

(19)



(11)

EP 2 194 244 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.06.2010 Patentblatt 2010/23

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

(21) Anmeldenummer: **09175785.6**

(22) Anmeldetag: **12.11.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(72) Erfinder:
• **Amoser, Matthias, Dr.**
8492, Wila (CH)
• **Räss, Konrad**
8457, Humlikon (CH)

(30) Priorität: **02.12.2008 EP 08170463**

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

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

(54) **Detektionsvorrichtung und Verfahren zum Betreiben einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, sowie Hubkolbenbrennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Detektionsvorrichtung für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einem Zylinder (4), insbesondere langsam laufender Zweitakt-Grossdieselmotor, in welchem Zylinder (4) ein Kolben (5) entlang einer Lauffläche (2) zwischen einem unteren Totpunkt (UT) und einem oberen Totpunkt (OT) hin- und herbewegbar angeordnet ist, wobei eine von einer Dosiereinrichtung (6) mit einem Schmiermittel (7) gespeiste Schmiermitteldüse (61) derart in einer Zylinderwand (3) des Zylinders (4) vorgesehen ist, dass im Betriebszustand das Schmiermittel (7) mittels der Schmiermitteldüse (61) in den Zylinder (4) einbringbar ist. Erfindungsgemäss umfasst die Detektionsvorrichtung eine Senso-

reinrichtung (8) mit einer Ansteuereinheit (81), wobei die Ansteuereinheit (81) mit der Dosiereinrichtung (6) und einem Positionssensor (82), welcher Positionssensor (82) im Betriebszustand mit einem Innenraum (43) des Zylinders (4) messtechnisch kommunizierend in Verbindung steht, derart signalverbunden ist, dass im Betriebszustand in Bezug auf eine axiale Richtung (A) des Zylinders (4) eine Position (X) des Kolbens (5) mittels des Positionssensors (82) detektierbar ist, und die Hubkolbenbrennkraftmaschine in Abhängigkeit von der Position (X) des Kolbens (5) steuerbar und / oder regelbar ist. Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zum Betreiben einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, sowie eine Hubkolbenbrennkraftmaschine.

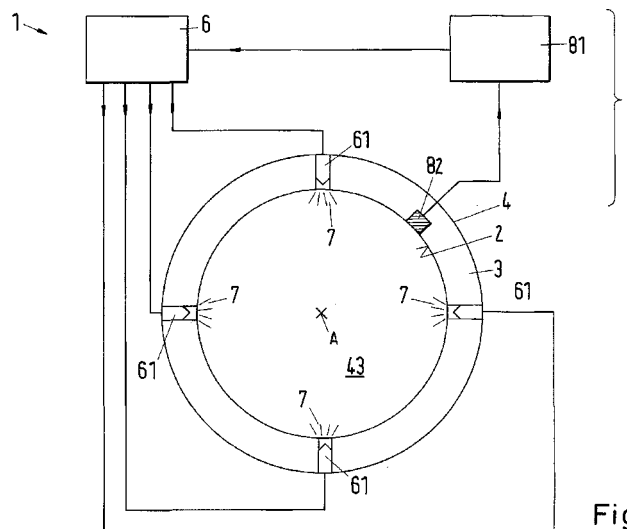


Fig.3

EP 2 194 244 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Detektionsvorrichtung, sowie ein Verfahren zum Betreiben, insbesondere zum Schmieren einer Lauffläche einer Zylinderwand eines Zylinders einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere eines langsam laufenden Grossdieselmotors, sowie eine Hubkolbenbrennkraftmaschine gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs der jeweiligen Kategorie.

[0002] Grossdieselmotoren 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 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. Damit kommt der komplexen Problematik der Schmierung von Grossdieselmotoren eine immer grössere Bedeutung zu.

[0003] Bei Grossdieselmotoren, 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.

[0004] 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 bei dieser Methode nicht grossflächig auf die Lauffläche der Zylinderwand, sondern mehr oder weniger punktuell zwischen die Kolbenringe auf die Seitenflächen des Kolbens aufgebracht.

[0005] 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 des Dralls, den die Spülluft und damit auch die fein darin verteilten Schmierölpartikel tragen, gegen die Lauffläche der Zylinderwand geschleudert.

[0006] Bei einem anderen Verfahren sind im sich bewegenden Kolben bevorzugt mehrere Schmiermitteldüsen untergebracht, so dass das Schmiermittel im wesentlichen über die gesamte Höhe der Lauffläche an beliebigen Stellen aufgebracht werden kann.

[0007] Dabei ist neben der Art und Weise wie das Schmiermittel auf die Lauffläche der Zylinderwand aufgebracht wird, auch die Dosierung und der Zeitpunkt zu dem das Schmiermittel in den Zylinder der Brennkraftmaschine eingebracht wird ein zentraler Punkt.

[0008] Die pro Zeit- und Flächeneinheit auf die Lauffläche aufzubringende Menge an Schmiermittel kann im Betrieb der Hubkolbenbrennkraftmaschine 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.

[0009] 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 hohem 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.

[0010] 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.

