

(19)



(11)

EP 2 395 208 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.12.2011 Patentblatt 2011/50

(51) Int Cl.:
F01M 1/08 (2006.01) **F01M 1/16** (2006.01)
F01M 1/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11165923.1**

(22) Anmeldetag: **12.05.2011**

(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

(71) Anmelder: **Wärtsilä Schweiz AG**
8401 Winterthur (CH)

(72) Erfinder: **Schmid, Daniel**
8405 Winterthur (CH)

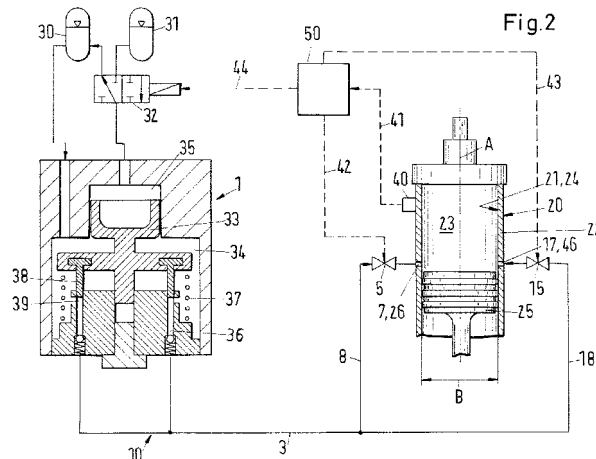
(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**
Patentabteilung / 0067
Zürcherstrasse 14
8401 Winterthur (CH)

(30) Priorität: **11.06.2010 EP 10165749**

(54) **Grossmotor mit einer Zylinderschmiervorrichtung und Verfahren zur Schmierung eines Zylinders eines Grossmotors**

(57) Ein Grossmotor umfasst mindestens einen Zylinder (20), der eine Bohrung (B) und eine Längsachse (A) aufweist, und in welchem ein Kolben (25) entlang einer Lauffläche (21) hin und her bewegbar angeordnet ist. Eine Schmiervorrichtung (10) ist für die Zylinderschmierung vorgesehen, welche mindestens zwei Schmierstellen (7, 17) umfasst, über die ein Schmiermittel auf die Lauffläche (21) aufbringbar ist, sowie eine Schmiermittelleitung zur Förderung des Schmiermittels von einem Schmiermittelvorrat (30) zu den Schmierstellen (7, 17). Die Schmiervorrichtung (10) umfasst eine Pumpe (1) einen Verteiler (3), mindestens zwei Schmiermittelleitungen (8, 18) und zumindest je ein Absperrerelement (5, 15), welches in der Schmiermittelleitung (8, 18) angeordnet ist. Mittels der Pumpe (1) ist Schmiermittel in den Verteiler (3) förderbar und das Schmiermittel vom Verteiler (3) durch die Schmiermittelleitung (8, 18) zu der

Schmierstelle (7, 17) förderbar, solange das Absperrerelement (5, 15) in einer offenen Stellung gehalten ist. Die Stellung des Absperrerelements (5, 15) in Abhängigkeit von einem Betriebszustand des Grossmotors ist derart von einer Zentraleinheit (50) regelbar, dass das Absperrerelement zu einem beliebig vorgebbaren Zeitpunkt in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Grossmotors geöffnet werden kann, sodass eine Versorgung der entsprechenden Schmierstelle (7, 17) mit Schmiermittel erfolgen kann und das Schmiermittel auf die Lauffläche (21) des entsprechenden Zylinders (20) aufbringbar ist. Die Zeitdauer, in welcher das Absperrerelement (5, 15) in Abhängigkeit von dem Betriebszustand des Grossmotors geöffnet gehalten ist, ist unabhängig von dem Zeitpunkt regelbar, sodass die der Schmierstelle (7, 17) zugeführte Schmiermittelmenge entsprechend des Betriebszustandes des Grossmotors beliebig einstellbar ist.

**EP 2 395 208 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Grossmotor mit einer Zylinderschmiervorrichtung, sowie ein Verfahren zum Schmieren einer Lauffläche einer Zylinderwand eines Zylinders eines Grossmotors. Ein Grossmotor ist eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, welche insbesondere als langsam laufender Grossdieselmotor beispielsweise im Schiffbau Verwendung findet. Grossmotoren werden häufig als Antriebsaggregate 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 Brenn- und Betriebsstoffen zentrale Kriterien für den Betrieb der Maschinen. Unter anderem ist das Kolbenlaufverhalten solcher grossbohrigen langsam laufenden Grossmotoren ein bestimmender Faktor für die Länge der Wartungsintervalle, die Verfügbarkeit und über den Schmiermittelverbrauch auch unmittelbar für die Betriebskosten und damit für die Wirtschaftlichkeit. Damit kommt der komplexen Problematik der Schmierung von Grossmotoren eine immer grössere Bedeutung zu.

[0002] Bei Grossmotoren, jedoch nicht nur bei diesen, erfolgt die Kolbensmierung durch Schmiereinrichtungen im sich hin und her bewegenden Kolben oder in der Zylinderwand, durch die Schmieröl auf die Lauffläche der Zylinderwand aufgebracht wird, um die Reibung zwischen Kolben und Lauffläche und damit die Abnutzung der Lauffläche und der Kolbenringe zu minimieren. So liegt heute bei modernen Motoren, wie z.B. den RTA-Motoren von Wärtsilä, die Abnutzung der Lauffläche bei weniger als 0.05 mm bei einer Betriebsdauer von 1000 Stunden. Die Schmiermittelfördermenge liegt bei solchen Motoren bei ca. 1.3 g/kWh und weniger und soll nicht zuletzt aus Kostengründen möglichst noch weiter reduziert werden, wobei gleichzeitig der Verschleiss minimiert werden soll.

[0003] Als Schmiersysteme zur Schmierung der Laufflächen sind ganz verschiedene Lösungen bekannt, sowohl was die konkrete Ausführung der Schmiereinrichtungen selbst, als auch was die Verfahren zur Schmierung angeht. So sind Schmiereinrichtungen bekannt, bei denen das Schmieröl durch mehrere Schmiermittelöffnungen, die in Umfangsrichtung in der Zylinderwand untergebracht sind, auf den an der Schmiermittelöffnung vorbeilaufenden Kolben aufgebracht werden, wobei das Schmiermittel durch die Kolbenringe sowohl in Umfangsrichtung als auch in axialer Richtung verteilt wird. Das Schmiermittel wird nach diesem Verfahren nicht grossflächig auf die Lauffläche der Zylinderwand, sondern mehr oder weniger punktuell zwischen die Kolbenringe auf die Seitenflächen des Kolbens aufgebracht.

[0004] Dabei sind auch andere Verfahren bekannt. So

wird beispielsweise in der WO 00/28194 ein Schmiersystem vorgeschlagen, bei welchem das Schmieröl unter hohem Druck mittels Zerstäubungsdüsen, die in den Zylinderwänden untergebracht sind, im wesentlichen tangential zur Zylinderwand in die im Brennraum befindliche Spülluft gesprüht wird, wobei das Schmieröl zu kleinen Partikeln zerstäubt wird. Dadurch wird das zerstäubte Schmieröl in der Spülluft fein verteilt und durch die Zentrifugalkraft infolge des Dralls, den die Spülluft und damit auch die fein darin verteilten Schmierölpartikel tragen, gegen die Lauffläche der Zylinderwand geschleudert.

[0005] Bei einem anderen Verfahren sind im sich bewegenden Kolben bevorzugt mehrere Schmiermitteldüsen, wobei der Begriff eine einfache Austrittsöffnung und/oder eine Einheit mit einem Rückschlagventil umfassen kann, untergebracht, so dass das Schmiermittel im wesentlichen über die gesamte Höhe der Lauffläche an beliebigen Stellen aufgebracht werden kann.

[0006] Die Art und Weise, wie das Schmiermittel auf die Lauffläche der Zylinderwand aufgebracht wird, dessen Dosierung und der Zeitpunkt, zu dem das Schmiermittel in den Zylinder des Grossmotors eingebracht wird, haben wesentlichen Einfluss auf die Qualität der Schmierung.

[0007] Die pro Zeit- und Flächeneinheit auf die Lauffläche aufzubringende Menge an Schmiermittel kann im Betrieb des Grossmotors von vielen verschiedenen Parametern abhängig sein. So spielt beispielsweise die chemische Zusammensetzung des verwendeten Treibstoffs, insbesondere dessen Schwefelgehalt eine bedeutende Rolle. Neben der Schmierung des Zylinders, also der Herabsetzung der Reibung zwischen Kolben und Zylinderlauffläche, genauer zwischen den Kolbenringen und der Lauffläche der Zylinderwand, dient das Schmiermittel unter anderem auch zur Neutralisation aggressiver Säuren, insbesondere von schwefelhaltigen Säuren, die beim Verbrennungsvorgang im Brennraum des Motors entstehen. Daher können je nach verwendetem Treibstoff unterschiedliche Sorten von Schmiermittel zum Einsatz kommen, die sich unter anderem in ihrer Neutralisationsfähigkeit, für die der sogenannte BN-Wert des Schmiermittels ein Mass ist, unterscheiden. So kann es von Vorteil sein, bei einem hohen Schwefelgehalt im Brennstoff ein Schmiermittel mit einem höheren BN-Wert zu verwenden, als bei einem Brennstoff mit einem niedrigeren Schwefelgehalt, weil ein Schmiermittel mit einem höheren BN-Wert eine stärkere Neutralisationswirkung gegenüber Säuren aufweist.

[0008] Oft ist es jedoch auch möglich, dass für Treibstoffe unterschiedlicher Qualität die gleiche Schmiermittelsorte verwendet werden muss. In solchen Fällen kann dann beispielsweise durch entsprechende Erhöhung oder Erniedrigung der eingesetzten Menge an Schmiermittel ein höherer oder niedrigerer Säuregehalt in den Verbrennungsprodukten kompensiert werden.

[0009] Ein weiteres Problem bei der Dosierung der aufzutragenden Schmiermittelmengen stellen zeitliche und / oder örtliche Schwankungen des Zustands des Schmier-

mittelfilms, insbesondere der Dicke des Schmiermittelfilms im Betriebszustand der Hubkolbenbrennkraftmaschine dar.

[0010] Selbstverständlich kann die notwendige Menge an Schmiermittel beispielsweise auch von unterschiedlichsten Betriebsparametern, wie der Drehzahl, der Verbrennungstemperatur, der Motortemperatur, der Kühlleistung zur Kühlung des Motors, der Last und vielen anderen Betriebsparametern mehr abhängig sein. So kann es möglich sein, dass bei gegebener Drehzahl und höherer Last eine andere Menge an Schmiermittel auf die Lauffläche des Zylinders aufgebracht werden muss, als bei gleicher Drehzahl und niedrigerer Last.

[0011] Des weiteren kann auch der Zustand der Verbrennungsmaschine an sich einen Einfluss auf die Schmiermittelmenge haben. So ist es beispielsweise bekannt, dass je nach Verschleisszustand von Zylinderlauffläche, Kolbenringen, Kolben und so weiter die einzusetzende Schmiermittelmenge stark variieren kann. So ist bei einem Zylinder mit einer neuen, noch nicht eingefahrenen Zylinderlauffläche und / oder bei neuen Kolbenringen in der Einlaufphase eine erhöhte Reibung in gewissem Umfang durchaus erwünscht, damit sich die Gegenlaufpartner, also z.B. Kolbenringe, Kolbenringnute und Lauffläche, einschleifen und so optimal aufeinander einstellen können. Das kann unter anderem dadurch erreicht werden, dass in der Einlaufphase eines Zylinders pauschal mit einer anderen Schmiermittelmenge gearbeitet wird, als bei einem Zylinder, der bereits eine beachtliche Zahl von Betriebsstunden in Betrieb ist. Daher ist bei einer Maschine mit mehreren Zylindern die Schmiermittelmenge insbesondere für jeden Zylinder häufig separat einstellbar.

