



Zuwendung erwünscht

Er ist das teuerste Teil an Bord der Yacht: der Einbaudiesel. Wie genau aber funktioniert er, und was muss der Skipper im täglichen Umgang beachten? Die Antworten für problemloses Motoren

Ein moderner Bootsdiesel mit 40 PS kostet 11 500 Euro. Etwa ebenso viel wie ein nagelneuer Dacia Sandero. Der hat allerdings 75-Diesel-PS und ein ganzes Auto um sich herum mit fünf Sitzplätzen. Diesen eklatanten Preisunterschied begründen die Hersteller mit den geringen Stückzahlen im maritimen Sektor.

Das stimmt allerdings nur bedingt, basieren doch viele Motoren auf Aggregaten für Bau- oder Landmaschinen. Zugegeben: Stückzahlen wie im Automobilbereich wer-

den damit nicht erzielt. Trotzdem: Auch Entwicklungskosten sind offenbar nicht in signifikanter Höhe angefallen. Zu wenige wirkliche Innovationen hat es in den letzten Jahren oder gar Jahrzehnten im Bereich der kleinen Bootsdiesel gegeben.

Nun wenden die Hersteller ein, dass es solcher auch nicht bedürfe: Eine elektronische Steuerung beispielsweise sei nicht vonnöten, alle Abgasvorschriften könne man schon mit den bisherigen zuverlässigen mechanischen Systemen einhalten.

Eines jedenfalls steht fest: Ein Diesel ist verdammt teuer, auf vielen Yachten gar das teuerste Einzelteil. Ist er einmal unrettbar beschädigt, hat der Eigner ein großes Problem, zumindest finanziell.

Grund genug also, sich der Funktion des Selbstzünders sowie der Besonderheiten seines Einsatzes an Bord einmal näher zu widmen. Dabei sind die Unterschiede zu modernen Pkw-Motoren durchaus erheblich. Vor allem deshalb, weil sich die Diesel im Auto in den letzten 15 Jahren rasant wei-



Öl allein reicht nicht für das reibungslose Funktionieren des Selbstzünders. Ein guter Anfang ist es dennoch

Yacht SKIPPERS MAGAZIN

PRAXIS | AUSRÜSTUNG | ELEKTRONIK |
INNOVATION | TIPPS & TRICKS | RECHT | BÜCHER

terentwickelt haben. Um die technischen Erfindungen der jüngeren Vergangenheit, wie etwa Common Rail, für Yachties einzuordnen und einen Ausblick auf die nächste Generation der Bootsmotoren zu wagen, ist es erforderlich, sich die Funktionsweise des Dieselmotors noch einmal ins Gedächtnis zu rufen.

Noch wichtiger: Dieses Wissen kann hilfreich sein, was die Fehlersuche und -behebung an Bord betrifft. Mehr Tipps dazu gibt es in Teil 2 des Motor-Spezials in der folgen-

den YACHT-Ausgabe. In diesem Fall ist es übrigens gut, dass sich nicht viel geändert hat. Was für die gezeigten neuen Diesel gilt, trifft oft auch beim betagten besten Stück an Bord des eigenen Schiffs zu.

Rein, rauf, runter, raus

Das Prinzip ist mehr als hundert Jahre alt: Ein Kraftstoff-Luft-Gemisch wird im Brennraum zur Explosion gebracht. Durch die bei der Detonation entstehende Expansion wird ein Kolben in einem Zylinder herunterge-

drückt. Die Kraft wird über Pleuel auf die Kurbelwelle übertragen und damit die vertikale in eine horizontale Bewegung umgewandelt, passend zur ebenfalls horizontalen Drehbewegung der Schraubenwelle.

Die für eine gute Verbrennung erforderliche Zu- und Abluft wird über Ventile oberhalb des Zylinders gesteuert, in dem der Kolben läuft. Die Ventile ihrerseits werden über die Nockenwelle geöffnet und geschlossen, die mit der Kurbelwelle verbunden ist. So ist gewährleistet, dass Ventil- und Kolbenstellung zueinander passen.

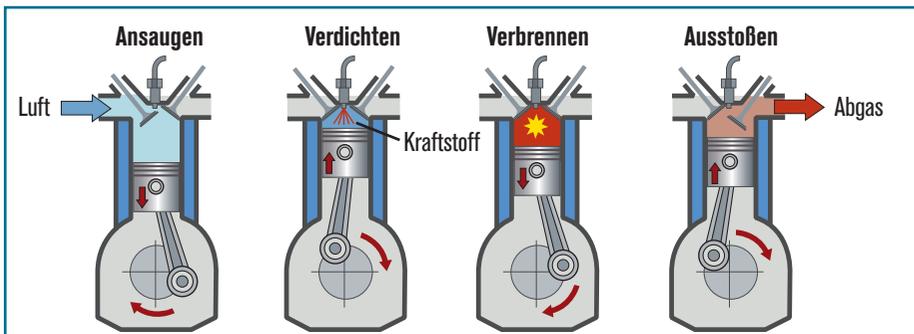
Auf die gleiche Weise wird die Hochdruckpumpe gesteuert, die den Dieselmotorkraftstoff in den Brennraum einspritzt. So gelangt dieser immer zum richtigen Zeitpunkt in den Zylinder. Der Motor durchläuft dabei vier Zustände, Takte genannt (siehe Seite 82), daher die Bezeichnung Viertakter.

