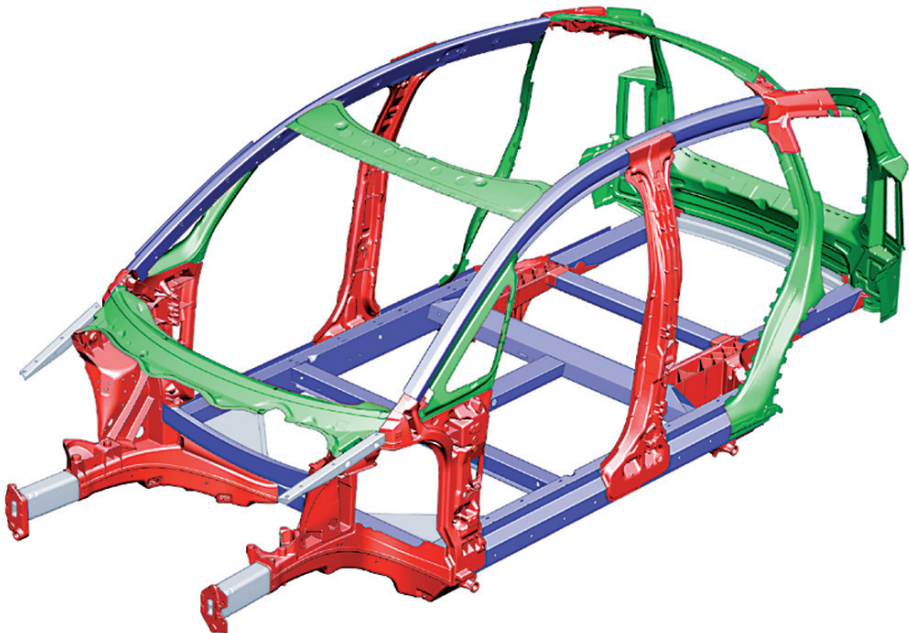




Personenkraftwagen



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](http://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](mailto: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									•					•				•	
<b>Schwerpunkt Instandhaltungstechnik</b>																			
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



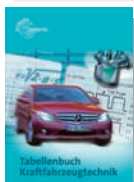
19 Elektrotechnik 601

### 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

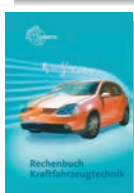


414 Elektrische Anlage Drehstromgenerator

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

**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.:  $P_{NL}$ ;  $P_{nN}$

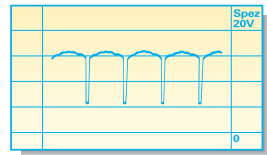
$P_{NL} = U \cdot I = 14 \text{ V} \cdot 50 \text{ A} = 700 \text{ W}$        $P_{nN} = U \cdot I = 14 \text{ V} \cdot 90 \text{ A} = 1260 \text{ W}$

