

(19)



(11)

**EP 3 015 663 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**04.05.2016 Patentblatt 2016/18**

(51) Int Cl.:  
**F01L 13/02** (2006.01) **F01L 13/06** (2006.01)  
**F02D 13/02** (2006.01) **F02D 27/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15184261.4**

(22) Anmeldetag: **08.09.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA**

(71) Anmelder: **Winterthur Gas & Diesel AG**  
**8401 Winterthur (CH)**

(72) Erfinder:  

- **Häussler, Axel**  
**8404 Winterthur (CH)**
- **Fullagar, Edwin**  
**8404 Winterthur (CH)**

(30) Priorität: **31.10.2014 EP 14191349**

(74) Vertreter: **Intellectual Property Services GmbH**  
**Langfeldstrasse 88**  
**8500 Frauenfeld (CH)**

(54) **STEUERVERFAHREN ZUM SCHNELLEN UMSTEUERN EINER HUBKOLBENBRENNKRAFT-MASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Steuerverfahren zum schnellen Umsteuern oder Abbremsen einer Drehung in eine erste Drehrichtung einer Kurbelwelle einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere langsam laufender längsgespülter Zweitakt-Grossdieselmotor, umfassend einen Zylinder, in welchem ein Kolben zwischen einem oberen Totpunkt entsprechend einem Kurbelwinkel von 180° und einem unteren Totpunkt entsprechend einem Kurbelwinkel von 0° bzw. 360° hin- und herbewegbar angeordnet ist, sowie mit einem Auslassventil, das hydraulisch mittels eines unter einem vorgegebenen Öffnungsdruck stehenden Hydraulikmediums, bevorzugt Hydrauliköl über eine Ventilhydraulik betätigbar ist.

Erfindungsgemäss wird in einer Abbremsphase eine Treibstoffzufuhr zur Hubkolbenbrennkraftmaschine unterbrochen und das Hydraulikmedium unter einem vorgegebenen maximalen Öffnungsdruck einer Ventilhydraulik eines ersten Auslassventils eines ersten Zylinders bei einem ersten Kurbelwinkel im Bereich der oberen Totpunktposition des dem ersten Zylinder zugeordneten ersten Kolbens bereitgestellt, so dass das erste Auslassventil, frühestens beim Durchlaufen des ersten Kolbens durch seine obere Totpunktposition, bei einem zweiten Kurbelwinkel durch die Ventilhydraulik automatisch geöffnet wird.

**EP 3 015 663 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Steuerverfahren zum schnellen Umsteuern oder Abbremsen einer Drehung in eine erste Drehrichtung einer Kurbelwelle einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere langsam laufender längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotor gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 1.

**[0002]** Grossdieselmotoren werden häufig als Antriebssaggregate für Schiffe oder auch im stationären Betrieb, z.B. zum Antrieb grosser Generatoren zur Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt. Dabei laufen die Motoren in der Regel über beträchtliche Zeiträume im Dauerbetrieb, was hohe Anforderungen an die Betriebssicherheit und die Verfügbarkeit stellt. Daher sind für den Betreiber insbesondere lange Wartungsintervalle, geringer Verschleiss und ein wirtschaftlicher Umgang mit Brennstoffen zentrale Kriterien für den Betrieb der Maschinen. Unter anderem ist das Kolbenlaufverhalten solcher grossbohrigen langsam laufenden Dieselmotoren ein bestimmender Faktor für die Länge der Wartungsintervalle, die Verfügbarkeit und über den Schmiermittelverbrauch auch unmittelbar für die Betriebskosten und damit für die Wirtschaftlichkeit.

**[0003]** In der Hochseeschifffahrt besteht seit jeher der Wunsch und die Notwendigkeit, Schiffe in möglichst kurzer Zeit und damit auf möglichst kurze Distanz in einer Notsituation aus voller Fahrt abzubremsen bzw. den Motor möglichst schnell umzusteuern, so dass die Schiffsschraube möglichst schnell in die entgegengesetzte Richtung dreht, so dass das Schiff möglichst umgehend in die entgegengesetzte Richtung weiterfahren kann. Während dazu für relativ kleine Motorschiffe oder Motorboote seit langem verschiedene erprobte Verfahren zur Verfügung stehen und häufig einfach über Getriebe das Umsteuern bewerkstelligt werden kann, ist die "Notbremsung", d.h. das schnelle Abbremsen aus voller Fahrt bei grossen Schiffen, die mit grossen Hubkolbenbrennkraftmaschinen, wie z.B. mit langsam laufenden längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotoren ausgestattet sind ein bisher weitestgehend ungelöstes Problem. Das betrifft neben dem Abbremsen der Schiffe das damit eng verknüpfte Problem des schnellen Umsteuern der Maschine von einer Drehrichtung in die entgegengesetzte Drehrichtung.

**[0004]** Das ist insbesondere bei den langsam laufenden längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotoren ein nicht zu unterschätzendes Problem, da bei diesen Motoren aufgrund ihrer enormen Grösse und Leistung die sinnvolle Verwendung eines Getriebes und / oder einer Kupplung zwischen Motor und Schiffsschraube praktisch ausgeschlossen ist, weshalb bei Schiffen mit solchen Motoren die Schiffsschraube über ein Welle drehfest mit der Kurbelwelle des Grossdieselmotors verbunden ist.

