



<u>Veranstaltung:</u>	F-Ma
<u>Ausbildungseinheit:</u>	Kapitel 3 Motorenkunde
<u>Thema:</u>	
<u>Ausgabe:</u>	10.11.2014
<u>Zuständig:</u>	Abteilung T
<u>Bearbeitet von:</u>	Bernt Wilhelmi Volker Heerd
<u>Literaturhinweis:</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bosch, Kraftfahrtechnisches Taschenbuch, Verlag Vieweg</li><li>- Rolf Gscheidle, Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik, Europa-Lehrmittel</li><li>- Manfred Gihl, Handbuch der Feuerwehr-Fahrzeugtechnik, Kohlhammer Verlag</li><li>- Helmut Hütten, Motoren - Technik, Praxis, Geschichte, Motorbuch Verlag</li><li>- Schulungsunterlagen der Fa. MAN</li></ul>

# Inhalt

<b>3</b>	<b>Motorenkunde .....</b>	<b>2</b>
3.1	Viertaktmotor .....	2
3.2	Zweitaktmotor.....	4
3.3	Baugruppen des Motors.....	5
3.4	Motorschmierung .....	7
3.5	Motorkühlung .....	9
3.6	Gemischbildung .....	9
3.7	Vergaser .....	10
3.8	Zündung.....	11
3.9	Quellenverzeichnis.....	12

### 3 Motorenkunde

#### 3.1 Viertaktmotor

##### Allgemeines

Verbrennungsmotoren gehören zur Gruppe der Verbrennungskraftmaschinen. Sie wandeln die im Kraftstoff enthaltene chemische Energie in mechanische Arbeit um. In der Regel handelt es sich bei den bei der Feuerwehr eingesetzten Verbrennungsmotoren um so genannte Hubkolbenmotoren. Der Vorgänger dieser Motoren war die Dampfmaschine.

Einen ersten brauchbaren mobilen Verbrennungsmotor entwickelte im Jahr 1876 Nikolaus Otto. Er baute eine Maschine, bei der mit Benzindämpfen angereicherte Luft in einen Zylinder mit einem Kolben angesaugt wird und dann über den Funken einer Zündkerze zur Explosion gebracht wird. Um das angesaugte Benzin-Luft-Gemisch zur Zündung zu bringen, muss es zunächst im Zylinder verdichtet werden. Das durch die Verdichtung erwärmte Gemisch kann dann problemlos mit einem elektrischen Funken gezündet werden. Durch die Verbrennung wird Energie frei, die über den Kolben und die Kurbelwelle in eine Drehbewegung umgesetzt wird.

##### Viertakt Ottomotor

Der komplette Zyklus einer Verbrennung, im nach seinem Erfinder benannten Ottomotor, besteht aus:

- Ansaugen des Kraftstoff-Luft-Gemisches
- Verdichten des Kraftstoff-Luft-Gemisches
- Zünden und Verbrennen des Gemisches, hierbei wird die Energie freigesetzt
- Ausstoßen der Verbrennungsrückstände

Nach dem Ausstoßen der Verbrennungsrückstände beginnt ein neuer Zyklus mit dem erneuten Ansaugen des Kraftstoff-Luft-Gemisches. Damit besteht ein vollständiger Zyklus aus vier so genannten Takten. Will man diese vier Takte mit Kolben und Zylinder realisieren, so benötigt man Ventile, die den Gasstrom regeln. Dies wird über ein Einlass- und ein Auslassventil gesteuert. Diese Ventile selber werden je nach Stellung des Kolbens beziehungsweise des jeweiligen Taktes von der Nockenwelle gesteuert.

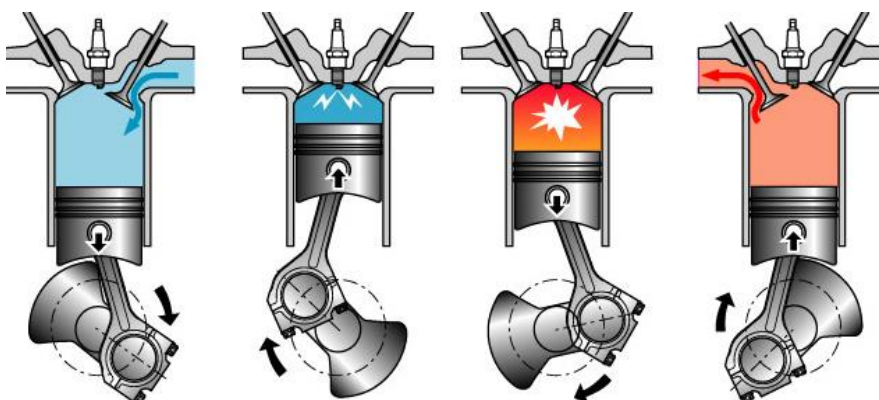


Abb. 1: Viertaktmotor (v.l.n.r. 1. Takt - Ansaugen, 2. Takt - Verdichten, 3. Takt - Arbeiten, 4. Takt - Ausstoßen)

## Die Takte sind im Einzelnen:

### 1. Takt - Ansaugen

Durch die Abwärtsbewegung des Kolbens entsteht während des Ansaugtaktes im Zylinder ein Unterdruck, sodass vorbereitetes, zündfähiges Gemisch durch das geöffnete Einlassventil in den Zylinder gesaugt wird.