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	<b>12</b>	<b>Gemischbildung</b>	<b>244</b>
7.6.12	Kleben .....	180	12.1	Kraftstoffversorgungsanlagen bei Ottomotoren .....	244
7.7	Beschichten .....	181	12.2	Gemischbildung bei Ottomotoren ...	249
			12.3	Benzineinspritzung .....	252
<b>8</b>	<b>Werkstofftechnik</b>	<b>183</b>	12.3.1	Grundlagen der Benzineinspritzung ..	252
8.1	Werkstoffeigenschaften .....	183	12.3.2	Aufbau einer elektronischen Benzineinspritzung .....	254
8.2	Einteilung der Werkstoffe .....	187	12.4	Gemischbildung bei Dieselmotoren ..	255
8.3	Aufbau der metallischen Werkstoffe .	188	12.4.1	Verbrennungsablauf beim Dieselmotor .....	255
8.4	Eisenwerkstoffe .....	190	12.4.2	Störungen des Verbrennungsablaufs .	255
8.4.1	Stahl .....	190	12.4.3	Vergleich der Einspritzverfahren ....	256
8.4.2	Eisengusswerkstoffe .....	190	12.4.4	Einlasskanalsteuerung .....	257
8.4.3	Einfluss der Zusatzstoffe auf die Eisenwerkstoffe .....	192	12.4.5	Starthilfsanlagen .....	257
8.4.4	Bezeichnung der Eisenwerkstoffe ...	192	12.4.6	Common-Rail-System .....	259
8.4.5	Einteilung und Verwendung der Stähle	194			
8.4.6	Handelsformen der Stähle .....	196	<b>13</b>	<b>Schalldämpfung</b>	<b>260</b>
8.4.7	Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen .....	196		Abgasanlage .....	260
8.5	Nichteisenmetalle .....	200			
8.6	Kunststoffe .....	202	<b>14</b>	<b>Antriebsstrang</b>	<b>263</b>
8.7	Verbundwerkstoffe .....	205	14.1	Antriebsarten .....	263
			14.2	Kupplung .....	265
<b>9</b>	<b>Reibung, Schmierung</b>	<b>206</b>	14.2.1	Reibungskupplung .....	265
9.1	Reibung .....	206	14.3	Wechselgetriebe .....	267
9.2	Schmierung .....	207	14.4	Handgeschaltete Wechselgetriebe ...	268
			14.5	Automatische Getriebe .....	268
<b>10</b>	<b>Aufbau und Wirkungsweise des Viertaktmotors</b>	<b>208</b>	14.6	Gelenkwellen, Antriebswellen, Gelenke .....	269
10.1	Ottomotor .....	208	14.7	Achsgetriebe .....	272
10.2	Dieselmotor .....	211	14.8	Ausgleichsgetriebe .....	273
10.3	Merkmale 4-Takt-Motoren .....	213	14.9	Ausgleichssperren .....	274
10.4	Motor Kennlinien .....	214	14.10	Allradantrieb .....	275
10.5	Steuerdiagramm .....	214			
10.6	Zylinder nummerierung, Zündfolgen .	214	<b>15</b>	<b>Alternative Antriebskonzepte</b>	<b>276</b>
10.7	Hubverhältnis, Hubraumleistung, Leistungsgewicht .....	215	15.1	Alternative Energieträger .....	276
			15.2	Erdgasantriebe .....	276
<b>11</b>	<b>Motormechnik</b>	<b>216</b>	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 Wasserstoffbetrieb .....	284
11.1.4	Zylinderkopfdichtung .....	217	15.8	Verbrennungsmotoren mit Pflanzenölbetrieb .....	284
11.1.5	Kurbelgehäuse .....	218			
11.1.6	Motoraufhängung .....	218			

