



Toyota Mirai mit Brennstoffzellenantrieb



Mercedes-Benz CLS 4MATIC mit Benzin- und Dieselmotor mit EQ Boost (48 V Starter-Generator)



BMW-Motorrad G310R mit
1-Zylinder 4-Takt-Motor



Mercedes-Benz Truck Arocs



KOSTENLOSE ERGÄNZUNGEN

DIGITAL+

- **Bilder-Paket:** Abbildungen und Tabellen aus allen Kapiteln des Fachkundenbuchs mit Bildvorschau und Suche
Verwendung zur Unterrichtsvorbereitung und zur Erstellung eigener Arbeitsmaterialien
- **E-Learning:** Demo-Versionen der Kurse Kfz-Basiswissen und Kfz-Fachwissen von PRÜFUNGSDOC

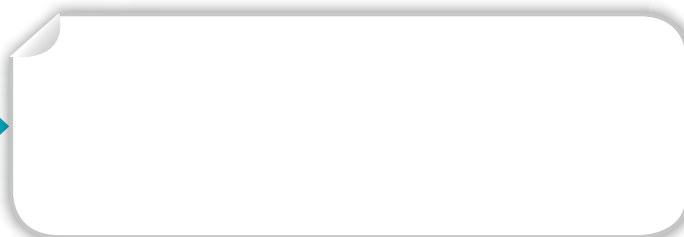


Die ergänzenden digitalen Materialien finden Sie in unserem virtuellen Medienregal EUROPATHEK kostenlos unter

www.europathek.de

Öffnen Sie www.europathek.de auf Ihrem Gerät (PC/MAC, Smartphone oder Tablet). Melden Sie sich mit Ihrem Nutzerkonto (bestehend aus E-Mail-Adresse und Passwort) an. Sofern Sie noch nicht über ein eigenes Nutzerkonto verfügen, können Sie sich kostenlos registrieren.

Durch die Eingabe des folgenden Codes schalten Sie das Medienpaket in Ihrer EUROPATHEK frei.



Dieser individuelle Freischaltcode ermöglicht den Zugriff auf das Medienpaket für eine Dauer von 48 Monaten.

Eine Verlängerung sowie die Kombination mit zahlreichen anderen digitalen Produkten (siehe Seite 5) ist möglich unter www.europa-lehrmittel.de/kfz



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Kraftfahrzeugtechnik

Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik

31. neubearbeitete Auflage

Bearbeitet von Gewerbelehrern, Ingenieuren und Meistern

Lektorat: R. Gscheidle, Studiendirektor a.D., Winnenden – Stuttgart

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

Europa-Nr.: 20108

Autoren der Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik:

Brand, Mona	Studiendirektorin	München
Fischer, Richard	Studiendirektor a.D.	Polling – München
Gscheidle, Rolf	Studiendirektor a.D.	Winnenden – Stuttgart
Gscheidle, Tobias	Dipl.-Gwl., Studiendirektor	Filderstadt – Sindelfingen
Heider, Uwe	Kfz-Elektriker-Meister, Trainer Audi AG	Neckarsulm – Ellhofen
Hohmann, Berthold	Oberstudiendirektor	Eversberg
Keil, Wolfgang	Oberstudiendirektor a.D.	München
Lohuis, Rainer	Dipl.-Ingenieur, Oberstudienrat	Hückelhoven – Aachen
Mann, Jochen	Dipl.-Gwl., Studiendirektor	Schorndorf – Stuttgart
Renz, David	M.Sc., Studiendirektor	Gomaringen – Stuttgart
Schlögl, Bernd	Dipl.-Gwl., Studiendirektor	Rastatt – Gaggenau
Wimmer, Alois	Oberstudienrat a.D.	Berghülen

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat:

Rolf Gscheidle, Studiendirektor a.D., 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.

31. Auflage 2019, korrigierter Nachdruck 2024

Druck 6

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

ISBN 978-3-8085-2325-4

Bei Fragen zur Produktsicherheit wenden Sie sich bitte an produktsicherheit@europa-lehrmittel.de.

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

© 2019 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: Audi AG, Ingolstadt; BMW AG München; © Polina Krasnikova – shutterstock.com;

KTM Mattighofen, Austria (Foto: H. Mitterbauer); Daimler AG, Stuttgart; Dr. Ing. H.C. Porsche AG, Stuttgart;

TOYOTA Deutschland GmbH, Köln; Volkswagen AG, Wolfsburg

Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

VORWORT ZUR 31. AUFLAGE

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

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

Dieses Standardwerk der Kraftfahrzeugtechnik wurde in der 31. Auflage umfangreich überarbeitet und in 23 Kapitel unterteilt. In ihrer Zielsetzung sind die ausgewählten Lerninhalte auf das Berufsbild des Kraftfahrzeugmechatronikers/der Kraftfahrzeugmechatronikerin ausgerichtet.

Diese 31. Auflage wurde aktualisiert und durch neueste kraftfahrzeugtechnische Entwicklungen ergänzt:

- Einteilung, Aufbau, Bedienung und Instandhaltung von Kraftfahrzeugen
- Motorschmier- und Motorkühlsysteme
- Motormanagementsysteme Ottomotor und Dieselmotor, Abgasnachbehandlung
- Alternative Antriebskonzepte wie z. B. Brennstoffzellenantrieb, Elektro- und Gasantriebe
- Reifendruckkontrollsysteme
- Komfort- und Sicherheitssysteme wie z. B. Rückhalte- und Gurt-Pre-Crash- und Post-Crash-Systeme
- Scheinwerfersysteme, Sensoren, Elektrische Mess- und Diagnosetechnik
- Zweirad- und Nutzfahrzeugtechnik

Die Autoren haben besonderen 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.

Alle Bilder und Tabellen der Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik können im digitalen Regal **EUROPATHEK** (www.europathek.de) online und offline geladen bzw. abgerufen werden. Sie können in verschiedenen Größen angezeigt und gespeichert werden. Eine komfortable **Suchfunktion** erlaubt das gezielte Finden von Medien – auch mit dem **Smartphone oder Tablet**. In dem **kostenlosen Medienpaket** sind auch zwei **Demo-Prüfungsdoc-Kurse** enthalten. Eine Anleitung zum Aufruf des Medienpakets befindet sich auf der **Umschlag-Innenseite vorne im Buch**.

Für jedes **EUROPATHEK-Nutzerkonto** können zusätzlich individuell weitere Inhalte und komplette **digitale Bücher** kostenpflichtig erworben werden.

Die Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik bildet mit den weiteren Medien der Fachbuchreihe des Verlages eine Einheit. Die nachfolgend genannten Bücher und digitalen Produkte sind so aufeinander abgestimmt, dass mit ihnen praxisorientierte Lernsituationen in den Lernfeldheften bearbeitet und gelöst werden können.

- Tabellenbuch Kraftfahrzeugtechnik
- Arbeitsblätter zu den Lernfeldern 1 ... 14
- Formelsammlung
- Rechenbuch Kraftfahrzeugtechnik
- Software SimKfz EFA

Als separat erhältliche **Software** bietet SimKfz EFA mit **Simulationen, Animationen und Drag & Drop-Zuordnungsaufgaben** vielfältigen **digitalen Mehrwert**. In den Bildern dieser Fachkunde sind die interaktiven Inhalte durch das **SimKfz EFA-Symbol** gekennzeichnet. Zusätzlich sind in SimKfz EFA ausgewählte Bilder und Tabellen aus dem Tabellenbuch Kraftfahrzeugtechnik enthalten.