### 2. Takt - Verdichten

Bei geschlossenem Einlass- und Auslassventil wird das angesaugte Gemisch durch die Aufwärtsbewegung des Kolbens verdichtet und dabei auf bis zu 500 °C erwärmt (Kompression). Der Grad der Erwärmung ist abhängig vom Grad der Verdichtung. Dabei darf nur so stark verdichtet werden, dass sich das angesaugte Gemisch nicht selbsttätig entzündet. Die Verbrennung wird dann durch einen elektrischen Zündfunken mittels einer Zündkerze eingeleitet. Die Zündung erfolgt in etwa, wenn der Kolben seinen oberen Totpunkt erreicht hat.

### 3. Takt - Arbeiten

Während des dritten Taktes findet die Verbrennung des verdichteten Gemisches statt. Einlass- und Auslassventil sind geschlossen. Der Kolben wird durch die Druckerhöhung infolge der Verbrennung nach unten geschoben und verrichtet Arbeit (Arbeitstakt). Dazu ist der Kolben über eine so genannte Pleuelstange mit der Kurbelwelle verbunden.

### 4. Takt - Ausstoßen

Bei geöffnetem Auslassventil werden die Abgase durch die Aufwärtsbewegung des Kolbens ausgestoßen (Ausstoßtakt). Der Kolben muss beim Ausstoßen einen Staudruck von ca. 0,2 bar überwinden. Hierzu benötigt der Motor selbst Energie. Bei Motoren mit einem Zylinder wird die Aufwärtsbewegung des Kolbens deshalb durch Schwungmassen an der Kurbelwelle unterstützt. Bei Motoren mit mehreren Zylindern werden die Takte der einzelnen Zylinder derart versetzt, dass beim Ausstoßen des einen Zylinders ein anderer Zylinder sich gerade im Arbeitstakt befindet. Danach bewegt sich der Kolben erneut nach unten und durch das geöffnete Einlassventil kann wieder frisches Kraftstoff-Luft-Gemisch angesaugt werden. Das heißt, ein neuer Zyklus, das so genannte Arbeitsspiel, beginnt.

Nimmt man alle vier Takte zusammen, so benötigt eine Kurbelwelle für ein komplettes Arbeitsspiel zwei vollständige Umdrehungen, wobei nur bei einer halben Umdrehung Arbeit vom Motor geleistet werden kann. Um einen solchen Motor als Einzylindermotor zu realisieren, benötigt dieser eine ausreichend große Schwungmasse, um die zur Verdichtung und Ausstoßen erforderliche Energie aus dem Arbeitstakt zu speichern. Derartige Motoren werden dadurch verhältnismäßig schwer. Zusätzlich stellt die Ventilsteuerung einen weiteren technischen Aufwand dar. Es wurde daher nach einem Verfahren gesucht, mit dem ein Motor die vier Takte bei einer Kurbelwellenumdrehung leistet. Gleichzeitig sollte dieser Motor auch ohne den erforderlichen Ventiltrieb auskommen. Dazu wurde ein Motor konstruiert, bei dem die Verdichtung und das Ansaugen unterhalb des Kolbens im so genannten Kurbelgehäuse erfolgt. Da hierbei zwei Takte gleichzeitig durchgeführt werden, kommt dieser Motor scheinbar mit zwei Takten aus. Aus diesem Grunde wird der Motor als Zweitaktmotor bezeichnet.

## 3.2 Zweitaktmotor

Der klassische Zweitaktmotor benötigt für ein vollständiges Arbeitsspiel eine Kurbelwellenumdrehung. Zudem kommt er ohne Einlass- und Auslassventil aus. Die Funktionen dieser Ventile werden durch entsprechende Schlitze in dem Zylinder ersetzt. Zusätzlich verfügt der Motor über einen so genannten Überströmkanal, mittels dem das im Kurbelgehäuse verdichtete Kraftstoff-Luft-Gemisch in den Brennraum, gebildet aus Kolben und Zylinder, überströmen kann.

**Die Takte sind im Einzelnen:**

### 1. Takt - Verdichtungstakt

Durch die Aufwärtsbewegung des Kolbens werden die Einlass- und Auslassschlitze in der Zylinderwandung durch den Kolben verschlossen. Gleichzeitig wird der Überströmkanal freigegeben. Dadurch kann das zuvor im Kurbelgehäuse vorverdichtete Kraftstoff-Luft-Gemisch in den Brennraum überströmen. Das durch die Aufwärtsbewegung des Kolbens verdichtete Gemisch kann dann mittels Zündkerze, wie beim Viertaktmotor, gezündet werden.

