



E. Matthias

# TECHNIK FÜR FAHRLEHRER I

Grundlagen, Fahrphysik, umweltschonendes Fahren

Auflage 2

1.1.1.7, 1.1.3.1, 1.1.3.2 | Technik

## » Der Autor

### **Egon Matthias**

Ausgebildet zum Techniker für Kraftfahrzeugtechnik, Studium zum Dipl.-Ing. für Kraftfahrzeugtechnik und Ingenieur für Arbeitssicherheit. Langjährige Berufserfahrung u. a. in der Ausbildung von Fahrschülern, Berufskraftfahrern und Fahrlehrern. Moderator im Auftrag der BG Verkehr in Omnibusbetrieben zu Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz Omnibus.

## » Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser.

Fahrlehrer und Fahrlehrerinnen werden auch vor dem Hintergrund des autonomen Fahrens noch viele Jahrzehnte gebraucht werden. Solange nicht der gesamte Fahrzeugbestand und die Infrastruktur dem vernetzten Fahren angepasst sind, bleiben die Fahrzeugführenden die verantwortliche Person. Verantwortlich für den regelkonformen Einsatz des Fahrzeugs und verantwortlich für die sachgemäße Nutzung des Fahrzeugs.

Sie werden dabei von immer mehr Assistenzsystemen unterstützt.

Sie als Lehrende sind die Pädagogen und insbesondere für den Kompetenzbereich Technik Wissensvermittler.

Es wird Ihre Aufgabe sein, den Fahrschülern die Technik so zu erklären, damit diese die Technik beherrschen und nicht von der Technik beherrscht werden.

Der neue Kompetenzplan für die Ausbildung zum Fahrlehrer stärkt nicht nur den pädagogischen Teil der Ausbildung, sondern auch den Kompetenzbereich Technik. Dessen Umfang wurde auf 125 UE erweitert.

Der vorliegende Band ist konzipiert als Arbeitsbuch (freie Felder für Notizen) während der Ausbildung und wird Ihnen auch später im Alltag als hilfreiche Informationsquelle dienen.

Der Inhalt richtet sich streng nach den Kompetenzbereichen und den dort geforderten curricularen Ausbildungsinhalten. Sie werden bekanntgemacht mit dem grundsätzlichen Aufbau von Kraftfahrzeugen für den Geltungsbereich der Fahrerlaubnisklasse BE sowie mit dem Aufbau und der Wirkungsweise der wichtigsten Baugruppen dieser Kraftfahrzeuge.

Ergänzend zur Kompetenz BE-7 – Umweltschonendes Fahr- und Verkehrsverhalten- werden in den Abschnitten 1.1.1.7.1 und 1.1.1.7.2 technische Aspekte und fahrphysikalische Grundlagen umweltschonender Fahrweise vermittelt.

Der Teil alternative Antriebe, Elektromobilität, Fahrerassistenzsysteme und automatisiertes Fahren (Kompetenz BE-1, BE-3) wurde der künftigen Bedeutung wegen als selbstständiger Band gestaltet. Er dient gleichzeitig auch als Grundwerk in der Fahrerweiterbildung.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit werden einige Bezeichnungen nur in der männlichen Sprachform verwendet. Bitte fühlen Sie sich, liebe Leserinnen, dadurch gleichermaßen angesprochen.

Viel Erfolg bei der Prüfung ...

Egon Matthias

## OPTIMAL VERLINKT mit dem **360° Lehr- und Lernsystem von DEGENER!**

In diesem Werk befinden sich auf zahlreichen Seiten Verweise auf die DEGENER-Unterrichtssoftware **SCAN & TEACH® 360°** in Form von 6-stelligen ZAHLENCODES, mit denen Sie in **SCAN & TEACH® 360°** nach Eingabe über eine PC-Tastatur entsprechende Medien-Elemente öffnen können.

Voraussetzung: Das jeweilige **SCAN & TEACH® 360°**-Softwarepaket mit der passenden Fahrerlaubnisklasse (vorwiegend Grundstoff und Klasse B – Basisausbildung) ist auf einem Schulungsrechner installiert und Sie können das Unterrichtsprogramm während Ihrer Ausbildung oder Weiterbildung nutzen.

So haben Sie einfachen Zugriff auf themenspezifische Zusatzinformationen, z. B. in Form von Filmen und technischen Animationen aus erster Hand.