[0011] Ein weiteres Problem bei der Dosierung der aufzutragenden Schmiermittelmenge stellen zeitliche und / oder örtliche Schwankungen des Zustands des Schmiermittelfilms, insbesondere der Dicke des Schmiermittel-

films im Betriebszustand der Hubkolbenbrennkraftmaschine dar.

[0012] Selbstverständlich kann die notwendige Menge an Schmiermittel beispielsweise auch von unterschiedlichsten Betriebsparametern, wie der Drehzahl, der Verbrennungstemperatur, der Motortemperatur, der Kühlung zur Kühlung des Motors, der Last und vielen anderen Betriebsparametern mehr abhängig. So kann es möglich sein, dass bei gegebener Drehzahl und höherer Last eine andere Menge an Schmiermittel auf die Lauf-

[0013] 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 Zylinderlauf-
fläche, 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 Lauf-
fläche, 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.

[0014] 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.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] 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 Qualität 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.

[0018] Dabei sind durchaus auch differenziertere Methoden zur Regulierung der Schmiermittelmenge bekannt. So wird beispielsweise in der CH 613 495 eine Zylindervorrichtung für eine Kolbenbrennkraftmaschine offenbart, die zur Verhütung des Fressens von Kolbenringen während des Betriebs abnormale Reibungszustände der Kolbenringe mittels eines Temperatur- oder Vibrationsfühlers detektiert und beim Auftreten solcher Störungen die Schmierölmenge, die von einer bestimmten Schmierstelle abgegeben wird, erhöht. Die EP 0 652 426 zeigt ein Verfahren, bei welchem durch zyklisches Messen der Temperatur in der Zylinderwand das Auftreten von Scuffing bzw. Verschleissfressen anhand eines dafür charakteristischen Temperaturverlaufs erkannt wird und einer entsprechenden Schädigung durch eine automatische Leistungsreduzierung und / oder durch Erhöhung der Schmiermittelzufuhr entgegengewirkt wird. Eine weitere bekannte Methode zum frühzeitigen Erkennen von kritischen Betriebszuständen einer Brennkraftmaschine ist die in der EP 1 006 271 gezeigte Ultraschallmethode, bei welcher mittels in einem Zylinder angeordneten Ultraschallwandlers der Gegenlaufpartner mit Ultraschallsignalen beaufschlagt wird und die reflektierten Echosignale zur Bestimmung des Zustandes des Gegenlaufpartners herangezogen wird.

[0019] Allen den vorgenannten Vorrichtungen und Verfahren ist jedoch gemeinsam, dass der Ort des Auftretens von Verschleisserscheinungen, wie beginnendes Fressen der Kolbenringe oder das wohlbekannte Scuffing in der Lauffläche der Zylinderwand nur ungenügend genau oder gar nicht lokalisierbar sind. Das heisst, mit diesem bekannten Verfahren und Vorrichtungen ist zwar das Auftreten abnormaler Betriebszustände der Hubkolbenbrennkraftmaschine grundsätzlich feststellbar, jedoch können deren Ursachen nicht am Ort der Entstehung bekämpft werden, da mit den bekannten Methoden und Vorrichtungen der Ort der Entstehung im Zylinder nicht mit der notwendigen Ortsauflösung detektierbar ist. Was letztlich unter anderem bedeutet, dass die Dicke des Schmiermittelfilms bestenfalls ganz in der Nähe eventuell vorhandenen Sensoren, beispielsweise in der Nähe der oben erwähnten Ultraschallsensoren, zuverlässig bestimmt werden kann. Der Zustand des Schmiermittelfilms in seiner gesamten Ausdehnung über die Lauffläche der Zylinderwand ist dagegen nicht kontrollierbar.

[0020] Wird beispielsweise bei einer der vorgenannten bekannten Vorrichtung in einem bestimmten Zylinder das Auftreten von Kolbenfressen oder Scuffing detektiert, so wird für diesen Zylinder die Schmiermittelmenge so lange erhöht, bis der detektierte abnormale Betriebszustand wieder verschwindet und die diesem Zylinder

pro Zeiteinheit zugeführte Schmiermittelmenge wieder reduziert werden kann.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] Es ist unmittelbar klar, dass somit der Zeitpunkt der Schmieröleinspritzung unter anderem auch von statischen und dynamischen geometrischen Parametern des Motors abhängt, insbesondere von der Stellung des Kolbens zwischen UT und OT relativ zum Ort der Schmiermitteldüse. Das heisst, um eine optimale Schmiermittelspritzung 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.

[0027] Bisher wurde die Position X eines jeden Kolbens zwischen UT und OT im Zylinder dadurch bestimmt, dass nach verschiedenen Methoden der momentane Kurbelwinkel der Brennkraftmaschine für alle Kolben des Motors aus einer einzigen zentralen Kurbelwinkelmessung bestimmt wurde. Z.B. über einen Kettenantrieb, der direkt mit einer Welle zur Schmiermittelpumpe gekoppelt ist.

