bild 1: Verschleißanzeigen

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 Fahrge-wohnheit wird der Servicezeitpunkt errechnet. Nach dieser bedarfsgerechten Servicestrategie wird nur gewartet, wenn ein Bauteil abgenutzt oder ein Be-triebsstoff verbraucht ist.

Neu ist, dass der Bordcomputer online die im Schlüs-sel abgespeicherte Kunden- und Serviceumfangsda-ten an die Werkstatt überträgt. Der Kundenberater

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

Ausfallbedingte Reparaturen sollen durch frühe Pro-blemerkennung 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.	beheben
Elektrik					
Frontbeleuchtung. Funktion prüfen: Standlicht, Abblendlicht, Fernlicht, Nebel-scheinwerfer, Blink- und Warnblinkanlage					
Heckbeleuchtung. Funktion prüfen: Bremslicht, Rücklicht, Rückfahrscheinwerfer, Nebelschluss-leuchte, Kennzeichenbeleuchtung, Kofferraum-beleuchtung, Standlicht, Blink- u. Warnblinkanlage					
Innenraum- und Handschuhkastenbeleuchtung, Zigarettenanzünder, Signalhorn und Kontroll-lampen: Funktion prüfen					
Eigendiagnose: Fehlerspeicher aller Systeme abfragen (Ausdruck hinten in Bordbuchtasche stecken)					
Fahrzeug von außen					
Türfeststeller und Befestigungsbolzen: Schmierem					
Scheibenwisch- /Waschanlage und Scheinwerfer-reinigungsanlage: Funktion und Spritzdüsen-Ein-stellung prüfen					
Scheibenwischerblätter: Auf Beschädigung prüfen, Ruhestellung prüfen; bei rubbelnden Wischer-blättern: 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 Beschädi-gungen durchführen					
Schaltgetriebe / Achsantrieb: Ölstand prüfen					
Bremsanlage: Sichtprüfung auf Undichtigkeiten und Beschädigungen durchführen					
Bremsbeläge vorn und hinten: Dicke prüfen					
Unterbodenschutz: Sichtprüfung auf Beschädigun-gen durchführen					
Abgasanlage: Sichtprüfung auf Undichtigkeiten und Beschädigungen durchführen					
Spurstangenköpfe: Spiel, Befestigung und Dichtungsbälge prüfen; Achsgelenke: Sicht-prüfung 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 Beschädi-gungen 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 Belag-verschleiß): 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

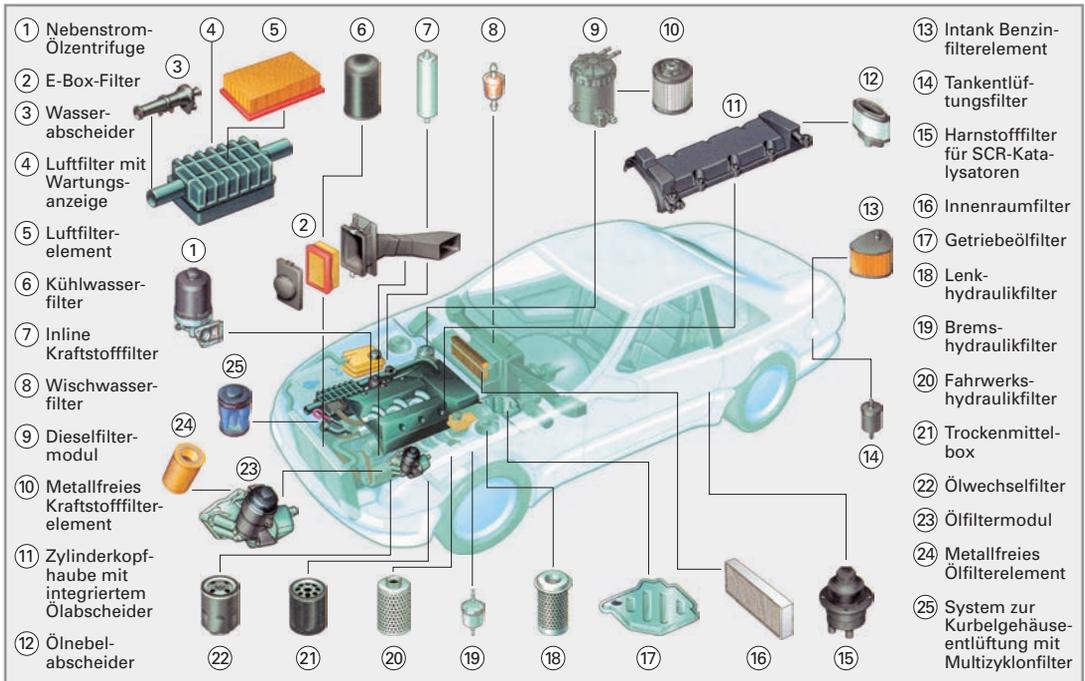


Bild 1: Filter im modernen Kraftfahrzeug

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).

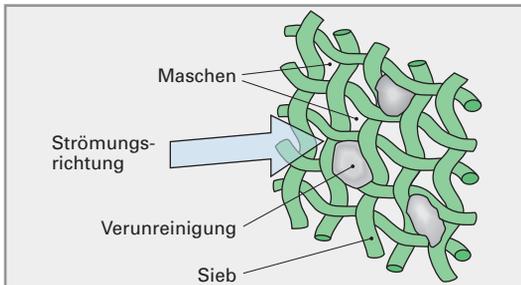


Bild 2: Wirkungsweise eines Siebfilters

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 Ansauggeräusche 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 Ventilfehrung verursachen.

