

Referenzprüfbericht

zur Anwendung der

NanoVit[®]
T E C H N O L O G I E



am Schiff „MS Lehmann Trader“



der



Drochtersen / Ulm 2008

Inhaltsverzeichnis

- 1. NanoVit® - Technologiekurzbeschreibung**
- 2. Zielstellung**
- 3. Bestimmung der technischen Schiffsdaten**
- 4. Bestimmung der Prüfabläufe und Messmittel**
- 5. Produktanwendung**
- 6. Aufnahme der Messdaten NACH der Anwendung**
 - 6.1. Ölverbrauch Hauptmaschine**
 - 6.2. Ölanalyse Hauptmaschine**
 - 6.3. Ölverbrauch Hilfsdiesel**
 - 6.4. Kraftstoffverbrauch Hauptmaschine**
 - 6.5. Kraftstoffverbrauch Hilfsdiesel**
 - 6.6. Technische Daten aus dem PREMETS - Datenauslesegerät**
- 7. Ergebnisbewertung im Vergleich der VORHER und NACHHER Werte**
- 8. Verbale Einschätzung zum wirtschaftlichen und technischen Nutzen**
 - 8.1. Verbale Einschätzungen des Superintendent zum technischen Nutzen**
 - 8.2. Verbale Einschätzungen der Reederei zum wirtschaftlichen Nutzen**
- 9. Zusammenfassung**
- 10. Empfehlungen**
- 11. Anlagen**

1. Technologiekurzbeschreibung

Mit der Produkttechnologie NanoVit® werden elastische, kugelförmige molekulare Netzstrukturen auf den Aktivzentren der Reibungszonen in Antriebsaggregaten oder mechanischen Arbeitsprozessen aufgebaut.

Das bedeutet, dass der vorhandene Druck und die vorhandene Temperatur des Aggregates jetzt für die Bildung und Unterstützung der selbstregulierenden Strukturen genutzt wird.

Dies führt

- zu einer Senkung des Reibungskoeffizienten;
- zur Verbesserung der Tragfähigkeit des Schmierstoffs;
- und zur Optimierung der Arbeitsleistung des Aggregates;

Das absolute Alleinstellungsmerkmal von NanoVit® besteht darin, dass es eine Kombination von Beschichtungssystem und Hochleistungsschmierstoff ist. Dieses System ist damit als einzigartig zu bezeichnen, da gegenwärtige Beschichtungssysteme und Hochleistungsschmierstoffe noch separat betrachtet werden.

Gegenwärtig existieren Beschichtungssysteme wie z.B. Keramikbeschichtungen oder MoS₂ Gleitlacke, die letztlich so genannte starre Schichten auf den Reibungsflächen erzeugen jedoch auch das Rauspitzverhalten verändern.

NanoVit® dagegen passt sich dem Lastkollektiv in Form eines „dynamischen Schwamms“ individuell an. Die gebildeten Ölkugellagerketten sorgen somit für eine Optimierung der Wirkungsparameter der Arbeitsleistung.

2. Zielstellung

Die Zielstellung bestand darin, den Nachweis zu erbringen, wie NanoVit® in Verbindung mit den auf dem Schiff eingesetzten Schmierstoffen einen technischen und wirtschaftlichen Nutzen erzeugt.

Im Focus der Betrachtung standen:

- Beweisführung zum Öl – und Kraftstoffverbrauch;
- Beweisführung zur Verbesserung der Ölqualität mittels Ölanalysen;
- Beweisführung zur technischen Optimierung, hinsichtlich der Kompressionsmesswerte, der Motorleistungsdynamik, der optischen Untersuchung der Lagerschalen, der Wartungsintervalle der Brennstoffdüsen und anderer verschleißrelevanter Gegebenheiten an den Aggregaten.

3. Bestimmung der technischen Schiffsdaten

Die Produkthanwendung bezieht sich jeweils auf technische Daten zum Schiff. Hierfür wurde als erstes eine Übersichtscheckliste abgestimmt.

Daten - Hauptmaschine	
- Anzahl Hauptmaschine	1 Hauptmaschine
- Typenbezeichnung des Motors	Pielstick (SEMT) 6 Zylinder Maschine
- Baujahr	2007
- bisherige Laufleistung in Betriebsstunden	rund 3.300 Bhs
- ccm	40 L
- U/min	520 U/min
- Inhalt Ölmenge in L	5.000L
- Typ des z.Z. verwendeten Motor-ÖL's	Öl-Typ - AGINA T40
- Frischölaufuhr pro Tag in L bei x Bhs	80 – 100 L / Tag bei durchschnittlich 500 Bhs / Monat
- Wartungsintervalle der Öl - Separatoren	alle 2 Tage
- Wartungsintervalle der Kraftstoff Separatoren	alle 2 Tage
- Kraftstoffverbrauch durchschnittlich am Tag bei x Bhs	14 mt / 24 Bhs-Tag



Daten: Hilfsdiesel	
- Anzahl Hilfsdiesel	3 Hilfsdiesel
- Typenbezeichnung des Motors	Dong Yang China
- Baujahr	alle 2007
- U/min	alle 1.500 U-min
- Inhalt Ölmenge im Motor in L	alle 40 L
- Typ des z.Z. verwendeten Motor-ÖL's	alle 15W40
- Ölwechselintervalle	alle 250 Stunden Ölwechsel
- Kraftstoffverbrauch durchschnittlich am Tag	1,5 mt bei 24 Bhs / Tag



Daten: Getriebe	
- Anzahl Getriebe	1 Getriebe
- Bezeichnung des z.Z. verwendeten Öl	Omala 100
- Inhalt Ölmenge im Getriebe in L	120 L



Daten: Antriebswelle

- Inhalt Öl – in L

300 L



Kraftstoffsystem

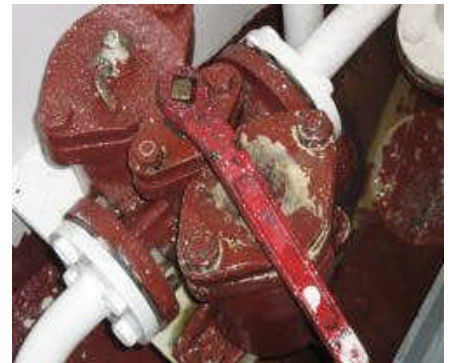
Hilfsdiesel

- Diesel Kraftstoff

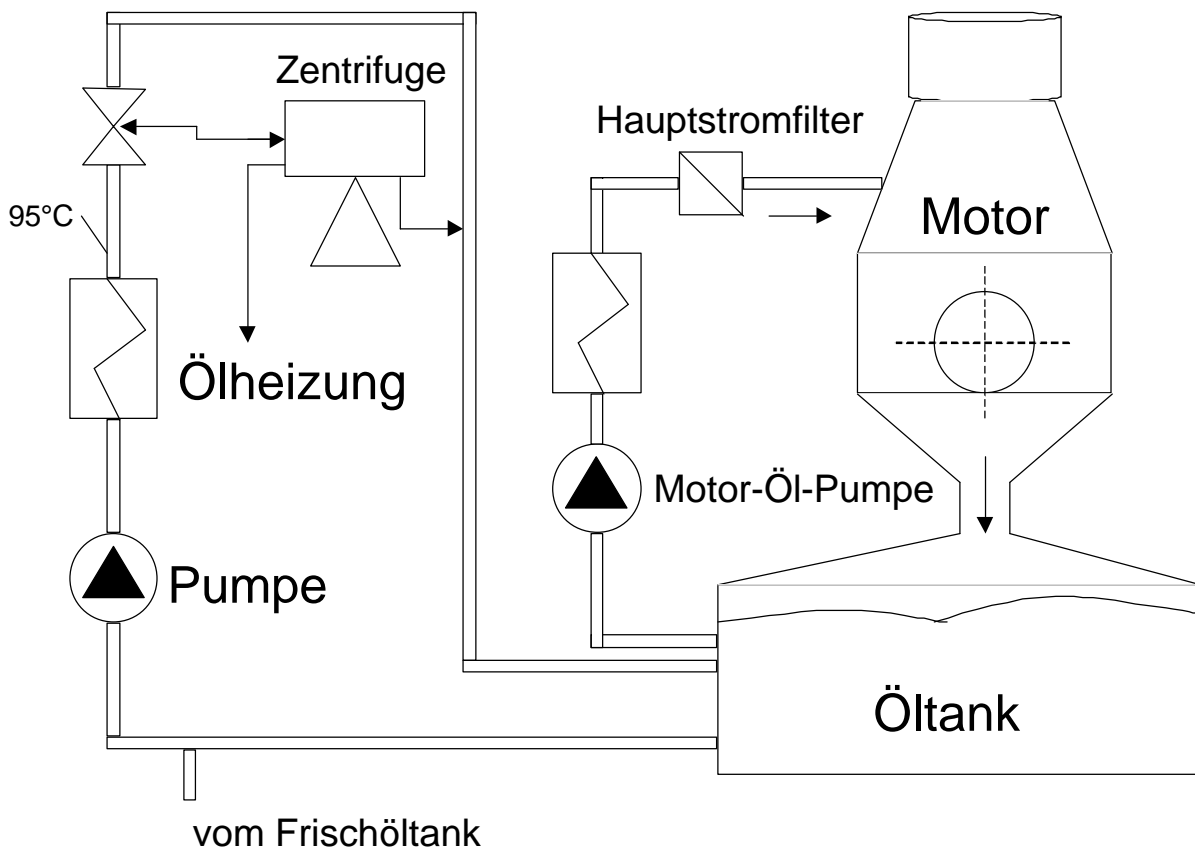
Anwendung erfolgt über die Kraftstoff-Filter

