

Verfahren zur Aufbereitung von Schweröl

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung von Schweröl an Bord von Schiffen, für eine Verwendung als Brennstoff insbesondere für einen Dieselmotor.

Nach dem Online Lexikon WIKIPEDIA sowie im Sinne dieser Anmeldung ist ein „Schweröl“ (englisch Heavy Fuel Oil, HFO) ein Rückstandsöl aus der Destillation oder aus Crackanlagen der Erdölverarbeitung und dient als Kraftstoff für große Dieselmotoren, wie sie zum Beispiel in Schiffen und für Dampflokomotiven mit Ölhauptfeuerung oder in Kraftwerken zur Stromerzeugung eingesetzt werden. Die internationale Handelsbezeichnung eines solchen Öles ist: Marine (Residual) Fuel Oil (MFO; „Marines Rückstandsöl“), manchmal wird auch die US-Bezeichnung Bunker C verwendet.

Es ist bekannt, Schweröle – insbesondere um die ISO 8217 einzuhalten - vor der Verbrennung in Dieselmotoren oder in anderen Aggregaten direkt an Bord von Schiffen durch ein Klären von Feststoffen – insbesondere von abrasiven schweren und durch Sedimentation bzw. im Zentrifugalfeld vom Schweröl abtrennbaren Feinstoffen mit einem vorgegeben Minstdurchmesser D (in Abhängigkeit vom jeweiligen Verbrennungsmotor, beispielsweise: $D = 10\mu\text{m}$; nachfolgend Kat-Feinstoffe insbesondere „Catalyst Fines“ oder „Cat-Fines“ genannt, insbesondere Aluminium- oder Silizium(verbindungen) wie z.B. Si oder SiO_2) - und ein Abtrennen einer wässrigen Phase aufzubereiten. Dabei soll der Anteil der sogenannten abrasiven Kat-Feinstoffe im aufzubereitenden Schweröl als Ausgangsstoff des Standes der Technik und auch des erfindungsgemäßen Verfahrens möglichst bereits unter einem oberen Grenzwert unterhalb von 60 mg/kg (ppm) liegen. Sodann soll dieser Gehalt an Kat-Feinstoffen deutlich gesenkt werden, insbesondere, damit die abrasiven Stoffe nicht den Dieselmotor schädigen. Nach Vorschriften der Dieselmotoren sollen diesbezüglich sogar noch deutlich niedrigere Obergrenzen von 20 ppm oder sogar 15 ppm oder 10 ppm oder sogar 5 ppm eingehalten werden. Dies ist insbesondere an Bord von Schiffen mit möglichst geringem Aufwand zu erreichen.

Eine bekannte Anlage zur Aufbereitung von Schweröl an Bord von Schiffen zeigt Fig. 2.

Durch eine Leitung 101 (in die hier ein Ventil 102 geschaltet ist) aus einem nicht dargestellten Tank zufließendes, aufzubereitendes Schweröl OIL1 mit einer Ausgangstemperatur T0 wird zunächst in einem Schmutzfänger 103 wie einem Sieb von groben Feststoffen befreit. Sodann wird das Schweröl mit einer Pumpe 104 durch einen Wärmetauscher 105 geleitet, in welchem es auf eine Temperatur von bis zu 98° erwärmt wird.

Aus dem Wärmetauscher 105 wird das erwärmte Schweröl durch einen Leitungsabschnitt 106 in eine Zentrifuge, hier einen Dreiphasen-Trennseparator 107, geleitet, in welchem von dem Schweröl eine Schmutzwasserphase W abgetrennt wird, die durch eine Ableitung 108 abfließt und in der es von einer Feststoffphase S gereinigt wird, welche die abrasiven Kat-Feinstoffe enthält und welche durch eine Ableitung 109 abgeführt wird. Die aufbereitete Schwerölphase – das „Reinöl“ - OIL2 wird durch eine Ableitung 110 aus dem Separator 107 zur weiteren Verwendung abgeleitet. Dabei kann es in einen Zwischentank (hier nicht dargestellt) geleitet oder direkt der Verbrennung in einem Dieselmotor zugeleitet werden. Dem Wärmetauscher 104 wird als Wärmeenergie abgebendes Medium vorzugsweise Thermalöl oder Sattdampf ("Saturated oder Hot Steam" bzw. nachfolgend auch "HS" genannt) zugeleitet, dessen Wärmeenergie zur Erwärmung des Schweröls im Gegenstrom dient.

