



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
Düsselderger 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 2023

Druck 7

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: UAB BALTO PRINT, 08217 Vilnius (LT)

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 Lackiervorbereitung 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 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
- Technische Kommunikation Arbeitsplanung Kraftfahrzeugtechnik Grundkenntnisse und Fachkenntnisse

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.

Die Autoren des Arbeitskreises Kraftfahrzeugtechnik

Frühjahr 2012

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.

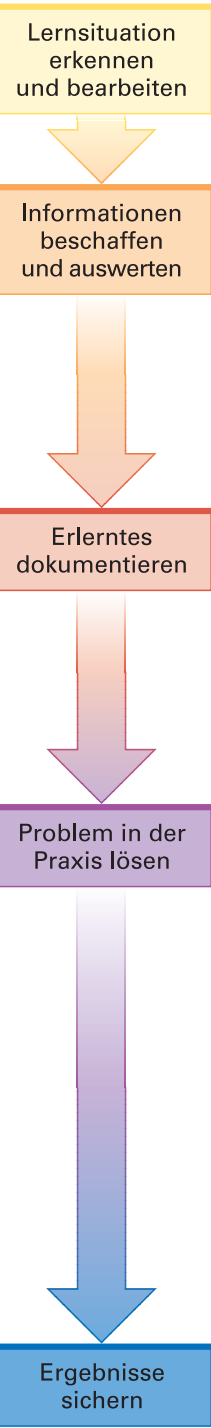
Vom Autorenkreis wurde bewusst auf eine methodische Anordnung der Sachgebiete nach Lernfeldern verzichtet, um dem Lehrer bzw. dem Ausbilder ein Höchstmaß an didaktischer und methodischer Freiheit zu ermöglichen. Außerdem lassen sich dadurch stoffliche Überschneidungen und unnötige Wiederholungen vermeiden.

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



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

19 Elektrotechnik

19.2 Anwendungen der Elektrotechnik

19.2.1 Schaltpläne

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

414 Elektrische Anlage Drehstromgenerator

Aufgaben und Kenndaten	
Aufgaben	- Versorgung der elektrischen Verbraucher - Laden der Starterbatterie
Kenn- daten	- Bauweise (z.B. T für Ständeraußendurchmesser; 1 für Klauenpoläufer) - 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}

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

44. Welche Fehler kann man mit dem Oszilloskop noch feststellen?

Kurzschluss einer Diode und Phasenfehler von
Ständerwicklung und Läuferwicklung.

Firmenverzeichnis – Danksagung

Die nachfolgend aufgeführten Firmen haben die Autoren durch fachliche Beratung und Informationsmaterial unterstützt. Es wird ihnen hierfür herzlich gedankt.

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

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	Dieselskraftstoffe	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
7.6.1	Einteilung der Fügeverbindungen ..	163
7.6.2	Gewinde	164
7.6.3	Schraubverbindungen	165
7.6.4	Stiftverbindungen	170
7.6.5	Nietverbindungen	171
7.6.6	Durchsetzfügen	172
7.6.7	Welle-Nabe-Verbindungen	173
7.6.8	Pressverbindungen	174
7.6.9	Schnappverbindungen	174
7.6.10	Löten	175
7.6.11	Schweißen	176
7.6.12	Kleben	180
7.7	Beschichten	181

8 Werkstofftechnik 183

8.1	Werkstoffeigenschaften	183
8.2	Einteilung der Werkstoffe	187
8.3	Aufbau der metallischen Werkstoffe ..	188
8.4	Eisenwerkstoffe	190
8.4.1	Stahl	190
8.4.2	Eisengusswerkstoffe	190
8.4.3	Einfluss der Zusatzstoffe auf die Eisenwerkstoffe	192
8.4.4	Bezeichnung der Eisenwerkstoffe ...	192
8.4.5	Einteilung und Verwendung der Stähle	194
8.4.6	Handelsformen der Stähle	196
8.4.7	Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen	196
8.5	Nichteisenmetalle	200
8.6	Kunststoffe	202
8.7	Verbundwerkstoffe	205

9 Reibung, Schmierung 206

9.1	Reibung	206
9.2	Schmierung	207

10 Aufbau und Wirkungsweise des Viertaktmotors 208

10.1	Ottomotor	208
10.2	Dieselmotor	211
10.3	Merkmale 4-Takt-Motoren	213
10.4	Motorkennlinien	214
10.5	Steuerdiagramm	214
10.6	Zylindernummerierung, Zündfolgen .	214
10.7	Hubverhältnis, Hubraumleistung, Leistungsgewicht	215