Hauptmaschine

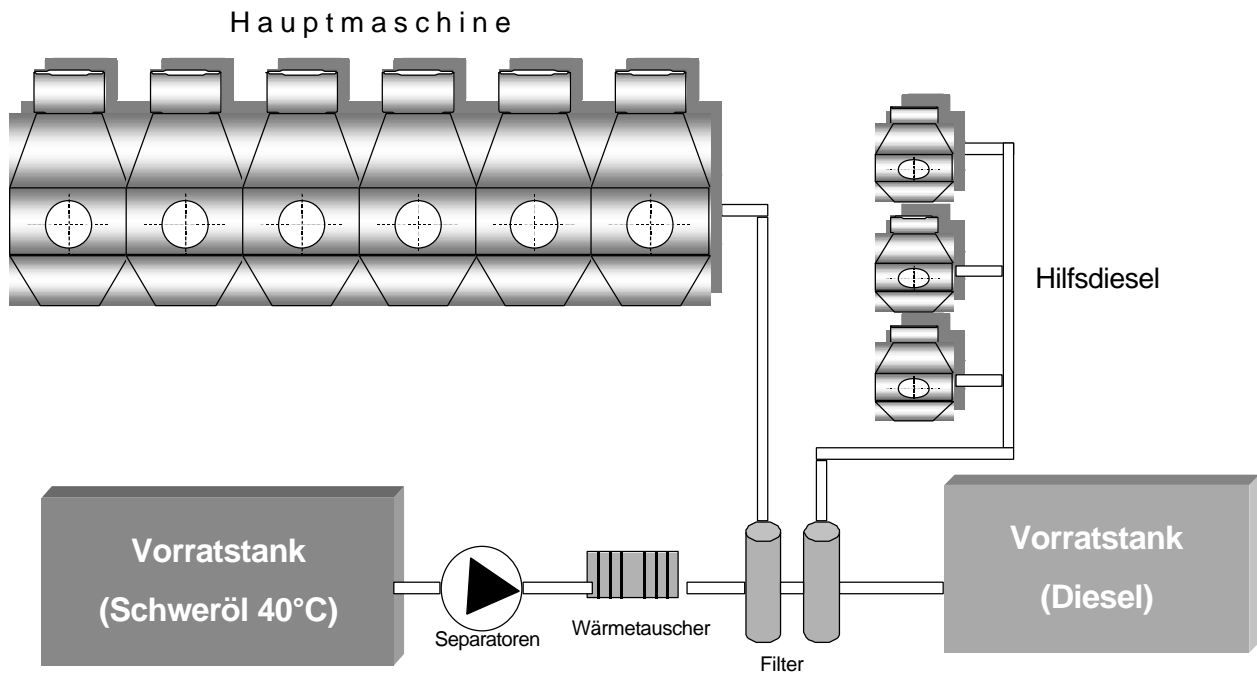
- Schweröl



Skizze Ölkreislauf Hauptmaschine:



Skizze Kraftstoffsystem Hauptmaschine / Hilfsdiesel:



Aus diesen Angaben erfolgte die Bestimmung der NanoVit® -Öl – Konzentrate.

Grundlage für die Konzentrationsbestimmung sind jeweils:

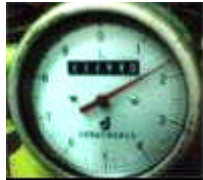
- Inhalt Ölmenge
- Bestimmung des Zeitfensters des Langzeit-Verschleißschutzes –
in dem Fall bis 15.000 Betriebsstunden, bzw. 3 Jahre
- sowie die Ölwechselintervalle
- sowie die tägliche Frischölaufuhr in der Hauptmaschine
- die Öl - Scherlasten
- die Druck- und Temperaturverhältnisse auf Grund der Leistung (Kw) zu Drehzahl (U/min)

4. Bestimmung der Prüfabläufe und Messmittel

Prüfgegenstand Messmittel / Beispiel

I. Messung Kraftstoffverbrauch Hauptmaschine

- per Flüssigkeitsstand am Kraftstofftank / Schweröl;
- per Tankuhr;
- per Maschinentagebuch;
- per Daly Report;



Daily report of sea: MS Lehmann Trader DRP 02.12.07

de:	02.12.07 10:00 (Zw-2)
voy:	180112 Szczecin - Alexandria
pos:	35 13'N 017 55'E
course:	112
speed:	11.5 kn
ETA:	11:00 kn
to go:	642 nmi
fuel 24 hrs:	272 nmi
ETA, Alexandria PMS:	04.12.07 1600LT
cargo:	Cust 5000mt
draught:	F 4.50 m / A 5.63 m
wind:	wind S 4 m / sea 3
transmit:	wind S 3 m / sea 4
time:	wind S 3 m / sea 4
conv:	wind S 3 m / sea 4
level in next port:	wind S 3 m / sea 4
lobed:	7.142 ft



II. Messung Kraftstoffverbrauch Hilfsdiesel

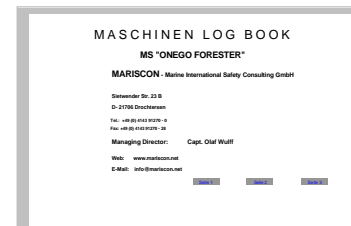
- per Flüssigkeitsstand am Kraftstofftank / Diesel;
- per Tankuhr;
- per Maschinentagebuch;

III. Messung Ölverbrauch Hauptmaschine

- per Ölanalysen
- per Tankuhr;
- per Maschinentagebuch;

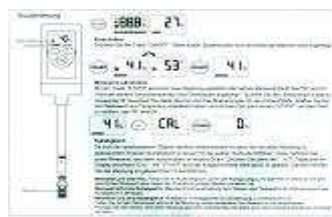
Informationen Ölverbrauch ME's und AE's

journey window No.	13	14	15	16
1. ME Betriebsstunden vor Zeitfenster	73552	73716	73859	74016
1. Main Engine: Betriebsstunden während Zeitfenster	164	143	157	211
1. Main Engine: S Summe Ölverbrauch je Zeitfenster	1685	1178	2070	3300
1. Aux. Engine: Betriebsstunden vor Zeitfenster	65788	65860	65882	65918
1. Aux. Engine: Betriebsstunden während Zeitfenster	72	22	36	16
2. Aux. Engine: Operating hrs before journey in hrs	39807	40071	40256	40513
2. Aux. Engine: Operating hrs during journey in hrs	264	185	257	288
2. Aux. Engine: Consumption oil in kg/journey	69	69	65	20
3. Aux. Engine: Operating hrs before journey in hrs	66939	67107	67222	67371
3. Aux. Engine: Operating hrs during journey in hrs	168	115	149	216
1+2+3. Aux. Engine: S Ölverbrauch in kg/Zeitfenster	189	38	89	40



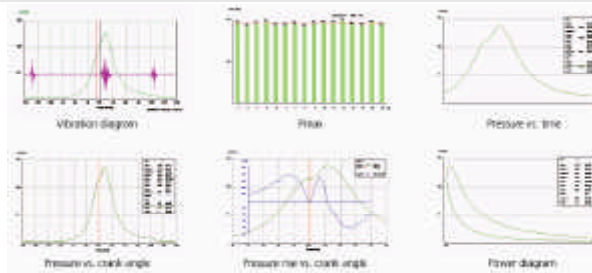
IV. Messung Ölverbrauch Hilfsdiesel

- per Ölanalysen
- per Tankuhr;
- per Maschinentagebuch;



Messung erfolgt u.a. – präventiv – per mobilen Ölmeßgerät namens „Tribocheckgerät“. Mit diesem Gerät es u.a. möglich den TBN Wert zu ermitteln;

V. Messung diverser anderer technischer, verschleißrelevanterer Daten per PREMETS – Datenauslesegerät,



VI. Verbale Einschätzung der Maschineningenieure zum technischen und der Reederei zum wirtschaftlichen Nutzen

5. Produktanwendung

Hauptmaschine

Das NanoVit® - Öl – Konzentrat (1 x 10L) wurde mit dem vorhandenen Motoröl der Hauptmaschine in einem Verhältnis 1 : 10 verdünnt und sukzessive in den warmen Ölhaushalt der Hauptmaschine eingefüllt. D.h. es wurde darauf geachtet, dass die Zugabe des NanoVit® - Öls erst nach Erreichung der Betriebstemperatur vorgenommen wurde.

Da die Inbetriebnahme der Hauptmaschine nicht im Hafen erfolgen kann, erfolgte dies auf See über die Öl-Filter. Des weiteren auch über den separaten Motorentank, um speziell den gesamten Nockenwellenbetrieb mit einzubeziehen. Da im Nockenwellenbereich mit die höchsten Reibungskräfte (Ventilstößel und Pumpenantriebe) anfallen, wurde diese gesonderte Anwendung ebenfalls vorgenommen. Dieser gesamte Anwendungsprozess nahm ca. 2 h in Anspruch.

Hilfsmaschinen

Das NanoVit® - Öl – Konzentrat (2 x 250ml pro Hilfsdiesel) wurde w.f. angewendet:

- Hilfsdiesel auf Betriebstemperatur bringen
- NanoVit® - Öl – Konzentrat vor der Anwendung gut umrühren und erst einen Flakon in den warmen Ölhaushalt einfüllen
- Der zweite Flakon wurde nach ca. 2 h zugegeben

Antriebswelle

Das NanoVit® - Öl – Konzentrat (1 x 1 L) wurde w.f. angewendet:

- Die Anwendung erfolgte auf See um eine entsprechende Betriebstemperatur zu garantieren.
- NanoVit® - Öl – Konzentrat wurde vor der Anwendung gut umgerührt und zu drei Teilen in einem Zeitintervall von 1 Stunde den warmen Ölhaushalt zugegeben.

Getriebe

Das NanoVit® - Öl – Konzentrat (2 x 1 L) wurde w.f. angewendet:

- Die Anwendung erfolgte auf See um eine entsprechende Betriebstemperatur zu garantieren.
- NanoVit® - Öl – Konzentrat wurde vor der Anwendung gut umgerührt und zu zwei Teilen in einem Zeitintervall von 1 Stunde den warmen Ölhaushalt zugegeben.

Kraftstoffsystem (Diesel – und Schweröl)

Das NanoVit® - additiviertes Diesel – Konzentrat (6 x 250ml) wurde w.f. angewendet:

- Die Anwendung erfolgte auf See um eine entsprechende Betriebstemperatur zu garantieren.
- NanoVit® - additiviertes Diesel – Konzentrat wurde vor der Anwendung gut umgerührt und zu sechs Teilen in einem Zeitintervall von jeweils 1 Stunde dem Diesel- und Schweröl – Kraftstoff-Filter zugegeben.



6. Aufnahme der Messdaten NACH der Anwendung

Die Produktanwendung erfolgte zum 20.08.2007 zum Stand von rund 3.000 Betriebsstunden. (Das Schiff wurde erst zum Monat Februar 2007 in Betrieb genommen)
Die sogenannte Maschineneinlaufzeit war bei 1.500 Bhs abgeschlossen.

