

Foto: LiqMoly

Klarer Fall für ein reinigendes Additiv.

Additive & Co.

Öl- und Kraftstoffzusätze: Sie versprechen mehr Leistung, weniger Verschleiß und Verbrauch oder bessere Verbrennung. Michael Herrmann beschreibt, was diese Wundermittel tatsächlich bewirken können und versucht die Frage zu beantworten, ob deren Einsatz in einem Bootsmotor sinnvoll ist.

In Zeiten steigender Kraftstoffpreise und klammer Geldbeutel scheint der Markt für Öl- und Kraftstoffzusätze, die entweder den Verbrauch senken oder die Leistung der Motoren steigern – oder am besten beides – zu boomen. In nahezu jeder automobilen Fachzeitschrift finden sich Anzeigen einschlägiger Hersteller, in denen schier unglaubliche Wirkungen dieser Mittel angepriesen werden. Zudem häufen sich Bakterien in der letzten Zeit nicht nur in Gammelfleisch, sondern auch in den Tanks der Freizeitschiffahrt und führen dort zunehmend zu Motorausfällen, deren Ursache zunächst im wahrsten

Sinne des Wortes im Dunkeln zu liegen scheint.

Der Markt dieser sogenannten Additive ist nicht gerade übersichtlich. Viele Hersteller geben anstelle einer konkreten Beschreibung der Wirkungsweise oder der wirksamen Bestandteile lieber vollmundige Versprechen, die zudem in den seltensten Fällen belegbar sind. So wundert es nicht, dass diesen Mitteln in der Fachpresse und diversen Foren mit – milde ausgedrückt – Skepsis und Ablehnung begegnet wird. Die Leidtragenden sind die seriösen Hersteller, deren Produkte tatsächlich das bewirken, was in den Beschreibungen angegeben wird.

Öladditive

Versuchen wir eine Klassifizierung und betrachten zunächst die Ölzusätze. Hauptvertreter sind hier Mittel, die die Schmierfähigkeit des Öls verbessern sollen. Diese enthalten in der Regel Zusätze in Form von Molybdänsulfid (MoS_2), Polytetrafluorethylen (PTFE) oder keramische Substanzen. Das Prinzip: Die in Form feiner und feinsten Partikel vorliegenden Zusätze legen sich zwischen die Reibpartner, also die Oberflächen, zwischen denen bei relativer Bewegung Reibung entsteht, und verhindern so einen direkten Kontakt der in der Regel metallischen

Flächen. Da der Reibungskoeffizient der zugesetzten Partikel kleiner ist als der der Metalle, sinken die Verluste durch Reibung – die Leistung steigt, und/oder der Verbrauch sinkt. Soweit die Theorie.

Molybdänsulfid MoS_2

Diese Verbindung aus dem Metall Molybdän und Schwefel bildet Schichtkristalle, die an metallischen Oberflächen haften und die schon durch ihren inneren Aufbau einen sehr kleinen Reibungskoeffizienten aufweisen. Die grauschwarzen Kristalle werden bereits seit etwa 70 Jahren als Schmiermittel eingesetzt und haben das bis dahin gebräuchliche Graphit aus der industriellen Schmiertechnik fast vollständig verdrängt.

Einer der Hauptvorteile des Molybdänsulfids ergibt sich aus dessen Haftfähigkeit in Verbindung mit der geringen Reibung. Daraus ergeben sich gute Notlaufeigenschaften, zum

Beispiel bei Ölmangelzuständen. Selbst bei Totalverlust des Öls bleibt die Schmierfähigkeit noch eine Weile erhalten. Auch für die typischen Kaltstartsituationen kann sich der Einsatz von Molybdänsulfid als vorteilhaft erweisen, da die Flächen, die unmittelbar nach dem Start noch nicht mit Schmieröl versorgt werden, durch die Molybdänsulfidschicht „vorgeschmiert“ sind.

Die Haftfähigkeit ist jedoch nicht dauerhaft; bei den meisten Additiven auf dieser Basis soll die Zugabe der üblicherweise in Mineralöl dispergierten Kristalle bei jedem Ölwechsel erfolgen.

