



Ausbilderleitfaden für die Freiwilligen Feuerwehren Bayerns *Maschinist für Tragkraftspritzen und Löschfahrzeuge*

MA 3 a
Seite 1

Thema

Motorenkunde

Gliederung

1. Einleitung
2. Motorarten und Arbeitsweisen
3. Ottomotor
4. Dieselmotor
5. Kühlung
6. Schmierung
7. Zusammenfassung, Wiederholung, Lernkontrolle

Lernziele

Die Teilnehmer sollen nach diesem Ausbildungsabschnitt folgende Kenntnisse besitzen

Groblernziel

- Die wesentlichen Merkmale der Verbrennungsmotoren kennen

Feinlernziele

- Die verschiedenen Motorarten kennen
- Den Motoraufbau kennen
- Die Arbeitsweisen des Viertakt-, Zweitakt-Ottomotors und des Viertakt-Dieselmotors kennen
- Die Kraftstoffanlage des Viertakt-, Zweitakt-Ottomotors und des Viertakt-Dieselmotors kennen
- Die Batteriezündanlage kennen
- Arten und Aufgaben der Kühlung kennen
- Arten und Aufgaben der Schmierung kennen

Stunden

Unterricht: 2

Praxis: --



Ausbilderunterlagen

- a) Erforderliche Unterlagen, die den Lerninhalt für den Ausbilder darstellen
 - [Merkblatt 8.006 Feuerlöschkreiselpumpen und Entlüftungseinrichtungen](#), Feuerwehr-Lernbar Bayern
- b) Ergänzende Unterlagen (bei Bedarf für den Ausbilder zur Vertiefung und als Hintergrund)
 - Bedienungsanleitungen der Motorhersteller

Lernhilfen

- a) Hilfsmittel für den Ausbilder
 - Folien [MA 3 a - 1 bis MA 3 a - 12](#)
- b) Hilfsmittel für den Teilnehmer
 - Arbeitsblatt [MA 3 a - 13](#)

Vorbereitungen

- Arbeitsprojektor und Folienstifte oder Beamer
- Tafel oder Flipchart vorbereiten

Anmerkungen

- Keine

Sicherheitsmaßnahmen

- Keine



| Zeit | Lerninhalt/Lernschritte | Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.) |
|------------|--|---|
| 90 Min. | Thema Motorenkunde | An die Tafel schreiben: <i>Motorenkunde</i> |
| 5 Min. | 1. Einleitung Für den Antrieb von Feuerwehrfahrzeugen, Tragkraftspritzen und kraftbetriebenen Geräten werden unterschiedliche Verbrennungsmotoren eingesetzt. Damit der Maschinist diese Motoren richtig bedienen und pflegen kann, muss er die entsprechenden Motorarten und deren Arbeitsweisen kennen | |
| 3 Min. | 2. Motorarten und Arbeitsweisen Welche Motorarten und Arbeitsweisen gibt es? - Ottomotor Viertaktmotor Zweitaktmotor - Dieselmotor Viertaktmotor | Frage an die Teilnehmer stellen Antworten an die Tafel schreiben - <i>Ottomotor</i> <i>Viertaktmotor</i> <i>Zweitaktmotor</i> - <i>Dieselmotor</i> <i>Viertaktmotor</i> |
| 14 Min. | 3. Ottomotor 3.1 Viertaktmotor - Aufbau Zylinderkopf Motorblock Ölwanne Kurbeltrieb Kolben Pleuel Kurbelwelle Schwungscheibe Nockenwelle Ventile | Folie MA 3 a - 1 auflegen und erläutern |



| Zeit | Lerninhalt/Lernschritte | Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.) |
|------------------|--|---|
| 8 <i>Min.</i> | <p>- Arbeitsweise</p> <p>Was ist ein Takt?</p> <p>Ein Takt ist der Weg vom oberen Totpunkt zum unteren Totpunkt oder umgekehrt</p> <p>1. Takt: Ansaugen</p> <p>Aufbereitetes Kraftstoff-Luft-Gemisch wird angesaugt (Äußere Gemischbildung)</p> <p>2. Takt: Verdichten</p> <p>Kraftstoff-Luft-Gemisch wird bis ca. 18 bar verdichtet</p> <p>3. Takt: Verbrennen (Arbeitstakt)</p> <p>Entzündung des Kraftstoff-Luft-Gemisches durch Zündkerze (Fremdzündung)</p> <p style="margin-left: 20px;">Verbrennungstemperatur ca. 2000 - 2500° C</p> <p style="margin-left: 20px;">Verbrennungsdruck ca. 40 - 60 bar</p> <p>4. Takt: Ausstoßen</p> <p>Verbrennungsgase werden ausgestoßen</p> <p>3.2 Zweitaktmotor</p> <p>- Aufbau</p> <ul style="list-style-type: none"> Zylinderkopf Zylinder mit Steuerkanälen Kurbelgehäuse (je Zylinder für sich abgedichtet) Kurbeltrieb Kolben Pleuel Kurbelwelle <p>- Arbeitsweise</p> <p>1. Takt: Ansaugen und Verdichten</p> <p>Ansaugen - im Kurbelgehäuse</p> <p style="margin-left: 20px;">Kraftstoff-Luft-Gemisch wird angesaugt (Äußere Gemischbildung)</p> <p>Verdichten - im Verbrennungsraum ca. 6 bis 11 bar</p> <p>2. Takt: Verbrennen und Ausstoßen</p> <p>Verbrennen (Arbeitstakt) - im Verbrennungsraum</p> <p style="margin-left: 20px;">Entzündung des Kraftstoff-Luft-Gemisches durch Zündkerze (Fremdzündung)</p> <p>Vorverdichten - im Kurbelgehäuse (ca. 0,3 bis 0,8 bar)</p> <p>Gaswechsel</p> | <p>Frage an die Teilnehmer stellen</p> <p>Folie MA 3 a - 2 auflegen, schrittweise aufdecken und erläutern</p> <p>Folie MA 3 a - 3 auflegen, schrittweise aufdecken und erläutern</p> |



Ausbilderleitfaden für die Freiwilligen Feuerwehren Bayerns *Maschinist für Tragkraftspritzen und Löschfahrzeuge*

MA 3 a
Seite 5

| Zeit | Lerninhalt/Lernschritte | Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.) |
|-----------|---|--|
| 8 Min. | <p>Ausstoßen Verbrennungsgase strömen über Kanal bzw. Kanäle aus Überströmen Vorverdichtetes Kraftstoff-Luft-Gemisch strömt über Kanal bzw. Kanäle in den Verbrennungsraum</p> <h3>3.3 Kraftstoffanlage</h3> <ul style="list-style-type: none">- Kraftstoffbehälter Immer gefüllt halten (zwecks Einsatzbereitschaft und zur Vermeidung der Kondenswasserbildung) Bei Nennleistung ist der Tankinhalt ausreichend für<ul style="list-style-type: none">min. 1 Std. Betrieb bei Tragkraftspritzenca. 1 1/2 Std. Betrieb bei tragbaren Stromerzeugernca. 300 km Reichweite bei Feuerwehrfahrzeugenoder 4 Stunden Betriebsdauer für vom Fahrzeugmotor angetriebene Einrichtungen- Kraftstoffhahn bei Außerbetriebnahme schließen- Kraftstoffpumpe (nicht bei allen Motoren erforderlich) Fördert den Kraftstoff vom Kraftstoffbehälter zum Vergaser bzw. Einspritzanlage- Vergaser bzw. Einspritzanlage Bereitet das Kraftstoff-Luft-Gemisch auf | <p>Folie MA 3 a - 4 auflegen und erläutern</p> |



Ausbilderleitfaden für die Freiwilligen Feuerwehren Bayerns *Maschinist für Tragkraftspritzen und Löschfahrzeuge*