6.1 Ölverbrauch Hauptmaschine

Die analytische Bewertung zum Ölverbrauch stützt sich in diesem Fall auf die Daten der Ölanalyse aus Punkt 6.2. (s. Anlage – Shell - Ölanalyse)

Basisdaten aus der Ölanalyse:

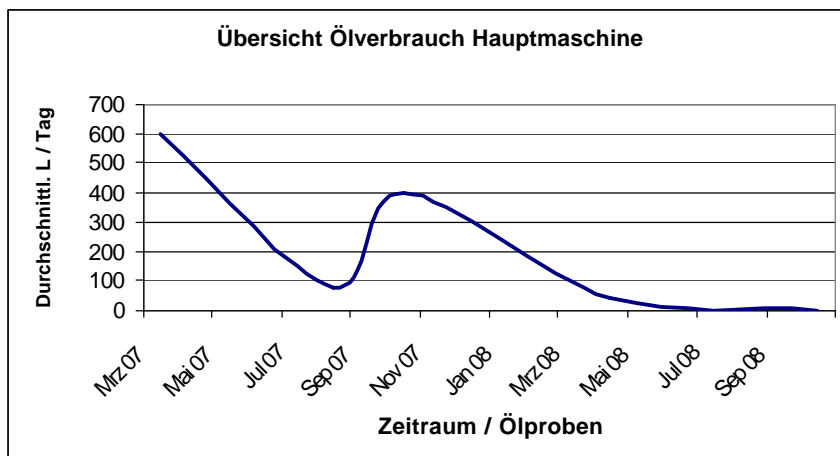
Kriterium	1	2	3	4	5
Ölprobenentnahme	Ölprobe per 31.03.07 Vor der Anwendung	Ölprobe per 07.08.07 Vor der Anwendung	Ölprobe per 04.10.07 Nach der Anwendung	Ölprobe per 18.04.08 Nach der Anwendung	Ölprobe per 23.10.08 Nach der Anwendung
Maschinen Betriebsstunden	924	2.526	3.344	6.840	8.195
Öl – Betriebsstunden	924	2.526	3.344	6.840	8.195
Frischölaufuhr Ø L / Tag		Ø 600 L von 1 zu 2	Ø 80 L von 2 zu 3	Ø 400 L von 3 zu 4	Ø 40 L von 4 zu 5 *
zu Betriebsstunden		1.602	818	3.496	1.355
Koeffizient		0,37	0,09	0,11	0,02
Koeffizient in %			2 zu 3 75,7 %	3 zu 4 22,3 %	4 zu 5 81,81 %

Fazit:

1. Grundsätzlich muss bei dieser Bewertung berücksichtigt werden, dass
 - a) für den Zeitraum bis März 2007 die Erstbefüllung mit 5.000 L Öl stattfand, da das Schiff zum Februar 2007 den Stapellauf hatte;
 - b) unmittelbar nach der Ölanalyse zum 04.10.07 mehr Frischöl zugeführt wurde, aufgrund des hohen IC- Wertes und
 - c) in den Monaten April bis Juni 2008 das Schiff in der Werft lag.

Somit liegen zum Tag der Erarbeitung des Prüfberichtes keine Daten vor, die miteinander verglichen werden können vor.

2. Jedoch ist für die gesamte wirtschaftliche Bewertung ausschlaggebend gewesen, dass die Kosten für Schmierstoffe von einem geplanten Budget von 35.000,00 € / Jahr um rund 10% gesenkt werden konnten. Bei durchschnittlichen Kosten pro L Öl von 2,30 € entspricht dies mengenmäßig eine Reduzierung von rund 1.520 L Öl.



6.2 Ölanalyse Hauptmaschine

Die Ölanalyse (Hauptmaschine) wird jeweils von *SHELL Rapid Lubricants* erstellt.
(s. dazu Anlage Kopie der Analyse)

Aus dieser Analyse sind die Werte von März 2007 bis November 2008 dargestellt.

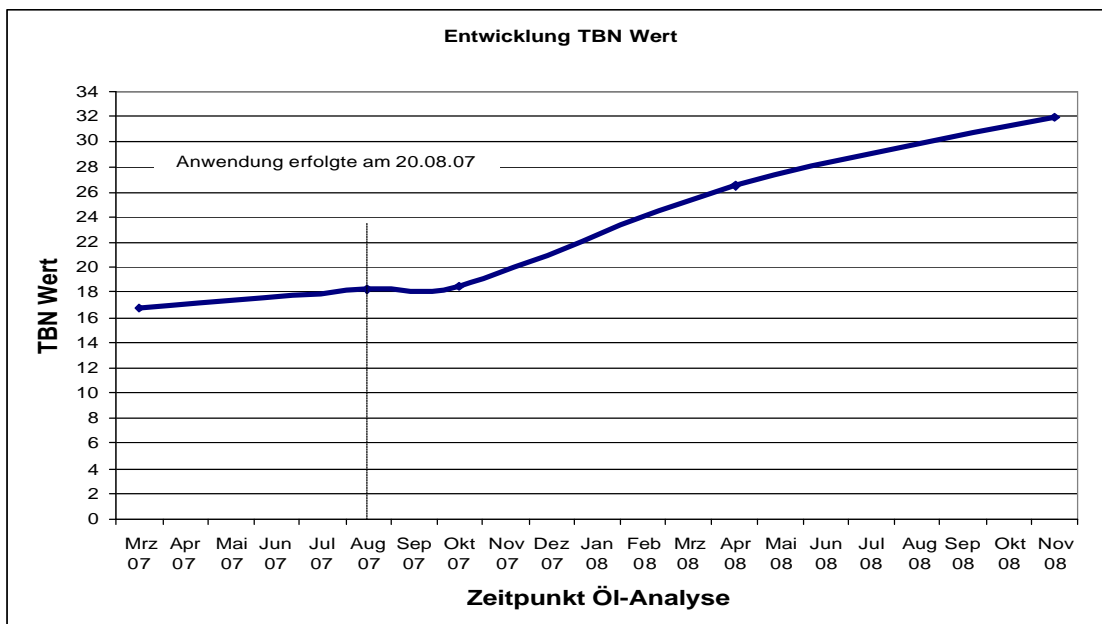
Aus dieser geht im wesentlichen hervor:

Kriterium	1	2	3	4	5
Ölproben-entnahme	Ölprobe per 31.03.07 Vor der Anwendung	Ölprobe per 07.08.07 Vor der Anwendung	Ölprobe per 04.10.07 Nach der Anwendung	Ölprobe per 18.04.08 Nach der Anwendung	Ölprobe per 23.10.08 Nach der Anwendung
Maschinen Betriebsstunden	924	2.526	3.344	6.840	8.195
Öl – Betriebsstunden	924	2.526	3.344	6.840	8.195
Frischölaufuhr Ø L / Tag		Ø 600 von 1 zu 2	Ø 80 von 2 zu 3	Ø 400 von 3 zu 4	Ø 40 von 4 zu 5
Viskosität 100 °C	13,8	14,9	15,2	14,1	13,9
BN mgKOH/g	16,8	18,2	18,5	26,5	31,9
IC %	0,5	1,80	2,13	1,24	1,24
Fe mg/Kg	64	263	326	70	65

Daraus ergibt sich folgende analytische Bewertung:

1. Analyse TBN – Wert *:

1	2	3	4	5
Per 31.03.07 Vor der Anwendung	Per 07.08.07 Vor der Anwendung	Per 04.10.07 Nach der Anwendung	Per 18.04.08 Nach der Anwendung	Per 23.10.08 Nach der Anwendung
16,8	18,2	18,5	26,5	31,9
(Differenzen)	1,4 zu 1	1,7 zu 1	9,7 zu 1	15,1 zu 1
	8,3% Verbesserung zu 1	10,12% Verbesserung zu 1	57,74% Verbesserung zu 1	90% Verbesserung zu 1
(Differenzen)	1,4 zu 1	0,3 zu 2	8 zu 3	5,4 zu 4
	8,3% Verbesserung zu 1	1,65% Verbesserung zu 2	43,25% Verbesserung zu 3	20,4% Verbesserung zu 4



Fazit:

1. Ausgehend davon, dass bei einem Hochseeschiff kein Ölwechsel in der Hauptmaschine stattfindet und demzufolge der BN - Wert tendenziell abnehmen sollte, ergibt sich aus dieser Analyse, dass der BN - Wert sich zunehmend immer mehr verbessert hat. D.h. dass die NanoVit® - Anwendung dem Ölalterungsprozess entgegenwirkt und eine Regenerierung des Öl stattgefunden hat.
2. Im Vergleich des BN - Wertes zur Ölzugabe (s. Spalte Oil-Added) zeigt sich, dass die Zugabeeinheiten sich zunehmend reduziert haben. D.h. dass der Ölverbrauch gesunken ist.
3. Die Verbesserung vom Zeitraum März bis August 2007 ist darauf zurückzuführen, dass hier die so genannte Maschineneinlaufphase stattgefunden hat. Diese liegt standardmäßig bei ca. 1.500 Bhs. Somit lässt sich auch der hohe Anteil der Ölzugabe bis März 2007 erklären.

* Definition TBN-Wert:

Die BN, Base Number bzw. Basenzahl ist ein Mass für den Gehalt alkalisch wirkender Zusätze im Öl. Sie beschreibt die Aufnahmekapazität des Öles für die durch den Verbrennungsvorgang anfallenden sauren Anteile aus den Verbrennungsgasen. Die BN wird im Laborbericht in mgKOH/g angegeben und damit definiert durch die Menge Kaliumhydroxid (KOH) in mg, die dem Neutralisationsvermögen der in 1 g Öl enthaltenen alkalische Wirkstoffe entspricht. Durch die ständig aufzunehmenden Säuren und hohe Betriebstemperaturen nimmt die BN im Laufe der Einsatzzeit des Öls permanent ab. Sinkt die BN unter 60 % des Ausgangswertes ab, kündigt sich die Erschöpfung des Öls hinsichtlich seiner Säureaufnahmefähigkeit an und ein Ölwechsel ist kurzfristig durchzuführen.

2. Analyse IC – Wert und andere Verunreinigungs - Kennzeichen

Besondere Verunreinigungsanzeichen erkennt man an den Werten bei IC / Fe ...etc. Diese zeigen die Bestandteile wie z.B. Eisenanteil im Öl an.