Unsere **Online-Kurse** (Kfz-Basiswissen und Kfz-Fachwissen uvm.) ermöglichen gezieltes Prüfungs-Training mit ständiger Rückmeldung über den individuellen Lernfortschritt. Mehr Informationen unter www.europa-lehrmittel.de/pruefungsdoc.



- Prüfungstrainer Kraftfahrzeugtechnik
- Prüfungsbuch Kraftfahrzeugtechnik
- Prüfungsvorbereiter Teil I und II
- Kalkulation für Kfz-Meister
- Online-Kurse (Prüfungsdoc; Grund- und Fachwissen)

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 umfangreiche Unterstützung mit Bildern und technischen Unterlagen.

Informationen beschaffen



berufstypische Probleme erfassen, bearbeiten, auswerten und lösen



Prüfungsvorbereitung: Wissen sichern, Gelerntes wiederholen

Wissen vertiefen



Digitale Medien Fachbuchreihe Kraftfahrzeugtechnik



EUROPA
THEK



PRÜFUNGSDOC
EINFACH BESTEHEN

Digitale Bücher



SimKfz EFA



Online-Kurse



- Die kompletten Fachbücher im virtuellen Medienregal jederzeit verfügbar

- Mit Simulationen & Animationen in 2D und 3D
- Mit Drag & Drop-Funktionsbildern
- Rund 2500 Bilder der Fachbuchreihe Kfz-Technik

- Digital aufbereitete Übungs- und Prüfungsaufgaben
- Zum Lernen, Wiederholen und Testen
- Ständige Rückmeldung über den Lernfortschritt

EUROPATHEK MACHT WISSEN MOBIL

FIRMENVERZEICHNIS

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

akkuteam Energietechnik GmbH Herzberg am Harz	Continental Teves AG & Co, OHG, Frankfurt	Goetze AG Burscheid
Alfa-Romeo-Automobile Mailand/Italien	Continental Aftermarket GmbH Eschborn	Grau-Bremse Heidelberg
ALLIGATOR Ventilfabrik GmbH Giengen/Brenz	Celette GmbH Kehl	Gutmann Messtechnik GmbH Ihringen
Aprilia Motorrad-Vertrieb Düsseldorf	Citroen Deutschland AG Köln	Harley-Davidson Germany GmbH Neu-Isenburg
Aral AG Bochum	Dataliner Richtsysteme Ahlerstedt	Hazet-Werk, Hermann Zerver Remscheid
Audatex Deutschland Minden	Deutsche BP AG Hamburg	HAMEG GmbH Frankfurt/Main
Audi AG Ingolstadt – Neckarsulm	DGUV, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung München	Hella KG, Hueck & Co Lippstadt
Autokabel Hausen	Ducati Motor Deutschland GmbH Köln	Hengst Filterwerke Nienkamp
Autoliv Oberschleißheim	DUNLOP GmbH & Co KG Hanau/Main	Fritz Hintermayr Bing-Vergaser-Fabrik Nürnberg
G. Auwärter GmbH & Co (Neoplan) Stuttgart	EMCO-Group Erwin Müller GmbH Lingen/Ems	HITACHI Sales Europa GmbH Düsseldorf
BBS Kraftfahrzeugtechnik AG Schiltach	ESSO AG Hamburg	HONDA DEUTSCHLAND GMBH Offenbach/Main
BEHR GmbH & Co Stuttgart	FAG Kugelfischer Georg Schäfer KG aA Ebern	Huf Hülsbeck & Fürst GmbH & Co. KG Velbert
Beissbarth GmbH Automobil Servicegeräte München	J. Eberspächer Esslingen	Hunger Maschinenfabrik GmbH München und Kaufering
BERU Ludwigsburg	EMM Motoren Service Lindau	Hunter Deutschland GmbH Greifenberg am Ammersee
Ferdinand Bilstein GmbH + Co. KG Ennepetal	Ford-Werke AG Köln	IVECO-Magirus AG Neu-Ulm
Boge GmbH Eitdorf/Sieg	Carl Freudenberg Weinheim/Bergstraße	ITT Automotive (ATE, VDO, MOTO-METER, SWF, KONI, Kienzle) Frankfurt/Main
Robert Bosch GmbH Stuttgart	GKN Löbro Offenbach/Main	IXION Maschinenfabrik Otto Häfner GmbH & Co Hamburg-Wandsbek
Bostik GmbH Oberursel/Taunus	Getrag Getriebe- und Zahnradfabrik Ludwigsburg	Jurid-Werke Essen
BLACK HAWK Kehl	Girling-Bremsen GmbH Koblenz	Alfred Kärcher GmbH & Co. KG Winnenden
BMW Bayerische Motoren-Werke AG München/Berlin	Glasurit GmbH Münster/Westfalen	Kawasaki-Motoren GmbH Friedrichsdorf
CAR-OLINER Kungsör/Schweden	Globaljig, Deutschland GmbH Cloppenburg	KFZ-Werkstatt MEINHARDT Winnenden
CAR BENCH INTERNATIONAL .S.P.A. Massa/Italien	Glyco-Metall-Werke B.V. & Co KG Wiesbaden/Schierstein	

Knecht Filterwerke GmbH Stuttgart	NGK/NTK Europe GmbH Ratingen	Stahlwille E. Wille Wuppertal
Knorr-Bremse GmbH München	Adam Opel AG Rüsselsheim	Steyr-Daimler-Puch AG Graz/Österreich
Koch-Achsmessanlagen Wennigsen	OSRAM AG München	Subaru Deutschland GmbH Friedberg
Kolbenschmidt AG Neckarsulm	OMV AG Wien/Österreich	SUN Elektrik Deutschland Mettmann
KS Gleitlager GmbH St. Leon-Rot	Oxigin-, Carmanin-LM-Räder, Unterensingen	Suzuki GmbH Oberschleißheim/Heppenheim
KTM Sportmotorcycles AG Mattighofen/Österreich	Peugeot Deutschland GmbH Saarbrücken	Technolit GmbH Großlüder
Kühnle, Kopp und Kausch AG Frankenthal/Pfalz	Pierburg GmbH Neuss	Telma Retarder Deutschland GmbH Ludwigsburg
Lemmerz-Werke Königswinter	Pirelli AG Höchst im Odenwald	Temic Elektronik Nürnberg
LuK GmbH Bühl/Baden	Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG Stuttgart-Zuffenhausen	TOYOTA Deutschland GmbH Köln
MAHLE GmbH Stuttgart	Prins autogassystemen B.V. Eindhoven/Niederlande	UNIWHEELS GmbH Bad Dürkheim
Mannesmann Sachs AG Schweinfurt	Renault Nissan Deutschland AG Brühl	Valeo Service GmbH Weiterstadt
Mann und Hummel Filterwerke Ludwigsburg	Samsung Electronics GmbH Köln	VARTA Autobatterien GmbH Hannover
MAN Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG München	SATA Farbspritztechnik GmbH & Co. KG Kornwestheim	Vereinigte Motor-Verlage GmbH & Co KG Stuttgart
Mazda Motors Deutschland GmbH Leverkusen	Sauter Kfz-Meisterbetrieb Winnenden	ViewSonic Central Europe Willich
MCC – Mikro Compact Car GmbH Böblingen	SCANIA Deutschland GmbH Koblenz	Voith GmbH & Co KG Heidenheim
Mennekes KG Kirchhundem	SEKURIT SAINT-GOBAIN Deutschland GmbH Aachen	Volkswagen AG Wolfsburg
Messer-Griesheim GmbH Frankfurt/Main	Schaeffler Automotive After- market GmbH & Co. KG Langen/Hessen	Volvo Deutschland GmbH Brühl
Mercedes Benz Stuttgart	SCHRADER International GmbH Bergkirchen	Wabco Westinghouse GmbH Hannover
Metzeler Reifen GmbH München	Seat Deutschland GmbH Weiterstadt	Webasto GmbH Stockdorf
Michelin Reifenwerke KGaA Karlsruhe	Siemens AG München	Yamaha Motor Deutschland GmbH Neuss
Microsoft GmbH Unterschleißheim	SKF Kugellagerfabriken GmbH Schweinfurt	ZF Getriebe GmbH Saarbrücken
Mitsubishi Electric Europe B.V. Ratingen	Snap-on/SNA Germany, Hohenstein-Ernstthal	ZF Sachs AG Schweinfurt
Mitsubishi MMC Trebur	SOLO Kleinmotoren GmbH Sindelfingen	ZF Zahnradfabrik Friedrichshafen AG Friedrichshafen/ Schwäbisch Gmünd
MOBIL OIL AG Hamburg	SONAX GmbH Neuburg	