[0012] Auch wird im Allgemeinen die Zylinderlauffläche sowohl in Umfangsrichtung als auch in Längsrichtung in Abhängigkeit von der Zahl der geleisteten Betriebsstunden unterschiedlich verschleissen. Das gilt analog beispielsweise auch für die Kolbenringe und die Kolben selbst.

[0013] Somit muss die Schmiermittelmenge bei einer Hubkolbenbrennkraftmaschine nicht nur in Abhängigkeit von der Zahl der geleisteten Betriebsstunden eingestellt werden, sondern die Schmiermittelmenge sollte auch innerhalb ein und desselben Zylinders an unterschiedlichen Stellen der Lauffläche der Zylinderwand je nach Anforderungen zeitabhängig und örtlich verschieden dosierbar sein.

[0014] Daher ist es seit langem bekannt, in einer Lauffläche eines Zylinders oder im sich bewegenden Kolben in unterschiedlichen Bereichen Schmiermitteldüsen vorzusehen, die bevorzugt alle einzeln ansteuerbar sind, so dass die Schmiermittelmenge je nach Anforderung sowohl zeitlich als auch örtlich flexibel variiert werden kann.

[0015] Um die von einer bestimmten Schmiermitteldüse zu einem bestimmten Zeitpunkt einzubringende Menge an Schmiermittel zu ermitteln, sind verschiedene Verfahren bekannt. In einfachen Fällen wird die Schmiermittelmenge, eventuell unter Berücksichtigung der Qua-

lität des verwendeten Treibstoffs und des Schmiermittels selbst, einfach in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Hubkolbenbrennkraftmaschine gesteuert, zum Beispiel als Funktion der Last oder der Drehzahl, wobei aufgrund von bereits geleisteten Betriebsstunden auch der Verschleisszustand der Gegenlaufpartner Berücksichtigung finden kann.

[0016] So unterscheidet der Fachmann den Bereich der sogenannten hydrodynamischen Schmierung, vom Zustand der Mangelschmierung und der Mischschmierung. Von hydrodynamischer Schmierung spricht man, wenn sich zwischen den Gegenlaufpartnern, also zum Beispiel zwischen der Lauffläche einer Zylinderwand und dem Kolbenring eines Kolbens ein Schmiermittelfilm von solcher Dicke ausgebildet ist, dass die Oberflächen der Gegenlaufpartner durch den Schmiermittelfilm voneinander wohl getrennt sind, so dass diese sich nicht berühren. Einen anderen Grenzfall stellt der sogenannte Zustand der Mischreibung oder Mischschmierung dar. Im Falle der Mischreibung ist der Schmiermittelfilm zwischen den Gegenlaufpartnern, zumindest teilweise, so dünn, dass sich die Gegenlaufpartner unmittelbar berühren. In diesem Fall besteht die Gefahr von Scuffing und letztlich der Ausbildung eines Kolbenfressers. Zwischen diesen beiden Grenzfällen ist die sogenannte Mangelschmierung angesiedelt. Im Zustand der Mangelschmierung ist der Schmiermittelfilm gerade noch so dick, dass sich die Gegenlaufpartner nicht mehr berühren; die Schmiermittelmenge zwischen den Gegenlaufpartnern reicht jedoch nicht aus, dass sich eine hydrodynamische Schmierung aufbauen könnte. Früher wurde sowohl der Zustand der Mischschmierung, als auch der Mangelschmierung möglichst verhindert. Das heisst, die Dicke des Schmiermittelfilms wurde bevorzugt so gewählt, dass sich ein Zustand der hydrodynamischen Schmierung zwischen den Gegenlaufpartnern einstellt.

[0017] Der Betrieb im Bereich der hydrodynamischen Schmierung hat natürlich einen entsprechend hohen Schmiermittelverbrauch zur Folge. Das ist einerseits nicht nur ausgesprochen unwirtschaftlich, sondern es hat sich überraschenderweise auch gezeigt, dass nicht nur ein Schmiermittelmangel, sondern auch ein Schmiermittelüberschuss zu Schädigungen der Gegenlaufpartner im Zylinder führen kann.

[0018] Dieses Problem wurde erstmals erfolgreich dadurch gelöst, dass mittels eines Sensors im Betriebszustand eine für den Schmiermittelfilm charakteristische Kenngrösse bestimmt wurde und nach Auswertung des Sensorsignals mit Hilfe einer Regeleinheit ein Zustandsparameter des Schmiermittelfilms auf der Zylinderlauffläche, insbesondere die Dicke des Schmierfilms, bevorzugt lokal durch entsprechende Dosierung der Schmiermittelzufuhr optimiert wurde. Die entsprechende Vorrichtung und das zugehörige Verfahren wurden von der Anmelderin bereits in der EP 1 505 270 A1 detailliert angegeben.

[0019] Obwohl durch dieses innovative Verfahren das Problem der Bestimmung der notwendigen Menge an

Schmiermittel, die einem bestimmten Ort der Zylinderlauffläche zugeführt werden muss, optimal gelöst wurde, gibt es bisher immer Schwierigkeiten, den optimalen Zeitpunkt für die Einspritzung des Schmiermittels in den Zylinder zu bestimmen.

[0020] Dabei kann der optimale Zeitpunkt von vielen Parametern, insbesondere von den unterschiedlichen Betriebszuständen, unter denen die Brennkraftmaschine betrieben wird, abhängen. Viele der Parameter, die dabei eine Rolle spielen können, sind dieselben, die für die richtige Schmierfilmdicke relevant sind und wurden eingangs bereits aufgezählt. Vor allem hängt der richtige Zeitpunkt natürlich in erster Linie von den oben beschriebenen verschiedenen Schmierv Verfahren ab. So ist der Zeitpunkt für das Einspritzen des Schmiermittels natürlich empfindlich davon abhängig, ob das Schmiermittel z.B. in die Spülluft eingespeist werden soll oder zum Beispiel direkt auf den vorbeilaufenden Kolben, z.B. in das Kolbenringpaket des Kolbens eingespritzt werden soll.

[0021] Es ist unmittelbar klar, dass somit der Zeitpunkt der Schmieröleinspritzung unter anderem auch von statischen und dynamischen geometrischen Parametern des Grossmotors abhängt, insbesondere von der Stellung des Kolbens zwischen unterer Totzone und oberer Totzone relativ zum Ort der Schmiermitteldüse. Das heisst, um eine optimale Schmiermitteleinspritzung in den Zylinder zu gewährleisten, muss die Stellung, also die Position X des Kolbens in Bezug auf die Längsachse des Zylinders zum Zeitpunkt der Schmiermitteleinspritzung möglichst exakt bekannt sein.

[0022] Bisher wurde die Position X eines jeden Kolbens zwischen unterer Totzone und oberer Totzone im Zylinder dadurch bestimmt, dass nach verschiedenen Methoden der momentane Kurbelwinkel des Grossmotors für alle Kolben des Motors aus einer einzigen zentralen Kurbelwinkelmessung bestimmt wurde, beispielsweise über einen Kettenantrieb, der direkt mit einer Welle zur Schmiermittelpumpe gekoppelt ist.

[0023] Ganz allgemein wird bis heute der momentane Kurbelwinkel des Grossmotors im Betriebszustand gemessen, und aus dieser zentralen Kurbelwinkelmessung die Stellung aller Kolben im Zylinder berechnet. Aus dieser aus dem gemessenen Kurbelwinkel berechneten Position X eines Kolbens im Zylinder wird dann der Zeitpunkt der Schmiermitteleinspritzung in dem betreffenden Zylinder berechnet.

[0024] Diese bisher verwendete Methode hat jedoch den entscheidenden Nachteil, dass die so berechneten Positionen der Kolben im Zylinder mit grossen Fehlern behaftet sind, die insbesondere unter speziellen Betriebsbedingungen, wie zum Beispiel unter Vollast, bei hoher oder voller Drehzahl oder anderen extremen Betriebsbedingungen eigentlich nicht zu tolerieren sind.

[0025] Aber auch unter normalen Betriebsbedingungen können diese Fehler, die zur Folge haben, dass das Schmiermittel eben nicht zum optimalen Zeitpunkt in den Zylinder eingebracht wird, zu vorzeitigem Verschleiss, verkürzten Wartungsintervallen und damit zu höheren

Kosten, im schlimmsten Fall zu einer ernsten Schädigung der Zylinderkomponenten führen.

[0026] Der Grund für diese fehlerhafte Positionsbestimmung liegt unter anderem in der Elastizität des Motors und seiner beweglichen und unbeweglichen Teile und den massiven Vibrationen und Torsionsbewegungen der Kurbelwelle.

[0027] Das hat insbesondere zur Folge, dass der an einer bestimmten Stelle oder Baugruppe des Grossmotors gemessene Kurbelwinkel nicht exakt in eindeutiger Weise mit der tatsächlichen Stellung eines bestimmten Kolbens im Zylinder korreliert werden kann, sondern höchstens mit einer Genauigkeit, die einen nicht kalkulierbaren Fehler enthält und der je nach Umständen, z.B. in Abhängigkeit von der Last des Grossmotors, oder der Drehzahl, oder einem anderen Betriebsparameter des Grossmotors durchaus mehrere Kurbelwinkelgrade betragen kann. Das Schmiermittel wird dann eventuell zu einem völlig falschen Zeitpunkt eingespritzt. Im schlimmsten Fall wird dieses dann für die Schmierung überhaupt nicht verwendet, weil es z.B. bei einem Kompressionshub nicht auf die Kolbenwand, sondern unter den Kolben gespritzt wird und somit zur Schmierung zumindest in diesem Hub des Kolbens überhaupt nicht beiträgt.

[0028] Was das Problem noch verschärft, ist die Tatsache, dass der Fehler für jeden Zylinder des Grossmotors, der häufig, aber nicht zwingend viele Zylinder, z.B. mehr als 6, 8, 10, 12, 14 Zylinder bevorzugt in Reihe angeordnet hat, ein anderer Fehler ist, da je nach dem an welchem Abschnitt bzw. an welchem Ort der Kurbelwelle der Zylinder sich befindet, die oben erwähnten Schwingungen, Torsionen usw. andere Amplituden, eventuell andere Frequenzspektren und damit andere Auswirkungen haben.

[0029] Dazu kommt, dass zur Feineinstellung des Motors bzw. zur Feineinstellung der Kompression in jedem Zylinder individuell die obere Totzone des Kolbens z.B. mittels spezieller Unterlagscheiben bzw. Abstandshalter justiert wird, d.h. es werden an geeigneter Stelle an der Befestigung des Kolbens, Kolbenstange, des Kreuzkopfes oder anderer Befestigungselemente des Kolbens sogenannte "compression shims" individual für jeden Zylinder vorgesehen, wodurch die Kompression in jedem Zylinder optimiert wird. Das hat zur Folge, dass, selbst wenn die Position des Kolbens im Zylinder mit dem an einer bestimmten Stelle gemessenen Kurbelwinkel exakt korreliert wäre, die Position des Kolbens im Zylinder dennoch nicht exakt berechnet werden könnte, weil aufgrund der unterschiedlicher Justierung der einzelnen Kolben mittels compression shims, die Berechnung der Position jedes Kolbens mit einem anderen, per se meist nicht bekannten Korrekturfaktor durchgeführt werden müsste.

[0030] Da diese Korrekturfaktoren jedoch nicht bekannt sind, wird bei der bisher durchgeführten Berechnung der Position des Kolbens im Zylinder der Fehler meistens noch verstärkt.

[0031] Zusätzlich kann selbst ein elektronisch geregeltes Schmiersystem nicht notwendigerweise verhindern,

dass eine zu hohe Menge Schmiermittel auf die Lauffläche gelangt. Der Grund hierfür liegt darin, dass bei Zugabe einer vorbestimmten Menge an Schmiermittel nicht berücksichtigt werden kann, ob der Grossmotor unter Vollastbedingungen betrieben wird.