Dieses Verfahren soll weiter verbessert werden.

Die Lösung dieses Problems ist die Aufgabe der Erfindung.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie den nebengeordneten Anspruch 11.

Die jedenfalls zeitweise oder dauerhafte Erhöhung der Separiertemperatur nach Anspruch 1 verbessert die Separiereffizienz. Derart können niedrigere und bei den höheren Temperaturen von mehr als 100°C oder mehr als 105°C oder mehr als 110°

C oder sogar mehr als 115° C jeweils noch niedrigere Kat-Feinstoffgehalte im Reinöl erreicht werden.

5 Besonders vorteilhaft ist zudem die optionale Erhitzung in zwei Stufen. Einerseits braucht derart die Erhöhung der Temperatur auf die sehr hohe Separiertemperatur erst unmittelbar vor dem eigentlichen Separiervorgang zu erfolgen. Zudem erlaubt es die Mehr- und insbesondere Zweistufigkeit der Erwärmung des aufzubereitenden Schweröls, das auf die Separiertemperatur erhitzte und aus der wenigstens einen Zentrifuge, insbesondere dem (Dreiphasen-)Separator abgeleitete „Reinöl“ dazu zu
10 nutzen, einen Wärmetauscher zu durchströmen, um im Gegenstrom Wärme an den zu reinigenden „Zulaufkraftstoff“ abzugeben, um diesen auf eine erste Temperatur T1 zu erhitzen, die aber noch niedriger ist als die Separiertemperatur T2. Dies reduziert die insgesamt zum Erwärmen des Schweröls auf die Separiertemperatur T2 notwendige Wärmemenge und hält die Reinöltemperatur in den nachfolgenden
15 Rohrleitungen unter der Temperatur T2 von sonst womöglich mehr als 100°C.

Mit der Erfindung des Anspruchs 11 wird zudem eine optimierte Regelung eines gattungsgemäßen aber auch eines erfindungsgemäßen Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 erreicht.

20

Geschaffen wird damit ein vorteilhaftes Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche oder Verfahren zur Aufbereitung von Schweröl an Bord von Schiffen, der als Brennstoff für einen Dieselmotor zu nutzen ist, mit folgenden Schritten: a) Bereitstellen von aufzubereitendem Schweröl (OIL1); b) Weiterleiten des
25 bereitgestellten aufzubereitenden Schweröls (OIL1) aus Schritt a) insbesondere mit wenigstens einer Pumpe in eine Zentrifuge, wobei das aufzubereitende Schweröl vor dem Erreichen der Zentrifuge auf eine Separiertemperatur von - vorzugsweise - mehr als 98°C erwärmt wird, und c) Abtrennen einer wässrigen Phase und einer Schlammphase von einer Reinölphase (OIL2) in der Zentrifuge, wobei ferner einer
30 oder mehrere folgender Schritte d) bis f) durchlaufen wird/werden: d) im zulaufenden aufzubereitenden Schweröl – insbesondere vor dem Erwärmen – wird mit einer Sensoreinrichtung der Kat-Feinstoffgehalt (Cat Fines IN) bestimmt, e) im ablaufenden gereinigten bzw. aufbereiteten Reinöl mit der oder einer zweiten Sensoreinrichtung der Kat-Feinstoffgehalt (Cat Fines OUT) bestimmt, f) der oder die

bestimmten Kat-Feinstoffgehalte aus Schritt d) und/oder e) werden als Istgrößen eines Regelungsprozesses verwendet und es wird oder werden anhand der ermittelten Istgrößen mit einer Regeleinrichtung regelnd insbesondere die Separiertemperatur T2 und/oder die Durchlaufleistung der Pumpe eingestellt.