### 2. Takt - Arbeitstakt

Die bei der Verbrennung freiwerdende Energie bewegt den Kolben nach unten, bis der Auslassschlitz freigegeben wird. Die Abgase können nun entweichen, während gleichzeitig über den inzwischen freigegebenen Überströmkanal frisches vorverdichtetes Kraftstoff-Luft-Gemisch in den Brennraum einströmen kann. Diese Vorverdichtung erfolgt durch die Abwärtsbewegung des Kolbens und die damit verbundene Schließung des Einlassschlitzes.

Der Vorteil dieser Motoren liegt in der vergleichsweise einfachen Bauart. Dadurch lassen sich kleine, leichte Motoren bauen. Diese Motoren finden bei der Feuerwehr hauptsächlich Einsatz in tragbaren Geräten, wie Motorsägen, Trennschleifmaschinen oder Rettungssägen. Neben diesen Vorteilen bringen sie aber auch erhebliche Nachteile mit sich. Durch die fehlende Ventilsteuerung ist eine exakte Befüllung des Brennraumes nicht möglich. Entweder wird nicht alles Abgas ausgestoßen oder es gelangt unverbrannter Kraftstoff über den Auslassschlitz in die Umwelt. Dadurch ist der Wirkungsgrad dieser Motoren erheblich geringer als bei ventilgesteuerten Viertaktmotoren. Aus diesem Grunde werden so genannte kurbelgehäusegespülte Zweitaktmotoren nur für kleine Leistungen gebaut.

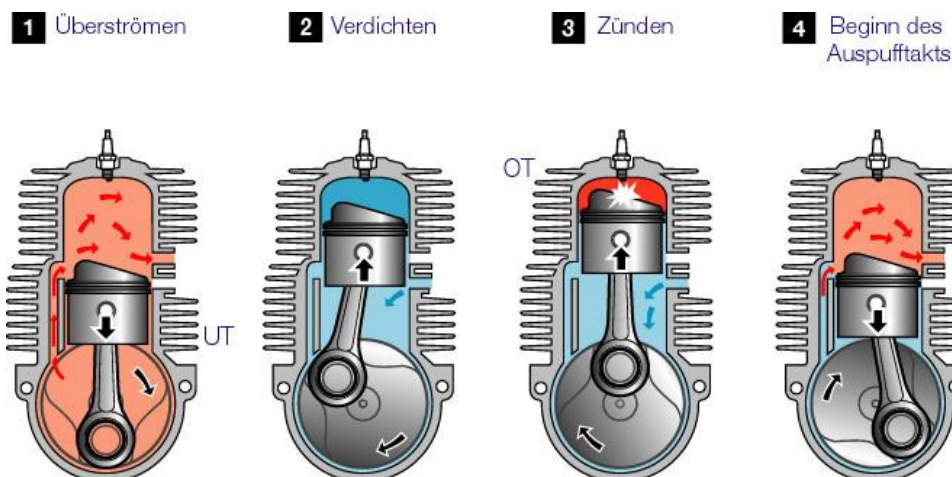


Abb. 2: Kurbelgehäusegespülter Zweitaktmotor

## 3.3 Baugruppen des Motors

Verbrennungsmotoren bestehen in der Regel aus drei Baugruppen:

- Motorgehäuse:  
Zylinderkopf, Zylinder, Kurbelgehäuse
- Kurbeltrieb:  
Kolben, Pleuelstange, Kurbelwelle
- Gemischbildung:  
Vergaser oder Einspritzung im Ansaugrohr

### Viertaktmotor

Der von der Größe her gesehen wesentliche Teil eines Motors ist der Motorblock. Der Motorblock dient zur Aufnahme der Zylinder, in denen wiederum die Kolben laufen. Der Motorblock muss so gestaltet sein, dass er die auftretenden Kräfte ohne Verformung aufnehmen kann. Gleichzeitig muss er die über die Zylinderwandung abgegebene Wärme abführen können. Die Zylinder werden nach oben durch den Zylinderkopf abgeschlossen. Dieser Zylinderkopf trägt die Ventile und die Einlass- bzw. Auslasskanäle. Gegenüber dem Zylinderkopf liegt, über die Pleuellager mit dem Motorblock verbunden, die Kurbelwelle. An den gekröpften Kurbelzapfen sind über die Pleuelstange die Kolben mit der Kurbelwelle verbunden. In der Kurbelwelle wird die von der Pleuelstange vom Kolben übertragene Auf- und Abwärtsbewegung in eine Drehbewegung umgesetzt. Dieses Drehmoment wird über die an die Kurbelwelle angeschlossene Kupplung auf das Getriebe übertragen. Gleichzeitig nimmt die Kurbelwelle über entsprechende Bohrungen die Versorgung von Pleuelstange und Kolben mit Schmieröl vor.