[0032] Die Dosis an Schmiermittel ist üblicherweise in einem Schmiersystem, wie beispielsweise in der EP 2 177 720 A1 gezeigt, vorgegeben. Das Schmiersystem enthält eine Pumpe-Düse Einheit zur Versorgung jeder der Schmierstellen auf der Lauffläche des Zylinders mit einer festgelegten Menge an Schmiermittel. Die Pumpe ist als Hubkolbenpumpe ausgestaltet. Das in dem Pumpenraum befindliche Schmiermittel wird bei einem Hub eines Arbeitskolbens zu einer oder maximal zwei Schmierstellen gefördert. Der Arbeitskolben wird mittels eines Hydraulikmediums betrieben. Der Hub wird ausgelöst, wenn mittels eines Schaltventils eine zu dem Arbeitskolben führende Hydraulikleitung geöffnet wird, sodass der Arbeitskolben mit Hydraulikmedium beaufschlagt wird.

[0033] Das Schaltventil schaltet in Abhängigkeit eines Betriebszustandes des Grossmotors, wie der Geschwindigkeit, der Last, der Lage und/oder der Stellung der Kurbelwelle. Der Betriebszustand wird am Grossmotor mittels einer Sensoreinheit detektiert, in ein elektrisches Signal umgewandelt, welches in eine Reglereinheit eingespeist wird. Die Reglereinheit überprüft, ob das elektrische Signal einem Betriebszustand entspricht, welcher die Zufuhr von Schmiermittel erforderlich macht und sendet gegebenenfalls ein entsprechendes Ausgangssignal an das Schaltventil.

[0034] Nachteilig an dieser Anordnung ist die Tatsache, dass der Schmierstelle oder dem Paar an Schmierstellen nur eine einzige, durch die Grösse des Pumpenraums vorbestimmte Menge an Schmiermittel zugeführt werden kann. Diese vorbestimmte Menge muss so gross sein, dass auch bei Vollastbetrieb des Grossmotors eine ausreichende Schmierung gewährleistet ist.

[0035] Wird der Grossmotor hingegen bei Teillast betrieben, kann die der Schmierstelle zugeführte Schmiermittelmenge zu gross sein, sodass man in den oben beschriebenen Bereich der hydrodynamischen Schmierung gelangt.

[0036] Es wurde in der EP 1 426 571 B1 auch vorgeschlagen, je ein Ventil für jede Schmierstelle vorzusehen, dessen Öffnungszeit individuell gesteuert werden kann. Hierzu wird ein zentraler Druckspeicher für Schmiermittel verwendet, von welchem aus alle Schmierstellen aller Zylinder des Grossmotors mit Schmiermittel versorgt werden können. Mit diesem Schmiersystem ist es zwar möglich, die Schmiermittelmenge durch Regelung der Öffnungszeit genau einzustellen, allerdings müssen eine Vielzahl von Betriebsparametern überwacht werden. Dieser Regelungsaufwand bedeutet abgesehen von erhöhten Kosten auch einen beträchtlichen Mehraufwand, wenn die Betriebssicherheit für eine grosse Zeitdauer gewährleistet werden muss.

[0037] Des weiteren ist eine Pumpe vorgesehen, welche in den Druckspeicher fördert. Sollte die Schmiermit-

telmenge im Druckspeicher nicht vollständig benötigt werden, weil der Grossmotor beispielsweise im Teillastbetrieb arbeitet, wird ein mit dem Druckspeicher verbundenes Ventil geöffnet, sodass Schmiermittel im Kreislauf geführt werden kann.

[0038] Die den Schmierstellen zugeführte Schmiermittelmenge ist somit nur durch die Öffnungszeit der in den Schmiermittelleitungen zwischen Druckspeicher und Schmierstelle befindlichen Schaltventile bestimmt.

[0039] In der EP1582706 wurde daher vorgeschlagen, von einer einzigen Pumpe in eine allen Zylindern gemeinsame Schmiermittelzufuhreinrichtung gefördertes Schmiermittel über Schmiermittelleitungen an Injektoren weiterzuleiten, die jedem Zylinder zugeordnet sind. Jeder der Schmierstelle ist somit ein eigener Injektor zugeordnet. Jeder dieser Injektoren ist mit einem elektrisch ansteuerbaren Magnetventil ausgestattet, um jede der Schmierstellen unabhängig mit Schmiermittel versorgen zu können. Das heisst, dass nach diesem Verfahren die Schmiermittelmenge und der Zeitpunkt der Schmiermittelaufgabe beliebig eingestellt werden können.

[0040] Es ist auch aus EP0368430 bekannt, kleine Schmiermittelreservoirs oder Akkumulatoren vorzusehen, welche in der Schmiermittelzuführung zu jedem Zylinder angeordnet sind. Die Zufuhr von Schmiermittel zu den Schmierstellen am Zylinder wird durch ein einziges gemeinsames elektrisch ansteuerbares Magnetventil geregelt. Das Magnetventil ist zwischen Akkumulator und dem Schmiermittelverteilterventil angeordnet. Das Schmiermittelverteilterventil kann alle Zuleitungen zu allen Schmierstellen eines Zylinders gleichzeitig öffnen. Das heisst, nach dieser Lösung kann zwar der Zeitpunkt der Schmierung und die Menge an Schmiermittel, die diesem Zylinder zugeführt wird, geregelt werden. Allerdings kann die Schmiermittelmenge, welche jeder einzelnen Schmierstelle zugeführt wird, nicht mehr beeinflusst werden, da stromabwärts des Schmiermittelverteilterventils kein Absperrorgan mehr vorgesehen ist. Daher erfolgt die Regelung der Schmiermittelmenge und des Zeitpunkts der Schmierung nicht unabhängig voneinander.

[0041] Es hat sich allerdings als nachteilig erwiesen, dass die jedem Zylinder zuzuführende Schmiermittelmenge nicht verändert werden kann, wenn die Öffnungszeit des Schaltventils, z. B. des Magnetventils der EP1 582 706 A2 gleich bleibt. Das heisst, die Menge an Schmiermittel kann nur über die Öffnungszeit des Schaltventils verändert werden. Der Volumenstrom, welcher das Schaltventil pro Zeiteinheit passiert, ist jedoch fest vorgegeben.

[0042] Des weiteren hat sich als nachteilig erwiesen, dass eine Überwachung der Viskosität des Schmiermittels erforderlich wurde, da das Schmiermittel bedingt durch den zentralen Druckspeicher teilweise lange Wege bis zur Schmierstelle zurücklegen muss. Auf dem Weg zur Schmierstelle können die Temperaturen, welchen die Schmiermittelleitungen ausgesetzt sind, stark variieren, was einen beträchtlichen Einfluss auf die Viskosität des Schmiermittels hat. Insbesondere gilt es zu vermeiden,

dass sich in einzelnen Schmiermittelleitungen Schmiermittel verfestigt und somit die Leitungen verlegt. Um diesem Problem abzuhelpfen, muss die Viskosität und/oder Temperatur zumindest in den Schmiermittelleitungen vorgesehen werden, die besonders lang sind oder die Zonen tiefer Temperatur passieren müssen.

[0043] Daher wurde in der EP 1 767 751 A1 ein weiteres Schmiersystem entwickelt, in welchem jedem Zylinder ein eigenes Schmiermodul zugeordnet wird. Das Schmiermodul enthält eine intermittierend fördernde Schmiermittelpumpe, mittels welcher das Schmiermittel dosiert wird und pulsartig den Schmiermitteldüsen zugeführt wird. Die Pumpe ist als eine Hubkolbenpumpe ausgebildet, welche eine Mehrzahl Förderkolben aufweist. Der Förderkolben ist in einem Pumpraum beweglich angeordnet. Der Pumpraum bestimmt das Schmiermittelvolumen, welches mit jedem Hub zu jeder Schmierstelle gefördert werden kann.

[0044] Jeder Schmierstelle ist ein Förderkolben zugeordnet. Wenn die Pumpe einen Hub ausführt, wird das im Pumpraum befindliche Schmiermittelvolumen zu der entsprechenden Schmierstelle gefördert. Das heisst, mit jedem Hub gelangt ein bestimmtes, unveränderliches Schmiermittelvolumen zu der Schmierstelle. Die Hubfrequenz, das heisst, die Anzahl an Förderhüben innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit, kann verändert werden. Die Pumpe wird mittels Servoöl betrieben. Zur Durchführung eines Hubes werden die Förderkolben durch einen Arbeitskolben bewegt. Der Arbeitskolben wird mit dem Servoöl beaufschlagt. Ein Umschaltventil steuert die Bewegung des Arbeitskolbens. Das Umschaltventil wird in Abhängigkeit von einem Betriebsparameter der Brennkraftmaschine gesteuert. Das heisst, die Anzahl Hübe pro Zeiteinheit kann über die Regeleinheit verändert werden, welche das Umschaltventil ansteuert.

[0045] Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine verbesserte Schmiervorrichtung und ein verbessertes Verfahren zum Schmieren einer Lauffläche eines Zylinders eines Grossmotors vorzuschlagen, durch die die zuvor geschilderten Probleme vermieden werden und durch deren Einsatz ein optimaler Zeitpunkt für das Einbringen des Schmieröls in den Zylinder bestimmt werden kann.

[0046] Die diese Aufgaben in apparativer und verfahrenstechnischer Hinsicht lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs der jeweiligen Kategorie gekennzeichnet.

[0047] Die jeweiligen abhängigen Ansprüche beziehen sich auf besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

[0048] Ein Grossmotor umfasst mindestens einen ersten und einen zweiten Zylinder, wobei jeder der Zylinder eine Bohrung (B) und eine Längsachse (A) aufweist, und in welchem ein Kolben entlang einer Lauffläche hin und her bewegbar angeordnet ist. Eine Schmiervorrichtung ist für die Zylinderschmierung vorgesehen, welche mindestens zwei Schmierstellen umfasst, über die ein Schmiermittel auf die Lauffläche aufbringbar ist, sowie

eine Schmiermittelleitung zur Förderung des Schmiermittels von einem Schmiermittelvorrat zu den Schmierstellen. Die Schmiervorrichtung umfasst je eine Pumpe für jeden der Zylinder, einen Verteiler, mindestens zwei Schmiermittelleitungen und zumindest je ein Absperrerelement, welches in der Schmiermittelleitung angeordnet ist. Mittels der Pumpe ist das Schmiermittel in den Verteiler förderbar und vom Verteiler durch die Schmiermittelleitung zu der Schmierstelle förderbar, solange das Absperrerelement in einer offenen Stellung gehalten ist. Die Stellung des Absperrerelements in Abhängigkeit von einem Betriebszustand des Grossmotors ist derart von einer Zentraleinheit regelbar, dass das Absperrerelement zu einem beliebig vorgebbaren Zeitpunkt in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Grossmotors geöffnet werden kann, sodass eine Versorgung der entsprechenden Schmierstelle mit Schmiermittel erfolgen kann und das Schmiermittel auf die Lauffläche des entsprechenden Zylinders aufbringbar ist. Die Zeitdauer, in welcher das Absperrerelement in Abhängigkeit von dem Betriebszustand des Grossmotors geöffnet gehalten ist, ist unabhängig von dem Zeitpunkt regelbar, sodass die der Schmierstelle zugeführte Schmiermittelmenge entsprechend des Betriebszustandes des Grossmotors beliebig einstellbar ist.

[0049] Als Betriebsparameter sind beispielsweise Drehzahl und / oder Last und / oder die Zylindertemperatur und / oder die Temperatur im Brennraum und / oder andere aktuelle Betriebsparameter bestimmt werden.

[0050] Da insbesondere unter anderem auch die verwendeten Betriebsmittel und deren Eigenschaften, zum Beispiel der verwendete Treibstoff, vor allem dessen Schwefelgehalt und / oder die Art des verwendeten Schmiermittels und / oder der BN-Wert des Schmiermittels, für den optimalen Einspritzzeitpunkt bzw. für die optimale Dauer der Schmiermitteleinspritzung eine zentrale Rolle spielen können, können auch diese zur Ermittlung des Sollwerts vorteilhaft herangezogen und falls notwendig oder vorteilhaft im Betrieb durch geeignete Messeinrichtung ständig überwacht werden.