Während viele Großmaschinen auf Frachtern Zweitakter sind, beruhen die Diesel auf Sportbooten zumeist auf dem Viertakt-Prinzip. Der Unterschied besteht in der Anzahl der Arbeitstakte pro Umdrehung der Kurbelwelle. Zwei sind davon erforderlich, bis beim Viertakter wieder gearbeitet wird. Pro Kurbelwellendrehung einen Arbeitstakt, also im Vergleich doppelt so viele, leistet der Zweitakter. Während der in der Theorie am effizientesten ist, waren im Kleindieselmotorenbereich immer Viertaktmotoren im Einsatz. Das vor allem wegen der größeren Laufruhe und der weniger schädlichen Abgase. Ihm gilt im Folgenden das Hauptaugenmerk.

Einspritzen ja, aber wie?

Schon der Name Diesel verrät es: Zum Funktionieren benötigt der Motor den gleichnamigen Kraftstoff. Doch wie gelangt dieser an den Ort der Verbrennung? Nachdem die angesaugte Luft im dritten Takt im Verhältnis von etwa 20:1 verdichtet und dabei auf bis zu 900 Grad Celsius erwärmt wurde, braucht es nur noch Kraftstoff im Zylinder.

Dieser muss mit einem Druck eingespritzt werden, der hoch genug ist, um gegen die im Brennraum bereits stark komprimierte Luft vordringen zu können und dabei zu verdampfen. Die Einspritzpumpe gewährleistet dies bei konventionellen Dieseln, sie stellt den Einspritzdruck an der Einspritzdüse jeweils am richtigen Zylinder zur Verfügung. Die >



Vier Takte und nur einmal arbeiten

Ansaugen Die Abwärtsbewegung des Kolbens erzeugt durch den mittels Kolbenringen dichten Abschluss zur Zylinderwand einen Unterdruck. Luft wird angesaugt

Verdichten Nun treibt die Kurbelwelle den Kolben wieder hoch, das Einlassventil ist geschlossen. Die Luft wird komprimiert und erwärmt sich dabei auf etwa 900 Grad Celsius. In diese heiße Luft wird Diesel eingespritzt, der sich sofort entzündet

Verbrennen Die Explosion treibt den Kolben nach unten und verrichtet dabei Arbeit

Ausstoßen Die Aufwärtsbewegung drückt die Abgase durch das offene Auslassventil

hohe Temperatur im Brennraum bewirkt eine unmittelbare Selbstzündung des Diesels, der Arbeitstakt wird eingeleitet.

Gelangt nun die gesamte bereitgestellte Kraftstoffmenge auf einmal in den Brennraum, ergibt sich eine zwar effektive, aber auch sehr heftige Explosion. Der Motor läuft sehr rau, was unter anderem auch zu hohen Lasten auf den Lagern an Kurbelwelle und Pleueln führt. Darum haben sich Entwickler schon vor geraumer Zeit die sogenannte Wirbel- oder Vorkammereinspritzung ausgedacht.

Bei Ersterer sitzt oberhalb des Brennraums ein kleiner kugel- oder walzenförmiger Raum, in den durch eine tangential angelegte Verbindung zum Brennraum wäh-

rend des Verdichtungstaktes Luft gelangt. Diese rotiert in der Wirbelkammer stark. In diese Rotation wird der Kraftstoff eingespritzt, was zu einem nahezu perfekten Vermischungsverhältnis führt. So gelangt sukzessive ein gut verwirbeltes Kraftstoff-Luft-Gemisch in den Brennraum. Die Verbrennung wird weicher, der Motor läuft ruhiger, die Lager sind entlastet.

Ebenso verhält es sich bei der Vorkammer. Durch die Einspritzdüse wird mit einem vergleichsweise geringen Druck der Diesel auf einen sogenannten Prallstift (oder Prallkugel) gespritzt. Der Kraftstoffstrahl wird auf dessen Spitze fein zerstäubt. Auch dadurch wird eine gute Durchmischung erreicht, die zu einer sanfteren Verbrennung führt. Mo-

toren mit Vor- oder Wirbelkammern müssen diese Kammern zum Starten stark aufheizen, andernfalls kommt der Verbrennungsprozess nur schwer in Gang. Die Rudolf-Diesel-Gedächtnissekunden, das Vorglühen, ist jedem Nutzer von älteren Motoren bekannt.

Hierfür sind vor allem bei kälteren Temperaturen fitte Akkus erforderlich, weil der Glühvorgang eine Menge Strom erfordert. Direkteinspritzer benötigen nahezu kein Vorglühen, und sogar einige Vorkammerdiesel kommen ohne aus. Dies liegt an einem etwas höheren Verdichtungsverhältnis und den dadurch höheren Temperaturen der komprimierten Luft im Brennraum.

Tief durchatmen

Die zweite Komponente, die für die Verbrennung benötigt wird, ist Luft, genauer gesagt der Sauerstoff in der Luft. Durch den Unterdruck, der entsteht, wenn der Kolben im ersten Takt herabgleitet, wird Luft durch das offenstehende Einlassventil angesaugt. Viele stärkere Diesel (ab etwa 75 PS) unterstützen diesen Prozess, indem sie mit einem Turbolader die Luft schon im Ansaugtrakt mit einem Überdruck beaufschlagen. So gelangt mehr Volumen in den Brennraum, es steht mehr Sauerstoff bei der Explosion als Reaktionspartner zur Verfügung. Der Motor gewinnt an Leistung und Wirkungsgrad.