Filterarten

Folgende Luftfilter kommen zum Einsatz:

- Trockenluftfilter
- Ölbadluftfilter
- Nassluftfilter
- Zyklonvorabscheider

Trockenluftfilter. Bei ihm erfolgt die Staubaufnahme meistens durch auswechselbare Filterelemente aus gefaltetem Papier. Sie gehören heute zur Standardausrüstung bei Pkw und Nkw. Die Lebensdauer der Filterelemente hängt von der Größe der Papierfläche und von dem Staubgehalt der Luft ab. Um den Durchflusswiderstand gering zu halten, sind große Oberflächen erforderlich. Gleichzeitig dämpft der Luftfilter die Ansaugeräusche.

Luftfilter, die nicht rechtzeitig erneuert oder gereinigt werden, haben wegen des zunehmenden Durchströmwiderstandes eine schlechtere Füllung des Zylinders sowie eine geringere Motorleistung zur Folge. Feinstäube, die den Filter passieren, tragen im Motoröl zur Verschmutzung bei. Ist das Filter verschmutzt, so muss es erneuert werden.

Nassluftfilter werden teilweise noch in Motorrädern verwendet. Der Filtereinsatz besteht aus einem Gestrick aus Metall oder Kunststoff, das mit Öl benetzt ist. Die durchströmende Luft kommt mit der großen, ölbenetzten Oberfläche in Berührung. Der in der Luft mitgeführte Staub wird festgehalten. Die Standzeit beträgt nur etwa 2500 km. Danach muss er gereinigt und wieder mit Öl benetzt werden.

Ölbadluftfilter. Im Filtergehäuse befindet sich unter dem Filtereinsatz aus Metallgewebe ein Ölbad (Bild 1). Die einströmende Luft trifft auf den Ölspiegel und reißt aus dem Ölbad Tropfen mit, die sich im Filtereinsatz absetzen. Von dort tropfen sie ab und nehmen den angesammelten Staub mit in das Ölbad. Wegen dieser Selbstreinigung haben Ölbadluftfilter gegenüber Nassluftfiltern eine höhere Standzeit.

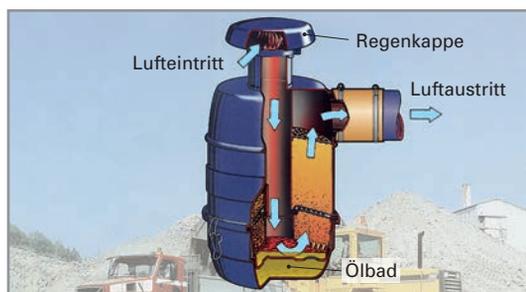


Bild 1: Ölbadluftfilter

Zyklonvorabscheider sind unentbehrlich für Motoren, die ständig in sehr staubhaltiger Luft arbeiten müssen. Die angesaugte Luft wird in rasche Drehung versetzt (Bild 2) und der grobe Staub durch die Zentrifugalkraft ausgeschieden (Grobfilter). Der noch in der Ansaugluft enthaltene feine Staub wird anschließend z.B. in einem Trockenluftfilter gefiltert. Die

Standzeit dieses Kombinationsfilters wird dadurch verbessert.

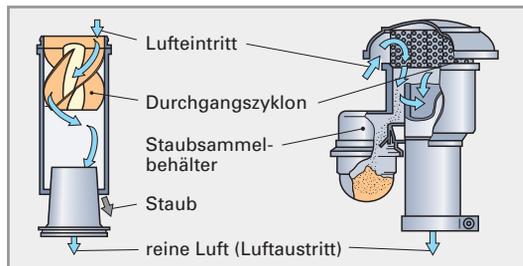


Bild 2: Zyklonluftfilter

1.6.2 Kraftstofffilter

Sie sollen die Kraftstoffanlage vor Verunreinigungen schützen und gegebenenfalls Wasser abscheiden.

Man unterscheidet:

- Grobfilter
- Leitungsfilter
- Filter-Elemente
- Wechselfilter

Kraftstoffgrobfilter. Sie kommen als Vorfilter z.B. als Saugfilter im Kraftstoffbehälter zum Einsatz. Meist sind sie als Siebfilter mit einer Maschenweite von etwa 0,06 mm ausgeführt und bestehen aus einem engmaschigen Draht- oder Polyamidgeflecht.

Kraftstoffleitungsfilter (In-Line-Filter) dienen zur Feinfiltration. Es werden Papierfilter mit einer Porengröße zwischen 0,002 mm und 0,001 mm verwendet. Sie werden in die Kraftstoffleitung eingebaut und bei der Wartung als Ganzes ausgetauscht.

Kraftstofffilter-Elemente. Sie sind auswechselbar und befinden sich in einem eigenen Gehäuse, das am Motor angebaut ist. Für die Feinfiltration werden Einsätze aus Papier oder Filz verwendet.

Kraftstoff-Wechselfilter (Boxfilter) (Bild 3). Sie bestehen aus Gehäuse und Filtereinsatz und werden bei der Wartung als Ganzes ausgetauscht.

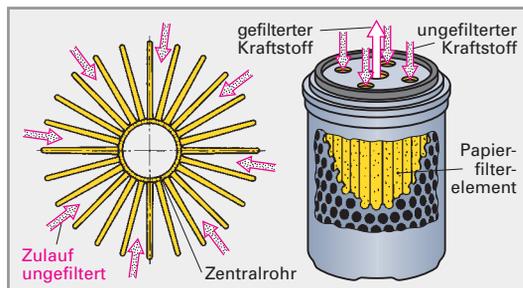


Bild 3: Boxfilter mit Sternfiltereinsatz

Für die Feinfiltration werden ebenfalls Einsätze aus Papier und Filz verwendet. Beim Sternfiltereinsatz ist das sternförmig gefaltete Papier um ein gelochtes