INHALT

1	Kraftfahrzeug	11	5.6	Fügen	139
1.1	Entwicklung des Kraftfahrzeugs	11	5.7	Beschichten	159
1.2	Einteilung der Straßenfahrzeuge	12	5.8	Sonderfertigungsverfahren	161
1.3	Aufbau eines Kraftfahrzeugs	12			
1.4	Technisches System Kraftfahrzeug	14	6	Werkstofftechnik	162
1.5	Bedien- und Anzeigekomponenten	16	6.1	Werkstoffeigenschaften	162
1.6	Instandhaltung von Kraftfahrzeugen	18	6.2	Einteilung der Werkstoffe	166
1.7	Filter, Aufbau und Wartung	21	6.3	Aufbau der metallischen Werkstoffe	167
1.8	Fahrzeugpflege	24	6.4	Eisenwerkstoffe	169
1.9	Betriebsstoffe, Hilfsstoffe	29	6.5	Nichteisenmetalle	179
			6.6	Kunststoffe	182
2	Autohaus	45	6.7	Verbundwerkstoffe	185
2.1	Umweltschutz im Kfz-Betrieb	45			
2.2	Arbeitsschutz und Unfallverhütung	51	7	Aufbau und Wirkungsweise des Viertaktmotors	186
2.3	Betriebsorganisation, Kommunikation	57	7.1	Einteilung der Verbrennungsmotoren	186
			7.2	Ottomotor	186
3	Steuerungs- und Regelungstechnik	78	7.3	Dieselmotor	189
3.1	Grundlagen	78	7.4	Merkmale von Viertakt-Motoren (Saugmotoren)	191
3.2	Aufbau und Funktionseinheiten von Steuereinrichtungen	81	7.5	Arbeitsdiagramm (p-V-Diagramm)	193
3.3	Steuerungsarten	85	7.6	Steuerdiagramm	195
			7.7	Zylinder Nummerierung, Zündfolgen	195
4	Prüftechnik	95	7.8	Motorkennlinien	197
4.1	Grundbegriffe der Längenprüftechnik	95	7.9	Hubverhältnis, Hubraumleistung, Leistungsgewicht	198
4.2	Messgeräte	97			
4.3	Lehren	102	8	Motormechanik	199
4.4	Toleranzen und Passungen	103	8.1	Kurbelgehäuse, Zylinder, Zylinderkopf	199
4.5	Anreißen	106	8.2	Kurbeltrieb	209
			8.3	Schwungrad	224
5	Fertigungstechnik	107	8.4	Zweimassenschwungrad	225
5.1	Einteilung der Fertigungsverfahren	107	8.5	Motorschmiersysteme	227
5.2	Urformen	109	8.6	Motorkühlsysteme	233
5.3	Umformen	112	8.7	Motorsteuerung	242
5.4	Trennen durch Spanen	121	8.8	Füllungsoptimierung	248
5.5	Trennen durch Zerteilen	137			

9	Motormanagement Ottomotor	264	13.11	Elektrische Antriebsmotoren	395
9.1	Grundlagen der Gemischbildung	264	13.12	Arbeiten an Hochvolt-Fahrzeugen	400
9.2	Grundlagen der Benzineinspritzung	266	13.13	Sicherheitslinie	402
9.3	Aufbau und Funktion der elektronischen Benzineinspritzung	268	13.14	Wartungsstecker	402
9.4	Kraftstoffversorgungsanlagen bei Ottomotoren	269	13.15	Hochvolt-Leitungen	403
9.5	Saugrohreinspritzung am Beispiel einer ME-Motronic	274	13.16	Isolationsfehler	403
9.6	Benzin-Direkteinspritzung	286	13.17	Fehler Potenzialausgleich	405
9.7	Duale Einspritzung	296	13.18	Arbeiten unter Spannung	406
9.8	Zündanlagen	299	13.19	Erdgasantrieb	408
			13.20	Flüssiggasantriebe	410
			13.21	Sicheres Arbeiten an Fahrzeugen mit Gasantrieben	413
			13.22	Prüfungen an Gasanlagen	414
10	Schadstoffminderung	312	14	Antriebsstrang	415
10.1	Abgasanlage	312	14.1	Antriebsarten	415
10.2	Schadstoffminderung beim Ottomotor	316	14.2	Kupplung	417
11	Motormanagement Dieselmotor	330	14.3	Wechselgetriebe	425
11.1	Gemischbildung bei Dieselmotoren	330	14.4	Handgeschaltete Wechselgetriebe	426
11.2	Maßnahmen zur Verbesserung der Gemischbildung	332	14.5	Automatische Getriebe	431
11.3	Einspritzanlagen für Pkw-Dieselmotoren	336	14.6	Automatische Kupplungssysteme mit Doppelkupplungen	436
11.4	Schadstoffminderung bei Dieselmotoren	352	14.7	Gestuftes Automatik-Getriebe mit hydrodynamischem Drehmoment- wandler	441
12	Otto-Zweitaktmotor, Kreiskol- benmotor	358	14.8	Gelenkwellen, Antriebswellen, Gelenke	458
12.1	Zweitaktmotor	358	14.9	Achsgetriebe	461
12.2	Wankelmotor, Kreiskolbenmotor (KKM)	365	14.10	Ausgleichsgetriebe	464
13	Alternative Antriebskonzepte	367	14.11	Ausgleichssperren	465
13.1	Alternative Energieträger	367	14.12	Allradantrieb	470
13.2	Teil- und Vollelektrische Antriebe	368	15	Fahrwerk	475
13.3	Funktionen von Teil- und Vollelekt- rischen Antrieben	369	15.1	Fahrdynamik	475
13.4	Teilelektrische Antriebe	371	15.2	Grundlagen der Lenkung	477
13.5	Vollelektrische Antriebe	379	15.3	Lenkgetriebe	478
13.6	Antriebe mit Brennstoffzellen	382	15.4	Hilfskraftlenksysteme	478
13.7	Energiespeicherung	388	15.5	Radstellungen	487
13.8	Leistungselektronik	391	15.6	Fahrwerksvermessung	490
13.9	Ladesteckertypen	393	15.7	Radaufhängungen	495
13.10	Ladebetriebsarten	394	15.8	Wälzlager und Dichtungen	500
			15.9	Federung	503
			15.10	Active Body Control (ABC)	515
			15.11	Räder und Reifen	518
			15.12	Bremsen	533

