



# 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

**E**in 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.

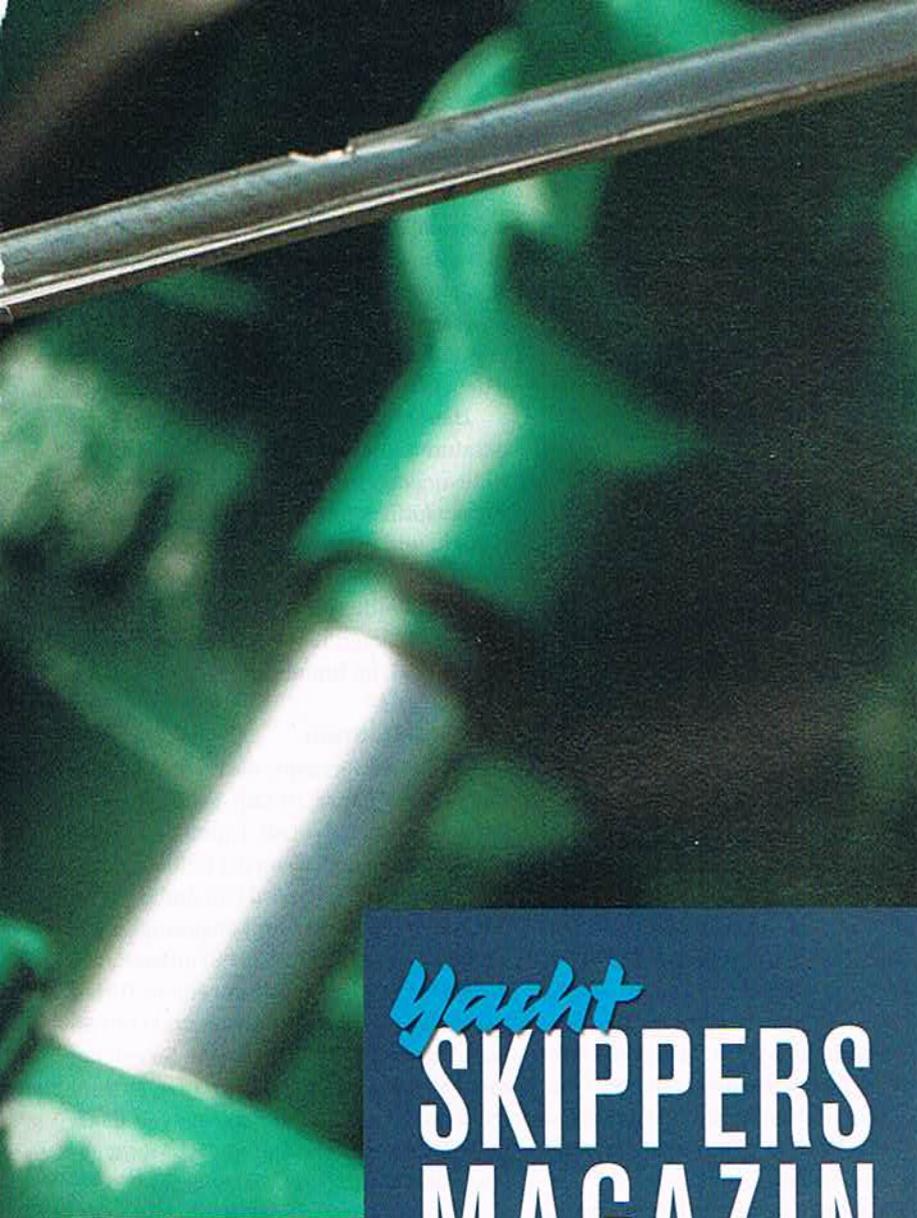
Das stimmt allerdings nur bedingt, basieren doch viele Motoren auf Aggregaten für Bau- oder Landmaschinen. Zugegeben: Stückzahlen wie im Automobilbereich wer-

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 SKIPPER'S MAGAZIN

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

terentwickelt haben. Um die technischen Errungenschaften 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.

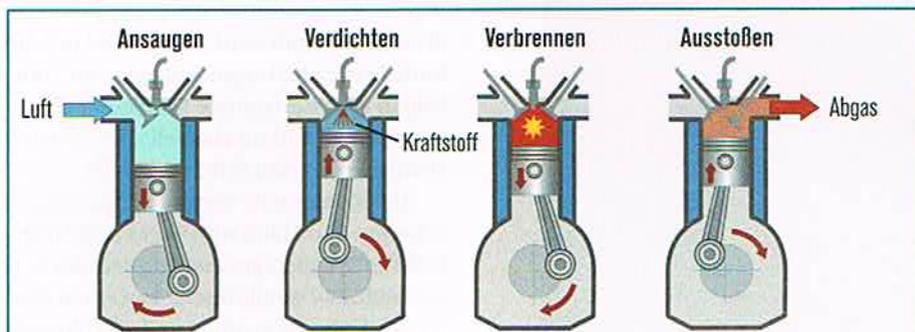
Auf die gleiche Weise wird die Hochdruckpumpe gesteuert, die den Dieselmotorkraftstoff in den Brennraum einspritzt. So gelangt dieser immer zum richtigen Zeitpunkt in den Zylinder. Der Motor durchläuft dabei vier Zustände, Takte genannt (siehe Seite 82), daher die Bezeichnung Viertakter.

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 Pleuellager den Pleuellager 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 Pleuellager 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 Pleuellager und Pleuellager 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 Pleuellager im ersten Takt herableitet, 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.

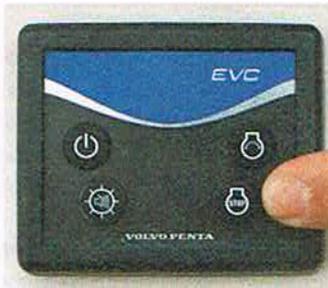
Angetrieben wird der Turbo vom eigenen Abgasstrom des Motors. Diese Abgasströme an einem Schaufelrad im Lader vorbei, welches über eine Welle ein weiteres Schaufelrad antreibt. Das frischluftseitige Rad befördert nun die Luft mit Überdruck in den Ansaugtrakt. Diese Luft muss dabei besonders sauber sein,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



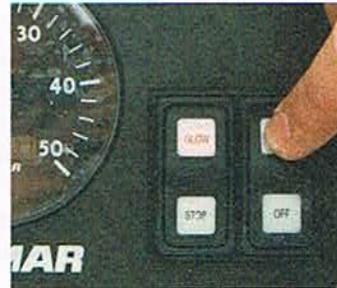
**Luftfilter I** Volvo möchte Schmutz im Motor sicher verhindern. Daher gibt es den Filter zum Austausch nur mit Gehäuse