5

Vorzugsweise werden dabei als Istgrößen verwendet:

- aktueller Kraftstoffverbrauch der Motoren,
 - aktuelles Kraftstoffniveau in einem Reinöltank,
 - Kat-Feinstoffgehalt im zulaufenden oder ablaufenden Schweröl
- und/oder Reinöl und/oder aktuelle Servicetank-Überlaufmenge.

10

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen mit den nachfolgenden Figuren näher beschrieben. Es zeigen:

15

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Anlage zur Aufbereitung von Schweröl;

Fig. 2 eine bereits bekannte Anlage zur Aufbereitung von Schweröl;

20

Fig. 3 eine Tankanordnung zur Lagerung von Schwerölen; und

Fig. 4 eine Tankanordnung zur Lagerung von Schwerölen mit einer überlaufabhängigen Pumpenregelung.

25

Bei der Anlage der Fig.1 wird zunächst durch eine Leitung 1 (in die hier ein Ventil 2 geschaltet ist) aus einem Tank HT1 zufließendes, aufzubereitendes Schweröl OIL1 vorzugsweise in einem Schmutzfänger 3 wie einem Sieb von groben Feststoffen befreit.

30

Sodann wird das aufzubereitende Schweröl OIL1 – vorzugsweise mit Hilfe einer Pumpe 4 - aus einem Tank T1, in welchem es eine Ausgangstemperatur T0 von beispielsweise 40° bis 60° C aufweist, durch eine erste Erhitzungseinrichtung, insbesondere einen ersten Wärmetauscher 5A, geleitet, in welcher es auf eine erste

relativ zur Ausgangstemperatur höhere Temperatur $T_1 > T_0$ von vorzugsweise weniger als 95° , insbesondere 60° bis 80° C, erwärmt wird.

5 Aus der ersten Erhitzungseinrichtung, insbesondere dem ersten Wärmetauscher 5A wird das auf die erste Temperatur T_1 erwärmte Schweröl durch einen Leitungsabschnitt 6 in eine zweite Erhitzungseinrichtung, vorzugsweise einen zweiten Wärmetauscher 5B, geleitet, in welchem es jedenfalls zeitweise oder
10 dauernd auf eine im Vergleich zur ersten erhöhten Temperatur T_1 noch höhere zweite Temperatur T_2 erhitzt wird. Diese Temperatur T_2 ist größer als 98° C, vorzugsweise größer als 100° C, insbesondere größer als 105° C und vorzugsweise sogar größer als 110° C. Sinnvoll erscheinen derzeit Separiertemperaturen von bis zu 125° , wobei der Bereich zwischen 100° und 115° C besonders bevorzugt wird, da in diesem Bereich der apparative Aufwand noch gut beherrschbar ist, aber andererseits besonders gute Trennergebnisse in Hinsicht auf die Abtrennung der Kat-Feinstoffe
15 erzielt werden.

Aus dem zweiten Wärmetauscher 5B wird das auf die zweite Temperatur T_2 erhitzte Schweröl OIL1 unmittelbar in wenigstens eine Zentrifuge, hier einen Dreiphasen-Trennseparator 7, geleitet, in welchem von dem Schweröl eine Schmutzwasserphase
20 W abgetrennt wird, die durch eine Ableitung 8 abfließt und in der es von einer Feststoffphase S gereinigt wird, die durch eine Ableitung 9 abgeführt wird. Das Klären von Feststoffen und das Abtrennen der Wasser- von der Ölphase kann auch in zwei hintereinander geschalteten Zentrifugen (Klärer und Phasentrenner) erfolgen. Nach Fig. 2 ist zudem eine Prozesswasserversorgung P am Separator 7
25 vorgesehen.

Vorzugsweise benötigt das Öl vom Austreten aus dem 2. Wärmetauscher bis zum dem Einlauf in die Zentrifuge nur eine sehr kurze Zeit, damit es unmittelbar aus der zweiten Erhitzungseinrichtung, hier dem zweiten Wärmetauscher 5B, in die
30 Zentrifuge, hier einen Dreiphasen-Trennseparator 107 geleitet wird bzw. gelangt. An dieser Verfahrensweise ist vorteilhaft, dass das Schweröl vor dem Erreichen der Zentrifuge keine bzw. nicht in einem praktisch relevantem Maße Wärme verlieren kann, was den Aufbereitungsprozess verschlechtern würde.