Angetrieben wird der Turbo vom eigenen Abgasstrom des Motors. Diese Abgase strömen an einem Schaufelrad im Lader vorbei, welches über eine Welle ein weiteres Schaufelrad antreibt. Das frischluftseitige Rad befördert nun die Luft mit Überdruck in den Ansaugtrakt. Diese Luft muss dabei besonders sauber sein, um ein langes Le- ▷



Luftfilter I Volvo möchte Schmutz im Motor sicher verhindern. Daher gibt es den Filter zum Austausch nur mit Gehäuse



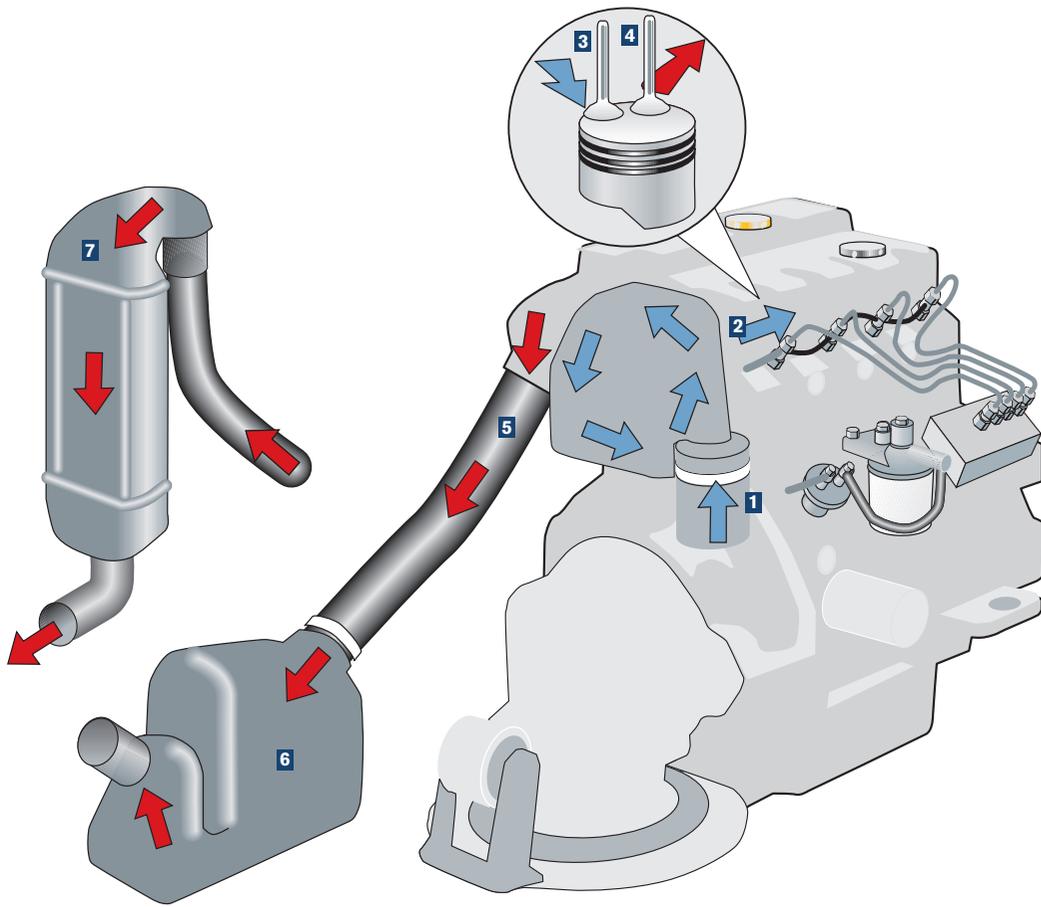
Luftfilter II Bei Yanmar lässt sich das Filterelement entnehmen und reinigen. Es darf keinesfalls nass eingebaut werden



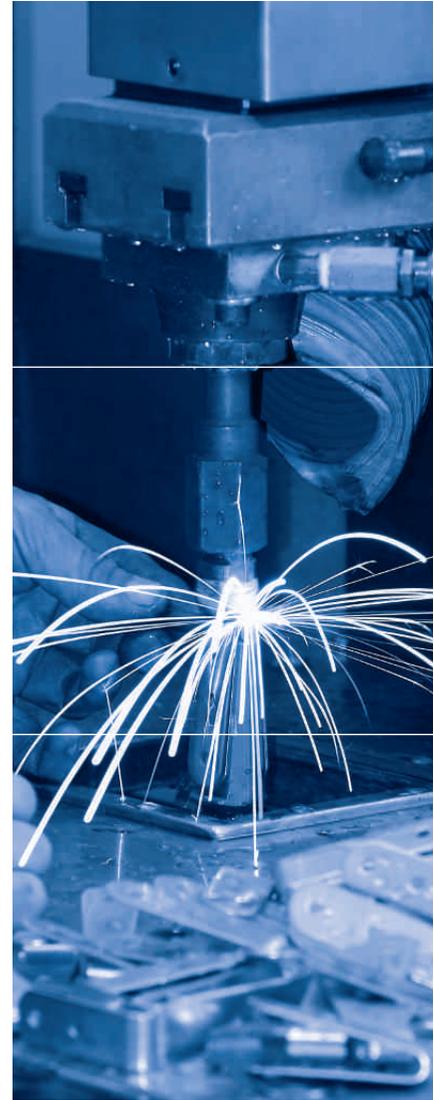
Motorpaneel I Im Uhrzeigersinn: einschalten, vorglühen und starten sowie abschalten. Links unten: Alarm quittieren