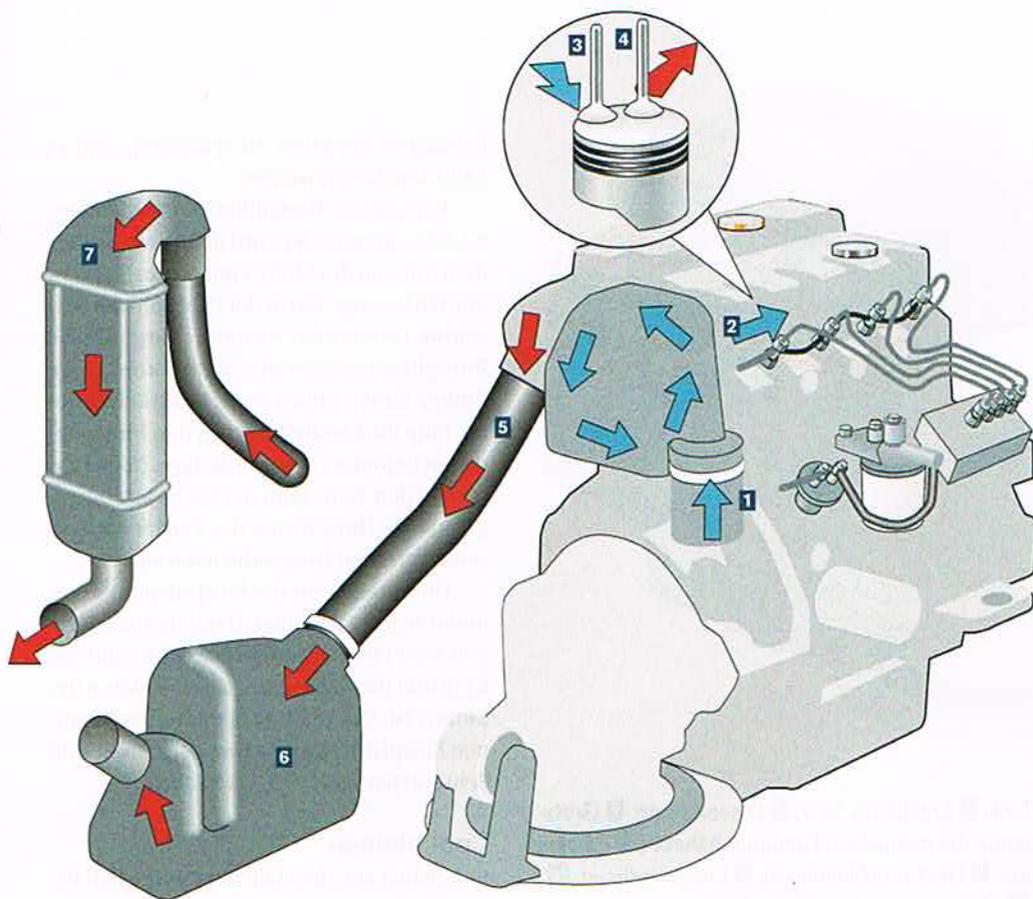
**Luftfilter II** Bei Yanmar lässt sich das Filterelement entnehmen und reinigen. Es darf keinesfalls nass eingebaut werden



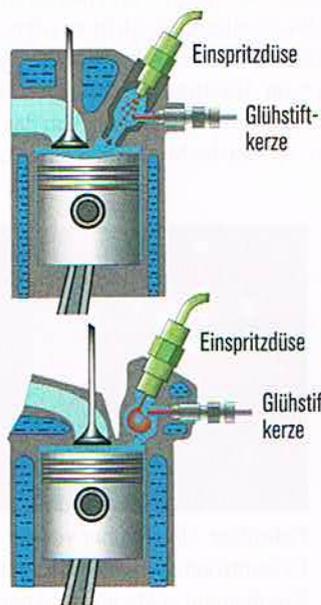
**Motorpaneel I** Im Uhrzeigersinn: einschalten, vorglühen und starten sowie abschalten. Links unten: Alarm quittieren



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

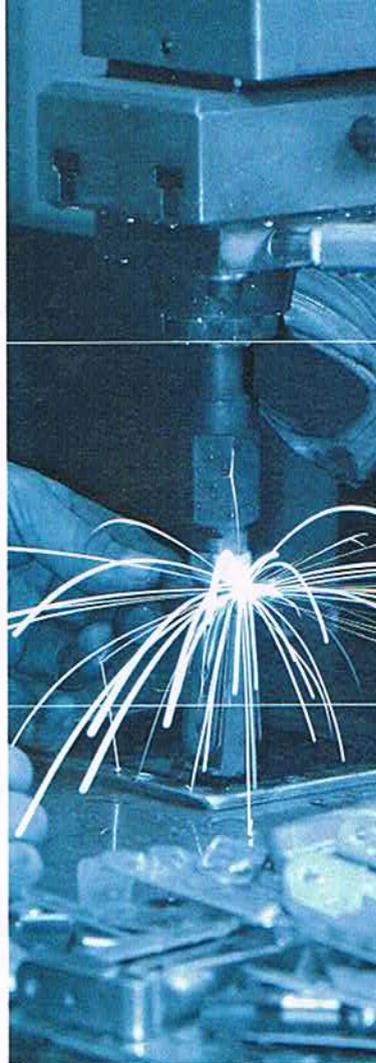


**Zu- und Abluftsysteme** 1 Luftfilter, 2 Ansaugtrakt, 3 Einlassventil, 4 Auslassventil, 5 Auspuffschlauch, 6 Wassersammler, er verhindert, dass nach dem Abstellen des Motors Kühlwasser aus dem Auspuffschlauch zurück in den Motor läuft. Dazu muss er niedriger eingebaut sein als der Auslass des Auspuffs 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



### 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.

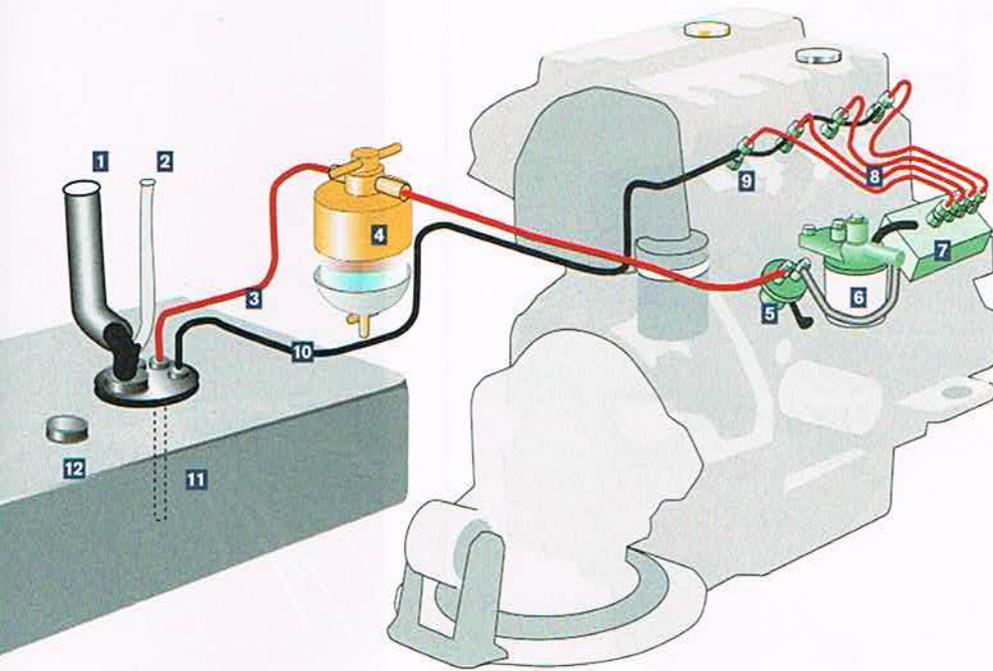


www.sprenger.d

handgefertigte  
**Qualität**  
made in Germany

für anspruchsvolle  
Segler

**HS SPRENGER**



**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 Behältnis 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



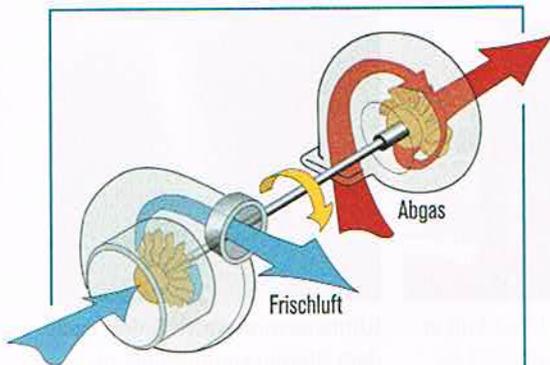
**Grobfilter mit Abscheider** Die CE-Norm verbietet leider das übliche und praktische Schauglas wegen Bruchgefahr



**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 Traditionsegler '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 – Mandichostraße 18 – 86504 Merching**

Detaillierte Informationen unter [www.eyefthewind.net](http://www.eyefthewind.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. Juli bis 3. Juli:

**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 Faury -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:

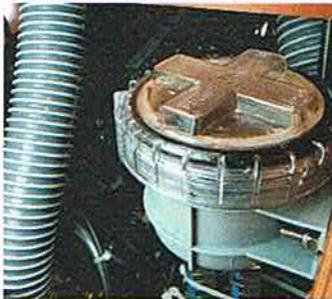
**Segler Verein Lemkenhafen**



Tel: 04372 1250;  
Fax: 04372 806255  
Mail: [info@SVLF.de](mailto:info@SVLF.de);  
[www.svlf.de](http://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.