11 Motormechanik 216

11.1	Zylinder, Zylinderkopf	216
11.1.1	Aufgaben und Beanspruchung	216
11.1.2	Zylinderbauarten	216
11.1.3	Zylinderkopf	216
11.1.4	Zylinderkopfdichtung	217
11.1.5	Kurbelgehäuse	218
11.1.6	Motoraufhängung	218

11.2	Motorkühlsysteme	220
11.2.1	Kühlungsarten	220
11.2.2	Luftkühlung	221
11.2.3	Flüssigkeitskühlung	221
11.2.4	Bauteile der Pumpenumlaufkühlung .	222
11.2.5	Kennfeldgesteuerte Kühlsysteme ...	227
11.2.6	Bauteile der Kennfeldkühlung	227
11.3	Kurbeltrieb	229
11.4	Motorschmiersysteme	232
11.5	Motorsteuerung	238

12 Gemischbildung 244

12.1	Kraftstoffversorgungsanlagen bei Ottomotoren	244
12.2	Gemischbildung bei Ottomotoren ...	249
12.3	Benzineinspritzung	252
12.3.1	Grundlagen der Benzineinspritzung ..	252
12.3.2	Aufbau einer elektronischen Benzineinspritzung	254
12.4	Gemischbildung bei Dieselmotoren ..	255
12.4.1	Verbrennungsablauf beim Dieselmotor	255
12.4.2	Störungen des Verbrennungsablaufs .	255
12.4.3	Vergleich der Einspritzverfahren	256
12.4.4	Einlasskanalsteuerung	257
12.4.5	Starthilfsanlagen	257
12.4.6	Common-Rail-System	259

13 Schadstoffminderung 260

Abgasanlage	260
-------------------	-----

14 Antriebsstrang 263

14.1	Antriebsarten	263
14.2	Kupplung	265
14.2.1	Reibungskupplung	265
14.3	Wechselgetriebe	267
14.4	Handgeschaltete Wechselgetriebe ...	268
14.5	Automatische Getriebe	268
14.6	Gelenkwellen, Antriebswellen, Gelenke	269
14.7	Achsgetriebe	272
14.8	Ausgleichsgetriebe	273
14.9	Ausgleichssperren	274
14.10	Allradantrieb	275

15 Alternative Antriebskonzepte 276

15.1	Alternative Energieträger	276
15.2	Erdgasantriebe	276
15.3	Flüssiggasantriebe	278
15.4	Hybridantriebe	280
15.5	Elektrofahrzeuge	283
15.6	Antriebe mit Brennstoffzellen	284
15.7	Verbrennungsmotoren mit Wasserstoffbetrieb	284
15.8	Verbrennungsmotoren mit 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	Lackiervorbereitungen
16.10.6	Ausbeulen von Aluminiumblechen	355	17.2	Untergrundvorbehandlung
16.10.7	Hagelschadeninstandsetzung	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	Pannenaufsätze	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	Navigationsysteme	686
20.5.3	Mobiltelefone	688

21 Abkürzungen und englische Begriffe 689

22 Sachwortverzeichnis 694

23 Bildquellenverzeichnis 704

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 %.

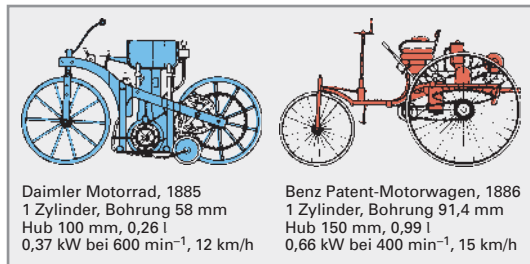


Bild 1: Daimler Motorrad und Benz Motorwagen

- 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.