**[0005]** Damit ist zwar die Konstruktion des Antriebs wesentlich einfacher im Vergleich zu einem Antrieb bei welchem zwischen Schiffsschraube und Motor noch ein Getriebe vorgesehen ist. Der Nachteil einer solchen Kon-

struktion ohne Getriebe und ohne Kupplung ist jedoch, dass die Schiffsschraube immer, das heisst in jedem Betriebszustand drehfest mit dem Motor verbunden ist und zumindest im Betriebszustand des Motors, das heisst solange dieser nicht völlig zum Stillstand gekommen ist, von diesem nicht getrennt werden kann. Das heisst, in einem Betriebszustand, in dem der Motor zum Abbremsen des Schiffes abgestellt wird, was in der Praxis im Wesentlichen bedeutet, dass die Treibstoffzufuhr zum Motor unterbrochen wird, hält das Schiff nicht sofort einfach an Ort und Stelle an, sondern wird aufgrund seiner enormen Massenträgheit zunächst weiterfahren und nur allmählich nach und nach an Geschwindigkeit verlieren.

**[0006]** Die Schiffsschraube wird dabei nun zwar nicht mehr durch den Motor angetrieben; wird jetzt aber, durch die fortdauernde Relativgeschwindigkeit zwischen Schiffsschraube und Wasser durch die Fahrt durch das Wasser angetrieben. Da die Schiffsschraube aber drehfest mit dem Motor verbunden ist und diese vom Motor auch nicht getrennt werden kann, wird in einem solchen Betriebszustand jetzt auch der Motor von der Schiffsschraube angetrieben. Das heisst, in einem beträchtlichen Zeitraum nach dem Abstellen der Treibstoffzufuhr zum Motor wird dieser trotzdem weiter in der ursprünglichen Richtung drehen, weil er jetzt von der Schiffsschraube angetrieben wird.

**[0007]** Eine Beschleunigung des Abbremsens des Schiffes bzw. eine Umkehrung der Fahrtrichtung des Schiffes kann nur dadurch erreicht werden, dass der Motor in umgekehrter Drehrichtung neu gestartet wird. Das kann bei den meisten bekannten Schiffsmotoren und insbesondere bei den riesigen längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotoren nur dadurch erreicht werden, dass zu einem geeigneten Zeitpunkt, d.h. bei einem geeigneten Kurbelwinkel Pressluft, in der Fachsprache auch Startluft genannt, unter einem genügend hohen Druck in den Zylinderliner gepresst wird, so dass der Motor durch die auf die Kolben wirkende Startluft in die gewünschte umgekehrte Drehrichtung neu gestartet wird.

**[0008]** Aufgrund der enormen Kräfte, die wie oben erläutert die Schiffsschraube über die Kurbelwelle auf die Kolben in den Zylinderlinern des Motors derart ausübt, dass der Motor trotz unterbundener Treibstoffzufuhr weiter in der ursprüngliche Richtung dreht, kann der Motor frühestens dann in die entgegengesetzte Richtung neu gestartet werden, wenn der maximal zur Verfügung stehende Druck der Startluft ausreicht um die von der Schiffsschraube auf die Kolben wirkenden Kräfte soweit zu kompensieren, dass der Motor durch die Startluft in eine ausreichend schnelle Drehung in die entgegengesetzte Richtung versetzt werden kann, so dass bei Reaktivierung der Treibstoffzufuhr der Motor schliesslich selbstständig in die umgekehrte Richtung neu starten kann. Wenn der Motor in die entgegengesetzte Richtung Drehrichtung neu gestartet ist, wird selbstverständlich die drehfest mit dem Motor verbundene Schiffsschraube vom Motor ebenfalls in die entgegengesetzte Richtung angetrieben, wodurch dann das Abbremsen des Schiffes

zunehmend beschleunigt werden kann, bis die Fahrt des Schiffes schliesslich zum Stillstand klommt oder, falls gewünscht, das Schiff Fahrt in die entgegengesetzte Richtung aufnehmen kann.

**[0009]** Die Nachteile des oben geschilderten und bisher üblichen Verfahrens zum Abbremsen bzw. Umsteuern eines Schiffes liegen auf der Hand. Einerseits benötigt das Abbremsen eines Schiffes, insbesondere eines Schiffes mit einem langsam laufenden längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotor sehr viel Zeit, weil, bevor der Motor in die entgegengesetzte Richtung neu gestartet werden kann, zunächst solange zugewartet werden muss, bis das Schiff ausreichend an Fahrt verloren hat und genügend langsam geworden ist, so dass der Antrieb des Motors über die Schiffsschraube durch die Startluft kompensiert werden kann. Das nimmt bis heute beträchtlich viel Zeit in Anspruch, was insbesondere dann von grossem Nachteil ist, wenn das Schiff sehr schnell abgebremst werden muss, z.B. um in einer Notsituation eine Kollision mit einem anderen Schiff, mit einem Eisberg oder mit einem anderen Hindernis zuverlässig und rechtzeitig zu verhindern. Die Katastrophe mit der berühmten Titanic, bei welcher es unter anderem nicht mehr gelungen ist das Schiff rechtzeitig abzubremsen, ist bis heute im öffentlichen Bewusstsein präsent. Auch wenn die Titanic nicht von einem langsam laufenden längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotor angetrieben wurde, ist die Problematik im Grundsatz dieselbe.