MA 3 a
Seite 6

| Zeit | Lerninhalt/Lernschritte | Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.) |
|------------|--|---|
| 10 Min. | <p>3.4 Zündanlage</p> <ul style="list-style-type: none">- Arten Batteriezündanlage- Aufgaben Erzeugt die Zündspannung Zündet zum richtigen Zeitpunkt Verteilt die Zündfunken in vorgegebener Reihenfolge auf die richtigen Zylinder <p>3.4.1 Batteriezündanlage</p> <ul style="list-style-type: none">- Batterie Speichert die Energie (Primärspannung)- Zündschalter Dient zum Ein- und Ausschalten- Zündspule Wandelt die Batteriespannung in Hochspannung- Unterbrecher oder elektronische Steuereinheit Unterbricht den Primärstromkreis der Zündspule, dadurch entsteht in der Sekundärwicklung ein hochtransformierter Induktionsstrom (Hochspannung)- Drehzahlbegrenzer (Fliehkraft oder elektronisch) Begrenzt die Motordrehzahl- Zündverteiler Über Verteilerfinger, Verteilerkappe, Zündkabel und Zündkerzenstecker wird die Spannung zum richtigen Zeitpunkt in vorgegebener Reihenfolge auf die Zündkerzen verteilt- Zündkerze Leitet den Verbrennungsvorgang des Luft-Kraftstoff-Gemisches durch Überspringen des elektrischen Funkens ein <p>Merke</p> <p>Im gesamten Drehzahlbereich konstante Spannung, jedoch bei leerer Batterie Totalausfall der Zündanlage</p> | Folie MA 3 a - 5 auflegen und erläutern |



Ausbilderleitfaden für die Freiwilligen Feuerwehren Bayerns *Maschinist für Tragkraftspritzen und Löschfahrzeuge*

MA 3 a
Seite 7

| Zeit | Lerninhalt/Lernschritte | Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.) |
|------------|---|---|
| 10 Min. | <p>3.4.3 Zündkerze</p> <p>Die Zündkerze führt die Zündenergie in den Verbrennungsraum. Durch den elektrischen Funken zwischen den Elektroden wird die Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches eingeleitet.</p> <p>Merke</p> <p>Der vom Motorhersteller angegebene Zündkerzentyp ist zur Vermeidung von Motorschäden und Störungen zu verwenden</p> <p>4. Dieselmotor</p> <p>4.1 Viertaktmotor</p> <ul style="list-style-type: none">- Aufbau<ul style="list-style-type: none">ZylinderkopfMotorblockÖlwanne<ul style="list-style-type: none">KurbeltriebKolbenPleuelKurbelwelleSchwungscheibeNockenwelleVentile- Arbeitsweise <p>1. Takt: Ansaugen</p> <p>Luft wird angesaugt</p> | <p>Folie MA 3 a - 6 auflegen, schrittweise aufdecken und erläutern</p> <p>Folie MA 3 a - 7 auflegen, schrittweise aufdecken und erläutern</p> |



Ausbilderleitfaden für die Freiwilligen Feuerwehren Bayerns *Maschinist für Tragkraftspritzen und Löschfahrzeuge*

MA 3 a
Seite 8

| Zeit | Lerninhalt/Lernschritte | Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.) |
|------------|---|---|
| 10 Min. | <p>2. Takt: Verdichten</p> <p>Luft wird auf ca. 30 bis 50 bar verdichtet</p> <p>Dabei erwärmt sich die Luft auf ca. 500° bis 900° C</p> <p>In die hochverdichtete Luft wird Kraftstoff eingespritzt (Innere Gemischbildung)</p> <p>Der Kraftstoff entzündet sich an der heißen Luft selbst (Eigenzündung)</p> <p>3. Takt: Verbrennen (Arbeitstakt)</p> <p>Verbrennungstemperatur ca. 2000° bis 2500° C</p> <p>Verbrennungsdruck ca. 65 bis 90 bar</p> <p>4. Takt: Ausstoßen</p> <p>Verbrennungsgase werden ausgestoßen</p> <p>4.2 Kraftstoffanlage</p> <ul style="list-style-type: none">- Kraftstoffbehälter<p>Immer gefüllt halten (zwecks Einsatzbereitschaft und zur Vermeidung der Kondenswasserbildung)</p><p>Rechtzeitig vor Beginn der Frostperiode Winterdiesel nachtanken bzw. Kraftstoffzusätze verwenden</p> - Kraftstoffförderpumpe mit Handpumpe und Grobfilter <p>Kraftstoffförderpumpe fördert den Kraftstoff vom Kraftstoffbehälter zur Einspritzpumpe</p> <p>Handpumpe dient zum Befüllen bzw. Entlüften der Kraftstoffanlage. Nur notwendig nach Wartungsarbeiten oder bei leergefahrenem Tank</p> <p>Grobfilter hält starke Verschmutzung zurück</p> - Kraftstofffilter mit Wasserspeicher <p>Reinigt den Kraftstoff</p> <p>Wasserspeicher hält Kondenswasser zurück, kann abgelassen werden</p> - Einspritzpumpe mit Einspritzleitungen und Einspritzdüsen <p>Kraftstoff wird hochverdichtet</p> <p>Einspritzleitungen und Einspritzdüsen führen den Kraftstoff dem richtigen Zylinder zu</p> <p>Eingespritzter Kraftstoff entzündet sich von selbst in der heißen Luft</p> | Folie MA 3 a - 8 auflegen und erläutern |



Ausbilderleitfaden für die Freiwilligen Feuerwehren Bayerns *Maschinist für Tragkraftspritzen und Löschfahrzeuge*

MA 3 a
Seite 10

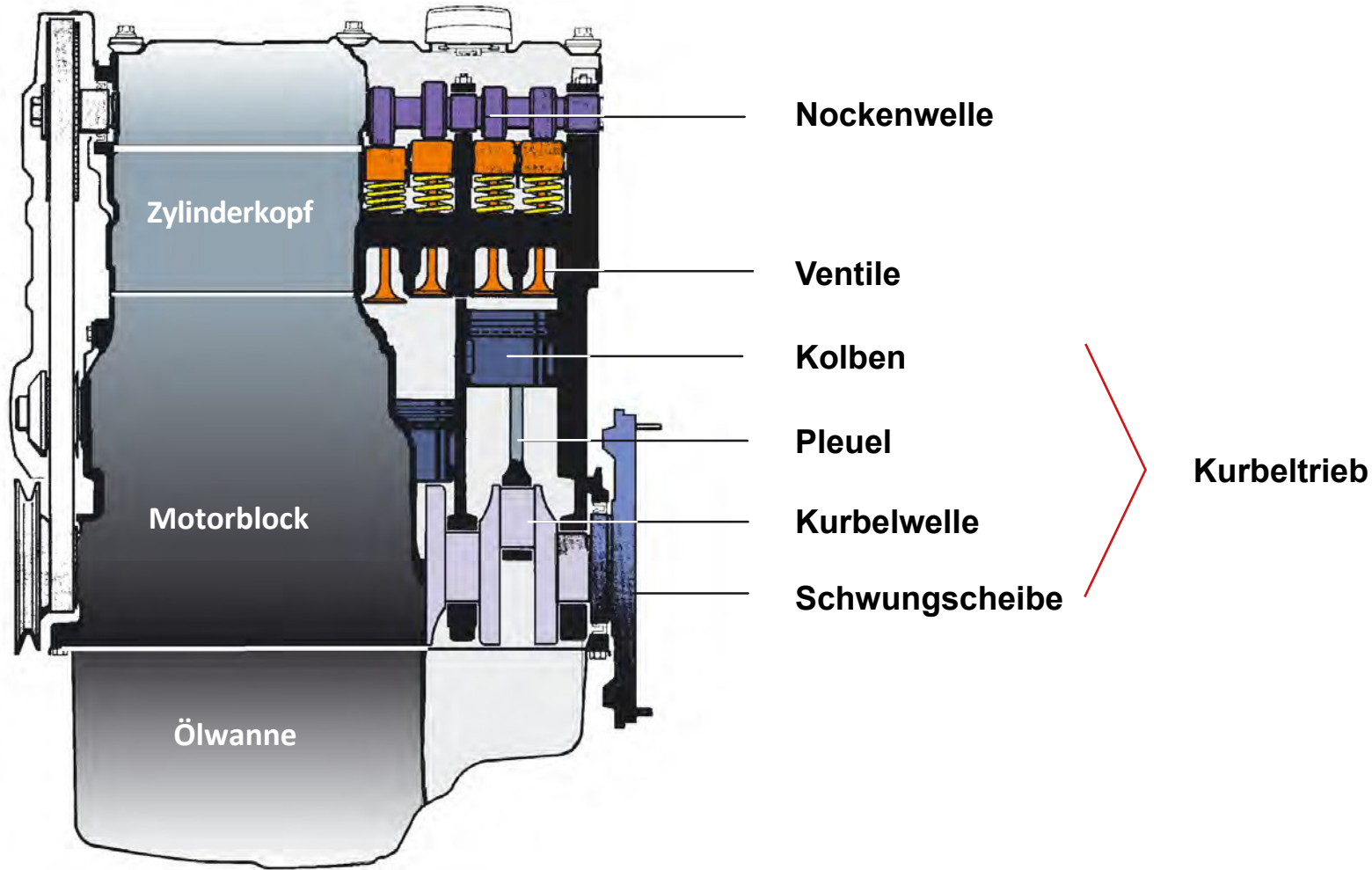
| Zeit | Lerninhalt/Lernschritte | Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.) |
|-----------|---|--|
| 9 Min. | <ul style="list-style-type: none">- Temperaturanzeige Zeigt die Betriebstemperatur an <h3>5.2 Luftkühlung</h3> <ul style="list-style-type: none">- Kühlrippen am Zylinder Vergrößern die Oberfläche zur besseren Wärmeableitung- Kühlgebläse Sorgt für ausreichende Kühlluftmenge- Luftleitbleche Führen die Kühlluft gezielt an den Kühlrippen vorbei- ggf. Thermostat Regelt die Kühlung Durch Steuerung des Ventilators oder durch Verstellen der Luftleitbleche- Schutzgitter Verhindert grobe Verschmutzung und die Verletzungsgefahr <h3>6. Schmierung</h3> <ul style="list-style-type: none">- Arten Direkte Schmierung Indirekte Schmierung- Aufgaben Schmieren Bildung eines Schmierfilms zur Verringerung der Reibung Reinigen Fortspülen von Metallabrieb, Fremdstoffen und Verbrennungsrückständen Absetzen dieser Stoffe im Ölfilter Kühlen Teilweises Ableiten der Reibungs- und Verbrennungswärme Abdichten Abdichtung zum Verbrennungsraum | Folie MA 3 a - 11 auflegen und erläutern |