Motorpaneel II Erst glühen, dann starten. Auch ausschalten geht hier. Ältere Modelle haben oft einen extra Bowdenzug dafür



Zu- und Abluftsysteme 1 Luftfilter, 2 Ansaugtrakt, 3 Einlassventil, 4 Auslassventil, 5 Auspuffschlauch, 6 Wassersammler, er verhindert, dass nach dem Abstellen des Motors Kühlwasser aus dem Auspuffschlauch zurück in den Motor läuft. Dazu muss er niedriger eingebaut sein als der Auslass des Auspuffs aus dem Motor. Im Winter Wasser ablassen! 7 Schwanenhals, er verhindert, dass bei achterlicher Welle Wasser durch den Auspuff in den Motor schlägt, wenn dieser nicht läuft. Also nur unter Segeln wirksam

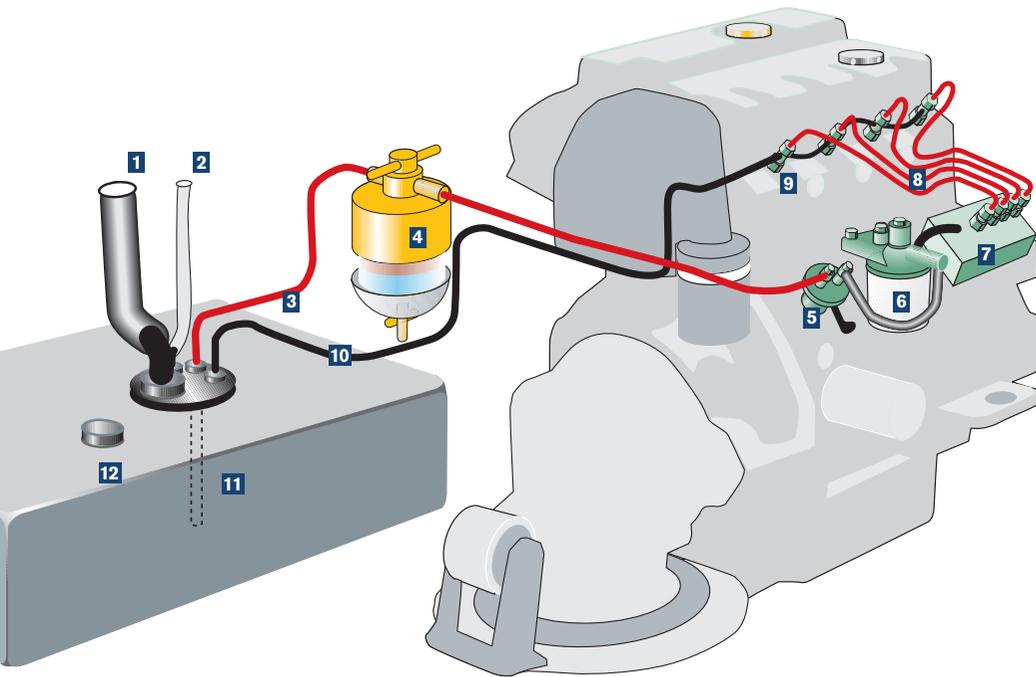


www.sprenger.de

Übliche Einspritzarten

Direkteinspritzer sind an Bord noch eher selten. Die meisten Bootsdiesel beruhen auf älteren Konstruktionen, in denen noch per Vor- oder Wirbelkammer eingespritzt wird. Das ist auch gut, da die daraus resultierende sanftere Verbrennung erstens mehr Laufruhe mit sich bringt. Zweitens schonen sie die Lager, und drittens kommt der Diesel so ohne elektronische Steuerung aus. Bei Direkteinspritzern hingegen ist die Elektronik erforderlich, um ihnen die Rauheit zu nehmen. Wie auf den Zeichnungen zu sehen, benötigen die Vor-kammermotoren zumeist kräftige Glühkerzen, um den Bereich zu erwärmen und so eine gute Verteilung des Kraftstoffs zu ermöglichen. Zudem ist die Geometrie des Kolbens bei diesem Prinzip einfacher. Direkteinspritzer erfordern für eine optimale Kraftstoffverteilung besondere Formen.

handgefertigte
Qualität
 made in Germany
 für anspruchsvolle
 Segler



Kraftstoffsystem 1 Einfüllstutzen Tank, 2 Entlüftung Tank, 3 Dieselleitung, 4 Grobfilter mit Wasserabscheider, 5 Kraftstoffpumpe mit manuellem Betätigungshebel, 6 Feinfilter und Entlüftungsschraube, 7 Einspritzpumpe, 8 Hochdruckleitungen, 9 Einspritzdüsen, 10 Rücklauf zum Tank, 11 Saugrohr im Tank, 12 Öffnung zum Anschluss des Tankgebers

ben der Maschine zu gewährleisten. Schon ein kleiner Metallspan kann, einmal angesaugt, für großen Schaden im Inneren des Diesels sorgen. Daher haben alle Aggregate einen Luftfilter. Er verhindert, wenn sorgsam gewartet, zuverlässig das Eindringen von Partikeln in den Brennraum.

Kraft-Stoff

Die Einspritzpumpe stellt den Diesel mit hohem Druck an den Einspritzdüsen zur Verfügung – doch woher kommt eigentlich der

Kraftstoff? Die Antwort: „aus dem Tank“ ist natürlich grundsätzlich korrekt. Üblicherweise befinden sich jedoch zwischen dem Behälter und der Einspritzpumpe noch einige wichtige Komponenten.