16	Fahrzeugaufbau	563
16.1	Fahrzeugaufbau/Karosserie.....	563
16.2	Korrosionsschutz an Kraftfahrzeugen ...	578
16.3	Fahrzeuglackierung	579

17	Komfort- und Sicherheitssysteme ..	583
17.1	Fahrzeugsicherheit.....	583
17.2	Fahrerassistenzsysteme	595
17.3	Infotainmentsysteme.....	607
17.4	Komfortsysteme.....	612
17.5	Belüftung, Heizung, Klimatisierung	617
17.6	Diebstahlschutzsysteme.....	627

18	Elektrotechnik	635
18.1	Grundlagen der Elektrotechnik	635
18.2	Anwendungen der Elektrotechnik.....	667

19	Elektrische Systeme	682
19.1	Beleuchtung im Kfz.....	682
19.2	Spannungsversorgung	694
19.3	Bordnetzmanagement.....	712
19.4	Elektrische Motoren.....	714
19.5	Sensoren.....	721

20	Informationstechnik	731
20.1	Grundlagen	731
20.2	Datenübertragungssysteme im Fahrzeug	735
20.3	Hochfrequenztechnik.....	749

21	Elektrische Mess- und Diagnosetechnik	756
21.1	Elektrische Messtechnik	756
21.2	Diagnose.....	759

22	Zweiradtechnik	764
22.1	Kraftradarten	764
22.2	Kraftradmotoren.....	768
22.3	Gemischbildung	768
22.4	Abgasanlage	770
22.5	Motorkühlung	770
22.6	Motorschmierng.....	770
22.7	Kupplung	771
22.8	Antriebsstrang.....	772
22.9	Elektrische Anlage	774
22.10	Fahrdynamik	777
22.11	Motorradrahmen.....	778
22.12	Radführung, Federung und Dämpfung ..	779
22.13	Bremsen	781
22.14	Räder, Reifen	783

23	Nutzfahrzeugtechnik	786
23.1	Einteilung	786
23.2	Abmessungen von Nfz	787
23.3	Zulässige Massen von Nfz	787
23.4	Beladungsvorschriften	787
23.5	NKW-Motoren	788
23.6	Einspritzanlagen für Nkw-Dieselmotoren	789
23.7	Antriebsstrang.....	798
23.8	Fahrwerk.....	802
23.9	Startanlagen für Nutzfahrzeuge	819

24	Anhang	823
-----------	---------------------	-----

1 KRAFTFAHRZEUG

1.1 ENTWICKLUNG DES KRAFTFAHRZEUGS

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

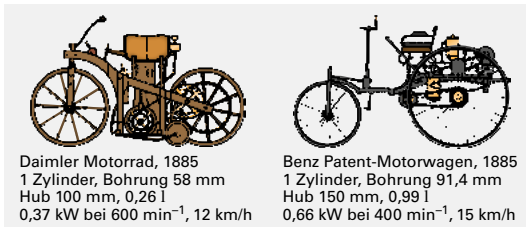


Bild 1: Daimler Motorrad und Benz Motorwagen

- 1876** Erster Gasmotor in **Viertakt-Arbeitsweise** von **Otto** und erster Gas-Zweitaktmotor des Engländer **Clerk**.
- 1883** **Daimler und Maybach** entwickeln den ersten schnelllaufenden **Viertakt-Benzinmotor** mit **Glührohrzündung**.
- 1885** Erstes **Automobil** von **Benz** (1886 patentiert). Erstes **motorgetriebenes Zweirad** von **Daimler** (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**. **Diesel** patentiert das Arbeitsverfahren für Schwerölmotoren mit Selbstzündung.
- 1897** **MAN** stellt den ersten betriebsfähigen **Dieselmotor** her.
- 1897** Erstes **Elektromobil** v. **Lohner-Porsche** (Bild 2).

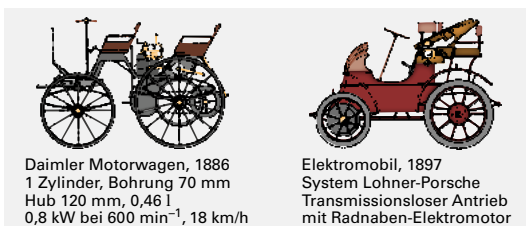


Bild 2: Daimler Motorwagen und erstes Elektromobil

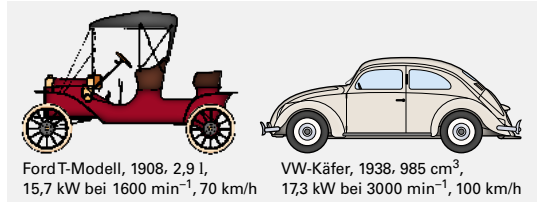


Bild 3: Ford T-Modell und VW-Käfer

- 1913** Einführung der Fließbandfertigung des **T-Modells** (Tin-Lizzy, Bild 3) durch **Ford**.
- 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**.
- 1954** **Wankel** baut den **Kreiskolbenmotor** (Bild 4).

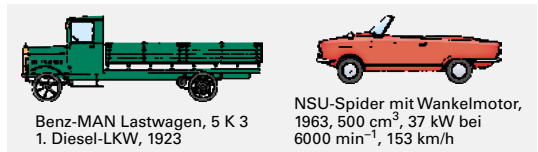


Bild 4: Lkw mit Dieselmotor, Pkw mit Wankelmotor

- 1966** **Elektronisch gesteuerte Benzineinspritzung (D-Jetronic)** von **Bosch** eingeführt.
- 1970** **Sicherheitsgurte** für Fahrer und Beifahrer.
- 1978** Das **Anti-Blockiersystem (ABS)** für Bremsen wird erstmalig von Mercedes-Benz eingebaut.
- 1984** Einführung von **Airbag** und **Gurtstraffer**.
- 1985** Einführung von geregelten **Katalysatoren (Lamdasonde)** für bleifreies Benzin.
- 1997** Elektronische **Fahrwerk-Regelsysteme (ESP)**. **Toyota** baut ersten Pkw mit **Hybridantrieb**. **Alfa Romeo** führt das **Common-Rail Direct Injection (CDI)-System** bei Dieselmotoren ein.
- 2000** Einführung von **Fahrerassistenzsystemen** wie z. B. Abstandsregelassistenten.
- 2008** Einführung von **Elektrofahrzeugen** in Großserie.
- 2014** Einführung von **Brennstoffzellenfahrzeugen** in Großserie bei **Toyota**.
- 2015** Einsatz von Fahrzeugen für **Autonomes Fahren** im Straßenverkehr.