Polytetrafluorethylen (PTFE)

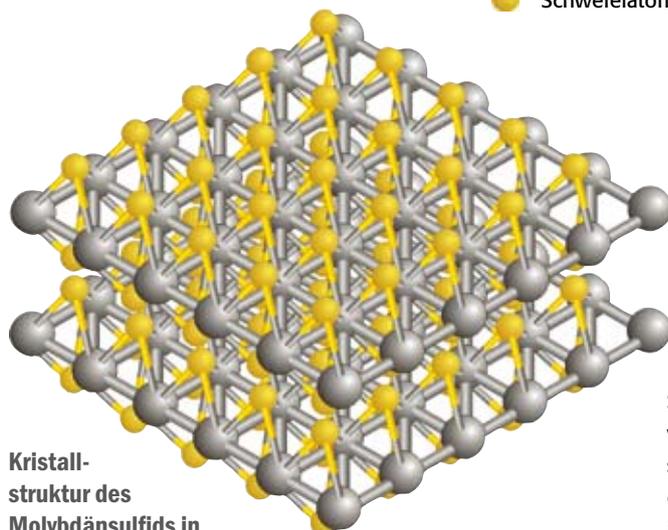
Dieser unter dem Namen „Teflon“ bekannt gewordene Kunststoff weist von allen bekannten Feststoffen den niedrigsten Reibungskoeffizienten auf. Wie jede Hausfrau weiß, haftet nichts an diesem Stoff, noch nicht einmal Spiegeleier (Frage: wie haften

Bratpfannen an diesem Stoff?).

Aufgrund des niedrigen Reibungskoeffizienten bietet sich PTFE als ein ideales Additiv an: Wird es fein verteilt dem Öl zugegeben, legt es sich zwischen die Reibungspartner, verhindert deren direkten Kontakt und senkt so die Reibungsverluste im Motor. Damit soll natürlich eine deutliche Verbrauchsreduzierung bei gleichzeitiger Leistungssteigerung erreicht werden.

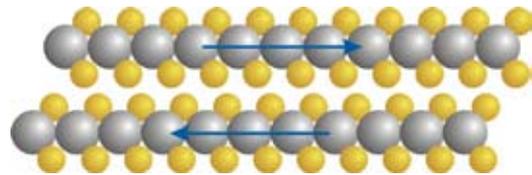
Dass dies nicht ganz so einfach ist, wie es den Anschein hat, zeigt die Masse der Firmen, die in den letzten Jahrzehnten mit PTFE-basierenden Additiven auf dem Markt erschienen und nach kurzer Zeit wieder verschwanden. Oft gelangte das PTFE nicht an die Stellen, an denen es wirken sollte, und in einigen Fällen waren kapitale Motorschäden die Folge, weil es sich dort ansammelte, wo es auf keinen Fall in Massen vorkommen durfte: In Ölkanälen und -bohrungen, wo es den Durchfluss des für den Motor lebenswichtigen ▶

Molybdänsulfid



Kristallstruktur des Molybdänsulfids in dreidimensionaler Ansicht.

● Molybdänatom
● Schwefelatom



Die Bindung der Schwefelatome untereinander ist wesentlich schwächer als die Bindung der Schwefelatome zu Molybdän. Daher lassen sich die Schichten wie aufeinandergestapelte Papierbögen gegeneinander verschieben.

Schichtgitter so ausgebildet, dass Schichten aus Molybdänatomen von Schichten, die nur aus Schwefelatomen bestehen, eingefasst sind. Die Schwefel-Molybdän-Bindung ist sehr stark, während die Schwefel-Schwefel-Bindung im Vergleich dazu sehr schwach ist. Die aus jeweils einer Molybdän- und zwei Schwefelschichten bestehenden Lamellen gleiten so übereinander, vergleichbar mit einem Stapel Papierblätter, die übereinander gelegt sind. Diese innere Gleitfähigkeit des Materials ist von wesentlicher Bedeutung für dessen Schmierfähigkeit.

Durch den Schwefel haften Molybdänsulfidkristalle sehr gut an metallischen Oberflächen, wobei sich die Lamellen parallel zur Metalloberfläche ausrichten. Daher lassen sich durch die Zugabe von Molybdänsulfid zum Schmieröl sehr gut Notlaufeigenschaften für den Fall eines Ölverlustes erreichen.

Schmierstoffs blockierte und diesen letztlich ruinierte. Entscheidend scheint die Größe und Form der Partikel zu sein; einer der wenigen etablierten Hersteller von PTFE-basierenden Additiven, die nachgewiesenermaßen eine Wirkung entfalten, setzt kugelförmige Partikel mit Durchmessern unter 5 Mikrometern ein. Unter den im Motor an einigen entscheidenden Stellen herrschenden Druck- und Temperaturverhältnissen werden diese Kugeln in die Oberflächenstruktur des Metalls gepreßt und bleiben dort, zumindestens eine Zeitlang, haften. Unter diesen Umständen entwickelt sich eine ähnliche Situation wie bei dem Molybdänsulfid: Zwischen den Reibpartnern bildet sich eine Schicht aus Polytetrafluorethylen, die Reibung sinkt um eine Zehnerpotenz, der Motor läuft leichter, verbraucht weniger und bringt mehr Leistung.