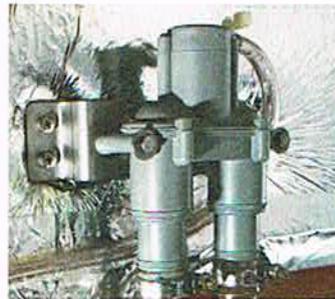




**Seewasserfilter** Erste Anlaufstelle bei Kühlwasseralarm. Ist Schmutz durch den Deckel zu sehen, hilft nur reinigen



**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 vermeidet 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

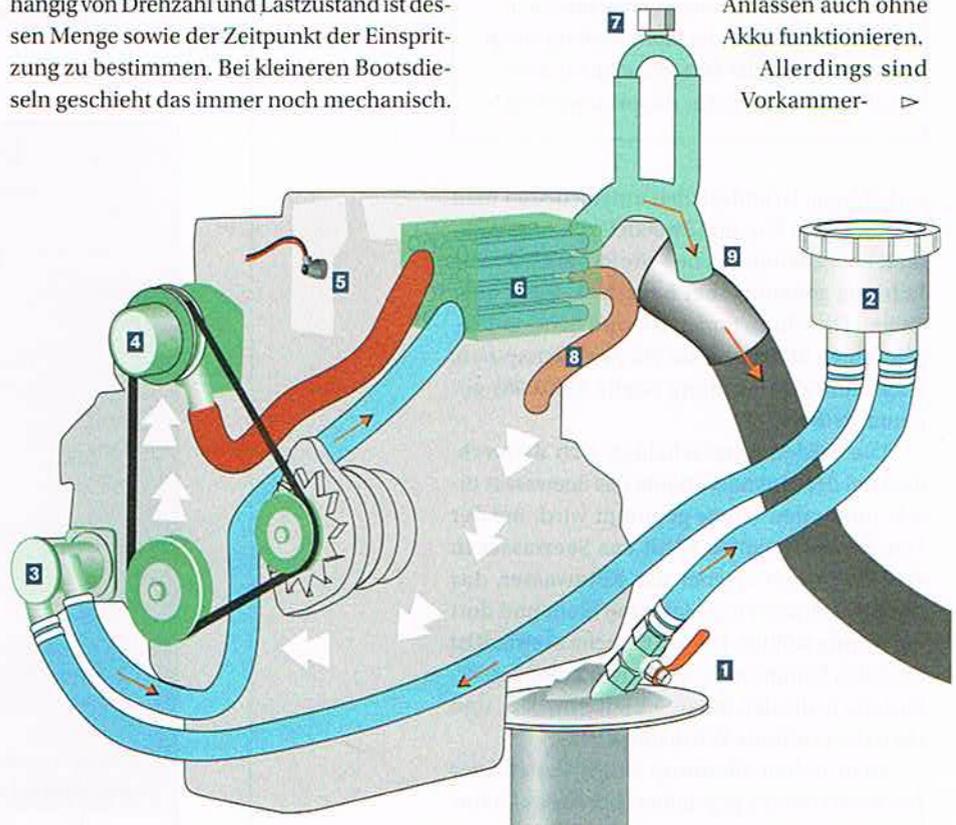
jedoch der systembedingt einzige Kreislauf bei der direkten Kühlung seinen Dienst, muss der Motor umgehend abgestellt werden, irreparable Schäden könnten die Folge sein.

### 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 Boatsdieseln 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

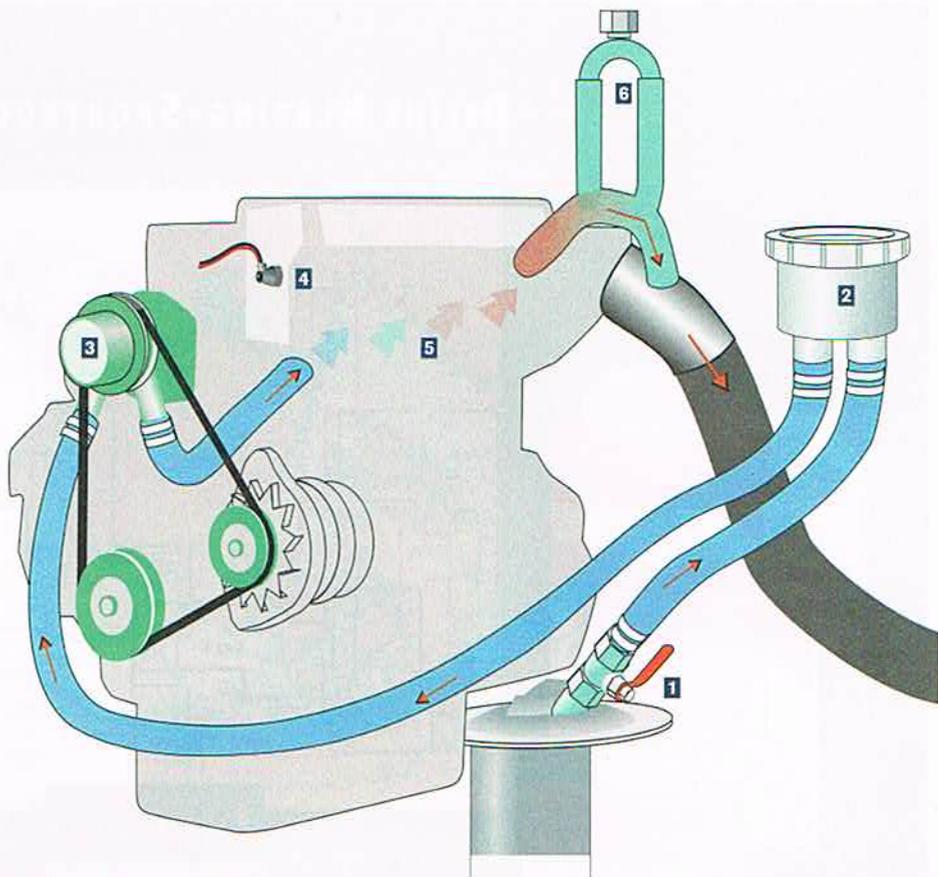
Dieseln mit mechanischer Steuerung Grenzen gesetzt, was die Effizienz der Verbrennung angeht. Dies liegt daran, dass Zeitpunkte und Mengen auf bestimmte Betriebszustände hin optimiert sind. Sie arbeiten nicht in jedem Fall optimal.

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 Sailerdrive 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.

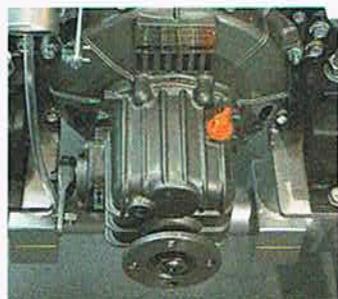
Was bei den Kleindieseln bleibt, ist die Frage nach dem Preis: Die Technik unter dem Cockpitboden ist bestenfalls ausgereift, modern ist sie nicht. Nur teuer.