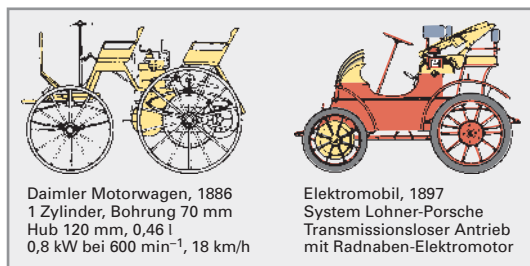


Bild 2: Daimler Motorwagen und 1. Elektromobil

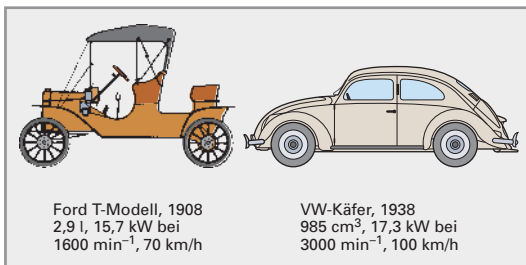


Bild 3: Ford T-Modell und VW-Käfer

- 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).

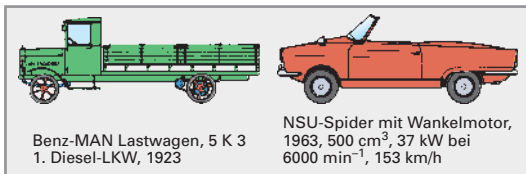


Bild 4: Lastkraftwagen mit Dieselmotor
Pkw mit Wankelmotor

- 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.

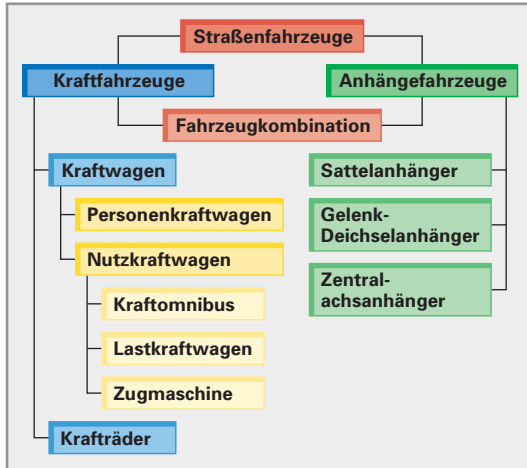


Bild 1: Übersicht Straßenfahrzeuge

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.
- **Motoroller.** 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, Fahrzeugaufbau, Fahrwerk und elektrische Anlage.