Genauer: Er verbraucht bei gleicher Leistung weniger, oder leistet bei gleichem Verbrauch mehr. Die empfohlene Dosierung PTFE-basierender Additive ist von Produkt zu Produkt stark unterschiedlich: Während einige Additive bei jedem Ölwechsel erneut zugegeben werden müssen, erreichen andere Standzeiten von 50.000 Kilometern und mehr, oder, auf den Yachtbetrieb übertragen, 1.000 und mehr Betriebsstunden. Immer unter der Voraussetzung, dass überhaupt eine positive Wirkung vorhanden ist.

Keramische Zusätze

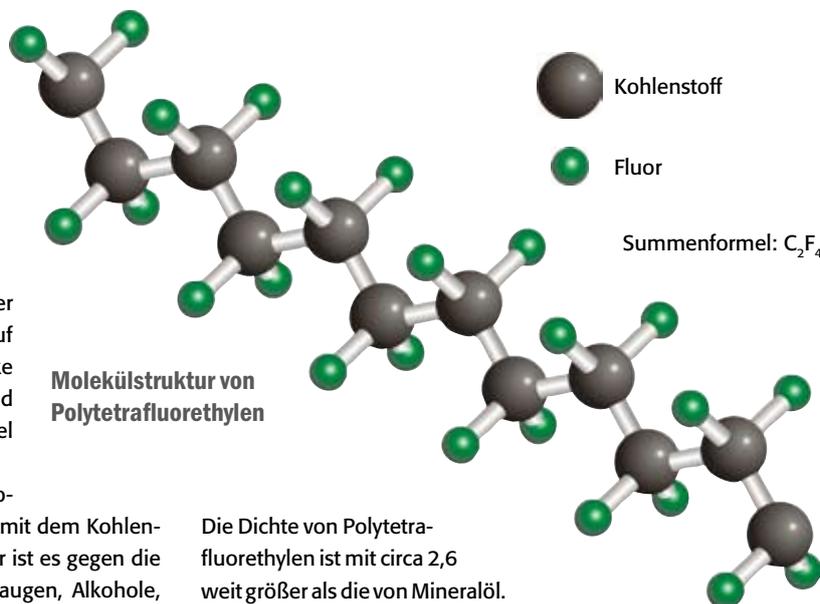
Hier muß man unterscheiden: Die Mehrzahl der keramischen Additive funktioniert nach einem ähnlichen Prinzip wie Molybdänsulfid oder PTFE: Zum Motoröl werden Dispersionen mit den entsprechenden

Partikeln zugegeben, die sich – im Öl schwimmend – durch den Motor bewegen. Die positiven Wirkungen dieser Zusätze entstehen dadurch, dass sie sich – ähnlich wie Puffer – zwischen die Reibpartner legen und so einen direkten Kontakt verhindern. Diese Zusätze gehen keine chemische Verbindung mit den Oberflächen ein, und eine Veränderung der Metallflächen findet nicht statt. Diese meistens auf einem Stoff namens hexa-Bornitrid basierenden Stoffe stellen die neueste Generation der Öladditive dar. Sie konnten erst in den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts wirtschaftlich hergestellt werden – vorher waren sie unbezahlbar. Bornitrid zeichnet sich zunächst durch eine Härte aus, die nur noch von Diamanten übertroffen wird. Zudem ist es an der Luft bis über 900

Polytetrafluorethylen

Polytetrafluorethylen (PTFE), bekannt unter den Handelsnamen Teflon oder Hostafion, ist ein thermoplastischer Kunststoff aus Kohlenstoff und Fluor. Er ist kein Nebenprodukt der Raumfahrt, fühlt sich wachsartig an und weist einige bemerkenswerte Eigenschaften auf. Es wurde bereits 1938 von dem Chemiker Roy Plunkett durch Zufall entdeckt, als er auf der Suche nach Kältemitteln für Kühlschränke mit Tetrafluorethylen (TFE) experimentierte und eines Morgens statt Gas nur noch weiße Krümel in der Flasche fand.

