



3 Betriebssysteme

Damit Verbrennungsmotoren arbeiten können, benötigen sie eine Vielzahl von Stoffen. Diese Stoffe müssen zur Verwendung im Motor bevorratet, aufbereitet und in geeigneter Form zur Verfügung gestellt werden. Dazu ist meistens ein umfangreiches System für jeden Betriebsstoff erforderlich.

Stoffe, die aufbereitet werden müssen sind Kraftstoff, Schmieröl, das Kühlmedium und Druckluft zum Anlassen und Umsteuern.

Beim Vorbereiten eines Motors in Straßenfahrzeugen zum Anlassen und bei der Betriebskontrolle geht man im Allgemeinen nach dem Merkprinzip

W	Wasser	steht für die Kühlung des Motors
O	Oel	steht für die Schmierung des Motors
L	Luft	steht für den Luftbedarf (Reifendruck) des Fahrzeugs, am Schiffsdiesel für das Anlassluftsystem
K	Kraftstoff	steht für das Bereitstellen des Kraftstoffes für den Motor
E	Elektrik	steht für die elektrische Anlage des Fahrzeuges

vor.

Für die einzelnen Systeme gibt es immer verschiedene technische Lösungen.

Im Rahmen dieses Lehrgangs sollen besonders die allgemeinen Aufgaben der Systeme, die verschiedenen Prinzipien, die wichtigsten Bauteile und ihr Zusammenwirken und ihr Einsatz für Motoren auf Binnenschiffen betrachtet werden.



3.1 Das Kraftstoffsystem

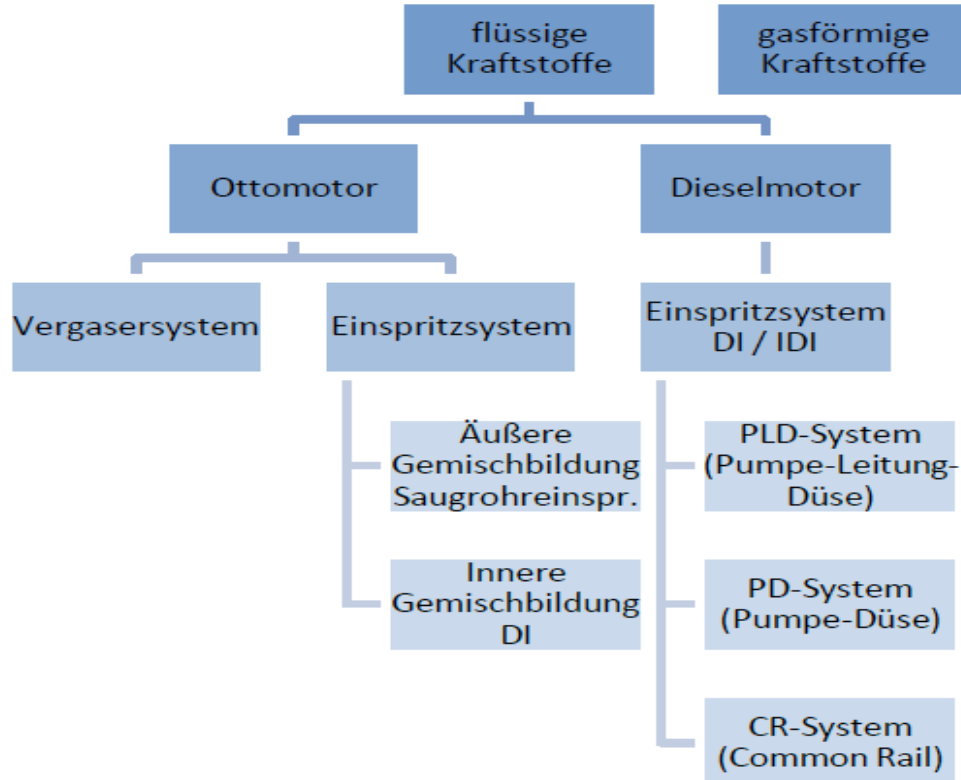
3.1.1 Aufgaben des Kraftstoffsystems

Das Kraftstoffsystem soll den Motor in allen Betriebszuständen ausreichend und sicher mit Kraftstoff versorgen.

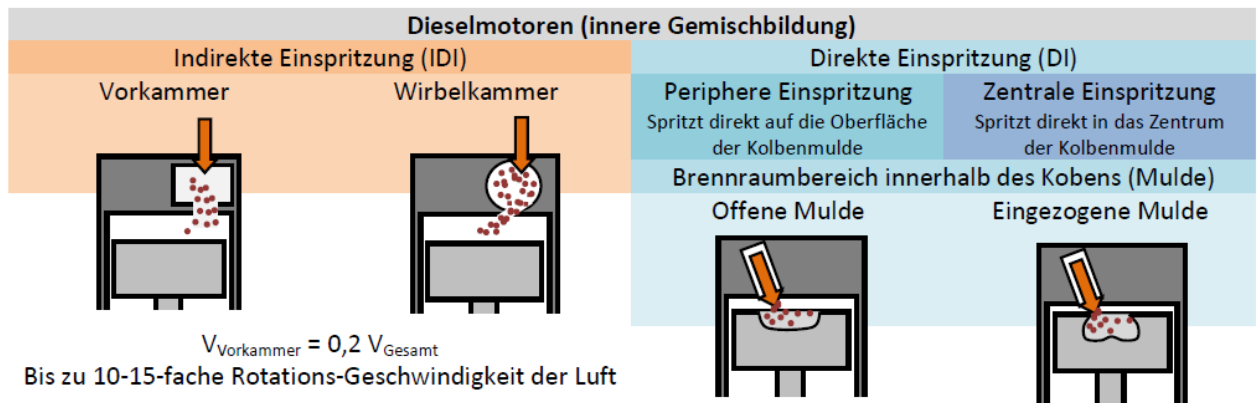
Dazu gehören:

- ⇒ _____
- ⇒ _____
- ⇒ _____
- ⇒ _____
- ⇒ _____
- ⇒ _____

3.1.2 Systeme für die Aufbereitung flüssiger Kraftstoffe

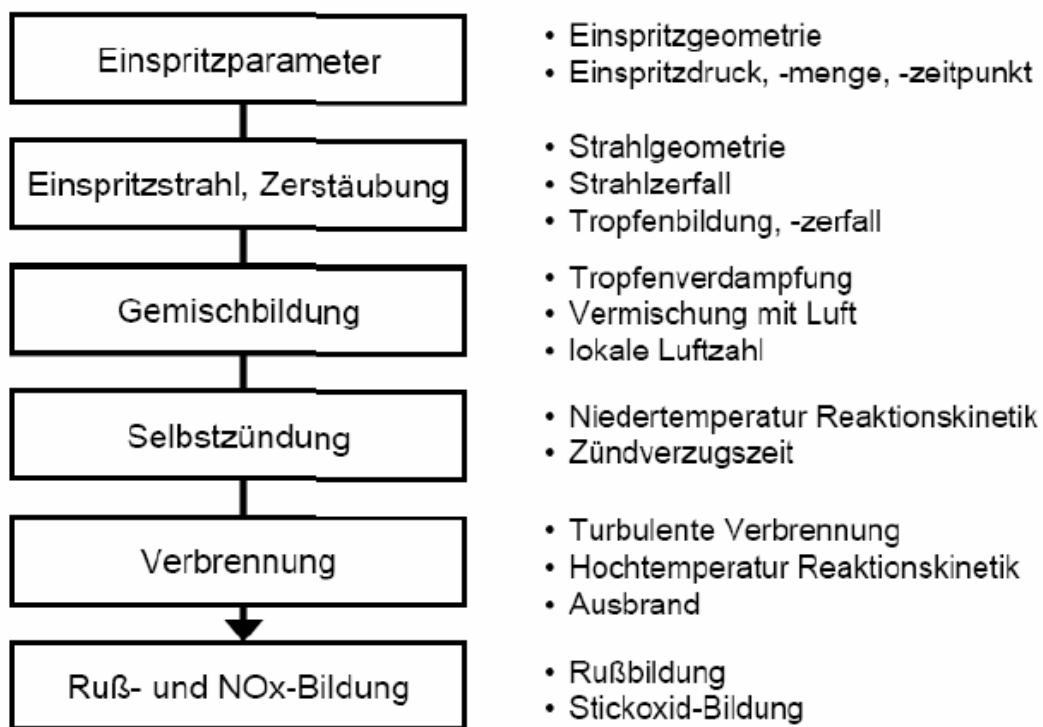


Bei der Einspritzung von Kraftstoff in Dieselmotoren kann man die _____ (IDI) in spezielle Kammern und die _____ (DI) in den Verbrennungsraum unterscheiden.



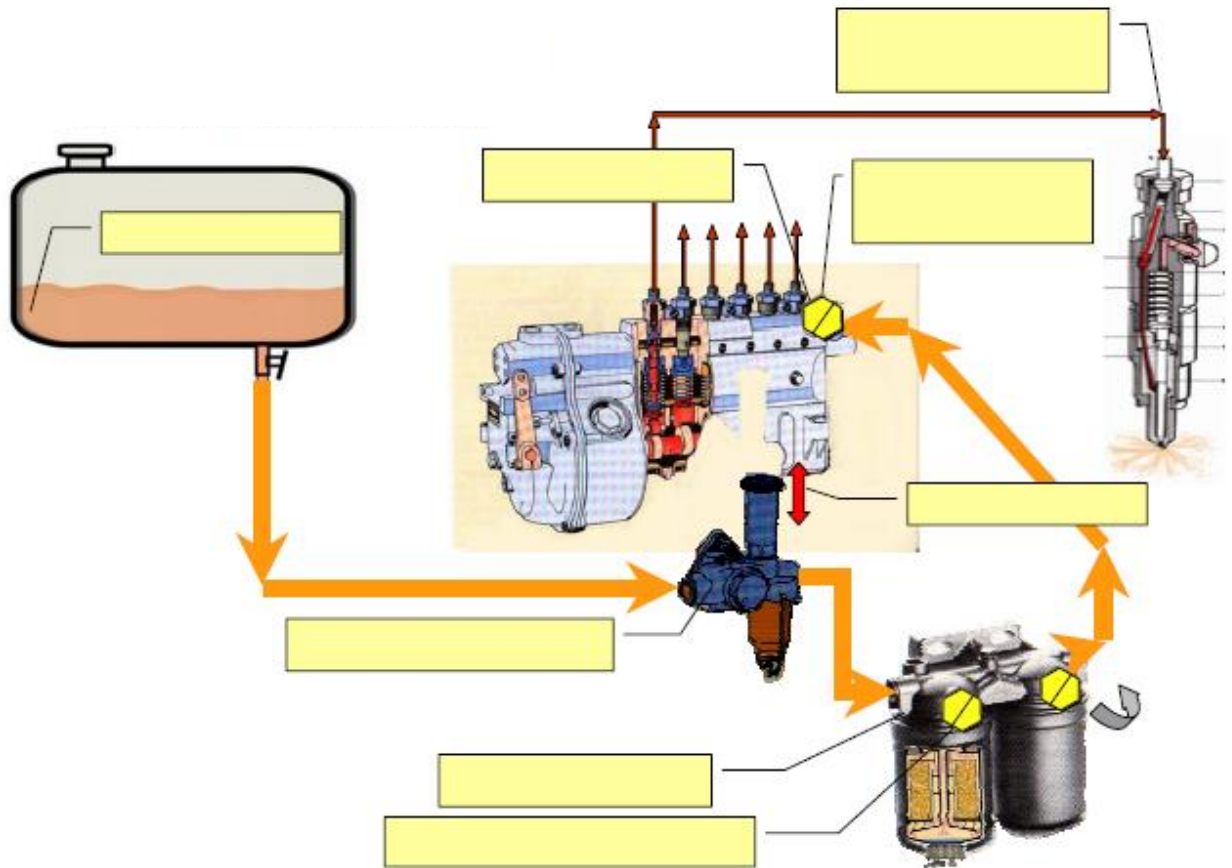
Dazu wird weiterhin unterschieden, ob für jeden Zylinder die Kraftstoffförderung durch eine _____ oder zentral für alle Zylinder durch eine _____ erfolgt.

3.1.3 Wirkkette bei der Dieselerbrennung





3.1.4 Bauteile einer Kraftstoffanlage (Überblick)



3.1.4.1 Kraftstoffbehälter

Zur Bevorratung von Kraftstoff gibt es an Bord von Binnenschiffen 2 Möglichkeiten:

<p>~ sind Behälter mit meist großem Ausmaß bei dem mindestens eine Behälterwand eine Wand des Schiffes darstellt.</p>	<p>~ sind meist aus Stahlblech hergestellt und bilden einen separaten Behälter, der an jeder beliebigen Stelle des Schiffes angebracht sein kann.</p> <p>z.B. Tagestank</p>

3.1.4.2 Kraftstoffförderpumpe

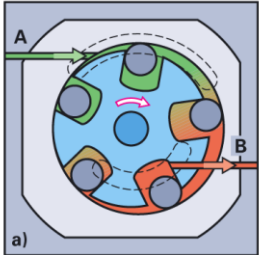
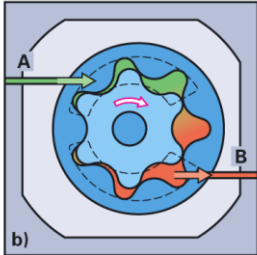
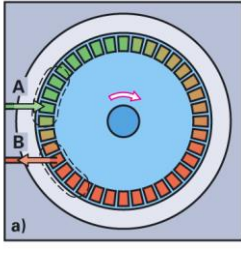
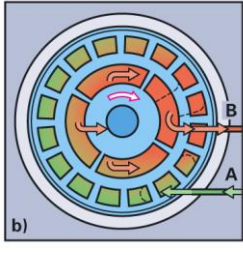
Die Kraftstoffförderpumpe hat die Aufgabe, den Einspritzpumpen oder der Blockeinspritzpumpe den Kraftstoff unter Druck zuzuführen.



Einteilung nach Einbauort

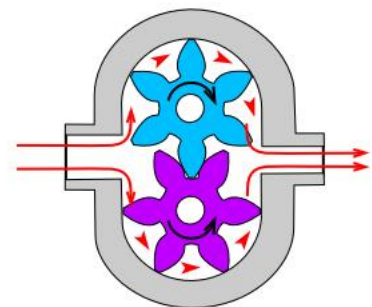
<p>Sie können an einer beliebigen Stelle im Kraftstoffsystem vor der Einspritzpumpe angebracht sein.</p> <p>Dadurch lassen sie sich leicht austauschen.</p> <p>Befördert Kraftstoff auch in den Tagestank.</p>	<p>Sie sind meist Bestandteile von Kraftstofffördermodulen.</p> <p>Arbeiten geräuscharm.</p>
--	--

Einteilung nach der Wirkweise

<p>Moderne Ausführungen sind:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>a)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>b)</p> </div> </div> <p>Raumvergrößerung ■ und -verkleinerung ■ Rollenzellenpumpe Innenzahnradpumpe</p>	<p>Moderne Ausführungen sind:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>a)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>b)</p> </div> </div> <p>Peripheralpumpe Seitenkanalpumpe</p>
---	--

Bei älteren Schiffsdieselmotoren (8 VD 36/24) ist die Kraftstoffförderpumpe eine _____. Sie ist seitlich am Pumpenantriebsgehäuse befestigt.

Die Kraftstoffförderpumpe hat schräg verzahnte Ritzel. Sie ist mit Saug- und Druckventilen ausgerüstet. Der Kraftstoffförderpumpenanbau wird durch das Antriebsrad der Schmierölpumpe angetrieben.