[0051] Es versteht sich, dass die oben genannte Aufzählung von Parametern und / oder Daten des Betriebszustands der Hubkolbenbrennkraftmaschine, die zur Ermittlung des Sollwerts für den optimalen Zeitpunkt bzw. Zeitintervall für die Schmiermitteleinspritzung vorteilhaft herangezogen werden können, nicht abschliessend ist, sondern auch weitere für die Bestimmung des Sollwerts relevante Parameter und Daten enthalten kann.

[0052] Das Absperrerelement kann zumindest während jeder dritten Umdrehung des Grossmotors mindestens einmal offen gehalten sein, sodass die Schmiermittelzufuhr zu der Schmierstelle erfolgen kann. Insbesondere kann die Schmierung immer zur gleichen Zeit erfolgen oder immer an der gleichen Kolbenposition, sodass der Schmiervorgang sehr präzise bestimmbar ist.

[0053] Das Absperrerelement kann von mindestens einmal je Zehntelsekunde bis zu mindestens einmal pro Minute offen gehalten werden, sodass die Schmierstelle

mit Schmiermittel versorgbar ist. Hierdurch kann eine besonders einfache Steuerung des Schmiervorgangs erreicht werden. Insbesondere im Fall einer Notschmierung kann es erforderlich sein, eine periodische Versorgung der Schmierstelle mit Schmiermittel sicherzustellen. Ein Förderzyklus von je einer halben Sekunde ist besonders vorteilhaft.. Insbesondere kann der Betriebszustand durch eine Messung des Kurbelwinkels und/oder der Drehzahl und/oder des Drehmoments und/oder der Position des Kolbens im Zylinder des Grossmotors bestimmt sein.

[0054] Der Verteiler kann als ein Common-Rail-Speicher für das Schmiermittel ausgebildet sein, der mit allen Schmiermittelleitungen für je einen Zylinder verbunden ist. Hierdurch ist gewährleistet, dass in jeder der Schmiermittelleitungen derselbe Druck vorhanden ist.

[0055] Die Schmierstellen können bezüglich der durch die Längsachse (A) des Zylinders festgelegten axialen Richtung an unterschiedlichen Positionen der Zylinderwand angeordnet sein. Wenn das Schmiermittel nicht nur an mehreren am Zylinderumfang verteilten Stellen eingespeist wird, sondern auch in verschiedenen axialen Positionen, kann das Schmiermittel über eine grössere Oberfläche der Lauffläche gleichmässig verteilt werden. Die Aufbringung des Schmiermittels kann hierbei gleichzeitig erfolgen, das heisst alle Absperrlemente werden zum selben Zeitpunkt geöffnet. Es ist aber auch möglich, die Einspeisung des Schmiermittels zu verschiedenen Zeitpunkten vorzunehmen, das heisst beispielsweise, dass die Schmierung der Bewegung des Kolbens vorseilt.

[0056] Die Pumpe kann insbesondere als eine Kolbenpumpe ausgebildet sein, welche eine Mehrzahl von Förderkolben aufweist. Die Förderkolben werden bevorzugt durch eine Nockenwelle angetrieben. Insbesondere kann die Nockenwelle von einem Elektromotor angetrieben werden. Die Drehzahl der Nockenwelle, das heisst die Anzahl der Förderhübe pro Zeiteinheit ist daher innerhalb des durch den Elektromotor vorgegebenen Drehzahlbereichs beliebig variierbar. Die Förderkolben können nach einer weiteren Variante auch mit einem Arbeitskolben verbunden sein, wobei der Arbeitskolben durch ein fluides Druckmittel bewegbar ist, sodass ein Förderhub ausführbar ist.

[0057] Die Förderkolben fördern das Schmiermittel in den Verteiler. Wenn die Förderkolben einer Rotationskolbenpumpe ihre Förderhübe nacheinander ausführen, können die Druckschwankungen im Verteiler vermindert werden, insbesondere wenn die Nocken der Nockenwelle winkelfersetzt zueinander angeordnet sind.

[0058] Das fluide Druckmittel kann Schmiermittel sein, welches aus einem zusätzlichen Schmiermittelvorrat bereitgestellt ist. Insbesondere kann dieser Schmiermittelvorrat unter höherem Druck stehen als der Schmiermittelvorrat, welcher zur Schmierung verwendet wird. Dieser Schmiermittelvorrat kann unter einem Druck von bis zu 50 bar stehen. Das Schmiermittel für die Schmiervorrichtung ist insbesondere aus einem Schmiermittelvorrat

bereitgestellt, welcher unter einem Druck von bis zu 30 bar steht. Die Verwendung von zwei Schmiermittelvorräten, das heisst zumeist Schmiermittelreservoirs oder Schmiermittelbehälter unter unterschiedlichem Druck erlaubt es, die Pumpe mit Schmiermittel zu betreiben. Hierdurch erübrigt sich das Vorsehen einer Abdichtung zwischen Antriebsfluid und Betriebsfluid, d.h. dem Schmiermittel für die Schmierung. Hierdurch kann auf das Vorsehen von Dichtelementen in der Pumpe verzichtet werden, was eine kostengünstigere Herstellung der Pumpe sowie eine Vereinfachung im Betrieb und in der Wartung zur Folge hat.

[0059] Der Druck des Schmiermittelvorrats für die Schmiervorrichtung ist vorzugsweise kleiner als der Druck des Schmiermittelvorrats für die Betätigung des Arbeitskolbens der Pumpe.

[0060] Die Erfindung betrifft des weiteren ein Verfahren zum Schmieren einer Lauffläche einer Zylinderwand eines Zylinders eines Grossmotors, wobei der Zylinder eine Bohrung (B) und eine Längsachse (A) aufweist, und in welchem ein Kolben entlang einer Lauffläche hin und her bewegt wird, wobei eine Schmiervorrichtung für die Zylinderschmierung vorgesehen ist, welche mindestens zwei Schmierstellen umfasst, die in der Zylinderwand vorgesehen sind, über die ein Schmiermittel auf die Lauffläche aufgebracht wird, wobei das Schmiermittel von einem Schmiermittelvorrat zu den Schmierstellen gelangt. Eine Pumpe fördert das Schmiermittel vom Schmiermittelvorrat in einen Verteiler, wobei der Verteiler mindestens über zwei Schmiermittelleitungen und zumindest je ein in jeder Schmiermittelleitung angeordnetes Absperrlement das Schmiermittel zu den Schmierstellen an der Lauffläche der Zylinderwand fördert, wenn eine fluidleitende Verbindung zwischen dem Verteiler und der entsprechenden Schmierstelle besteht, sodass das Schmiermittel von der Schmiermittelleitung zu der Schmierstelle gefördert wird, solange sich das Absperrlement in einer offenen Stellung befindet, wobei die Stellung des Absperrlements in Abhängigkeit von einem Betriebszustand des Grossmotors geregelt wird, sodass das Absperrlement von einem beliebigen Zeitpunkt an eine beliebige Zeitspanne in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Grossmotors geöffnet gehalten wird, sodass eine Versorgung der entsprechenden Schmierstelle mit Schmiermittel erfolgt wobei der Grossmotor zumindest einen ersten und einen zweiten Zylinder aufweist und die Schmiervorrichtung je eine Pumpe für jeden der Zylinder umfasst.

[0061] Bevorzugt erfolgt die Einstellung des Absperrlements in Abhängigkeit von der Last des Grossmotors. Hierdurch kann die Schmiermittelversorgung genau an den Bedarf angepasst werden.

[0062] Die Einstellung des Absperrlements erfolgt insbesondere in Abhängigkeit vom Kurbelwinkel und/oder der Drehzahl und/oder des Drehmoments und/oder der Position des Kolbens im Zylinder des Grossmotors.

[0063] Nach einer besonders einfachen Variante wird die Förderung des Schmiermittels auf die Lauffläche der

Zylinderwand unterbunden, wenn der Druck im Zylinder-
raum höher ist als der Förderdruck des Schmiermittels.
Hierdurch kann gewährleistet werden, dass kein
Schmiermittel in den Brennraum des Zylinders gelangt,
wenn sich der Kolben in der Nähe des oberen Totpunkts
befindet. Hiermit kann vermieden werden, dass sich
Schmiermittel während des Verbrennungsvorgangs im
Brennraum befindet und es zu einer Verbrennung von
Schmiermittel kommt, was zu unerwünschten Ablage-
rungen und Abgasen führen kann.

[0064] Der Druck des Schmiermittels kann im Verteiler
beispielsweise mittels eines Drucksensors gemessen
werden und an die Zentraleinheit übermittelt werden. Von
der Zentraleinheit wird überprüft, ob der Druck in einem
vorgegebenen Druckbereich liegt, welcher durch einen
oberen Grenzwert und einen unteren Grenzwert be-
grenzt ist, wobei bei Überschreiten des oberen Grenz-
werts des Druckbereichs die Einspritzung verlängert
und/oder das Absperrerelement zwangsweise offen ge-
halten wird und/oder ein Sicherheitsventil betätigt wird und/
oder die Pumpe abgeschaltet wird und bei Unterschrei-
ten des Drucks ein Alarm ausgelöst wird. Das Unter-
schreiten des Drucks insbesondere über eine längere
Zeitdauer kann auf ein Leck in der Schmiervorrichtung
hindeuten, welches umgehendst überprüft werden muss,
um Schäden durch Mangelschmierung zu vermeiden.

[0065] Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der
schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Zylinder eines Zweitakt-Grossdieselmotors
mit einer konventionellen Schmiervorrichtung;

Fig. 2 ein Zylinder eines Zweitakt-Grossdieselmotors
mit einer erfindungsgemässen Schmiervorrichtung;

Fig. 3 eine Graphik des Druckverlaufs im Brennraum
in Abhängigkeit vom Kurbelwinkel sowie des
Schmiermitteldrucks nach einer ersten Variante;

Fig. 4 eine Graphik des Druckverlaufs im Brennraum
in Abhängigkeit vom Kurbelwinkel sowie des
Schmiermitteldrucks nach einer zweiten Variante;

Fig. 5 eine Einspritzcharakteristik mit einem System
gem. Fig. 1;

Fig. 6a eine Einspritzcharakteristik gemäss der Er-
findung;

Fig. 6b den Druckverlauf für Fig. 6a.

[0066] In Fig. 1 ist schematisch ein Zylinder eines
Zweitakt-Grossdieselmotors mit einer herkömmlichen
Schmiervorrichtung im Schnitt dargestellt. Jedem Zyl-
inder des Zweitakt-Grossdieselmotors ist ein eigenes
Schmiermodul 100 zugeordnet. Das Schmiermodul ent-
hält eine intermittierend fördernde Schmiermittelpumpe

101, mittels welcher das Schmiermittel dosiert wird und
pulsartig den Schmiermitteldüsen 107, 117 zugeführt
wird. Die Pumpe 101 ist als eine Hubkolbenpumpe aus-
gebildet, welche eine Mehrzahl Förderkolben 138 auf-
weist. Der Förderkolben 138 ist in einem Pumpraum 136
beweglich angeordnet. Der Pumpraum 136 bestimmt
das Schmiermittelvolumen, welches mit jedem Hub zu
jeder Schmierstelle gefördert werden kann. Jeder
Schmierstelle ist ein Förderkolben 138 zugeordnet.
Wenn die Pumpe 101 einen Hub ausführt, wird das im
entsprechenden Pumpraum 136 befindliche Schmiermit-
telvolumen zu der entsprechenden Schmierstelle geför-
dert. Das heisst, mit jedem Hub gelangt ein bestimmtes,
unveränderliches Schmiermittelvolumen zu der
Schmierstelle, also zu jeder der Schmiermitteldüsen 107,
117.