Fluor ist das Element mit der höchsten Elektronegativität und geht eine sehr stabile Bindung mit dem Kohlenstoff (mittelstarke Elektronegativität) ein. Daher ist es gegen die meisten Lösungsmittel beständig – Säuren, Laugen, Alkohole, Ketone und Öle können den weißen Kunststoff nicht beeindrucken. Die Hitzebeständigkeit (260 Grad Celsius und mehr) ist ein Hauptgrund für die weite Verbreitung, hauptsächlich in Pfannen, und eine Voraussetzung dafür, PTFE in Motorölen einsetzen zu können. Nachteilig in diesem Zusammenhang ist, dass PTFE an fast nichts haftet (außer an Bratpfannen) und daher nicht, wie zum Beispiel Molybdänsulfid, an Motorteilen Schichten bildet, die eine Voraussetzung für Notlaufeigenschaften sind. Dafür ist der Reibungskoeffizient phänomenal. Die Reibbeeigenschaften werden mit denen von nassem Eis auf nassem Eis beschrieben. Dabei ist die Haftreibung gleich der Gleitreibung - es entsteht kein Ruck bei dem Übergang von Stillstand zur Bewegung.



Die Dichte von Polytetrafluorethylen ist mit circa 2,6 weit größer als die von Mineralöl. Da der Kunststoff nicht im Öl gelöst ist, sondern in Partikelform suspendiert ist, setzt sich das PTFE nach einiger Zeit ab und neigt dazu, sich zu verklumpen. Diese Nachteile – schlechte bis keine Haftung, Verklumpungsneigung – sprechen eher gegen eine Verwendung dieses Kunststoffes in Schmierölen und führten auch zu einigen Ereignissen, die zu einem schlechten Ruf der PTFE-basierenden Additive führten. Nach Angaben eines renommierten Herstellers können die Auswirkungen dieser Negativeigenschaften jedoch durch eine spezielle Form und Größe der Partikel weitgehend beseitigt werden. Es reiche jedenfalls nicht aus, „einen PTFE-Block zu zerreiben und die Späne ins Öl zu schütten“.

Grad Celsius temperaturbeständig, zeigt eine hohe Wärmeleitfähigkeit und ein ausgezeichnetes elektrisches Isolationsvermögen. Der niedrige Reibungskoeffizient und die damit verbundenen sehr guten Schmier- und Gleiteigenschaften bleiben auch bei hohen Temperaturen erhalten.

Da Bornitrid eine ähnliche Kristallstruktur wie Molybdänsulfid aufweist, zeigt es auch eine ähnliche Haftung an metallischen Oberflächen.

Rewitec

Dieses Produkt gehört zu der anderen Klasse der keramischen Zusätze. Während bei den herkömmlichen Additiven mit Hilfe von Schmierstoffen versucht wird, einen trennenden Schmierfilm zu erzeugen, der den direkten Kontakt der Metalloberflächen verhindern soll, modifiziert Rewitec die Oberflächenstruktur der reibenden Metallteile. Eine auf deren Oberfläche erzeugte Reaktionsschicht verbessert das natürliche Reib- und Verschleißverhalten der Metalle. Dazu sind in der Wirksubstanz verschiedene Silikate enthalten. Diese weichen Feststoffe werden im Reibkontakt des geschmierten Maschinenelements durch hohen Druck und hohe Temperaturen zur chemischen Reaktion gebracht. Die Silikat-Atome aus der Wirksubstanz verbinden sich mit den Metall-Atomen aus der metallischen Oberfläche und bilden dort sogenannte Metallsilikate. Diese Metall-Silikatschicht besitzt günstigere Reib- und Verschleißigenschaften als die reinen metallischen Reibpartner. Als Folge der Schichtbildung sinkt im Reibkontakt das Reibungsniveau und der weitere Verschleiß wird reduziert. Dieses Verfahren wirkt auch auf vorgeschädigten oder verschlissenen Flächen, so dass sich gerade in Yachtantrieben mit den dort häufig anzutreffenden Uraltmotoren eine deutliche Verbesserung der Laufeigenschaften und eine längere Gebrauchsdauer erreichen läßt.