Die im Zylinderkopf angebrachten Einlass- und Auslassventile werden über den Ventiltrieb von der Nockenwelle betätigt. Hierbei unterscheidet man grundsätzlich Motoren mit unten liegender und Motoren mit oben liegender Nockenwelle. Bei Motoren mit unten liegender Nockenwelle erfolgt die Ansteuerung der Ventile über Ventilstößel und Kipphebel. Der Antrieb der Nockenwelle erfolgt hier über Zahnräder von der Kurbelwelle (OHV-Motoren). Bei Motoren mit oben liegender Nockenwelle entfallen die Ventilstößel. Der Antrieb der Nockenwelle erfolgt hier über Ketten oder Zahnriemen (OHC-Motoren).

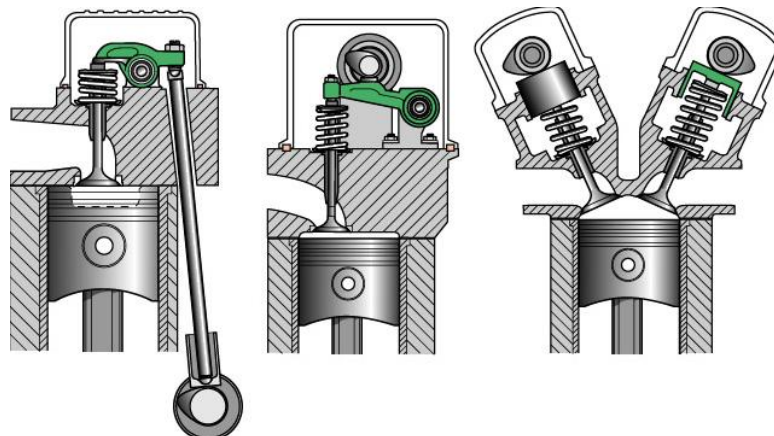


Abb. 3: Ventiltrieb (v.l.n.r. unten liegende Nockenwelle OHV, oben liegende Nockenwelle OHC, doppelte obenliegende Nockenwelle DOHC)



Nach unten abgeschlossen wird der Motorblock durch die Ölwanne. Die Ölwanne dient zur Aufnahme des aus den Lagern austretenden Schmieröls. Über die Anordnung der Zylinder im Motorblock wird die Bauform des Motors unterschieden. Stehen alle Zylinder in einer Reihe angeordnet, spricht man vom so genannten Reihenmotor. Erfolgt die Anordnung der Zylinder zueinander in zwei Ebenen in V-Form, wird der Motor als V-Motor bezeichnet. Bei dieser Bauform lassen sich auf kleinerem Raum deutlich mehr Zylinder unterbringen. Stehen dagegen die Zylinder 180 Grad gegeneinander, so bezeichnet man diese Bauform als Boxermotor.

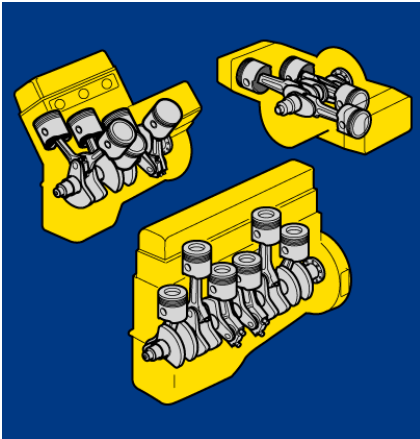


Abb. 4: Motorbauformen

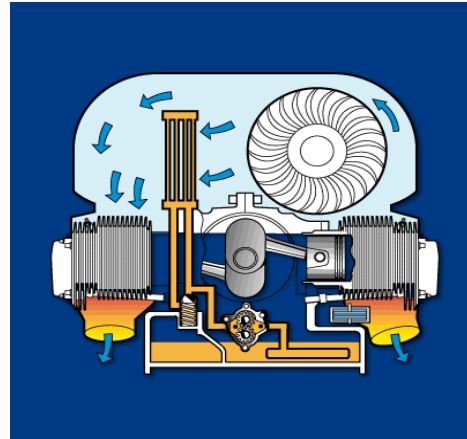


Abb. 5: VW-Boxermotor

### Zweitaktmotor

Der Motorblock muss auch beim Zweitakter so gestaltet sein, dass er die auftretenden Kräfte ohne Verformung aufnehmen kann. Gleichzeitig muss er die über die Zylinderwandung abgegebene Wärme abführen können. Die Zylinder werden nach oben durch den Zylinderkopf abgeschlossen. Gegenüber dem Zylinderkopf liegt, über die Pleuellager mit dem Motorblock verbunden, die Pleuellager. An den gekröpften Pleuelzapfen sind über die Pleuelstange die Pleuellager mit der Pleuellager verbunden. In der Pleuellager wird die von der Pleuelstange vom Pleuellager übertragene Auf- und Abwärtsbewegung in eine Drehbewegung umgesetzt. Dieses Drehmoment wird über die an die Pleuellager angeschlossene Pleuellager auf das Pleuellager übertragen.