Aus der Analyse ergibt sich, dass insbesondere der höchste IC - Wert zur Ölprobe vom 04. Oktober 2007 (45 Tage nach der NanoVit® Anwendung) von 2,13 % gemessen worden ist. Dieser ist proportional zur Arbeitszeit der Hauptmaschine gestiegen und beträgt im Verhältnis zur Arbeitszeit 3,3% ($(2,13-0,5) : 0,5 = 3,26 \%$)

Dies ist das Ergebnis durch den von NanoVit® initiierten Reinigungsprozess *. D.h. NanoVit® gewährleistet nicht nur einen Langzeit-Verschleißschutz, sondern sorgt auch für eine systemgerechte Reinigung des Öl-Kreislaufes von den betriebsbedingten Verschmutzungen. Dieser Reinigungsprozesses führt zum Ansteigen der Verschmutzungsindex. Das zulässige Limit beträgt 3 % und liegt in diesem Fall um 0,3 % über den Grenzwert. Während bei der Ölprobe aus März 2007 5g aus 1kg Öl Verunreinigungen vorlagen und davon 0,25g bestehend aus Metallbestandteilen, lagen bei der o.g. Ölprobe 21,3g / 1kg Öl vor und davon 0,65g bestehend aus Metallbestandteilen. Die Eisenanteile (Fe mg/kg) hatten zu diesem Zeitpunkt demzufolge auch den höchsten Wert zum Verunreinigungsindex.

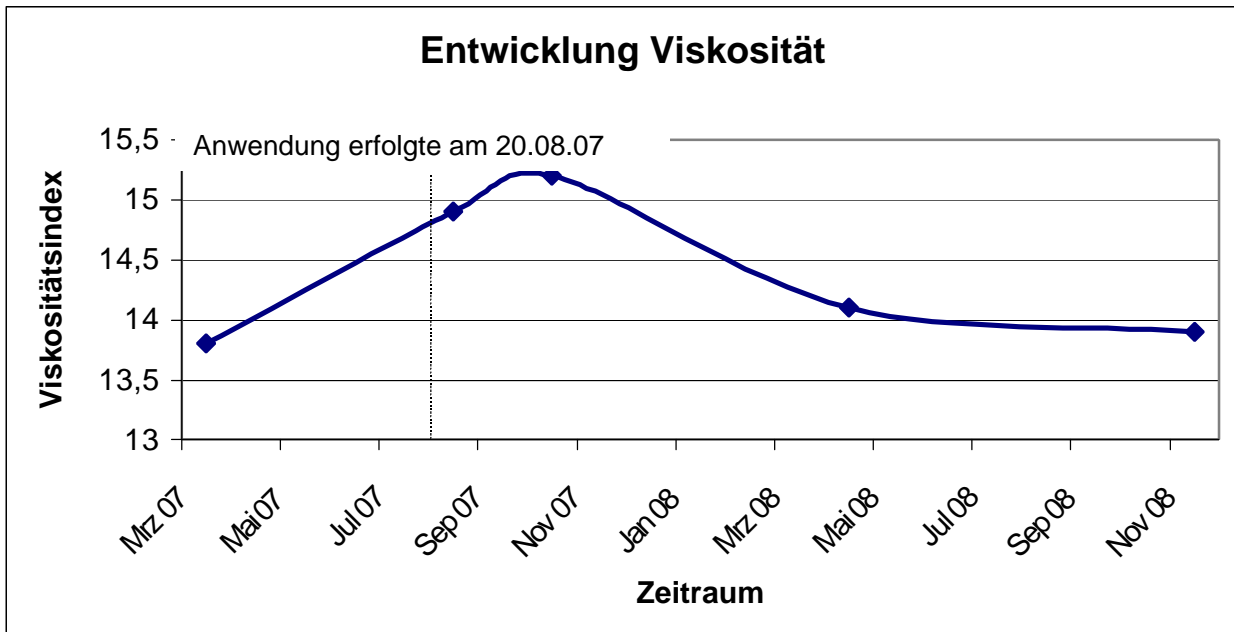
Zum Stand der nachfolgenden Ölprobe vom 18.4.08 und 23.10.08 haben sich die Werte normalisiert. Die Separatoren / Filter wurde gesondert gereinigt.

* Vereinfachte Darstellung der Wirkungsweise von NanoVit® – incl. der initiierten Reinigungsprozesses



3. Analyse Viskosität

Die Öl – Viskosität hat sich im gesamten Prüfzeitraum stabil gehalten. Wie im Diagramm ersichtlich, veränderte sich die Viskosität im Zeitraum März – bis August 07 sprunghaft. Das Öl wurde im Betriebslauf immer dünnflüssiger. Mit der NanoVit® - Anwendung Ende August 07 verbesserte sich die Viskosität und stabilisierte sich in den kommenden Monaten. Dieses Ergebnis ist um so mehr bedeutungsvoller, wenn man davon ausgeht, dass in der Hauptmaschine i.R. kein Ölwechsel gemacht wird und demzufolge diese Werte nach 20 Monaten Betriebslauf vorliegen !



*Definition Viskosität:

Die Viskosität ist der wichtigste physikalische Kennwert eines Schmierstoffs überhaupt. Sie ist verantwortlich für die Fähigkeit des Öles, Oberflächen durch den Aufbau eines hydrodynamischen Schmierfilms vor Verschleiß zu schützen. Außerdem beschreibt sie die Fließeigenschaften eines Öles, das als Kraft- oder Wärmeübertragungsflüssigkeit eingesetzt wird. Mit sinkenden Temperaturen wird das Öl immer dickflüssiger, d.h. höher viskos. Schließlich, bei Erreichen des Stockpunktes (Pourpoint), ist es so eingedickt, dass es gar nicht mehr fließt. Steigende Temperaturen hingegen führen zu einer erheblichen Abnahme der Viskosität. Das Öl kann extrem dünn werden. Diese temperaturabhängigen Veränderungen sind bei der Schmierstoffauswahl zu berücksichtigen.

6.3 Ölverbrauch Hilfsdiesel

Der bisherige Ölverbrauch bemisst sich hauptsächlich auf den standardisierten Ölwechsel bei ca. 250 Betriebsstunden. Der Ölinhalt pro Hilfsdiesel beträgt 40 L.

Zu den bisherigen Ölanalysen wurde zusätzlich eine BN-Ölanalysegerät namens „Tribocheck“ verwendet. Mit diesem mobilen Messgerät ist es möglich präventiv insbesondere den BN – Wert zu messen. Im Ergebnis dieser Messungen wurden die Ölwechselintervalle um das 3 – fache verlängert.



D.h. an statt durchschnittlich 12 Ölwechsel pro Jahr pro Hilfsdiesel werden nach der Anwendung nur noch 4 Ölwechsel pro Jahr pro Hilfsdiesel vorgenommen. Bei angenommenen Kosten von 2,30€/ L Öl sind dies 2.208,00 EURO eingesparte Kosten plus die reduzierten Wartungsintervalle.

6.4 Kraftstoffverbrauch Hauptmaschine

Der Kraftstoffverbrauch wurde hauptsächlich an Hand des Verbrauches des Schweröls als Kraftstoffart gemessen. Grundlage war u.a. der Flüssigkeitsstandsmesser am Kraftstofftank, die Tankuhr, das Maschinentagebuch und der Vergleich von einzelnen Routen. Daraus ergeben sich folgende Übersichten:

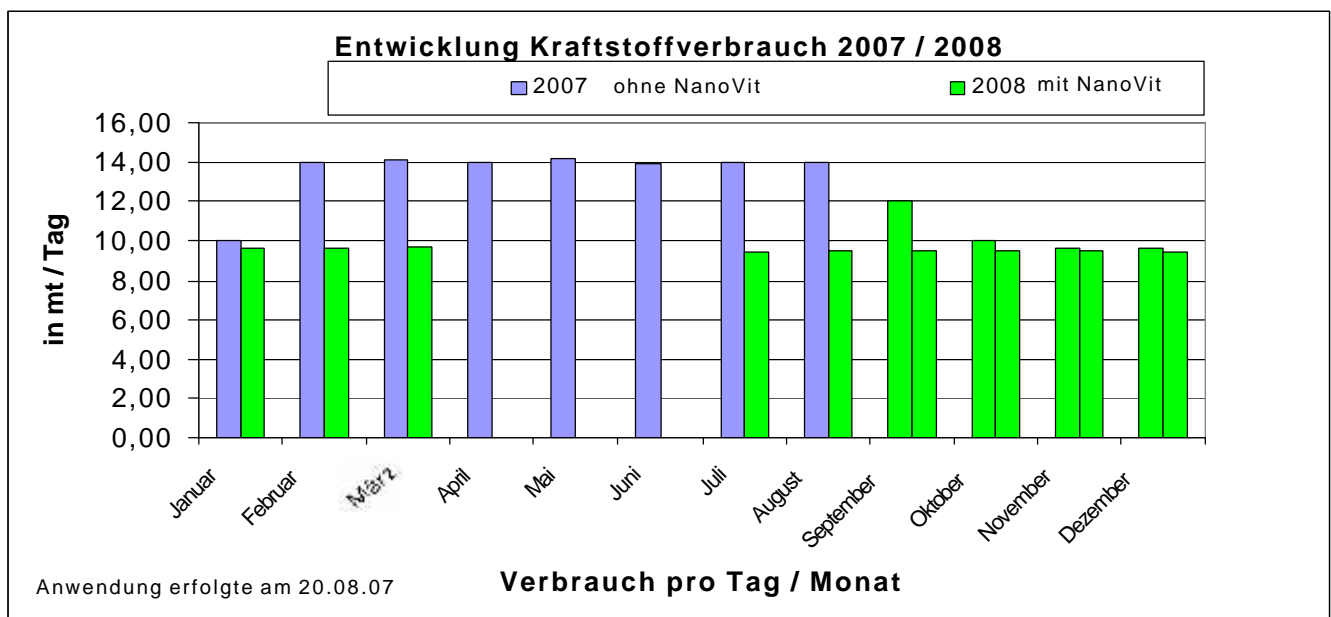
Kraftstoffverbrauch "Schweröl" Hauptmaschine