**[0010]** Damit die vom Schiff zurückgelegte Strecke beim Abbremsen bzw. beim Umsteuern in die entgegengesetzte Fahrtrichtung minimiert wird, wird häufig versucht den Motor zum frühest möglichen Zeitpunkt durch Zuführung der Startluft in die Zylinderliner umzusteuern. Je schneller der Motor, angetrieben durch die Schiffsschraube, jedoch noch in die alte Richtung läuft, umso mehr Startluft bzw. Startluftenergie wird benötigt um das Umsteuern in die entgegengesetzte Richtung einleiten zu können. Das ist nicht nur teuer und energieintensiv, weil die Startluft zunächst mit entsprechenden Kompressoren erzeugt und in Druckspeichern gespeichert werden muss. Sondern das Verfahren birgt auch das Risiko, dass mehr oder weniger der gesamte Vorrat an Startluft verbraucht wird und es trotzdem nicht gelingt, dass der Motor in die entgegengesetzte Richtung startet. Das verzögert das Abbremsen nicht nur noch weiter, sondern kann sogar zum Sicherheitsrisiko werden, weil in einer solchen Situation neue Startluft zunächst wieder bereitgestellt werden muss und in der Zwischenzeit der Motor somit überhaupt nicht mehr gestartet werden kann, was unter Umständen fatale Konsequenzen haben kann, da das Schiff in einer solchen Situation antriebslos ist.

**[0011]** Aufgabe der Erfindung ist es daher ein Verfahren bereitzustellen, mit welchem ein Motor, insbesondere ein langsam laufender längsgespülter Zweitakt-Grossdieselmotor effizienter und schneller in eine entgegengesetzte Drehrichtung umgesteuert werden kann, wobei die aus dem Stand der Technik beschriebenen Probleme weitestgehend vermieden werden, insbesondere die aus

dem Stand der Technik bekannten fatalen Sicherheitsprobleme umgangen werden können und das Umsteuern des Motors zusätzlich ökonomischer und energieparender vorgenommen werden kann.

**[0012]** Die diese Aufgaben lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gekennzeichnet.

**[0013]** Die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

**[0014]** Die Erfindung betrifft somit ein Steuerverfahren zum schnellen Umsteuern oder Abbremsen einer Drehung in eine erste Drehrichtung einer Kurbelwelle einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere langsam laufender längsgespülter Zweitakt-Grossdieselmotor, umfassend einen Zylinder, in welchem ein Kolben zwischen einem oberen Totpunkt entsprechend einem Kurbelwinkel von 180° und einem unteren Totpunkt entsprechend einem Kurbelwinkel von 0° bzw. 360° hin- und herbewegbar angeordnet ist, sowie mit einem Auslassventil, das hydraulisch mittels eines unter einem vorgegebenen Öffnungsdruck stehenden Hydraulikmediums, bevorzugt Hydrauliköl über eine Ventilhydraulik betätigbar ist. Erfindungsgemäss wird in einer Abbremsphase eine Treibstoffzufuhr zur Hubkolbenbrennkraftmaschine unterbrochen und das Hydraulikmedium unter einem vorgegebenen maximalen Öffnungsdruck einer Ventilhydraulik eines ersten Auslassventils eines ersten Zylinders bei einem ersten Kurbelwinkel im Bereich der oberen Totpunktposition des dem ersten Zylinder zugeordneten ersten Kolbens bereitgestellt, so dass das erste Auslassventil, frühestens beim Durchlaufen des ersten Kolbens durch seine obere Totpunktposition, bei einem zweiten Kurbelwinkel durch die Ventilhydraulik automatisch geöffnet wird.

**[0015]** Durch die vorliegende Erfindung wird erstmals ein Verfahren bereitgestellt, mit welchem ein Motor, insbesondere ein langsam laufender längsgespülter Zweitakt-Grossdieselmotor effizienter und schneller in eine entgegengesetzte Drehrichtung umgesteuert werden kann, wobei gleichzeitig zusätzlich wertvolle Startluft eingespart werden kann. In einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Verfahrens kann ein Neustart in die entgegengesetzte Drehrichtung sogar ganz ohne Startluft, bei einem Schiff beispielsweise unter Ausnutzung der durch die Schiffsschraube dem Motor vermittelte Bremsenergie initiiert werden, was nicht nur unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten selbstverständlich einen nicht zu unterschätzende Verbesserung darstellt, sondern insbesondere auch dann, wenn das erfindungsgemässe Verfahren zum Umsteuern oder Abbremsen eines Motors eines Schiffes eingesetzt wird, auch unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten einen enormen Fortschritt darstellt.