Zunächst sollte möglichst dicht am Tank ein Absperrhahn zu finden sein. Als Nächstes folgt in der Leitung in der Regel ein Kraftstofffilter mit recht großen Poren gegen grobe Verunreinigungen. In diesem Vorfilter ist häufig auch ein Abscheider integriert. Hat sich dort Wasser angesammelt, ist dies im

Schauglas am Filter zu erkennen, und es kann abgelassen werden.

Ein weiterer Bestandteil ist die Membrane-Dieselpumpe. Sie wird üblicherweise aus dem Inneren des Motors mit einem Nocken-antrieb betätigt: Ein in der Drehzahl der Maschine rotierender Exzenter sorgt für die Pumpbewegungen der Membrane. Diese Pumpe fördert immer mehr Kraftstoff als nötig. Eine Rücklaufleitung von den Einspritzdüsen befördert überschüssigen Diesel zurück in den Tank. Sinn der Sache ist eine regelmäßige Umwälzung des Kraftstoffs, was seine Verschlackung reduzieren soll.

Unmittelbar vor der Einspritzpumpe befindet sich ein Feinfilter. Das Vorhandensein von zwei Filtern zeigt, wie wichtig sauberer Kraftstoff für eine reibungslose Funktion des Motors ist. Vor allem in der mitunter filigranen Einspritzpumpe und an den Düsen sind Schmutzpartikel höchst schädlich.

Cool bleiben

Es leuchtet ein, dass bei den zahlreichen Explosionen im Inneren des Motors eine Menge Wärme entsteht. Die Reibung, obwohl durch Öl weitestmöglich reduziert, tut ein Übriges, um die Maschine zu erwärmen. Nun ist ein gewisses Maß an Temperatur durchaus gut für die beweglichen Teile der Antriebseinheit.

Das Öl wird fließfähiger, wenn es sich erwärmt und erreicht so die zu schmierenden Stellen besser. Viel wärmer als etwa 80 Grad Celsius sollte es allerdings nicht werden, zu niedrige Viskosität – also sehr dünnflüssiges Öl – kann zum Abreißen des Schmierfilms führen, mit gravierenden Folgen. Um das zu vermeiden, verfügt der Motor über eine Was-



Kraftstoffabsperrhahn Sollte, wie hier, möglichst nahe am Tank installiert sein. Vor dem Starten prüfen, ob er auf „Offen“ steht



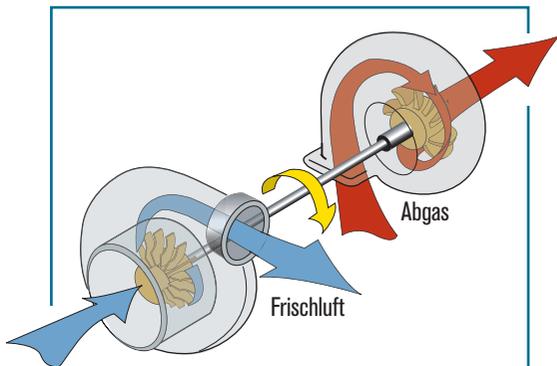
Grobfilter mit Abscheider Die CE-Norm verbietet leider das übliche und praktische Schauglas wegen Bruchgefahr



Kraftstoffpumpe Fördert den Diesel vom Tank Richtung Motor. Der Hebel zur manuellen Betätigung hilft beim Entlüften



Feinfilter Unmittelbar vor der Einspritzpumpe montiert. Ersatzfilterelement sollte an Bord sein. Oben: Entlüftungsschraube



Abgasturbolader

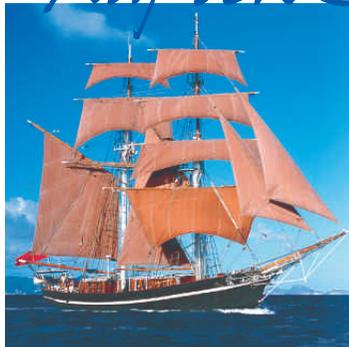
Die Verbrennungsrückstände werden mit hoher Geschwindigkeit ausgestoßen. Auf dem Weg zum Auspuff werden sie durch eine Schnecke geleitet, in der sie ein Schaufelrad auf bis zu 200 000 U/min antreiben. Ein weiteres Schaufelrad beschleunigt die angesaugte Frischluft und presst sie in den Ansaugtrakt. Dort entsteht ein Überdruck. Öffnet nun das Einlassventil, gelangt mehr Luft schneller in den Brennraum – die Motorleistung steigt, was vor allem der Beschleunigung dient. Auf Yachten ist dieser Aspekt unwichtig

serkühlung. Grundsätzlich unterscheidet man hier zwischen Ein- und Zweikreiskühlung. Während Erstgenannte (siehe Seite 88), auch direkte Kühlung genannt, eher bei sehr kleinen oder älteren Dieseln zu finden ist, wird heute auf Segelyachten üblicherweise ein Zweikreisssystem, auch indirekte Kühlung (siehe Seite 86) genannt, verbaut.

Die beiden unterscheiden sich dadurch, dass bei der Einkreisvariante das Seewasser direkt durch den Motor gepumpt wird. Bei der Zweikreisalternative kühlt das Seewasser in einem Wärmetauscher das Kühlwasser, das durch das Innere der Maschine fließt und dort die Wärme abführt. Dieser doppelte Kreislauf ist natürlich komplexer, eine weitere Pumpe ist erforderlich, die den inneren Kreis umwälzt, und eben der erwähnte Wärmetauscher.