3.1.4.3 Einspritzpumpe

Einspritzpumpen sorgen dafür, dass Kraftstoff zur richtigen _____, in der richtigen _____ und unter dem richtigen _____ am Einspritzventil anliegt. Es werden unterschieden:



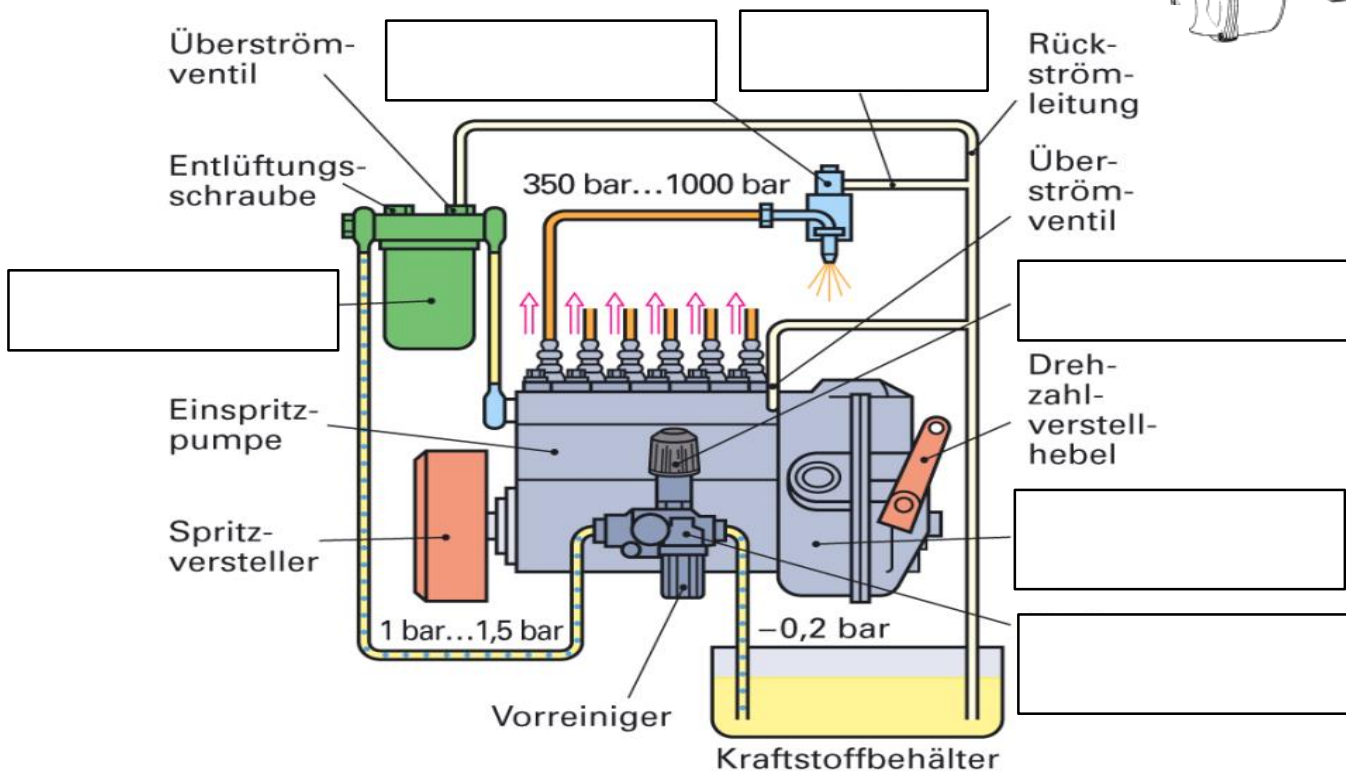
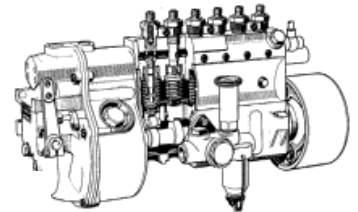
Einzel- oder Aufsatz-einspritzpumpen	Block- oder Reiheneinspritzpumpen
Es gibt für jeden Zylinder eine separate Einspritzpumpe	Eine zentrale Einspritzpumpe bereitet für alle Einspritzventile den Kraftstoff auf.

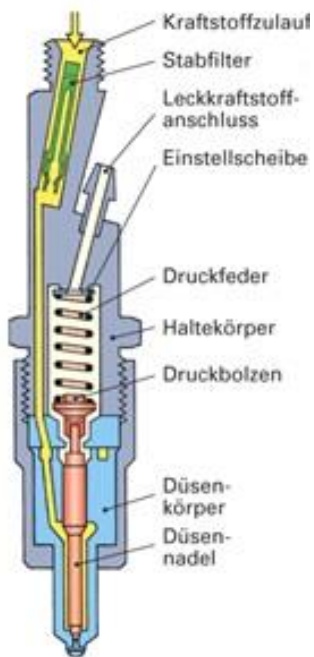
Beim VD 36/24 ist jeder Zylinder mit einer **Aufsatz-Einspritzpumpe** ausgerüstet. Sie ist auf der Steuerseite des Motors am Zylinderblock befestigt. Sie wird durch den auf der Nockenwelle befindlichen Einspritznocken angetrieben.

Der Einspritzzeitpunkt ist durch die Stellung dieses Nockens bestimmt.

Die richtige Einstellung der Einspritzpumpen garantiert eine ordnungsgemäße Belastung des Motors. Als einfache Methode zur Kontrolle dient die _____

Blockeinspritzpumpen werden heute bei den meisten Dieselmotoren eingesetzt und arbeiten nach dem Prinzip unten.





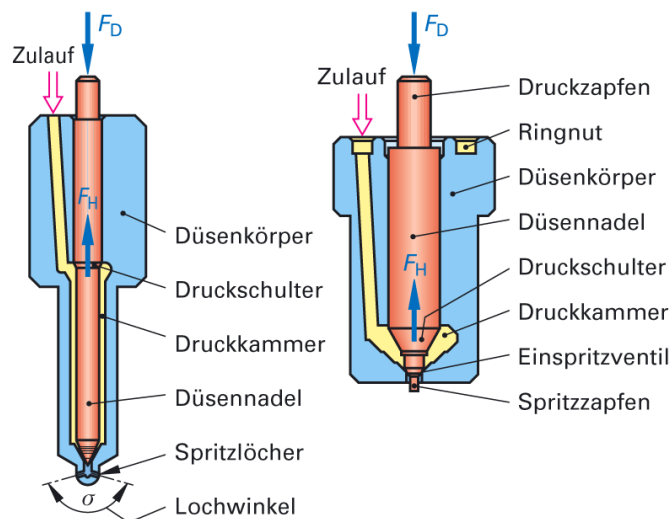
3.1.4.4 Einspritzventil

Das Einspritzventil oder die Einspritzdüse ist die „Nahtstelle“ des Einspritzsystems mit dem Brennraum des Dieselmotors.

Es sorgt dafür, dass der Kraftstoff, abhängig vom Verbrennungsverfahren, der Brennraumgeometrie, Luftbewegung und dem Betriebspunkt, in der gewünschten Form in den Brennraum eingespritzt wird.

Das Einspritzventil ist in der Regel in einen _____ oder direkt in den _____ (Unit-Injector oder Common-Rail-Injector) montiert, der wiederum in den _____ des Dieselmotors eingebaut ist.

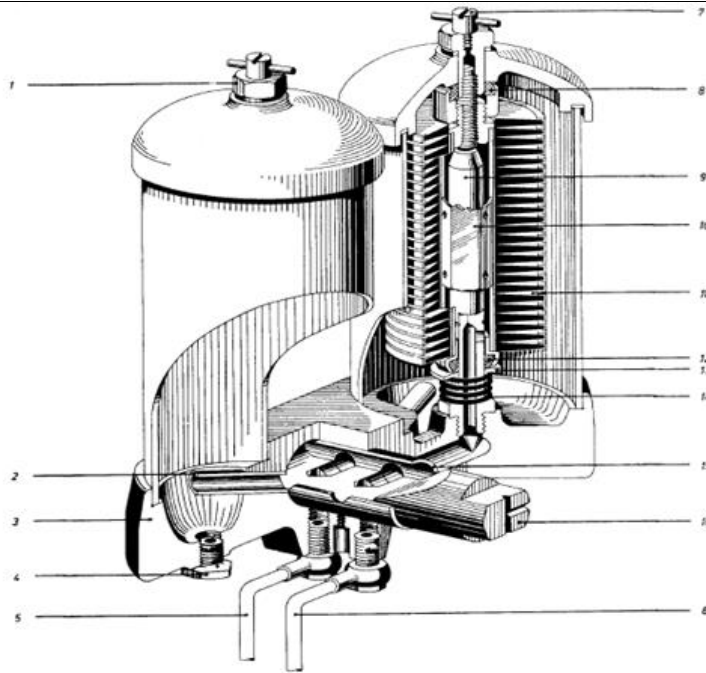
Eine weitere Aufgabe der Einspritzventile ist das Abdichten des Kraftstoffsystems gegenüber dem Brennraum während der Einspritzpause.



3.1.4.5 Kraftstofffilter

Der Kraftstofffilter ist ein Bauteil in Kraftfahrzeugen, das den Kraftstoff von Feststoffpartikeln befreit. Er wird als _____ betrieben und ist meistens mit einem papierähnlichen Material gefüllt. Der Einbauort ist in der Kraftstoffleitung zum Motor, wobei zwischen Dieselfilter und Benzinfilter zu unterscheiden ist:

Dieselfilter haben eine _____ Bauform mit einseitiger Anflanschung, bauähnlich einem Ölfiler. Benzinfilter sind meist „inline“ in der Saugleitung zur Kraftstoffpumpe oder in der Druckleitung zwischen Pumpe und Einspritzventile montiert, ihr Gehäuse besteht in der Regel aus Kunststoff oder Leichtmetallblech.



- 1 Spannmutter
- 2 Zufußrohr
- 3 Filtergehäuse
- 4 Ablassschraube
- 5 Zulaufleitung
- 6 Abflußleitung
- 7 Entlüftungsschraube
- 8 Filzring
- 9 Spannbolzen
- 10 Tragkörper
- 11 Siebscheibe
- 12 Filzring
- 13 Hülse
- 14 Druckfeder
- 15 Buchse
- 16 Hahnküken

Der Kraftstoff gelangt durch den _____ in den Filter. Beim Durchfließen des Filtereinsatzes bleiben die Verunreinigungen hängen oder lagern sich auf dem Filterboden ab.

Der gereinigte Kraftstoff fließt durch den Dreiwegehahn in die Leitung, die zu den Einspritzpumpen führt.

Mit Hilfe des Dreiwegehahnes kann wahlweise eine der Filterkammern _____ abgeschaltet werden.

3.1.5 Kraftstoffe

Ein Kraftstoff (auch Treibstoff) ist ein Brennstoff, dessen _____ durch _____ in Verbrennungskraftmaschinen (Verbrennungsmotor, Gasturbine, ...) und Raketentriebwerken in _____ umgewandelt wird.

Kraftstoffe werden überwiegend zum Antrieb von Fortbewegungsmitteln (Kraftfahrzeug, Flugzeug, Schiff, Rakete) verwendet. Da sie jeweils mittransportiert werden müssen, werden häufig Stoffe mit einer _____ eingesetzt. Aber auch stationäre Verbrennungsmotoren werden mit ihnen betrieben.

Bei der Verbrennung wird als Oxidator meist der _____ verwendet.



Dieseldieselkraftstoffe

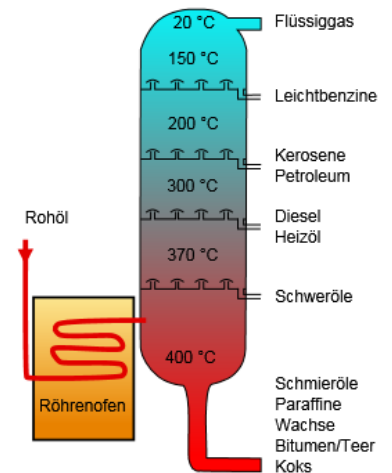
Dieseldieselkraftstoff (auch Diesel oder Dieselöl genannt) ist ein Gemisch aus verschiedenen _____, das als Kraftstoff für einen Dieselmotor geeignet ist, sowohl für Kraftwagen als auch für stationäre Anlagen. Davon abweichend gibt es die Spezifikation für Marine-Diesel bzw. Schiffsdieselöl.

Cetanzahl

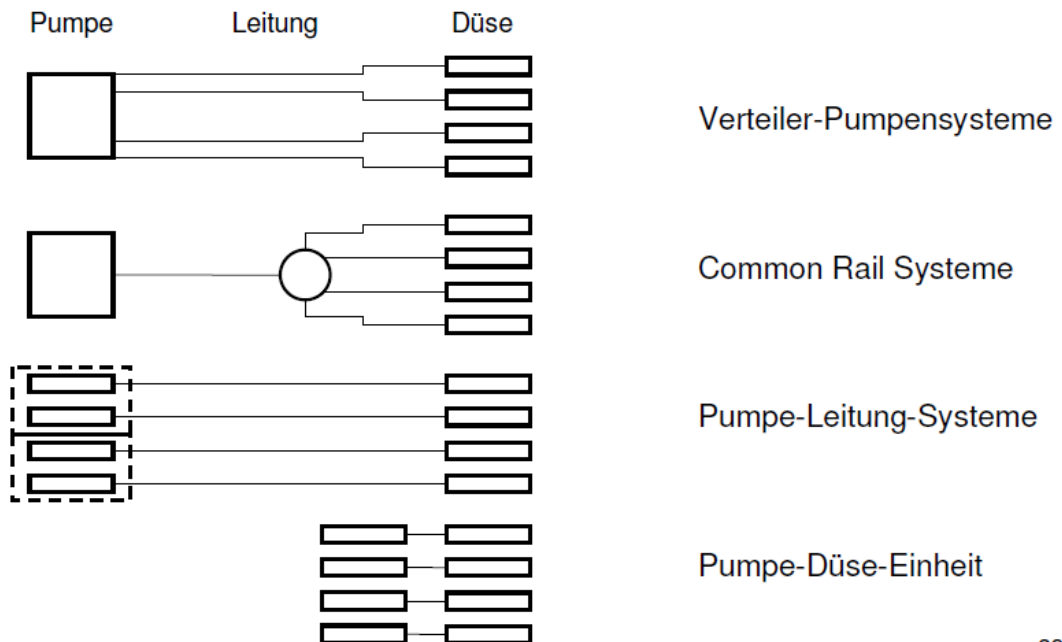
Der Maßstab für die _____ des Dieseldieselkraftstoffes ist die Cetanzahl (CZ).

Nagelnde Verbrennung

Ist ein Effekt, der beim Dieselmotor auftritt. Hintergrund ist ein _____. Die gewollte kontinuierliche Verbrennung der Dieseldieseltröpfchen in der heißen Luft verzögert sich durch ungünstige Motorparameter (z.B. Kaltlauf, Kraftstoff mit zu niedriger Cetanzahl), und es kommt zu explosionsartiger Verbrennung größerer Mengen von Kraftstoff mit einhergehender hoher mechanischer Belastung. Die Folgen des Nagelns sind identisch mit denen des Klopfens.