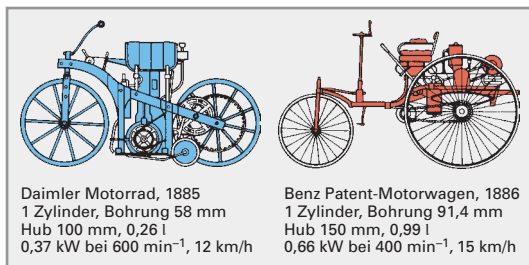
<b>16</b>	<b>Fahrzeugaufbau</b>	<b>285</b>		
16.1	Geschichte des Karosserie- und Fahrzeugbaus	285	16.11.1	Verhalten der selbsttragenden Karosserie beim Stoß
16.2	Karosseriebauweisen	286	16.11.2	Einteilung der Strukturschäden
16.3	Konstruktionsprinzipien	288	16.11.3	Ablauf der Reparatur
16.3.1	Getrennte 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	<b>17</b>	<b>Fahrzeuglackierung</b>
16.10.5	Ausbeulwerkzeuge	353	17.1	Lackiervorbereitungen
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	19.1.8	Wirkungen des elektrischen Stromes .	580
17.8	Farbspritzverfahren . . . . .	484	19.1.9	Schutz vor den Gefahren des elektrischen Stromes . . . . .	581
17.9	Lackieren mit der Spritzpistole . . . . .	486	19.1.10	Spannungserzeugung . . . . .	583
17.10	Luftaufbereitungen . . . . .	496	19.1.11	Wechselspannung und Wechselstrom	585
17.11	Trockeneinrichtung . . . . .	498	19.1.12	Dreiphasenwechselspannung und Drehstrom . . . . .	586
17.12	Lack- und Lackierfehler . . . . .	501	19.1.13	Magnetismus . . . . .	586
17.13	Arbeitssicherheit . . . . .	504	19.1.14	Selbstinduktion . . . . .	588
<b>18 Fahrwerk 511</b>			19.1.15	Kondensator . . . . .	589
18.1	Fahrdynamik . . . . .	511	19.1.16	Elektrochemie . . . . .	589
18.2	Grundlagen der Lenkung . . . . .	513	19.1.17	Elektronische Bauelemente . . . . .	591
18.3	Radstellungen . . . . .	514	19.2	Anwendungen der Elektrotechnik . . .	601
18.4	Computer-Achsvermessung . . . . .	517	19.2.1	Schaltpläne . . . . .	601
18.5	Lenkgetriebe . . . . .	520	19.2.2	Signalgeber . . . . .	611
18.6	Lenksysteme . . . . .	520	19.2.3	Relais . . . . .	612
18.6.1	Zahnstangen-Hydrolenkung . . . . .	520	19.2.4	Beleuchtung im Kfz . . . . .	614
18.6.2	Elektro-hydraulische Servolenkung .	521	19.2.5	Spannungsversorgung und Bordnetz	623
18.6.3	Elektrische Servolenkung . . . . .	522	19.2.6	Drehstromgenerator . . . . .	630
18.6.4	Aktivlenkung . . . . .	522	19.2.7	Elektrische Motoren . . . . .	633
18.7	Radaufhängung . . . . .	523	19.2.8	Zündanlagen . . . . .	635
18.8	Federung . . . . .	527	19.2.9	Sensoren . . . . .	641
18.8.1	Aufgabe der Federung . . . . .	527	19.2.10	Hochfrequenztechnik . . . . .	645
18.8.2	Wirkungsweise der Federung . . . . .	527	19.2.11	Elektromagnetische Verträglichkeit . .	650
18.8.3	Federarten . . . . .	529	19.2.12	Datenübertragung im Kraftfahrzeug .	652
18.8.4	Schwingungsdämpfer . . . . .	531	19.2.13	Messen, Testen, Diagnose . . . . .	662
18.9	Räder und Reifen . . . . .	535	<b>20 Komforttechnik 666</b>		
18.9.1	Räder . . . . .	535	20.1	Belüftung, Heizung, Klimatisierung . .	666
18.9.2	Reifen . . . . .	536	20.2	Diebstahlschutzsysteme . . . . .	673
18.9.3	Pannenaufsätze . . . . .	542	20.2.1	Zentralverriegelung . . . . .	673
18.9.4	Luftdrucküberwachungssysteme . . .	543	20.2.2	Wegfahrsperre . . . . .	675
18.10	Bremsen . . . . .	545	20.2.3	Alarmanlage . . . . .	677
18.10.1	Bremsvorgang . . . . .	547	20.3	Komfortsysteme . . . . .	679
18.10.2	Hydraulische Bremse . . . . .	547	20.3.1	Elektrische Fensterheber . . . . .	679
18.10.3	Bremskreisaufteilung . . . . .	548	20.3.2	Verdeckbetätigung . . . . .	681
18.10.4	Hauptzylinder . . . . .	548	20.3.3	Elektrisch verstellbare Sitze . . . . .	682
18.10.5	Trommelbremse . . . . .	550	20.3.4	Elektronische Scheibenwischer . . . . .	682
18.10.6	Scheibenbremse . . . . .	552	20.3.5	Elektrisch verstellbare Außenspiegel .	683
18.10.7	Bremsbeläge . . . . .	554	20.4	Fahrerassistenzsysteme . . . . .	684
18.10.8	Diagnose und Wartung an der hydraulischen Bremsanlage . . . . .	555	20.4.1	Tempomat . . . . .	684
18.10.9	Hilfskraftbremse . . . . .	557	20.4.2	Adaptive Fahrgeschwindigkeitsrege- lung (Adaptive Cruise Control ACC) . .	684
18.10.10	Bremskraftverteilung . . . . .	558	20.4.3	Einparkhilfe . . . . .	685
18.10.11	Mechanisch betätigte Bremse . . . . .	559	20.4.4	Parkassistent . . . . .	685
18.10.12	Grundlagen elektronischer Fahrwerk-Regelsysteme . . . . .	560	20.4.5	Spurwechselassistent . . . . .	685
18.10.13	Anti-Blockier-System (ABS) . . . . .	561	20.4.6	Spurhalteassistent . . . . .	686
<b>19 Elektrotechnik 565</b>			20.5	Infotainmentsystem . . . . .	686
19.1	Grundlagen der Elektrotechnik . . . . .	565	20.5.1	Betriebs- und Fahrdatenanzeige . . . .	686
19.1.1	Elektrische Spannung . . . . .	566	20.5.2	Navigationssysteme . . . . .	686
19.1.2	Elektrischer Strom . . . . .	566	20.5.3	Mobiltelefone . . . . .	688
19.1.3	Elektrischer Widerstand . . . . .	568	<b>21 Abkürzungen und englische Begriffe 689</b>		
19.1.4	Ohmsches Gesetz . . . . .	570	<b>22 Sachwortverzeichnis 694</b>		
19.1.5	Leistung, Arbeit, Wirkungsgrad . . . .	570			
19.1.6	Schaltung von Widerständen . . . . .	571			
19.1.7	Messungen im elektrischen Stromkreis . . . . .	572			