Dem stehen allerdings einige Vorteile der Zweikreiskühlung gegenüber: Durch das Motorinnere fließt kein korrosives und möglicherweise trotz des vorgeschalteten Seewasserfilters verschmutztes Salzwasser, sondern spezielles Kühlwasser, eine Mischung aus Süßwasser und Kühlflüssigkeit. Das schont das Metall im Inneren >

Auf den Spuren von Christoph Columbus



Atlantiküberquerung und Karibische Inseln

05.11.2011 – 02.12.2011

5.800 EUR
pro Person (ohne Flug)

Start: Las Palmas / Ziel: Martinique

27 Übernachtungen auf dem Traditionssgler 'Eye of the Wind'

Unterbringung in exklusiven Doppelkabinen

Vollpension (inkl. Softdrinks)

Aktiver Segelbetrieb unter Anleitung (auf Wunsch)

Navigation auf traditionelle/moderne Art (Einweisung auf Wunsch)

Karibische Inselparadiese

10% Frühbucherrabatt bis 31.05.2011

Ein Angebot der
FORUM train&sail GmbH – Mandochostraße 18 – 86504 Merching

Detaillierte Informationen unter www.eyeofthewind.net.
Auskunft und Buchung telefonisch unter 08233/381-227 (Buchungsnummer: 310049/2205).

Lemkenhafen auf Fehmarn

...nur wenige Häfen sind schöner und freundlicher.

2011

3 spannende Segelveranstaltungen

1. July bis 3. July:

schlank & rank

2. Internationales Schärenkreuzertreffen Lemkenhafen
Regatta der schlanken und ranken Kostbarkeiten
Sehen und gesehen werden!
IF – Boote - Treffen 2011

17. Juni bis 19. Juni:

Dancing & Sailing Lemkenhafen

BIG-BAND- im Hafen und deutsch-dänisches Fauryby -Treffen
Mit Tanz und Musik in den Sommer.

2. Sept. bis 4. Sept.:

deutsch - dänisches

Jugend – Segler – Camp – Lemkenhafen

Lemkenhafen: die Bucht, der Hafen und das Dorf
gehören deutschen und dänischen Jugendseglern.

Anmeldungen und Auskunft:

Segler Verein Lemkenhafen



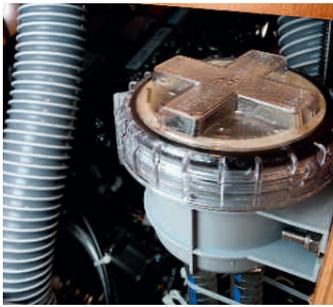
Tel: 04372 1250;
Fax: 04372 806255
Mail: info@SVLF.de;
www.svlf.de



DIESES PROJEKT WIRD VON DER EUROPÄISCHEN UNION KOFINANZIERT

Alle 3 Veranstaltungen werden im Rahmen des Projektes Cruising Fehmarn Belt von der EU gefördert.





Seewasserfilter Erste Anlaufstelle bei Kühlwasseralarm. Ist Schmutz durch den Deckel zu sehen, hilft nur reinigen



Seeventil Hebel parallel zum Rohr bedeutet „Auf“, die rechtwinklige Stellung „Zu“. Vor dem Starten prüfen, ob es offen ist



Belüftungsventil Lässt Luft in das System und verhindert so durch den Hebereffekt rücklaufendes Kühlwasser im Motor



Kühlwasseraustritt Sofort nach dem Starten kontrollieren, ob Wasser austritt. Wenn nicht: Maschine aus und Ursache suchen

und beugt der Verstopfung der mitunter sehr kleinen Kühlkanäle vor. Auch Frostschäden im Innenkreislauf werden so vermieden, da das Kühlwasser selbst bei niedrigen Temperaturen nicht gefriert, vorausgesetzt, das Mischungsverhältnis stimmt.

Zudem erreicht der innere Kreislauf der indirekten Kühlung recht bald die Betriebstemperatur des Motors, üblicherweise etwa 80 Grad Celsius, sodass die Maschine in einem optimalen verschleißarmen und kraftstoffökonomischen Zustand arbeitet. Bei der Direktkühlung ist dies nicht der Fall: Der Motor bleibt zumeist unterhalb seiner eigentlich idealen Betriebstemperatur. Die Verwendung im Salzwasser führt zudem dazu, dass die Kühlkanäle sich im Laufe der Jahrzehnte langsam zusetzen, die Querschnitte nehmen kontinuierlich ab. Und damit die Durchflussmenge an Seewasser, was einen Rückgang der Kühlleistung nach sich zieht. Resultat: Durch Überhitzung kann der Motor massiv geschädigt werden.

Um bei beiden Verfahren den Motorblock dennoch zügig auf möglichst hohe Temperatur zu bringen, regeln jeweils Thermostaten, dass das See- beziehungsweise Kühlwasser nach dem Kaltstart zunächst zu großen Teilen am Inneren der Maschine vorbei gleich wieder außenbords gelangt. Erst wenn eine gewisse Temperatur erreicht ist, öffnet das Thermostat, und der Motor wird vollständig gekühlt.