**[0016]** Bei einem für die Praxis besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Hubkolbenbrennkraftmaschine ein langsam laufender längsgespülter Zweitakt-Grossdieselmotor eines Schiffes, beispielsweise eines

Containerschiffs mit einem enorm grossen Motor, der beispielweise bis zu zwölf Zylinder oder mehr hat und eine Leistung von bis zu 10.000KW pro Zylinder, oder sogar noch grössere Leistungen haben kann.

**[0017]** Wie dem Fachmann an sich bekannt ist, bewegt sich in einem normalen Betriebszustand der Hubkolbenbrennkraftmaschine ein Kolben zwischen einem oberen Totpunkt und einem unteren Totpunkt in einem Zylinderliner hin und her und treibt über eine Kurbelwelle, die wirkfest mit dem Kolben und einer Schiffsschraube verbunden ist, die Schiffsschraube an. Ein Auslassventil an einem Zylinderdeckel des Zylinderliners wird mittels einer programmierbaren Kontrolleinrichtung, die in der Praxis eine hydraulische Einrichtung und eine elektronische Einrichtung umfassen kann, über eine Ventilhydraulik hydraulisch betätigt. Dabei kann ein Kurbelwinkel, bei welchem das Auslassventil betätigt wird, durch die programmierbare Kontrolleinrichtung prinzipiell beliebig vorgegeben werden. Durch Betätigung eines Startluftventils kann der Motor entweder aus dem Stillstand gestartet werden oder, bei genügend kleiner Drehzahl, kann die Drehrichtung des Motors geändert werden.

**[0018]** Zum besseren Verständnis der Erfindung wird im Folgenden schematisch die an sich bekannte allgemeine Funktionsweise einer längsgespülten Hubkolbenbrennkraftmaschine im normalen Betriebszustand nochmals kurz in Erinnerung gerufen. Im Rahmen dieser Anmeldung wird ein Kurbelwinkel von  $0^\circ$  bzw.  $360^\circ$  mit dem unteren Totpunkt UT und ein Kurbelwinkel von  $180^\circ$  mit dem oberen Totpunkt OT identifiziert.

**[0019]** Ausgehend vom unteren Totpunkt, entsprechend einem Kurbelwinkel von  $0^\circ$  bewegt sich der Kolben im Betriebszustand zunächst in Richtung OT, entsprechend einem Kurbelwinkel von  $180^\circ$ . Wenn sich der Kolben in einer Stellung nahe dem unteren Totpunkt befindet sind im normalen Betriebszustand die Spülschlitze im unteren Bereich des Zylinderliners freigegeben sowie das Auslassventil geöffnet. Solange die Spülschlitze vom Kolben freigegeben sind wird dem Brennraum des Zylinderliners durch die Spülschlitze Frischluft zugeführt und gleichzeitig werden Verbrennungsrückstände durch die Bewegung des Kolbens in Richtung zum oberen Totpunkt durch das Auslassventil aus dem Brennraum ausgespült. Wenn der Kolben die Spülschlitze vollständig passiert hat, so dass keine Verbindung mehr zwischen Brennraum und Spülschlitzen besteht, wird bei zunehmendem Kurbelwinkel auch das Auslassventil bei einem vorgegebenen Kurbelwinkel mittels der Kontrolleinrichtung geschlossen. Im weiteren Verlauf wird durch ein Einspritzventil dem Brennraum des Motors, welcher sich aus dem oberen Zylinderbereich, dem darüber befindlichen Zylinderdeckel und dem Kolbenboden bildet, Kraftstoff zugeführt, welcher sich in der durch die Kompression erhitzten Luft im Bereich des oberen Totpunktes entzündet, nachfolgend verbrennt und durch diese Energiefreisetzung zur Drucksteigerung im Brennraum des Motors führt.

**[0020]** Nach Durchlaufen des oberen Totpunkts be-

wegt sich der Kolben bewegt sich wieder in Richtung zum unteren Totpunkt entsprechend einem Kurbelwinkel von  $360^\circ$ . Im normalen Betriebs- und Fahrzustand des Schiffes wird dann bei einem Kurbelwinkel, der deutlich grösser als  $180^\circ$  ist, das Auslassventil wieder geöffnet und ein neuer Arbeitstakt des Zylinders eingeleitet.