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

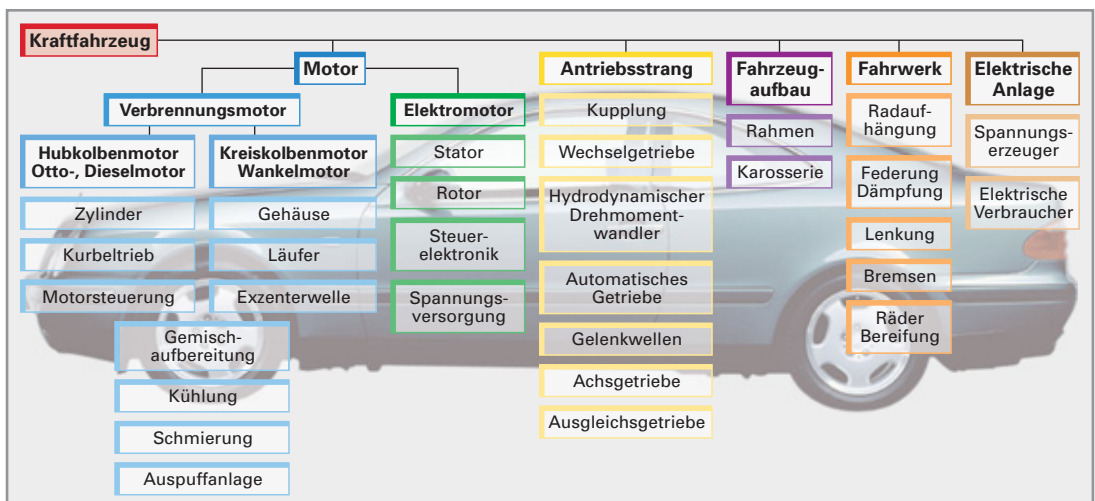


Bild 2: Aufbau eines Kraftfahrzeuges

1.4 Technisches System Kraftfahrzeug

1

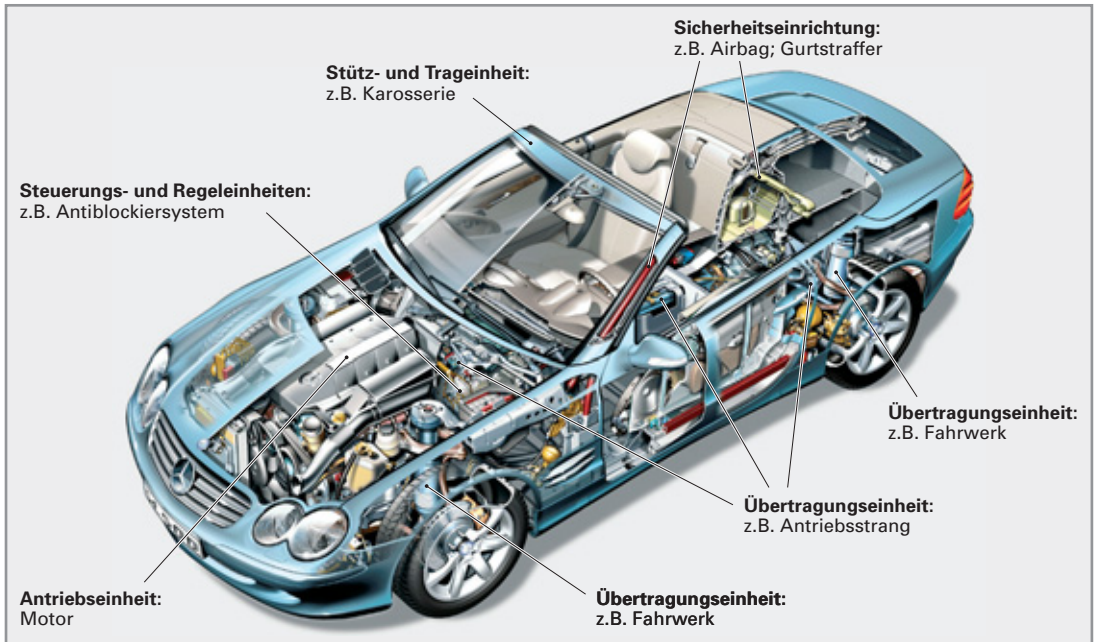


Bild 1: System Kraftfahrzeug mit seinen Funktionseinheiten

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).

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**)

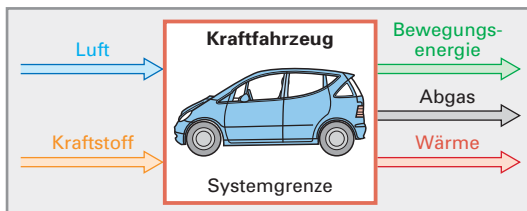


Bild 2: Allgemeine Systemdarstellung am Beispiel eines Kraftfahrzeuges

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

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

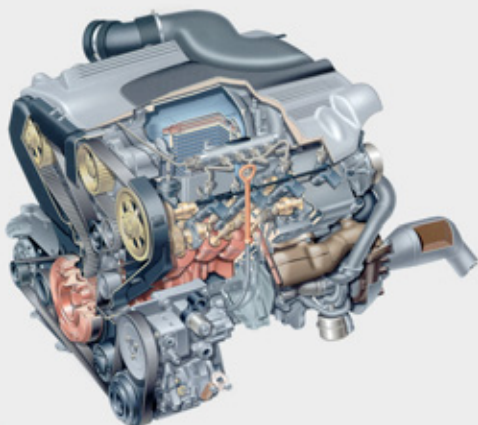
tionseinheiten z.B. Motor, Antriebsstrang, kann das Gesamtsystem Kraftfahrzeug im Hinblick auf Wartung, Diagnose und Reparatur besser verstanden werden.

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)

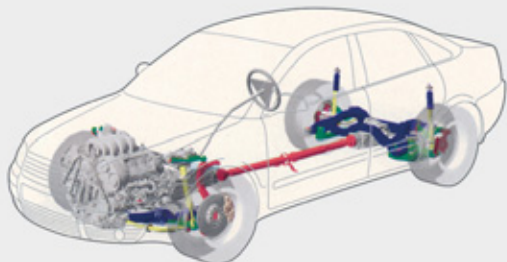
Jede Funktionseinheit übernimmt eine bestimmte Teilfunktion.