Die Zweikreiskühlung hat noch einen weiteren Vorteil: Fällt der Seewasserkreislauf, etwa wegen einer Tüte vor der Ansaugung, aus, bleibt noch etwas Zeit, bevor die Maschine überhitzt – um beispielsweise aus einer Gefahrensituation zu motoren. Versagt

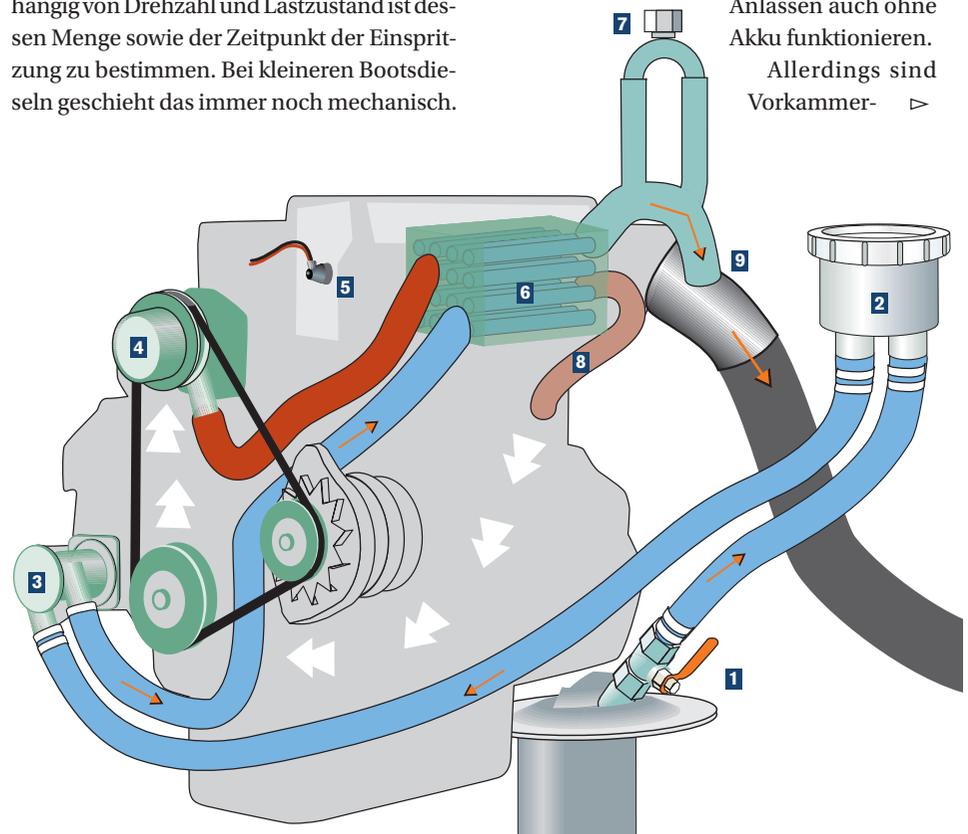
jedoch der systembedingt einzige Kreislauf bei der direkten Kühlung seinen Dienst, muss der Motor umgehend abgestellt werden, irreparable Schäden könnten die Folge sein.

Unterschied zum Pkw-Diesel

Am deutlichsten werden die neuen Entwicklungen bei der Kraftstoff-Einspritzung: Abhängig von Drehzahl und Lastzustand ist dessen Menge sowie der Zeitpunkt der Einspritzung zu bestimmen. Bei kleineren Bootsdieseln geschieht das immer noch mechanisch.

Will sagen: Ausgehend von der Umdrehung der Kurbelwelle wird die Einspritzpumpe gesteuert. Liegt an der Einspritzdüse dann ein bestimmter Druck an, öffnet diese selbsttätig, und Kraftstoff strömt in die Vor- oder Wirbelkammer. Eine Elektronik, die die Mengen und Zeitpunkte berechnet, ist dabei nicht erforderlich – der Motor würde nach dem

Anlassen auch ohne Akku funktionieren. Allerdings sind Vorkammer- >



Zweikreiskühlung 1 Seeventil, 2 Seewasserfilter, 3 Seewasserpumpe, 4 Umwälzpumpe innerer Kreis. Wichtig: ausreichende Spannung des Keil- oder Rippenriemens, 5 Temperaturgeber innerer Kreis, 6 Wärmetauscher, 7 Belüftungsventil, 8 Rücklauf in den inneren Kreis, 9 Rücklauf des Seewassers des äußeren Kreises in den Auspuff