[0067] Die Pumpräume 136 der Pumpe 101 haben
sämtlich dieselbe Grösse, sodass jeder Schmierstelle
dieselbe Menge an Schmiermittel zugeführt wird.

[0068] Die Hubfrequenz, das heisst, die Anzahl an För-
derhüben innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit, kann
verändert werden. Die Pumpe wird mittels Servoöl be-
trieben. Zur Durchführung eines Hubes werden die För-
derkolben 138 durch einen Arbeitskolben 133 bewegt.
Der Arbeitskolben 133 wird mit dem Servoöl beauf-
schlagt. Ein Umschaltventil 132 steuert die Bewegung
des Arbeitskolbens. Das Umschaltventil 132 wird in Ab-
hängigkeit von einem Betriebsparameter der Brennkraft-
maschine gesteuert. Das heisst, die Anzahl Hübe pro
Zeiteinheit kann über die Regeleinheit 150 verändert
werden, welche das Umschaltventil 132 ansteuert.

[0069] Da die Pumpe 101 mit Servoöl betrieben wird,
ist eine Abdichtung des antriebsseitigen Arbeitskolben-
raums 135 gegen den förderkolbenseitigen Arbeitskol-
benraum 134 erforderlich. In den förderkolbenseitigen
Arbeitskolbenraum 134 wird Schmiermittel eingespeist,
welches beispielsweise von einem Common Rail Spei-
cher 111 bereitgestellt wird. Vom Common Rail Spei-
cher 111 führt eine Schmiermittelleitung 112 zu dem Arbeits-
kolben 134. Diese Anordnung wiederholt sich für jeden
Zylinder, hier ist noch eine Schmiermittelleitung 162 an-
gedeutet, die zu einem nicht näher dargestellten
Schmiermodul 200 für einen weiteren Zylinder des Zwei-
takt-Grossdieselmotors führt.

[0070] Das Schmiermittel, welches in den Arbeitskol-
benraum 134 eingespeist wird, gelangt über je eine Öff-
nung 139 in den Pumpraum 136. Die Öffnung 139 ist so
lange mit dem Arbeitskolbenraum 134 verbunden, so-
lange sich der Arbeitskolben im Arbeitskolbenraum 135
befindet, das heisst der Hub der Pumpe noch nicht be-
gonnen hat. Sobald der Arbeitskolben im Arbeitskolben-
raum 135 mit Servoöl beaufschlagt wird, setzt er sich
entgegen des Widerstands des Rückstellmittels 137 in
Bewegung. Jede der Öffnungen 139 wird durch den För-
derkolben 138 verschlossen und das im Pumpraum 136
befindliche Schmiermittel komprimiert. Wenn der Druck
des Schmiermittels im Pumpraum den erforderlichen
Druck erreicht, öffnen die Auslassventile 163 und

Schmiermittel gelangt in die Schmiermittelleitungen 108, 118, welche zu den entsprechenden Schmiermitteldüsen 107, 117 führen. Wenn die Pumpräume alle dasselbe Volumen aufweisen, gelangt zu jeder Schmierstelle pro Förderhub dieselbe Schmiermittelmenge.

[0071] Diese Schmiermittelmenge kann somit nicht verändert werden. Wenn der Zweitakt - Grossdieselmotor beispielsweise im Teillastbereich betrieben wird, wäre eigentlich nur ein Bruchteil der zur Verfügung gestellten Schmiermittelmenge erforderlich. Eine Anpassung an den tatsächlichen Bedarf an Schmiermittel ist somit mit dem konventionellen Schmiermodul nicht möglich.

[0072] Zum Betrieb des Schmiermoduls nach dem Stand der Technik sind zudem zwei Kreisläufe erforderlich, einerseits der Schmiermittelkreislauf, dargestellt durch den Common Rail Speicher 111 und andererseits den Servoölkreislauf, dargestellt durch die Servoölvorratsbehälter 130, 131.

[0073] In Fig. 2 ist schematisch ein Zylinder eines Zweitakt-Grossdieselmotors mit einer erfindungsgemässen Schmiervorrichtung 10 im Schnitt dargestellt. Der Zweitakt-Grossdieselmotor der Fig. 2 umfasst eine Mehrzahl von Zylindern 20, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit exemplarisch nur ein Zylinder 20 dargestellt ist. Der Zylinder 20 umfasst eine Zylinderwand 22, die einen Innenraum 23 des Zylinders 20 in an sich bekannter Weise in Umfangsrichtung begrenzt. Innerhalb des Zylinders 20 ist ein Kolben 25 vorgesehen, der bezüglich einer axialen Richtung A des Zylinders 20 entlang einer Lauffläche 21 der Zylinderwand 22 hin- und herbewegbar angeordnet ist. Die Lauffläche 21 ist im speziellen Beispiel der Fig. 1 auf einer Oberflächenschicht 24 vorgesehen, die auf eine Oberfläche der Zylinderwand 22 z.B. durch thermisches Spritzen aufgebracht ist. In der Zylinderwand 22 ist mindestens eine Schmierstelle 7, 17, insbesondere eine Schmiermitteldüse 26 46 angeordnet, die von der Pumpe 1 in an sich bekannter Weise mit Schmiermittel gespeist wird, so dass im Betriebszustand ein Schmiermittelfilm auf die Lauffläche 21 der Zylinderwand 22 aufgebracht werden kann.

[0074] Erfindungsgemäss ist die Schmierstelle 7, 17 über eine Schmiermittelleitung 8, 18 mit der Pumpe 1 verbunden. Jede der Schmiermittelleitungen weist ein Absperrerelement 5, 15 auf. Die Schmiermittelleitungen sind Teil eines Verteilers 3, welcher auch als Common-Rail Speicher ausgebildet sein kann. Die Pumpe 1 fördert Schmiermittel von einem Schmiermittelvorrat 30 durch den Verteiler 3 zu den Schmierstellen 7, 17.

[0075] Die Pumpe 1 kann dieselbe Bauart aufweisen, welche in Fig. 1 bereits gezeigt ist. Allerdings kann im Unterschied zum Stand der Technik die Pumpe mit Schmiermittel und nicht mit Servoöl betrieben, werden. Das heisst, dass der Schmiermittelvorrat 30 Schmiermittel mit einem Druck von um die 20 bar bereitstellt. Der Arbeitskolben 33 der Pumpe 1 wird mit Schmiermittel betrieben, welches von einem Schmiermittelvorrat 31 geliefert wird, welcher unter höherem Druck steht als der Schmiermittelvorrat 30. In der Regel liegt der Druck im

Schmiermittelvorrat 31 zwischen 40 und 50 bar, insbesondere um die 50 bar.

[0076] Das Schmiermittel, welches in den Arbeitskolbenraum 34 eingespeist wird, gelangt über je eine Öffnung 39 in den Förderraum 36. Die Öffnung 39 ist so lange mit dem Arbeitskolbenraum 34 verbunden, solange sich der Arbeitskolben im Arbeitskolbenraum 35 befindet, das heisst der Hub der Pumpe 1 noch nicht begonnen hat. Sobald der Arbeitskolben im Arbeitskolbenraum 35 mit Schmiermittel beaufschlagt wird, setzt er sich entgegen des Widerstands des Rückstellmittels 37 in Bewegung. Jede der Öffnungen 39 wird durch den Förderkolben 38 verschlossen und das im Förderraum 36 befindliche Schmiermittel komprimiert. Da der Förderraum 36 in fluidleitender Verbindung mit dem Verteiler 3 steht, wird auch das im Verteiler 3 bzw. den Schmiermittelleitungen 8, 18 befindliche Schmiermittel komprimiert.

[0077] Wenn der Förderhub beendet ist, hat das Schmiermittel in den Schmiermittelleitungen 8, 18 den erforderlichen Druck erreicht. Mittels eines Drucksensors in dem Verteiler 3 kann überwacht werden, ob der Druck sich innerhalb einer vorgegebenen Bandbreite befindet, welche zur Gewährleistung einer Schmierung erforderlich ist. Diese Bandbreite liegt im Allgemeinen in einem Bereich von 20 bis 50 bar.

[0078] Das Schmiermittel ist in den Schmiermittelleitungen 8, 18 somit bereitgestellt, um zum gewünschten Zeitpunkt auf die Lauffläche 21 des Zylinders 20 aufgebracht zu werden. Der gewünschte Zeitpunkt wird durch die Zentraleinheit 50 bestimmt, welche ein Signal zur Öffnung der entsprechenden Absperrmittel 5, 15 über die Signalübertragungsleitungen 42, 43 übermittelt. Somit ist der Zeitpunkt der Schmierung vollständig frei von der Zentraleinheit bestimmbar.

[0079] Selbstverständlich ist der Zeitpunkt des Schliessens der Absperrmittel 5, 15 ebenfalls durch die Zentraleinheit 50 beliebig vorgebar. Hierdurch kann für diesen speziellen Schmierzyklus benötigte Schmiermittelmenge genau eingestellt werden.

[0080] In Fig. 2 ist exemplarisch eine Messvorrichtung 40 gezeigt, mit welcher ein Kennwert für den Betriebszustand des Zweitakt-Grossdieselmotors detektiert wird. Die Messvorrichtung 40 erzeugt ein elektrisches Signal, welches charakteristisch für den Kennwert ist und übermittelt dieses Signal in einer Signalübertragungsleitung 41 an eine Zentraleinheit 50, welche der Steuerung des Schmiersystems dient. Das Signal wird in der Zentraleinheit 50 ausgewertet. Ergibt die Auswertung einen Schmiermittelbedarf, wird ein Signal von der Zentraleinheit an die Absperrerelemente 5, 15 über die Signalübertragungsleitungen 42, 43 übermittelt, sodass diese betätigt werden, das heisst für den Durchfluss von Schmiermittel geöffnet oder geschlossen werden. Das Signal kann auch zur Steuerung der Pumpe 1 verwendet werden. Dies kann für Pumpen verwendet werden, in welchen der Förderstrom verändert werden kann, wie beispielsweise für rotierende Pumpen, wie Kreiselpumpen, Impellerpumpen. Beispielsweise kann die Drehzahl ei-

nes die Pumpe antreibenden Motors verändert werden, sodass der pro Zeiteinheit durch die Pumpe geförderte Volumenstrom verändert wird. Diese Möglichkeit besteht auch für eine Rotationskolbenpumpe. Eine derartige Rotationskolbenpumpe enthält üblicherweise eine Mehrzahl von Kolben, die über eine von einem Elektromotor angetriebene Nockenwelle bewegt werden. Bei Erhöhung der Drehzahl der Nockenwelle wird die Anzahl der Kolbenhübe pro Zeiteinheit erhöht und somit der durch die Pumpe geförderte Volumenstrom verändert. Selbstverständlich kann auch eine Pumpe mit einem einzigen Förderkolben zum Einsatz kommen, wobei der Förderkolben hydraulisch oder über eine Nockenwelle bewegbar sein kann.

[0081] Im vorliegenden Fall kann die Schaltfrequenz des Schaltventils 32 verändert werden. In diesem Fall wird ein Signal von der Zentraleinheit 50 über die Signalübertragungsleitung 44 zu dem Schaltventil 32 gesendet werden. Das Schaltventil 32 ist insbesondere als Magnetventil ausgebildet. Das Schaltventil 32 kann zwei Stellungen einnehmen. In der ersten Stellung ist eine Verbindung zwischen Arbeitskolben 33 und dem Schmiermittelvorrat 30 geöffnet, sodass Schmiermittel aus dem Arbeitskolbenraum 34, in welchem sich der Arbeitskolben 33 befindet, in den Schmiermittelvorrat 30 zurückgeführt werden kann. Eine Verbindungsleitung zwischen dem Schmiermittelvorrat 30 und dem Förderraum 36 ist geöffnet, damit Schmiermittel in den Förderraum 36 einströmen kann.