1.2 EINTEILUNG DER STRASSENFAHRZEUGE

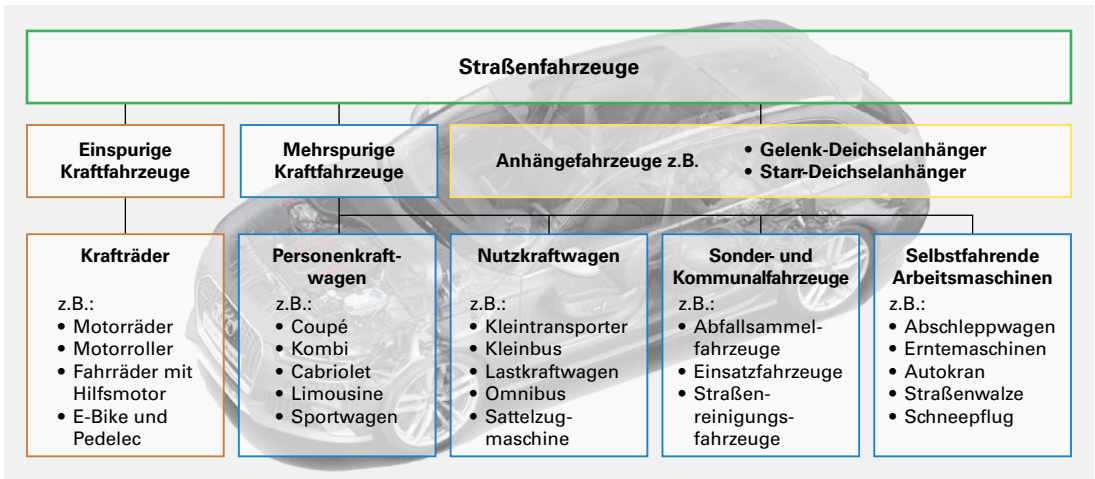


Bild 1: Übersicht Straßenfahrzeuge

Straßenfahrzeuge sind alle Fahrzeuge, die zum Betrieb auf der Straße vorgesehen sind, ohne an Gleise gebunden zu sein.

Kraftfahrzeuge besitzen immer einen maschinellen Antrieb und können in ein- und mehrspurige Kraftfahrzeuge eingeteilt werden (Bild 1).

■ Einspurige Kraftfahrzeuge

Krafträder sind einspurige Kraftfahrzeuge, deren Räder hintereinander angeordnet sind. Sie können einen Beiwagen mitführen. Die Eigenschaft als einspuriges Kraftrad bleibt erhalten, da die hinteren Räder nicht mit einer Achse verbunden sind. Auch das Ziehen eines Anhängers ist möglich. Zu den Krafträdern zählen:

- **Motorräder.** Sie zeichnen sich durch ein niedriges Leistungsgewicht aus und verfügen über bis zu zwei Sitzplätze.
- **Motorroller.** Sie verfügen über einen freien Durchstieg zwischen Lenker und Sattel. Die Füße stehen auf einem Bodenblech und sind durch eine Verkleidung vor Schmutz geschützt.
- **Fahrräder mit Hilfsmotor.** Sie haben Merkmale von Fahrrädern, z. B. Tretkurbeln, fehlende Signalanlage (Mofa, E-Bike, Pedelec).

■ Mehrspurige Kraftfahrzeuge

- **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 neun beschränkt.

- **Nutzkraftwagen (Nkw).** Sie sind zum Transport von Personen, Gütern und zum Ziehen von Anhängern bestimmt.
- **Sonder- und Kommunalfahrzeuge.** Sie sind hochspezialisierte Fahrzeuge, gebaut für einen bestimmten Einsatzzweck, z. B. Einsatzfahrzeuge für Polizei und Feuerwehr.
- **Selbstfahrende Arbeitsmaschinen.** Sie besitzen fest mit dem Fahrzeug verbundene Einrichtungen zur Verrichtung von Arbeiten, z. B. Fahrzeuge für den Straßenbau oder Erntemaschinen.

■ Anhängefahrzeuge

Sie verfügen über keinen eigenen Antrieb und dienen zum Transport von Gütern. Sie sind mit einer Deichsel über die Anhängerkupplung mit einem Zugfahrzeug verbunden.

1.3 AUFBAU EINES KRAFTFAHRZEUGS

Ein Kraftfahrzeug besteht aus mehreren Baugruppen, deren Teilsystemen und einzelnen Bauteilen. Sie wirken funktional zusammen und bilden eine Einheit.

Baugruppen. Die Festlegung der Baugruppen und die Zuordnung von Baugruppen zueinander sind nicht eindeutig festgelegt. So kann z. B. das Getriebe als eigene Baugruppe gelten oder als Unterbaugruppe dem Antriebsstrang zugeordnet werden. Eine mögliche Zuordnung der Hauptbaugruppen ist im Bild 1, Seite 13, dargestellt.

Folgende sechs Hauptbaugruppen werden unterschieden: Antriebseinheit, Antriebsstrang, Komfort- und Sicherheitssysteme, Fahrzeugaufbau, Fahrwerk und elektrische Anlage.

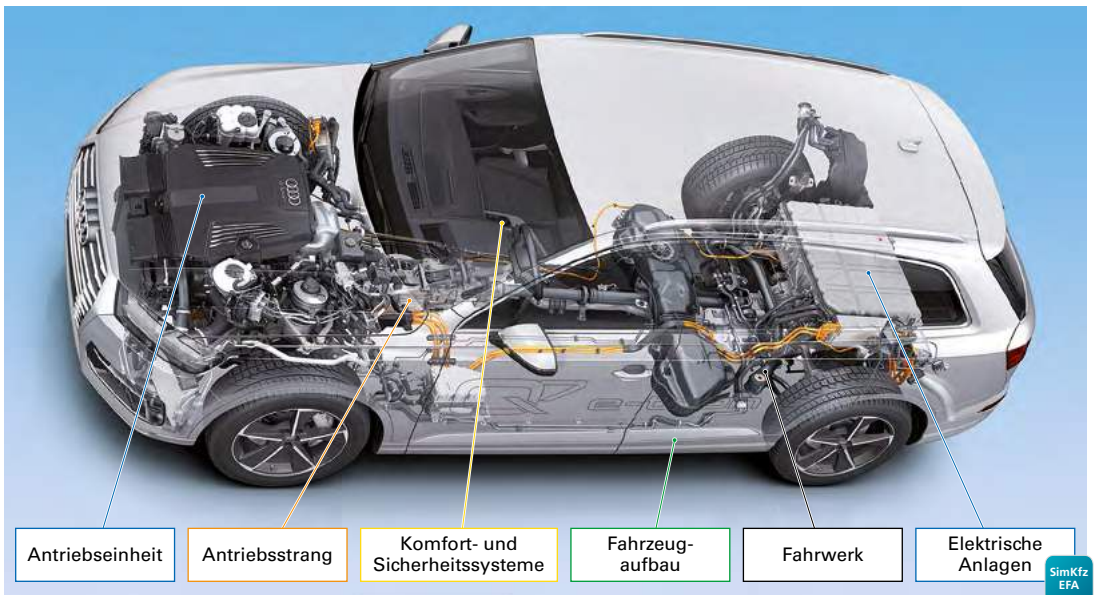


Bild 1: Mögliche Zuordnung der Hauptbaugruppen am Beispiel eines Hybrid-Kraftfahrzeugs.

Teilsysteme. Sie sind Systeme die aus einzelnen Bauteilen bestehen und den Funktionsablauf der Baugruppen unterstützen.

Folgende Teilsysteme können den Baugruppen zugeordnet werden:

Antriebseinheit



Verbrennungsmotor. Er stellt die Antriebsenergie für die Bewegung des Kraftfahrzeugs bereit. Teilsysteme des Verbrennungsmotors sind z.B.: Motorschmierung, -kühlung, -steuerung und -elektrik, Abgasanlage.