[0028] Ganz allgemein wird bis heute der momentane Kurbelwinkel der Brennkraftmaschine im Betriebszustand gemessen, und aus dieser zentralen Kurbelwinkelmessung die Stellung aller Kolbens 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.

[0029] Diese bisher verwendete Methode hat jedoch den entscheidenden Nachteil, dass die so berechneten Positionen der Kolben im Zylinder mit grossen Fehlern behaftet ist, die insbesondere unter speziellen Betriebsbedingungen, wie zum Beispiel unter Volllast, bei hoher oder voller Drehzahl oder anderen extremen Betriebsbedingungen eigentlich nicht zu tolerieren sind.

[0030] Aber auch unter normalen Betriebsbedingungen können diese Fehler, die dazu führen, 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.

[0031] 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 Torsionsbewegun-

gen der Kurbelwelle.

[0032] Das hat insbesondere zur Folge, dass der an einer bestimmten Stelle oder Baugruppe des Motors 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 Motors, oder der Drehzahl, oder einem anderen Betriebsparameter der Brennkraftmaschine 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.

[0033] Was das Problem noch verschärft ist die Tatsache, dass der Fehler für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine, die 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.

[0034] Dazu kommt, dass zur Feineinstellung des Motors bzw. zur Feineinstellung der Kompression in jedem Zylinder individuell der obere Totpunkt OT 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.

[0035] Da diese Korrekturfaktoren jedoch wie erwähnt nicht bekannt sind, wird bei der bisher durchgeführten Berechnung der Position des Kolbens im Zylinder der Fehler meistens noch verstärkt.

[0036] Diese Probleme sind jedoch nicht nur für die Einstellung der Schmiermitteleinspritzung relevant, sondern auch andere Einrichtungen bzw. beim Betrieb der Hubkolbenbrennkraftmaschine ablaufende Vorgänge müssen bzw. können vorteilhaft in Abhängigkeit von der Position des Kolbens im Zylinder eingestellt bzw. gesteuert und / oder geregelt werden. Beispiele sind unter an-

derem der Zeitpunkt und / oder die Dauer und / oder Intensität bzw. Menge der Treibstoffeinspritzung in den Zylinder, die Steuerung und / oder Regelung des Auslassventils, der Zeitpunkt und / oder die Dauer und / oder die Intensität bzw. Menge des Einbringens der Startluft zum Starten der Hubkolbenbrennkraftmaschine, oder die Steuerung und / oder Regelung eines Schwingungstilgers, der auch Schwingungsbalancer genannt wird.

[0037] Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine verbesserte Hubkolbenbrennkraftmaschine und insbesondere eine verbesserte Schmiervorrichtung und ein verbessertes Verfahren zum Betreiben einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere zum Schmieren einer Lauffläche eines Zylinders einer Hubkolbenbrennkraftmaschine vorzuschlagen, durch die die zuvor geschilderten Probleme vermieden werden und durch deren Einsatz eine verbesserte Steuerung und / oder Regelung verschiedener Komponenten bzw. Prozesse im Betrieb der Hubkolbenbrennkraftmaschine ermöglicht werden und insbesondere ein optimaler Zeitpunkt für das Einbringen des Schmieröls in den Zylinder bestimmt werden kann.

[0038] Die diese Aufgaben in apparativer und verfahrenstechnischer Hinsicht lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs der jeweiligen Kategorie gekennzeichnet.

[0039] Die jeweiligen abhängigen Ansprüche beziehen sich auf besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

[0040] Die Erfindung betrifft somit eine Detektionsvorrichtung für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einem Zylinder, insbesondere langsam laufender Zweitakt-Grossdieselmotor, in welchem Zylinder ein Kolben entlang einer Lauffläche zwischen einem unteren Totpunkt und einem oberen Totpunkt hin- und herbewegbar angeordnet ist, wobei eine von einer Dosiereinrichtung mit einem Schmiermittel gespeiste Schmiermitteldüse derart in einer Zylinderwand des Zylinders vorgesehen ist, dass im Betriebszustand das Schmiermittel mittels der Schmiermitteldüse in den Zylinder einbringbar ist. Erfindungsgemäss umfasst die Detektionsvorrichtung eine Sensoreinrichtung mit einer Ansteuereinheit, wobei die Ansteuereinheit mit der Dosiereinrichtung und einem Positionssensor, welcher Positionssensor im Betriebszustand mit einem Innenraum des Zylinders messtechnisch kommunizierend in Verbindung steht, derart signalverbunden ist, dass im Betriebszustand in Bezug auf eine axiale Richtung des Zylinders eine Position des Kolbens mittels des Positionssensors detektierbar ist, und die Hubkolbenbrennkraftmaschine in Abhängigkeit von der Position des Kolbens steuerbar und / oder regelbar ist.