# 1 Kraftfahrzeug

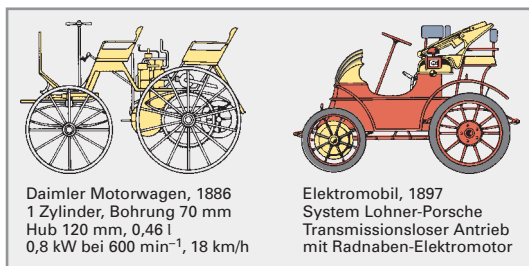
## 1.1 Entwicklung des Kraftfahrzeugs

- 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 %.

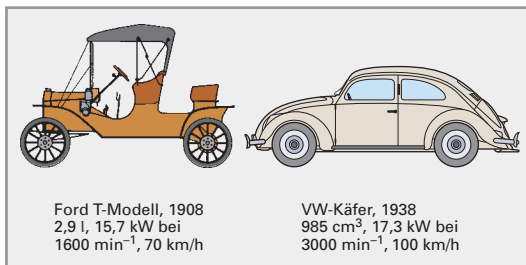


**Bild 1:** Daimler Motorrad und Benz Motorwagen

- 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.

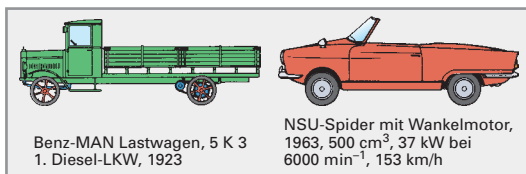


**Bild 2:** Daimler Motorwagen und 1. Elektromobil



**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.

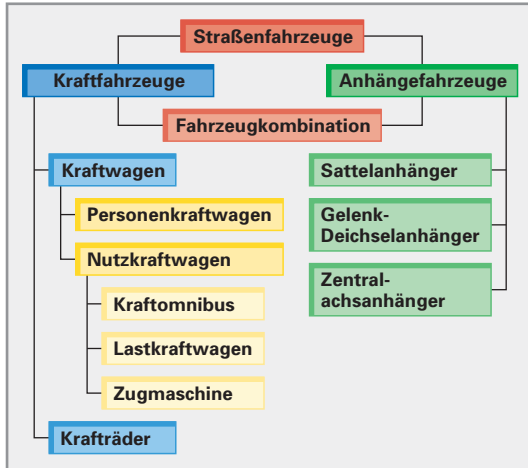


Bild 1: Übersicht Straßenfahrzeuge

### 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, Fahrwerk, Fahrzeugaufbau und elektrische Anlage.

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

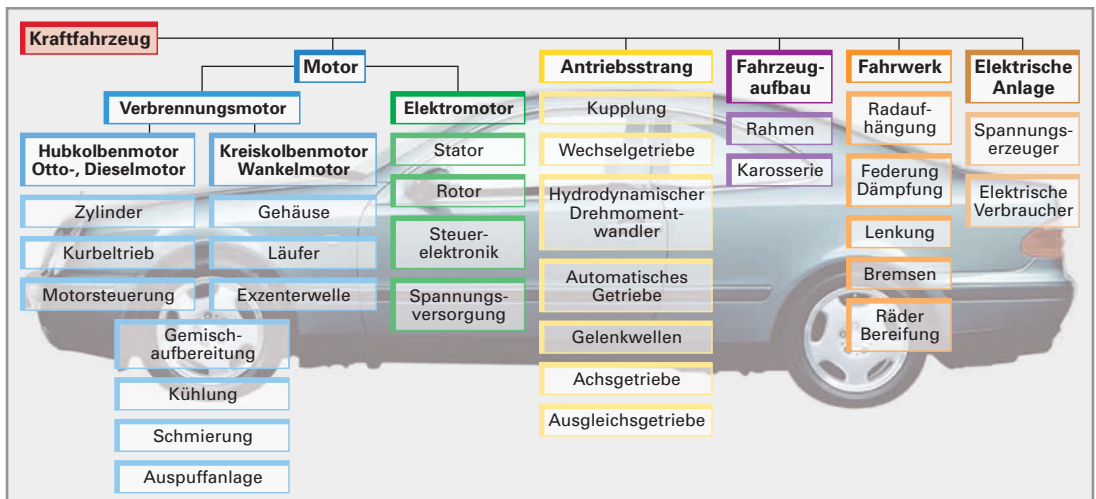


Bild 2: Aufbau eines Kraftfahrzeuges

## 1.4 Technisches System Kraftfahrzeug

1

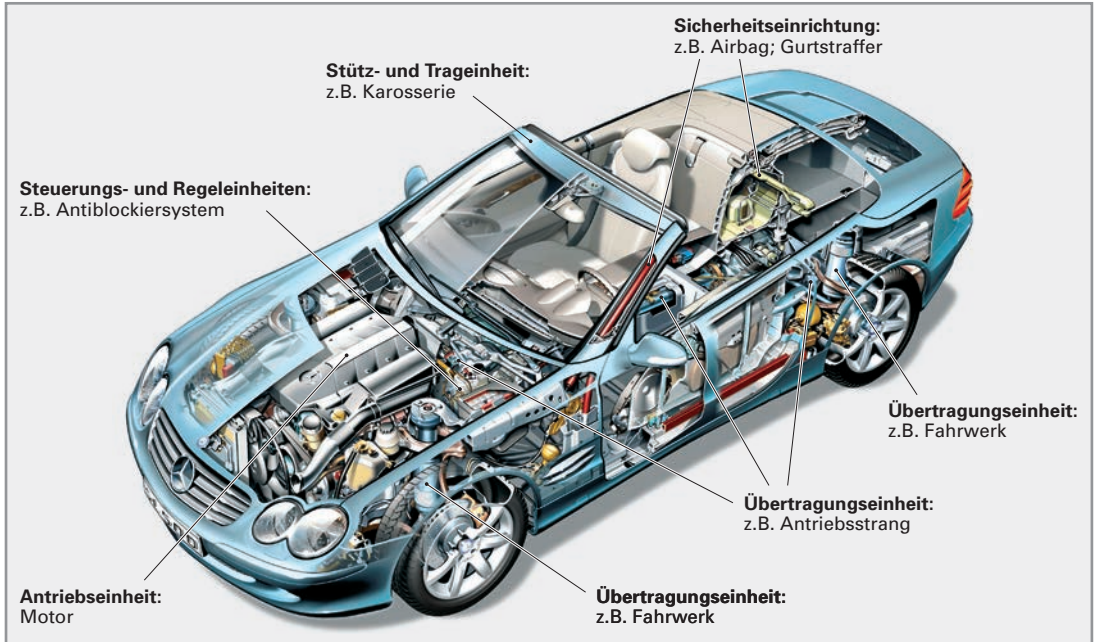


Bild 1: System Kraftfahrzeug mit seinen Funktionseinheiten