Elektroantrieb. Er wird bei Hybridfahrzeugen zur Antriebsunterstützung und bei Elektrofahrzeugen als Hauptantrieb eingesetzt. Teilsysteme des Elektroantriebs sind z.B.: E-Maschine, Hochvoltbatterie und Leistungselektronik.



Antriebsstrang. Er dient zur Übertragung der Antriebsenergie auf die Antriebsräder. Teilsysteme des Antriebsstrangs sind z.B.: Kuppelung, Getriebe, Achsgetriebe sowie Gelenk- und Antriebswellen.



Komfort- und Sicherheitssysteme. Sie dienen zur Unterstützung und zum Schutz des Fahrzeugführers. Teilsysteme davon sind z.B.: Assistenzsysteme, Klimaanlage, Infotainment und Rückhaltesysteme (z.B. Airbag und Gurtstraffer).



Fahrwerk. Es ist verantwortlich für die Fahrdynamik, den Fahrkomfort und die Fahrsicherheit eines Kraftfahrzeugs. Teilsysteme eines Fahrwerks sind z.B.: Lenkung, Radaufhängung, Federung, Bremsen und Räder.



Fahrzeugaufbau. Er bildet das Grundgerüst des Fahrzeugs und übernimmt die Tragfunktion aller Baugruppen. Außerdem dient er dem Schutz der Fahrzeuginsassen vor Umwelteinflüssen und Unfällen.



Elektrische Anlagen. Sie dienen z.B. der Bereitstellung der elektrischen Energie sowie der Steuerung und Regelung. Teilsysteme sind z.B.: Datenübertragungssysteme, Generator und Beleuchtungsanlage.

1.4 TECHNISCHES SYSTEM KRAFTFAHRZEUG

Jede Maschine bildet ein technisches Gesamtsystem.

Für jedes **Teil- und Gesamtsystem** gilt das **EVA-Prinzip**:

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

Grafisch wird ein technisches System durch ein Rechteck dargestellt. 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**, welches ein technisches System nach außen hin abgrenzt (**Bild 1 und 2**). Je enger die Systemgrenzen gezogen werden, desto kleiner werden die Teilsysteme. Diese bestehen aus einzelnen Bauteilen.

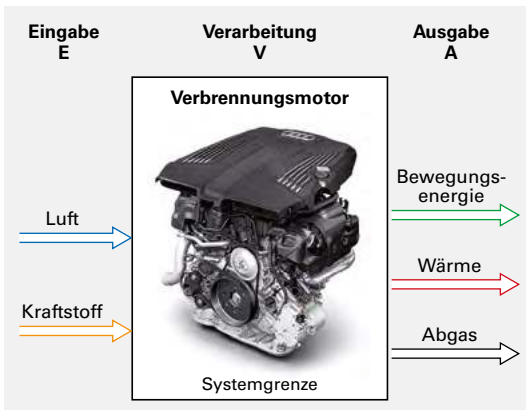


Bild 1: Teilsystem Verbrennungsmotor

■ Teilsystem

Eingabe. Auf der Eingangsseite eines Verbrennungsmotors wird dieser mit Luft und Kraftstoff versorgt.

Verarbeitung. Im Verbrennungsmotor wird das Luft-Kraftstoffgemisch verbrannt.

Ausgabe. Auf der Ausgangsseite werden Bewegungsenergie als nutzbare Energie, sowie Wärme und Abgas als Verlustenergie abgegeben.

Das Teilsystem Verbrennungsmotor ist über weitere Teilsysteme wie z.B. Kupplung, Getriebe, Achsgetriebe, Antriebswellen mit den Antriebsrädern verbunden.

Damit ein Kraftfahrzeug seine Hauptfunktionen erfüllen kann, müssen alle Teilsysteme funktional zusammenwirken. Nur so ist eine vollständige und korrekte Funktionsweise gewährleistet.

■ Gesamtsystem

Alle Teilsysteme zusammen bilden das Gesamtsystem Kraftfahrzeug. Das EVA-Prinzip lässt sich auch auf Gesamtsysteme anwenden (**Bild 2**).

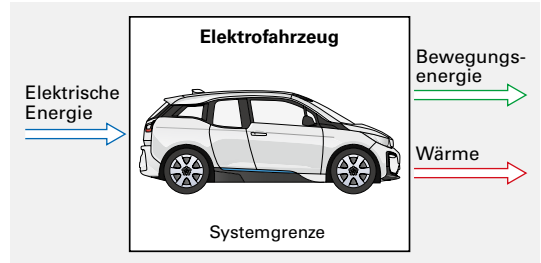


Bild 2: Gesamtsystem Kraftfahrzeug

Werden die Systemgrenzen um das Kraftfahrzeug gelegt, so wird es in der Systembetrachtung gegen die Umwelt wie Luft und Fahrbahn abgegrenzt.

Bei einem Elektrofahrzeug überschreitet Eingangsseitig z.B. nur elektrische Energie die Systemgrenze und ausgangsseitig die Bewegungs- sowie Wärmeenergie (**Bild 2**).

■ Einteilung technischer Systeme nach der Verarbeitung

Technische Systeme werden nach Art der Verarbeitung innerhalb ihrer Systemgrenze unterschieden (**Bild 3**):

- **Stoffumsetzende Systeme**, z.B. Schmier- und Kühlsystem eines Verbrennungsmotors.
- **Energieumsetzende Systeme**, z.B. Verbrennungs- und Elektromotor.
- **Informationsumsetzende Systeme**, z.B. Datenübertragungssysteme und Steuergeräte.

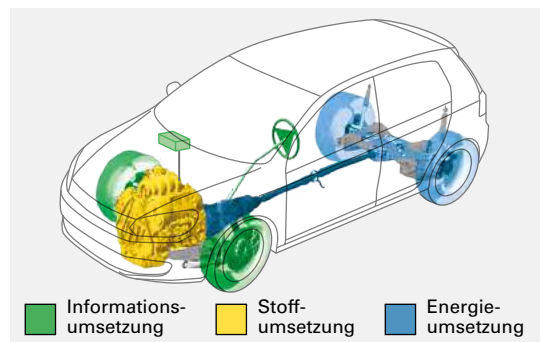


Bild 3: Systeme unterteilt nach Art der Verarbeitung

■ Stoffumsetzende Systeme

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

Übersicht über stoffumsetzende Systeme:

Maschinen zur Formänderung sind z. B. Werkzeugmaschinen, wie Bohr-, Fräs- und Drehmaschinen usw.

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



Einige Teilsysteme eines Verbrennungsmotors sind stoffumsetzende Systeme wie z. B.:

- Schmersystem, dabei sorgt die Ölpumpe für den Stoffumsatz.
- Kühlsystem, hier sorgt die Kühlflüssigkeitspumpe für den Stoffumsatz und somit für den Wärmetransport.

■ Energieumsetzende Systeme

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

Zu diesen Systemen zählen alle Kraftmaschinen. Je nach Art der Energieumsetzung unterscheidet man zwischen:

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

In einem Verbrennungsmotor wird die chemische Energie des Kraftstoffs zunächst in Wärmeenergie und dann in mechanische Bewegungsenergie umgewandelt (**Bild 1**).

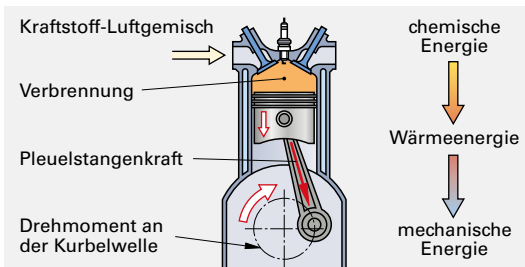


Bild 1: Energieumsetzung eines Ottomotors

Wirkungsgrad

Die Umsetzung von Energie ist immer mit Verlusten behaftet. Die zugeführte Energie ist dadurch immer größer als die abgeführte Energie.