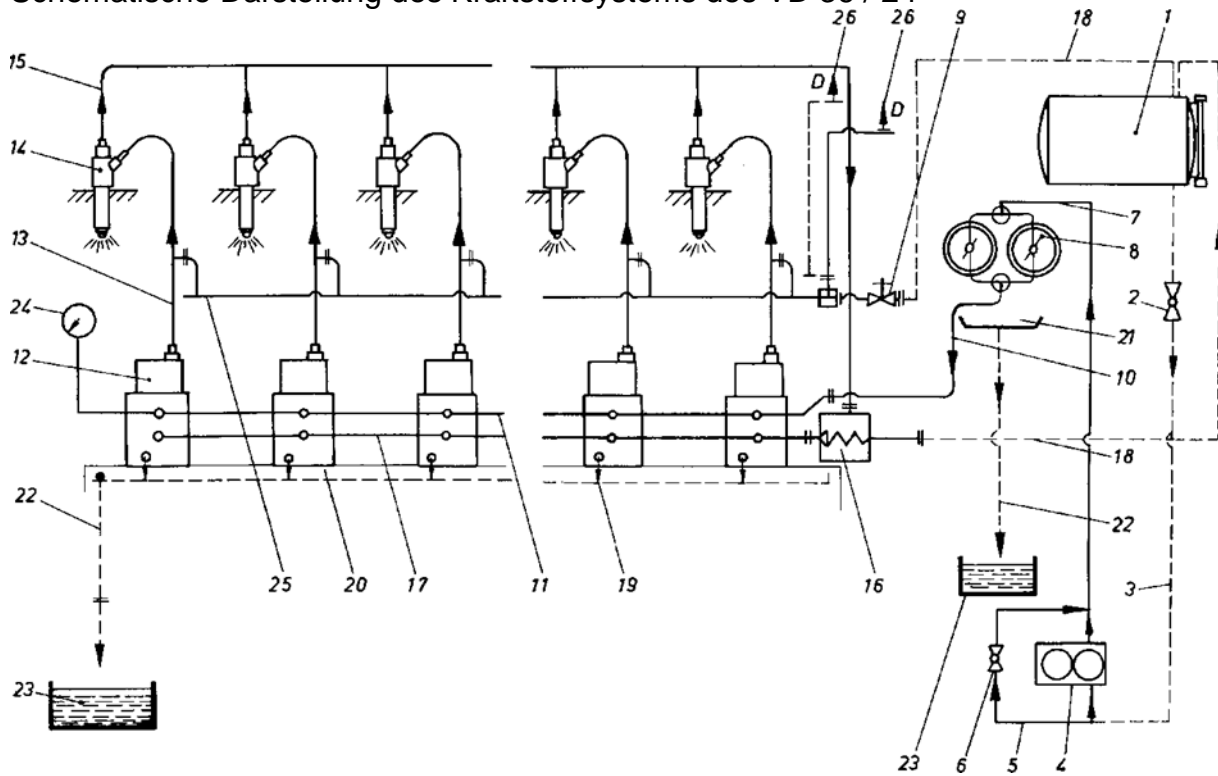


3.1.6 Kraftstoffsysteme

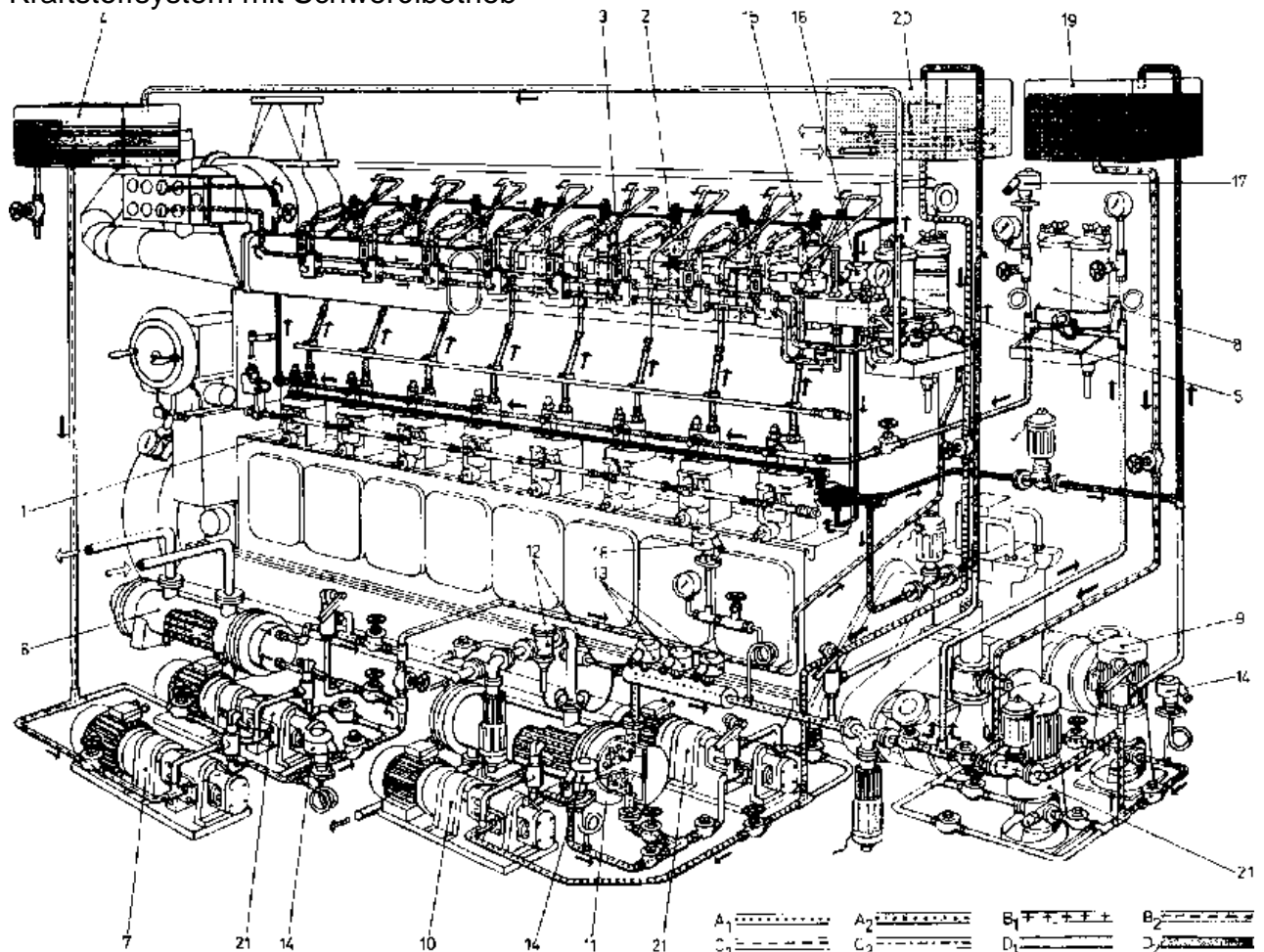




Schematische Darstellung des Kraftstoffsystems des VD 36 / 24



Kraftstoffsystem mit Schwerölbetrieb





3.2 Das Schmiersystem

3.2.1 Aufgaben der Schmierung

Das Schmiersystem soll die Motorbauteile ausreichend und zuverlässig mit Schmieröl versorgen. Dabei muss der richtige Druck sichergestellt werden.

Das Schmiersystem erfüllt die Aufgaben:

- ⇒ _____ (von Teilen, die aufeinander gleiten!)
- ⇒ _____ (Schützt Motorteile vor Überhitzung, die nicht direkt am Kühlsystem angeschlossen sind!)
- ⇒ _____ (Feinstabdichtung zwischen gleitenden Teilen wie Kolbenring und Zylinderwand)
- ⇒ _____ (Abtransport von Abrieb, Ablagerungen und Verbrennungsrückständen)
- ⇒ _____
- ⇒ _____ (Schmierfilm wirkt geräusch- und schwingungsdämpfend)

3.2.2 Arten der Schmierung

Man unterscheidet grundsätzlich **Verbrauchsschmierung** und **Umlaufschmierung**.

3.2.2.1 Verbrauchsschmierungen

Sie wird unterteilt in:

--	--	--

3.2.2.1.1 Gemischschmierung

Bei der Gemischschmierung wird das Schmieröl dem Kraftstoff im vorgeschriebenen Mischungsverhältnis (1:25/1:50 etc.) beigegeben. Das im Zweitaktgemisch enthaltene Öl gelangt an die Schmierstellen und wird mit verbrannt.

Der Vorteil ist die _____ (einfach Öl zum Treibstoff geben und etwas schütteln). Nachteilig ist die _____; dies kann auch durch dem Schmieröl zugesetzte spezielle Additive nicht vollständig verhindert werden.



3.2.2.1.2 Frischölschmierung

Bei diesem auch in Zweitaktmotoren verwendeten System wird das separat mitgeführte _____ und anschließend ebenfalls mit verbrannt (Frischölaufomatik, z. B. im DKW F102 verwendet). Vorteile sind die immer frische Zubereitung des Gemisches sowie die exaktere Dosierung im Vergleich zur Gemischschmierung, wodurch die Schmierungs-eigenschaften immer konstant gehalten werden können sowie der Ölverbrauch reduziert und die Abgasqualität verbessert wird. _____ sind die etwas höheren Systemkosten.

Die Frischölschmierung wird auch bei großen Zweitakt-Schiffsdieselmotoren für die Zylinder-schmierung angewendet. Die Kurbelwelle und die übrigen Schmierstellen werden hier-bei mit einer Nassumpfschmierung (siehe unten) geschmiert.

3.2.2.1.3 Schleuderschmierung

Bei einfachen Viertaktmotoren kommt häufig dieses sehr einfache Schmiersystem zur An-wendung. Bei Motoren mit vertikaler Kurbelwelle befinden sich an einem separaten Zahn-rad (häufig mit Drehzahlregler kombiniert) mehrere "Schaufeln". Bei Motoren mit horizonta-ler Kurbelwelle befindet sich dagegen am Pleuellager ein "Finger". Die Schaufeln bzw. der "Finger" laufen im Öl und schleudern es durch das _____, wodurch eine ausreichende Schmierung sichergestellt wird. Nachteilig ist dass sich hier kein Ölfilter ein-setzen lässt sowie die Schmierung bestimmter Lager (Kurbelwellen- und Pleuellager) nur durch ein erhöhtes Lagerspiel sicherstellen lässt.

3.2.2.2 Umlaufschmierung

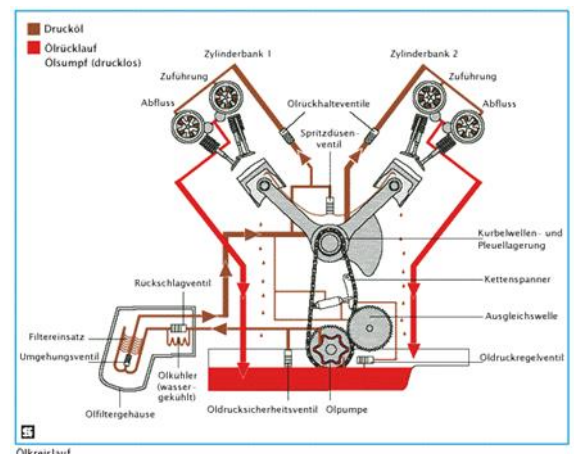
3.2.2.2.1 Druckumlaufschmierung (Nassumpfschmierung)

Anwendung: Viertaktmotor; bei der großen Mehrheit der heute üblichen Auto- und Motor-radmotoren wird dieses Schmiersystem verwendet.

Hier wird das notwendige Schmiermittel unterhalb der Kurbelwelle in _____ mitgeführt. Die Ölpumpe saugt das Öl an, befördert es zum Öl-filter und von dort durch Kanäle an die Schmierstel-len.

Die Kurbelwelle sorgt durch ihre Drehbewegung für eine zusätzliche Verwirbelung des Ölnebels im Zylinder-Kurbelgehäuse und damit zur Kühlung des Kol-bens und Aufrechterhaltung des Ölfilms auf der Kol-benlaufbahn des Zylinders.

Das abtropfende Öl wird wieder in _____ gesammelt. Die Druckumlaufschmierung ist auch unter dem Namen _____ bekannt.

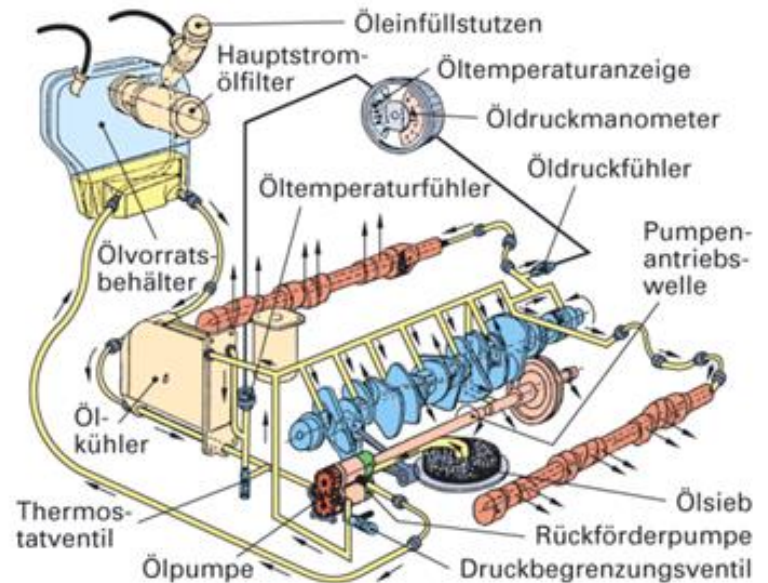




3.2.2.2.2. Trockensumpfschmierung

Anwendung bei Viertaktmotoren.

Ähnlich wie bei der Frischölschmierung wird hier das Schmiermittel in einem separaten Behälter mitgeführt und durch eine Druckpumpe (erste Ölpumpe) an die Schmierstellen befördert. Das abtropfende Schmieröl wird im Gegensatz zur Druckumlaufschmierung mittels einer zweiten Rückförderpumpe (Saugpumpe) aus dem _____ abgesaugt und zurück in den Ölbehälter gefördert.



Die Rückförderpumpe hat dabei grundsätzlich eine _____ als die Druckpumpe, um bei jeder Fahrsituation das Schmieröl zuverlässig aus dem Kurbelgehäuse in das Ölreservoir zu pumpen.

Die Vorteile der aufwändigeren Trockensumpfschmierung sind:

Es können _____ eingesetzt werden, ohne dass der Motor durch eine vergrößerte Ölwanne nach unten erweitert werden muss. Die üblicherweise unterhalb der Kurbelwelle angeordnete Ölwanne kann sogar deutlich verkleinert werden oder ganz entfallen, was die Bauhöhe des Motors reduziert.

Durch die umsetzbare geringere Motorhöhe kann der Motor _____ werden, was einen günstigeren Fahrzeug-Schwerpunkt ermöglicht.

Durch die größere mögliche Ölmenge können die _____ und _____ werden.

Der Schmierölvorrat muss _____, sondern der Öltank kann an beliebiger Stelle im Fahrzeug angeordnet werden.

Auch in _____ (Geländefahrzeuge, Flugzeuge, Wasserverfahrzeuge) und bei hoher Zentrifugalkraft (Kurvenfahrten im Renneinsatz) ist durch den großen Vorrat im Ölbehälter ein konstanter Öldruck und damit die Motorschmierung gesichert.

Nachteile der Trockensumpfschmierung:

Der Nachteil der Trockensumpfschmierung ist, dass sie durch die zweite Ölpumpe und den separaten Behälter _____ ist als die Druckumlaufschmierung. Daher wird sie meist nur in flachen Sportwagen, Motorrädern, Geländefahrzeugen oder in Wasserverfahrzeuge verwendet.



Durch die zwei Ölpumpen wird das Schmiersystem _____ und um eine _____ erweitert, es entsteht jedoch keine Redundanz. Durch den Ausfall einer (egal welcher) Ölpumpe bricht der Schmierölkreislauf zusammen.

Der Ölstand muss im Gegensatz zur Druckumlaufschmierung meist bei im Leerlauf laufendem Motor am Peilstab des Ölbehälters abgelesen werden.

3.2.3 Bauteile

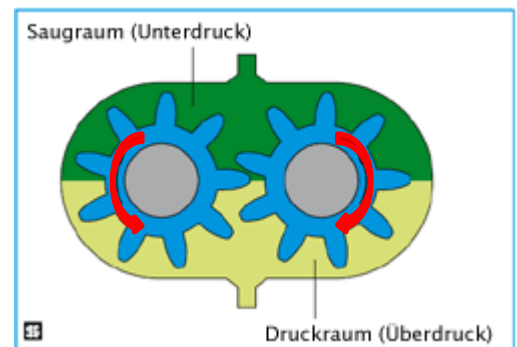
3.2.3.1 Schmierölpumpe

Die Schmierölpumpe ist eine _____. Sie kann bei gleichbleibender Förderrichtung _____ arbeiten. Die Pumpe ist mit Kugelventilen ausgerüstet. Die Fördermenge der ersten Stufe beträgt etwa das 1,3fache der Fördermenge der zweiten Stufe.

Die Schmierölpumpe ist am unteren Teil des Pumpenantriebsgehäuses befestigt. Der Antrieb erfolgt durch das Pumpenantriebsrad der Kurbelwelle. Ein federbelastetes Sicherheitsventil schützt das Schmiersystem vor unzulässigen Drucksteigerungen. Beide Pumpenstufen haben je zwei Saug- und Druckventile.

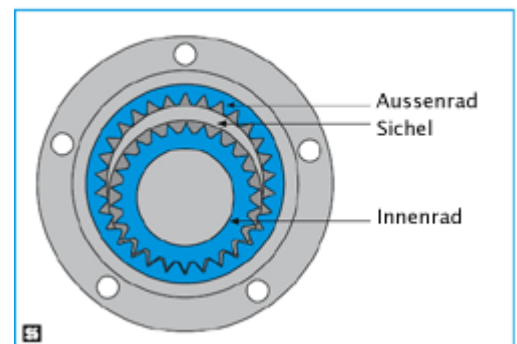
Zahnradpumpen

Bei der Zahnradpumpe wird das Öl durch die Drehbewegung zweier Zahnräder zwischen den _____ transportiert. Durch das Ineinandergreifen des Zahnräderpaares wird verhindert, dass das Öl in die Wanne zurückfließen kann. So entsteht auf der einen Seite ein Überdruck, während auf der Saugseite ein Unterdruck entsteht.