Funktionseinheit: Antriebseinheit – Motor



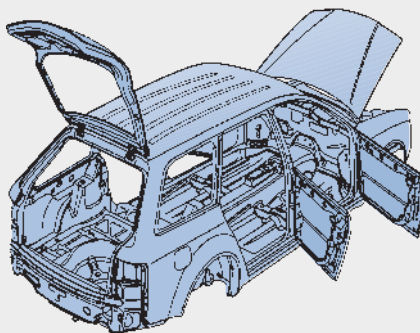
Teilfunktion: Stellt Antriebsenergie bereit

Funktionseinheit: Übertragungseinheit z.B. Antriebsstrang



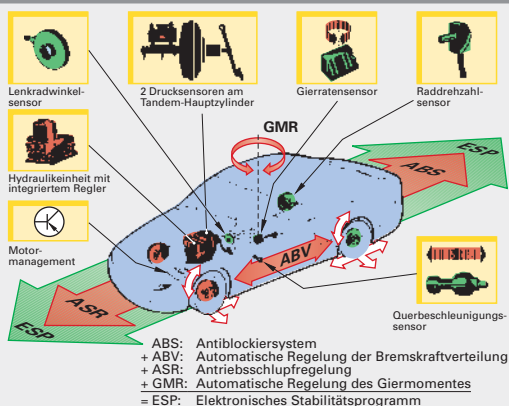
Teilfunktion: Übertragen der mechanischen Energie der Antriebseinheit auf die Antriebsräder

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



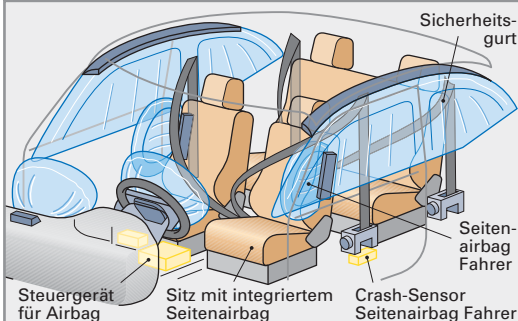
Teilfunktion: Stützen und tragen, Aufnahme aller Teilsysteme

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

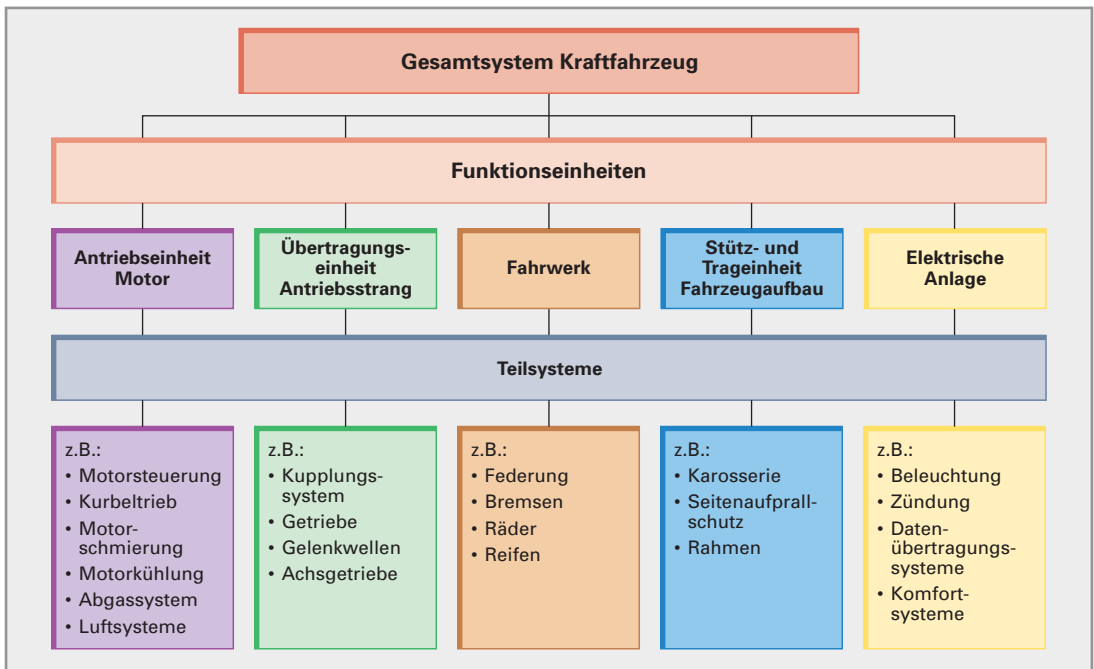


Bild 1: Systemverbund eines Kraftfahrzeugs

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**).