| Zeit | Lerninhalt/Lernschritte | Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.) |
|-----------|--|---|
| 5 Min. | <p>6.1 Direkte Schmierung</p> <ul style="list-style-type: none">- Ölwanne bzw. Ölvorratsbehälter Dient zur Aufnahme des Ölvorrats- Ölpumpe Sorgt für die Zirkulation des Öls- Überströmventil Begrenzt den Öldruck (z. B. zähflüssiges Öl bei Kaltstart)- Ölfilter Reinigt das Öl- Ölkühler Führt Wärme an die Umgebung ab- Öldruckmesser bzw. Öldruckschalter mit Kontrollleuchte Dienen zur Überwachung des Öldrucks <p>6.2 Indirekte Schmierung</p> <ul style="list-style-type: none">- Gemischschmierung Kraftstofftank ist mit Kraftstoff-Öl-Gemisch gefüllt Das Mischungsverhältnis (nach Herstellerangabe) ist zu beachten- Getrenntschmierung Dem Kraftstoff wird von einem separaten Behälter Öl mittels Pumpe und Dosiereinrichtung zugeführt Das Mischungsverhältnis ist durch die Dosiereinrichtung vorgegeben <p>7. Zusammenfassung, Wiederholung, Lernkontrolle</p> <p>Wiederholung und Lernkontrolle anhand des Arbeitsblattes durchführen</p> | <p>Wird auch als Druckumlaufschmierung oder Trockensumpfschmierung bezeichnet. Bei Druckumlaufschmierung dient die Ölwanne zur Aufnahme des Ölvorrats, bei der Trockensumpfschmierung ist der Ölvorrat in einem Vorratsbehälter</p> <p>Folie MA 3 a - 12 auflegen und erläutern</p> <p>Arbeitsblatt MA 3 a - 13 austeilen</p> |