Sichelpumpe

Bei der Sichelpumpe ist zum Innenrad ein im Pumpengehäuse gelagertes Außenzahnrad exzentrisch angeordnet. Wie auch bei der normalen Zahnradpumpe wird das Öl in den _____ transportiert. Durch das fortlaufende Drehen der Pumpe entsteht auf der Seite, auf der die Zähne auseinander laufen, ein Unterdruckbereich. Dies ist die Saugseite der Pumpe. In dem Bereich, wo die Zähne wieder ineinander greifen, entsteht ein Überdruck. Hier wird das Drucköl abgeführt. Der Vorteil der Sichelpumpe gegenüber der normalen Zahnradpumpe liegt in einer erhöhten Förderleistung, speziell bei niedrigen Drehzahlen.

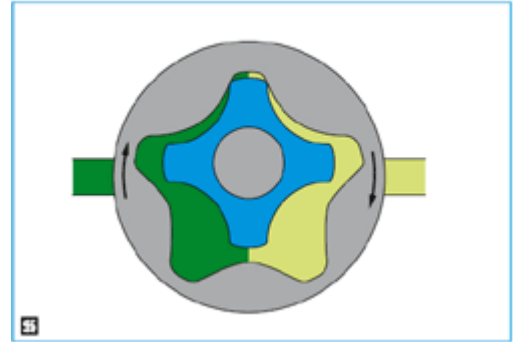




Rotorpumpe

Die Rotorpumpe besteht aus einem innenverzahnten Außenrotor und einem außenverzahnten Innenrotor. Der Außenrotor wälzt sich über die Zähne des Innenrotors ab und dreht sich auf diese Weise im Pumpengehäuse.

Der Innenrotor besitzt _____ als der Außenrotor, so dass bei einer Umdrehung Flüssigkeit von der jeweils einen in die nächste Zahnücke des Außenrotors transportiert wird.



Bei der Drehbewegung vergrößern sich die Räume auf der Saugseite, während sie sich auf der Druckseite entsprechend verkleinern. Mit dieser Bauart kann man bei hohem Förderstrom _____ erzeugen.

3.2.3.2 Schmierölnochbehälter

Die erste Stufe der Schmierölpumpe saugt das Öl über ein Saugrohr aus der Grundplatte. Die Pumpe drückt das Öl in den Schmierölnochbehälter. Die zweite Pumpenstufe saugt das Öl aus dem Hochbehälter und drückt es über den Temperaturregler, den Ölkühler und das Schmierölfilter zu den Schmierstellen.

Am Ende der Verteilerleitung befindet sich das federbelastete verstellbare _____. Es lässt bei zu hohem Druck Öl in _____ abfließen.

3.2.3.3 Handkolbenpumpe

Die Handkolbenpumpe ist eine _____, ventilgesteuerte _____. Sie befindet sich auf der Abgasseite des Motors. Sie dient zum Vorschmieren des Motors und zum Auspumpen der Grundplatte.

Im Pumpengehäuse gleitet der Kolben. In seine Kulisse fasst ein Schwinghebel, welcher von der Griffstange betätigt wird. Die Saug- und Druckventile befinden sich im Gehäuse. Alle Ventile sind Kegelventile.



3.2.3.4 Schmierölfilter



Das Schmieröl wird über einen Krümmer auf die drei Umschalter verteilt. Zwei Umschalter stehen jeweils auf "Betrieb" (Hebel senkrecht), ein Umschalter auf "Aus" (Hebel waagrecht). Die Siebscheiben werden vom Schmieröl _____ umspült.

Es besteht aus Filterkammern mit je einem Siebscheibeneinsatz.

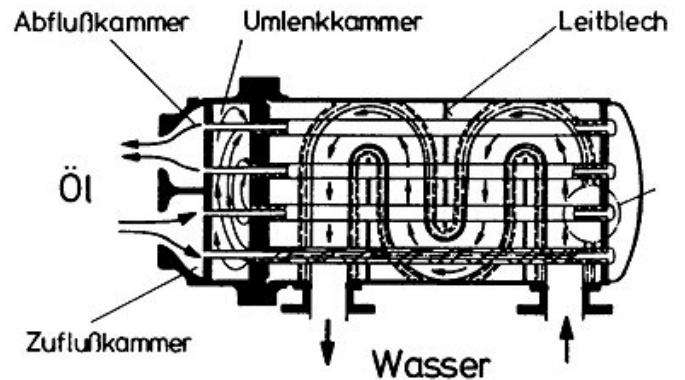


Jede Filterkammer ist durch einen Umschalter _____. Durch eine Verriegelung wird verhindert, dass mehr als eine Kammer gleichzeitig abgeschaltet werden kann. Die abgeschaltete Kammer kann _____ werden. Sie steht _____ zur Verfügung.

Der Filtereinsatz besteht aus Siebscheiben. Diese sind zusammen mit vier _____ am Zwischenboden befestigt. Zum Entleeren sind die Filterkammern mit Ablassschrauben versehen. Jede Kammer ist mit einem Entlüftungssystem versehen.

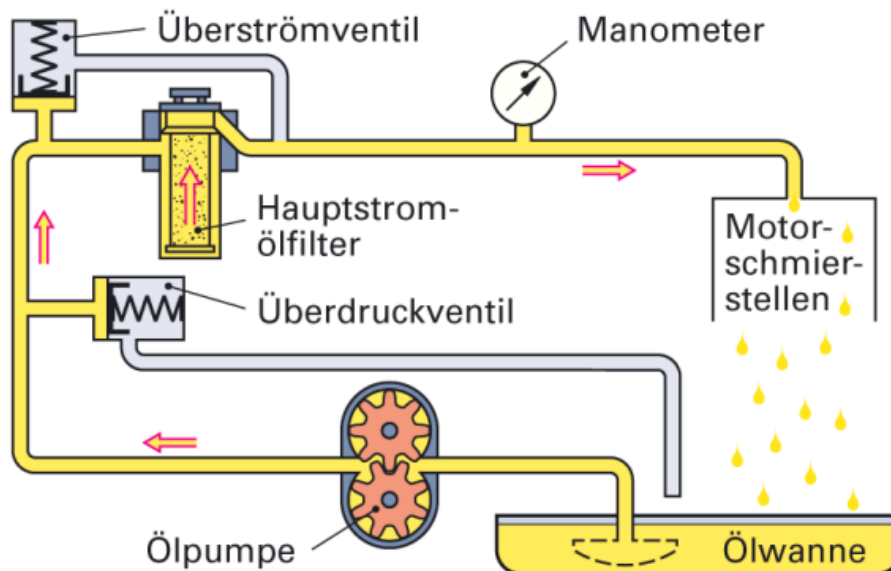
3.2.3.5 Ölkühler

Im Ölkühler erfolgt die Rückkühlung des Schmieröles in der Weise, dass die Wärme des in den Rohren strömenden Öles über das Rohrbündel an das die Rohre umgebende Kühlwasser abgegeben wird. Der Ölkühler ist getrennt aufgestellt.



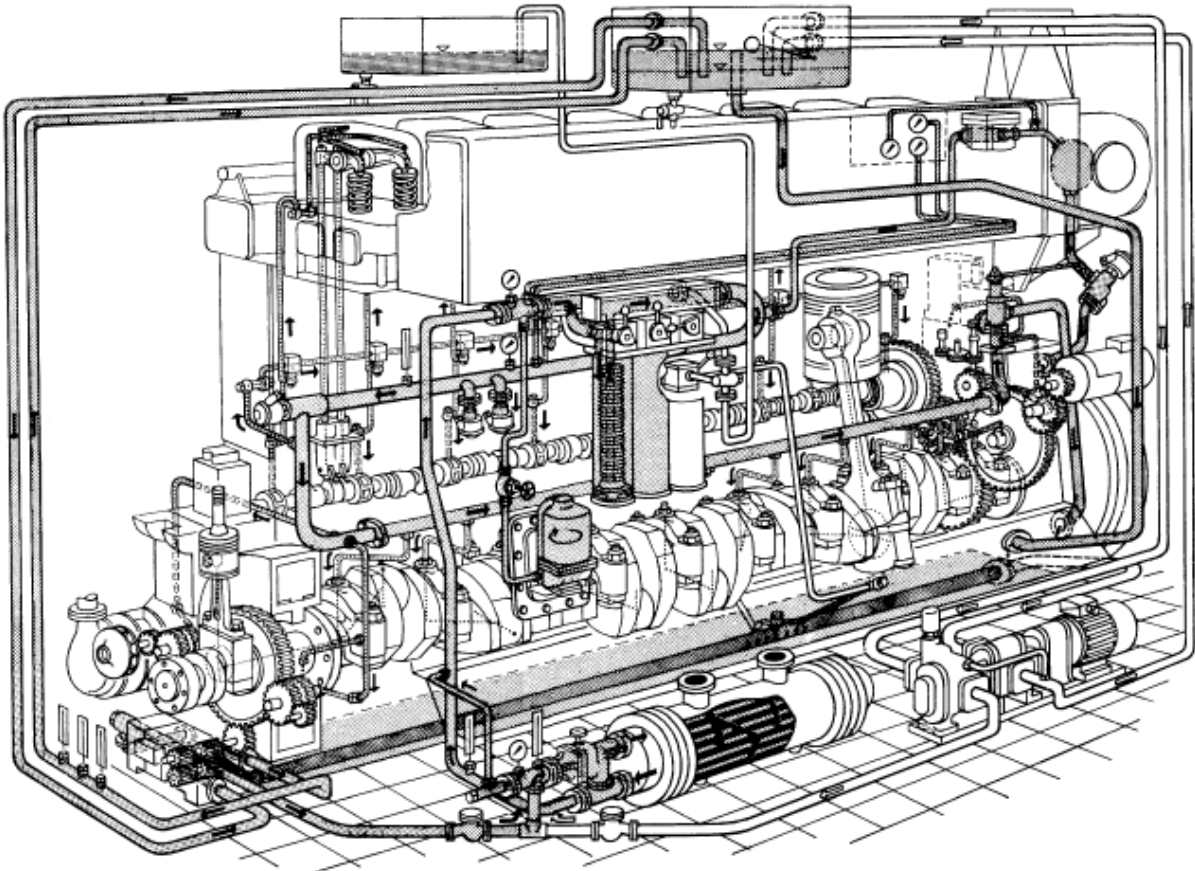
3.2.4 Schmiersysteme an Schiffsmotoren

Allgemeines Schmierprinzip

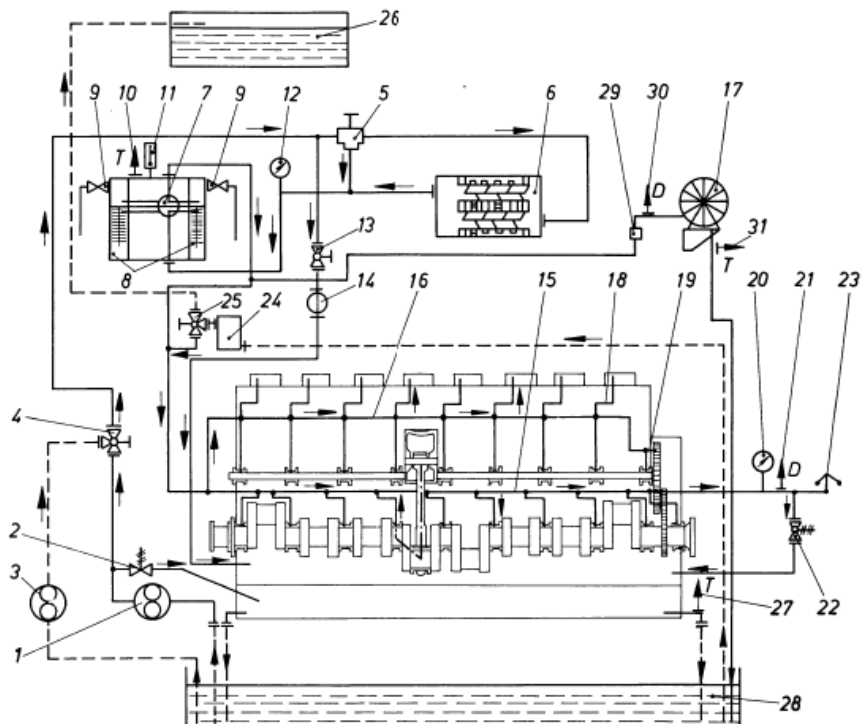




Schmiersystem des VD 36 / 24



Schema des Schmiersystems vom VD 36 / 24





3.2.5 Schmierstoffe

Schmierstoffe (auch: Schmiermittel, engl.: lubricants) werden zur Schmierung eingesetzt und dienen zur Verringerung von _____ und _____ sowie zur _____, _____, _____, _____ und dem _____.

Prinzipiell bestehen alle Schmierstoffe aus einer Basisflüssigkeit (meistens Grundöl) sowie aus weiteren Inhaltsstoffen, welche man Additive nennt.

Schmierstoffe unterliegen verschiedenen Einflüssen:

1. _____ Einflüsse (Druck und Scherspannungen an der Schmierstelle)
2. _____ Einflüsse (Wärmezu- bzw. abfuhr)
3. _____ Wechselwirkungen mit anderen Stoffen (Blow-by Gasen, Nitrierung durch Kraftstoffe, Reibpartner, Dichtungen ...) und der Umgebung (zum Beispiel Luft, Wasser-Luftfeuchtigkeit)
4. Schmierstoffalterung

Der Gesamtanteil der Motoröle stellt mit etwa 50 % der Gesamtmenge in Europa und etwa 32 % in Deutschland die größte Einzelgruppe der Schmierstoffe dar. Dabei werden sie in nahezu allen Personen- und Lastkraftwagen eingesetzt.

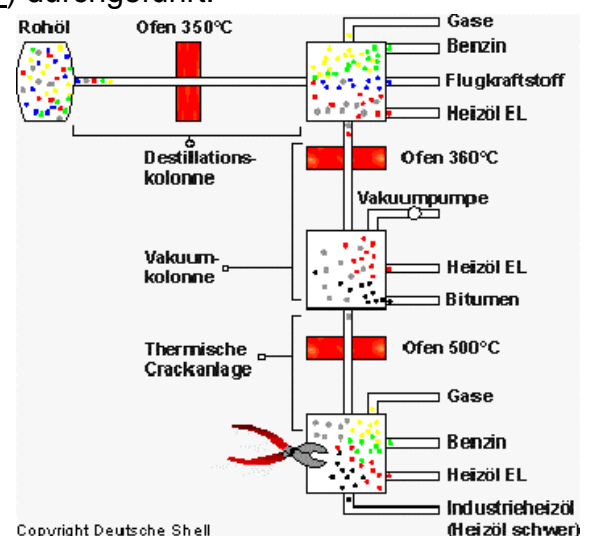
Öle

Moderne Viertaktmotoren-Öle sind in der Regel Mineral- oder Synthetikgrundöle mit einem Additivpaket.

Das Grundöl ist beim Mineralöl ein Erdöldestillat. Da Öle einen so hohen Siedepunkt haben, dass sie sich normalerweise bereits beim Destillieren zersetzen würden, wird dies unter Vakuum (siehe _____) durchgeführt.

Dieses Öl ist kein reiner Stoff, sondern eine _____, also ein Gemisch unterschiedlicher Kohlenwasserstoffe mit ähnlichem Siedebereich. Diese Öle waren lange Zeit die einzigen im Kfz verwendeten Öle, heute sind sie von einigen Herstellern noch als Kompressorenöl oder Maschinenöl im Angebot.

Bis in die vierziger Jahre und danach wurden hochbelastete Motoren (vor allem Motorradrennmotoren) auch noch mit Pflanzenöl (Rizinusöl) geschmiert, die Firma Castrol hat sich ihre Reputation mit derartigen Ölen erworben. Rizinusöl heißt auf englisch castor oil.



Öle

Die ersten synthetischen Schmierstoffe wurden in den 1930er und 1940er Jahren von Hermann Zorn (dem „Vater der synthetischen Schmierstoffe“) bei der I.G. Farben in Oppau und später in Leuna entwickelt.



Erstes synthetisches Schmieröl dieser Art war das SS 906. Die Bedeutung dieser synthetischen Schmieröle lag u. a. in der Entwicklung der Viskosität auch unter extremen Temperaturbedingungen.

Öle

Es existiert eine relativ große Palette von hochwertigen Ölen auf der Basis nachwachsender Rohstoffe für Zwei- und Viertakt-Motoren (Biogene Schmierstoffe); diese bestehen im Regelfall aus synthetischen Estern auf Pflanzenölbasis.