» Optimal verlinkt. **360° DAS BUCH** «  
Thema 1, 2, 3

### Die Unterrichtssoftware **SCAN & TEACH® 360°**

- » steht im Mittelpunkt des theoretischen Fahrschulunterrichts,
- » entspricht dem amtlichen Rahmenplan für den Theorieunterricht,
- » zeigt Realfotos, VR-Grafiken, Lernvideos, technische Animationen, Text- und Bildgrafiken,
- » behandelt Grundlagen der Kfz-Technik und Fahrphysik,
- » erklärt aktuelle Fahrer-Assistenzsysteme,
- » enthält den gesamten amtlichen Prüfstoff (Fragenkatalog)  
mit allen amtlichen Bildfragen und bewegte Situationsdarstellungen (nach Rahmenplanthemen sortiert),
- » ist übersichtlich in 14 Themen gegliedert (Grundstoff + Klasse B),
- » inhaltlich genau auf das Lehrbuch für den Fahrschüler abgestimmt und vieles mehr!



» Optimal verlinkt. **SCAN & TEACH 360°** «

**B C**

ZAHLEN-  
CODE

123456

# Inhaltsverzeichnis

|           |                                                                             |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1.3.1   | Kompetenz BE-1 – Technische Grundlagen, konventionelle Antriebstechnologien | 11 |
| 1.1.3.1.1 | Motoren                                                                     | 13 |
|           | Grundprinzip                                                                | 13 |
|           | Aufbau                                                                      | 13 |
|           | Unterscheidungsmerkmale                                                     | 15 |
|           | Das Verdichtungsverhältnis $\epsilon$ (Epsilon)                             | 16 |
|           | Das Drehmoment M                                                            | 16 |
|           | Die Leistung P                                                              | 17 |
|           | Der Wirkungsgrad $\eta$ (Eta)                                               | 21 |
|           | Aufgeladene Motoren                                                         | 22 |
|           | Das stöchiometrische Luftverhältnis $\lambda$ (Lambda)                      | 24 |
|           | Zweitaktmotoren                                                             | 25 |
|           | Wirkungsweise                                                               | 26 |
|           | Der Viertakt-Ottomotor                                                      | 29 |
|           | Benzineinspritzanlagen                                                      | 30 |
|           | Der Viertakt-Dieselmotor                                                    | 34 |
|           | Dieseinspritzanlagen                                                        | 36 |
|           | Direkte und indirekte Einspritzarten                                        | 37 |
|           | Indirekte Einspritzarten                                                    | 39 |
|           | Kühlsysteme                                                                 | 42 |
|           | Flüssigkeitskühlung                                                         | 43 |
|           | Schmierung                                                                  | 46 |
|           | Schmiersysteme                                                              | 46 |
|           | Ölkühler                                                                    | 48 |
|           | Viskosität                                                                  | 50 |
|           | Umweltbelastung, Entsorgung                                                 | 52 |
|           | Kraftstoffe                                                                 | 54 |
|           | E-Fuels                                                                     | 56 |
|           | Kraftstoffpumpe                                                             | 57 |
|           | Luftfilter                                                                  | 59 |
| 1.1.3.1.2 | Antriebsstrang                                                              | 63 |
|           | Kupplung                                                                    | 63 |
|           | Getriebe                                                                    | 67 |

## **1.1.3.1 » Kompetenz BE-1**

# **Technische Grundlagen/konventionelle Antriebstechnologien**

---

In den technischen Grundlagen lernen Sie den grundlegenden Aufbau und die Funktionen wesentlicher Bestandteile von Personenkraftwagen und deren Anhängern sowie die dazu existierenden rechtlichen Vorschriften kennen. Sie können diese erläutern und ihr Wissen anwenden.

### 1.1.3.1.1 » Motoren

#### » Grundprinzip

Die übliche Antriebsquelle für Kraftfahrzeuge sind noch immer Motoren mit innerer Verbrennung (Wärmekraftmaschinen).

Sie arbeiten in der Regel mit aus Erdöl gewonnenen Kraftstoffen (Benzin, Diesel) oder mit Erdgas. Auch Biokraftstoffe werden eingesetzt.

*(Betriebsanleitung beachten!)*

Bei der Verbrennung wird Wärmeenergie (chem. Energie) in mechanische Arbeit umgewandelt.

Üblich sind Hubkolbenmotoren. Grundsätzlich arbeiten dabei die Kolben unabhängig voneinander und es gibt nur einen Kolben je Zylinder.

Bewegen sich zwei Kolben in einem Zylinder gegeneinander, werden diese Motoren als Gegenkolbenmotoren bezeichnet.

#### » Aufbau

Der Grundaufbau eines Viertaktmotors ist bei Dieselmotoren und bei Benzinmotoren gleich.