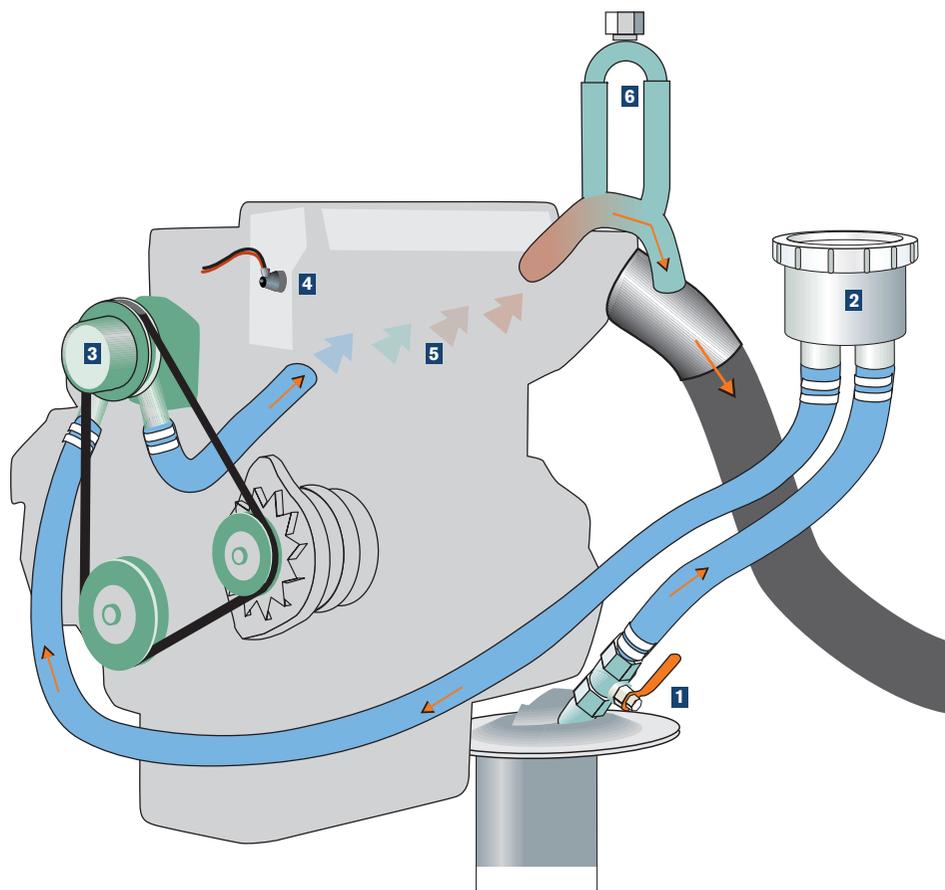
Dieseln mit mechanischer Steuerung Grenzen gesetzt, was die Effizienz der Verbrennung angeht. Dies liegt daran, dass Zeitpunkte und Mengen auf bestimmte Betriebszustände hin optimiert sind. Sie arbeiten nicht in jedem Fall optimal.

Das gewährleistet nur die in Pkws übliche Elektronik. Sie kennt über viele Sensoren den genauen Zustand des Motors und berechnet daraus den jeweils passenden Einspritzzeitpunkt, die Menge und mitunter sogar den Druck. Zudem erfolgt die Einspritzung durch Piezodüsen etwa 1000-mal präziser als bei den bisherigen Einspritzdüsen. So kann die Kraftstoffmenge innerhalb eines einzelnen Arbeitstaktes in bis zu sieben Untermengen eingeteilt werden. Das ermöglicht auch beim effizienten Direkteinspritzer einen ruhigeren Verbrennungsvorgang, da nicht die gesamte Kraftstoffmenge auf einmal bereitgestellt wird.

Gemeinsames Rohr

Der Durchbruch bei der Laufruhe der Direkteinspritzer war der Startschuss für die rasante Weiterentwicklung des Dieselantriebs in den letzten Jahren, mit dem ersten Common-Rail-Motor von Alfa Romeo. Der Trick dabei ist, dass eine externe elektrische Pumpe den Druck für die Einspritzung unabhängig von der Drehzahl bereitstellt.

Und zwar in ein Rohr, aus dem sich alle Piezoeinspritzer bedienen – eben das Common Rail. Dadurch erhält der moderne Diesel sein enormes Drehmoment schon im unteren Drehzahlbereich und erreicht gute Abgaswerte. Drehmoment ist für Yachten nicht so entscheidend, daher bleibt Common Rail wohl an Bord noch Zukunftsmusik.



Einkreiskühlung

1 Kugelventil, sitzt am Sailandrive oder im Rumpf, muss bei Betrieb geöffnet sein, 2 Seewasserfilter, sollte etwa 15 Zentimeter oberhalb der Wasserlinie angebracht sein, 3 Wasserpumpe, 4 Geber Kühlwassertemperatur, 5 Kühlkanäle, 6 Belüftungsventil. Verhindert das Zurücklaufen von Kühlwasser aus dem Auspuff in den Zylinder

Unterm Strich

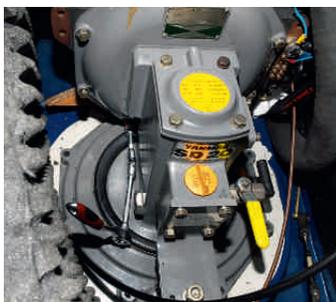
In der Leistungsklasse bis etwa 50 PS wird in absehbarer Zeit keine elektronische Steuerung zum Einsatz kommen, so die Aussagen der Hersteller. Das muss kein Nachteil sein: Die mechanische Variante arbeitet sehr zuverlässig, und alle absehbaren Abgasnormen können im Kleindieselmotorbereich auch ohne Elektronik eingehalten werden. Der Mehrwert bei den ohnehin geringen Verbräuchen stünde einer erhöhten Komplexität der Elek-

tronik mit ihren Sensoren und der Abhängigkeit von einer stets funktionierenden Stromversorgung gegenüber.

Was bei den Kleindieseln bleibt, ist die Frage nach dem Preis: Die Technik unter dem Cockpitboden ist bestenfalls ausgereift, modern ist sie nicht. Nur teuer.

Alexander Worms

Im nächsten Heft: Teil 2 des Spezial – Urlaubs-Check und Störfall-Behebung



Sailandrive Alles in einem: Getriebe, Rumpfdurchführung, Wellenersatz, Schwingungsdämpfer und Einlass für das Kühlwasser



Getriebe Übersetzt die Motordrehzahl in eine niedrigere, zu Booten passende, und ermöglicht das Fahren achteraus



Wellendichtung Führt die sich drehende Welle durch den Rumpf und dichtet diese mit flexiblen Lippen gegen Außenwasser



Wellenkupplung Kann starr, wie hier, ausgeführt sein. Besser ist eine flexible Kupplung, die Motorvibrationen absorbieren kann