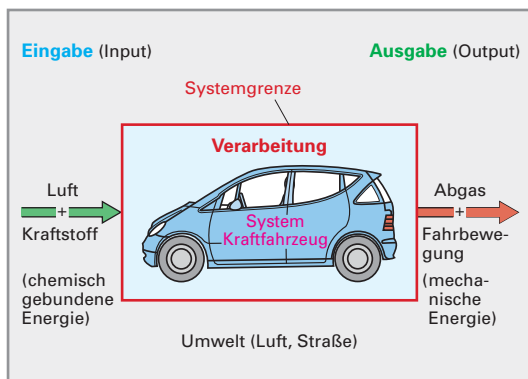


Bild 2: System Kraftfahrzeug

1.4.3 Teilsysteme im Kraftfahrzeug

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

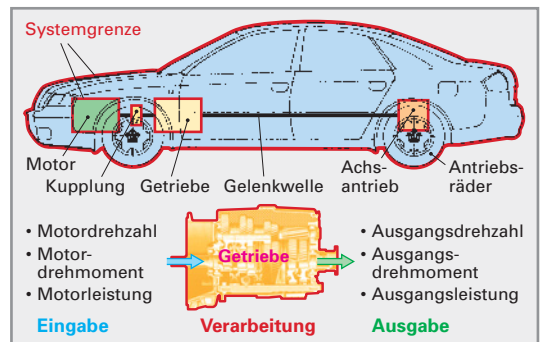


Bild 3: Teilsystem: Getriebe

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.

1.5 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, Schmieren, 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 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 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.

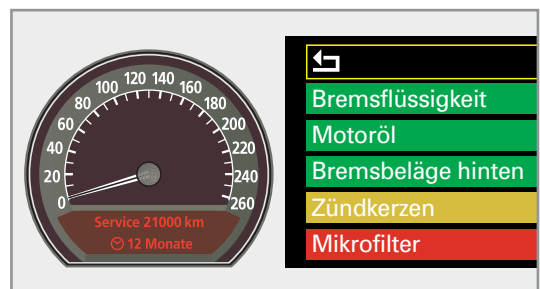


Bild 1: Verschleißanzeigen

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.	beibeh.
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: Schmieren					
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 Inspektionsservice 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

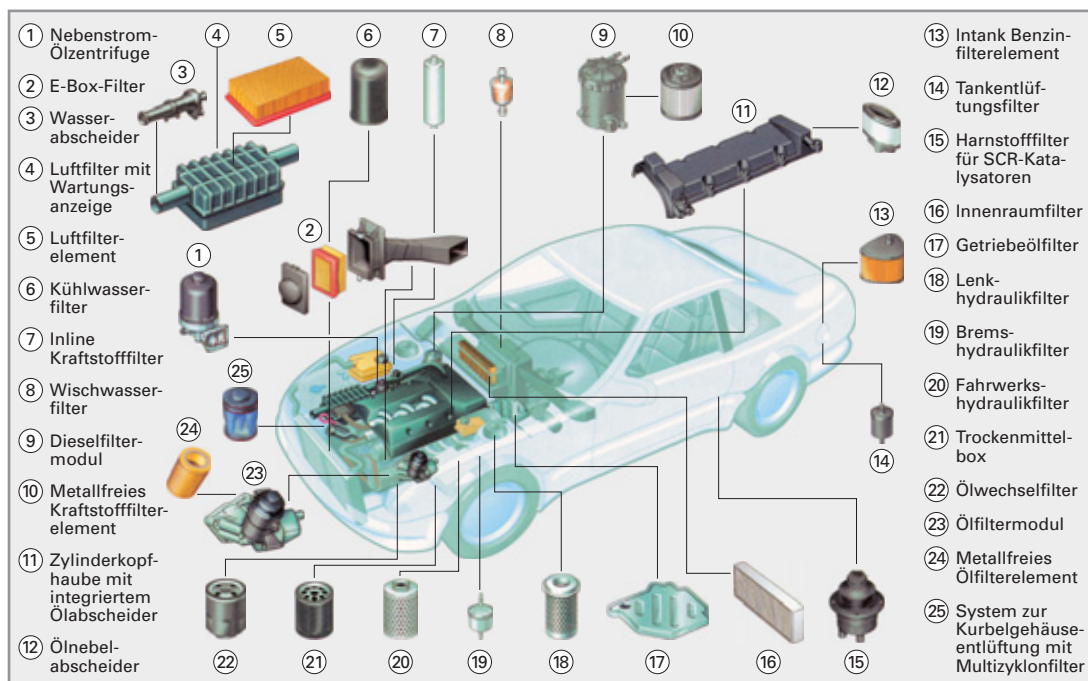


Bild 1: Filter im modernen Kraftfahrzeug

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).