Feuerwehrfahrzeuge





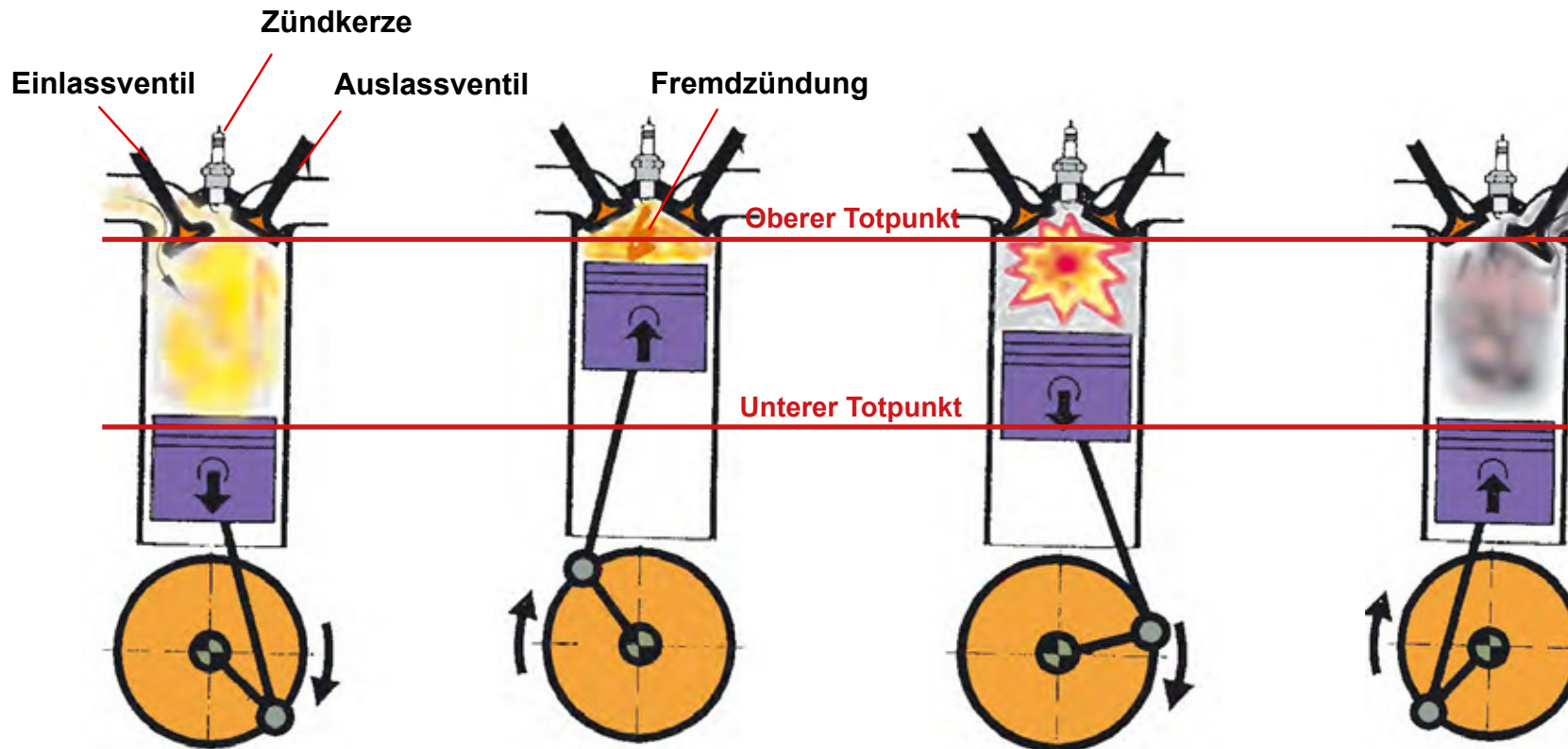
Arbeitsweise Viertakt - Ottomotor

1. Takt
Ansaugen

2. Takt
Verdichten

3. Takt
Verbrennen

4. Takt
Ausstoßen

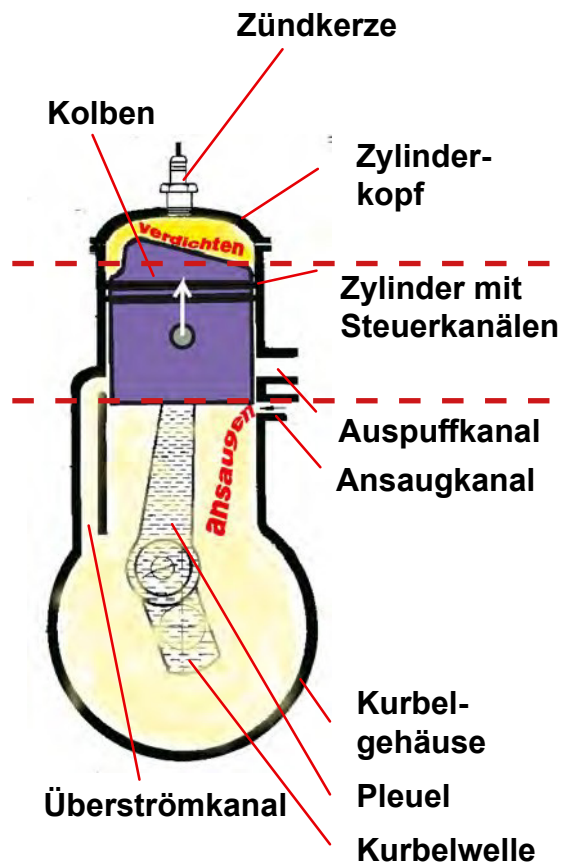




Aufbau und Arbeitsweise Zweitakt - Ottomotor