öle

Mit der Entdeckung der Polymere Ende der 1960er wurden damit die Mehrbereichsöle entwickelt. Diese Öle haben die Eigenschaft, dass sie bei unterschiedlichen Temperaturen ihre Viskosität nicht so stark ändern wie Einbereichsöle.

Das ermöglicht es, im Sommer und im Winter das gleiche Öl zu benutzen und erleichtert das Starten des Motors bedeutend. Außerdem erfolgt bereits bei kaltem Motor eine schnellere Schmierung des Motors, so dass sich der durch Kaltstarts verursachte Verschleiß verringert.

Diese Vorteile sind so gravierend, dass die Einbereichsöle schnell völlig vom Markt verschwunden waren.

Synthetiköle haben inzwischen überragende Eigenschaften. Sie lassen sich für sehr große Viskositätsbereiche herstellen, haben eine gute Kältefließfähigkeit, neigen nicht zum Verkokeln und sind sehr druck- und temperaturstabil.

Druckstabil sind sie in zweierlei Hinsicht: zum Einen bauen sie einen sehr tragfähigen Schmierfilm auf, der auch unter extremen Belastungen nicht abreißt, zum Anderen wird die Struktur der Moleküle im Betrieb schwerer zerstört als beim Mineralöl. Für hochbelastete Sportmotoren können teilweise nur noch synthetische Motorenöle verwendet werden.

Mischen verschiedener Öle

Pflanzenöle, zum Beispiel ein biologisch abbaubares Kettenspray auf Basis von Rapsöl, sind nicht mit mineralischen Schmierölen oder -fetten mischbar; das heißt, die Öle lösen sich zwar ineinander, sind so aber nicht technisch verwendbar.

öle

(Voll)synthetische Leichtlauföle ermöglichen Treibstoffeinsparungen von 1 bis 6 %. Da die zum Teil abgesenkte Viskosität (Öle wie 0W-30, 0W-40, 5W-30, 5W-40) zu Schmierproblemen führen kann, wird eine Freigabe des Motorherstellers benötigt.

Dieselmotorenöle:

API-Klassenname	Bemerkung
API-CC	Motorenöle für geringe Beanspruchungen
API-CD	Motorenöle für hohe Beanspruchungen, turbogetestet
API-CE	Motorenöle für höchste Beanspruchungen, turbogetestet
API-CF-4	Motorenöle der Klasse CE mit geringem Anteil an metallorganischen Additiven und höheren Anforderungen in Bezug auf Ölverbrauch und Ablagerungen an Kolben.



3.3 Das Kühlsystem

3.3.1 Aufgaben der Kühlung

- ⇒ _____ aus dem Verbrennungsvorgang
- ⇒ _____ von Bauteilen oder des Motoröls
- ⇒ _____ des Motors auf Betriebstemperatur

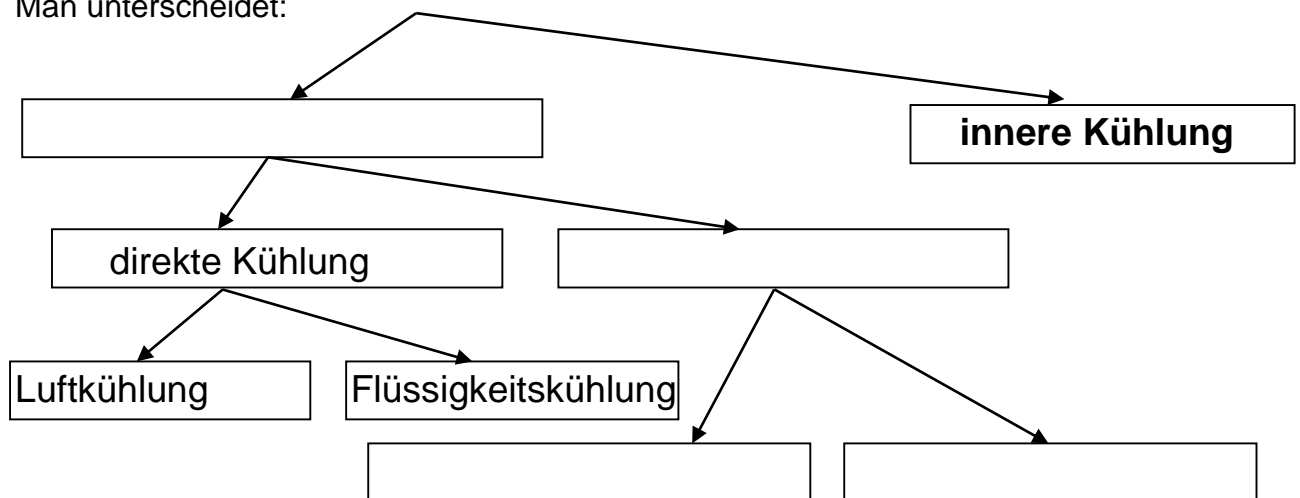
Gute Kühlung erlaubt:

- ⇒ Verbesserte Zylinderfüllung
- ⇒ Verminderung der Klopfneigung bei Otto-Motoren
- ⇒ Höhere Verdichtung
- ⇒ Höhere Leistung bei günstigerem spezifischen Kraftstoffverbrauch
- ⇒ gleichmäßigere Betriebstemperaturen und günstige Auslastung der Bauteile

3.3.2 Arten der Kühlung

Das Kühlsystem in einem Verbrennungsmotor dient hauptsächlich zur Abführung der überschüssigen Wärme, die beim Durchlaufen des Kreisprozesses entsteht.

Man unterscheidet:



Hauptsächlich kommen _____ und _____ als Primärkühlsystem zur Anwendung.

Daneben wird jedoch auch die Kühlung _____ genutzt, um den Motor auf einer günstigen Betriebstemperatur zu halten. Das Motorkühlsystem ist nicht immer das einzige Kühlsystem in einem Motor, beziehungsweise Fahrzeug.

Zusätzlich können noch separate Systeme für die _____, das _____, das _____, oder für das Lenkgetriebeöl, oder den _____ eingebaut sein.

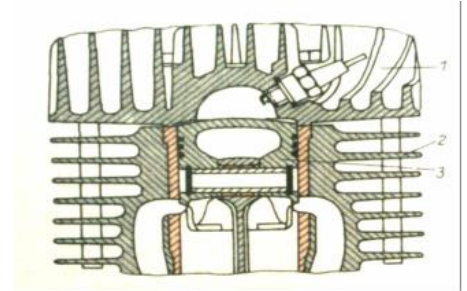


3.3.2.1 Luftkühlung

Fahrtwindkühlung

Alle Teile des Motors sollen allein durch den Fahrtwind, ohne irgendein Gebläse und ohne irgendeine Regelung der Temperatur, mit seinen _____ gekühlt werden.

Doch kommt es fast nur noch bei Zweirädern vor, wo der/die Zylinder so angeordnet werden können, dass der Fahrtwind diese direkt umspült.



1 – Zylinderkopf
2 – Zylinder
3 - Kolben

Vorteile

- ⇒ Der Motor hat einen _____.
- ⇒ Er hat ein _____, da die Kühlrippen aus leichtem Metall gefertigt sind.

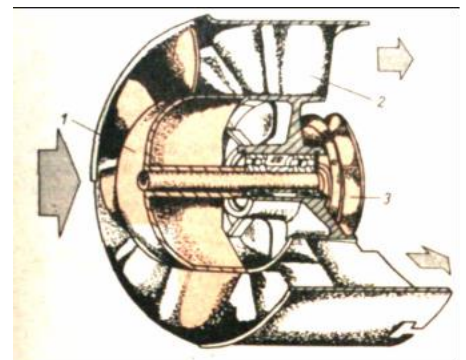
Nachteile

- ⇒ Die Kühlung kann _____ geregelt werden.
- ⇒ Ist ein Mehrzylindermotor längs eingebaut, sind die hinteren Zylinder benachteiligt, da sie zu wenig Fahrtwind abbekommen.
- ⇒ Es wird nicht richtig _____ gekühlt.

Gebälsekühlung

Die Gebläsekühlung soll mit Hilfe eines _____ den Motor kühlen.

Ein starkes Gebläse, das vom Motor angetrieben wird (meist über die Kurbelwelle), führt den hitzebeanspruchten Partien des Motors über Kanäle und Luftleitblechen kalte Luft zu. Dadurch gibt der Motor die Wärme ab. Ist der Motor kalt, wird die Luftzufuhr thermostatisch vom Motor aus geregelt.



1 – Laufrad
2 – Gehäuse
3 - Antrieb

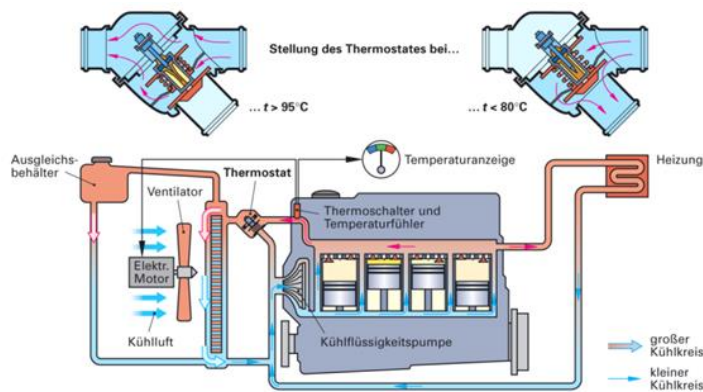
Nachteile

- ⇒ In den kalten Jahreszeiten (Ende Herbst, Winter) kann der Fahrzeuginnenraum nicht ausreichend geheizt werden.
- ⇒ Das Gebläse verbraucht _____, mehr als die Pumpe der Flüssigkeitskühlung.
- ⇒ Die Kühlung kann nicht so _____ verteilt werden.



3.3.2.2 Flüssigkeitskühlung

Die Flüssigkeitskühlung soll, wie jede andere Kühlmethode auch, für eine möglichst geringen sorgen.



In einem Prozess, der von einem Thermostat geregelt wird, pumpt die vom Motor angetriebene Kühlmittelpumpe das Kühlmittel von den wärmekritischen Stellen zu Öl-Flüssigkeitswärmetauschern oder Luft-Flüssigkeitswärmetauschern, bzw. zum Ausgleichsbehälter. Dort wird die Wärme an die Luft abgegeben.

Lüfter, die durch ein Thermostalter betätigt werden, sorgen bei Bedarf für

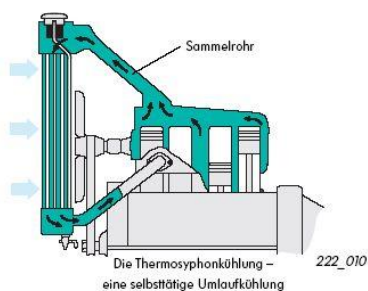
zusätzlich Wärmeaustausch. Dieser Prozess wird erst bei zu heißem Motor und/oder bei zu wenig Fahrtwind vollständig in Gang gesetzt, um die Betriebstemperatur möglichst hoch zu halten.

Vorteile

- ⇒ Wärmeabfuhr Kühlung der Zylinder.
- ⇒ Gute Heizwirkung im Fahrzeuginnenraum.

Thermosiphonkühlung

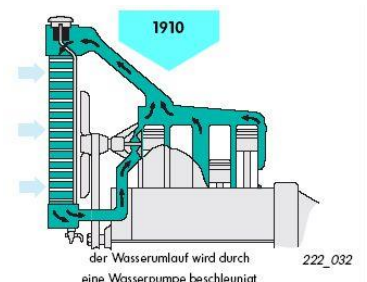
Sie war die erste Wasserkühlung. Hier fand das physikalische Prinzip Anwendung dass wärmeres, leichteres Wasser steigt und kälteres, schwereres Wasser sinkt.



Das vom Motor erwärmte leichtere Wasser steigt also in den oberen Teil des Kühlers. Das Wasser im Kühler wird durch den Fahrtwind abgekühlt, sinkt folglich nach unten und fließt dem Motor wieder zu. Die Kühlung wurde später zusätzlich durch Lüfter unterstützt, eine Regelung war jedoch noch nicht möglich.

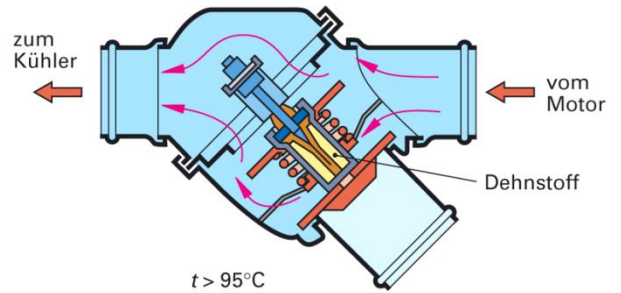
Pumpenumlaufkühlung

Später wurde der Wasserumlauf durch eine Wasserpumpe beschleunigt. Allerdings benötigten diese Systeme eine lange Wasserleitung. Im Winter kam der Motor schlecht auf Betriebstemperatur. In der weiteren Entwicklung kam deshalb ein Kühlwasserthermostat zum Einsatz.

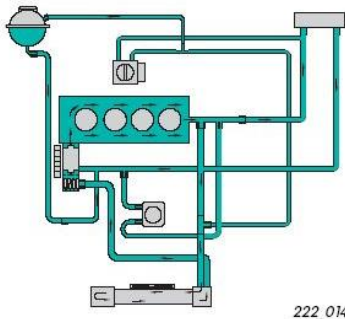




Der Wasserumlauf über den Kühler wird in Abhängigkeit von der Kühlwassertemperatur geregelt. Dabei wurde das Kühlsystem in _____ aufgeteilt. In der Warmlaufphase des Motors kreist das Kühlwasser von der Kühlmittelpumpe angetrieben _____ (kleiner Kühlkreislauf). Dies bewirkte eine schnelle Erwärmung des Motors. Das Öl im Wellrohrbalg des Thermostats erwärmte sich, dehnte sich aus und der Regler öffnete den Zugang zum Kühler (großer Kühlkreislauf).



Zur besseren Kühlung des Motors wurde später das physikalische Prinzip genutzt, dass _____ nicht bei 100°C, sondern erst bei 115°C bis 130°C zu sieden beginnt (Dampfkochtopf!)

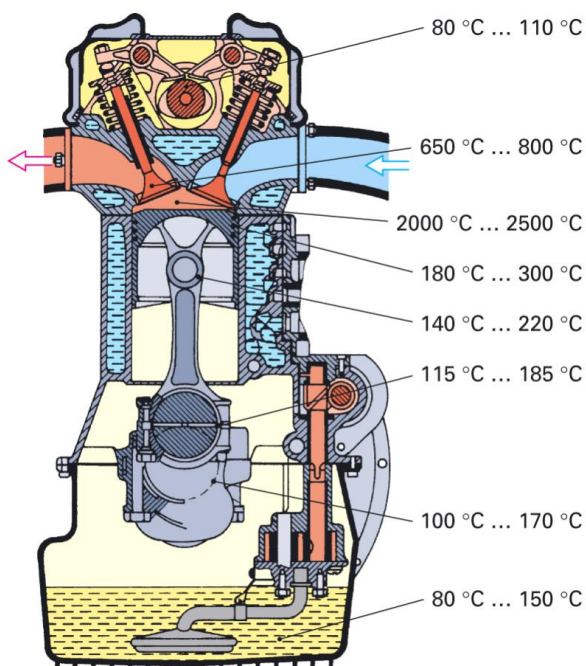


Der Kühlkreislauf steht dabei unter einem Druck von 1,0 - 1,5 bar. Man spricht vom geschlossenen Kühlsystem. Die Anlage benötigt dazu einen Ausgleichsbehälter, der nur etwa zur Hälfte gefüllt ist.

Als Kühlmedium wurde nun nicht mehr nur Wasser, sondern ein Gemisch aus Wasser und einem Kühlmittelzusatz verwendet. Man verwendete deshalb auch nicht mehr den Begriff Kühlwasser sondern Kühlmittel.

Das enthaltene Frostschutzmittel (bekannt als Glyantin) im Kühlmittel bietet zusätzlich einen höheren Siedepunkt und schützt außerdem die Leichtmetallteile des Motors vor Korrosion.