[0041] Die Erfindung betrifft in einem speziellen Ausführungsbeispiel eine Schmiervorrichtung zum Schmieren einer Lauffläche einer Zylinderwand eines Zylinders einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere eines langsam laufenden Zweitakt-Grossdieselmotors. Im Zylinder ist ein Kolben entlang der Lauffläche zwischen einem unteren Totpunkt und einem oberen Totpunkt hin-

und herbewegbar angeordnet, wobei eine von einer Dosiereinrichtung mit einem Schmiermittel gespeiste Schmiermitteldüse derart in der Zylinderwand vorgesehen ist, dass im Betriebszustand das Schmiermittel mittels der Schmiermitteldüse in den Zylinder einbringbar ist. Erfindungsgemäss ist eine Sensoreinrichtung mit einer Ansteuereinheit vorgesehen, wobei die Ansteuereinheit mit der Dosiereinrichtung und einem Positionssensor, welcher Positionssensor im Betriebszustand mit einem Innenraum des Zylinders messtechnisch kommunizierend in Verbindung steht, derart signalverbunden ist, dass im Betriebszustand in Bezug auf eine axiale Richtung des Zylinders eine Position des Kolbens mittels des Positionssensors detektierbar ist. Das Schmiermittel ist dabei in Abhängigkeit von der detektierten Position des Kolbens durch die Schmiermitteldüse in den Zylinder einbringbar.

[0042] Durch die vorliegende Erfindung ist es erstmals möglich, unabhängig vom Kurbelwinkel der Brennkraftmaschine die axiale Position des Kolbens im Zylinder direkt zu bestimmen bzw. zu messen. Damit ist es beispielsweise auch erstmals möglich, den Zeitpunkt bzw. das Zeitintervall für das Einbringen des Schmiermittels in den Zylinder optimal festzulegen.

[0043] Aber auch andere Einrichtungen bzw. beim Betrieb der Hubkolbenbrennkraftmaschine ablaufende Vorgänge können durch die vorliegende Erfindung vorteilhaft in Abhängigkeit von der exakten, das heisst der tatsächlichen Position des Kolbens im Zylinder eingestellt bzw. gesteuert und / oder geregelt werden. Beispiele sind unter anderem der Zeitpunkt und / oder die Dauer und / oder Intensität bzw. Menge der Treibstoffeinspritzung in den Zylinder, die Steuerung und / oder Regelung des Auslassventils, der Zeitpunkt und / oder die Dauer und / oder die Intensität bzw. Menge des Einbringens der Startluft zum Starten der Hubkolbenbrennkraftmaschine, das gezielte Abziehen von Verbrennungsgasen, Schmieröl oder anderer Stoffe dem Zylinder der Brennkraftmaschine oder zum Beispiel die Steuerung und / oder Regelung eines Schwingungstilgers, der auch Schwingungsbalancer genannt wird.

[0044] Ein Schwingungstilger erzeugt bekanntermassen eine definierte Kraft in eine definierte Richtung entgegen einer inneren Motorkraft. Der Schwingungstilger muss daher synchron zu dieser Motorkraft d.h. synchron zur Kurbelwelle arbeiten. Falls der Schwingungstilger nicht direkt von der Kurbelwelle angetrieben ist, muss die Antriebseinheit, also der Motor des Schwingungstilgers von der Hubkolbenbrennkraftmaschine, die z.B. ein Zweitakt-Grossdieselmotor ist, Impulse erhalten, die den Schwingungstilger mit dem Motor synchronisieren. Dazu kann zum Beispiel die gemäss der vorliegenden Erfindung ermittelte tatsächliche Kolbenposition vorteilhaft verwendet werden.

[0045] Dadurch, dass gemäss der Erfindung die Position des Kolbens durch eine direkte Messung und nicht indirekt über die Messung des Kurbelwinkels bestimmt wird, ist die erfindungsgemäss bestimmte Position des

Kolbens im Zylinder auch nicht mehr durch die oben beschriebenen Fehler aufgrund der Elastizität des Motors, der dynamischen Schwingungs- und Torsionsbewegungen oder aufgrund der Feinjustierung der Kompression mittels Compression Shims oder anderer Fehlereinflüsse verfälscht.

[0046] Auch unterschiedliche statische oder dynamische Betriebsparameter sind als Fehlerquellen praktisch völlig ausgeschlossen, weil die Position des Kolbens direkt gemessen wird und nicht aus einer Messung des Kurbelwinkels indirekt mathematisch abgeleitet wird.

[0047] Wird der Motor z.B. bei gleicher Drehzahl unter zwei unterschiedlichen Lastbedingungen betrieben, so führt das bei der aus dem Stand der Technik bekannten Berechnungsmethode zwangsläufig dazu, dass bei einer ersten Lastbedingung und bei einer zweiten anderen Lastbedingung aus dem gleichen gemessenen Kurbelwinkel auch die gleiche Position eines bestimmten Kolbens im Zylinder berechnet wird.

[0048] Dieses Berechnungsergebnis wird jedoch in der Regel falsch sein, da bei zwei unterschiedlichen Lastbedingungen, auch bei gleicher Drehzahl, das dynamische Schwingungs- und Torsionsverhalten des Motors unterschiedlich sein wird. Das hat zur Folge, dass ein und derselbe Kolben bei der gleichen Drehzahl und dem gleichen gemessenen Kurbelwinkel tatsächlich eine andere Position zwischen unterem Totpunkt UT und unterem Totpunkt OT im Zylinder einnimmt, was die aus dem Stand der Technik bekannte Methode grundsätzlich nicht berücksichtigen kann.