Die aufbereitete Schwerölphase – nachfolgend OIL2 oder synonym auch „Reinöl“ genannt - wird durch die Ableitung 10 aus dem Separator 7 zur weiteren Verwendung abgeleitet.

- 5 Vorzugsweise wird das Reinöl vor dem Einleiten in einen Tank oder in einen Verbrennungsmotor zunächst als das Wärmeenergie abgebende Medium des ersten Wärmetauschers 5A verwendet bzw. durch diesen hindurch geleitet, um Wärmeenergie an das zulaufende aufzubereitende Schweröl abzugeben.
- 10 Derart wird aus dem Separator 7 austretende Schweröl vorteilhaft dazu verwendet, um im ersten Wärmetauscher 5A das Schweröl auf die erste Temperatur T1 zu erhitzen und um andererseits das erwärmte Reinöl abzukühlen, so dass es insbesondere einfacher lagerbar ist. Die Energierückgewinnung erhöht deutlich die Wirtschaftlichkeit des Aufbereitungsverfahrens, da der Energieverbrauch zum
- 15 Erwärmen des Schweröls auf die Separiertemperatur insgesamt gesenkt wird. Im zweiten Wärmetauscher 5B kann als das Wärmeenergie abgebende Medium insbesondere Sattedampf HT oder ein anderes geeignetes Medium verwendet werden, mit dem dann lediglich noch das Schweröl von der ersten Temperatur T1 auf die zweite Temperatur T2 erhitzt werden muss.
- 20 Bis zum Erreichen einer genügenden Betriebstemperatur der Wärmetauscher kann zunächst bei einem Anfahren auch aufzubereitendes Schweröl eine Zeit im Kreislauf durch die beiden Wärmetauscher 5A und 5B und dann zurück in den Tank T1 geleitet werden (angedeutet durch die Leitung 13 und das Zweiwegeventil 14)
- 25 Es ist vorteilhaft, im zulaufenden aufzubereitenden Schweröl – beispielsweise vor dem Erwärmen – mit einer Sensoreinrichtung 11 Messungen des Kat-Feinstoffgehaltes in dem zum Separator zulaufenden aufzubereitenden Rohöl (Cat Fines IN) vorzunehmen. Vorzugsweise werden zudem auch im ablaufenden
- 30 gereinigten bzw. aufbereiteten Reinöl – beispielsweise direkt im aus dem Separator ablaufenden Reinöl – mit derselben Sensoreinrichtung 11 oder mit einer zweiten Sensoreinrichtung 12 Messungen des Kat-Feinstoffgehaltes (Cat Fines IN) vorgenommen. Dabei kann beispielsweise der Anteil an Feinstoffen mit einem mittleren Durchmesser unterhalb eines Grenzwertes (insbesondere kleiner als 10

µm) bestimmt werden. Diese Messungen müssen nicht direkt in Echtzeit erfolgen. Es können vielmehr auch Proben genommen werden (z.B. im Abstand von jeweils einigen Stunden) – die dann mit einer geeigneten Sensorgerätschaft – wie sie an sich im Handel erhältlich ist – auf den Kat-Feinstoffgehalt untersucht werden.

5

Die ermittelten Messwerte werden sodann vorteilhaft einer hier nicht dargestellten Recheneinheit zugeleitet, welche als Regelungs- und Steuerungsvorrichtung zur Steuerung der in Fig. 1 dargestellten Anlage genutzt wird und welche anhand der ermittelten Istgrößen regelnd insbesondere die Separiertemperatur T1 und/oder die

10 Durchlaufleistung mit der Pumpe 4 einstellt. Die Regelung kann wie vorstehend beschrieben erfolgen aber alternativ ggf. auch in Echtzeit mit online-Messungen des Kat-Feinstoffgehaltes.