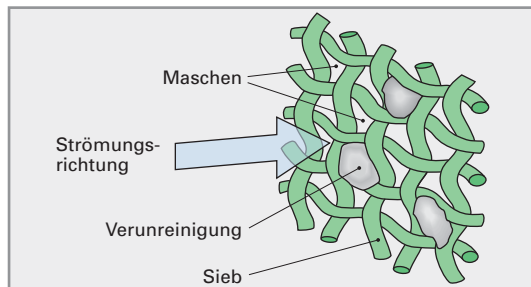


Bild 2: Wirkungsweise eines Siebfilters

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 Ansaugeräusche 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.

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 Ansauggeräusche.

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 Verschlammung 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.

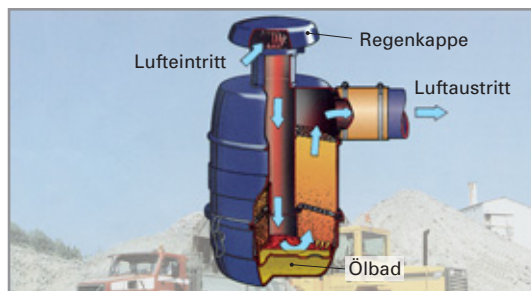


Bild 1: Ölbadluftfilter

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.

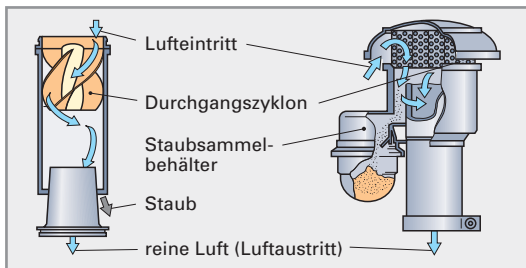


Bild 2: Zyklonluftfilter

1.6.2 Kraftstofffilter

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

Man unterscheidet:

- Grobfilter
- Filter-Elemente
- LeitungsfILTER
- Wechsefilter

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

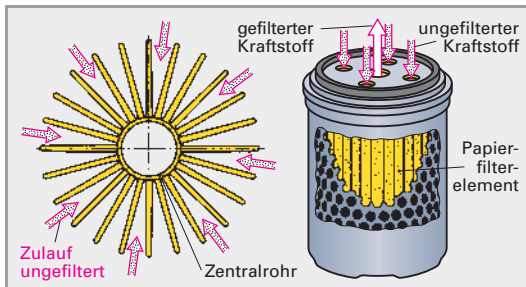


Bild 3: Boxfilter mit Sternfiltereinsatz

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

Zentralrohr gelegt. Die Papierfaltens sind oben und unten durch Deckscheiben abgeschlossen. Der Kraftstoff durchfließt das Filter von außen nach innen (radial). Die Schmutzteilechen bleiben an der Filteroberfläche hängen und sinken ggf. nach unten ab. Das Wasser kann die feinen Filterporen nicht durchdringen und läuft an der Außenseite des Filterpapiers aufgrund seiner, im Vergleich zum Kraftstoff, höheren Dichte nach unten ab. Es sammelt sich im Wassersammelraum des Filtergehäuses. Der gefilterte Kraftstoff fließt durch die Löcher des Zentralrohres nach innen und dann weiter nach oben ab.

Wasserabscheider. (Bild 1). Sie werden bei Militär-, Baustellen- und Geländefahrzeugen mit Dieselmotor verwendet, um größere Mengen Wasser abzuschcheiden. Bei Boxfilter mit Wasserspeicher kann angesammeltes Wasser durch Verwendung einer durchsichtigen Filterkappe angezeigt werden oder von einem eingebauten Wasserstandssensor (elektronische Leitfähigkeitssonde) erkannt und von einer Warnleuchte in der Instrumententafel angezeigt werden. Eine Ablassschraube am Filtergehäuse ermöglicht das Ablassen von angesammeltem Wasser.