**[0021]** Für den Fall, dass das Schiff abgebremst werden soll, insbesondere, wenn es in einem Notfall innerhalb einer möglichst kurzen Distanz abgebremst werden soll, wurde die Hubkolben-Brennkraftmaschine auch bei den bereits bekannten Verfahren aus dem normalen Betriebszustand wie folgt zum Bremsen oder Umsteuern in einen anderen Betriebszustand versetzt. In einem ersten Schritt ist es bekannt die Treibstoffzufuhr in die Zylinderliner der Hubkolbenbrennkraftmaschine zu unterbrechen. Durch die Unterbrechung der Treibstoffzufuhr wird erreicht, dass die Drehzahl des Motors zunächst abfällt, was zu einer ersten moderaten Verlangsamung des Schiffes führt. Werden keine weiteren Massnahmen ergriffen, verringert sich die Geschwindigkeit des Schiffes im Wesentlichen aufgrund der Reibung des Schiffes im Wasser. Diese Reibung ist im allgemeinen vergleichsweise gering, sodass sich die Geschwindigkeit des Schiffes nur sehr langsam verringert. Die Schiffsschraube, die nach unterbrochener Treibstoffzufuhr von der Hubkolbenbrennkraftmaschine nicht mehr angetrieben wird, arbeitet jetzt, angetrieben durch die noch vorhandene Bewegungsenergie des Schiffes als Turbine und treibt jetzt den Motor an, mit dem sie über die Kurbelwelle drehfest verbunden ist.

**[0022]** Wird die Steuerung des Auslassventils wie im normalen Betrieb und im Stand der Technik bisher praktiziert unverändert beibehalten, wird zwar zunächst ein Teil der Bewegungsenergie des Schiffes im Zylinder im Kurbelwinkelbereich zwischen  $0^\circ$  und  $180^\circ$  in Kompressionsenergie umgewandelt; allerdings wird diese Kompressionsenergie bei der anschliessenden Expansion der im Zylinderliner eingeschlossenen Spülluft während der Bewegung des Kolbens vom oberen Totpunkt zum unteren Totpunkt dem Schiff fast vollständig in Form von Bewegungsenergie über die Schiffsschraube wieder zurückgeführt.

**[0023]** Hier setzt nun die Erfindung an, der die Erkenntnis zugrunde liegt, dass im Wesentlichen allein durch eine geeignete Steuerung des Auslassventils eine schnelle Umsteuerung bzw. Abbremsung des Motors möglich ist und dieser im Speziellen sogar ohne Startluft, zumindest mit weniger Startluft als bisher im Stand der Technik notwendig in die entgegengesetzte Drehrichtung neu gestartet werden kann, sofern die über die Schiffsschraube dem Motor vermittelte Bremsenergie gemäss der Erfindung geschickt genutzt wird.

**[0024]** Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Steuerverfahrens wird der zweite Kurbelwinkel in einem Bereich zwischen dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt des ersten Kolbens bei einem Wert zwischen  $180^\circ$  und  $360^\circ$ , bevorzugt bei einem Wert zwischen  $180^\circ$  und  $225^\circ$ , oder zwischen

180° und 200° gewählt, besonders bevorzugt bei einem zweiten Kurbelwinkel, der zwischen 180° und 190° nach dem oberen Totpunkt des ersten Kolbens liegt.

**[0025]** Um eine weitere Verbesserung der Bremswirkung beim Umsteuern zu erzielen wird zur Erzeugung eines vorgegebenen Unterdrucks im ersten Zylinder das erste Auslassventil bei einem dritten Kurbelwinkel im Bereich zwischen dem zweiten Kurbelwinkel und dem unteren Totpunkt des ersten Kolbens wieder geschlossen wird.

**[0026]** Je nachdem in welcher Phase der Umsteuerung des Motors diese Massnahme ergriffen wird können im Wesentlichen zwei positive Effekte bewirkt werden.

**[0027]** Wird die Erzeugung des Unterdrucks im ersten Zylinder in der Abbremsphase der Drehung der Hubkolbenbrennkraftmaschine in die erste Drehrichtung vorgekommen und der dritte Kurbelwinkel entsprechend gewählt, kann durch das Schliessen des Auslassventils bei geeigneter Wahl des dritten Kurbelwinkels derart ein Unterdruck im ersten Zylinder aufgebaut werden, dass das Abbremsen der Drehung der Hubkolbenbrennkraftmaschine in die erste Drehrichtung durch den Aufbau des Unterdrucks unterstützt wird. Es entsteht dadurch also eine zumindest leichte Sogwirkung auf den Kolben, so dass eine entsprechende Bremsung der Kolbenbewegung bewirkt wird, die dem Motor zusätzlich Bewegungsenergie entzieht und so das Abbremsen beschleunigt.

**[0028]** Andererseits ist es auch möglich, dass in einer der Abbremsphase folgenden Umsteuerphase der Hubkolbenbrennkraftmaschine der dritte Kurbelwinkel so gewählt wird, dass durch das Schliessen des ersten Auslassventils beim dritten Kurbelwinkel ein Unterdruck im ersten Zylinder derart aufgebaut wird, dass ein in einem zweiten Zylinder durch eine Treibstoffzufuhr initiiertes Neustart der Hubkolbenbrennkraftmaschine in eine zur ersten Drehrichtung entgegengesetzten zweiten Drehrichtung, durch den Aufbau des Unterdrucks im ersten Zylinder unterstützt wird. Das heisst, dadurch dass im ersten Zylinder eine bremsende Sogwirkung in Bezug auf die erste Drehrichtung des Motors erzeugt wird, wird ein Neustart des Motors, also eine Umsteuerung des Motors in die neue der ersten Drehrichtung entgegengesetzte zweite Drehrichtung des Motors erleichtert bzw. unterstützt, so dass ein früheres Umsteuern möglich wird, bzw. eventuell noch notwendige Startluft minimiert oder sogar ganz eingespart werden kann.