[0082] Der Arbeitskolben 33 wird durch ein Rückstellmittel 37, hier eine Feder, in seine obere Endposition gebracht und ist nun bereit zur Durchführung eines Förderhubs. Wenn das Schaltventil 32 durch ein Signal von der Zentraleinheit 50 ein Signal zur Ausführung eines Förderhubs erhält, schaltet es um, sodass eine Verbindung zu dem Schmiermittelvorrat 31 geöffnet wird. Schmiermittel unter hohem Druck wird vom Schmiermittelvorrat 31 in den Arbeitskolbenraum 35 eingeleitet und der Arbeitskolben 33 führt einen Förderhub aus, das heisst Schmiermittel wird mittels der Förderkolben 38 vom Förderraum in den Verteiler 3 gepumpt. Des weiteren braucht der Arbeitskolben nicht vom Förderraum dichtend getrennt sein. Eine Dichtung des antriebsseitigen Arbeitskolbenraums 35 gegen den förderkolbenseitigen Arbeitskolbenraum 34 ist somit nicht erforderlich.

[0083] Basierend auf dem Messwert der Messvorrichtung 40 werden die Absperrelemente 5, 15 für je eine bestimmte Zeitdauer geöffnet, sodass Schmiermittel auf die Lauffläche 21 aufgebracht wird. Die Zeitdauer, in welcher jedes der Absperrelemente 5, 15 geöffnet gehalten ist, ist individuell anpassbar und abhängig von dem Messwert, welcher mit der Messvorrichtung 40 detektiert worden ist.

[0084] Selbstverständlich kann eine Mehrzahl von Messvorrichtungen vorgesehen sein, die unterschiedliche Kenngrößen des Grossmotors ermitteln.

[0085] Die Regelung des Förderstroms der Pumpe braucht in keiner Weise mit der Regelung der Öffnungs-

zeiten der Absperrelemente gekoppelt sein.

[0086] Das Verfahren zum Betrieb der erfindungsgemässen Schmiervorrichtung umfasst folgende Schritte: ein Sollwert für den Zeitpunkt und / oder für die Zeitdauer des Einspritzens des Schmiermittels auf die Lauffläche 21 des Zylinders 20 wird in Abhängigkeit von verschiedenen Betriebsparametern des Grossmotors bestimmt, insbesondere in Abhängigkeit von der Drehzahl und / oder der Last und / oder der Zylindertemperatur und / oder des Kurbelwinkels und/oder eines anderen Betriebsparameters und / oder in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des verwendeten Brennstoffs und / oder des Schmiermittels und / oder anderer Betriebsstoffe. Mit dessen Hilfe kann aus verschiedenen relevanten aktuellen und / oder für den Grossmotor spezifischen globalen Betriebsparametern B und / oder in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der verwendeten Betriebsstoffe, insbesondere dem Treibstoff oder dem eingesetzten Schmiermittel, und / oder unter Berücksichtigung anderer relevanter Faktoren, ein aktueller Zeitpunkt und / oder die Zeitdauer der Einspritzung des Schmiermittels in den Zylinder ermittelt werden.

[0087] Der Zeitpunkt bzw. die Dauer der Schmiermitteleinspritzung wird dabei im Betriebszustand des Grossmotors auf den Sollwert optimiert.

[0088] Beispielsweise kann mittels eines Positionssensors eine mit der aktuellen Position X des Kolbens bzw. eine mit dem zeitlichen Verlauf der Position X korrespondierende Messgrösse gemessen und der gemessene Wert der Zentraleinheit 50, die insbesondere eine Datenverarbeitungsanlage sowie Regelmittel umfasst, zugeführt. Dabei sind bevorzugt mehrere in axialer Richtung A zueinander versetzte Positionssensoren zur Bestimmung der Position X des Kolbens vorgesehen. Ein derartiger Positionssensor kann auch zur Messung des Kurbelwinkels verwendet werden.

[0089] Wenn die Positionssensoren zum Beispiel passive Körperschallsensoren sind, so kann unter anderem durch Ermittlung von Laufzeitunterschieden der von den Positionssensoren detektierten Signale, und / oder unter Heranziehung der bekannten Technik der Korrelation von Signalen, d.h. der Untersuchung der entsprechenden Korrelationsfunktion der Signale, die Position X des Kolbens insbesondere auch zeitabhängig bestimmt werden.

[0090] Es versteht sich, dass anstatt von Körperschallsensoren in der Praxis vorteilhaft auch andere Typen von Positionssensoren einsetzbar sind, insbesondere Drucksensoren, mit welchen der Gasdruck bzw. die Zeitabhängigkeit des Gasdrucks im Inneren des Zylinders 20 messen lässt, Druckkenngrossen, die in charakteristischer Weise mit der Position X des Kolbens im Zylinder zusammenhängen.

[0091] Aber auch andere Typen von Sensoren können vorteilhaft verwendet werden, wie zum Beispiel ein elektrischer Positionssensor, beispielsweise ein induktiver Positionssensor. Je nach verwendetem Sensortyp kann der Kolben auch noch ein Markierungsmittel, z.B. ein ma-

netisches Markierungsmittel enthalten, so dass die Kontur des Kolbens vom Positionssensor besser erkennbar ist.

[0092] Zusätzlich können noch weitere, hier nicht dargestellte Messeinrichtungen vorgesehen sein, die verschiedene Betriebsparameter B, wie zum Beispiel unter anderem die Drehzahl, die Last oder die Zylindertemperatur des Grossmotors ermitteln und diese gegebenenfalls zusätzlich der Zentraleinheit 50 zuführen.

[0093] Eine besonders einfache Variante ergibt sich, wenn an der Schmierstelle federbelastete Absperrorgane vorgesehen sind, welche nur dann den Zugang zum Zylinderinnenraum für das Schmiermittel freigeben, wenn der Druck im Zylinderinnenraum sich in einem bestimmten Bereich befindet.

[0094] Es ist ebenfalls möglich, den Druck des Schmiermittels so einzustellen, dass er zwischen dem im Brennraum herrschenden Maximaldruck und dem Minimaldruck liegt. Der Druck liegt im Brennraum während zumindest während der letzten Phase des Kompressionshubes sowie zum Zeitpunkt der Zündung des Brennstoff-Luftgemischs und zu Beginn der Expansionsphase oberhalb des Schmiermitteldrucks, sodass kein Schmiermittel in den Brennraum eintreten kann. Erst wenn der Druck im Brennraum während der Expansionsphase, der Frischluftzufuhr oder der ersten Phase des Kompressionshubes unterhalb des Drucks des Schmiermittels liegt, ist ein Eintrag von Schmiermittel auf die Lauffläche des Zylinders möglich. Alternativ dazu ist ein Eintrag von Schmiermittel möglich, wenn der Kolben die Schmierstelle im Kompressionshub passiert hat, das heisst die Schmierstelle in den mit Spülluft befüllten Zylinderraum mündet, der unter dem entsprechenden Spülluftdruck steht. Der Spülluftdruck liegt dabei in der Regel geringfügig über dem Umgebungsluftdruck, zumeist um die 3 bar. Somit besteht ein Zusammenhang zwischen der Position der Schmierstelle und des Kolbens. Befindet sich der Kolben, d.h. das Kolbenringpaket über der Schmierstelle, liegt an den Absperrerelementen im wesentlichen der Spülluftdruck an, während der Druck im Brennraum, das heisst dem Zylinderraum zwischen Kolbenringpaket und Auslassventil, deutlich höher ist Fig. 3 und Fig. 4 zeigen Graphen, welche den Druck im Brennraum in Abhängigkeit vom Kurbelwinkel zeigen. Auf der x-Achse ist der Kurbelwinkel aufgetragen, auf der y-Achse ist der Druck im Brennraum aufgetragen. Der Druckverlauf 60 des Schmiermittels wird in Fig. 3 durch eine horizontal verlaufende Linie dargestellt. In diesem Fall ist der Druck des Schmiermittels konstant.

[0095] Wenn also die Schmierstelle in einem Bereich liegt, welcher während des Kompressionshubes vom Kolbenringpaket überstrichen wird, kann es bei einer Förderung von Schmiermittel gegen den Druck im Zylinderinnenraum dazu kommen, dass Schmiermittel in den Zylinderinnenraum gelangt, wenn der Kolben sich in der Nähe des oberen Totpunkts befindet, weil der Druck spülluftseitig wesentlich geringer ist als der brennraumseitige Druck um Zylinderraum.

[0096] In Fig. 4 ist der Fall dargestellt, dass der Druckverlauf 60 des Schmiermittels in Abhängigkeit vom Kurbelwinkel variiert. Diese Variation kann beispielsweise durch die Regelung der Fördermenge der Pumpe zustande kommen.

[0097] Durch die erfindungsgemässe Schmiervorrichtung und das Verfahren der vorliegenden Erfindung wird nicht nur die Lebensdauer von Kolben, Kolbenringen und Zylinderlauffläche signifikant erhöht, sondern der Schmiermittelverbrauch wird auch gleichzeitig minimiert und die Wartungsintervalle werden merklich verlängert. Zudem kommt die erfindungsgemässe Schmiervorrichtung mit sehr einfachen und daher wenig fehleranfälligen Regelungskreisläufen aus, was die Ausfallswahrscheinlichkeit gegenüber Systemen, wie sie beispielsweise in der EP 1 426 571 B1 gezeigt sind, deutlich reduziert.

[0098] Fig. 5 zeigt den Verlauf der Einspritzung mittels Schmiermitteldüse mit einem Schmiermodul 101 gemäss Fig. 1. Die in Fig. 5 gezeigte Graphik zeigt den Druckverlauf, welcher auf der y-Achse aufgetragen ist, in Abhängigkeit von der Zeit, welche auf der x-Achse aufgetragen ist. Die vorliegende Messung wurde bei Motorstillstand durchgeführt, für eine Motor vom Typ RT-flex96C-B mit einem Einspritzvolumen von 310 mm³ je Schmierstutzen.

[0099] Die Graphik zeigt grosse Fluktuationen, wobei der Druckverlauf am Pumpenausgang aufgenommen wurde, das heisst unmittelbar stromabwärts eines Auslassventils 163.

[0100] Fig. 6a zeigt den Verlauf der Einspritzung an einer Schmierstelle 7, 17 mit einer Schmiervorrichtung 10 gemäss Fig. 2. Die in Fig. 6 gezeigte Graphik zeigt den Volumenstrom, welcher auf der y-Achse aufgetragen ist in Abhängigkeit von der Zeit, welche auf der x-Achse aufgetragen ist. Dieser mittels Simulation gefundene Verlauf des Volumenstroms lässt auf geringe Druckschwankungen rückschliessen, wie auf dem zugehörigen Schaubild gemäss Fig. 6b für den Druckverlauf im Verteiler 3, 8, 18 gemäss Fig. 2 gezeigt ist. Fig. 6b zeigt somit den Druckverlauf an einer Schmierstelle in Abhängigkeit von der Zeit.

[0101] Selbstverständlich ist der erfindungsgemässe Effekt nicht auf die in den Figuren dargestellten besonderen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern ergibt sich für jedes Schmieresystem gemäss der Erfindung.