Reibung, Leistung und Verbrauch

Die Hersteller von Ölzusätzen, ►

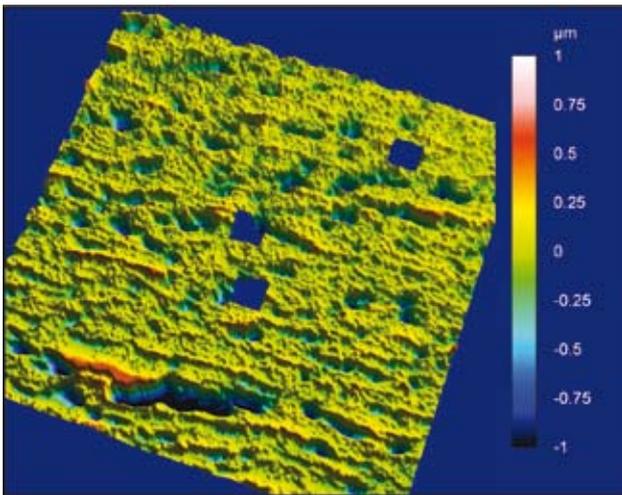
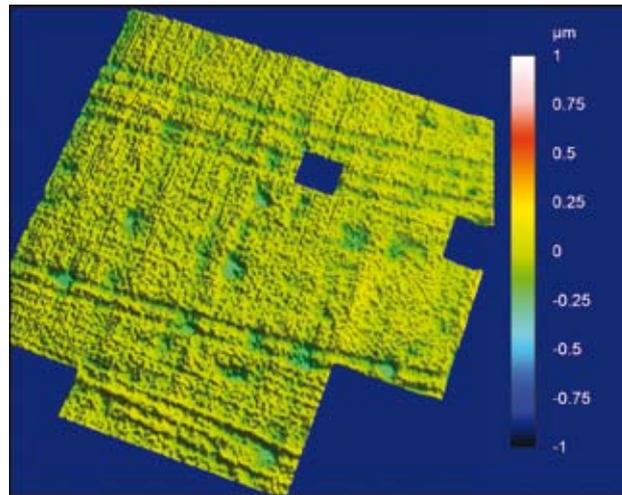


Abbildung der Zahnoberfläche eines Getriebezahnrads mittels μ surf-Technologie, links vor und rechts nach einer Behandlung mit Rewitec. Größe der Meßstelle: 0,5 x 0,5 Mil-



limeter. Auffallend ist die Abnahme der Oberflächenrauheit um etwa den Faktor 5. Dadurch erhöht sich die Tragfläche um das 18-fache..

die die innere Reibung des Motors reduzieren sollen, attestieren ihren Produkten eine ganze Palette von Wirkungen. Je nach Zielgruppe sollen die Mittel die Leistung des Motors erhöhen, den Kraftstoffverbrauch senken, den Verschleiß mindern und / oder die Betriebssicherheit fördern.

Für den durchschnittlichen Yachteigner stellen sich hier gleich mehrere Fragen: Selbst, wenn man unterstellt, dass die reibungsmindernden Addi-

tive tatsächlich die Schmierfähigkeit des Motoröls verbessern, findet er – wenn überhaupt – nur sehr spärliche quantitative Angaben über die Wirkung der Produkte. Viele Hersteller bringen zwar Zahlen in Umlauf, die jedoch weder reproduzierbar noch durch unabhängige Gutachten nachgewiesen sind. In vielen Fällen läuft der „Wirkungsnachweis“ über sogenannte Referenzen zufriedener Anwender, die ebenfalls in den seltensten Fällen nachprüfbar sind. Selbst wenn diese Referenzen echt sein sollten, sind sie in der Regel von einer enormen Subjektivität geprägt – allgemein bekannt ist, dass sich das Fahrverhalten des durchschnittlichen Automobilisten in Richtung Sparsamkeit verändert, sobald er ein Mittel in sein Motoröl gekippt hat, das den Verbrauch senken soll und für das er schließlich Geld ausgegeben hat. Hier die Spreu vom Weizen der Hersteller zu trennen ist fast unmöglich. Selbst die Zusammensetzung oder auch nur die Angabe des wirksamen Bestandteils mancher dieser Wundermittel werden nicht preisgegeben; so entsteht eine Situation, in der die Katze im Sack verkauft wird und noch nicht einmal bekannt ist, ob es sich nicht vielleicht nur um eine dicke Ratte handelt.

Die wenigen verfügbaren Zahlen beschränken sich auf Leistungs-

steigerung und Verbrauch. Bei den Herstellern, denen man Seriosität unterstellen kann, bewegen diese meistens um den fünf-Prozent-Bereich, also 5 Prozent mehr Leistung oder 5 Prozent weniger Verbrauch. Wenn eine Leistungssteigerung bei gleichzeitiger Verbrauchsminderung (oder umgekehrt) versprochen werden, sind leichte Zweifel an der oben erwähnten Seriosität erlaubt.

Dasselbe gilt für Aussagen in Bezug auf die lebensdauerverlängernden Eigenschaften der Additive: Hier übertrumpfen sich zwar die sogenannten Referenzen mit sagenhaften Kilometerzahlen, ob und inwieweit diese jedoch auf die Verwendung des gepriesenen Additivs zurückzuführen sind, bleibt schleierhaft. Handfeste Zahlen sind nur von ganz wenigen Herstellern erhältlich, und diese lassen sich häufig kaum auf die Betriebsverhältnisse eines Bootsmotors übertragen.

Eine Ausnahme stellt in dieser Beziehung Rewitec dar; hier findet man eine ganze Reihe gut dokumentierter Untersuchungen über die Wirkung des Produkts. Der Hersteller legt jedoch auch Wert auf die Feststellung, dass Rewitec nicht den Öladditiven zugerechnet werden sollte.