Monat 2007	Ø Verbrauch in mt / Tag	Ø Verbrauch in mt / Monat bei Ø 500 Bhs	Kosten pro mt zu Ø 350 €/ Monat
Jan 07	10,00	210,00	73.500 €
Feb 07	14,00	294,00	102.900 €
Mrz 07	14,10	296,10	103.635 €
Apr 07	14,00	294,00	102.900 €
Mai 07	14,20	298,20	104.370 €
Jun 07	13,90	291,90	102.165 €
Jul 07	14,00	294,00	102.900 €
Aug 07	14,00	294,00	102.900 €
Sep 07	12,00	252,00	88.200 €
Okt 07	10,00	210,00	73.500 €
Nov 07	9,60	201,60	70.560 €
Dez 07	9,60	201,60	70.560 €
Summe	149,40	3.137,40	1.098.090,00 €
Mittelwert	12,45	261,45	91.507,50 €

Monat 2008	Ø Verbrauch in mt / Tag	Ø Verbrauch in mt / Monat bei Ø 500 Bhs	Kosten pro mt zu Ø 350 €/ Monat
Jan 08	9,60	201,60	70.560 €
Feb 08	9,60	201,60	70.560 €
Mrz 08	9,70	203,70	71.295 €
Apr 08	(1) 0,00	0,00	0 €
Mai 08	(1) 0,00	0,00	0 €
Jun 08	(1) 0,00	0,00	0 €
Jul 08	9,40	197,40	69.090 €
Aug 08	9,50	199,50	69.825 €
Sep 08	9,50	199,50	69.825 €
Okt 08	9,50	199,50	69.825 €
Nov 08	9,50	199,50	69.825 €
Dez 08	9,40	197,40	69.090 €
Summe	85,70	1.799,70	629.895,00 €
Mittelwert	9,52	199,97	69.988,33 €

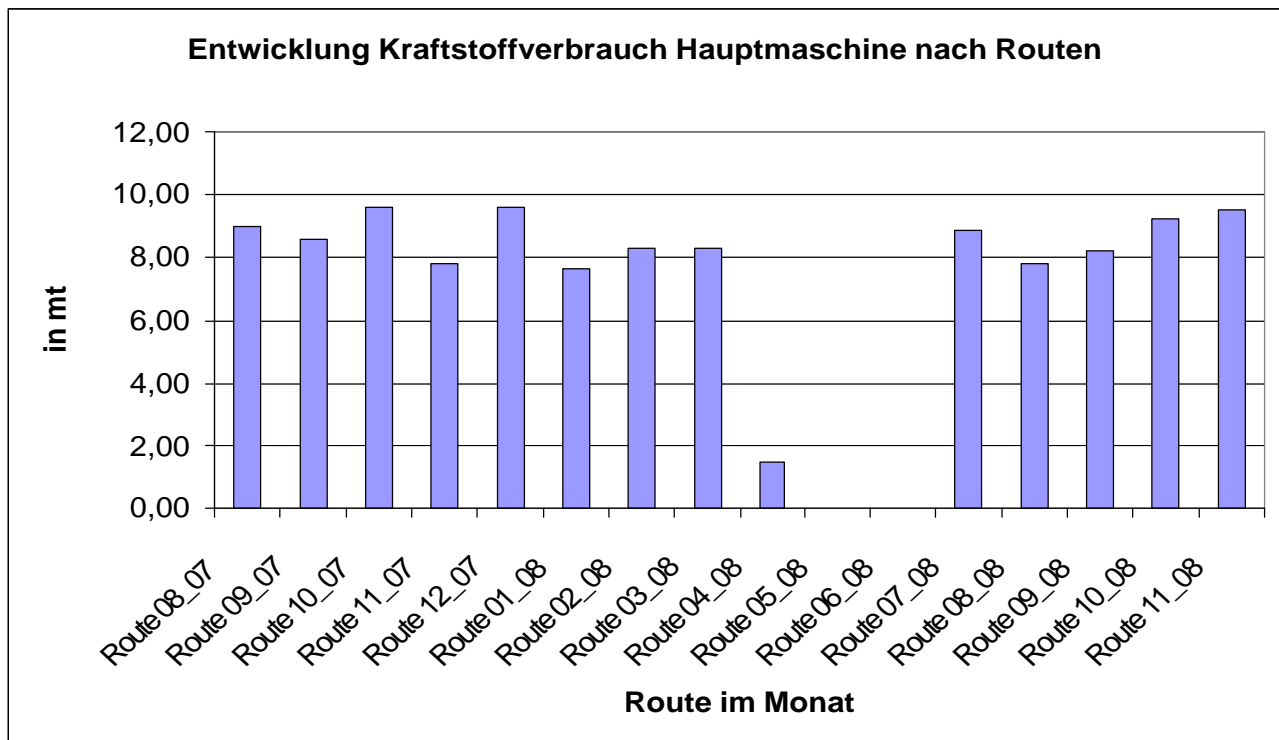
Differenz (1)	2,93	Tonnen-Mittelwert / Tag	in %	23,52%
Differenz (2)	61,48	Tonnen-Mittelwert / Monat	in %	23,52%
Differenz (3)	21.519,17 €	Kosten-Mittelwert	in %	23,52%

(1) Wertarbeiten



Kraftstoffverbrauch „Schweröl“ Hauptmaschine nach Routen

Monat	Jahr	Material	Wind	Sea	Speed	Verbrauch in kg (mt)	Verbrauch in L	Gewicht/Tonage
Route 08_07	2007	Granite Blocks	1-2 bf	smooth	11.2 kn	9,00	8,30	8.000
Route 09_07	2007	Bauxite in Bulk	3 bf	moderate	11.1 kn	8,60	7,93	8.000
Route 10_07	2007	Scrap/Turnings	4 bf	moderate	11.5 kn	9,60	8,86	8.000
Route 11_07	2007	Scrap/Turnings	3-4 bf	moderate	10.6 kn	7,80	7,20	8.000
Route 12_07	2007	roadsalt	4 bf	rough	9.6 kn	9,60	8,86	8.000
Route 01_08	2008	Scrap in Bulk	5 bf	rough	10.5 kn	7,60	7,01	8.000
Route 02_08	2008	roadsalt in big paks	3 bf	sea 3	11.4 kn	8,30	7,66	8.000
Route 03_08	2008	roadsalt in bulk	6 bf	sea 5	11.1 kn	8,30	7,66	8.000
Route 04_08	2008	contaminated soil	Werftarbeiten			1,50	1,38	8.000
Route 05_08	2008	Rotterdam Harbour				0,00	0,00	8.000
Route 06_08	2008	Rotterdam & Belfast				0,00	0,00	8.000
Route 07_08	2008	contaminated soil	3-4 bf	sea 2-3	11.4 kn	8,90	8,21	8.000
Route 08_08	2008	split stones	3-4 bf	sea 2-3	11.1 kn	7,80	7,20	8.000
Route 09_08	2008	Scrap	4-5 bf	sea 3-4	9.1 kn	8,20	7,57	8.000
Route 10_08	2008	steel rebars	4 bf	sea 2	11.5 kn	9,20	8,49	8.000
Route 11_08	2008	coal	5 bf	sea 4	11.75 kn	9,50	8,76	8.000



Fazit:

1. Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch hat sich um rund 3 mt / Tag Mittelwertberechnung zu rund 23 % reduziert. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen getankten Kraftstoffqualitäten wird eine Qualitätstoleranz von 5 % angenommen. Dies entspricht dann einer tatsächlichen Einsparung von rund 18%.

Bei angenommenen, durchschnittlichen Kosten pro Tonnen Schweröl zu 350,00 € entspricht dies einer Einsparung in EURO pro Jahr von rund 200.000,00.

2. Da das transportiertes Gewicht, die Geschwindigkeit, der Seegang, die gefahrenen Seemeilen etc. einen bedeuten Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch haben, ist es nötig vergleichbare Routen mit einander zu vergleichen und eine Koeffizientenberechnung nach Tonnen-Seemeilen vorzunehmen.

Da zum Zeitpunkt der Erarbeitung des Prüfberichtes diese Berechnung nicht zum Standard des Controlling gehörte und daraus reflektierend die Zuarbeiten im nachhinein nicht mehr bewerkstelligt werden konnten, wurde hier auf diese Seemeilen – Tonnen – Berechnung verzichtet, jedoch als Empfehlung für das künftige Controlling weitergegeben.

6.5 Kraftstoffverbrauch Hilfsdiesel

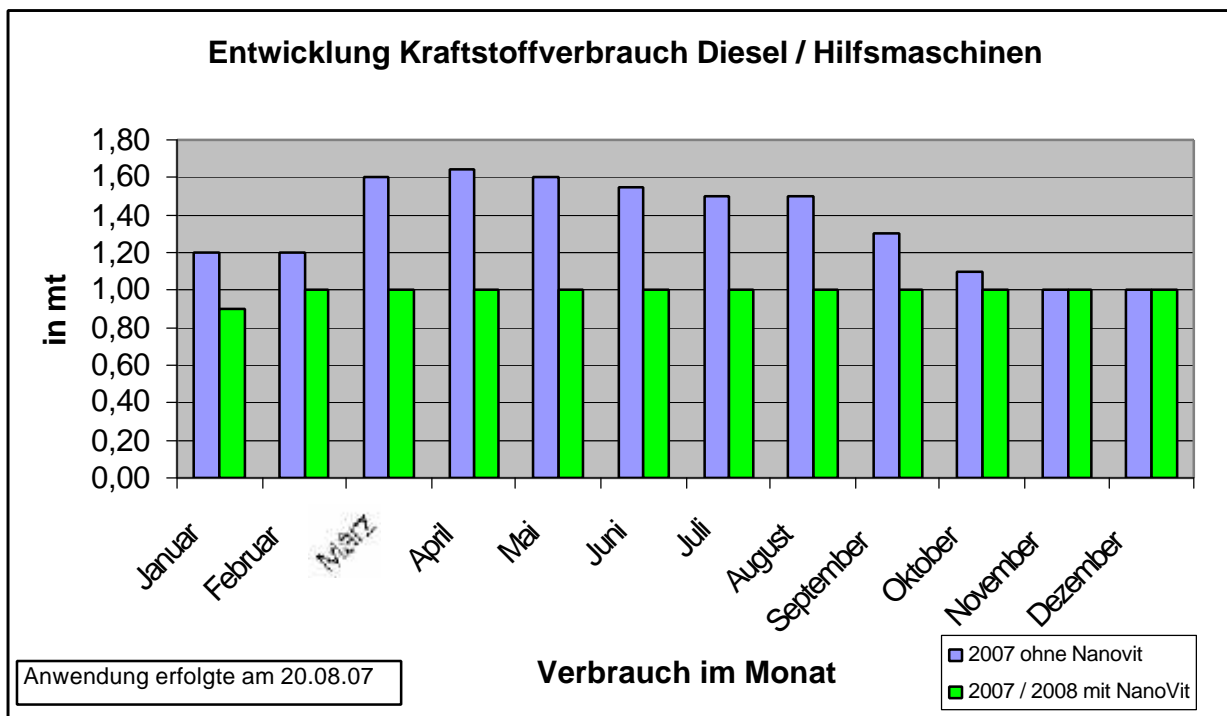
Der Kraftstoffverbrauch wurde auf der Grundlage des Flüssigkeitsstandsmesser und der Tankuhr am Kraftstofftank gemessen. Daraus ergibt sich folgende Übersicht:

Kraftstoffverbrauch "Diesel" Hilfsmaschinen

Monat 2007	Ø Verbrauch in mt / Tag	Ø Verbrauch in mt / Monat bei Ø 500 Bhs	Kosten pro mt zu Ø 380 € / Monat
Jan 07	1,20	25,20	9.576 €
Feb 07	1,20	25,20	9.576 €
Mrz 07	1,60	33,60	12.768 €
Apr 07	1,65	34,65	13.167 €
Mai 07	1,60	33,60	12.768 €
Jun 07	1,55	32,55	12.369 €
Jul 07	1,50	31,50	11.970 €
Aug 07	1,50	31,50	11.970 €
Sep 07	1,30	27,30	10.374 €
Okt 07	1,10	23,10	8.778 €
Nov 07	1,00	21,00	7.980 €
Dez 07	1,00	21,00	7.980 €
Summe	16,20	340,20	129.276,00 €
Mittelwert	1,35	28,35	10.773,00 €

Monat 2008	Ø Verbrauch in mt / Tag	Ø Verbrauch in mt / Monat bei Ø 500 Bhs	Kosten pro mt zu Ø 380 € / Monat
Jan 08	0,90	18,90	7.182 €
Feb 08	1,00	21,00	7.980 €
Mrz 08	1,00	21,00	7.980 €
Apr 08	1,00	21,00	7.980 €
Mai 08	1,00	21,00	7.980 €
Jun 08	1,00	21,00	7.980 €
Jul 08	1,00	21,00	7.980 €
Aug 08	1,00	21,00	7.980 €
Sep 08	1,00	21,00	7.980 €
Okt 08	1,00	21,00	7.980 €
Nov 08	1,00	21,00	7.980 €
Dez 08	1,00	21,00	7.980 €
Summe	11,90	249,90	94.962,00 €
Mittelwert	0,99	20,83	7.913,50 €

Differenz (1)	0,36 Tonnen-Mittelwert / Tag	in % 26,54%	X 3	(3 Hilfsdiesel)	1,075
Differenz (2)	7,53 Tonnen-Mittelwert / Monat	in % 26,54%	X 3	(3 Hilfsdiesel)	22,575
Differenz (3)	2.859,50 € Kosten-Mittelwert	in % 26,54%	X 3	(3 Hilfsdiesel)	8.578,50 €



Fazit:

1. Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch hat sich um rund 0,30 mt / Tag Mittelwertberechnung zu rund 26 % reduziert. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen getankten Kraftstoffqualitäten wird eine Qualitätstoleranz von 6 % angenommen. Dies entspricht dann einer tatsächlichen Einsparung von rund 20 %.

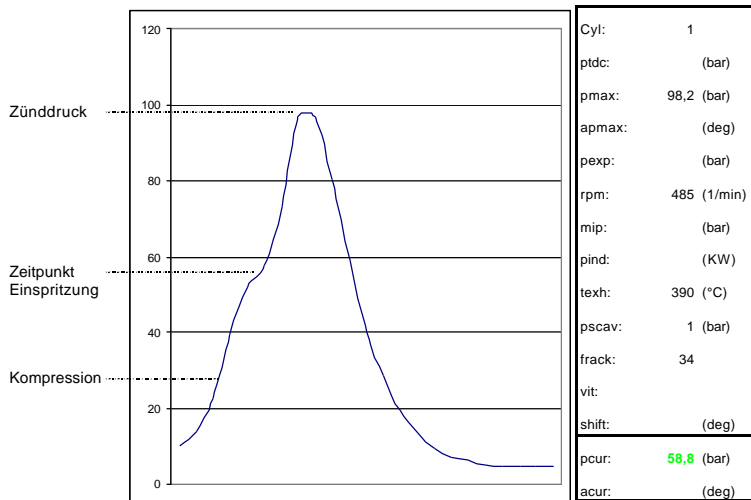
Bei angenommenen, durchschnittlichen Kosten pro Tonnen Dieselöl zu 380,00 € entspricht dies einer Einsparung in EURO pro Jahr pro Hilfsdiesel von rund 26.000,00 €. Bei 3 Hilfsdieseln also 78.000,00 €

2. Hinzugezogen müssen in diesem Fall die Senkung der Kosten für Reparaturen, Ersatzteile und Wartungsarbeiten, aufgrund der Senkung des Verschleißes.

6.6 Technische Daten aus Premet - Datenauslesegerät

Das Premet – Datenauslesegerät bietet mit seiner Software viele Diagramme und Tabellen zur Analyse der Verbrennung und Druck innerhalb des Zylinders.

Analysiert werden kann u.a. die Spitzenwerte beim Druck pmax, Verlauf des Drucks p/alpha, maximaler Anstieg des Drucks dp/da, U/min, Indizierte Leistung, indizierter Druck, Energieverteilung u.a.m. Beispieldiagramm mit optimalen Werten:



Hiermit wird der Kompressionsdruck, der Zeitpunkt der Einspritzung und der Zünddruck gemessen. Gleichzeitig die Abgas-temperatur und die zu diesem Zeitpunkt gemessene Drehzahl.

Aus diesem Diagramm lässt sich erkennen:

- die Kompression und der Rückschluss auf die Leistung
- die Funktionsweise der Düsen mit Rückschluss auf eine saubere Verbrennung
- der Zeitpunkt der Einspritzung zu Kolbenhub, Stand Abgasventil zu Abgas-temperatur mit Rückschluss auf den Synchronverlauf der Ventile;

Problembeispiel: Ist die Kraftstoffeinspritzung zu früh, öffnet sich das Abgasventil zu spät. Die Folge die Abgastemperatur staut sich, der Druck erhöht sich, die Temperatur steigt und in Folge dessen würde dann beim zu späten Öffnen des Ventils der Kolben zu stark auf die Kurbelwelle schlagen.

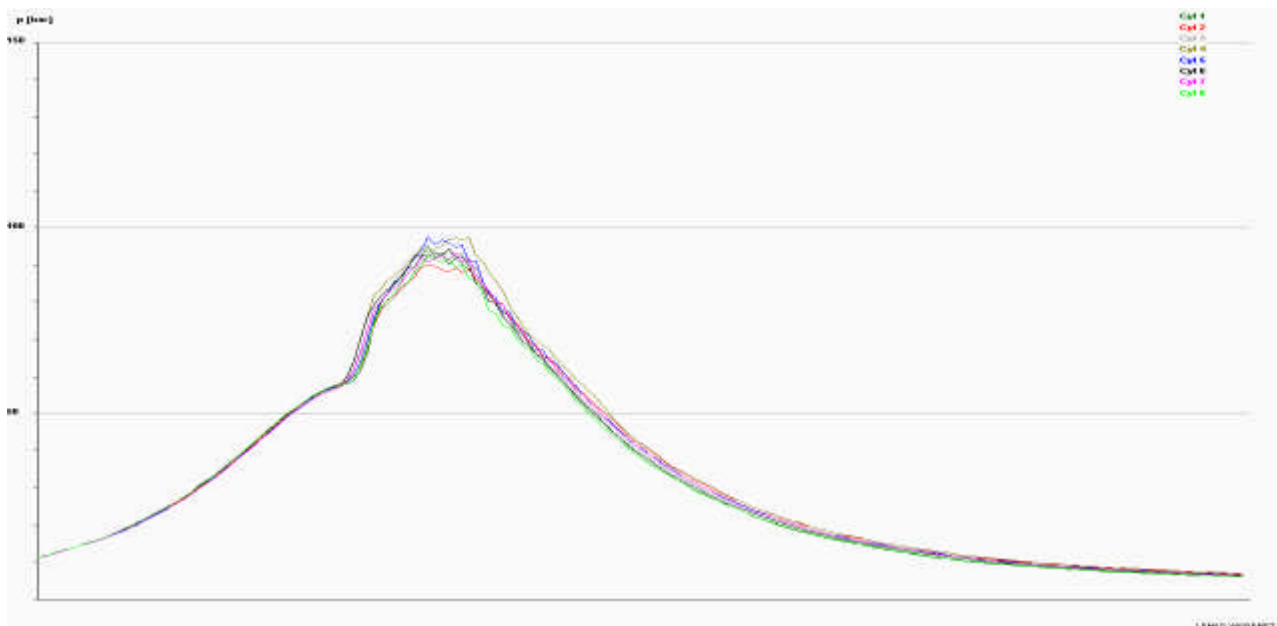
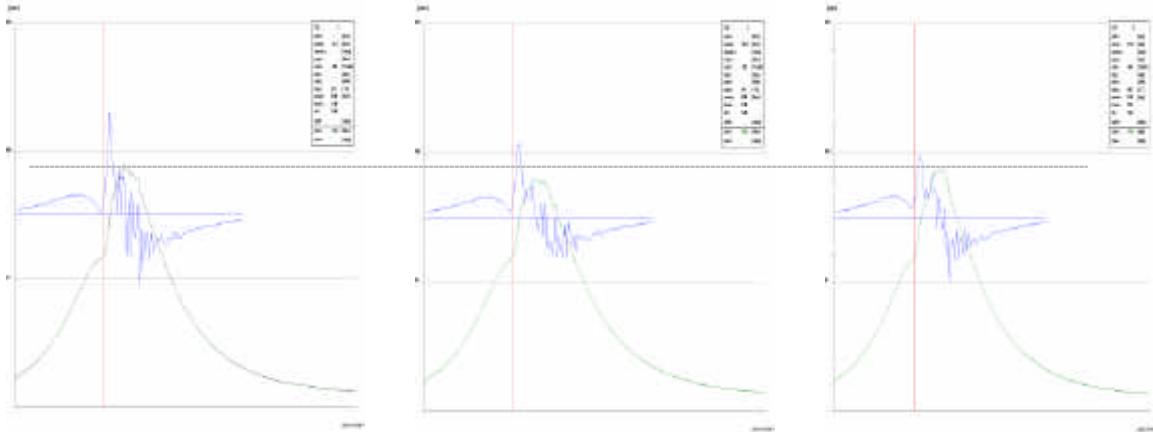


Diagramm:

Kompressionsbild aller 6 Zylinder mit Darstellung des Zündzeitpunktes

Details über die einzelnen Zylinderwerte sind folgenden dargestellt.