Alexander Worms

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



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



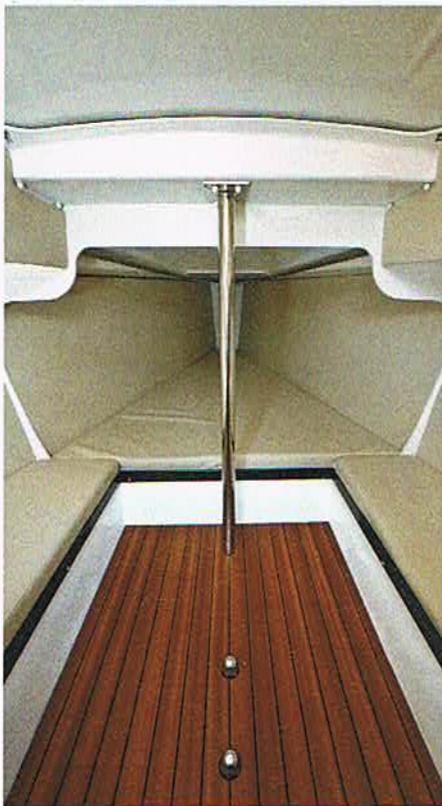
**Getriebe** Übersetzt die Motordrehzahl in eine niedrigere, zu Booten passende, und ermöglicht das Fahren achteraus



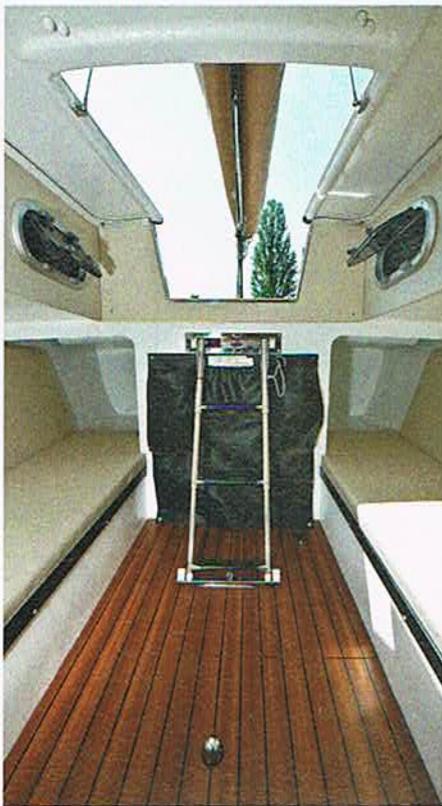
**Wellendichtung** Führt die sich drehende Welle durch den Rumpf und dichtet diese mit feinen Lippen gegen Außenwasser



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



**Karg.** Innen bleibt der Wohnkomfort auf schmale Bänke und Doppelkoje reduziert



**Schlau.** Eine ausziehbare Badeleiter dient auch als Treppe am Niedergang



**Nass.** Die Backskisten sind unten offen. So steht Staugat bei Regen im Wasser

(Test in YACHT 6/07) als eigentliche Trendsetterin innerhalb des Daysailer-Booms oder die etwas größere Dinamica RS 940 (Test in YACHT 3/11).

Sie alle haben im Wesentlichen ein reduziertes Riggkonzept mit Selbstwendfock und Gennaker sowie ein langes, nach achtern offenes Cockpit mit seitlichen Sitzbänken. Ebenfalls eine Gemeinsamkeit bildet die abnehmbare Haube des Kajütaufbaus mit den darunter versteckten Fallen, Schoten und Streckern. Auch die AlphaOne als jüngste Interpretation des modernen Daysailers soll im Deckslayout möglichst schier und weitgehend unverbaut daherkommen.

### Voll einhandauglich

Auf den Cockpitbänken sitzt man unter Segeln bequem und hat selbst als Solist alle Funktionen direkt im Zugriff. Die komfortablen wetterfesten Polsterungen gibt es nur als Option und gegen Aufpreis. Wie fast alle Boote dieses Kalibers ist auch die AlphaOne kompromisslos einhandauglich.

Unter den Bänken gibt es geräumige Backskisten für allerhand Kleinmaterial, Fender und Festmacher. Die Seitenteile sind mit Distanz zum Cockpitboden angebaut. Ein Spalt sorgt zwar für gute Durchlüftung,

lässt aber bei Lage Wasser herein. Bei Regenwetter liegt das Staugat in den Kästen dann dauerhaft im Nassen. Dichte Boxen mit Drainage wären die bessere Lösung.

Ein Elektromotor von Krätler mit einer maximalen Leistung von 3,5 Kilowatt wird schon ab Werft eingebaut. Das nahezu lautlos arbeitende Aggregat bietet genügend Leistung für maximal 5 Knoten Fahrt bei glat-

tion (Infusionsverfahren) robust und mit Verstärkungen aus Kohlefaserbelegungen auch gewichtsoptimiert gebaut. Selbst im Detail sind keine Makel erkennbar. Als Besonderheit bietet AlphaOne Yachts an, das Schiff in jeder erdenklichen Farbe lackieren zu lassen. Auch Kombinationen sind möglich. Für die individuelle Farbgebung wird ein Aufpreis von nur rund 1000 Euro berechnet.

## Typisch Daysailer: schöne, schiere Linien. Aber nur rudimentärer Ausbau unter Deck

tem Wasser und wenig Wind. Die Batterien sind unter der Vorschiffskoje untergebracht. Einen Verbrennungsmotor will die Werft selbst als Option nicht anbieten und begründet dies mit ökologischen Überlegungen. Umweltschutz ist hier sogar in der Produktion ein tragendes Thema.

Unter Deck findet man auf der AlphaOne gerade so viel Komfort, um auf kurzen Törns nicht zwangsläufig im Hotel schlafen zu müssen. Vier Kojen mit eingeschränkten Platzverhältnissen bieten ein karges Quartier. Richtig gemütlich wirkt es nicht.

Qualitativ gibt es nur wenig Ansätze für Kritik. Das Boot ist als Sandwichkonstruk-

Mit einem Grundpreis von 111 860 Euro ist die AlphaOne trotz ihrer hochwertigen Verarbeitung und des serienmäßigen Elektroantriebs freilich kein Schnäppchen, auch im Vergleich mit der Konkurrenz nicht. Das Boot soll Individualisten ansprechen, die das ganz Besondere suchen. Das kann es. Man muss dazu auch nicht unbedingt violette Wildlederschuhe tragen.

*Michael Good*

Tests zu Vergleichsschiffen als PDF-Download plus weitere Infos im Internet: [www.yacht.de](http://www.yacht.de), webcode: #64133



# Zweites Leben

Alte Einbaudiesel zählen zu den größten Risikofaktoren beim Gebrauchbootkauf. Woran man typische Defekte erkennt, wie die Instandsetzung abläuft, was sie kostet

**E**in jährlicher Ölwechsel, und alle paar hundert Stunden das Ventilspiel kontrollieren – wesentlich mehr Pflege brauchte der Diesel die letzten 24 Jahre nicht, um anstandslos vor sich hin zu schnurren. Ein typisches Szenario, denn Selbstzünder sind durabel. Andererseits bergen sie ein großes Risiko: Wenn das Aggregat schadhaf ist und sogar getauscht werden muss, wird es richtig teuer, dann sind schnell 10 000 Euro und mehr weg.