### 1.4.1 Technische Systeme

Jede Maschine bildet ein technisches Gesamtsystem.

Merkmale technischer Systeme:

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

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

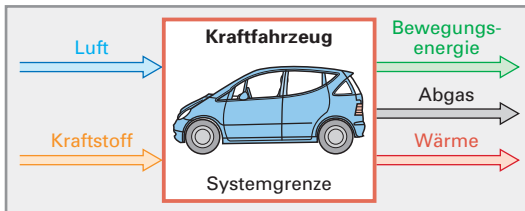


Bild 2: Allgemeine Systemdarstellung am Beispiel eines Kraftfahrzeuges

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

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

Die einzelnen Systeme sind gekennzeichnet durch:

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

### 1.4.2 System Kraftfahrzeug

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

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

#### Funktionseinheiten eines Kfz

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

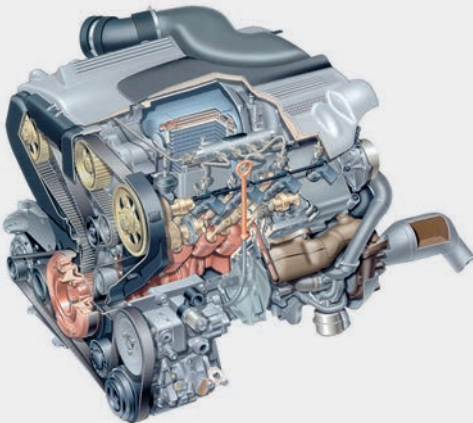
tionseinheiten z.B. Motor, Antriebsstrang, kann das Gesamtsystem Kraftfahrzeug im Hinblick auf Wartung, Diagnose und Reparatur besser verstanden werden.