3.3.3 Temperaturen am Motor

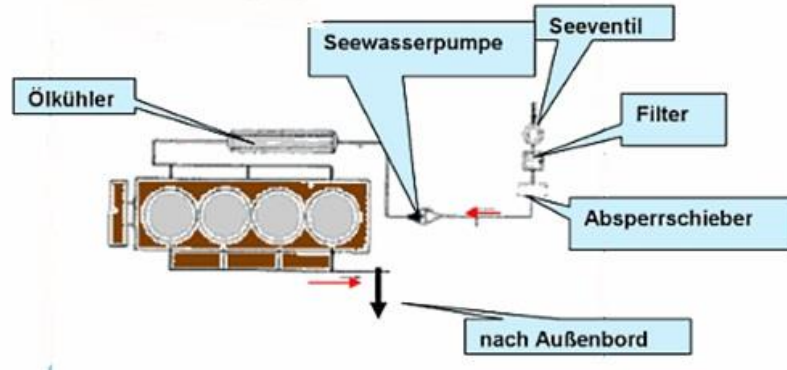




3.3.4 Kühlsysteme an Bord

3.3.4.1 Seewasserdurchflusskühlung

Das _____ wird von Außenbord angesaugt und durch die Kühlhohlräume des Motors gedrückt und gelangt anschließend wieder nach Außenbord.

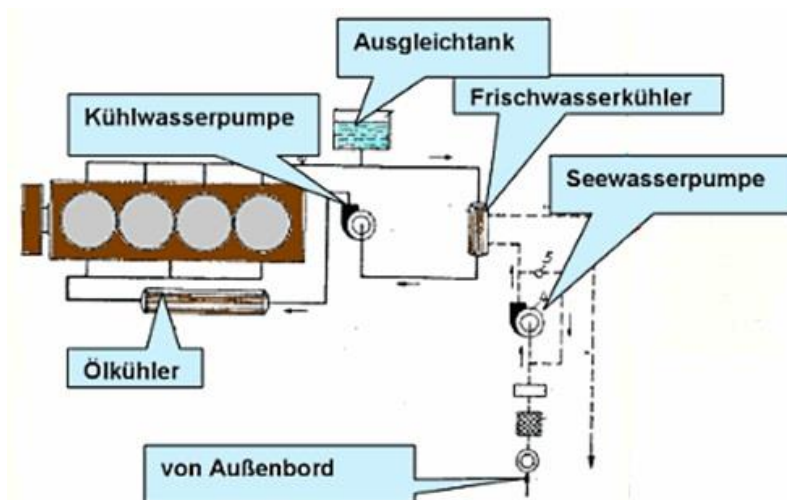


Nachteile dieses Kühlprinzips

- im Wasser gelöste Salze werden im den Kühlhohlräumen _____,
- verstärkte _____,
- geringerer _____ durch Ablagerungen.

3.3.4.2 Pumpenumlaufkühlungen

Es gibt zwei Kühlmittelkreisläufe. Das ist der _____, der _____ ist und den Motor mit Frischwasser oder aufbereitetem Kühlmittel kühlt.



Der zweite Kreislauf ist der äußere Kreislauf der den inneren Kreislauf _____. Er arbeitet mit Seewasser.

Die Schnittstelle der 2 Kreisläufe ist der _____



3.3.5 Bauteile des Kühlsystems

3.3.5.1 Kühlwasserübertritt

Durch den Kühlwasserübertritt strömt das Kühlwasser vom Zylinderkopf zum Auspuffsammelrohr bzw. zur Kühlwassersammelleitung.

Mit dem eingebauten Einstellschieber kann der Kühlwasserdurchfluss durch den Zylinder eingestellt werden. Damit ist eine Angleichung der _____ untereinander möglich.

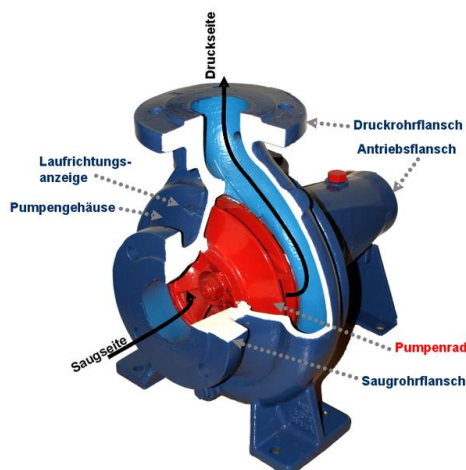
Außer den zum Kühlwasserdurchfluss gehörenden Teilen nimmt der Kühlwasserübertritt das _____ und das _____ auf.

3.3.5.2 Lenzpumpenantrieb

Der direkte Anbau einer Lenzpumpe an den Motor ist wegen der erforderlichen Baugröße nicht möglich. Deshalb ist der Motor mit einem _____ versehen, der eine getrennt aufgestellte Lenzpumpe antreibt.

Der Lenzpumpenantrieb ist als Lamellenkupplung ausgeführt. Diese ist durch einen hydraulischen Schalter ein- bzw. ausschaltbar. Am Ende des Lenzpumpenantriebes befindet sich eine Keilriemenscheibe zum Antrieb der getrennt aufgestellten Lenzpumpe.

3.3.5.3 Kreiselpumpe



Eine Kreiselpumpe dient der Förderung von Flüssigkeiten durch eine Rohrleitung wie zum Beispiel Wasser.

Ein in einem Gehäuse laufendes _____ treibt dabei die Flüssigkeit vom Zulauf zum druckseitigen Auslauf der Pumpe. Das Prinzip ähnelt jenem einer "umgekehrten" das heißt angetriebenen Turbine.

Die zu fördernde Flüssigkeit kann bei den Kreiselpumpen entweder hauptsächlich _____ des Antriebs bewegt werden (radiale Strömung) oder in _____ (axiale Strömung z.B. bei den Propellerpumpen).

Bei entsprechender Gestaltung von Laufrad und Gehäuse können auch Flüssigkeiten mit Feststoffen (z.B. Abwasser) gefördert werden.

Die Kreiselpumpe ist am _____ angeflanscht. Sie wird über ein Zwischenrad vom Pumpenantriebsrad der Kurbelwelle angetrieben. Die Pumpe ist so ausgeführt, dass sie in _____ fördert. Die Welle der Kreiselpumpe ist in Kugellagern gelagert.



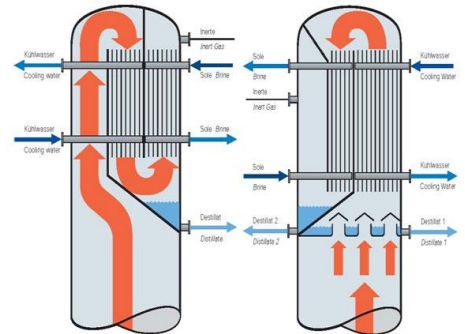
Die Kreiselpumpen für Umlauf- und Seewasser gleichen sich im Wesentlichen. Es wurden lediglich unterschiedliche _____ für die Gehäuseteile verwendet.

Die selbstansaugende Kreiselpumpe besitzt außerdem noch eine _____.

In der Ansaugstufe erzeugt das Sternrad in Verbindung mit der Seitenkanalscheibe einen exzentrischen Wasserring, Dieser bewirkt im Zusammenwirken mit entsprechend angeordneten Steuerschlitzen das Ansaugen der Luft aus der Saugleitung.

3.3.5.4 Wärmetauscher

Im Wärmeaustauscher erfolgt die _____ des Umlaufwassers. Der Wärmeaustauscher ist getrennt vom Motor aufgestellt.

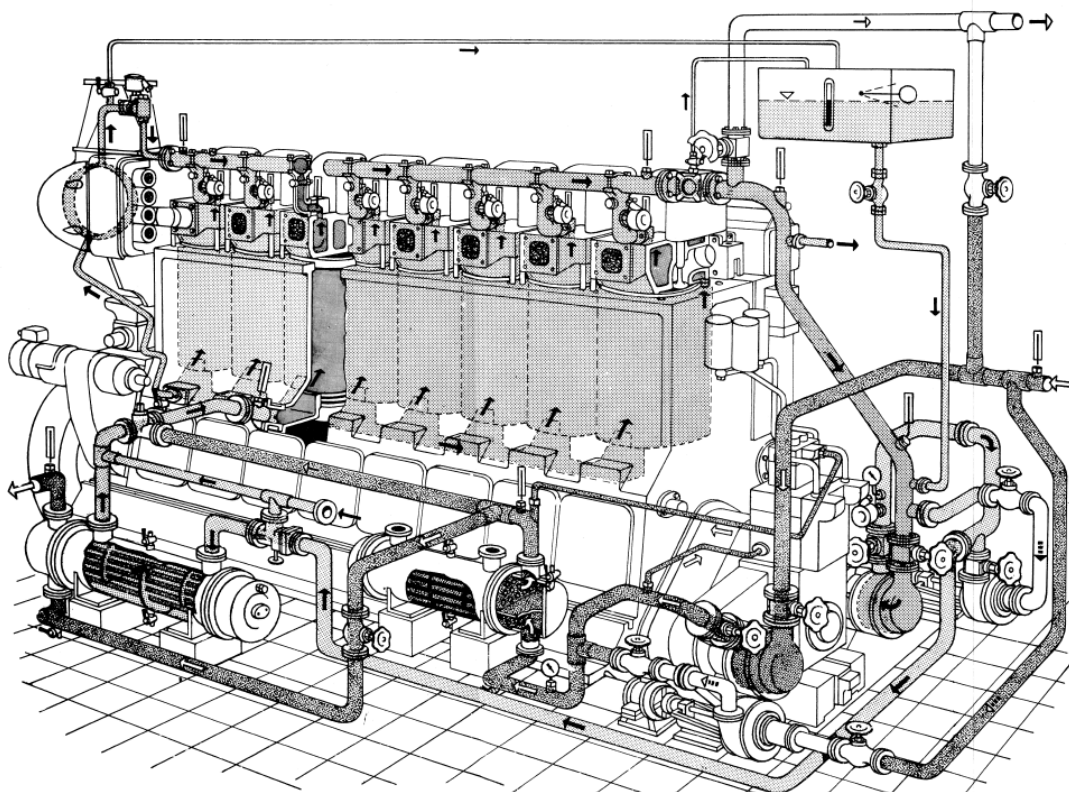


3.3.5.5 Kühlwasserausgleichsbehälter

Der Kühlwasserausgleichsbehälter hat die Aufgabe, das durch Verdunstung, Wärmeausdehnung und kleine Leckagen veränderte Kühlwasservolumen für einen längeren Zeitraum auszugleichen.

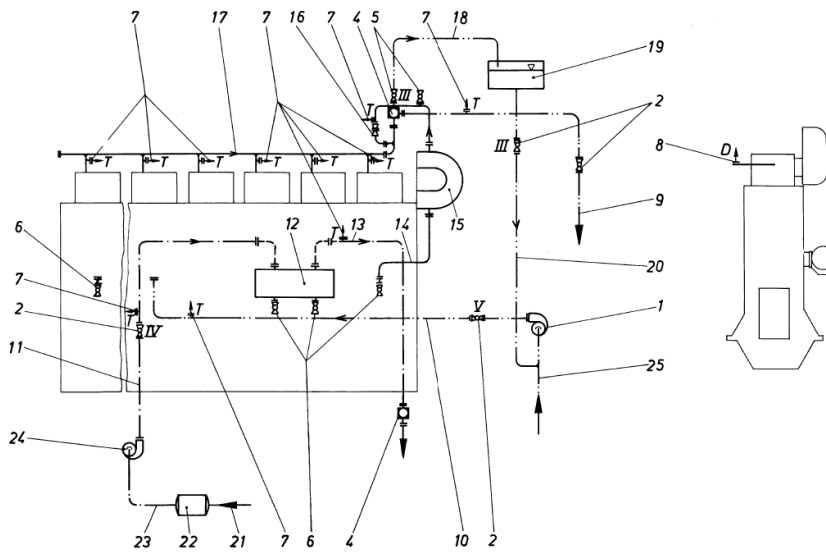
Der Ausgleichsbehälter ist an der _____ Stelle des Systems angeordnet.

3.3.6 Kühlsysteme an Bord (VD 36 / 24)





Schema des Kühlsystems



- 1 Umlaufwasserpumpe
- 2 Absperrhahn
- 3
- 4 Durchflußanzeiger
- 5 Entlüftungshahn
- 6 Entwässerungshahn
- 7 Temperaturmessstelle
- 8 Druckmessstelle
- 9 Leitung zum zentralen Wärmetauscher (Umlaufwasser-eintritt)
- 10 Druckleitung zum Motor
- 11 Leitung zum Ölkühler (Seewassereintritt)
- 12 Ölkühler
- 13 Leitung vom Ölkühler
- 14 Leitung zum Abgasturbolader
- 15 Abgasturbolader
- 16 Regulierring
- 17 Sammelleitung
- 18 Entlüftungsleitung
- 19 Ausgleichbehälter
- 20 Ausgleichleitung
- 21 Leitung von See
- 22 Seewasserfilter
- 23 Leitung zur Seewasserpumpe
- 24 Seewasserpumpe
- 25 Leitung zur Umlaufwasserpumpe



3.3.7 Kühlmittel

_____	<p>Um einerseits die Bildung von Ablagerungen in Form von Kesselstein zu mindern und andererseits die Korrosion an den Bauteilen des Motors auf einem Mindestmaß zu halten, muss das Kühlwasser des inneren Kreislaufes bestimmten Anforderungen genügen.</p> <p>Zur Erzielung eines guten Korrosionsschutzes im Kühlsystem ist das Wasser mit einem geeigneten Korrosionsschutzöl zu versetzen. Das Kühlwasser des äußeren Kreislaufes ist vor seinem Eintritt in dieses System zu filtern.</p>
_____	<p>Bei Motoren, die mit Marine-Diesel-Kraftstoff betrieben werden, erfolgt die Kühlung der Einspritzventile mit Kraftstoff. Es kommt der gleiche Kraftstoff zur Anwendung, wie zum Betrieb des Motors.</p>
_____	<p>Bei Motoren, die mit Schweröl betrieben werden, erfolgt die Kühlung der Einspritzventile mit Öl. Es kommt das gleiche Öl zur Anwendung, wie für die Schmierung des Motors.</p>

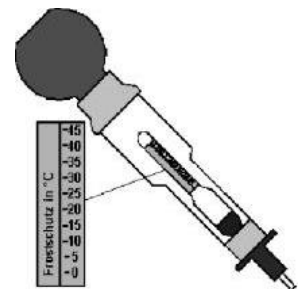
Aufgaben des Kühlmittels

- ⇒ Die Wärme des Verbrennungsmotors zum Kühler oder zu Innenraumheizung transportieren.
- ⇒ Bei niedrigen Temperaturen noch _____ bleiben.
- ⇒ Bauteile des Motors _____
- ⇒ Motorsystem vor _____ (Rost...) schützen.

Zusätze im Kühlmittel

Kühlmittel führt viele Zusätze mit sich, gegen Korrosion, zum Schmieren des Motorblocks, gegen Frost und viele andere. Jedoch besteht es nur noch etwa zur Hälfte aus _____, weswegen man auch nicht mehr Kühlwasser oder Wasserkühlung sagt, sondern Kühlmittel- und Flüssigkeitskühlung.

Um jedoch ein Zufrieren des Kühlmittels zu verhindern, sollte man spätestens zu Beginn der kalten Jahreszeit den Anteil des Frostschutzmittels im Kühlmittel mit einem _____ (Bild nebenan) messen. Dieser sollte bei 40% - 50% liegen, da sonst das Kühlmittel gefrieren könnte.





3.4 Das Anlassluftsystem

3.4.1 Aufgaben des Anlassluftsystems

Bei großen Motoren (Dieselmotoren bis 10.000 kW Leistung) ist es schwierig, sie mit Hilfe von Batterien anzulassen. Deshalb wird oft Druckluft zum Anlassen aber auch zum Umsteuern verwendet.

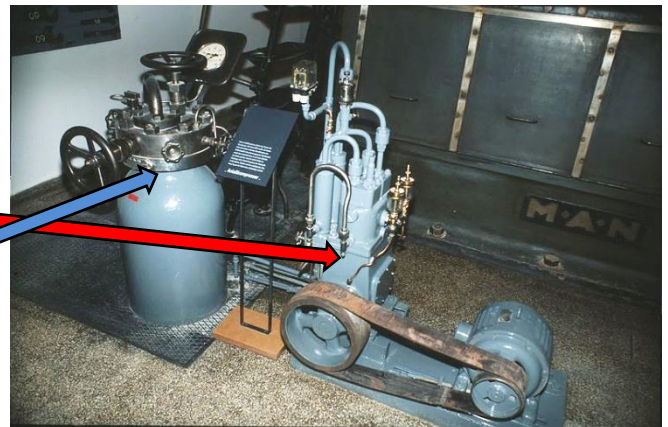
Beim Anlassen mit Druckluft ist deshalb wichtig, dass:

- ⇒ immer _____ vorhanden ist
- ⇒ Motor auf eine solche Drehzahl gebracht wird, dass er beim Einspritzen von Kraftstoff selbständig weiterläuft
- ⇒ bei umsteuerbaren Motoren die _____ wird.