**[0029]** Eine weitere zusätzliche oder alternative Massnahme eines erfindungsgemässen Verfahrens besteht darin, dass das erste Auslassventil bei einem vierten Kurbelwinkel zwischen dem unteren Totpunkt und dem oberen Totpunkt, bevorzugt bei einem vierten Kurbelwinkel geschlossen wird, der nach einem Beenden der Zufuhr von Spülluft in den Zylinder erreicht wird.

**[0030]** Auch bei der zuletzt genannten Massnahme ist es so, dass je nachdem in welcher Phase der Umsteuerung des Motors das Schliessen des Auslassventils beim vierten Kurbelwinkel vorgenommen wird, im Wesentlichen zwei zusätzliche positive Effekte bewirkt wer-

den können.

**[0031]** Einerseits kann dann, wenn in der Abbremsphase der Drehung der Hubkolbenbrennkraftmaschine der vierte Kurbelwinkel so gewählt wird, dass durch das Schliessen des ersten Auslassventils beim vierten Kurbelwinkel ein Überdruck im ersten Zylinder aufgebaut wird, das Abbremsen der Drehung der Hubkolbenbrennkraftmaschine in die erste Drehrichtung durch den Aufbau des Überdrucks unterstützt werden. Und zwar, weil durch den sich im Zylinder aufbauenden Druck dem Motor Bewegungsenergie entzogen wird, indem die Bewegungsenergie in Druckenergie umgewandelt wird, wodurch das Abbremsen der Drehbewegung des Motors in die erste Drehrichtung sehr wirksam unterstützt wird.

**[0032]** Andererseits, wenn in der der Abbremsphase folgenden Umsteuerphase der Hubkolbenbrennkraftmaschine der vierte Kurbelwinkel so gewählt wird, dass durch das Schliessen des ersten Auslassventils beim vierten Kurbelwinkel ein Überdruck im ersten Zylinder derart aufgebaut wird, dass der sich im ersten Zylinder aufbauende Überdruck mit einem in einem zweiten Zylinder durch eine Treibstoffzufuhr initiierten Neustart der Hubkolbenbrennkraftmaschine in eine zur ersten Drehrichtung entgegengesetzten zweiten Drehrichtung geeignet koordiniert wird, kann durch den Aufbau des Überdrucks im ersten Zylinder der Neustart in die entgegengesetzte Drehrichtung wirksam unterstützt werden.

**[0033]** Das heisst, dadurch dass im ersten Zylinder eine bremsende Druckwirkung in Bezug auf die erste Drehrichtung des Motors erzeugt wird, wird ein Neustart des Motors, also eine Umsteuerung des Motors in die neue der ersten Drehrichtung entgegengesetzte zweite Drehrichtung des Motors erleichtert bzw. unterstützt, so dass ein früheres Umsteuern möglich wird, bzw. eventuell noch notwendige Startluft minimiert oder sogar ganz eingespart werden kann.

**[0034]** Insbesondere dann, wenn die Umsteuerung besonders schnell vonstatten gehen soll bzw. dann, wenn z.B. eine Notwendig zur Notbremsung des Schiffes besteht, oder eine andere Notwendigkeit zur sehr schnellen Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens geboten ist, kann selbstverständlich der während der Umsteuerphase initiierte Neustart der Hubkolbenbrennkraftmaschine in die zur ersten Drehrichtung entgegengesetzten zweiten Drehrichtung durch Einbringen einer vorgegebenen minimalen Menge an Startluft in mindestens einen Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine zusätzlich unterstützt werden, wodurch das Umsteuern in die zweite Drehrichtung bzw. das Abbremsen aus der ersten Drehrichtung zusätzlich beschleunigt werden kann.

**[0035]** Insbesondere dann, aber nicht nur, wenn keine Notwendigkeit für ein notfallmässiges sehr schnelles Vorgehen geboten ist, kann zur Unterstützung des Neustarts in die zweite Drehrichtung während der Umsteuerphase die Startluft sequentiell auch nur in einen Teil der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine eingebracht wird, bevorzugt sogar nur in einen einzigen aus-

gewählten Zylinder und in keinen anderen Zylinder eingebracht wird.

**[0036]** Das erfindungsgemässe Verfahren erlaubt es wie oben bereits erwähnt sogar, dass der während der Umsteuerphase initiierte Neustart der Hubkolbenbrennkraftmaschine in die zur ersten Drehrichtung entgegengesetzten zweiten Drehrichtung ganz ohne Verwendung von Startluft erfolgen kann, indem das Auslassventil so geschickt gesteuert wird, dass die Bewegungsenergie, die durch die Schiffsschraube in den Motor zurückgespeist wird, optimal ausgenutzt wird.