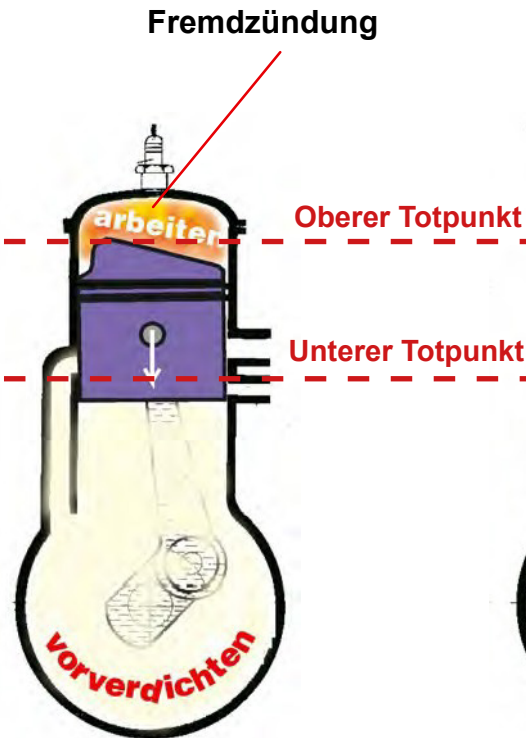
1. Takt

Verdichten und Ansaugen



2. Takt

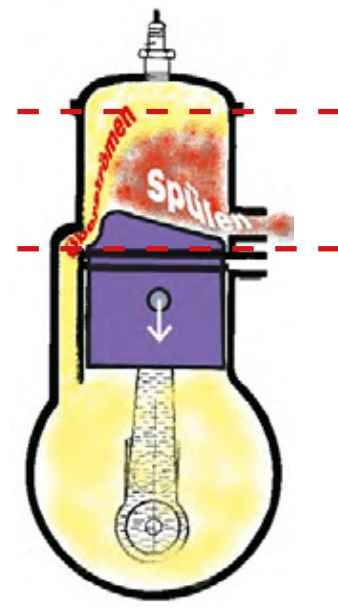
Arbeiten und Vorverdichten



Gaswechsel
Ausstoßen und Vorverdichten

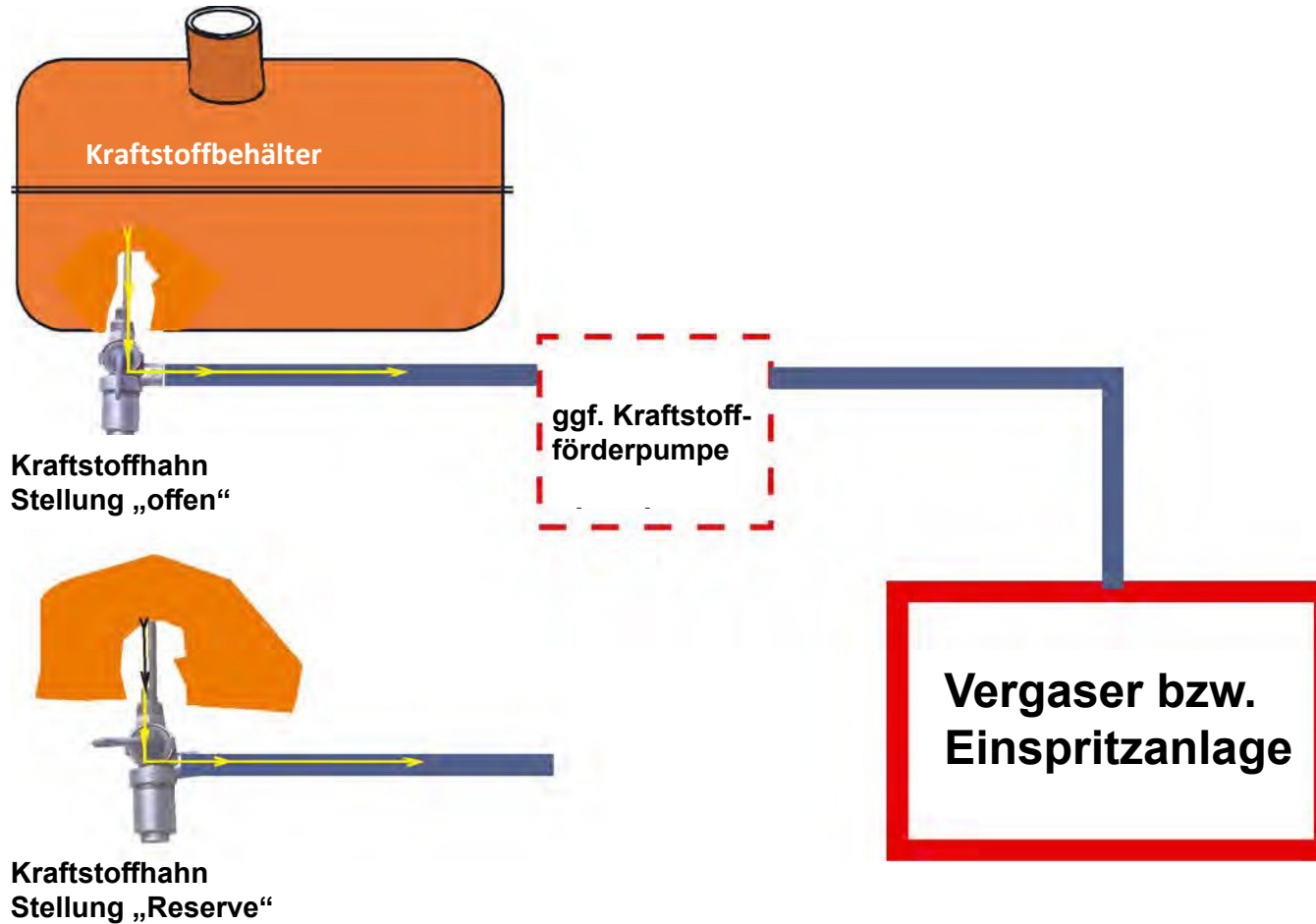


Gaswechsel