In dem hier beschriebenen Fall ist der gute alte Yanmar 2GM20 seit einiger Zeit etwas wetterfühliger geworden; bei kalter Witterung und nach längeren Standzeiten fällt der erste Start schwer. Wird nicht auf Anhieb die perfekte Startgasstellung getroffen, kann bis zur ersten Zündung schon mal eine Minute Gejuckel vergehen. Und selbst dann rumpelt es im Motorraum noch ein paar Sekunden, bis beide Zylinder im Takt arbeiten. Klingt nicht gut. Andererseits: Läuft der Jockey erst

einmal, ist ihm nichts mehr anzumerken – kein Rußen, kein Blauen, kein weißer Dampf, und die Leistung scheint auch voll da zu sein. Wenn die Maschine nicht länger als eine Nacht steht, gelingt das Anlassen auf Knopfdruck und würde wohl selbst einem sehr pingeligen Gebrauchbootkäufer keinen Grund zur Sorge bereiten.

Auf Dauer ist ein unzuverlässig startender Motor, und sei es auch nur an kalten Freitagen, keine Lösung. Da alle selbst durch-

**Kapitaler Schaden, aber nicht das Ende: Kopfdichtung hin, Kolben zerfressen, Pleuel gestaucht**

# Yacht SKIPPERS MAGAZIN

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

föhrbaren Prüfungen, von der Dichtigkeit des Kraftstoffsystems bis zum Ventilspiel, ohne Befund geblieben sind, muss der Profi konsultiert werden.

Beim Termin an Bord startet der Diesel wider Erwarten sofort. Für die weitere Fehlersuche reicht dem Fachmann aber die Beschreibung der Symptome. Er vermutet mangelnde Kompression.

## Druckverlust

Tatsächlich offenbart die Messung der beiden Zylinder unerfreulich niedrige Werte. Speziell der sogenannte Zylinder 1, also der vom Getriebe aus gesehen hintere, erreicht den nötigen Druck nicht mehr.

Dafür gibt es zwei potenzielle Ursachen: Entweder eine Undichtigkeit, wofür verschlissene Kolbenringe oder Ventile in Frage kä-

men, oder der Kolben bewegt sich nicht mehr weit genug nach oben, um das Diesel-Luft-Gemisch wie gewünscht zusammenzupressen. Das mag im ersten Moment unwahrscheinlich klingen, kann aber relativ leicht eintreten, wenn der Pleuel gestaucht ist. Aufschlüsse liefert das sogenannte Spaltmaß, also der minimale Abstand zwischen Kolbenoberseite und Zylinderkopf.

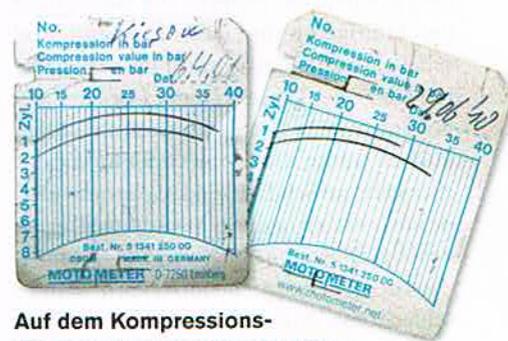
Eine Überprüfung mittels eines Stücks Lötzinn bestätigt den Verdacht: Statt der gewünschten 0,8 sind es etwa 1,1 Millimeter Hohlraum - viel zu viel und eine eindeutige Erklärung für die mangelhafte Kompression. Dazu kommt noch ein weiterer Befund: Das Lötzinn ist nicht gleichmäßig platt gedrückt, sondern sichtbar rau, was auf eine beschädigte Kolbenoberfläche hinweist. Der Fachmann ist sich sicher: Der Motor hatte einen

Wasserschlag. Gelangt Wasser in den Brennraum, während der Motor gedreht wird, treten extreme Belastungen auf. Im Gegensatz zu Luft lässt sich Flüssigkeit nicht komprimieren. Wird der Kolben nun durch Pleuel und Pleuel nach oben geschoben, trifft er quasi auf einen festen Anschlag. Die dabei entstehenden Kräfte reichen locker aus, um die massiven Pleuelstangen um ein paar Zehntelmillimeter zu stauchen und zu verbiegen.

Eine weitere mögliche Ursache ist ebenfalls schnell gefunden: der Entlüfter des Auspuffsystems. Dieser soll verhindern, dass die sich abkühlende Maschine nach dem Betrieb Kühlwasser aus dem Wassersammler zurück in den Motor zieht. Hier sitzt noch der 24 Jahre alte Original-Entlüfter. Der Experte empfiehlt, diesen bald gegen eine zuverlässiger arbeitende Kunststoffversion zu tauschen. Den Rest der Saison wird die Maschine noch durchhalten, dann aber besteht Handlungsbedarf.

## Ohne Gewähr

Wie hoch der Reparaturaufwand tatsächlich ist, lässt sich ohne Zerlegen des Motors selbst vom Fachmann nur annähernd schätzen. Feste Posten sind: Ausbau und Demontage, Austausch von mindestens einem Pleuel und einem Kolben sowie -ringen. Nebst den nötigen Dichtungen ergibt das schon mal etwa 1000 Euro. Und erfahrungsgemäß sind nach über 20 Jahren und einem Wasserschlag weitere Arbeiten fällig. Zudem lohnt sich der Aufwand der kompletten Demontage nur unter der Voraussetzung, dass danach für die nächsten Jahre Ruhe ist. Daher steht das Überarbeiten des Zylinderkopfes sowie der Kühlwasserpumpe und das Prüfen der Einspritzdüsen gleich mit im Angebot. ▷



**Auf dem Kompressionsdiagramm rechts fehlt es dem ersten Zylinder deutlich an Druck**

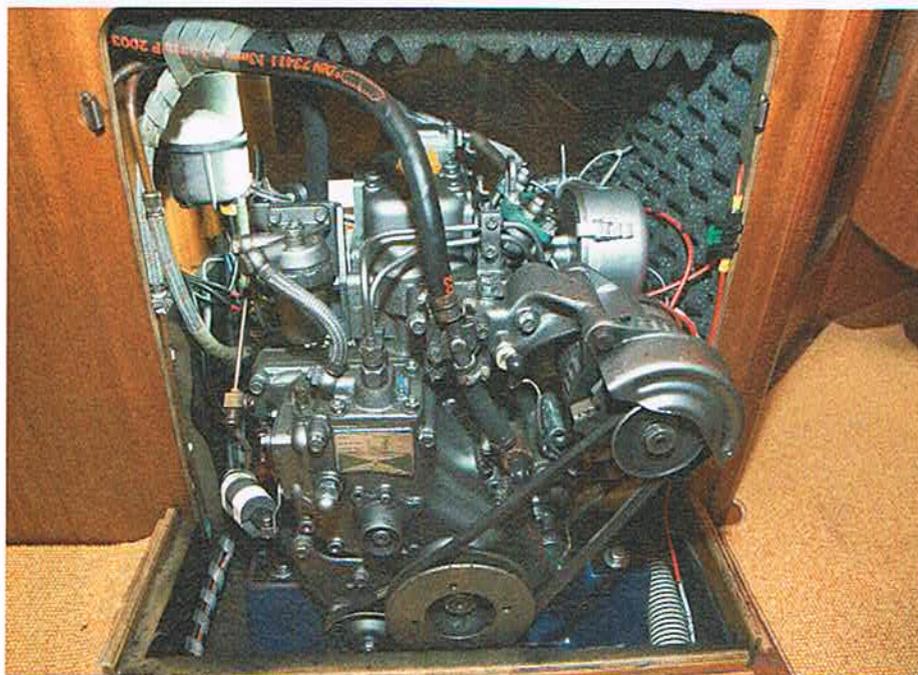
Alles zusammen summiert sich auf etwa 3500 Euro. Und das unter Vorbehalt: nicht nur, dass beim Demontieren eventuell weitere erhebliche Schäden diagnostiziert werden könnten. Keiner der angesprochenen Betriebe will garantieren, dass die Überholung unseres seewassergekühlten Yanmars überhaupt sinnvoll ist.