**[0037]** In der Praxis hat die Hubkolbenbrennkraftmaschine eine Mehrzahl von Zylindern, die sich in an sich bekannter Weise zum gleichen Zeitpunkt zumindest teilweise jeweils bei verschiedenen Kurbelwinkeln befinden, so dass die hier genannten Massnahmen zur Beschleunigung des Abbremsen bzw. Umsteuerns des Motors gleichzeitig ergriffen werden können, so dass sich ein kumulativer Effekt der verschiedenen Massnahmen ergibt.

**[0038]** Es versteht sich, dass die in dieser Anmeldung beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung je nach Anwendung auch in jeder geeigneten Weise kombinierbar sind und die beschriebenen speziellen Ausführungsbeispiele lediglich exemplarisch zu verstehen sind. Der Fachmann erkennt sofort einfache vorteilhafte Weiterbildungen der beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung und versteht, dass auch solche einfachen Weiterbildungen selbstverständlich von der Erfindung erfasst sind.

### Patentansprüche

1. Steuerverfahren zum schnellen Umsteuern oder Abbremsen einer Drehung in eine erste Drehrichtung einer Kurbelwelle einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere langsam laufender längsgespülter Zweitakt-Grossdieselmotor, umfassend einen Zylinder, in welchem ein Kolben zwischen einem oberen Totpunkt entsprechend einem Kurbelwinkel von  $180^\circ$  und einem unteren Totpunkt entsprechend einem Kurbelwinkel von  $0^\circ$  bzw.  $360^\circ$  hin- und herbewegbar angeordnet ist, sowie mit einem Auslassventil, das hydraulisch mittels eines unter einem vorgegebenen Öffnungsdruck stehenden Hydraulikmediums, bevorzugt Hydrauliköl über eine Ventilhydraulik betätigbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Abbremsphase eine Treibstoffzufuhr zur Hubkolbenbrennkraftmaschine unterbrochen wird und das Hydraulikmedium unter einem vorgegebenen maximalen Öffnungsdruck einer Ventilhydraulik eines ersten Auslassventils eines ersten Zylinders bei einem ersten Kurbelwinkel im Bereich der oberen Totpunktposition des dem ersten Zylinder zugeordneten ersten Kolbens bereitgestellt wird, so dass das erste Auslassventil, frühestens beim Durchlaufen des ersten Kolbens durch seine obere

Totpunktposition, bei einem zweiten Kurbelwinkel durch die Ventilhydraulik automatisch geöffnet wird.

2. Steuerverfahren nach Anspruch 1, wobei der zweite Kurbelwinkel in einem Bereich zwischen dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt des ersten Kolbens bei einem Wert zwischen  $180^\circ$  und  $360^\circ$ , bevorzugt bei einem Wert zwischen  $180^\circ$  und  $225^\circ$ , oder zwischen  $180^\circ$  und  $200^\circ$ , besonders bevorzugt bei einem zweiten Kurbelwinkel zwischen  $180^\circ$  und  $190^\circ$  nach dem oberen Totpunkt des ersten Kolbens liegt.
3. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei zur Erzeugung eines vorgegebenen Unterdrucks im ersten Zylinder das erste Auslassventil bei einem dritten Kurbelwinkel im Bereich zwischen dem zweiten Kurbelwinkel und dem unteren Totpunkt des ersten Kolbens wieder geschlossen wird.
4. Steuerverfahren nach Anspruch 3, wobei in der Abbremsphase der Drehung der Hubkolbenbrennkraftmaschine in die erste Drehrichtung der dritte Kurbelwinkel so gewählt wird, dass durch das Schliessen des ersten Auslassventils beim dritten Kurbelwinkel derart ein Unterdruck im ersten Zylinder aufgebaut wird, dass das Abbremsen der Drehung der Hubkolbenbrennkraftmaschine in die erste Drehrichtung durch den Aufbau des Unterdrucks unterstützt wird.
5. Steuerverfahren nach Anspruch 3, wobei in einer der Abbremsphase folgenden Umsteuerphase der Hubkolbenbrennkraftmaschine der dritte Kurbelwinkel so gewählt wird, dass durch das Schliessen des ersten Auslassventils beim dritten Kurbelwinkel ein Unterdruck im ersten Zylinder derart aufgebaut wird, dass ein in einem zweiten Zylinder durch eine Treibstoffzufuhr initiiertes Neustart der Hubkolbenbrennkraftmaschine in eine zur ersten Drehrichtung entgegengesetzten zweiten Drehrichtung, durch den Aufbau des Unterdrucks im ersten Zylinder unterstützt wird.
6. Steuerverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das erste Auslassventil bei einem vierten Kurbelwinkel zwischen dem unteren Totpunkt und dem oberen Totpunkt, bevorzugt bei einem vierten Kurbelwinkel geschlossen wird, der nach einem Beenden der Zufuhr von Spülluft in den Zylinder erreicht wird.
7. Steuerverfahren nach Anspruch 6, wobei in der Abbremsphase der Drehung der Hubkolbenbrennkraftmaschine der vierte Kurbelwinkel so gewählt wird, dass durch das Schliessen des ersten Auslassventils beim vierten Kurbelwinkel derart ein Überdruck im ersten Zylinder aufgebaut wird, dass das Abbrems-

sen der Drehung der Hubkolbenbrennkraftmaschine in die erste Drehrichtung durch den Aufbau des Überdrucks unterstützt wird.