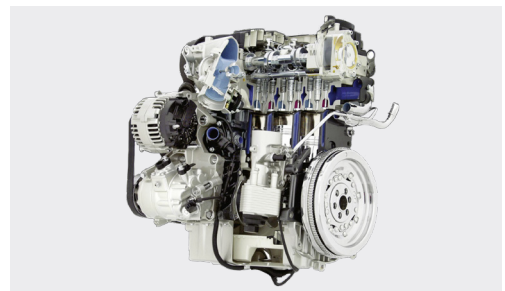
#### Es gibt folgende Baugruppen

**Das Motorgehäuse** bestehend aus:

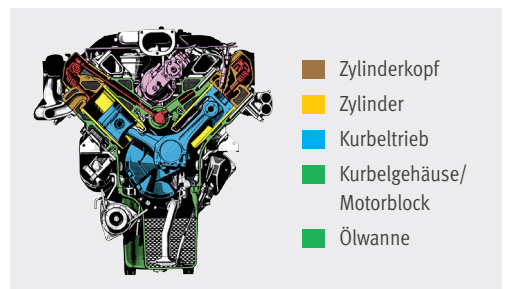
- Zylinderkopf
- Zylinder
- Kurbelgehäuse mit Motorblock
- Ölwanne



*Benzinmotor*



*Dieselmotor*



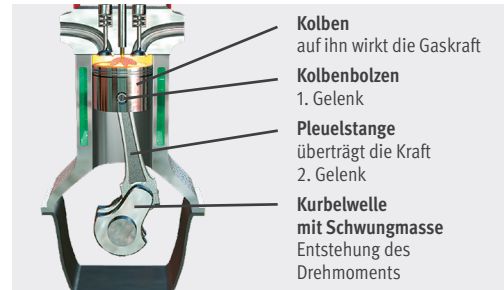
## Der Kurbeltrieb

ist das Herzstück eines jeden Verbrennungsmotors.

Er besteht aus

- Kolben
- Kolbenbolzen
- Pleuelstange
- Kurbelwelle

und wandelt die geradlinige, hin- und hergehende Bewegung des Kolbens in eine drehende Bewegung der Kurbelwelle um.

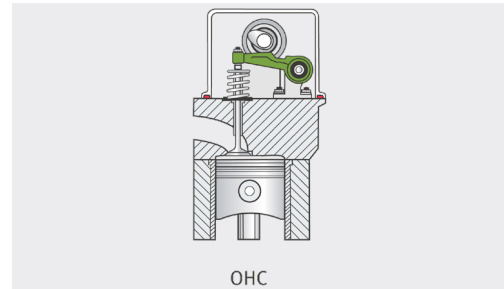


### Kurbeltrieb

## Die Elemente der Motorsteuerung

gewährleisten das optimale Öffnen und Schließen  
der Ventile

- Ein- und Auslassventile
- Nockenwelle
- Zahnriemen/Steuerkette
- Steuerräder



## Ventilsteuerung

## Die Elemente der Gemischbildung

- Einspritzanlagen mit unterschiedlichen Funktionselementen

Dazu gehören sowohl intermittierende als auch kontinuierlich arbeitende Benzineinspritzanlagen oder unterschiedliche Dieseleinspritzverfahren.

Vergaser werden mit wenigen Ausnahmen nur noch in Motorrädern oder in kleinen Zweitaktmotoren genutzt.

## » Info



## Einspritzsysteme

## Benzin-Saugrohreinspritzung

- K/KE-Jetronic mit Luftmengenmessung
- L/LH-Jetronic mit Luftmassenmessung
- Mono-Jetronic, Motronic, Monomotronic, ME-Motronic u. a. Bezeichnungen verschiedener Produzenten

## Benzin-Direkteinspritzung

## Dieseleinspritzung

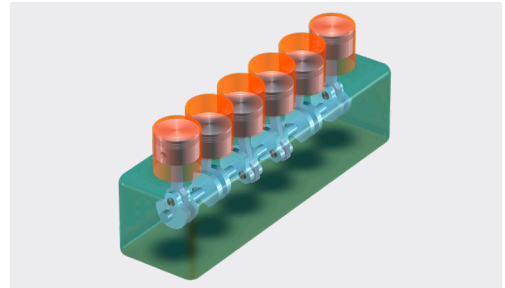
- Einspritzung in eine Vor- oder Wirbelkammer
- Dieseldirekteinspritzung