Das Problem: Von außen nicht erkennbar, könnte sich das aggressive Salzwasser schon zu weit in den Motorblock gefressen haben. Und das, obwohl wir versichern, dass wir die installierten Zinkanoden jedes Jahr geprüft und nötigenfalls auch gewechselt haben. Ohne den Motor zu zerlegen, kann niemand ausschließen, dass nach dem obligatorischen Freilätzen der Kühlkanäle eine Undichtigkeit im Motorblock zutage tritt. Was das endgültige Aus für unseren Diesel bedeuten würde.

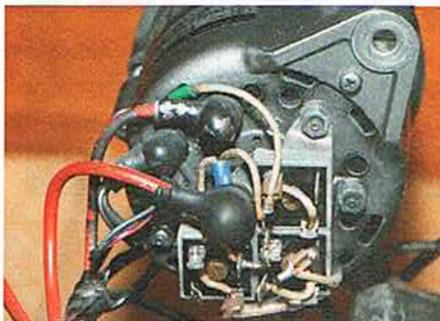
Spätestens jetzt ist es Zeit, über einen kompletten Tausch der Maschine nachzudenken. Im Gegensatz zum Kfz-Bereich sind Austauschmotoren für Boote kaum zu finden, weshalb nur ein neues Aggregat in Frage kommt. Angesichts des dabei möglichen Komfortgewinns durch Warmwasser und mehr Leistung ist diese Überlegung preislich gar nicht so unattraktiv (siehe Kasten S. 87). Die Tücken lauern aber wie so oft im Detail. Am einfachsten wäre der Wechsel gegen einen aktuellen Yanmar. So ließen sich die Kosten für einen neuen Saildrive oder entsprechende Adapterflansche sparen. Nur leistet der aktuelle Yanmar 2YM15 lediglich knapp 14 PS, das wären noch einmal 12 Prozent weniger als bei unserem sowieso schon schwach dimensionierten 2GM20.

Der 21 PS starke Dreizylinder ist da schon interessanter. Die Bootsbauer haben den alten Motor aber sozusagen hauteng unter dem Niedergang versteckt. Der Wechsel auf den kräftigeren und laufruhigeren Jockel scheitert an der um zehn Zentimeter größeren Länge des Diesels. Damit würden nicht nur aufwändige Tischlerarbeiten am Innenausbau nötig; die Motorverkleidung des rückwärts im Schiff sitzenden Antriebs würde auch so weit in die Achterkammer ragen, dass der Quergang blockiert wäre.

Auch bei anderen Herstellern sieht es schlecht aus. Vergleichbare Leistung mit passenden Abmessungen gibt es lediglich bei Lombardini. Der nächste Händler ist aber ▷



**GEKNIPST** Bevor die Schraubenschlüssel angesetzt werden, den Motor mit dem Verlauf aller Zuleitungen fotografieren, das erleichtert später die Zuordnung beim Zusammenbau



**GEMERKT** Dabei auch gleich reichlich Detailbilder machen, beispielsweise von der Verkabelung der Lichtmaschine



**GETROCKNET** Kühlwasser ablassen und wenn vorhanden die Zinkanoden entfernen, damit der Kreislauf austrocknet



**GELÖST** Die Einspritzleitungen werden direkt an der Pumpe getrennt, damit sie samt Kopf abgenommen werden können



**GESCHOBEN** Festsitzende Schläuche lassen sich mit einem Gabelschlüssel und einem Hebel vom Nippel schieben

# Ursachenforschung

Erst nach dem Abnehmen des Zylinderkopfes ist das tatsächliche Ausmaß des Schadens ersichtlich

**K**opf ab. Klingt wie ein Todesurteil, ist aber der erste Schritt zur Wiederbelebung des alten Jockels. Und der einzige Weg, Klarheit über den tatsächlichen Zustand der Maschine zu erhalten. Von außen ist dem Motor schließlich nichts anzusehen, und einmal gestartet, läuft er sogar ohne Mucken. Die Demontage kann schon an Bord stattfinden, stellt auch ambitionierte Laien nicht vor Probleme und spart ein paar Arbeitsstunden in der Werkstatt. Man sollte sich aber auf jeden Fall im Vorfeld mit dem für die Instandsetzung in Frage kommenden Fachbetrieb abstimmen. Und natürlich alle demontierten Teile sorgfältig aufbewahren, zum Beispiel, indem sie nach Baugruppen sortiert in beschriftete Gefrierbeutel gepackt werden. Das gilt auch für alle Dichtungen; sie werden zwar sowieso erneuert, aus ihrem Zustand lassen sich aber wichtige Rückschlüsse auf den Schadensverlauf ziehen. In unserem Fall war die durchgebrannte Kopfdichtung sofort als Ursache für die langsam in den Zylinder sickende Feuchtigkeit auszumachen. Die völlig von Ablagerungen verstopften Kühlkanäle wiederum sind die Erklärung für den Schaden an der Kopfdichtung. Obwohl eine ganz normale Wassermenge aus dem Auspuff kam und der weiter unten im Motorblock sitzende Temperaturalarm nicht angeschlagen hat, ist der Zylinderkopf überhitzt. Laut Expertenaussage ein typischer Sachverhalt bei alten seewassergekühlten Motoren. Abhilfe schafft nur eine Zweikreiskühlung oder das Zerlegen des Motors. Die zum Freiätzen der Kanäle nötigen Säuren zeigen nur dann Wirkung, wenn sie so aggressiv sind, dass sie auch die Kopfdichtung angreifen. Wer einen über 20 Jahre alten, ein-kreisgekühlten Diesel kauft, sollte die Überholung also besser gleich einrechnen.



**GEÖFFNET** Nachdem alle Leitungen getrennt wurden, kann es ans Eingemachte gehen. Die Hälfte der Kopfbolzen steckt unter dem Ventildeckel, daher muss auch dieser weichen



**GEROSTET** Der Kopf ist ab, die Dichtung hin. Die Stehbolzen sollten eigentlich nicht mit Wasser in Verbindung kommen



**GEFRESSEN** Die Feuchtigkeit hat deutliche Schäden hinterlassen. Die Oberfläche der Kolben ist durch Kavitation angefressen



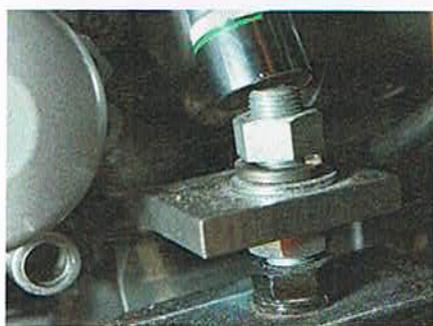
**GEBRANNT** Der Kopf von unten. Schwarze Spuren zwischen Brennraum und Kühlkanal deuten auf eine durchgebrannte Dichtung



**GESTOPFT** Ablagerungen statt Wasser. Mit derartig verstopften Kanälen wird der Zylinderkopf nicht mehr ausreichend gekühlt



**GETRENNT** Zum Ausbau des Motors muss der Saildrive ab, dazu trennt man den Flansch zwischen Getriebe und Motor



**GEMERKT** Die Höheneinstellung der Fundamente dokumentieren, dann geht das Wiedereinrichten später schneller



**GESCHÜTZT** Dünne Pressspan-Paneele schützen den Niedergang vor bleibenden Erinnerungen an die Motorüberholung



**GEHOBEN** Eine stabile Bockleiter und die 6:1-übersetzte Großschottalje dienen als Kran. Die Leiter gut abspannen, damit sie nicht verrutschen oder kippen kann

über 300 Kilometer vom Liegeplatz entfernt, was den Motor unattraktiv werden lässt.