So werden z. B. selbst bei sparsamen Dieselmotoren nur bis zu max. 46% der im Kraftstoff enthaltenen che-

mischen Energie in nutzbare Bewegungsenergie umgewandelt. Der Rest der Energie geht als Wärme verloren. Zur besseren Visualisierung des Wirkungsgrads werden häufig Sankey-Diagramme eingesetzt (**Bild 2**).

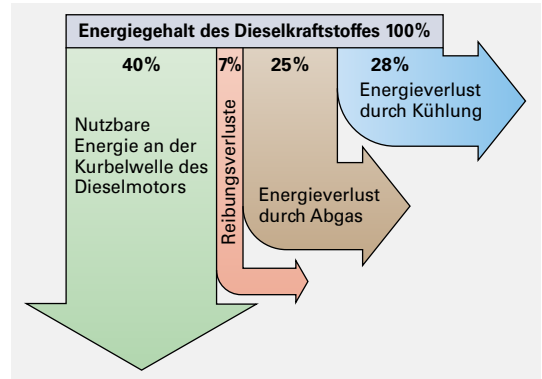


Bild 2: Sankey-Diagramm

■ Informationsumsetzende Systeme

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

Informationsumsetzende Systeme und Übertragungssysteme, z. B. Steuergeräte, Datenübertragungssysteme (Bus-Systeme), Diagnosegeräte (Tester), sind für den Betrieb und die Wartung von Fahrzeugen unentbehrlich.

Beispiel für informationsumsetzende Systeme in einem Kraftfahrzeug:



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

WIEDERHOLUNGSFRAGEN

- 1 In welche Gruppen lassen sich Straßenfahrzeuge einteilen?
- 2 Nennen Sie vier Hauptbaugruppen eines Kraftfahrzeugs.
- 3 Nennen Sie drei Teilsysteme eines Kfz sowie deren Eingangs- und Ausgangsgrößen.
- 4 Erläutern Sie das EVA-Prinzip anhand eines Beispiels.
- 5 Beschreiben Sie die Hauptfunktion eines energieumsetzenden Systems.

1.5 BEDIEN- UND ANZEIGE-KOMPONENTEN

Bedienkomponenten sind für die Bedienung des Fahrzeugs und dessen Komfort- und Sicherheitsfunktionen zuständig.

Anzeigekomponenten informieren den Fahrer z. B. über Fahrdaten, den technischen Zustand des Fahrzeugs oder Infotainmentfunktionen.



Zugang zum Fahrzeug. Für den Fahrzeugzugang ist ein passender Fahrzeugschlüssel notwendig. Dieser ist meist als Funkschlüssel ausgeführt. Mit ihm können Fahrzeugtüren und Kofferraum per Knopfdruck aus der Distanz verriegelt und entriegelt werden. Ein im Schlüssel integrierter Transponder deaktiviert die elektronische Wegfahrsperre und Diebstahlwarnanlage. Durch ihn ist auch ein berührungsloses Entriegeln der Türen möglich (z. B. Keyless Go). Je nach Fahrzeughersteller ist das Abrufen von Fahrzeuginformationen sowie Ein- und Ausparken über den Fahrzeugschlüssel möglich.

Bedien- und Anzeigekomponenten im Fahrzeuginnenraum. Sie variieren je nach Fahrzeughersteller und Ausstattung an Anzahl und Position. Eine Möglichkeit der Einteilung des Fahrzeuginnenraums ist im Bild 1 dargestellt.



- ① Lenkrad und Pedalerie
- ② Bedienfeld Fahrertür und Sitzverstellung
- ③ Instrumentenkombination mit Kontroll- und Warnleuchten, Anzeigebildschirm
- ④ Mittelkonsole mit Wählhebel und zentraler Bedieneinheit, Komfort- und Audiosystem

Bild 1: Bedienbereich eines Kraftfahrzeugs

Lenkrad und Pedalerie. Sie sind die zentralen Bedienelemente und notwendig für das sichere Führen

eines Fahrzeugs. Das Lenkrad kann neben der Betätigungseinrichtung für die Hupe und Schaltwippen noch Bedientasten für z. B. Tempomat, Radio, Sprach-eingabe und Bordcomputer beinhalten (Multifunktionslenkrad).

Die Pedalerie beinhaltet je nach Getriebebauart zwei oder drei Pedale: Die Kupplung zur Kraftflussunterbrechung zwischen Motor und Schaltgetriebe bei Schaltvorgängen, die Bremse zur Verzögerung des Fahrzeugs und das Fahrpedal zur Regelung der Motorleistung.

Bedienfeld Fahrertüre und Sitzverstellung.



Sie ermöglichen die Bedienung aller Fenster, der Außenspiegeln sowie die Verstellung und die Bedienung der Komfortfunktionen des Fahrersitzes. Die Sitzverstellung kann sowohl elektrisch als auch mechanisch erfolgen.

Dadurch können Personen mit unterschiedlichen Körpergrößen das Fahrzeug sicher führen. Ergonomisch geformte und richtig eingestellte Sitze reduzieren die körperliche Belastung. Dadurch tragen sie zur aktiven Fahrzeugsicherheit bei.

Instrumentenkombination und Anzeigebildschirm.



Sie informieren z. B. über die aktuelle Drehzahl, Geschwindigkeit, Öl- bzw. Kühlmitteltemperatur, Kraftstofffüllstand und Servicebedarf des Fahrzeugs (Bild 1, Seite 17).

Darüber hinaus können über den Anzeigebildschirm verschiedene Applikationen

wie z. B. Navigation, Multimedia-Anwendungen, Telefon und Fahrzeugeinstellungen ausgeführt werden. Die Bedienung des Anzeigebildschirms erfolgt entweder über eine zentrale Bedieneinheit in der Mittelkonsole, per Touchscreen, Spracheingabe und/oder Gestensteuerung.

Die Instrumentenkombination informiert darüber hinaus mithilfe von **Kontroll- und Warnleuchten** über den technischen Zustand des Fahrzeugs, die Bereitschaft eines Systems und über auftretende Fehlfunktionen. Die Farbe der Kontroll- und Warnleuchten orientiert sich am Ampelsystem.

Die grünen Symbole informieren über die Bereitschaft und Funktionalität eines Systems.

Die gelben Symbole sind Warnhinweise. Die roten Symbole deuten auf Gefahren oder Defekte hin. Einzige Ausnahme ist die blaue Farbe für das aktivierte Fernlicht (Tabelle 1, Seite 17).



Bild 1: Übersicht Instrumentenkombination

Zur Funktionskontrolle der Leuchten werden diese beim Motorstart für eine kurze Zeit aktiviert.

Blinkende Warnleuchten oder akustische Warnsignale warnen vor akuter Gefahr für Fahrer und Fahrzeug, z.B. Warnsignal bei nicht angelegtem Anschnallgurt, Blinksignal bei aktiver Traktionskontrolle.