[0049] Das ist erstmals mit der erfindungsgemässen Methode möglich, weil sie die Position des Kolbens direkt misst und nicht aus einem gemessenen Wert des Kurbelwinkels bestimmt, der höchstens schlecht und mit grossen Fehlern behaftet mit der tatsächlichen Position des Kolbens im Zylinder korreliert ist.

[0050] Bei einem speziellen Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Detektionsvorrichtung ist der Positionssensor im Bereich der Zylinderwand angeordnet, wobei bevorzugt, aber nicht zwingend mindestens zwei in Bezug auf die axiale Richtung des Zylinders versetzte Positionssensoren für ein und denselben Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine vorgesehen sind.

[0051] Dadurch, dass mindestens zwei, eventuell sogar drei vier oder mehr Positionssensoren in ein und demselben Zylinder angeordnet werden, kann die Messgenauigkeit zur Bestimmung der genauen Position des entsprechenden Kolbens im Zylinder im Bedarfsfall signifikant erhöht werden.

[0052] Dabei ist es möglich, wie oben bereits erwähnt, dass zwei oder mehr in Bezug auf die axiale Richtung des Zylinders versetzte Positionssensoren für ein und denselben Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine vorgesehen sind. Dabei können auch alternativ oder zusätzlich zwei oder mehr in Bezug auf die axiale Richtung des Zylinders nicht versetzte Positionssensoren für ein und denselben Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine vorgesehen sein. Das heisst, es können auch

zwei oder mehr Sensoren auf gleicher axialer Position in Umfangsrichtung in der Zylinderwand platziert sein, wodurch ebenfalls die Messgenauigkeit erhöht werden kann.

[0053] In der Regel wird für jeden Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine mindestens ein Positionssensor vorgesehen, damit die genaue Position des Kolbens in jedem Zylinder individuell bestimmbar ist.

[0054] In einem für die Praxis wichtigen Ausführungsbeispiel ist mindestens ein Positionssensor in Bezug auf die axiale Richtung des Zylinders im wesentlichen auf der gleichen Höhe wie die Schmiermitteldüse im Bereich der Zylinderwand angeordnet. Dadurch erfolgt im Speziellen die Positionsbestimmung des Kolbens zeitlich stark korreliert mit dem Zeitpunkt des Einspritzens des Schmiermittels. Dies ist insbesondere dann, aber nicht nur dann von Vorteil, wenn das Schmiermittel z.B. direkt auf die vorbeilaufende Kolbenwand, z.B. direkt in das Kolbenringpaket des Kolbens eingespritzt werden soll. Dadurch dass der Zeitpunkt der Messung der Position des Kolbens und der daraus abgeleitete Einspritzzeitpunkt für das Schmiermittel sehr dicht zusammen liegen, kann eine besonders präzise Einspritzung gewährleistet werden.

[0055] Es versteht sich, dass in speziellen Fällen oder für bestimmte Anwendungen bzw. je nach Verfahren, nach dem zum Beispiel das Schmiermittel in den Zylinder eingebracht wird, der Positionssensor z.B. auch oberhalb eines oberen Totpunktes des Kolbens im Zylinder angeordnet sein kann, zum Beispiel in der Zylinderwand oberhalb des oberen Totpunktes oder aber auch im oder im Bereich des Zylinderdeckels angeordnet sein kann. Das kann zum insbesondere dann vorteilhaft der Fall sein, wenn der Positionssensor ein Drucksensor ist, der den Druck bzw. den zeitlichen Druckverlauf zur Bestimmung der Position des Kolbens im Zylinder misst.

[0056] Es versteht sich, dass als Positionssensor auch an anderer Stelle im Zylinder, z.B. im Bereich der Schmiermitteldüse vorteilhaft ein Drucksensor als Positionssensor vorgesehen sein kann. Wird ein Drucksensor als Positionssensor verwendet, so wird aus dem gemessenen Druck und / oder aus dem zeitlichen Verlauf des Drucks im Zylinder die Position des Kolbens bestimmt, wobei vorteilhaft, aber nicht notwendigerweise eine Look-up Tabelle verwendet wird, in der verschiedene Maschinen oder Betriebszustand spezifische Parameter abgelegt sind, aus denen sich dann anhand der mit dem Positionssensor ermittelten Druckdaten die axiale Position des Kolbens im Zylinder und damit der genaue Zeitpunkt zum einspritzen des Schmiermittels mittels der Schmiermitteldüse ermitteln lässt. Es versteht sich, dass die nachfolgend beschriebene Verwendung einer Look-up Tabelle nicht auf die Verwendung von Drucksensoren beschränkt ist sondern auch vorteilhaft in Verbindung mit anderen Typen von Positionssensoren verwendet werden kann, die weiter unten noch diskutiert werden.