8. Steuerverfahren nach Anspruch 6, wobei in der der 5  
 Abbremsphase folgenden Umsteuerphase der Hub-  
 kolbenbrennkraftmaschine der vierte Kurbelwinkel  
 so gewählt wird, dass durch das Schliessen des ers-  
 ten Auslassventils beim vierten Kurbelwinkel ein 10  
 Überdruck im ersten Zylinder derart aufgebaut wird,  
 dass ein in einem zweiten Zylinder durch eine Treib-  
 stoffzufuhr initiiertes Neustart der Hubkolbenbrenn-  
 kraftmaschine in eine zur ersten Drehrichtung ent-  
 gegengesetzten zweiten Drehrichtung, durch den 15  
 Aufbau des Überdrucks im ersten Zylinder unter-  
 stützt wird.
9. Steuerverfahren nach einem der vorangehenden 20  
 Ansprüche, wobei der während der Umsteuerphase  
 initiierte Neustart der Hubkolbenbrennkraftmaschi-  
 ne in die zur ersten Drehrichtung entgegengesetzten  
 zweiten Drehrichtung durch Einbringen einer vorge-  
 gebenen minimalen Menge an Startluft in mindes-  
 tens einen Zylinder der Hubkolbenbrennkraftma- 25  
 schine unterstützt wird.
10. Steuerverfahren nach Anspruch 9, wobei zur Unter-  
 stützung des Neustarts in die zweite Drehrichtung  
 während der Umsteuerphase die Startluft sequenti- 30  
 ell nur in einen Teil der Zylinder der Hubkolbenbrenn-  
 kraftmaschine eingebracht wird, bevorzugt nur in ei-  
 nen einzigen ausgewählten Zylinder und in keinen  
 anderen Zylinder eingebracht wird.
11. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 35  
 wobei der während der Umsteuerphase initiierte  
 Neustart der Hubkolbenbrennkraftmaschine in die  
 zur ersten Drehrichtung entgegengesetzten zweiten  
 Drehrichtung ohne Verwendung von Startluft erfolgt. 40
12. Steuerverfahren nach einem der vorangehenden  
 Ansprüche, wobei die Hubkolbenbrennkraftmaschi-  
 ne das Antriebsaggregat eines Schiffes ist. 45

45

50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 15 18 4261

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 722 568 A (SUEDWERKE MOTOREN UND KRAFTWAG) 26. Januar 1955 (1955-01-26) * Spalte 2, Zeilen 48-65 * * Spalte 2, Zeile 85 - Spalte 3, Zeile 18 * * Spalte 3, Zeile 24 - Spalte 4, Zeile 108 * * Spalte 6, Zeile 79 - Spalte 7, Zeile 50 * * Abbildungen 1-10 * * Ansprüche 4-13 *	1-12	INV. F01L13/02 F01L13/06 F02D13/02 F02D27/00
A	DE 895 550 C (FRIED KRUPP GERMANIAWERFT AG) 5. November 1953 (1953-11-05) * Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 3, Zeile 47 * * Spalte 3, Zeile 61 - Spalte 4, Zeile 92 * * Anspruch 1 *	1-12	
A	US 4 226 216 A (BASTENHOF DIRK) 7. Oktober 1980 (1980-10-07) * Spalte 1, Zeile 34 - Spalte 2, Zeile 61 * * Spalte 3, Zeile 35 - Spalte 10, Zeile 21 * * Spalte 13, Zeile 44 - Spalte 18, Zeile 50; Ansprüche 1-7 * * Abbildungen 1-4 *	1-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01L F02D
A	GB 27736 A A.D. 1909 (MACLAREN ALEXANDER PEARSON; MACLAREN FRANK LOGAN; MACLAREN HENRY BORLA) 21. Juli 1910 (1910-07-21) * Seite 1 * * Abbildung 1 *	1-12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>3. März 2016</b>	Prüfer <b>Calabrese, Nunziante</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 18 4261

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-03-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 722568	A	26-01-1955	KEINE
-----			
DE 895550	C	05-11-1953	KEINE
-----			
US 4226216	A	07-10-1980	AU 516534 B2 11-06-1981
			AU 2822577 A 01-03-1979
			BE 859177 A1 29-03-1978
			BR 7706523 A 18-04-1978
			CH 622859 A5 30-04-1981
			CS 214747 B2 28-05-1982
			DD 131868 A5 26-07-1978
			DE 2743958 A1 06-04-1978
			DK 355377 A 31-03-1978
			FI 772896 A 31-03-1978
			FR 2366451 A1 28-04-1978
			GB 1571705 A 16-07-1980
			IN 148726 B 23-05-1981
			IT 1095660 B 17-08-1985
			JP S5343145 A 19-04-1978
			NL 7710304 A 03-04-1978
			NO 772775 A 31-03-1978
			PL 200989 A1 10-04-1978
			US 4226216 A 07-10-1980
			YU 227377 A 31-05-1982
-----			
GB 190927736	A	21-07-1910	KEINE
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82