Bei den heute üblichen Zweitaktmotoren muss die im Pleuellager liegende Pleuellager nach außen druckfest abgedichtet und engräumig ausgeführt werden, damit der notwendige Pleuellagerdruck zustande kommt.

Weil die Pleuellager zum Vorverdichten des Kraftstoff-Luft-Gemisches dient, haben fast alle Zweitaktmotoren Pleuellagermischungsschmierung, d. h. das Pleuellageröl wird dem Kraftstoff beigemischt. Die Pleuellagermischungsschmierung trägt zur einfacheren Bauweise, Anpruchslosigkeit und Kaltstartfreudigkeit des Zweitaktmotors bei.

Bei Zweitaktmotoren kann auch Kraftstoff und Pleuellageröl getrennt voneinander in Behältern untergebracht werden.

Beim Zweitaktmotor wird der Pleuellager infolge der doppelten Pleuellagerzahl und der Pleuellagersteuerung des Pleuellagerauslassschlitzes heißer als beim Pleuellagermotor. Die Pleuellagerdehnung ist also größer als beim Pleuellagermotor. Größere Pleuellagerspiele für Pleuellager, Pleuellagerbolzen und Pleuellagerringe gleichen die erhöhte Pleuellagerdehnung aus. Überström- und Pleuellagerkanäle führen vielfach durch den Pleuellager und tragen dadurch zur besseren Pleuellager bei. Andererseits wird der Pleuellager höher beansprucht, da die Pleuellagersteifigkeit durch die Pleuellagerfenster herabgesetzt wird.

## 3.4 Motorschmierung

Die Hauptaufgabe der Motorschmierung besteht in der Verminderung der Reibung aufeinander gleitender Bauteile des Motors und damit der Reduzierung des Verschleißes. Zu den wichtigsten Schmierstellen des Motors zählen Kurbelwellenlager, Pleuelstange, Kolbenbolzen und Ventiltrieb.

Grundsätzlich unterscheidet man bei der Motorschmierung zwei Arten:

- Ölumlaufschmierung und
- Gemischschmierung

Bei der Ölumlaufschmierung wird das Öl mit einer Ölpumpe über entsprechende Leitungen unter Druck zu den entsprechenden Schmierstellen geführt. Dabei wird gezielt den einzelnen Stellen Öl zugeführt. Nachdem das Öl seiner Funktion gerecht geworden ist, sammelt es sich wieder in der Ölwanne, wo es, nachdem es sich abgekühlt hat, erneut über die Ölpumpe dem Ölkreislauf zugeführt wird. Bei kurbelgehäusegespülten Zweitaktmotoren ist diese Art der Schmierung nicht möglich. Da bei diesen Motoren das Kurbelgehäuse ebenfalls mit dem Kraftstoff in Berührung kommt, kann in diesem Bereich nicht das Schmieröl gesammelt werden. Bei diesen Motoren wird dem Kraftstoff bereits Schmieröl beigemischt. Da alle Bereiche des Motors auf Grund der Bauart mit dem Kraftstoff in Berührung kommen, kann sich überall somit auch Schmieröl abscheiden.

Diese Art der Motorschmierung wird als Gemischschmierung bezeichnet. Bei dieser Variante der Motorschmierung ist keine so gute Versorgung aller Stellen mit Schmieröl gewährleistet, zusätzlich gelangt auch Schmieröl in den Brennraum und wird mit verbrannt. Dadurch führen diese Motoren zu einer stärkeren Umweltbelastung. Der charakteristische Geruch des Abgases dieser Motoren rührt vom verbrannten Schmieröl her.

Die Bestandteile der Ölumlaufschmierung sind:

- Ölwanne
- Ölpumpe
- Ölfilter
- Ölleitungen
- Ölkühler
- Druckbegrenzungsventil



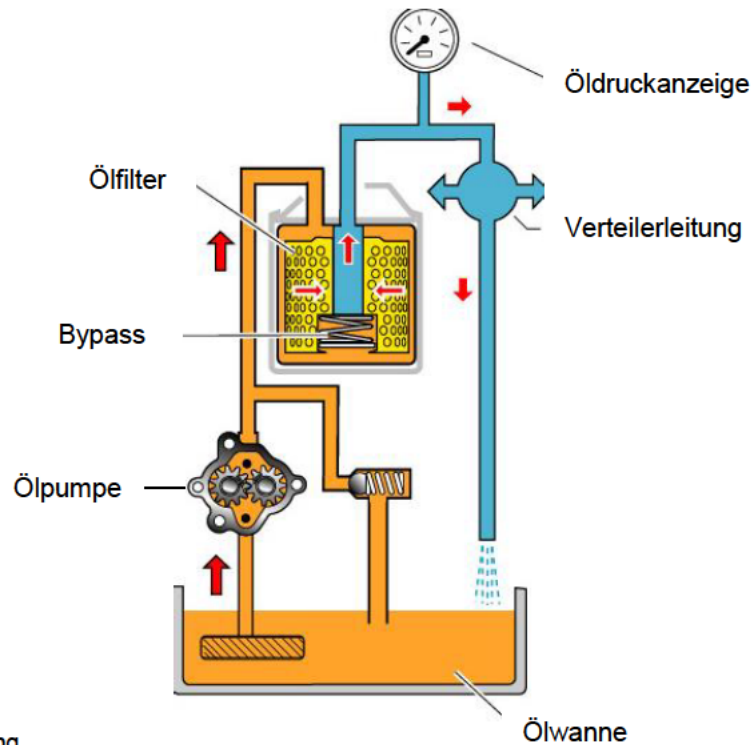


Abb. 6: Ölumlaufschmierung

Die Motorschmierung erfüllt wichtige Aufgaben im Motor:

- Kühlung durch Wärmeabfuhr über das Schmiermittel (z. B. Kolbenkühlung)
- Abdichtung aufeinander gleitender Bauteile (z. B. Kolben im Zylinder)
- Reinigung durch Abtransport von Verbrennungsrückständen, die sonst zu schädlichen Ablagerungen führen könnten
- Korrosionsschutz durch den Ölfilm
- Geräuschkämpfung durch die schwingungs- und geräuschkämpfende Wirkung des Schmierölfilmes

Neben der Kühlung ist die Versorgung des Motors mit Schmieröl für die Funktion des Motors unentbehrlich. Da sich das Öl im ständigen Umlauf befindet, muss es kontinuierlich von Schmutz und Abrieb gereinigt werden. Dazu dient der im Ölkreislauf hinter der Ölpumpe angeordnete Ölfilter. In diesem werden die Schadstoffe aus dem Öl herausgefiltert. Dabei setzt sich das Filtermaterial nach und nach zu. Daher muss der Ölfilter regelmäßig gewechselt werden. Andernfalls würde im Laufe der Zeit kein Öl mehr den Filter passieren können.

Um aber in jedem Fall einen Ausfall der Schmierung infolge verschmutzten Filters verhindern zu können, besitzt der Ölfilter ein Überdruckventil (Bypass). Kommt es infolge Verschmutzung zu einem erhöhten Druckverlust im Filter mit der Gefahr des totalen Ausfalls der Schmierölversorgung, wird über ein Überdruckventil der Ölstrom am Filter vorbeigeführt. Dadurch gelangt zwar ungereinigtes Öl zu den Schmierstellen, dies ist aber besser als ein Ausfallen der Ölversorgung.

## 3.5 Motorkühlung

Die Werkstoffe der Motorteile und das Schmieröl im Motor besitzen nur begrenzte Temperaturbeständigkeit. Die Wärme, die durch den Verbrennungsvorgang den Bauteilen des Motors zugeführt wird, muss an die Umgebungsluft abgeführt werden. Der Motor muss gekühlt werden. Durch die Kühlung müssen zwischen 25 Prozent und 30 Prozent der dem Motor in Form von Kraftstoff zugeflossenen Energie wieder abgeführt werden. Grundsätzlich unterscheidet man luft- und wassergekühlte Motoren. Bei Motoren größerer Leistung findet praktisch ausschließlich die Wasserkühlung Anwendung. Das Standardkühlsystem für Nutzfahrzeuge ist die Zwangsumlaufkühlung. Bei dieser Art der Kühlung wird das Kühlwasser über eine Pumpe umgewälzt.

Bei der Zwangsumlaufkühlung wird das Kühlwasser mit großer Geschwindigkeit durch den Kühlkreislauf geleitet. Beim kalten Motor transportiert die Pumpe das Kühlwasser im kleinen Kreislauf, so dass es den Kühler nicht durchläuft und der Motor möglichst schnell auf seine Betriebstemperatur kommt. Ist die Betriebstemperatur erreicht, öffnet ein Thermostatventil und das Kühlwasser strömt im großen Kreislauf durch den Kühler. Hier kann die überschüssige Wärme an die Umgebungsluft abgegeben werden.

Bei der Luftkühlung befinden sich am Motor große Kühlrippen. Diese werden von der Umgebungsluft umströmt und geben so die überschüssige Wärme ab. Die Luftkühlung findet vornehmlich bei kurbelgehäusegespülten Zweitaktmotoren mit kleiner Leistung ihren Einsatz, um so Gewicht zu sparen.