Letztlich stellt sich die Informationslage etwa so dar: Verbrauchsminde- rung beziehungsweise Leistungssteigerungen liegen realistischerweise im



Ablagerungen dieser Art treten hauptsächlich an den Einlassventilen auf und können mit einem Kraftstoffadditiv entfernt werden. Öladditive sind hier nutzlos.

Bereich um die 5 Prozent, ob und wie weit die Gebrauchsdauer des Motors positiv beeinflusst wird, lässt sich nicht einmal abschätzen

Stellt sich die letzte Frage: Lohnt sich der Einsatz solcher Additive im Yachtbereich? Diese Frage muß jeder Eigner für sich selbst beantworten. Fest steht, dass sich die angegebenen Einsparungen beziehungsweise Mehrleistungen im praktischen Yachtbetrieb kaum bemerkbar machen werden. Bei einer durchschnittlichen jährlichen Laufleistung von etwa 50 Stunden bei einem Verbrauch um die zwei Liter pro Stunde spart man bestenfalls 5 Liter Diesel, Leistungssteigerungen scheitern an den Lastaufnahmekarakteristiken der Propeller, und was die Lebensdauer der Motoren betrifft, lässt sich pauschal feststellen, dass kaum ein Yachtmotor an Verschleiß zugrunde geht – die meisten dieser Motoren, zumindestens in Segelyachten, sterben an Unterforderung.

Eine Ausnahme bildet – auch hier – Rewitec. Mit dieser Beschichtung lässt sich bereits vorhandener Verschleiß deutlich verringern. Dies kann für Eigner – im üblichen Sprachgebrauch – museumsreifer Antriebe interessant werden, da es dort immens schwierig werden kann, Ersatzteile zu finden.

Reiniger

Diese Additive bestehen meist aus einer Kombination diverser Lösungsmittel und Tensiden in einer Mineralölträgerflüssigkeit. Sie werden vor einem Ölwechsel in das alte Öl geschüttet und nach einiger Zeit, die zwischen wenigen Minuten und wenigen Stunden liegen kann, mit dem Altöl abgelassen.

Der Einsatz dieser Reiniger sollte dann in Betracht gezogen werden, wenn man unter der Öleinfüllöffnung schwarzen Schlamm oder lackartige schwarze Ablagerungen auf den Motorinnereien findet.

Ein besonderes Einsatzgebiet für reinigende Additive entsteht durch die im Yachtbereich häufig geübte Praxis, den Motor stundenlang ohne oder mit nur geringer Last zu betreiben, zum Beispiel, um ►



**Nomen est omen:
LecWec soll undichte
Dichtungen abdichten.**

die Batterien aufzuladen. Als Folge davon können die Kolben- und Ölabstreifringe durch Ablagerungen in ihren Nuten im Kolben verkleben. Dadurch bewegungsunfähig geworden, sammelt sich Schmieröl im Verbrennungsraum und sorgt für den bekannten schillernden Film auf dem Wasser um das Schiff herum. Hier kann ein Reiniger die Ringnuten reinigen und den Effekt zumindestens abmildern.

Dicht-Additive

Diese Öl-Additive sollen Leckstellen im Ölsystem des Motors abdichten. Das Prinzip: Undichtheiten an den Dichtungen der ölführenden Teile des Motors entstehen im Laufe des Motorlebens häufig durch Versprödung des Dichtungswerkstoffes. Mit der Zeit werden die in den Dichtungswerkstoffen enthaltenen Weichmacher durch Ölbestandteile aus den Dichtungen herausgelöst. Folge: Die Dichtung wird härter, versprödet und schrumpft. In den Dicht-Additiven sind Weichmacher enthalten, die im Grunde die aus den Dichtungen verschwundenen Bestandteile ersetzen sollen. Dringen die Weichmacher weit genug in den Dichtungswerkstoff, quellen die Dichtungen auf und füllen so die entstandenen Spalte und Zwischenräume wieder auf

– das Leck ist dicht. Dieses Verfahren kann funktionieren, muß aber nicht. Dichtungen, die nicht aus Elastomeren bestehen, lassen sich von Weichmachern nicht sonderlich beeindruckend. Suppt das Öl an dem Spalt zwischen Motorblock und Zylinderkopf heraus, kann man sich die Ausgabe für das Dicht-Additiv sparen. Gute Chancen bestehen bei Dichtringen – sowohl bei Rund- als auch bei Radial-Wellendichtringen – und bei Ölwanne-, Steuergehäuse- und Zylinderkopfhäubendichtungen.