### Arterienverkalkung

Also doch versuchen, den alten Jockel wieder zum Leben zu erwecken. Allein der Gedanke, den gut 100 Kilogramm schweren Guss-eisenklotz durch den steilen und engen Niedergang zu zwängen, lässt tiefe Denkfalten auf die Stirn treten. Sollte aber schließlich doch ein Neumotor nötig werden, muss das Schiff ob der erforderlichen Umbauten sowieso in die Werft.

Zur Entscheidungsfindung benötigen wir ein genaueres Schadensbild. Spätestens nach dem Abnehmen des Zylinderkopfes sollte klar sein, ob der Diesel zu retten ist oder nicht. Die dafür anfallenden Arbeiten lassen sich an der eingebauten Maschine selbst durchführen (siehe Kasten S. 85), ein wenig technisches Verständnis und Erfahrung im Umgang mit Werkzeug und Motoren vorausgesetzt. Wer zweifelt, sollte auch hier den Fachmann bemühen. Läuft es später auf eine Neumontage der Maschine hinaus, ist ohnehin der Experte gefragt.

Kaum ist der Zylinderkopf gelöst und der Blick auf Kolben und Kühlkanäle frei, wird die tatsächliche Schadensursache deutlich. Wo eigentlich frisches Kühlwasser durch das Motorgehäuse strömen soll, sind nur dicke, weißgraue Ablagerungen zu erkennen. Die Folge: Überhitzung und eine durchgebrannte Kopfdichtung – ein typischer Defekt bei alten seewassergekühlten Motoren. Schade nur, dass sich der Kühlwasseralarm die ganzen Jahre über nicht gemeldet hat. Allerdings sitzt der Temperaturregler auch weiter unten im Motorblock und wird ständig von frischem Wasser umströmt. Die verstopften Kanäle indes verhindern, dass der thermisch am stärksten belastete Kopfbereich ausreichend gekühlt wird.

Die auffälligen Startprobleme wiederum sind eine direkte Folge der defekten Kopfdichtung. Durch die Undichtigkeit konnte bei stehender Maschine langsam Kühlwasser in den Zylinder sickern. Wodurch eine ganze Reihe von Problemen auftritt: Zum einen werden Kolben und Ventile vom Seewasser angegriffen und korrodieren. Und noch viel schwerwiegender ist der bereits erwähnte Wasserschlag.

## Folgeschäden

Feuchtigkeit im Brennraum birgt aber noch andere Gefahren. Durch den gewünschten starken Druckanstieg beim Komprimieren des Diesel-Luft-Gemisches verdampft das Wasser. Der schlagartige Druckanstieg beim Zünden des Motors lässt die am Kolben und Zylinderkopf hängenden Gasbläschen implodieren, es kommt zur Kavitation. Die entstehenden Belastungen sind so hoch, dass winzige Metallpartikel aus der Oberfläche gerissen werden. Was auch die raue Kolbenoberseite erklärt. Leider gleicht auch die Unterseite des Zylinderkopfes einer Kraterlandschaft.

Es sind aber auch erfreuliche Neuigkeiten zu vermelden: Nach einem Blick auf die demontierten Teile gibt der zur Begutachtung hinzugezogene Monteur grünes Licht. Die Kühlkanäle haben sich zwar völlig zugesetzt, die befürchtete Korrosion ist aber so gut wie nicht vorhanden.

Damit ist klar: Der Motor kann zur Überholung aus dem Schiff. Dafür rechnet der ▷

## Die Alternative

### Was ein neuer Diesel kostet

**E**in neuer Motor steigert nicht nur den Zeitwert der Yacht, er bietet auch zusätzlichen Komfort. Durch die inzwischen obligatorische Zweikreiskühlung ließe sich beispielsweise ein Warmwassersystem beheizen. Wird statt des alten Zweizylinders ein heute auf der Schiffsgröße üblicher Dreizylinder gewählt, stünde nicht nur mehr Leistung zur Verfügung, der zusätzliche Topf würde auch die Laufruhe erhöhen. Beim Austausch wäre der aktuelle Yanmar 3YM20 die erste Wahl. Der Saildrive ist noch intakt und könnte weiterverwendet werden. Das spart Geld, da als Motor eine sogenannte Bobtail-Version, also eine Maschine ohne Wendegetriebe und Antrieb, ausreicht. Zusammen mit dem Einbau und den nötigen Änderungen am Auspuffsystem würde der Diesel mit etwa 8400 Euro zu Buche schlagen. Müssen Getriebe oder Antrieb ebenfalls getauscht werden, kommen 3000 Euro hinzu. Der Wechsel auf eine andere Marke kann ebenfalls interessant sein, allerdings sind damit meist größere Umbauten an den Fundamenten verbunden. Ein stärkerer Diesel erfordert im Normalfall einen neuen Faltpoppler, wofür noch einmal 700 bis 1000 Euro fällig werden. In unserem Fall ist das Paket also deutlich teurer als die Instandsetzung, die bei knapp 3600 Euro liegt. Allerdings sind am Ersatzaggregat auch wirklich alle Baugruppen neu und damit garantiert schadensfrei. Der Motorkauf sollte frühzeitig geplant werden; während einer der großen Bootsmessen lassen sich fünf bis zehn Prozent sparen.



Norddeutscher Regatta Verein



Lübecker Yacht-Club



## Internationale Deutsche Meisterschaft und 1ter „Champions Cup“



Vom 30. September bis zum 3. Oktober 2011 findet die „Internationale Deutsche Meisterschaft“ und im Anschluss der „Champions Cup“ in Travemünde statt. Im „Champions Cup“ segeln die Meister direkt gegeneinander und küren den „Besten der Besten“.

Seien Sie in Travemünde dabei oder per Live-Übertragung im Internet unter:

[www.idm-championscup2011.de](http://www.idm-championscup2011.de)

NRV Marketing GmbH · Papenreya 63 · 22453 Hamburg



Profi etwa zwei bis drei Arbeitsstunden, will aber einen Kran zur Verfügung haben. In Eigenregie lässt sich Geld sparen und der Jockel auch ohne Kran an Deck holen. Immerhin hat er durch das Demontieren von Zylinderkopf und Lichtmaschine schon deutlich abgespeckt. Bleibt noch das Abkoppeln sämtlicher Kabel- und Schlauchverbindungen sowie in unserem Fall das Ausbauen des Saildrives, da der Antrieb rückwärts im Schiff sitzt und das Getriebe den Weg nach vorn blockiert. Insgesamt sind das etwa zwei Stunden Arbeit, denn der Saildrive selbst muss ebenfalls zerlegt werden, um durch den Ausschnitt im Rumpf zu passen. Eine gute Gelegenheit, auch gleich die Dichtmanschetten zu erneuern.

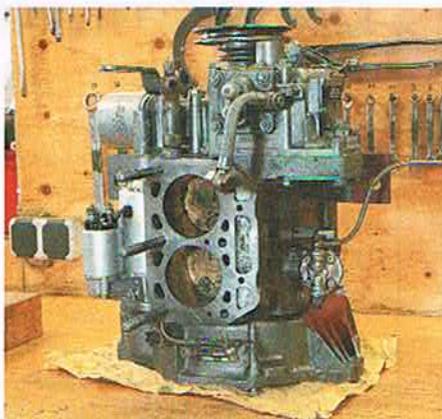
Anschließend kann der Motor von den Fundamenten gehoben werden. Eine stabile, auf Deck gestellte und sorgfältig gegen Kippen und Verrutschen abgespannte Bockleiter dient dabei als Kran. Mittels der 6:1-Talje der Großschot lässt sich der Diesel leicht von einer Person an Deck heben. Um den Motorblock von Bord zu bekommen, muss man entweder auf die Genuawünschen und entsprechende Umlenkungen an der Hallendecke oder einen externen Kran oder Gabelstapler zurückgreifen.