Übersicht Kompressionsbild aller 6 Zylinder:



Zylinder 1:

Pmax (Zünddruck) : 95,2 (bar)
 Rpm (U/min): 483 (1/min)
 Texh: 412 (°C)
 Pcur: 58,8 (bar)

(Kompression-
Einspritzzeitpunkt)

Zylinder 2:

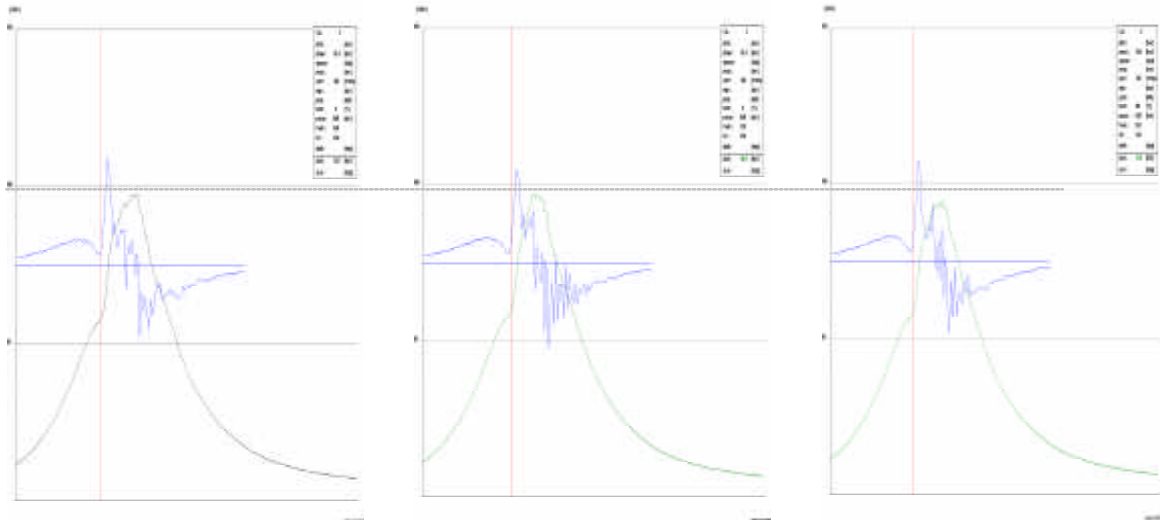
Pmax (Zünddruck) : 89,8 (bar)
 Rpm (U/min): 482 (1/min)
 Texh: 411 (°C)
 Pcur: 60,0 (bar)

(Kompression-
Einspritzzeitpunkt)

Zylinder 3:

Pmax (Zünddruck) : 93,5 (bar)
 Rpm (U/min): 483 (1/min)
 Texh: 406 (°C)
 Pcur: 59,5 (bar)

(Kompression-
Einspritzzeitpunkt)



Zylinder 4:

Pmax (Zünddruck) : 97,4 (bar)
 Rpm (U/min): 483 (1/min)
 Texh: 407 (°C)
 Pcur: 57,8 (bar)

(Kompression-
Einspritzzeitpunkt)

Zylinder 5:

Pmax (Zünddruck) : 97,4 (bar)
 Rpm (U/min): 483 (1/min)
 Texh: 412 (°C)
 Pcur: 58,4 (bar)

(Kompression-
Einspritzzeitpunkt)

Zylinder 6:

Pmax (Zünddruck) : 94,5 (bar)
 Rpm (U/min): 482 (1/min)
 Texh: 402 (°C)
 Pcur: 57,6 (bar)

(Kompression-
Einspritzzeitpunkt)

Vergleich Kompressionswerte Vor und Nach der Anwendung mit NanoVit®.

	Zylinder 1	Zylinder 2	Zylinder 3	Zylinder 4	Zylinder 5	Zylinder 6	Mittelwert
Vor der AW	90,1	82,0	85,3	83,3	92,2	90,5	87,23
Nach der AW	95,2	89,8	93,5	97,4	97,4	94,5	94,63
Differenz = Verbesserung	5,1	7,8	8,2	14,1	5,2	4,0	7,4
in % Verbesserung	5,66 %	9,51 %	9,61 %	16,93 %	5,64 %	4,42 %	8,62 %

Vergleich Senkung der Abgastemperatur im Verhältnis zu der Drehzahl

	Zylinder 1		Zylinder 2		Zylinder 3		Zylinder 4		Zylinder 5		Zylinder 6	
	Abgas °C	bei U/min	Abgas °C	bei U/min	Abgas °C	bei U/min	Abgas °C	bei U/min	Abgas °C	bei U/min	Abgas °C	bei U/min
Vor der AW	418	510	419	506	412	510	416	510	416	510	416	506
Nach der AW	412	483	411	482	406	483	407	483	412	483	402	482
Differenz = Verbesserung	6	27	8	24	6	27	9	27	4	27	9	24
in % Verbesserung	1,43 %	5,2 %	1,90 %	4,7 %	1,45 %	5,2 %	2,16 %	5,2 %	0,96 %	5,2 %	3,36 %	4,7 %

Dieser Vergleich stellt dar, dass vor der Anwendung bei Vollast bei einer durchschnittlichen Drehzahl von 508 U/min (*von 520 U/min = 100%*) eine durchschnittliche Abgastemperatur von 416 °C vorlag und nach der NanoVit® - Anwendung, bei 483 U/min eine Abgastemperatur von 408 °C vorlag. Dies entspricht einer durchschnittlichen Senkung der Abgastemperatur von 1,92 °C bei einer 92 %igen Drehzahl - Motor - Auslastung.

Um eine detailliertere Analyse zur Entwicklung der Motorleistung im Vergleich zur Drehzahl herzustellen, wäre es nötig gewesen ein weiteres Premet – Feature zur Verfügung zu haben. Aus diesem würde sich dann eine optimiertere Leistungsdynamik, wie bereits bei mehreren Prüfungen auf Motorprüfständen bewiesen, ergeben.

Es wurde hier der Reederei empfohlen, das Premetgerät mit einer erweiterten Software zu bestücken. Um an dieser Stelle zu zeigen, wie NanoVit® die Motorleistung optimieren kann, wird an dieser Stelle ein Auszugsdiagramm aus einem anderen Prüfbericht auf einem Motorprüfstand herangezogen.

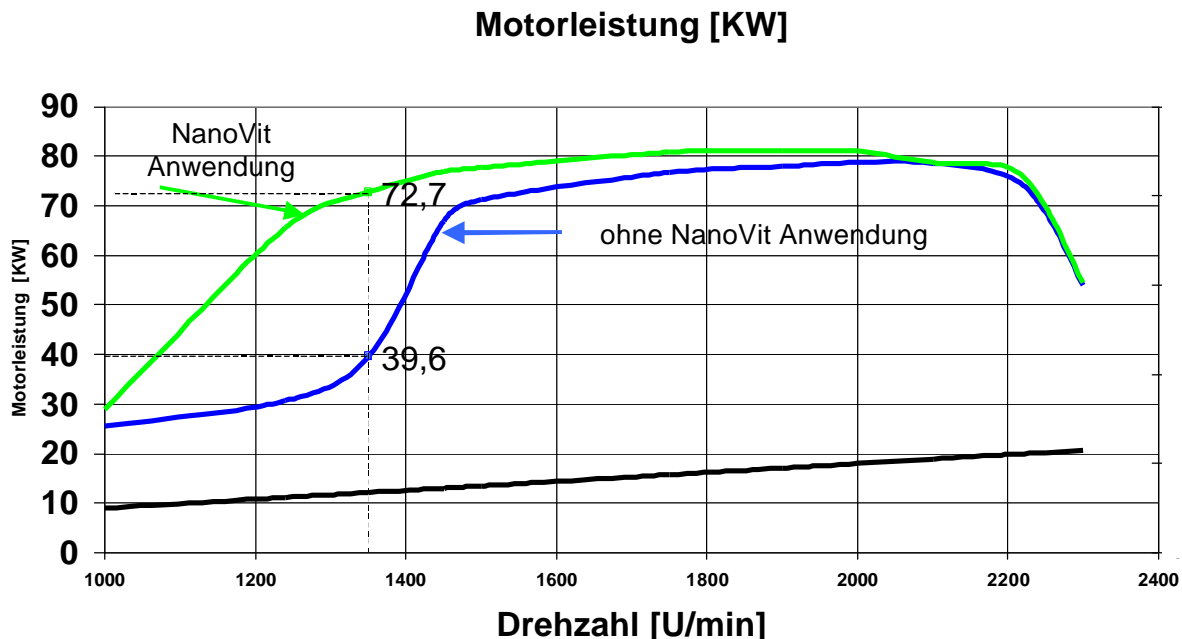


Diagramm: In diesem Fall 33,1Kw mehr Motorleistung im unteren Drehzahlbereich- Auszug aus Prüfbericht Motorprüfstand mit Fa. ZETOR -Traktorenhersteller (s. auch unter www.msh-nanovit.de);

Fazit:

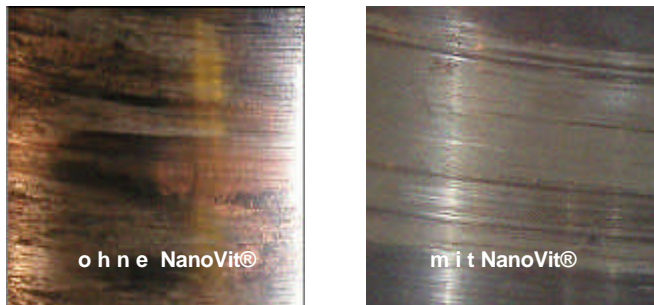
1. Die Leistungswerte Zylinderkompression, Senkung der Abgastemperaturen, Optimierung der Motorleistung wurden durch NanoVit® nachweislich optimiert.