Eine verbreitete Methode des Startens ist die Einspeisung von Druckluft direkt in die Zylinder eines Verbrennungsmotors, wobei dann zwei oder mehr Zylinder des anzulassenden Motors als Anlasser dienen. Das wird bei Großdieseln verwendet, wobei dann immer eine autarke Hilfsenergieanlage zur Bereitstellung der Druckluft erforderlich ist.

Diese Anlage besteht aus:

_____ und

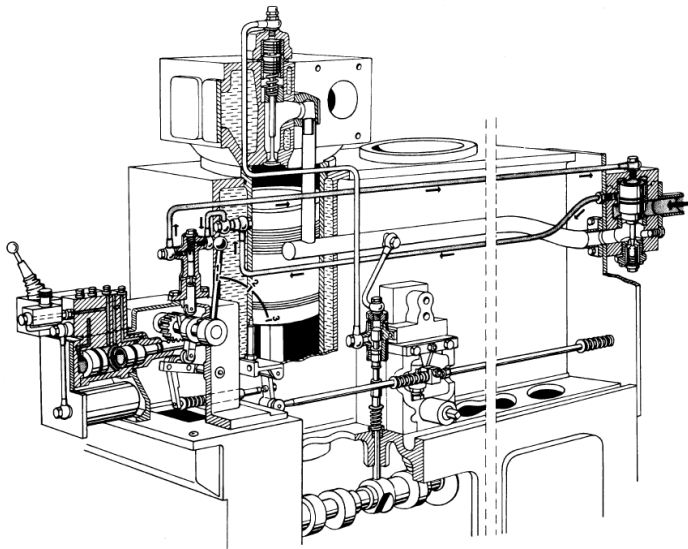


Lokomotiv-, Schiffs- und Standdiesel (z. B. für große Notstromaggregate) sind ein bevorzugtes Einsatzgebiet.

Um einen Großdiesel anzulassen, müssen zunächst die großen Bauteilmassen in Bewegung gesetzt und die kraftverbrauchenden Arbeitsschritte innerhalb des Motors überwunden werden (ansaugen, verdichten, ausstoßen). Für große Schiffsmaschinen kann diese Arbeit kein Elektro- beziehungsweise Luftmotor mehr leisten.

Schiffsdieselmotoren werden daher ausnahmslos mit Druckluft gestartet. Bei kleineren Einheiten unter 10 MW kommen dazu noch gelegentlich Druckluftanlasser zum Einsatz, die am Schwungrad angreifen und auf diese Weise die Maschine durchdrehen.

Große Viertaktmotoren und praktisch alle Zweitaktmotoren werden „direkt“ angelassen. Dabei wird jeder Zylinder entsprechend seiner Position und der Zündreihenfolge mit Anlassluft beaufschlagt. Die entsprechenden Kolben werden nacheinander heruntergedrückt und die Motordrehzahl auf Zünddrehzahl angehoben.



Der Regler stellt die Einspritzpumpen auf „Füllung“, Kraftstoff wird eingespritzt und es kommt zur ersten Selbstzündung. Hierzu ist ein starkes Anlass-Druckluftsystem (üblicherweise 30 bar Nenndruck) notwendig.

Die wichtigsten Bauteile des Anlassluftsystems ist der _____
_____(1), der durch den Anlassnocken auf der Nockenwelle gesteuert den Weg der Druckluft entsprechend der Zündfolge an das _____
_____(2) frei gibt.

Damit der mit Druckluft anzulassende Motor sicher betrieben werden kann ist dafür zu sorgen, dass immer ein genügend großer Druckluftvorrat vorhanden ist. Das kann entweder durch das Betreiben _____
_____ oder den _____
_____ erfolgen.

Er ist einfachwirkend, automatisch abschaltbar und sitzt auf dem Pumpenantriebsgehäuse und wird vom Pumpenexzenter angetrieben.

Der Kompressor ist an den äußeren Kühlwasserkreislauf des Motors angeschlossen. Die Schmierung erfolgt durch die Umlaufschmierung des Motors.

Zum Anlassen des Motors können Druckluft, Verbrennungsgase des Motors oder Kohlen-säure benutzt werden. Diese Medien müssen frei von mechanischen Verunreinigungen und Wasser in den Motor gelangen.

Das Anlassen des Motors mit Sauerstoff ist auch in Notfällen verboten!



4 Aufladen von Verbrennungsmotoren

4.1 Möglichkeiten der Leistungssteigerung von Verbrennungsmotoren

Die Leistung der Verbrennungsmotoren ist abhängig von:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____ Faktor 0,5 bei 4-Taktmotoren, Faktor 1 beim 2-Taktmotor;

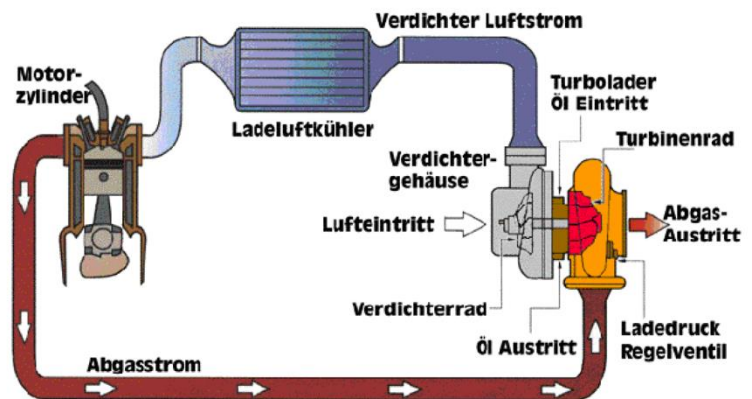
Leistungssteigerung ohne Veränderungen des VH bzw. n ist nur durch 3.) die Erhöhung des p_m mittels „Aufladung“ möglich!

4.2 Prinzip der Aufladung

Beim „Saugmotor“ füllt die Frischluft durch den vom Kolben erzeugten Unterdruck den Zylinder aus – Füllungsgrad _____!

Beim aufgeladenen („Lademotor“) Motor füllt die bereits vorverdichtete Frischluft den Zylinder vollständig; aufgrund der veränderten Steuerzeiten der Einlass- und Auslassventile werden beim Füllvorgang die Abgase restlos herausgespült; die vergrößerte _____

_____ verbessert den Verbrennungsprozess und die dafür benötigte Kraftstoffmenge kann außerdem noch leicht erhöht werden.



Resultat:

- Die pro Arbeitstakt abgegebene Arbeit wird _____, da der p_m stark gestiegen ist (siehe $p - V -$ Diagramm) = Leistungssteigerung!!
- Der spezifische Kraftstoffverbrauch ist _____ gegenüber dem des Saugmotors;
- Verbesserte _____ – Schonung der Umwelt

Aber: Die thermischen und mechanischen Belastungen erhöhen sich wesentlich, so dass auch der Aufladung „normaler Verbrennungsmotoren“ Grenzen gesetzt sind!

(Die o.a. Abläufe sind vereinfacht dargestellt! Auch bei Saugmotoren wird z.B. die Spülung des Zylinders durch spezielle Ausführung des Ansaugkrümmers und -kanals (mit Drall) der Ansaugtakt bzw. der Einströmvorgang optimiert. (Hintze 10/2011))



4.3 Arten der Aufladung

- **Dynamische Aufladung**

- a. **Resonanzaufladung:** Gasschwingungen in besonders gestalteten Ansaug- und Abgasrohren werden _____ und dadurch wird der Gaswechsellvorgang _____.
- b. **Saugrohraufladung:** Die kinetische Energie der diskontinuierlich strömenden Frischluft im speziell geformten Ansaugtrakt des Motors wird so geführt, dass im Moment des Öffnens des Einlassventils im Saugrohr ein Stau – Überdruck – entsteht, der zu einer Verbesserung des _____ führt. Verbesserte Konstruktionen im modernen Automobilbau arbeiten mit variablen Längen der Saugrohre: Geringe Drehzahlen – lange Rohre; hohe Drehzahlen – verkürzte Saugrohre; durch Resonanzen wird die Wirkung noch verstärkt! (Komplizierte, teure Konstruktion);

- **Mechanische Aufladung:**

Die zur Verbrennung benötigte Frischluft wird in speziellen „Verdichtern“ (Ladern) _____, anschließend in „Ladeluftkühlern“ (Wärmetauscher) _____ und dann zu den Zylinderköpfen geführt.

Diese „Verdichter“ werden nach ihrem Wirkprinzip unterteilt in:

- a) **Dynamisches Prinzip:** Diese arbeiten in der Regel nach dem Gebläse- (Strömungs-) prinzip mit einem _____ – ähnlich einer Kreiselpumpe; ohne Ventile, aber hohe Drehzahlen sind erforderlich zur effektiven Verdichtung!

Beispiel: Abgasturbolader – das Laufrad des Kreiselpumpen wird, über eine gemeinsame Welle mit dem Turbinenlaufrad verbunden, von der Abgasturbine angetrieben;

- b) **Verdrängungsprinzip:** Mechanisch angetriebene feste Verdränger „verdrängen“ zwangsweise die angesaugte Frischluft von der Saugseite (des den Verdrängern angepassten Gehäuses) in die Druckseite (mit Überdruck), der sich die Zuleitung zu den Zylindern anschließt. Vorteil: Kein „Turboloch“!

Beispiele: Rootsgebläse; Flügelzellenlader.



5 Elektrische Anlagen an Bord von Binnenschiffen

5.1 Grundaufbau der E – Anlagen (Musterbeispiel)

5.1.1 Übersicht der Strom- und Spannungsarten (Erzeuger und Verbraucher)

Stromart und Spannung	Erzeuger	Verbraucher
Drehstrom 400V 3~	<ul style="list-style-type: none"> • _____ • _____ • _____ 	<ul style="list-style-type: none"> • Antriebsmotore der Hilfsaggregate (Winden/Verd./ Pumpen, etc.) • 230V 1~ Wechselstromanlage
Wechselstrom 230V 1~	<ul style="list-style-type: none"> • _____ • _____ • _____ • _____ 	<ul style="list-style-type: none"> • Licht- und Steckdosenverteilungen • Sonstige Verbraucher • Über Trafo: 24V ~ Verteilung
Wechselstrom 24V ~	<ul style="list-style-type: none"> • _____ • _____ • _____ 	<ul style="list-style-type: none"> • Beleuchtungsanlage/ Positionslampen • Spez. Steckdosenkreise • Gleichrichter der Ladegeräte
Gleichstrom 24V -	<ul style="list-style-type: none"> • _____ • _____ • _____ • _____ • _____ 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufladung div. Batterieanlagen • Notbeleuchtung / auch Positionslampen • Bestimmte nautische Geräte • Funkgeräte, u. ä.

(Hintze – 10/2011)



5.1.2 Hauptschalttafel

- Funktionen:** - Zusammenführung der erzeugten Strom- und Spannungsarten in entsprechenden „Feldern“; ermöglicht deren _____
- _____ verteilt die zugeführten Strom- und Spannungsarten über Schalter und Sicherungen an _____.



Aufbau/ Bestandteile (Musterbeispiel):

Je nach Strom- u. Spannungsarten an Bord müssen bzw. können vorhanden sein in den entsprechen Feldern: _____ und dazu entsprechende Umschalter (bei Drehstrom), _____, Taster für Zu- oder Abschaltungen, Schalter und Sicherungen der abgehenden Stromkreise bzw. Verbraucher (meist hinter Abdeckungen liegend – nur die Bedienelemente sind sichtbar), Synchronisierungsbaugruppen bei mehreren Drehstromgeneratoren u.a.

5.2 Akkumulatoren* - / Batterieanlagen an Bord

5.2.1 Zweck/ Aufgabe an Bord

Akkumulatoren sind _____ für Gleichstrom;

ermöglichen kurzzeitige Abgabe _____ zum Anlassen von Motoren, aber auch langzeitige Abgabe geringer Ströme z.B. für Beleuchtungszwecke;

_____ bei Ausfall anderer Kleinspannungsquellen, z.B. zur Versorgung wichtiger, sicherheitsrelevanter Baugruppen im nautischen wie auch im technischen Bereich des Schiffes.



(*Anmkg.: Geläufige Bezeichnungen sind auch: Bleisammler/ Bleibatterien/ Bleiakkus)

5.2.1 Schaltung in Batterieanlagen

Je nach Verwendungszweck sind möglich:

- mit Bleiakkumulatoren 12 V / 180 Ah:

Reihenschaltung von 2 Stück ergibt als Gruppe:V Spannung und Ah Kapazität ;

Parallelschaltung von 2 Gruppen ergibtV / Ah der Anlage!



- **mit alkalischen Sammlern** , die nur 1,2 V/ Zelle liefern können, ergeben sich z.B. für 24 V eine Zellenanzahl von 20 Stück in Reihenschaltung.

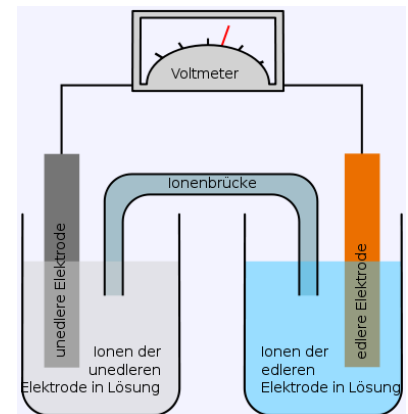
5.2.2 Aufbau einer klassischen Starterbatterie (Bleisammler)

Jeder Bleisammler besteht i. d. Regel aus 6 hintereinandergeschalteter _____ mit je ca. 2 V Zellenspannung; damit ergeben sich ca. 12 V Batterienennspannung, die Größe der Gesamtplattenfläche bestimmt die Leistung (Kapazität) und die maximale Abgabestromstärke.

Jede Zelle beinhaltet:

- einen Plattensatz „Plus“ aus _____ *; mit Polkopf +;
- einen Plattensatz „Minus“ aus _____ *; mit Polkopf - ;
- zwischen den Platten „Separatoren“ aus Kunststoff
- gefüllt mit dem Elektrolyt _____ (verdünnt);
- ein Deckel schließt das Zellengehäuse oben ab; im Deckel der Entlüftungsstutzen und Öffnungen für die beiden Polköpfe

Die 6 Zellen sind mittels Polbrücken untereinander verbunden (+ mit – // – mit +) und im Batteriegehäuse untergebracht.



„Moderne“ Bleiakkus, bei denen das flüssige Elektrolyt H_2SO_4 (gemischt mit Kieselsäure) durch „_____“ ersetzt oder in Mikrovlies gebunden wird, eignen sich besser für den Einsatz in (Wasser-) Fahrzeugen, da diese bei Beschädigung keine so große Gefahr für die Umwelt darstellen und kaum Wartung aufgrund der vollständig abgedichteten Zellen bedürfen.

5.2.3 Einbau / Umgang / Kontrolle der Bleiakkumulatoren

Einbau und Umgang:

- ⇒ nur für den Schiffsbetrieb zugelassene Akkumulatoren einsetzen; bei Ersatz gleicher Typ;
- ⇒ vorsichtig, behutsam, erschütterungsfrei transportieren;
- ⇒ rutschfest und gesichert einsetzen; Anschlüsse festziehen;
- ⇒ Batteriekästen und –schränke mit Be- und Entlüftung versehen;
- ⇒ spezielle säurefeste Farben und Fette verwenden;
- ⇒ bei Arbeiten an Batterieanlagen säurefeste PSA anlegen und verwenden;
- ⇒ dabei nicht rauchen, essen, trinken; offenes Feuer und Licht sind verboten;
- ⇒ Beschilderung, Warnpiktogramme „Ex – Gefahr“ / „Verbot offenes Feuer“ an Zugängen bzw. in der Nähe fest anbringen;
- ⇒ beim Laden sind die Batterieräume bzw. –schränke zu belüften!