Tabelle 1: Beispiele für Kontroll- und Warnleuchten

Symbol	Bedeutung
	Zum Motorstart Bremse betätigen
	Geschwindigkeitsregelanlage aktiv
	Reifendruck kontrollieren oder initialisieren
	Störungen der Motorelektrik oder des Abgassystems
	Öldruck zu niedrig
	Rückhaltesysteme gestört
	Fernlicht aktiviert

Mittelkonsole. Die Bedienung des Komfort- und Infotainmentsystems erfolgt größtenteils über die Mittelkonsole (Bild 2).

Einzelne Schalt- und Funktionselemente sind zur besseren Übersicht häufig zu einer zentralen Bedieneinheit (z.B. iDrive, MMI) zusammengefasst, die einhändig bedient werden kann.

Je nach Fahrzeughersteller beinhaltet die Mittelkonsole auch den Schalt- oder Wählhebel, verschiedene Bedienelemente, z.B. für Fahrzeug- und Fahrwerksabstimmung, Einparkhilfe und den Handbremsgriff oder -Taster. Meist sind hier kleinere Staufächer, Becherhalter und die Bordspannungssteckdose ggf. mit Zigarettenzünder untergebracht.

Oberhalb der Mittelkonsole befinden sich das Klimabedienteil und das Audiosystem.



Bild 2: Mittelkonsole eines Kraftfahrzeugs



Fahrzeugstart. Viele Fahrzeuge verfügen über einen Start-Stopp-Knopf anstelle eines Zündschlosses. Das Fahrzeug erkennt den Schlüssel im Fahrzeug und gibt den Start nach erfolgreicher Authentifizierung frei. Bei Systemausfall lässt sich mit einem im Schlüssel integrierten mechanischen Notschlüssel mindestens eine Tür manuell öffnen. Das

Ausschalten des Motors erfolgt durch nochmaliges Drücken der Start-Stopp-Taste bei Fahrzeugstillstand.

1.6 INSTANDHALTUNG VON KRAFTFAHRZEUGEN

Zur Erhaltung der Verkehrs- und Betriebssicherheit eines Kraftfahrzeugs ist fachkundige Instandhaltung entsprechend den Herstellervorschriften im Rahmen des Service notwendig.

Instandhaltung. Sie ist der Überbegriff für alle Arbeitsschritte, die eine zuverlässige Funktionsfähigkeit eines Kraftfahrzeugs gewährleisten sollen. Die Instandhaltungsarbeiten sind von sachkundigen Werkstätten durchzuführen. Instandhaltungsarbeiten beinhalten:

- Inspektion, z.B. Prüfen des Istzustands
- Wartung, z.B. Schmieren, Reinigen
- Instandsetzung, z.B. Reparieren, Austauschen (Bild 1).

Zur Durchführung von Servicearbeiten werden vom Hersteller **Instandhaltungspläne** und Ersatzteilkataloge bereitgestellt, sowie Reparaturanweisungen herausgegeben.

Die zur Funktions- und Werterhaltung notwendigen Maßnahmen sind vom Hersteller in Wartungs- und Instandhaltungsplänen festgelegt.

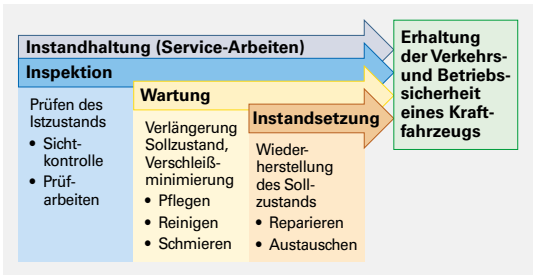


Bild 1: Übersicht Instandhaltung Kraftfahrzeug

Inspektion. Bei der Inspektion wird mithilfe eines Inspektionsplans der Istzustand eines Kraftfahrzeugs festgestellt (Bild 1, Seite 20). Durch Sichtprüfungen und Prüfarbeiten wird der Verschleiß und Zustand einzelner Betriebsmittel und Bauteile, z.B. Bremsbeläge, Bremsflüssigkeit, überprüft und dokumentiert. Die Kontrollen finden in regelmäßigen Intervallen statt.

Wartung. Die Wartung beinhaltet das planmäßige Austauschen von Betriebsstoffen nach Wartungsplan (Tabelle 1). Diese soll den Verschleiß am Fahrzeug möglichst gering halten oder im besten Fall ganz verhindern. Alle durchgeführten Arbeiten müssen im Service-Nachweis dokumentiert werden. Nur so bleibt der Garantieanspruch erhalten.

Instandsetzung. Sie ist ein Teil von Wartungsarbeiten. Werden bei Wartungsarbeiten defekte Bauteile entdeckt und ausgetauscht, handelt es sich um eine außerplanmäßige Instandsetzungsmaßnahme. Mögliche Gründe für defekte Bauteile sind z.B. Abnutzung, Korrosion, Ermüdung und Gewalteinwirkung.

Service. Beim Service werden Instandhaltungsarbeiten durchgeführt. Um die Sachmängelhaftung (Gewährleistung) aufrechtzuerhalten, müssen Servicearbeiten von Fachwerkstätten durchgeführt werden. Garantieansprüche gegenüber den Herstellern bleiben nur durch Servicearbeiten in Vertragswerkstätten erhalten.

Service-Intervalle. Es werden unterschieden:

- **Feste Service-Intervalle** nach Zeit oder Laufleistung.
- **Flexible Service-Intervalle** nach Service-Intervall-Anzeige (bedarfsgerecht).

Die Wartungs- und Inspektionsarbeiten sind entsprechend vorgegebener Pläne durchzuführen. Die Ausführungen der Arbeiten sind auf dem Inspektionsplan zu kennzeichnen und durch Unterschrift vom ausführenden Kfz-Mechatroniker nach der Endkontrolle zu bestätigen (Bild 1, Seite 20).

Wartungsplan. Er gibt Auskunft über die festgelegte Service- bzw. Inspektionszeitpunkte, z.B. soll erstmals nach 60.000 km oder drei Jahren Betriebszeit ein Inspektions-Service durchgeführt werden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Beispiel eines Wartungsplans

Service Ereignis	Service-Art	
	Flexibler Service	Feste Service-Intervalle (Zeit- oder Laufleistungsabhängiger Service)
Ölwechsel-service	Nach flexibler Service-Intervall-Anzeige (LongLife Öl)	Nach 1 Jahr oder alle 15.000 km
Wartungs-service	Nach flexibler Service-Intervall-Anzeige	Nach 2 Jahren oder alle 30.000 km
Inspektions-service	Erster nach 3 Jahren oder 60.000 km ¹ , dann alle 2 Jahre	
Bremsflüssigkeitswechsel	Erster nach drei Jahren, dann alle zwei Jahre	

¹ je nachdem was zuerst eintritt

Feste Serviceintervalle. Sie sind zeit- oder laufleistungsgebunden und unabhängig vom tatsächlichen Verschleißzustand der jeweiligen Betriebsmittel. Die Verschleißgrenze ist häufig noch nicht erreicht. Deshalb wurden von den meisten Fahrzeugherstellern bedarfsgerechte Service-Strategien entwickelt. Der Kunde kann jederzeit zu den festen Servicestrategien wechseln. Dazu ist die Service-Intervall-Anzeige entsprechend umzustellen.

Manche Betriebsstoffe wie z.B. die Bremsflüssigkeit oder der Inspektionservice unterliegen immer dem festen Service-Intervall. So muss nach Wartungsplan die Bremsflüssigkeit z.B. bei Neufahrzeugen nach drei Jahren und danach alle zwei Jahre unabhängig vom Verschleißzustand gewechselt werden.