Patentansprüche

1. Grossmotor umfassend mindestens einen ersten Zylinder (20) und einen zweiten Zylinder, wobei jeder der Zylinder eine Bohrung (B) und eine Längsachse (A) aufweist, und in welchem ein Kolben (25) entlang einer Lauffläche (21) hin und her bewegbar angeordnet ist, wobei eine Schmiervorrichtung (10) für die Zylinderschmierung vorgesehen ist, welche mindestens zwei Schmierstellen (7, 17) umfasst, über die ein Schmiermittel auf die Lauffläche (21) auf-

- bringbar ist, sowie eine Schmiermittelleitung zur Förderung des Schmiermittels von einem Schmiermittelvorrat (30) zu den Schmierstellen (7, 17), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmiervorrichtung (10) je eine Pumpe (1) für jeden der Zylinder umfasst, einen Verteiler (3), mindestens zwei Schmiermittelleitungen (8, 18) und zumindest je ein Absperrelement (5, 15) umfasst, welches in der Schmiermittelleitung (8, 18) angeordnet ist, wobei das Schmiermittel mittels der Pumpe (1) in den Verteiler (3) und vom Verteiler (3) durch die Schmiermittelleitung zu der Schmierstelle (7, 17) förderbar ist, solange das Absperrelement (5, 15) in einer offenen Stellung gehalten ist, wobei die Stellung des Absperrelements (5, 15) in Abhängigkeit von einem Betriebszustand des Grossmotors derart von einer Zentraleinheit (50) regelbar ist, dass das Absperrelement (5, 15) zu einem beliebig vorgebbaren Zeitpunkt in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Grossmotors geöffnet werden kann, sodass eine Versorgung der entsprechenden Schmierstelle (7, 17) mit Schmiermittel erfolgen kann und das Schmiermittel auf die Lauffläche (21) des entsprechenden Zylinders (20) aufbringbar ist, sowie die Zeitdauer, in welcher das Absperrelement (5, 15) in Abhängigkeit von dem Betriebszustand des Grossmotors geöffnet gehalten ist, unabhängig von dem Zeitpunkt regelbar ist, dass die der Schmierstelle (7, 17) zugeführte Schmiermittelmenge entsprechend des Betriebszustandes des Grossmotors beliebig einstellbar ist.
2. Grossmotor nach Anspruch 1, wobei das Absperrelement (5, 15) während jeder Umdrehung des Grossmotors mindestens bei jeder dritten Umdrehung einmal offen gehalten ist, sodass die Schmiermittelfuhr zu der Schmierstelle erfolgen kann.
 3. Grossmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Absperrelement (5, 15) von mindestens einmal je Zehntelsekunde bis mindestens einmal pro Minute offen gehalten ist, sodass die Schmierstelle (7, 17) mit Schmiermittel versorgbar ist.
 4. Grossmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Betriebszustand durch eine Messung des Kurbelwinkels und/ oder der Drehzahl und/ oder des Drehmoments und/ oder der Position des Kolbens (25) im Zylinder (20) des Grossmotors bestimmt ist.
 5. Grossmotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem der Verteiler (3) als ein Common-Rail-Speicher für das Schmiermittel ausgebildet ist, der mit allen Schmiermittelleitungen (8, 18) für je einen Zylinder (20) verbunden ist.
 6. Grossmotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Schmierstellen (7, 17) bezüglich der durch die Längsachse (A) des Zylinders (2) festgelegten axialen Richtung an unterschiedlichen Positionen der Zylinderwand (22) angeordnet sind.
 7. Grossmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Pumpe (1) eine Kolbenpumpe ist, welche eine Mehrzahl von Förderkolben (38) aufweist.
 8. Grossmotor nach Anspruch 7, wobei die Förderkolben durch eine Nockenwelle antreibbar sind.
 9. Grossmotor nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Förderkolben das Schmiermittel in den Verteiler (3) fördern.
 10. Grossmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Drucksensor im Verteiler (3) angeordnet ist.
 11. Verfahren zum Schmieren einer Lauffläche (21) einer Zylinderwand (22) eines Zylinders (20) eines Grossmotors, wobei der Zylinder (20) eine Bohrung (B) und eine Längsachse (A) aufweist, und in welchem ein Kolben (25) entlang einer Lauffläche (21) hin und her bewegt wird, wobei eine Schmiervorrichtung (10) für die Zylinderschmierung vorgesehen ist, welche mindestens zwei Schmierstellen (7, 17) umfasst, die in der Zylinderwand (22) vorgesehen sind, über die ein Schmiermittel auf die Lauffläche (21) aufgebracht wird, wobei das Schmiermittel von einem Schmiermittelvorrat (30) zu den Schmierstellen (7, 17) gelangt, wobei eine Pumpe (1) das Schmiermittel vom Schmiermittelvorrat (30) in einen Verteiler (3) fördert, wobei der Verteiler (3) mindestens über zwei Schmiermittelleitungen (8, 18) und zumindest je ein in jeder Schmiermittelleitung (8, 18) angeordnetes Absperrelement (5, 15) das Schmiermittel zu den Schmierstellen (7, 17) an der Lauffläche (20) der Zylinderwand (22) fördert, wenn eine fluidleitende Verbindung zwischen dem Verteiler (3) und der entsprechenden Schmierstelle (7, 17) besteht, sodass das Schmiermittel von der Schmiermittelleitung (8, 18) zu der Schmierstelle gefördert wird, solange sich das Absperrelement (5, 15) in einer offenen Stellung befindet, wobei die Stellung des Absperrelements (5, 15) in Abhängigkeit von einem Betriebszustand des Grossmotors geregelt wird, sodass das Absperrelement (5, 15) von einem beliebigen Zeitpunkt an eine beliebige Zeitspanne in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Grossmotors geöffnet gehalten wird, sodass eine Versorgung der entsprechenden Schmierstelle (7, 17) mit Schmiermittel erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grossmotor zumindest einen ersten und einen zweiten Zylinder aufweist und die Schmiervorrichtung (10) je eine Pumpe (1) für jeden der Zylinder umfasst.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Einstellung des Absperrelements (5, 15) in Abhängigkeit von der Last des Grossmotors erfolgt.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Einstellung des Absperrelements (5, 15) in Abhängigkeit vom Kurbelwinkel und/ oder der Drehzahl und/ oder des Drehmoments und/oder der Position des Kolbens (25) im Zylinder (20) des Grossmotors erfolgt. 5 10
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die Förderung des Schmiermittels auf die Lauf- fläche (21) der Zylinderwand (22) unterbunden wird, wenn der Druck im Zylinderraum höher ist als der Förderdruck des Schmiermittels. 15
15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei der Druck des Schmiermittels im Verteiler (3) gemessen wird und an die Zentraleinheit (50) übermittelt wird, wobei von der Zentraleinheit überprüft wird, ob der Druck in einem vorgegebenen Druckbereich liegt, welcher durch einen oberen Grenzwert und einen unteren Grenzwert begrenzt ist, wobei bei Überschreiten des oberen Grenzwerts des Druckbereichs die Einspritzung verlängert und/oder das Absperrelement zwangsweise offen gehalten wird und/oder ein Sicherheitsventil betätigt wird und/oder die Pumpe (1) abgeschaltet wird und bei Unterschreiten des Drucks ein Alarm ausgelöst wird. 20 25 30