Hinsichtlich der Senkung der Abgastemperatur wurde die Empfehlung ausgesprochen eine weitere Prüfung zur Senkung der Emissionen unter Leitung des TÜV zu organisieren.

Hinsichtlich der detaillierteren Messung der Leistungsdynamik (Kw zu U/min) wurde empfohlen die Premet - Software zu erweitern.

2. Des Weiteren wurden optimalere Werte hinsichtlich der Kraftstoffverbrennung und der Funktionalität der Brennstoffdüsen erzielt. Dies ist das Ergebnis davon, dass NanoVit® neben einem permanenten Verschleißschutz eine systemgerechte Reinigung der Reibungszonen gewährleistet. D.h. es werden alle betriebsbedingten Verschmutzungen, wie Harze, Ruß, Ölschlamm etc. gelöst.

Hier ein bildliches Beispiel zum Reinigungseffekt der Antriebswellenlagerschalen:



3. Aus Punkt 1 und 2 ergibt sich somit, dass die Aggregate verschleißschonender betrieben werden und somit die Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten und die damit verbundenen Kosten und Ausfälle reduziert werden.

7. Ergebnisbewertung im Vergleich der VORHER und NACHHER Werte

Wirtschaftliche Bewertung:

Hauptmaschine	Ölverbrauch	Reduzierung um Ø 10% =	Ø 3.500,00 €
Hilfsdiesel (3)	Ölverbrauch	Reduzierung um Ø 66% =	Ø 2.200,00 €
Hauptmaschine	Kraftstoff – Schweröl - Verbrauch	Reduzierung um Ø 18% =	Ø 200.000,00 €
Hilfsdiesel (3)	Kraftstoff – Dieselöl - Verbrauch	Reduzierung um Ø 20% =	Ø 26.000,00 €
Summe Einsparung gesamt in EURO			Ø 231.700,00 €
sowie die Reduzierung der Wartungs-, Reparatur- und Ersatzteile- Kosten			

Übersicht Summe Kosten Einkauf NanoVit®

Summe Kosten NanoVit® 50.000,00 € * Kosten ergeben sich anhand der Ölhaushalte der einzelnen zu präparierenden Aggregate plus Dienstleistung und sind pauschal übertragbar;

Pro Jahr (aufgrund 3 Jahre - Gewährleistung) 16.666,00 €

Pro Monat (12) 1.388,00 €

Pro Tag (30) 46,26 €

8. Verbale Einschätzungen

8.1. Verbale Einschätzungen des Superintendent zum technischen Nutzen

„Reibungsreduzierung und Verschleißschutz sind Themen, mit denen man sich stets hinsichtlich der Wartung der Schiffsmaschinen auseinandersetzen muss.

Mit dem Einsatz der speziellen NanoVit® - Öle in der Hauptmaschine, den Hilfsdieseln, dem Getriebe, der Antriebswelle und dem Kraftstoffsystem wurden die Wartungsintervalle gesenkt. Da die Qualität des jeweiligen Öls dem Maschineningenieur Aufschluss darüber gibt, in welcher Größe ein Verschleiß (ein Materialabtrag) in den Aggregaten vorliegt, sind u.a. die Ergebnisse aus den Ölanalysen hervorzuheben.

Aus diesen geht eindeutig hervor, dass diese NanoVit® - Öle dem Ölalterungsprozess entgegenwirken, den BN- Wert verbessern, die tägliche Frischölaufuhr reduzieren und für eine systemgerechte Reinigung während des Betriebslaufes garantieren.

An hand dieser Fakten ergibt sich, dass durch diese Reibungsreduzierung ein permanenter Verschleißschutz gewährleistet wird. Durch die Verschleißreduzierung ergibt sich wiederum eine Reduzierung des Material – und Energieverlustes und in Folge dessen eine Optimierung der Wirkungsparameter der Arbeitsleistung und eine effizientere und schonendere Auslastung der Maschinen.“

Dipl.- Ing. Wolfgang Voss / Superintendent der auftraggebenden Reederei

8.2. Verbale Einschätzungen der Reederei zum wirtschaftlichen Nutzen

„Der wirtschaftliche Nutzen muss sich stets in konkreten, nachweisbaren Zahlen dokumentieren lassen. Ausschlaggebend ist dabei die Einhaltung bzw. Reduzierung der finanziellen zur Verfügung stehenden Jahresbudget. Da die Reederei mehrere Schiffe vom gleichen Bautyp besitzt, kann auch hier ein direkter Vergleich einbezogen werden. Das Resümee in der Anwendung der NanoVit® - Technologie ergab, dass die Kosten bedeutend gesenkt werden konnten. Dafür spricht z.B. die Senkung des Schmierstoffverbrauch um 10%, der Reduzierung des Kraftstoffverbrauch um 18% bei der Hauptmaschinen und 20% bei den Hilfsdieseln.

Jedoch dürfen die Zahlen nicht losgelöst vom technischen Nutzen betrachtet werden. Auch wenn dieser nicht immer mit Zahlen dokumentiert werden kann, sind dessen Ergebnisse und die Aussagen meiner Ingenieure in eine Gesamtbewertung zum eigentlichen Nutzen dieser Anwendung mit einzubeziehen. Diese und auch die aus diesem Projekt benannten Schlussfolgerungen haben zu der Entscheidung geführt, dass alle Schiffe der Reederei mit den NanoVit® - Ölen bestückt werden. Über unsere Consultingfirma, der Firma MARISCON, werden wir auch anderen Reedereien Informationen über dieses Projekt geben und entsprechende Anwendungen empfehlen.“

Capt. Olaf Wulff / Manager – Director KW – Bereederungs GmbH & Co. KG

9. Zusammenfassung

Aus dieser Analyse ergibt sich somit ein bedeutender wirtschaftlicher und technischer Nutzen in der Anwendung von NanoVit®.

Jedoch hat dieses Projekt auch gezeigt, dass bei der Verwendung detailliertere Messdaten und Messmittel auch eine detailliertere Bewertung vorgenommen werden kann. Reflektierend daraus würde sich daraus auch eine Reihe sinnvoller Hinweise zur Optimierung des Controlling ergeben.

10. Empfehlungen

Im Ergebnis der Anwendung und der Analyse empfiehlt MSH bei weiteren Anwendungsprojekten folgende Messmittel mit in eine Prüfung aufzunehmen:

- Nachweis über eine Emissionsminderung anhand der Premetdaten in Zusammenarbeit mit dem TÜV, im Rahmen eines TÜV-Zertifizierungsprojektes;
- Kontinuierliche, präventive Verwendung des Ölanalysegerätes „Tribocheckgerät“;
- Erweiterung der Premetsoftware hinsichtlich der Datenaufnahme Motorleistung (Kw) zu Drehzahl (U/min) zu einem Leistungsdiagramm;
- Zusätzliche Präparierung der Kraftstofffilter (Schweröl) mit 250ml Anwendungsflakon NanoVit® additivierten Diesel zu jeweils 2 Anwendungen (2 x 250ml) im Jahr;
- Überprüfung der Hydraulikanlagen hinsichtlich einer nötigen NanoVit® - Präparierung;
- Verwendung der elektronischen Datenerfassungsformulare „Maschinentagebuch“ und „Brücken-Log-Buch“ und dessen weiteren Nutzung zur Berechnung der Verbräuche zu Tonnen-Seemeilen-Berechnungen;

.....
Capt. Olaf Wulff / Manager – Director KW – Bereederungs GmbH & Co. KG

.....
Herr Wolfgang Voss – Superintendent KW – Bereederungs GmbH & Co. KG

.....
Herr Uwe Eschner – Projektleiter MSH GmbH

11. Anlagen: Ölanalyse



Shell
Rapid Lubricants
Analysis

LEHMANN TRADER 436445

MAIN ENGINE - Crankcase P01
Pielstick (SEM) - PC 2
FRIEDRICH G. FROMMANN KG

This sample Status **NORMAL**

Oil Grade: Shell Argina T 40
Date Drawn: 2008-10-23
Date Analysed: 2008-11-27

	This Sample		Previous Samples		
	1	2	3	4	5
Sample No	19274781	19274734	19274716	19274636	19274805
Status	NORMAL	NORMAL	ACTION	ACTION	ACTION
Date Drawn	2008-10-23	2008-04-18	2007-10-04	2007-08-07	2007-03-31
Date Received	2008-11-26	2008-04-28	2007-10-23	2007-11-13	2007-04-20
Date Analysed	2008-11-27	2008-04-28	2007-10-24	2007-11-14	2007-04-23
Oil Grade	ART40	ART40	ART40	ART40	ART40
Oil Hours	008195	006840	003344	002526	000924
Oil Added	0	40	400	80	600
Fuel in use					
Machine Hours	008195	006840	003344	002526	000924
Viscosity @ 100 C	13.9	14.1	15.2	14.9	13.8
Water %v	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Flash Point	>190	>190	>190	>190	>190
BN mgKOH/g	31.9	26.5	18.5	18.2	16.8
IC %	1.24	1.24	2.13	1.80	0.50
MD	84.0	73.0	62.0	70.0	62.0
DP	20.0	33.0	81.0	54.0	19.0
Ca %	1.05	1.18	0.85	0.73	0.70
Ba %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P %	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03
Zn %	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
Fe mg/kg	65	70	326	263	64
Cr mg/kg	3	5	13	17	9
Mo mg/kg	3	7	6	8	8
Sn mg/kg	0	2	2	0	4
Pb mg/kg	0	1	9	8	2
Cu mg/kg	2	4	31	37	15
Na mg/kg	26	45	84	102	38
Mg mg/kg	65	59	39	28	36
B mg/kg	1	1	1	1	1
Al mg/kg	12	11	16	23	10
V mg/kg	28	45	93	78	38
Si mg/kg	37	23	38	42	29

Comments (this sample only) - 19274781

00 The oil is suitable for further use and the engine/equipment appears to be operating normally with no indications of abnormal wear or component stress.