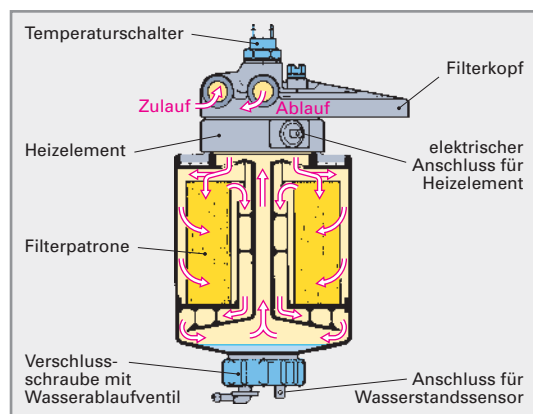


Bild 1: Boxfilter mit Wasserabscheider

1.6.3 Ölfilter

Sie vermeiden eine vorzeitige Schmierölverschlechterung, indem sie die vom Schmieröl aufgenommenen Verunreinigungen herausfiltern.

Der Aufbau und die Funktion des Ölfilters ist wie beim Kraftstoffwechselfilter (**Bild 3, S. 19**). Die Filtereinsätze entfernen Schmutzteilechen bis etwa 10 µm. Verunreinigungen im Öl, wie z.B. Metallabrieb, Ruß und Staubpartikel verschlechtern die Qualität des Öls und erhöhen damit den Verschleiß. Durch den Ölfilter verlängern sich die Ölwechselintervalle und die Kühlung des Ölstroms wird verbessert. Ölfilter können jedoch keine flüssigen oder im Öl gelösten Verunreinigungen entfernen. Sie haben auch keinen Einfluss auf chemische oder physikalische Veränderungen des Öls im Motorbetrieb, z.B. durch die Alterung.

1.6.4 Hydraulikfilter

Es sind Siebfilter, die zur Reinigung von Hydraulikflüssigkeiten, wie z.B. Bremsflüssigkeit, ATF-Öle in Servolenkungen und Automatikgetrieben dienen.

Kunststoffsiebe werden z.B. bei Ausgleichsbehältern von Hauptzylindern angewandt. Flache Papierwechselfilter finden z.B. bei Automatikgetrieben Verwendung.

1.6.5 Innenraumfilter

Sie filtern die Luft für die Insassen und schützen sie somit vor Staub, Pollen, und schädlichen Gasen, z.B. Smog oder Ozon.

Innenraumfilter (Bild 2) bestehen aus drei bis vier Lagen. Das Vorfilter hält den groben Schmutz zurück. An dem Mikrofaserfließ der mittleren Lage, bleiben durch die elektrostatische Aufladung auch kleinste Verunreinigungen der Luft hängen. Die dritte Lage dient als Trägerschicht. Die vierte Lage mit Aktivkohle nimmt gegebenenfalls eindringende gasförmige Schadstoffe wie Ozon und Abgase auf. Geruchintensive Substanzen werden hier ebenfalls weitgehend neutralisiert.

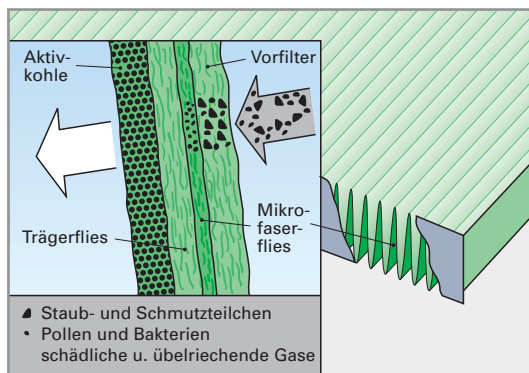


Bild 2: Aufbau eines Innenraumfilters

1.6.6 Wartung

Wartungshinweise

- Filterwechsel nach Herstellerangaben vornehmen (Zeitintervall bzw. Kilometer-Leistung).
- Die Zeit- bzw. Kilometer-Abstände sind in Wartungsplänen, die durchzuführenden Filterwechsel in Inspektionsplänen festgehalten (vgl. Kap.1.5).
- Papierfilter müssen gewechselt werden.
- Schaumstofffilter können ausgewaschen und müssen entgegen der Strömungsrichtung ausgeblasen werden.
- Wasser-Kraftstoff-Gemisch aus dem Kraftstofffilter muss umweltgerecht entsorgt werden.