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)

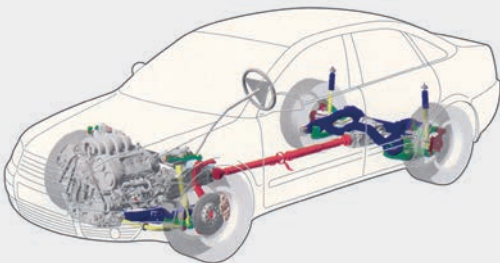
Jede Funktionseinheit übernimmt eine bestimmte Teilfunktion.

#### Funktionseinheit: Antriebseinheit – Motor



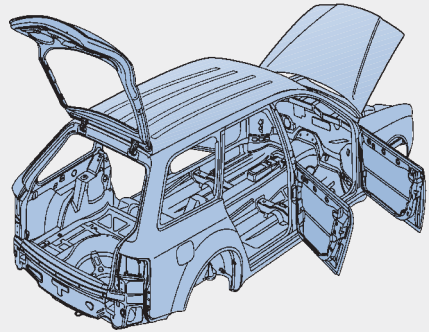
**Teilfunktion:** Stellt Antriebsenergie bereit

#### Funktionseinheit: Übertragungseinheit z.B. Antriebsstrang



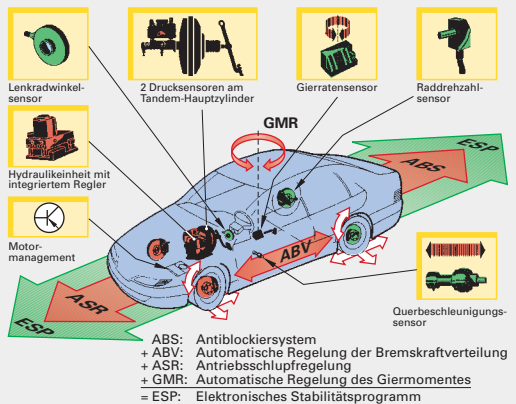
**Teilfunktion:** Übertragen der mechanischen Energie der Antriebseinheit auf die Antriebsräder

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



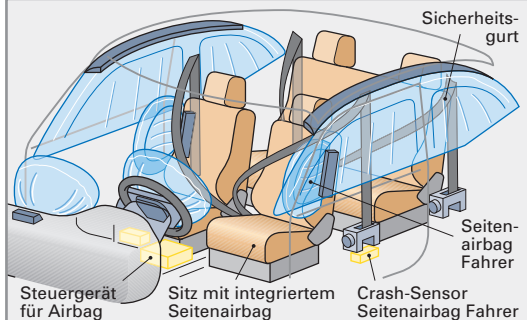
**Teilfunktion:** Stützen und tragen, Aufnahme aller Teilsysteme