Auf diese Weise kann das Aufbereitungsverfahren präzise geregelt werden.

15

Als Regelgrößen können insbesondere der erwähnte Kat-Feinstoffgehalt, der unterhalb eines Soll-Istwertes gehalten werden soll, der aktuelle Brennstoffverbrauch der Verbrennungskraftmaschine als Istwert und/oder der Ist-Pegelstand in einem Reinöltank verwendet werden.

20

So ist es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sehr gut möglich, auf einfache Weise die Separiereffizienz der aktuellen Kraftstoffqualität (Kat-Feinstoffgehalt bzw. „Cat-Fines-Gehalt“ im aufzubereitenden Schweröl je nach Vorgabegrenzwert) und der aktuellen Motorfahrweise anzupassen.

25

Eine Verringerung der Durchsatzleistung erhöht die Separiereffizienz. Zudem verringert sich auch der elektrische Energieverbrauch, wenn die Zulauf-Pumpendrehzahl reduziert wird.

30

Es ist daher vorteilhaft, der Pumpe 4 eine Ansteuereinrichtung, insbesondere einen Frequenzumrichter, zuzuordnen, um auf einfache Weise die Zulaufpumpendrehzahl vorzugsweise regelnd verändern zu können.

Derart kann auf einfache Weise die Durchsatzleistung bei dem Aufbereitungsverfahren regelnd in Abhängigkeit von einer oder mehrerer folgender Messgrößen bzw. Ist-größen eingestellt werden:

- b) an den aktuellen Kraftstoffverbrauch der Motoren
- 5 c) an das aktuelle Kraftstoffniveau in einem Reinöltank
- d) an den momentanen Kat-Feinstoffgehalt („Cat-Fines-Gehalt“ im Reinöl-Austritt).

Die beschriebene - jedenfalls zeitweise Erhöhung - der Separiertemperatur auf mehr
10 als 98° C verbessert die Separiereffizienz und ermöglicht das Erreichen niedrigster Kat-Feinstoffgehalte. Der Anteil an abrasiven Kat-Feinstoffen kann auf einfache Weise unter von Motorenbauern vorgegebene Grenzwerte gesenkt werden, die auch deutlich unter 20ppm oder sogar unter 15 ppm oder 10 ppm oder niedriger liegen können. Mit weiter erhöhter Temperatur wird das Ergebnis des Trennvorganges
15 weiter verbessert, wobei aber bei Temperaturen bis 115 °C die apparativen Anforderungen geringer sind als für noch höhere Temperaturen.

Es ist besonders vorteilhaft, das Schweröl vorzugsweise in mehreren Stufen auf die Separiertemperatur T2 von mehr als 98°, insbesondere mehr als 100° C oder 105° C
20 oder mehr zu erhitzen und den Separiervorgang bei dieser Separier-Temperatur T2 vorzunehmen. Durch die Mehrstufigkeit wird die Wirtschaftlichkeit weiter erhöht, da die Möglichkeit zur Energiezurückgewinnung besteht. Denkbar ist aber auch, das Schweröl direkt in nur einer einzigen Erhitzungseinrichtung auf die Separiertemperatur T2 zu erwärmen bzw. zu erhitzen.

25

Die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens sei anhand der Ergebnisse eines beispielhaften Versuchsbetriebs an Bord eines Schiffes näher erläutert.

30

Dabei wurden an Bord eines Schiffes, welches mit einer Anlage nach Art der Fig. 2 ausgestattet ist, Messungen des Kat-Feinstoffgehaltes in dem zum Separator zulaufenden aufzubereitenden Rohöl (Cat Fines IN) und in dem aus dem Separator ablaufenden Reinöl (Cat Fines OUT) vorgenommen:

Messung Nummer	Durchfluss [l/h]	Separier- Temperatur [°C]	Feinstoffe Cat fines [ppm] IN	Feinstoffe Cat fines [ppm] OUT	Effizienz [%]
1	7800	98	19	11	42
2	7800	105	21	6	71
3	2000	97	23	7	70
4	2000	110	23	3	90