Überströmen und Spülen



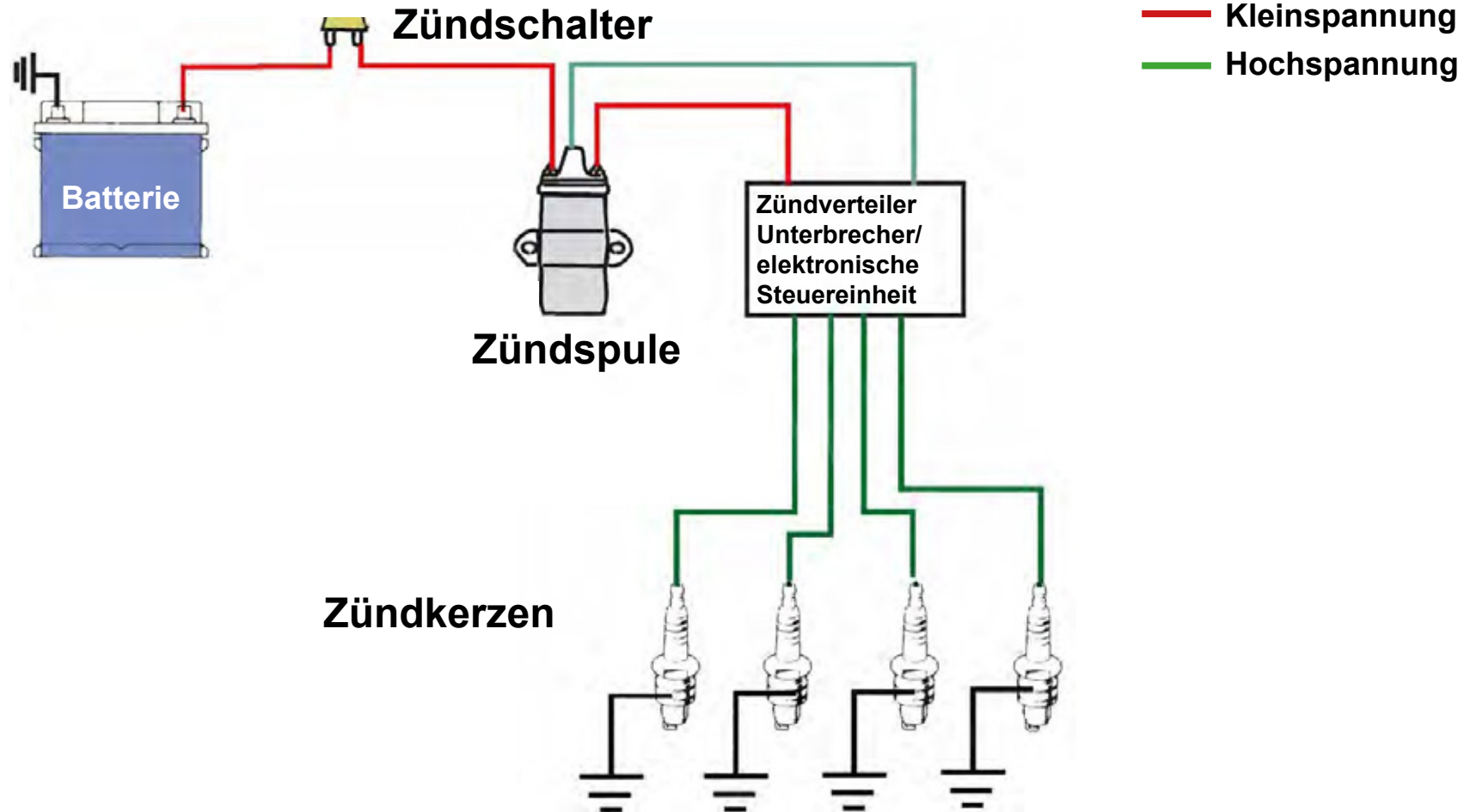


Kraftstoffanlage - Ottomotor



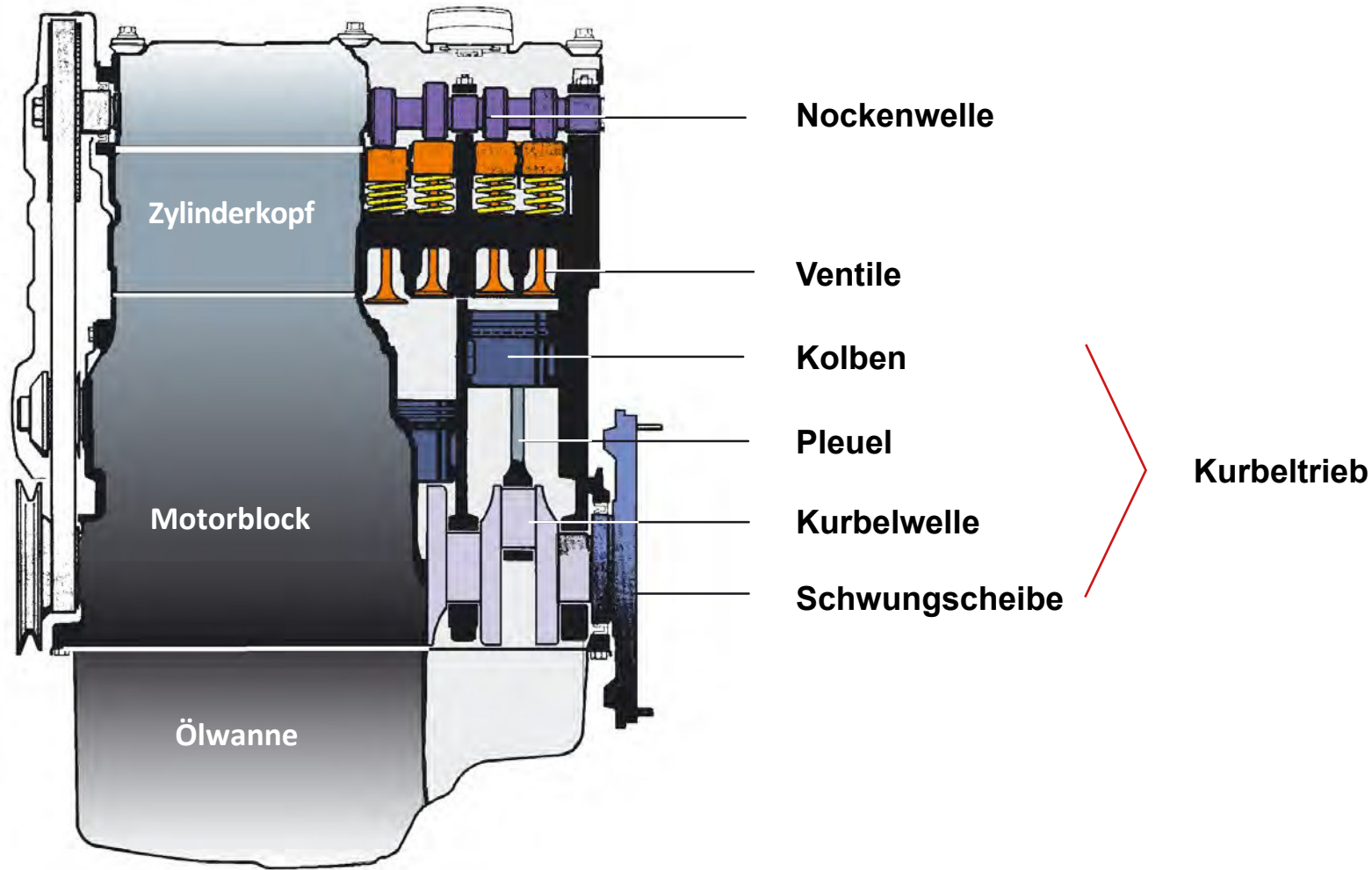


Kraftstoffanlage - Ottomotor



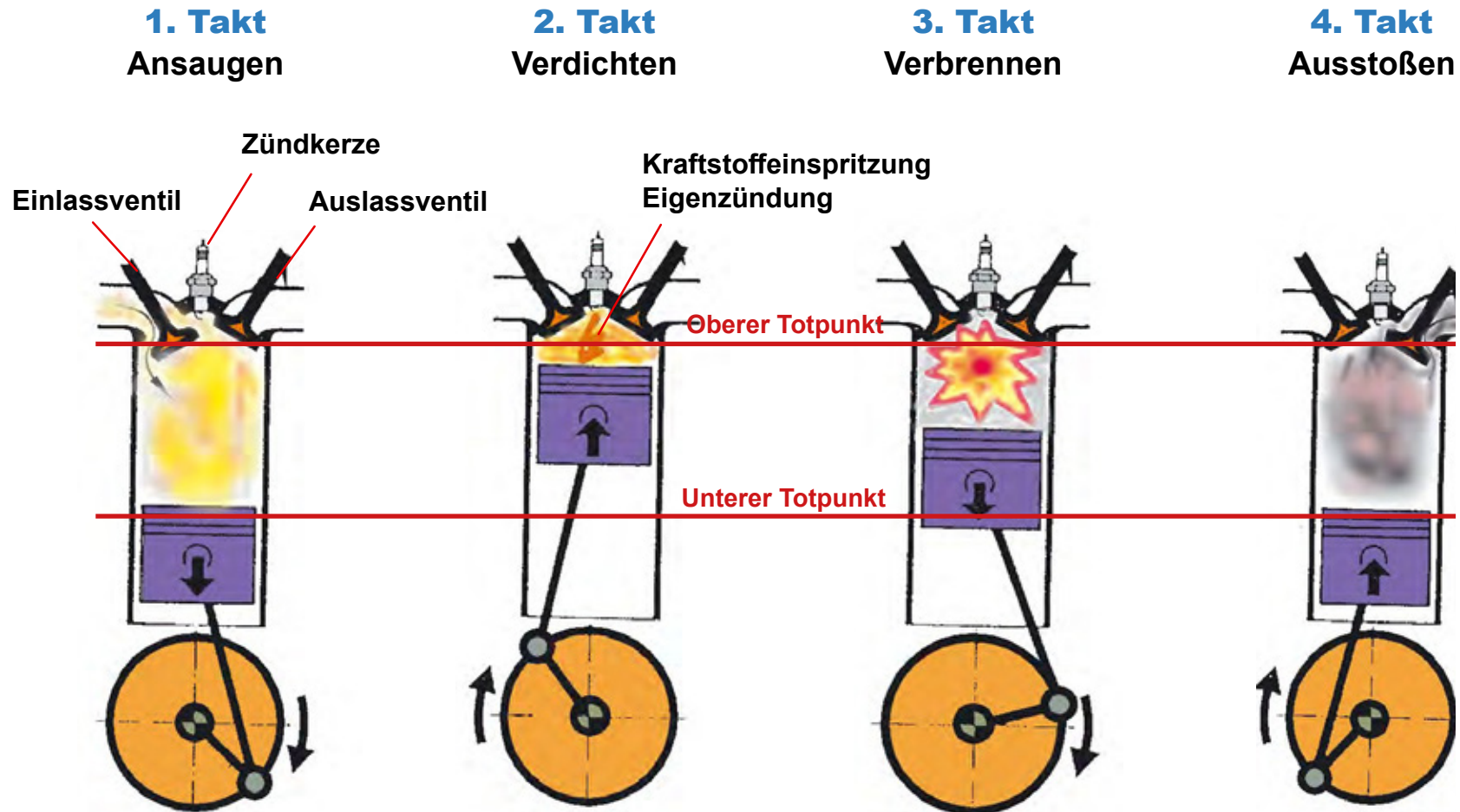


Aufbau des Viertakt - Dieselmotor