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

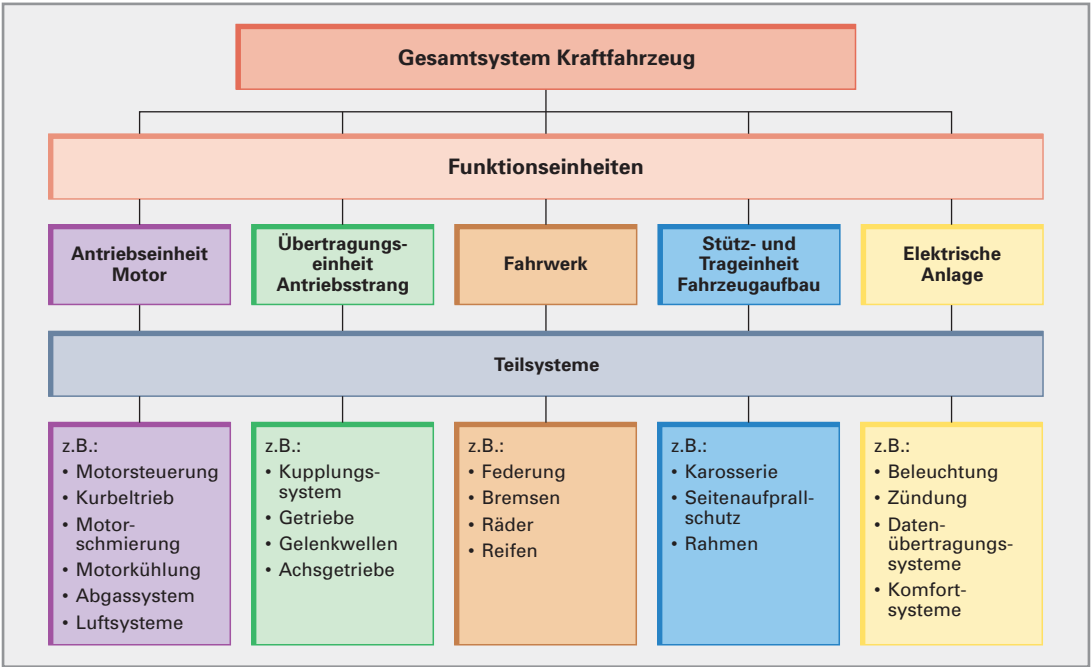


**Teilfunktion:** Aktiver Schutz der Insassen, Verbesserung der Fahrdynamik

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



**Teilfunktion:** Passiver Schutz der Insassen

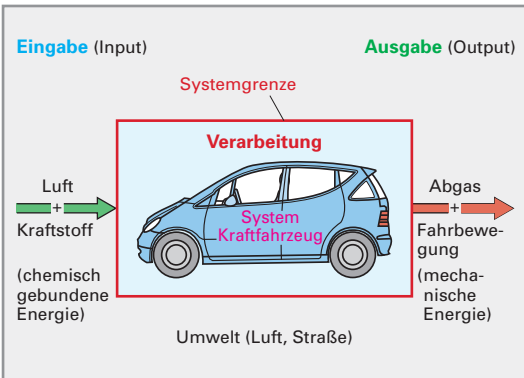


**Bild 1: Systemverbund eines Kraftfahrzeugs**

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**

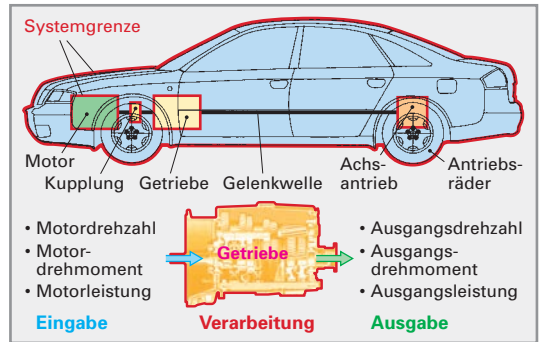
Legt man die Systemgrenze um das Kraftfahrzeug, so grenzt man es in der Systembetrachtung gegen die Umwelt wie Luft und Fahrbahn ab. Eingangsseitig überschreiten nur Luft und Kraftstoff die Systemgrenze und ausgangsseitig nur Abgas-, Bewegungs- sowie Wärmeenergie (Bild 2, Bild 3).



**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

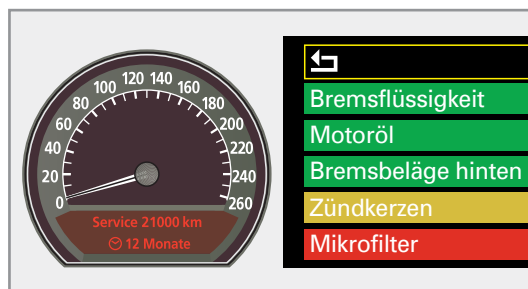
eines Fahrzeuges, die Serviceintervalle anzupassen. Zur Berechnung der verbleibende Fahrstrecke bis zur Inspektion werden neben dem Kilometerstand verschiedene Einflussgrößen aufgezeichnet und in die Berechnung mit einbezogen. Ist der Inspektionstermin erreicht, wird dies dem Fahrer frühzeitig über ein 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.O.	beheben
<b>Elektrik</b>					
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)					
<b>Fahrzeug von außen</b>					
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					
<b>Bereifung</b>					
Bereifung: Zustand, Reifenlaufbild, Fülldruck prüfen, Profiltiefe eintragen					
VL _____ mm	VR _____ mm				
HL _____ mm	HR _____ mm				
<b>Fahrzeug von unten</b>					
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					
<b>Motorraum</b>					
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