Viskositätsverbesserer

werden in hochbeanspruchten Fahrzeugmotoren eingesetzt, um die Viskosität des Öls auch unter hohen Temperaturen stabil zu halten. Zweck dieser Additive ist es, durch diese „Eindickung“ den Schmierfilm auch an thermisch hoch beanspruchten Stellen – wie zum Beispiel der Zylinderwand – stabil zu halten. Damit soll eine Erhöhung der Kompression, die wiederum zu einer Leistungssteigerung führt, erreicht werden. Im durchschnittlichen Yachtmotor etwa so wirkungsvoll wie eine rote Schleife um den Ansaugstutzen.

Fazit Öladditive

Nur wenige der im Kraftfahrzeugbereich verwendeten Öladditive haben im Yachtantriebsbereich einen sinnvollen Einsatzbereich. In Zeiten der modernen Hochleistungsschmieröle führen sie im Allgemeinen zu keinem Nutzen für den Anwender. Es gibt allerdings einige Ausnahmen. Dazu gehören Zusätze, mit denen Notlaufeigenschaften erreicht werden können, da sie dem Skipper einen Zeitvorteil bei akutem Öl-mangel im Fahrwasser verschaffen – selbst ganz ohne Öl kann der Motor noch einige Minuten ohne größere Schäden laufen. Vorausgesetzt, das Mittel hält, was es verspricht. Dabei sollten vorzugsweise Additive eingesetzt werden, deren Wirkung über längere Zeit anhält, die also nicht bei jedem Ölwechsel erneuert werden müssen.

Eine Innenreinigung des Motors ist dann sinnvoll, wenn dieser häufig ohne oder mit geringer Last betrieben wird, etwa zur der Aufladung der Bordnetz-batterie. Die Reiniger können auch helfen, wenn sich die Abgase bläulich verfärben oder das Wasser um das Schiff herum in diversen Regebogenfarben schillert, sobald der Motor gestartet wird.



In Kolbenringnuten abgesetzter Ruß kann unter Umständen mit einem Reinigungsadditiv gelöst werden.

Foto: Bimurch

Der an Bord sinnvolle Einsatzbereich von Rewitec wurde bereits kurz beschrieben. Dieses Mittel, das als „Beschichtung“ und nicht als Additiv verkauft wird, kann vor allem für Eigner älterer Motoren insofern nützlich sein, als dass damit Reparaturen, die extrem teuer oder mangels Teilen nicht mehr durchführbar sind, hinausgezögert werden können.

Dicht-Additive können funktionieren, hier kommt es auf einen Versuch an. Auch hier sollte man darauf achten, ein Produkt eines renommierten Herstellers einzusetzen – die Chance, dass es auch wirkt, dürfte dann etwas größer sein.

Klar ist, dass keines dieser Mittel Wunder vollbringen kann. Werden Wunder versprochen, zum Beispiel Leistungssteigerungen um 30 und Verbrauchsminderungen um 25 Prozent, darf man sich nicht wundern, wenn man anschließend feststellt, dass man sein Geld besser zum Anzünden des Kochers in der Pantry eingesetzt hätte.

Kraftstoffadditive

Hier ist die Palette der angebotenen Erzeugnisse nicht ganz so groß. Unterteilen lassen sie sich in Mittel, die die Verbrennung günstig beeinflussen sollen (Zündwilligkeit, Rußbildung), Reinigungsmittel, Schmiermittel und Biozide gegen Mikroben im Dieseltank. Mittel, denen verbrauchs-senkende oder leistungssteigernde Eigenschaften zugeschrieben werden, sind hier verhältnismäßig selten. Ab und zu findet man jedoch den Hinweis, dass „sauberere Motoren besser laufen und weniger Kraftstoff verbrauchen“.

Verbrennungsfördernde Additive

Diese Mittel verbessern in der Regel die Zündwilligkeit des Dieseldiesels. Sie enthalten als Wirkstoff meistens organische Nitrate, zum Beispiel Ethyl-Hexyl-Nitrat in einem Mineralölgemisch.

Die Zündwilligkeit ist definiert als der Zeitverzug zwischen Einspritzung und der Selbstzündung des Kraftstoffs und wird als Cetanzahl



Foto: Grotmar/Mikrofiltertechnik

Mikrobenbefall in einem Stahl-Dieseltank.

angegeben.; je kürzer dieser Verzug und je höher die entsprechende Cetanzahl ist, desto sauberer läuft die Verbrennung. Niedrige Cetanzahlen führen zu vermehrter Rußbildung und zu einem unregelmäßigeren Motorlauf. Die Anforderungen der Motoren an die Cetanzahl steigen mit dem Stand der Technik: Während sich alte Vorkammer-Diesels mit einer Cetanzahl von 30 zufrieden gaben, verlangen moderne Common-Rail-Motoren Werte von 50. Der in Deutschland üblicherweise angebotene Dieseldieselkraftstoff kommt mit einer Cetanzahl von mindestens 51 aus der Zapfsäule.