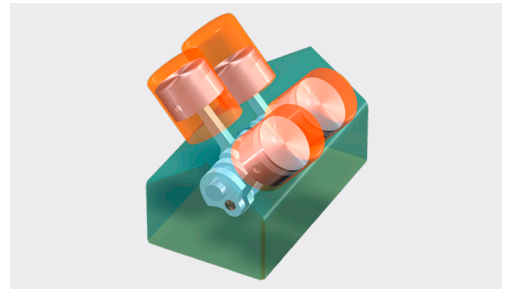
## » Unterscheidungsmerkmale

Verbrennungsmotoren können nach verschiedenen Merkmalen unterschieden werden:

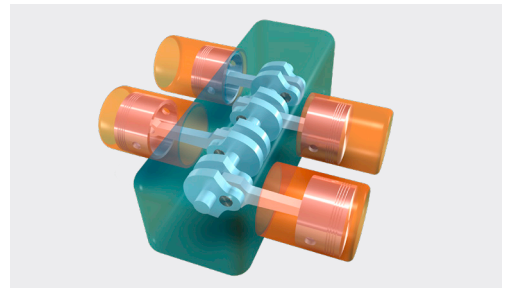
- **Arbeitsweise**  
Zwei- oder Viertaktmotoren
- **Kraftstoffart**  
Benzin, Diesel, Erdgas
- **Gemischbildung**  
Innere oder äußere Gemischbildung
- **Zündung**  
Fremdzündung oder Selbstzündung
- **Bauform**  
Reihenmotoren, V-Motoren oder Boxermotoren
- **Kühlsystem**  
Flüssigkeitskühlung oder Luftkühlung
- **Hubraum**  
Größe und Art (Langhuber oder Kurzhuber)



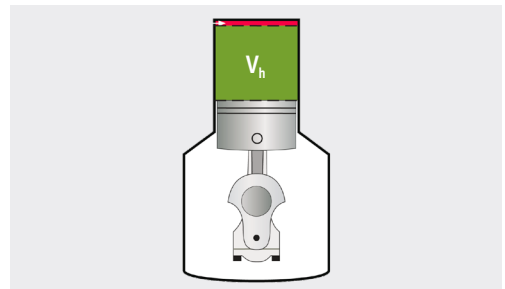
Bauform: Reihenmotor (2- bis 6-Zylinder)



Bauform: V-Motor (2- bis 12-Zylinder)



Bauform: Boxermotor



Hubraum eines Zylinders  $V_h$

## » Info



### Hubraum

Der Hubraum ist das Volumen eines Zylinders zwischen dem oberen Totpunkt (OT) und dem unteren Totpunkt (UT) des Kolbens. Angaben in Kubikzentimeter ( $\text{cm}^3$ ) oder Liter.

### Kolbenhub

Der Kolbenhub ist der Weg des Kolbens zwischen OT und UT. Ist der Durchmesser der Zylinderbohrung größer als der Kolbenhub, spricht man von einem **Kurzhuber**. Bei einem **Langhuber** ist der Kolbenhub größer als der Durchmesser der Zylinderbohrung.

### » Das Verdichtungsverhältnis $\epsilon$ <sup>(Epsilon)</sup>

Das Verdichtungsverhältnis ist das Volumen des gesamten Raumes über dem Kolben bei UT zu dem Restvolumen über dem Kolben bei OT (Verbrennungsraum).

Während bei modernen Ottomotoren  $\epsilon$ -Werte zwischen 10:1 und 14:1 erreicht werden, liegen die Werte für  $\epsilon$  bei Dieselmotoren zwischen 14:1 und 23:1. Dabei wird unterschieden zwischen aufgeladenen Motoren und Motoren ohne Aufladung.

### » Das Drehmoment M

Ein Drehmoment entsteht, wenn eine Kraft auf einen Hebel wirkt und dadurch etwas gedreht wird.

#### Beispiel im Motorenbau:

Die auf den Kolben wirkende Gaskraft (Kolbenkraft)  $F$  wirkt über die Pleuelstange und den Pleuelzapfen auf den Hebelarm  $r$  der Pleuellager. Es wird auf einen Prüfstand ermittelt.

Das Produkt aus  $F \times r$  wird als Drehmoment mit der Maßeinheit Nm (Newtonmeter) bezeichnet.

Das Drehmoment ist u. a. verantwortlich für die Elastizität des Motors.

Bei niedrigen Drehzahlen sorgt ein hohes Drehmoment für gute Beschleunigungswerte und geringen Kraftstoffverbrauch.

Je höher das Drehmoment, desto mehr Durchzugskraft entwickelt der Motor.

### » Info



#### Verdichtungsverhältnis $\epsilon$

$$\epsilon = \frac{\text{Hubraum } V_h + \text{Verdichtungsraum } V_c}{\text{Verdichtungsraum } V_c}$$