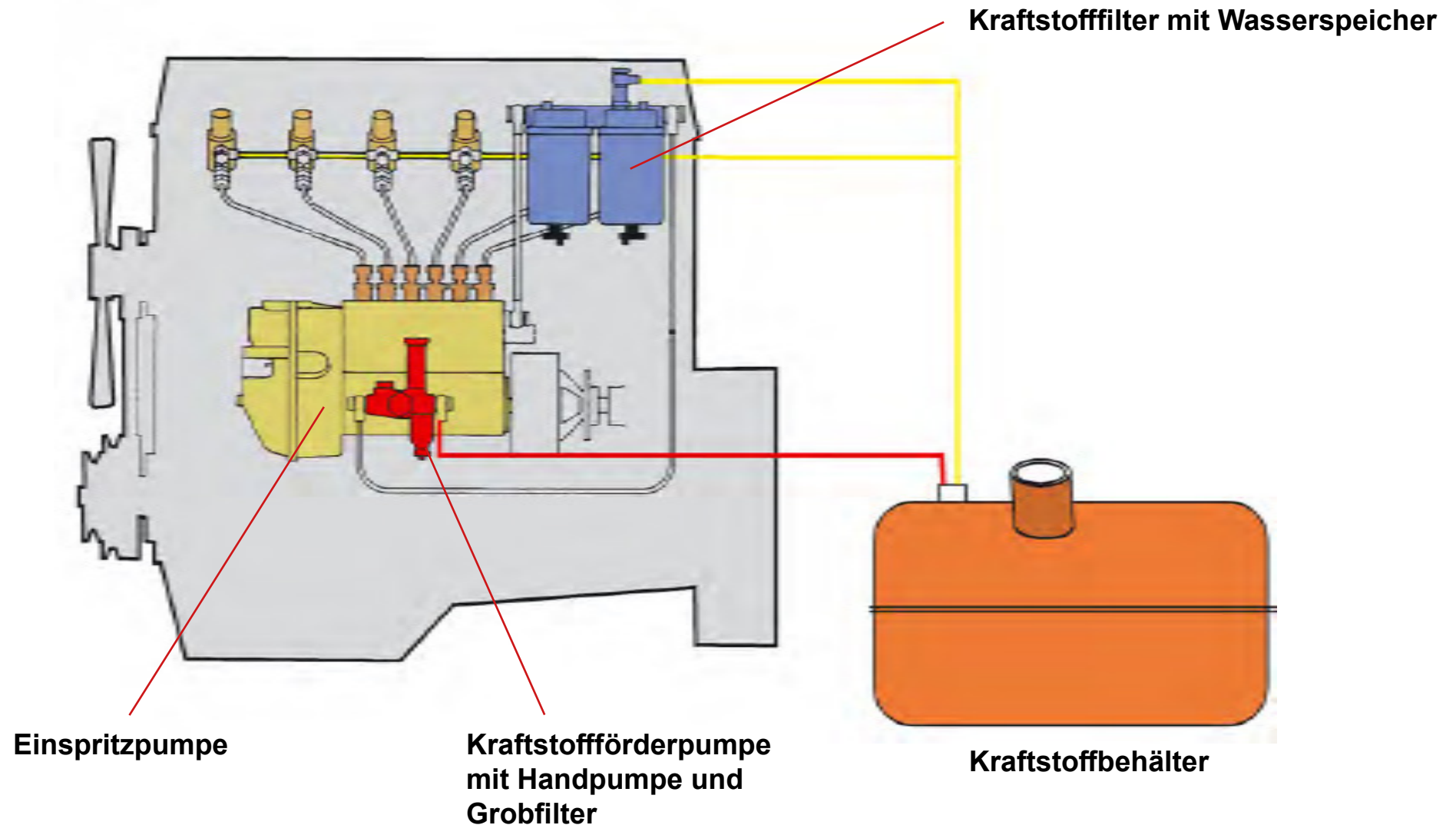


Arbeitsweise Viertakt - Ottomotor



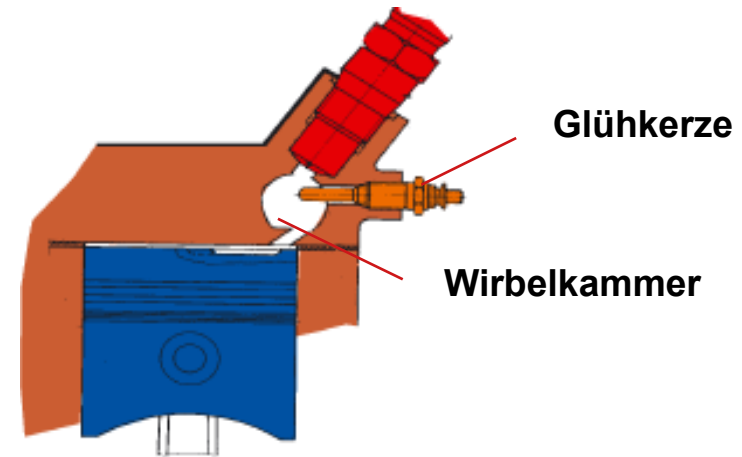
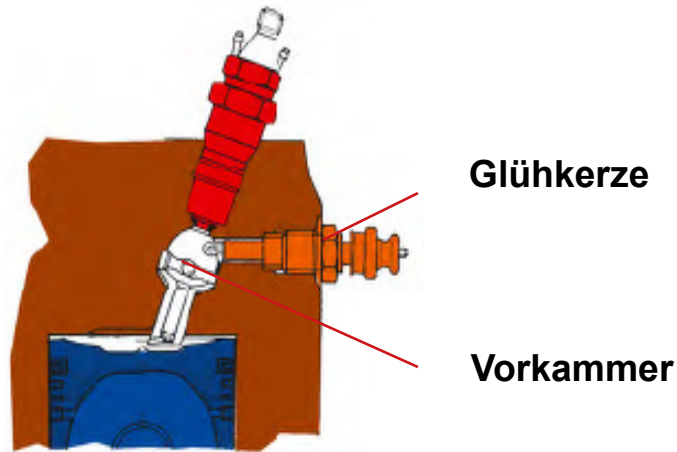


Kraftstoffanlage - Dieselmotor

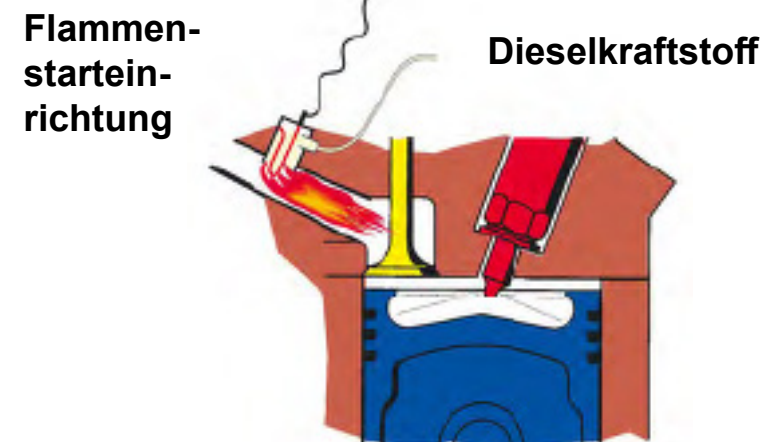
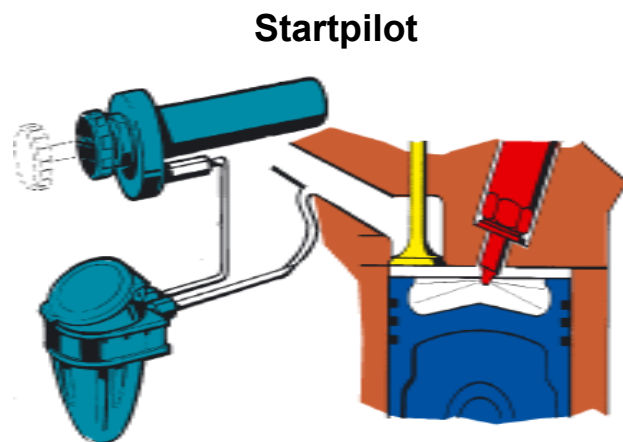