Tabelle 1

- Wie zu erkennen, lassen sich mit den Maßnahmen der hohen Separiertemperatur des Schweröls von mehr als 100° C, insbesondere mehr als 103° C – besonders bevorzugt 105 °C bis 110° C - und ergänzend – wenn notwendig und möglich - mit einer Senkung der Durchlaufleistung sehr gute Ergebnisse hinsichtlich niedriger Feinstoff- bzw. Cat-Fines-Gehalte erzielen.
- Fig. 3 zeigt eine besonders vorteilhafte Tankanordnung mit mehreren Tanks, die in besonders vorteilhafter Weise miteinander und mit der Anlage der Fig.2 verbunden sind. In Fig. 3 wurden die Wärmetauscher und weitere Details der Fig. 1 zur Verbesserung der Übersicht nicht eingezeichnet.
- Dabei sind hier zwei Setztanks ST1, ST2 vorgesehen und zwei Servicetanks ST3, ST4, in welche je nach Bedarf entweder Reinöl OIL2 oder aber aufzubereitendes Schweröl OIL1 eingeleitet werden kann. Die Leitung 10 verzweigt sich daher bis in all diese Tanks ST1 bis ST4.
- Die Tanks ST1 bis ST4 weisen ferner jeweils wenigstens eine Ableitung auf. Diese Ableitungen können jeweils mit Ventilen V1 bis V4 in gewünschter Weise geöffnet werden. Sämtliche Ableitungen münden auch in die Zuleitung 1 der Fig. 2. Diese Anordnung ist besonders flexibel handhabbar und bietet Möglichkeiten zur Lagerung von Ölen verschiedener Qualität sowie auch zur Voraufbereitung von Ölen, die seit längerem in den Tanks lagern, indem das Öl zunächst "im Kreis" aus den Tanks geleitet wird, dann z.B. bei einer niedrigeren Temperatur bis 98° C „voraufbereitet“ wird, und dann zurück in den gleichen Tank geleitet wird.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 4 entspricht weitgehend dem der Fig. 3, ist aber um eine überlaufabhängige Pumpenregelung ergänzt. Dazu weisen die Servicetanks ST3 und ST4 wenigstens eine Überlaufleitung 201, 202 zu den Servicetanks ST1 und ST2 auf.

5

Diese Überlaufleitungen 201, 202 sind vorzugsweise im unteren Bereich der Servicetanks ST3 und ST4 anzuordnen, um mögliche Sedimente in die Servicetanks ST1 und ST2 zurückführen zu können.

- 10 In die Überlaufleitungen sind jeweils Durchflusseinrichtungen FIC geschaltet (FIC = Flow Indicator). Diese sind an eine Regeleinrichtung 203 angeschlossen, welche hier nur oder u.a. die Durchflussmenge in den Überlaufleitungen als Istgröße verwendet, die sie bei der Regelung der Pumpe 204 vorteilhaft mit verwendet mit berücksichtigt,.
- 15 Die Durchsatzleistung einer Pumpe 104 wird durch eine in die Überlaufleitungen geschaltete Durchflusseinrichtung 203 geregelt (FIC = Flow Indicator).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufbereitung von Schweröl an Bord von Schiffen, der als Brennstoff, insbesondere für einen Dieselmotor zu nutzen ist, mit
5 folgenden Schritten:
 - a) Bereitstellen von aufzubereitendem Schweröl (OIL1);
 - b) Weiterleiten des bereitgestellten aufzubereitenden Schweröls (OIL1) aus Schritt a) mit wenigstens einer Pumpe (4) in eine Zentrifuge (7), wobei das aufzubereitende Schweröl vor dem
10 Erreichen der Zentrifuge (7) erwärmt wird, und zwar zumindest zeitweise oder dauerhaft auf eine Separiertemperatur T2 von mehr als 98° C und
 - c) Abtrennen einer wässrigen Phase (W) und einer Schlammphase (S) von einer Reinölphase (OIL2) in der Zentrifuge (7).
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bedingung für das zeitweise Erwärmen des aufzubereitenden Schweröls auf die Separiertemperatur T2 aus Schritt b) darin besteht, dass der Gehalt an im Zentrifugalfeld abtrennbaren Kat-Feinstoffen (Cat-Fines-Gehalt) im zulaufenden aufzubereitenden Schweröl einen ersten oberen Grenzwert
20 und/oder im ablaufenden Reinöl einen jeweiligen zweiten oberen Grenzwert übersteigt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das
25 Erwärmen im Schritt c) in einem einzigen Schritt erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Erwärmen im Schritt c) in wenigstens zwei Teilschritten c1) und c2) erfolgt.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das aufzubereitende Schweröl OIL1 im Teilschritt c1) durch eine erste Erhitzungseinrichtung, insbesondere einen ersten Wärmetauscher (5A), geleitet wird, in welchem es auf eine erste Temperatur T1 erwärmt wird und dass das aufzubereitende Schweröl im zweiten Teilschritt c2) danach