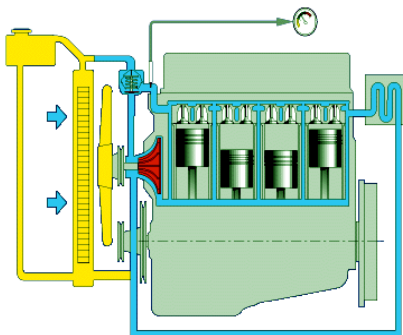


Abb. 7: Zwangsumlaufkühlung

## 3.6 Gemischbildung

Findet die Gemischbildung wie beim herkömmlichen Ottomotor außerhalb des Brennraumes im Vergaser statt, so bezeichnet man dies als äußere Gemischbildung. Hier wird dem Motor bereits das fertige Kraftstoff-Luft-Gemisch zugeführt und dann im Brennraum verdichtet, so ist die maximale Verdichtung begrenzt. Da infolge der Kompression das eingeschlossene Gemisch erwärmt wird, darf die Kompression nur so stark sein, dass eine selbsttätige Zündung vermieden wird. Will man die Leistung des Motors bei gleichen Abmessungen vergrößern, so muss die Kompression (Verdichtung) erhöht werden. In gewissem Maße kann die damit einhergehende Temperaturerhöhung durch Veränderungen des Kraftstoffes (Oktanzahl) ausgeglichen werden. Übersteigt die Verdichtung ein bestimmtes Maß, so muss der Kraftstoff unmittelbar zur Verbrennung in den Zylinder nach erfolgter Verdichtung eingespritzt werden. Andernfalls würde das Gemisch bereits während der Verdichtung selbst zünden. Dieses Verfahren wird beim Dieselmotor angewendet.

## 3.7 Vergaser

Vergaser arbeiten mit geringen Abweichungen alle nach dem gleichen Prinzip. In ihnen wird nicht, wie der Name vielleicht vermuten lassen könnte, der Kraftstoff vergast, sondern in kleinen Tröpfchen der angesaugten Luft zugemischt. Dazu wird der Kraftstoff zunächst mittels einer Kraftstoffpumpe in eine Schwimmerkammer gefördert. Der Schwimmer sorgt ähnlich wie bei der Toilettenspülung für eine konstante Füllung in der Kammer. Von der mit Kraftstoff gefüllten Kammer führt ein Rohr in das Ansaugrohr. Durch die vorbeiströmende Luft wird aus der Schwimmerkammer über das Rohr Kraftstoff angesaugt und in Form kleiner Tröpfchen der Luft zugemischt.

Um den Motor zum Starten mit einer erhöhten Kraftstoffmenge zu versorgen, wird über eine Drosselklappe die Strömungsgeschwindigkeit im Ansaugrohr vergrößert und damit die Menge des aus der Schwimmerkammer angesaugten Kraftstoffes erhöht. Dadurch wird die Startwilligkeit verbessert. Nach erfolgtem Start muss die erhöhte Kraftstoffzumischung zurückgenommen werden, um eine zu starke Anreicherung und damit ein „Absaufen“ des Motors zu verhindern. Die eigentliche Regelung des Motors erfolgt über eine Drosselung des Luftstroms im Ansaugrohr.

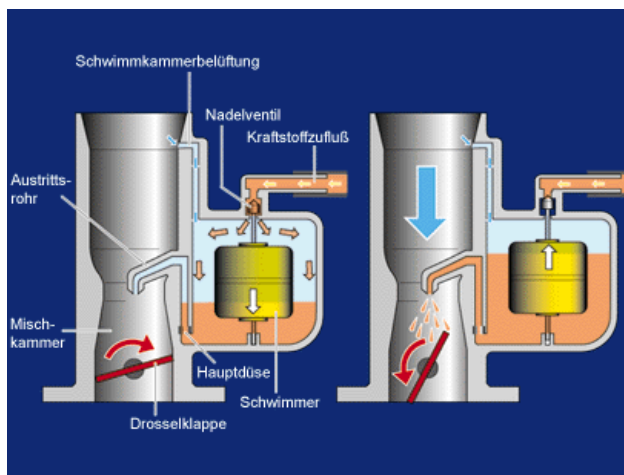


Abb. 11: Fallstromvergaser

### Hinweis:

Bei Motoren mit Gemischschmierung befindet sich zwangsläufig Schmieröl im Kraftstoff und damit in der Schwimmerkammer. Werden diese Motoren abgestellt, verbleibt das Gemisch aus Kraft- und Schmierstoff in der Schwimmerkammer. Bei längerem Stillstand kann der leicht flüchtige Kraftstoff verdampfen und das Schmieröl verbleibt in der Schwimmerkammer. Dieses Schmieröl kann dann bei einem erneuten Startversuch die Hauptdüse verstopfen mit der Folge, dass der Motor nicht startet. Daher ist es in der Regel nur bei diesen Motoren erforderlich, bei längerem Stillstand des Motors den Vergaser durch Betrieb des Motors bei geschlossenem Benzinhahn zu entleeren.

3.8 Zündung

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen Batteriezündung und Magnetzündung.

Bei der Batteriezündung wird die Batteriespannung über eine Zündspule auf die erforderliche Hochspannung gebracht und über den Verteiler der jeweiligen Zündkerze zugeführt. Die Hochspannung wird in der Zündspule durch Induktion erzeugt. Zunächst fließt über den Unterbrecher die Batteriespannung durch die Primärwicklung der Zündspule. Wird nun der Stromfluss unterbrochen, wird in der Sekundärwicklung eine Hochspannung induziert.