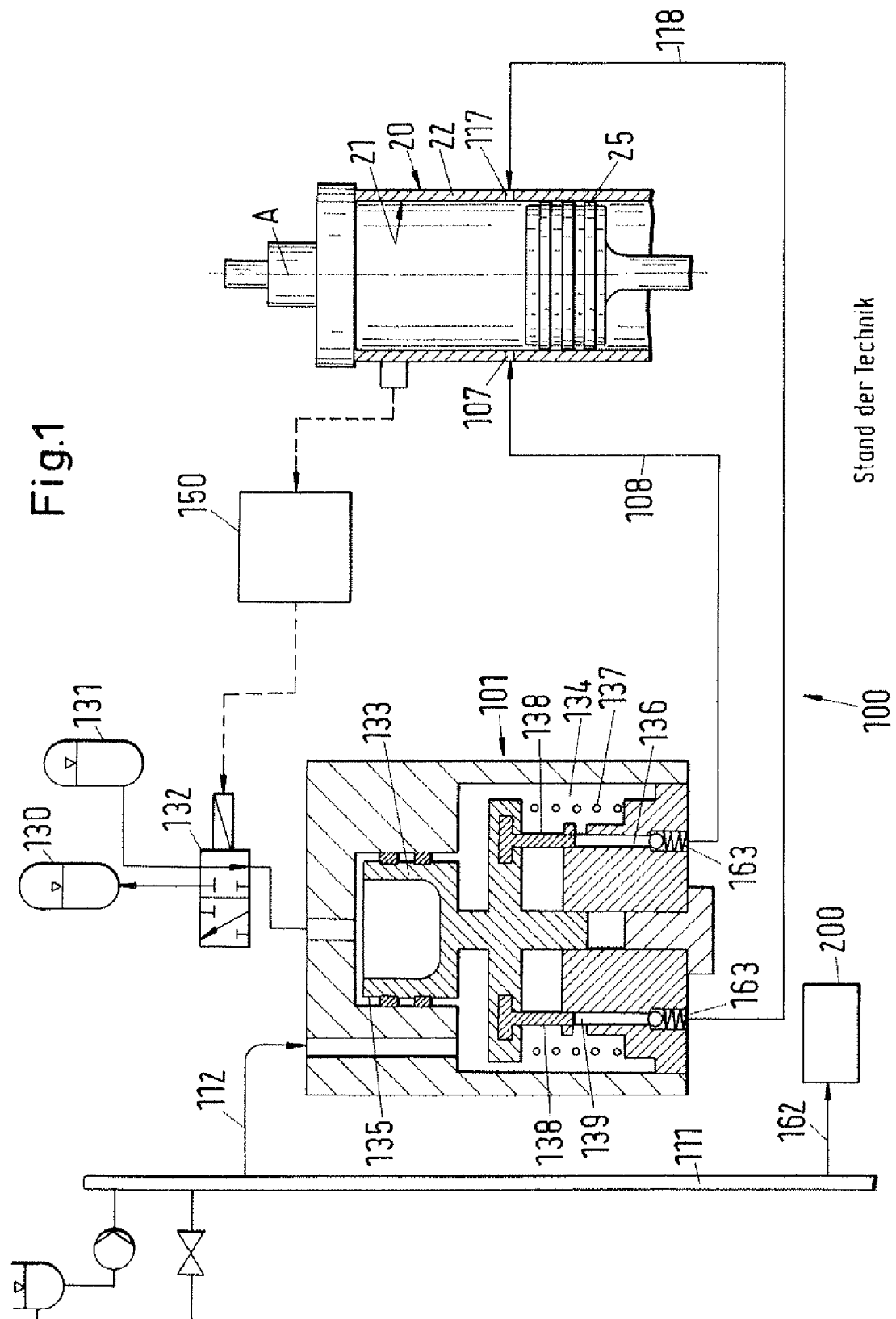
35

40

45

50

55



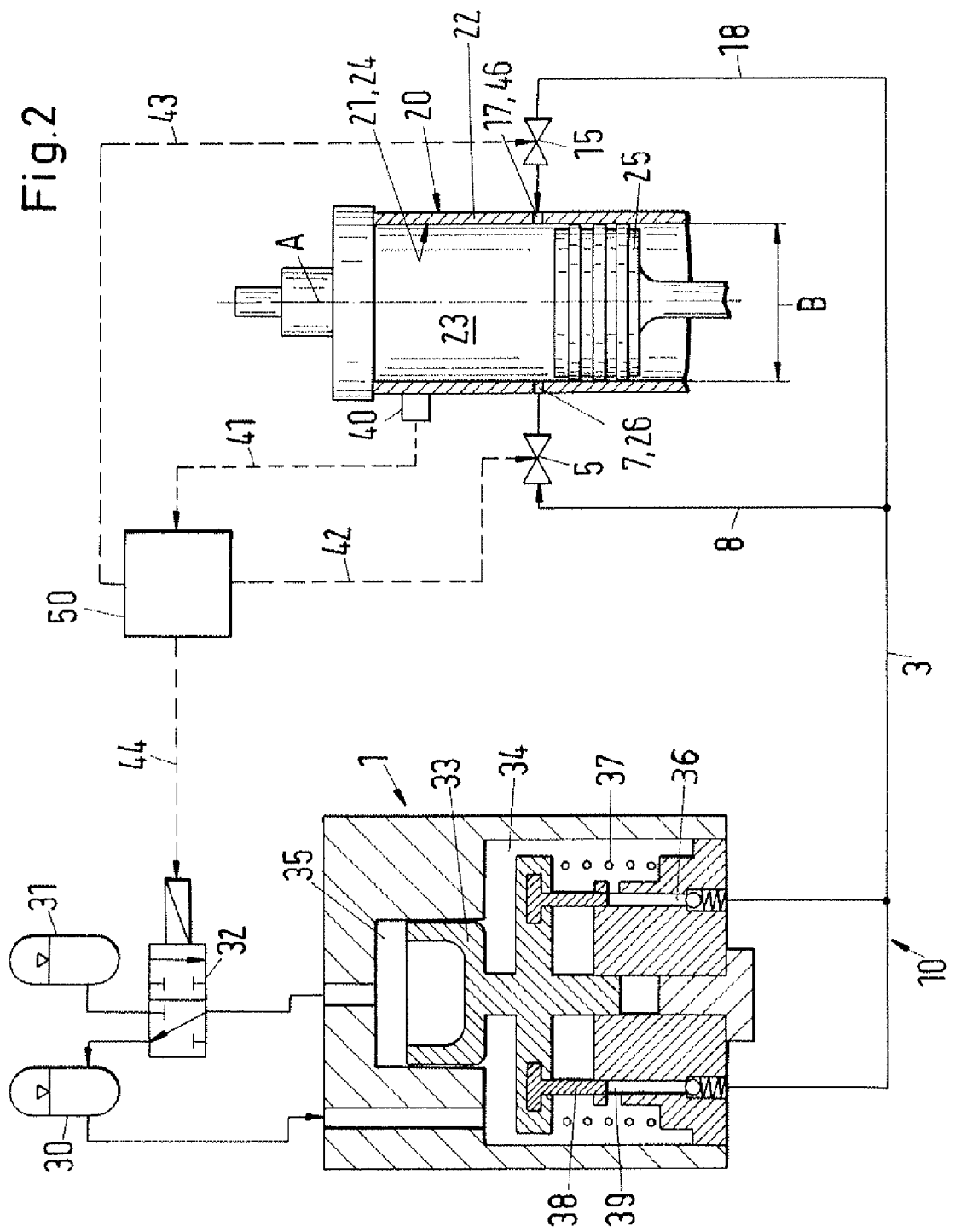


Fig.3

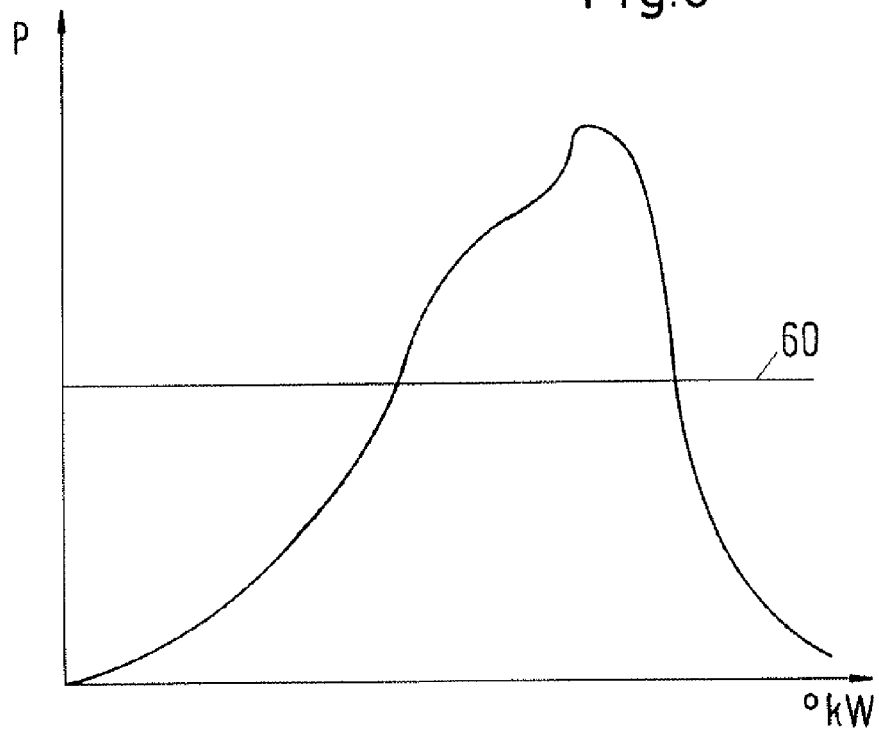


Fig.4

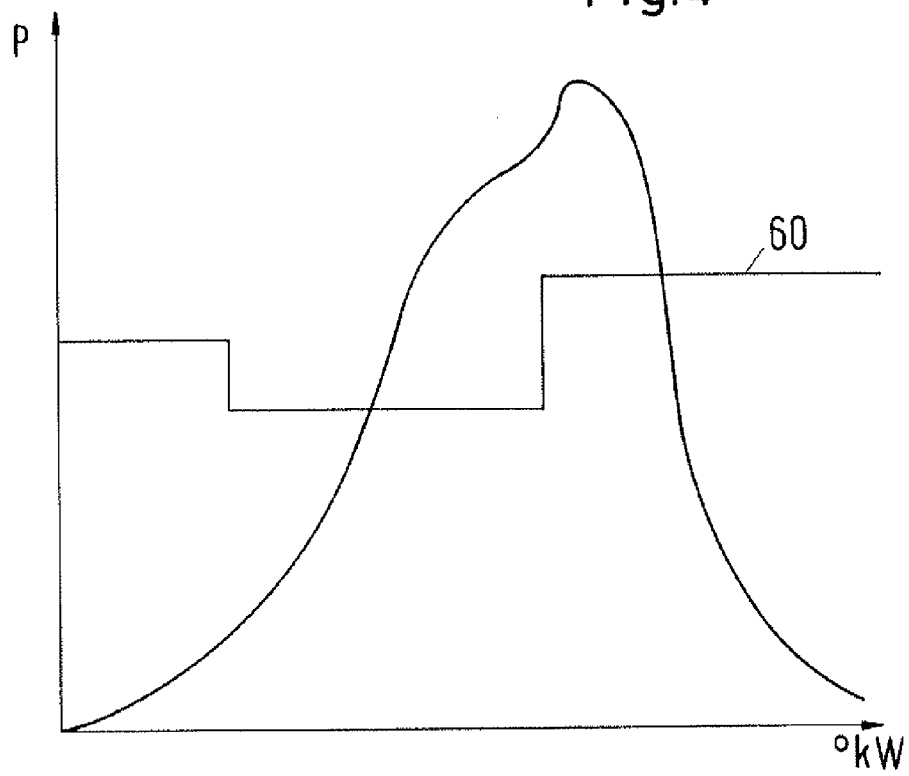


Fig.5

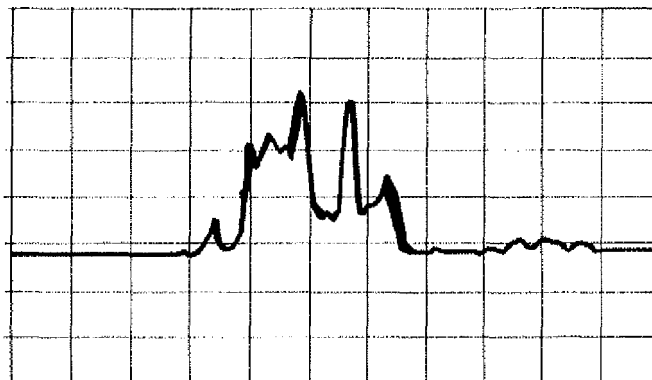


Fig.6a

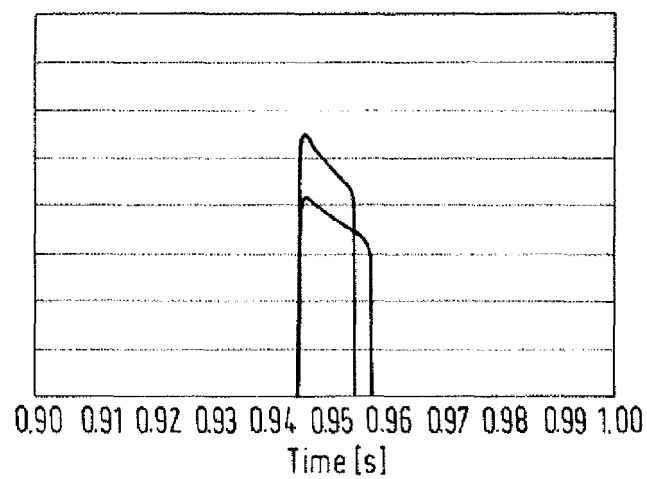
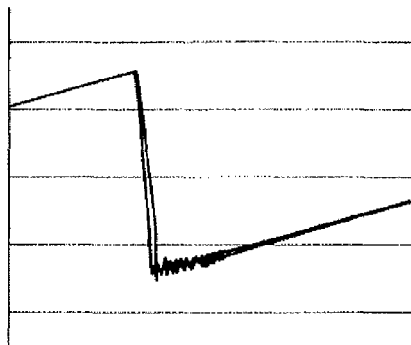


Fig.6b





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 16 5923

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y A	EP 1 582 706 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 5. Oktober 2005 (2005-10-05) * Zusammenfassung * * Absätze [0007] - [0011], [0016], [0051] - [0055], [0061], [0064], [0069], [0109] - [0117] * * Abbildungen 1,2,8,9 *	1,2,4-6, 10-13 3,15	INV. F01M1/08 F01M1/16 F01M1/14
Y	EP 0 368 430 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 16. Mai 1990 (1990-05-16) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeilen 1-19,29-32 * * Spalte 3, Zeilen 6-15 * * Spalte 3, Zeile 53 - Spalte 4, Zeile 15 * * Spalte 5, Zeile 1 - Spalte 7, Zeile 5 * * Abbildungen 1-5b *	1,4-6, 10-13	
Y,D	EP 1 426 571 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 9. Juni 2004 (2004-06-09) * Absätze [0013], [0017], [0025], [0028], [0039], [0043] - [0045], [0055] * * Abbildungen 1,4 *	1,4,5, 11-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01M
Y,D	EP 1 767 751 A1 (WAERTSILAE SCHWEIZ AG [CH]) 28. März 2007 (2007-03-28) * Absätze [0004], [0011], [0012], [0018] * * Anspruch 1 * * Abbildungen 1-4 *	1,2,4-6, 10-13	
Y	WO 2008/141650 A1 (HANS JENSEN LUBRICATORS AS [DK]; AAMAND JAN [DK]; BAK PEER [DK]) 27. November 2008 (2008-11-27) * Seite 1, Zeilen 1-11,25-30 * * Seite 7, Zeilen 8-10 * * Abbildungen 1,6-11 *	1,2,4-6, 10-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. September 2011	Prüfer Mallo López, Manuel
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 Patentdokument, 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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 11 16 5923

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.

15-09-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1582706	A2	05-10-2005	CN 1676888 A	05-10-2005
			CN 101054913 A	17-10-2007
			DK 1582706 T3	29-09-2008
			KR 20060045405 A	17-05-2006
			KR 20070041697 A	19-04-2007

EP 0368430	A2	16-05-1990	DE 68913910 D1	21-04-1994
			DE 68913910 T2	23-06-1994
			DK 524589 A	02-05-1990

EP 1426571	A2	09-06-2004	CN 1504670 A	16-06-2004
			DE 60311628 T2	21-06-2007
			DK 1426571 T3	21-05-2007
			JP 3806398 B2	09-08-2006
			JP 2004176660 A	24-06-2004
			KR 20040047560 A	05-06-2004

EP 1767751	A1	28-03-2007	KEINE	

WO 2008141650	A1	27-11-2008	CN 101715507 A	26-05-2010
			DK 176934 B1	31-05-2010
			EP 2147196 A1	27-01-2010
			JP 2010527425 A	12-08-2010
			KR 20100038298 A	14-04-2010
			US 2010162989 A1	01-07-2010

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 0028194 A [0004]
- EP 1505270 A1 [0018]
- EP 2177720 A1 [0032]
- EP 1426571 B1 [0036] [0097]
- EP 1582706 A [0039]
- EP 0368430 A [0040]
- EP 1582706 A2 [0041]
- EP 1767751 A1 [0043]