Indirekte Einspritzverfahren

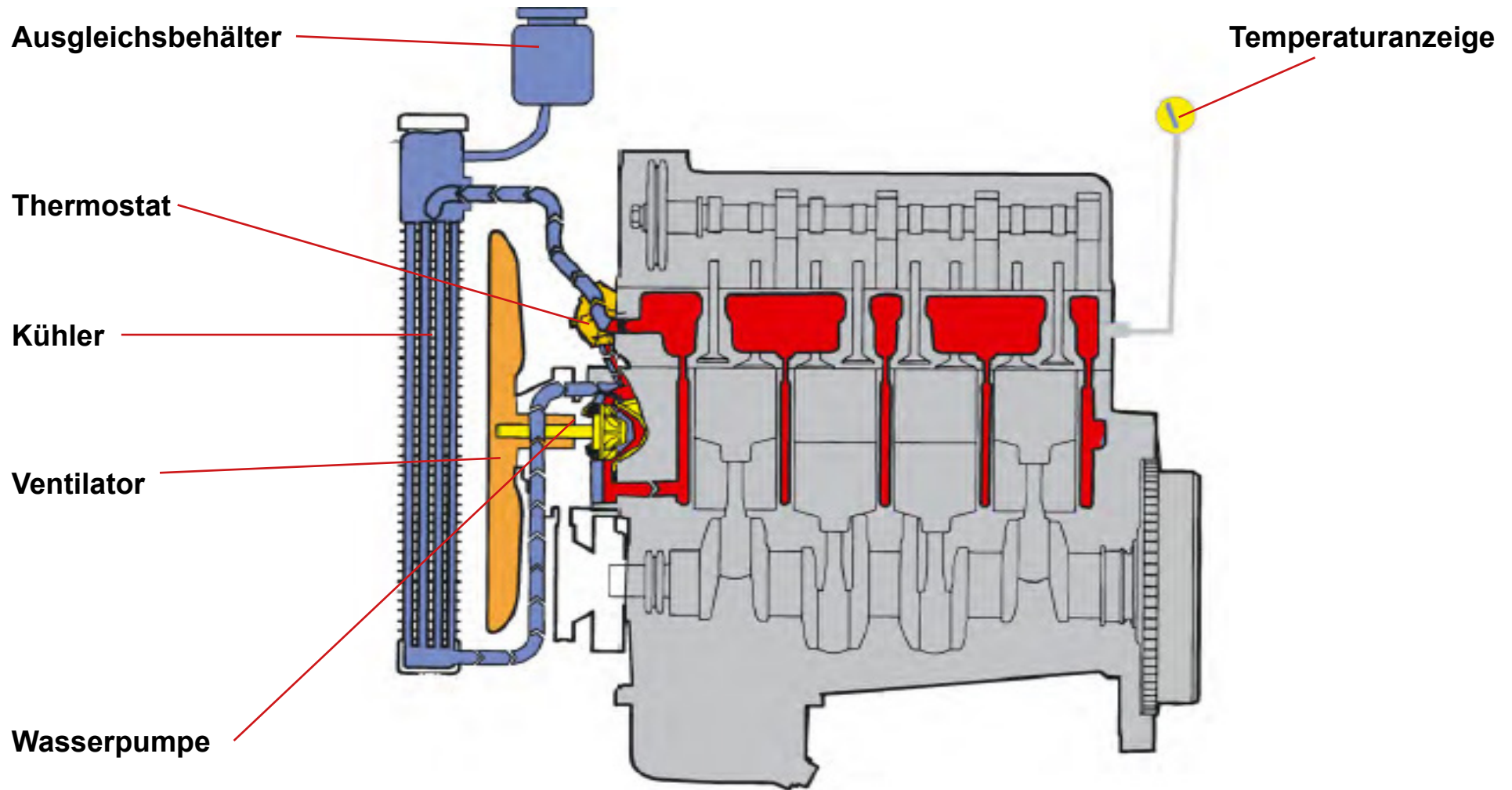


Direkte Einspritzverfahren





Flüssigkeitskühlung

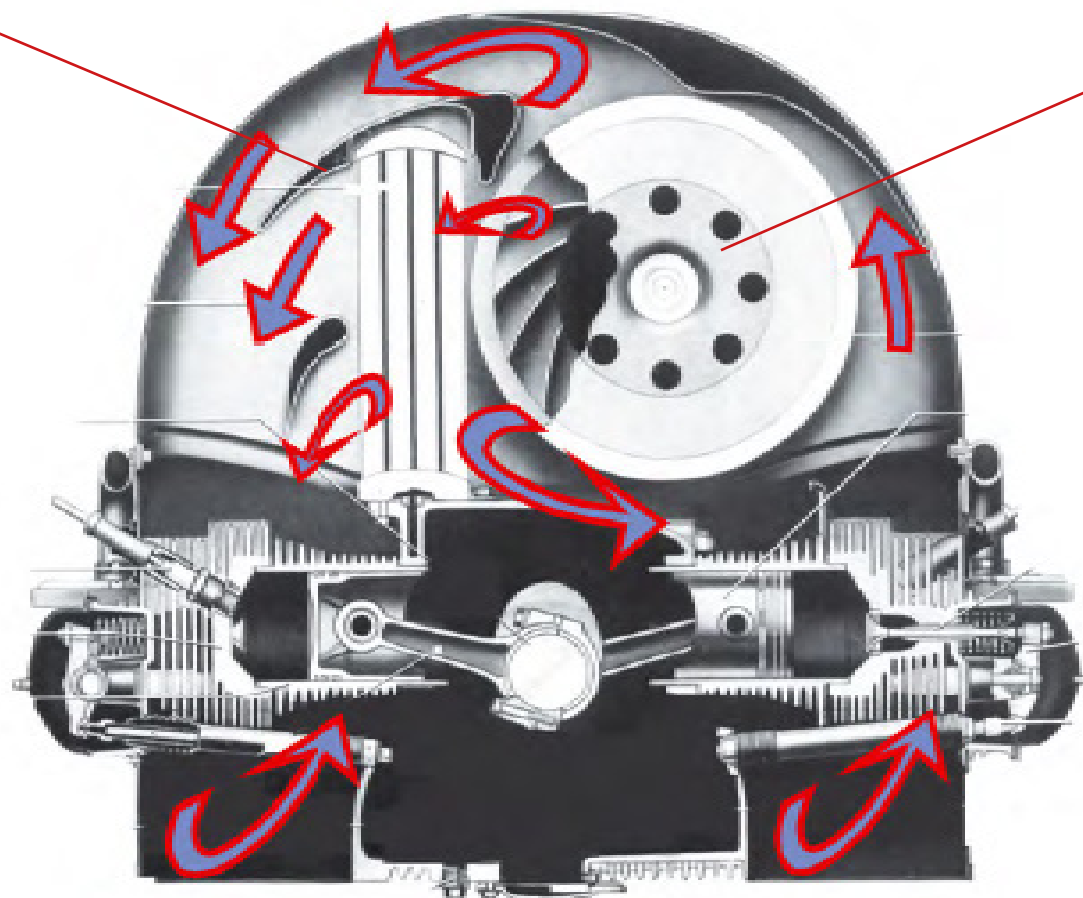




Gebälsekühlung

Luftleitbleche

Kühlgebläse





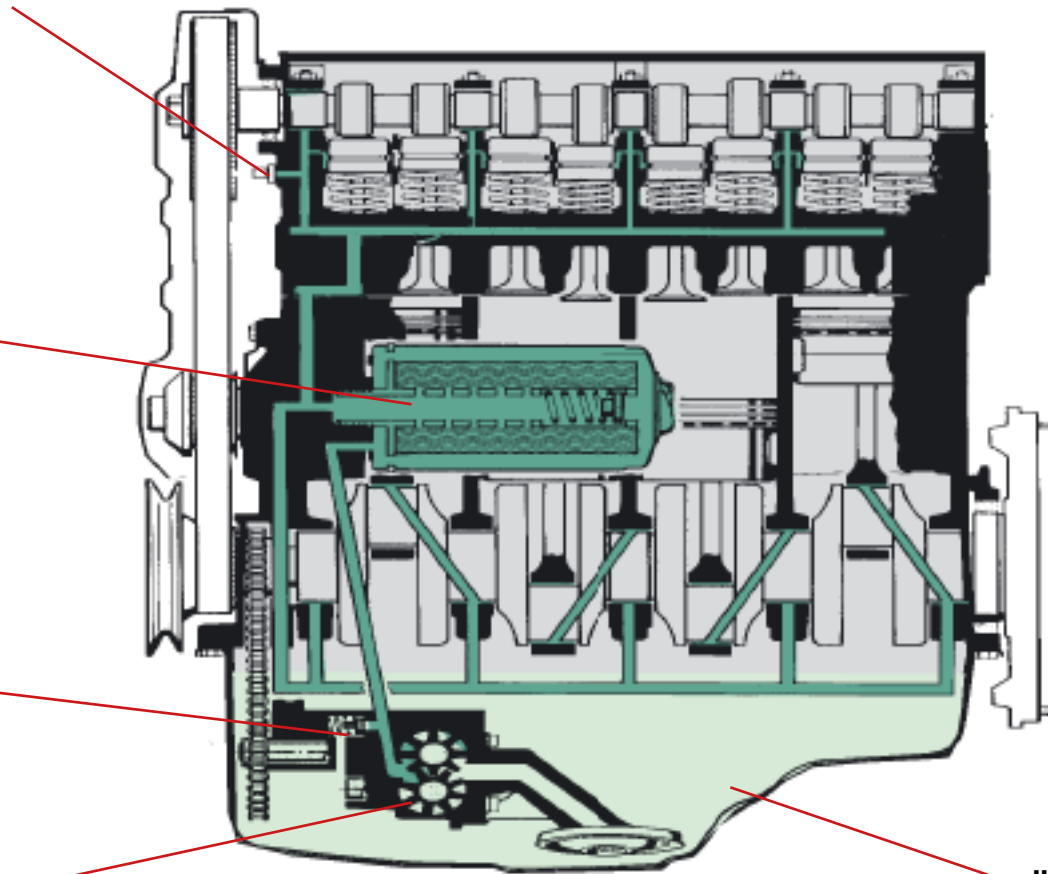
Direkte Schmierung

Öldruckmesser
bzw. Öldruck-
schalter mit Kont-
rollleuchte

Ölfilter

Überströmventil

Ölpumpe



Ölwanne bzw. Ölvorratsbehälter



Arbeitsblatt

Motorarten

Ottomotor

Dieselmotor

Arbeitsweisen

- ◆ Viertakt
- ◆ Zweitakter

- ◆ Viertakt

Kraftstoffanlage

- ◆ Kraftstoffbehälter
- ◆ ggf. Kraftstoffhahn
- ◆ ggf. Kraftstoffpumpe
- ◆ Vergaser bzw. Einspritzanlage

- ◆ Kraftstoffbehälter
- ◆ Kraftstoffförderpumpe
- ◆ Handförderpumpe
- ◆ Kraftstofffilter
- ◆ Einspritzpumpe
- ◆ Einspritzleitungen
- ◆ Einspritzdüsen

Zündanlage

- ◆ Batteriezündanlage
Im gesamten Drehzahlbereich konstante Spannung. Bei leerer Batterie Totalausfall der Zündanlage
- ◆ Magnetzündanlage
Die Spannung ist von der Motordrehzahl abhängig. Der Stand- oder Umlaufmagnet ist wartungsfrei
- ◆ Zündkerze
Der vom Motorhersteller vorgeschriebene Zündkerzentyp ist zu verwenden. Der vom Motorhersteller vorgeschriebene Elektrodenabstand ist einzuhalten

- ◆ Selbstzündung durch eingespritzten Kraftstoff in hochverdichtete heiße Luft
- ◆ Glühkerzen oder Flammstarteinrichtungen
Dienen ausschließlich der Vorwärmung des Verbrennungsraums beim Starten

Kühlung

- ◆ Flüssigkeitskühlung
- ◆ Luftkühlung

- ◆ Flüssigkeitskühlung
- ◆ Luftkühlung

Schmierung

- ◆ Direkte Schmierung
- ◆ Indirekte Schmierung

- ◆ Direkte Schmierung