### Aus alt wird neu

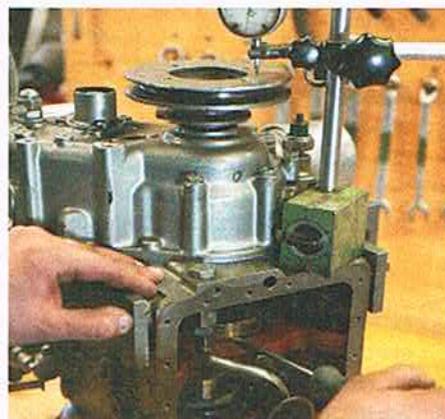
Von hier an übernimmt die Motoren-Werkstatt (siehe Kasten rechts), in unserem Fall die Schiffsmotoreninstandsetzung Leif Kiesow in Kappeln an der Schlei. Alternativ zum Marine-Motorservice wäre auch der Weg in eine klassische Zylinderschleiferei möglich. Die Auswertung unserer Vergleichsangebote ergab keine entscheidenden Preisunterschiede. Womit der liegeplatznächste Betrieb den Vorzug erhält.

Ob der Diesel nach der Instandsetzung auch wieder vom Profi eingebaut wird oder ob man erneut selbst zum Werkzeug greift, muss mit dem Fachmann abgesprochen werden. Er sollte eine Endabnahme durchführen, damit es später keine Probleme mit der auf die Motorreparatur eingeräumte Gewährleistung gibt.

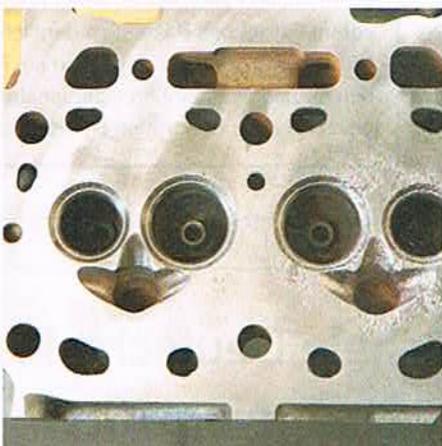
Nach einer derart umfassenden Überholung startet der Jockel nicht nur wie ein Neuer, er muss auch wieder einlaufen. Nach etwa zehn Betriebsstunden fällt somit auch eine Inspektion an. *Hauke Schmidt*



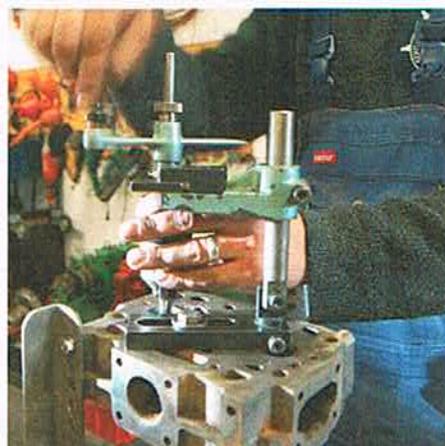
**GEREINIGT** Der Motorblock ist von Öl und Dichtungsresten befreit. Die Kühlkanäle wurden ebenfalls schon freigeätzt



**GEMESSEN** Das Spiel der Kurbelwellenlager entspricht den Toleranzen von Neuteilen, hier kann alles beim alten bleiben



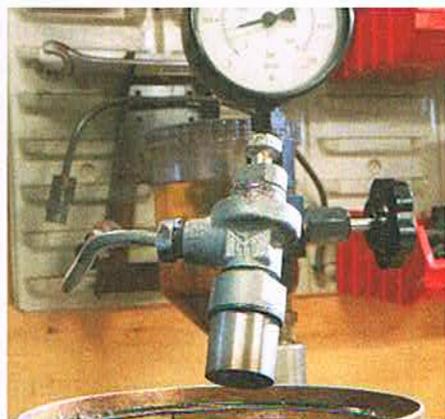
**GEPLANT** Der geschliffene Kopf, rechts sind noch Kavitationsspuren zu sehen. Dichtflächen und Kühlkanäle sind intakt



**GESCHNITTEN** Beim Schleifen verliert der Kopf etwa 0,1 Millimeter. Daher müssen die Ventilsitze tiefer geschnitten werden



**GEHONT** Damit das Öl besser haftet, weisen die Laufbuchsen einen leichten Kreuzschliff auf. Er wird beim Honen erneuert



**GEDRÜCKT** Die Einspritzdüsen bekommen neue Elemente und werden auf den korrekten Druck eingestellt

## Auf der Werkbank

Für die entscheidenden Arbeitsschritte ist die Fachwerkstatt gefragt

Die eigentliche Instandsetzung beginnt mit dem weiteren Zerlegen und Reinigen der Baugruppen. Da keine Rücksicht auf die empfindlichen Dichtungen genommen werden muss, ist der Effekt verblüffend. Nach ein paar Stunden im Säurebad sehen selbst die Kühlkanäle aus wie neu. Trotz 24 Jahren Salzwasserbetrieb zeigen sich praktisch keine Korrosionsspuren, eine Folge des hochwertigen Gussmaterials und der Zinkanoden. Weniger erfreulich ist der Zustand des Zylinderkopfes: Nach dem sogenannten Planen, also dem Fräsen und Glattschleifen der Unterseite, sind noch Kavitationskrater vorhanden. Da die Dichtflächen intakt sind, gibt der Fachmann dennoch grünes Licht. Wichtiger sind sauber schließende Ventile, diese werden gegen neue getauscht und die Ventilsitze nachgeschnitten. Anschließend werden noch die Laufbuchsen gehont. Kolbenringe, die gestauchten Pleuel und den zerfressenen Kolben gibt es ebenfalls neu. Mit der generalüberholten Wasserpumpe und neuen Einspritzdüsen absolviert unser alter Jockel den Probelauf auf dem werkstatteigenen Prüfstand schließlich wie ein Neumotor.



**GETAUSCHT** Zwar ließen sich die alten Ventile auch überholen, der Austausch kommt aber günstiger

# vorfreude\*



Jetzt am Kiosk.

### LESEN SIE JETZT IN BOOTE 10/11:

#### FRAGEN DER SICHTWEISE

BOOTE ging mit handlichen Gläsern der Größe 7 x 30 oder verwandt ins Labor. Der Leser erhält Einblicke in Qualität, Funktionalität und Praxistauglichkeit.

#### REIF FÜR DIE INSEL

Die Boddenlandschaft zwischen den Ostseeperlen Rügen und Zingst war eines der Ziele unserer Reise-Testcrew in diesem Sommer.

#### DIE LIEBE ZUM ALTEN ROSTET NICHT

Vor einigen Jahren wurde die „Tempo VI“, ein Rennboot, das 1946 den legendären Gold Cup gewann, von einem Sammler restauriert. BOOTE stellt die Schönheit vor.

Entdecken Sie den Spaß am Motorbootfahren mit BOOTE, Europas größtem Motorboot-Magazin. Alles über innovative Technik, aktuelle Trends und die schönsten Reiseziele, mit aufschlussreichen Tests für Besitzer, Charterer und Skipper.

Gratis-Probeheft unter 0521-55 99 11.

**boote**  
machen Spaß