[0057] Dabei wird bevorzugt der Zeitpunkt oder das

Zeitintervall für die Einbringung des Schmiermittels in den Zylinder in Abhängigkeit von verschiedenen Betriebsparametern der Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere in Abhängigkeit von der Drehzahl und / oder der Last und / oder der Zylindertemperatur und / oder anderen Betriebsparametern und / oder in Abhängigkeit von der Zusammensetzung eines Brennstoffs und / oder des Schmiermittels und / oder anderer Betriebsstoffe, mit Hilfe der Look-up Table, die in Form eines mehrdimensionalen Datenfeldes vorliegen kann, bestimmt, und der Zeitpunkt bzw. das Zeitintervall für das Einbringen des Schmiermittels in den Zylinder mittels der Schmiermitteldüsen optimiert.

[0058] In der Look-up Tabelle, die beispielsweise als Datenbank in eine Datenverarbeitungsanlage, die Teil der Ansteuerungseinheit sein kann, geladen wird, sind wichtige, für die Ermittlung der optimalen relevanten zeitlichen Daten für die Schmieröleinspritzung gespeichert. Im speziellen können mit geeigneten Einrichtungen, die im wesentlichen für Hubkolbenbrennkraftmaschinen bereits bekannt sind, zusätzlich aktuelle Betriebsparameter wie beispielsweise Drehzahl und / oder Last und / oder die Zylindertemperatur und / oder die Temperatur im Brennraum und / oder andere aktuelle Betriebsparameter bestimmt werden, aus denen dann zusammen mit den in der Look-up Tabelle hinterlegten Daten und der Messung des Positionssensors ein Sollwert für den Zeitpunkt bzw. das Zeitintervall der Schmiermitteleinspritzung für jeden Betriebszustand bestimmt wird.

[0059] 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.

[0060] 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.

[0061] Es versteht sich, dass im Prinzip jeder Sensor vorteilhaft als Positionssensor verwendet werden kann, mit welchem sich mit hinreichender Genauigkeit die Position des Kolbens im Zylinder ermitteln lässt. So kann der Positionssensor ein elektrischer Positionssensor sein. Wie zum Beispiel ein an sich bekannter kapazitiver Sensor oder ein induktiver sein, mit welchem sich bei Annäherung oder passieren des Kolbens am Sensor eine Kapazität des kapazitiven Sensors oder eine Induktivität des induktiven Sensors ändert, so dass daraus die Po-

sition des Kolbens und damit der Zeitpunkt zum Einbringen des Schmieröls bestimmt werden kann.

[0062] Auch andere Typen von Sensoren sind denkbar, wie zum Beispiel aktive oder passive Ultraschallsensoren, oder Körperschallsensoren, die zum Beispiel den piezoelektrischen Effekt zur Messung ausnutzen oder optische Sensoren oder eben jeder andere geeignete Sensor, mit welchem sich die Position des Kolbens im Zylinder geeignet bestimmen lässt, im besonderen auch als Funktion der Zeit bestimmen lässt.

[0063] Es ist klar, dass in ein und demselben Zylinder je nach Anforderung, zum Beispiel je nach Anforderung an die Genauigkeit zur Bestimmung des Zeitpunkts oder des Zeitintervalls für die Schmieröleinspritzung auch jegliche Kombination unterschiedlicher Sensortypen vorgesehen sein kann, mit der sich besonders vorteilhaft die Position des Kolbens im Zylinder bzw. der zeitliche Verlauf der Position des Kolbens im Zylinder bestimmen lässt.

[0064] Auch wenn im Rahmen dieser Anmeldung das Einbringen von Schmieröl in den Zylinder sehr detailliert beschrieben ist, bezieht sich die Erfindung nicht auf das Einbringen von Schmieröl allein, sondern in speziellen Ausführungsbeispielen kann mittels der erfindungsgemässen Detektionsvorrichtung selbstverständlich zum Beispiel auch eine Einspritzung von Kraftstoff in den Zylinder und / oder eine Ansteuerung eines Auslassventils des Zylinders und / oder das Einbringen einer Startluft in den Zylinder und / oder ein Schwingungstilger der Hubkolbenbrennkraftmaschine in Abhängigkeit von der detektierten Position des Kolbens steuerbar und / oder regelbar sein.

[0065] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betreiben einer Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einem Zylinder, insbesondere langsam laufender Zweitakt-Grossdieselmotor, in welchem Zylinder ein Kolben entlang der Lauffläche zwischen einem unteren Totpunkt und einem oberen Totpunkt hin- und herbewegbar angeordnet wird, wobei eine von einer Dosiereinrichtung mit einem Schmiermittel gespeiste Schmiermitteldüse in der Zylinderwand vorgesehen wird, und ein Schmiermittel mittels der Schmiermitteldüse in den Zylinder eingebracht wird, wobei eine Detektionsvorrichtung mit einer Sensoreinrichtung umfassend eine Ansteuereinheit vorgesehen wird, wobei die Ansteuereinheit mit einem mit einem Innenraum des Zylinders messtechnisch kommunizierenden Positionssensor signalverbunden wird, in Bezug auf eine axiale Richtung des Zylinders eine Position des Kolbens mittels des Positionssensors detektiert wird, und die Hubkolbenbrennkraftmaschine in Abhängigkeit von der detektierten Position des Kolbens gesteuert und / oder geregelt wird.