Diese wird dann über den Verteiler zur Zündkerze geführt. Zwangsläufig ist hierfür das Vorhandensein einer Batterie erforderlich. Bei der Mehrzahl der mit einem Verbrennungsmotor ausgerüsteten tragbaren Geräte der Feuerwehr ist diese nicht vorhanden. Bei diesen Geräten wird der erforderliche Zündstrom über eine Spule erzeugt, an der ein rotierender Dauermagnet vorbeigeführt wird. Dieser induziert in der Spule einen Strom, der die für die Zündspule erforderliche Energie liefert. Ottomotoren werden in der Regel über eine Unterbrechung der Stromversorgung für die Zündung ausgeschaltet.

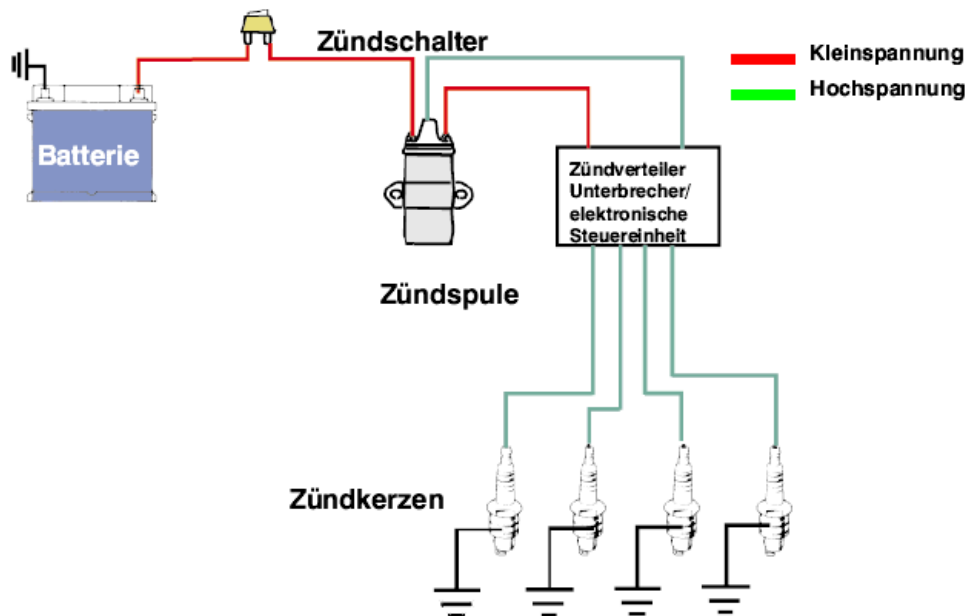


Abb. 12: Batteriezündung

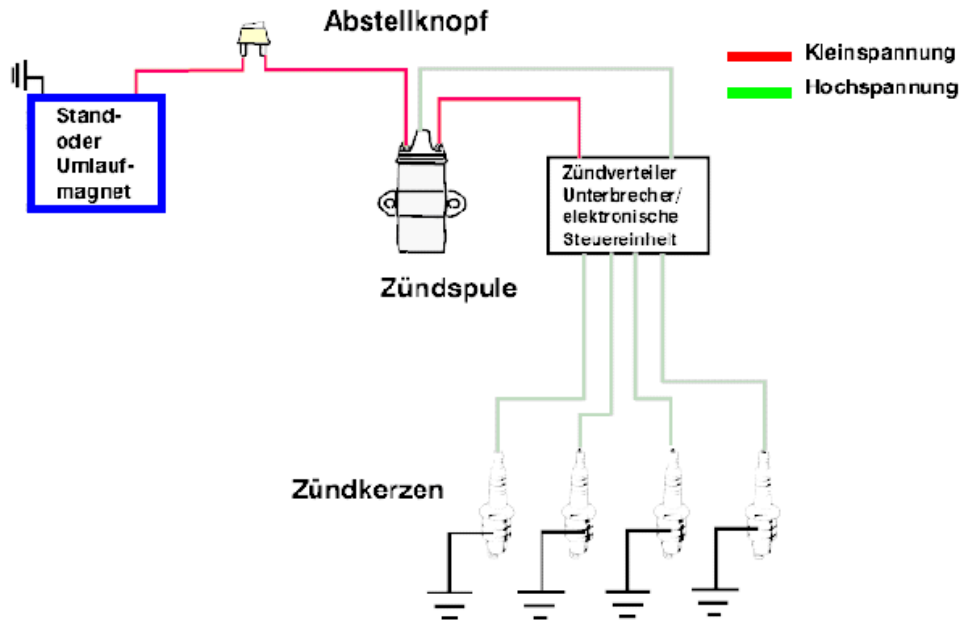


Abb. 13: Magnetzündanlage

### 3.9 Quellenverzeichnis

1. MAN Nutzfahrzeuge AG  
Abb. 1 bis 11
2. Staatliche Feuerwehrschnule Würzburg  
Abb. 12 und 13