(Auszug aus der VDE – Vorschrift 0510)



Kontrolle/ Wartung von Bleiakkumulatoren:

Wenn die Bauart des Akkus es zulässt, aber nicht beim Ladevorgang, sind unter Beachtung der UVV am Akku zu kontrollieren:

- ⇒ Batterie-Ist-Spannung: Mind. Volt; darunterliegend:
- ⇒ Zellenspannung: Mind. ... Volt, Messgerät:
- ⇒ Höhe des Elektrolytstandes in den Zellen: Mind..... mm über den Platten; darunterliegend: Auffüllen nur mit, keine Säure!
- ⇒ Elektrolytdichte in den Zellen: Messgerät:

Eintauchbereich der Spindel:

„Grün“, Dichte* _____ = Zelle/Batterie _____;

„Gelb“ ; Dichte _____ = Zelle/Batterie _____

„Rot“ ; Dichte _____ = Zelle/ Batterie _____;

Dichte < 1,15 = vollständig entladen, drohende Sulfatierung = Nicht mehr ladefähig!!

Zu den Wartungsarbeiten zählen weiterhin:

- Festen Sitz der Polklemmen und der Batteriehalterung kontrollieren;
- Kontakte und Oberflächen sauber halten; Säurespritzer beseitigen;
- Anschlüsse mit Polfett schützen; Entlüftung in den Einfüllstopfen öffnen
- Hände, benutzte Geräte und Arbeitsmittel nach Abschluss der Wartungsarbeiten reinigen;
- säurehaltige Lappen sofort entsorgen – Säure zerfrisst auch Behältnisse, nicht nur Arbeitskleidung;
- sollten trotz aller Vorsichtsmaßnahmen Verätzungen auftreten ist sofort Erste Hilfe zu leisten, die kontaminierte Körperstelle ist mit viel Wasser zu neutralisieren bzw. zu spülen und ärztliche Hilfe in Anspruch zu nehmen!

(Anmkg.: Über die chemischen Prozesse beim Lade- / Entladevorgang kann im Unterricht gesprochen werden.)

* Maßeinheit der Dichte: g / cm³

(Hintze – 10/2011)



6 Hydraulik

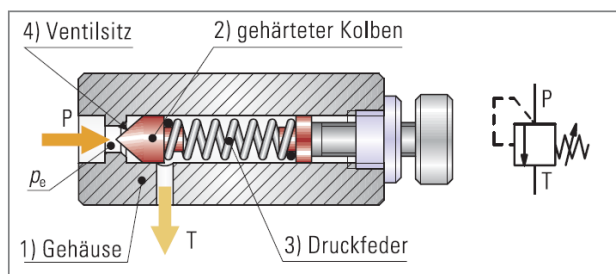
Unter Hydraulik versteht man im engeren Sinn die Anwendung der _____ zur Übertragung von Kräften und zur Erzeugung von Bewegungen.

Hydraulikflüssigkeiten sind nicht nur _____, sondern auch _____.

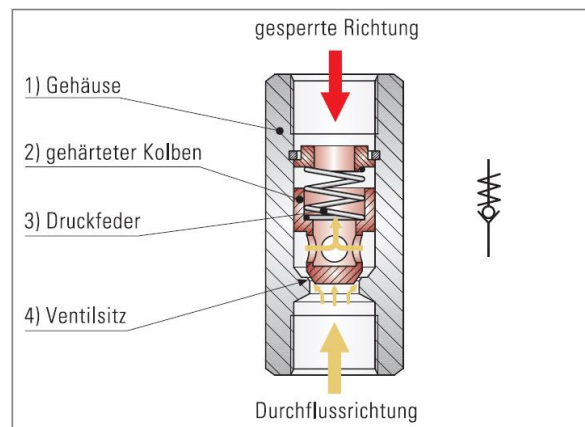
Als Druckflüssigkeiten werden vorwiegend Hydrauliköle auf Mineralölbasis eingesetzt. Hydrauliköle sind genormt in DIN 11002, 51524, 51525, 24320.

6.1 Wichtige Ventile

Wichtige Ventile in Hydrauliksystemen sind Druckbegrenzungsventile und Rückschlagventile. Beide dienen der _____ und sorgen damit für den richtigen und sicheren Betrieb des Systems.



2 Funktionsprinzip des Druckbegrenzungsventils



3 Rückschlagventil

6.2 Schaltsymbole und Schaltpläne

Ein Schaltplan ist der Plan einer hydraulischen Anlage. Die Bauteile sind durch _____ dargestellt. Diese Pläne sind Teil der zu jeder Anlage erforderlichen Dokumentation, wichtig insbesondere zum _____ der Anlage.

Die Liste der unten aufgeführten Schaltzeichen (Fluidtechnik) enthält eine Auswahl von Symbolen für Hydraulik und Pneumatik, sowie Schaltzeichen für Speicher, Filter, Pumpen und Kompressoren, Zylinder und Ventile.

Schaltpläne können individuell, firmenspezifisch oder nach _____ (DIN ISO 1219) erstellt werden. Sie können Teile wie z. B. Arbeits- und Steuerschaltkreise, die Schritte des Arbeitsablaufs, die Bauteile der Schaltung mit ihrer Kennzeichnung sowie die Leitungen

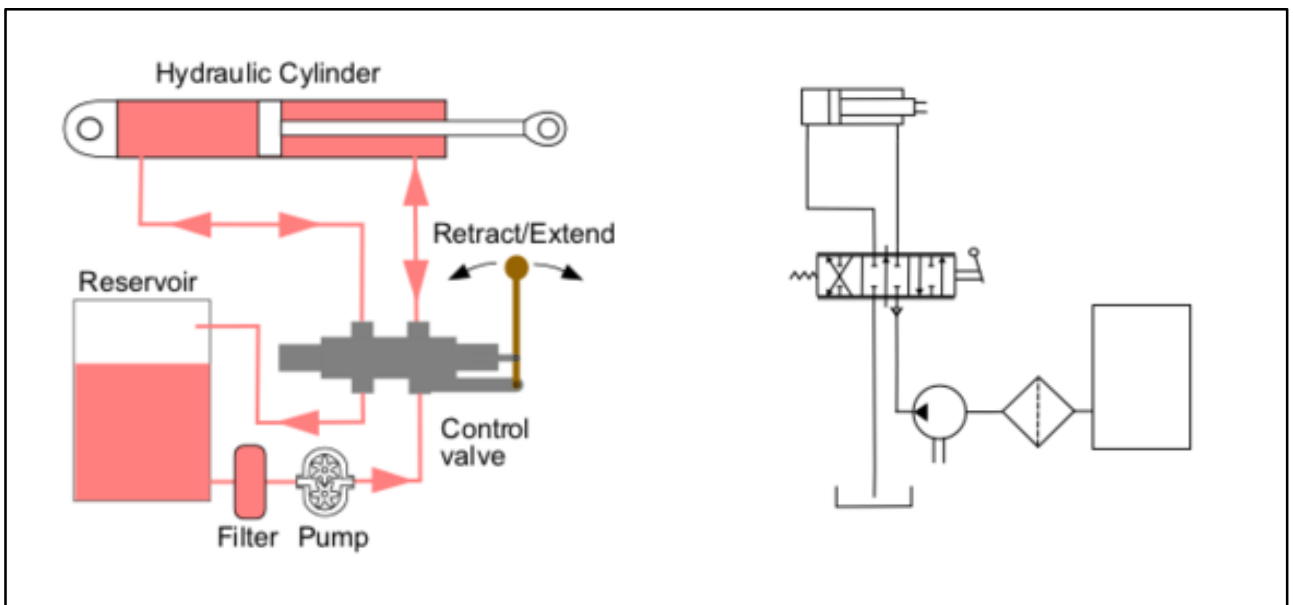


und Verbindungen darstellen. Die räumliche Anordnung der Bauteile wird in der Regel nicht berücksichtigt.

Ein Symbol zeigt ausschließlich die _____ eines Bauteiles/Gerätes, es sagt nichts über den _____ der Hydraulik-Komponenten aus.

Symbole werden einfarbig dargestellt, und im Normalfall werden sie _____, _____ bzw. in _____ dargestellt.

Schematische Darstellung und Schaltplan einer einfachen Hydraulikanlage mit einem Zylinder.



Sinnbilder (Auszug)




Ströme

Die Richtung von Fluidströmen in der Hydraulik und Pneumatik wird im Allgemeinen durch _____ in den entsprechenden Fluidelementen, Leitungen bzw. Ventilen angedeutet.



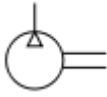
Speicher

	Speicher, Gasflasche oder Behälter
	Luftbehälter




	Druckluftbehälter
	(Flüssigkeits-)Behälter Verbindung mit Atmosphäre
	(Flüssigkeits-)Behälter Verbindung mit Atmosphäre; Rohrverbin- dung über dem Flüssigkeitsspiegel


Pumpen, Kompressor

	Hydraulikpumpe
	Pneumatikpumpe
	Kompressor oder Verdichter




Motoren

	Pneumatikmotor
---	----------------

Aufbereiter (Wartungseinheit)

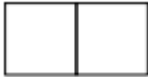






	Filter
---	--------



	Abscheider mit manueller Entwässerung
	Öler zum Ölen von Teilen, die durch die Druckluft versorgt werden
	Schalldämpfer

Ventile (Stellglieder)

Wegeventile

	Wegeventil mit zwei Schaltstellungen allgemeines Symbol
	Wegeventil mit drei Schaltstellungen allgemeines Symbol
	Wegeventil mit drei Schaltstellungen und vier Anschlüssen allgemeines Symbol
	Ein Durchflussweg
	Zwei gesperrte Anschlüsse
	Zwei Durchflusswege
	Zwei Durchflusswege und ein gesperrter Anschluss



Beispiele

	2/2-Wegeventil
	3/2-Wegeventil

Sperrventile



	Rückschlagventil
	Rückschlagventil Federbelastet
	Schnellentlüftungsventil
	Absperrventil

Druckventile




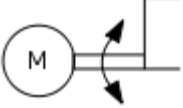



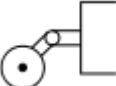
	Druckbegrenzungsventil einstellbar
	Druckregelventil einstellbar




Stromventile

	<p>Drosselventil Querschnitt konstant</p>
	<p>Drosselventil Querschnitt einstellbar</p>

Betätigungsarten (von Ventilen)

	<p>Muskelkraftbetätigung (allgemein)</p>
	<p>Muskelkraftbetätigung mit Druckknopf</p>
	<p>Muskelkraftbetätigung mit Zugknopf</p>
	<p>Elektrische Betätigung mit Elektromotor</p>
	<p>Druckbetätigung direkt; allgemein</p>
	<p>Stößel</p>
	<p>Rollenstößel</p>
	<p>Rollenhebel</p>



	<p>Feder</p>
---	--------------

Aktoren / Zylinder (Arbeitsglieder)

	<p>Zylinder einfach wirkend mit Rückhub-Feder</p>
	<p>Zylinder doppelt wirkend</p>
	<p>Zylinder doppelt wirkend, vereinfachte Darstellung</p>
	<p>Zylinder doppelt wirkend mit zweiseitiger Kolben- stange</p>

Mess- und Anzeigeräte (Messglieder)

	<p>Manometer, Druckmessgerät</p>
	<p>Temperaturmesser (Thermometer)</p>
	<p>Flüssigkeitsniveaumesser</p>
	<p>Volumenstrommessgerät</p>



Vergleich von Prinzipdarstellung und Symbolschaltplan

Versorgungsteil

0M Antriebsmotor (*drive motor*)

0P Hydropumpe (*hydraulic pump*)

0Z1 Manometer (*manometer*)

0Z2 Rücklaufilter (*return flow filter*)

0Z3 Manometer/Verschmutzungsanzeige

0V1 Druckbegrenzungsventil

0V2 Rückschlagventil (*check valve*)

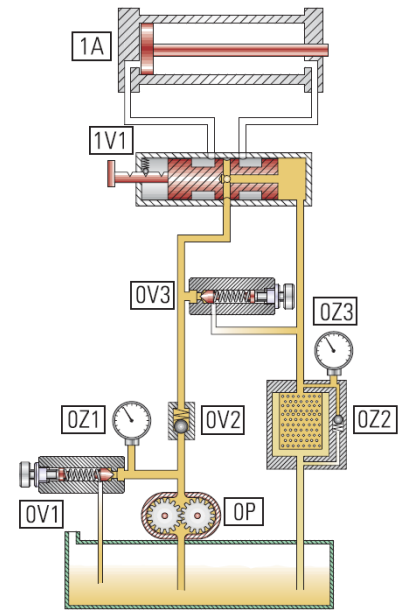
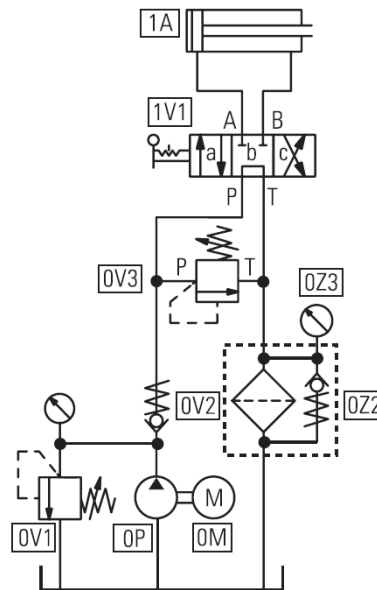
0V3 Druckbegrenzungsventil

Steuerteil

1V1 4/3-Wegeventil,
Umlauf-Mittelstellung

Antriebsteil

1A doppelt wirkender Zylinder





7 Vorbereitung und Betriebsüberwachung von Verbrennungsmotoren

7.1 Anlassvorbereitungen

⇒ Nach kurzem Stillstand bei allen Schiffsmotoren:

- **W** : _____ vorbereiten:
- **O** : _____ vorbereiten:
- **L** : _____ vorb.:
- **K** : _____ vorbereiten:
- **E** : _____/Systemkomponenten am Motor:
.....

⇒ Motoren mit Druckluft–Anlasssystem sind vorzuschmieren und durchzutörnen!

⇒ Nach längerem Stillstand sollten darüber hinaus noch:

- die Filter an allen Betriebssystemen gereinigt werden;
- Tagestank und Bunker entwässert werden;
- die Funktion der Anlass-, Umsteuer- und Kraftstoffsysteme gründlichst geprüft werden, auch die Fernbedienungseinrichtung, Füllungsgestänge, etc.;
- Bauteile abschmieren;
- kurzer Probelauf mit Überprüfung der Kontroll- und Sicherheitssysteme!

7.2 Betriebsüberwachung

⇒ Nach dem Anlassen sollten sofort überprüft werden:

⇒ Während des Betriebes überwacht die Warnanlage das System; die Parameter werden je nach Ausführung automatisch erfasst; es ist aber trotzdem anzuraten, eine manuelle optische und akustische Kontrolle der Maschinen- und Betriebsräume, der Betriebswerte, der Abgasfärbung, der Bilgen usw. durchzuführen !!



7.3 Abstellen und Nachbereitung

- ⇒ Nach der Entlastung ist der Motor (wenn möglich und gestattet) kurz im Leerlauf zwecks Abkühlung zu betreiben; anschließend:
- Vorräte/Füllstände ergänzen
 - Betriebssysteme stillsetzen
 - Sauberkeit und Ordnung herstellen
 - kleine Reparaturen oder Wartungen erledigen
 - Maschinentagebuch führen
 - abschließender Kontrollgang.

(An Bord der Binnenschiffe sind und werden die o.g. genannten Tätigkeiten individuell geregelt und realisiert – Routine, Oberflächlichkeit und Fahrlässigkeit sollten vermieden werden!)

(Hintze – 10/2011)



8 Störungen an Dieselmotoren - Auswahl

Störung
↓

mögliche Ursachen
↓

Abhilfe
↓

8.1 Beim Anlassvorgang

1. Motor (KW) dreht sich nicht		
2. Motor dreht nur langsam durch		
3. Motor „springt“ nicht an		

8.2 Bei Betrieb des Motors

1. Motor bleibt nach dem Anlassen stehen		
2. Motor bleibt plötzlich stehen		
3. Motordrehzahl sinkt ab und Abgas rußt		



--

Störung ↓	mögliche Ursachen ↓	Abhilfe ↓
4. Motor hat Klopfgeräusche		
5. Öldruck sinkt bei korrekter Ölmenge		
6. Kühlwassertemperatur zu hoch		
7. Propellerschaden		
8. Verfärbte Abgase		

(Hintze – 10/2011)