[0066] Die Erfindung betrifft in einem speziellen Ausführungsbeispiel ein Verfahren zum Schmieren einer Lauffläche einer Zylinderwand eines Zylinders einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere eines langsam laufenden Zweitakt-Grossdieselmotors. Im Zylinder wird ein Kolben entlang der Lauffläche zwischen

einem unteren Totpunkt und einem oberen Totpunkt hin- und herbewegbar angeordnet, wobei eine von einer Dosiereinrichtung mit einem Schmiermittel gespeiste Schmiermitteldüse in der Zylinderwand vorgesehen und ein Schmiermittel mittels der Schmiermitteldüse in den Zylinder eingebracht wird. Erfindungsgemäss wird eine Sensoreinrichtung mit einer Ansteuereinheit vorgesehen, wobei die Ansteuereinheit mit der Dosiereinrichtung und einem mit einem Innenraum des Zylinders messtechnisch kommunizierenden Positionssensor signalverbunden wird. In Bezug auf eine axiale Richtung des Zylinders wird eine Position des Kolbens mittels des Positionssensors detektiert, und das Schmiermittel wird in Abhängigkeit von der detektierten Position des Kolbens durch die Schmiermitteldüse in den Zylinder eingebracht.

[0067] In einem speziellen Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Verfahrens werden mehrere Positionssensoren für ein und denselben Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine vorgesehen.

[0068] Bei einem für die Praxis besonders wichtigen Beispiel wird das Schmiermittel in den Innenraum des Zylinders eingebracht bevor der Kolben bei seiner Bewegung entlang der axialen Richtung die Schmiermitteldüse passiert.

[0069] In einem anderen, für die Praxis ebenso bedeutenden Verfahren wird das Schmiermittel in den Innenraum des Zylinders eingebracht während der Kolben bei seiner Bewegung entlang der axialen Richtung die Schmiermitteldüse passiert, wobei im Speziellen das Schmiermittel auf bzw. in das Kolbenringpaket des Kolbens gespritzt wird.

[0070] Bei einem weiteren speziellen Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Verfahrens wird eine Einspritzung von Kraftstoff in den Zylinder und / oder eine Ansteuerung eines Auslassventils des Zylinders und / oder das Einbringen einer Startluft in den Zylinder und / oder ein Schwingungstilger der Hubkolbenbrennkraftmaschine in Abhängigkeit von der detektierten Position des Kolbens gesteuert und / oder geregelt.

[0071] Wie oben bereits beschrieben, kann vorteilhaft die Position des Kolbens in Bezug auf die axiale Richtung in Höhe der Position der Schmiermitteldüse detektiert werden.

[0072] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Verfahrens wird die Position des Kolbens oberhalb des oberen Totpunktes mit dem Positionssensor detektiert, insbesondere mit einem Positionssensor, der in der Zylinderwand oder am Zylinderdeckel oberhalb des oberen Totpunktes vorgesehen wird, wobei der Positionssensor bevorzugt, aber nicht notwendig ein Drucksensor oder ein aktiver oder passiver Ultraschallsensor oder ein Körperschallsensor ist.

[0073] Insbesondere kann wie oben bereits ausführlich beschrieben ganz generell jede Art von geeignetem Positionssensor vorgesehen werden, insbesondere auch jede geeignete Art elektrischer Sensor.

[0074] Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einer weiter oben be-

schriebenen Detektionsvorrichtung welche im Betriebszustand gemäss einem Verfahren der vorliegenden Erfindung betrieben wird.

[0075] Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Zylinder eines Zweitakt-Grossdieselmotors mit einer erfindungsgemässen Schmier-
vorrichtung;
- Fig. 2 schematisch eine Vorrichtung zur Durchfüh-
rung eines Verfahren unter Verwendung einer
Look-up Tabelle;
- Fig. 2a eine Lookup-Tabelle zur Ermittlung eines Soll-
werts für den Zeitpunkt oder die Zeitdauer der
Schmiermitteleinspritzung;
- Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfin-
dungsgemässen Schmiervorrichtung;

[0076] In Fig. 1 ist schematisch ein Zylinder eines Zweitakt-Grossdieselmotors mit einer erfindungsgemässen Schmiervorrichtung 1 im Schnitt dargestellt. Der Zweitakt-Grossdieselmotor der Fig. 1 umfasst eine Mehrzahl von Zylindern 4, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit exemplarisch nur ein Zylinder 4 dargestellt ist. Der Zylinder 4 umfasst eine Zylinderwand 3, die einen Innenraum 43 des Zylinders 4 in an sich bekannter Weise in Umfangsrichtung begrenzt. Innerhalb des Zylinders 4 ist ein Kolben 5 vorgesehen, der bezüglich einer axialen Richtung A des Zylinders 4 entlang einer Lauffläche 2 der Zylinderwand 3 hin- und herbewegbar angeordnet ist. Die Lauffläche 2 ist im speziellen Beispiel der Fig. 1 auf einer Oberflächenschicht 42 vorgesehen, die auf eine Zylinderwandoberfläche 41 z.B. durch thermisches Spritzen aufgebracht ist. In der Zylinderwand 3 ist mindestens eine Schmiermitteldüse 61 angeordnet, die von einer Dosiereinrichtung 6 in an sich bekannter Weise mit Schmiermittel 7 gespeist wird, so dass im Betriebszustand ein Schmiermittelfilm auf die Lauffläche 2 der Zylinderwand 3 aufgebracht werden kann.