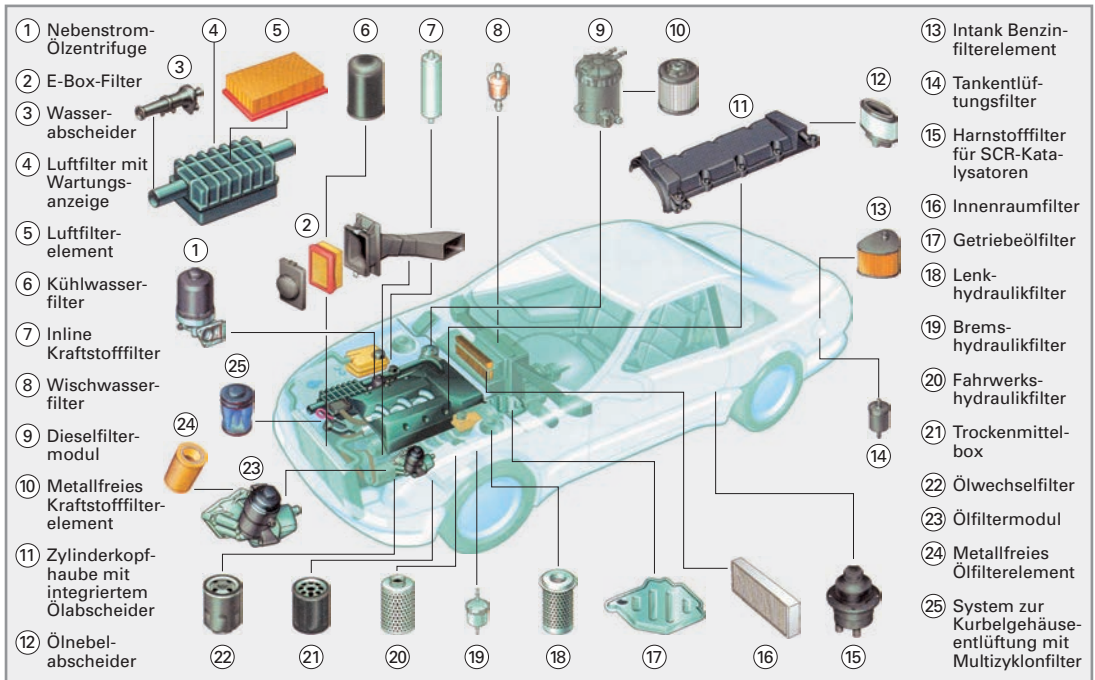


Bild 1: Filter im modernen Kraftfahrzeug

## 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).

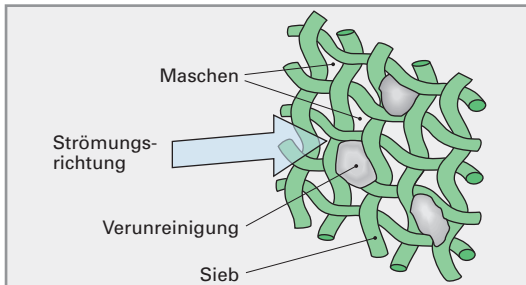


Bild 2: Wirkungsweise eines Siebfilters

**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 Ventilfeuerung 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 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.

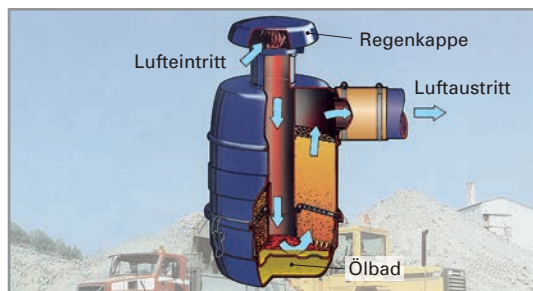


Bild 1: Ölbadluftfilter

**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.

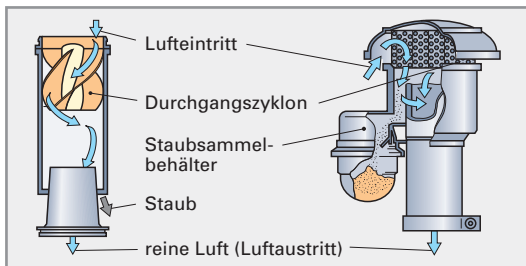


Bild 2: Zyklonluftfilter

## 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.

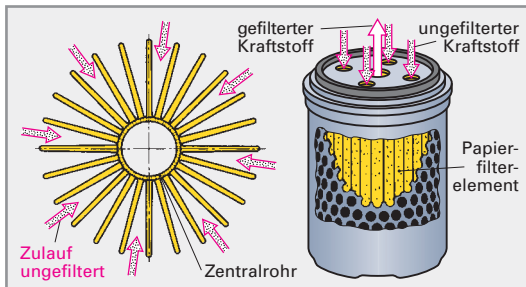


Bild 3: Boxfilter mit Sternfiltereinsatz

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