in eine zweite Erhitzungseinrichtung, vorzugsweise einen zweiten Wärmetauscher (5B), geleitet wird, in welchem es auf eine im Vergleich zur ersten Temperatur höhere zweite Temperatur T2 erhitzt wird, welche die Separiertemperatur ist.

5

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das aufzubereitende Schweröl unmittelbar nach dem Erreichen der Separiertemperatur T2 in die Zentrifuge geleitet wird.

10

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Wärmeenergie des aus der Zentrifuge ablaufenden Reinöls (OIL2) zum Erwärmen des aufzubereitenden Schweröls (OIL1) genutzt wird.

15

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeenergie des aus der Zentrifuge ablaufenden Reinöls (OIL2) in dem ersten Wärmetauscher (5A) an das aufzubereitende Schweröl (OIL1) abgegeben wird, um es auf die erste Temperatur T1 zu erwärmen.

20

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Separiertemperatur T2 größer als 100° C, insbesondere größer als 105° C und besonders vorzugsweise größer als 110° C ist.

25

10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zulaufleistung der Pumpe (4) einstellbar ist.

30

11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche oder Verfahren zur Aufbereitung von Schweröl an Bord von Schiffen, der als Brennstoff für einen Dieselmotor zu nutzen ist, mit folgenden Schritten:

- a) Bereitstellen von aufzubereitendem Schweröl (OIL1);
- b) Weiterleiten des bereitgestellten aufzubereitenden Schweröls (OIL1) aus Schritt a) insbesondere mit wenigstens einer Pumpe (4) in eine Zentrifuge (7), wobei das aufzubereitende Schweröl

35

vor dem Erreichen der Zentrifuge (7) auf eine Separiertemperatur von - vorzugsweise - mehr als 98 °C erwärmt wird, und

- c) Abtrennen einer wässrigen Phase (W) und einer Schlammphase (S) von einer Reinölphase (OIL2) in der Zentrifuge (7),

dadurch gekennzeichnet, dass

ferner einer oder mehrere folgender Schritte durchlaufen wird/werden:

- d) im zulaufenden aufzubereitenden Schweröl – insbesondere vor dem Erwärmen – wird mit einer Sensoreinrichtung (11) der Kat-Feinstoffgehalt (Cat Fines IN) bestimmt,

- e) im ablaufenden gereinigten bzw. aufbereiteten Reinöl mit der oder einer zweiten Sensoreinrichtung (12) der Kat-Feinstoffgehalt (Cat Fines OUT) bestimmt,

- f) der oder die bestimmten Kat-Feinstoffgehalte aus Schritt d) und/oder e) werden als Istgrößen eines Regelungsprozesses verwendet und es wird oder werden anhand der ermittelten Istgrößen regelnd insbesondere die Separiertemperatur T2 und/oder die Durchlaufleistung der Pumpe (4) eingestellt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass

als Istgrößen verwendet werden:

- aktueller Kraftstoffverbrauch der Motoren,
- aktuelles Kraftstoffniveau in einem Reinöltank,
- Kat-Feinstoffgehalt im zulaufenden oder ablaufenden Schweröl und/oder Reinöl und/oder
- aktuelle Servicetank-Überlaufmenge.