Da in Yachten in den seltensten Fällen hochmoderne Motoren zu finden sind, erübrigt sich die Zugabe dieser Additive zum Kraftstoff. Subjektiv kann der Einsatz der Zündbeschleuniger jedoch zu einem ruhigeren Motorlauf führen, da das sogenannte Nageln, das unter anderem durch hohen Zündverzug

hervorgerufen wird, stark verringert werden kann.

Schmierende Additive

Der Hintergrund: In den letzten Jahren wurde der Gehalt an Schwefel im Dieseldieselkraftstoff schrittweise vom natürlichen Schwefelgehalt, der zwischen 1.600 und 8.000 Milligramm je Liter liegen kann, auf 10 Milligramm je Liter gesenkt. Seit 2005 ist in Deutschland fast ausschließlich Diesel mit einem Schwefelgehalt unter 10 Milligramm je Liter erhältlich („Schwefelfreier Diesel“). Als „schwefelarm“ wird Diesel mit einem Schwefelanteil von unter 50 Milligramm je Liter bezeichnet.

Schwefel hat im Diesel schmierende Eigenschaften; dummerweise stiegen mit abnehmendem Schwefelgehalt die Anforderungen der Motoren an die Schmierung deutlich an; moderne Common-Rail- oder

Pumpe-Düse-Einspritzanlagen stellen weit höhere Anforderungen an die Schmierfähigkeit des Kraftstoffs als die bereits erwähnten alten Vorkammermotoren.

Das Problem wurde kommerziell durch den Einsatz sogenannter Lubricity-Additive, die aus der Luftfahrt stammen und dem Diesel in den Raffinerien beigefügt werden, gelöst. Zusätzliche schmierende Additive sind daher praktisch überflüssig.

Reinigende Additive

Diese, hauptsächlich mit Detergenten (Amine, Imidazoline, Amide, Succinimide, Polyalkyl-Succinimide oder Polyetheramine) arbeitenden Zusätze beseitigen hauptsächlich Rückstände an den Einspritzdüsen. Diese bilden sich vermehrt unter den yachtüblichen Betriebsbedingungen, wie kurze Laufzeiten mit niedrigen Motortemperaturen oder Betriebsbedingungen mit niedrigen

Lastzuständen. Sie führen zu einer Verzögerung des Spritzbeginns der Pilot-Einspritzphase und reduzieren damit die eingespritzte Kraftstoffmenge am Verbrennungsanfang. Dies führt zu steilerem Druckanstieg mit höherer Geräusch- und Abgasemission. Der Einsatz dieser Additive kann also gerade im Yachtbereich durchaus sinnvoll sein.

Biozide

Während noch vor wenigen Jahrzehnten „Dieselpilz“ für einen Aprilscherz gehalten wurde, steigt die Verbreitung dieser Mikroben auch in unseren Breiten in beängstigenden Maßen an. Die Folgen eines Mikrobebefalls sind – wenn nichts unternommen wird – zumindestens teuer. Verstopfte Filteranlagen, Korrosionsschäden in der Einspritzanlage und an Teilen des Motors, die mit dem Kraftstoff in Kontakt kommen und die dadurch hervorgerufenen Ausfälle gehören mittlerweile zum Erfahrungsschatz vieler Segler. Verschlimmert wird die Situation dadurch, dass viele Tanks – gerade in hochwertigeren Yachten – so eingebaut sind, das sie kaum oder gar nicht mit herkömmlichen Mitteln gereinigt werden können. Dies ist bei massivem Befall jedoch eine Voraussetzung für eine auf Dauer erfolgreiche Sanierung. Ist man nicht sicher, immer absolut sauberen Diesel tanken zu können und gleichzeitig kein Wasser im Tank zu haben, sollte man diese Additive bereits vorbeugend einsetzen – die Kosten für die Additive liegen weit unter dem Aufwand, der für eine Sanierung nach einem Befall getrieben werden muß.

Zusammenfassung

Auf einen Großteil der für den Kraftfahrzeugmarkt entwickelten Additiven kann man als Yachtskipper getrost verzichten. Unter bestimmten Voraussetzungen kann der Einsatz von Reinigern oder Mitteln, die die Notlaufeigenschaften verbessern, sinnvoll sein. Biozide als Vorbeugung gegen Mikroben sind in vielen Fällen fast eine Notwendigkeit.