[0077] Erfindungsgemäss ist eine Sensoreinrichtung 8 mit einer Ansteuereinheit 81 vorgesehen, und die Ansteuereinheit 81 steht mit der Dosiereinrichtung 6 und einem Positionssensor 82, welcher Positionssensor 82 im Betriebszustand mit dem Innenraum 43 des Zylinders 4 messtechnisch kommunizierend in Verbindung steht, derart signalverbunden ist, dass im Betriebszustand in Bezug auf die axiale Richtung A des Zylinders 4 eine Position X des Kolbens 5 mittels des Positionssensors 82 detektierbar ist, und das Schmiermittel 7 in Abhängigkeit von der detektierten Position X des Kolbens 5 durch die Schmiermitteldüse 61 in den Zylinder 3 einbringbar ist.

[0078] Im Beispiel der Fig. 1 ist exemplarisch ein elektrischer Positionssensor 82 gezeigt, mit welchem die Position X des Kolbens 5 im Betriebszustand des Zweitakt-

Grossdieselmotors detektiert wird.

[0079] Dabei ist in Fig. 1 exemplarisch jeweils nur eine Schmiermitteldüse 61 und nur ein Positionssensor 82 dargestellt. Es versteht sich, dass jeder Zylinder 4 der Hubkolbenbrennkraftmaschine jeweils mehrere gleichartige oder verschiedenartige Positionssensoren 82 und mehrere Schmiermitteldüsen 61 aufweisen können, die geeignet an verschiedenen Stellen in und / oder an der Zylinderwand 3 vorgesehen sein können.

[0080] Die Ansteuereinheit 81 umfasst dabei bevorzugt eine hier nicht explizit dargestellte Datenverarbeitungsanlage, mit welcher die Signale des Positionssensors 82 ausgewertet werden können, so dass die Schmiermitteldüse 61 derart angesteuerbar ist, dass das Schmiermittel 7 zu einem optimalen Zeitpunkt in den Zylinder 4 einbringbar ist. Im speziellen Beispiel der Fig. 1 ist die Schmiervorrichtung 1 so ausgestaltet und wird so betrieben, dass das Schmiermittel auf das Kolbenhemd, bevorzugt in die Kolbenringpackung gespritzt wird.

[0081] In Fig. 2 ist schematisch eine besonders bevorzugte Ausführungsvariante mit zwei Positionssensoren 82 zur Durchführung eines erfindungsgemässen Verfahrens dargestellt, wobei ein Sollwert für den Zeitpunkt und / oder für die Zeitdauer des Einspritzens des Schmiermittels 7 in den Zylinder 4 in Abhängigkeit von verschiedenen Betriebsparametern B der Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere in Abhängigkeit von der Drehzahl und / oder der Last und / oder der Zylinder-
temperatur und / oder eines anderen Betriebsparameters B und / oder in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des verwendeten Brennstoffs und / oder des Schmiermittels und / oder anderer Betriebsstoffe, mit Hilfe einer Look-up Table LT, die hier im speziellen Beispiel in Form eines mehrdimensionalen Datenfeldes vorliegt, bestimmt wird. Der Zeitpunkt bzw. die Dauer der Schmiermitteleinspritzung wird dabei im Betriebszustand der Hubkolbenbrennkraftmaschine auf den mit Hilfe der Look-up Tabelle LT ermittelten Sollwert optimiert.

[0082] Mittels des Positionssensors 8, der zum Beispiel ein passiver Körperschallsensor zur Detektion von Körperschallwellen aus der Hubkolbenbrennkraftmaschine ist und der selbstverständlich auch z.B. in einem hier nicht dargestellten Zylinderdeckel und / oder in einem dem Zylinder 4 benachbarten Bauteil der Hubkolbenbrennkraftmaschine angeordnet sein kann, wird zum Beispiel eine mit der aktuellen Position X des Kolbens 5 bzw. eine mit dem zeitlichen Verlauf der Position X korrespondierende Messgrösse gemessen und der gemessene Wert der Ansteuereinheit 81, die insbesondere eine Datenverarbeitungsanlage sowie Regelmittel umfasst, zugeführt. Dabei sind bevorzugt, wie in Fig. 2 schematisch dargestellt, mehrere in axialer Richtung A zueinander versetzte Positionssensoren 82 zur Bestimmung der Position X des Kolbens 5 vorgesehen.

[0083] Wenn die Positionssensoren 82 zum Beispiel, wie zuvor erwähnt, passive Körperschallsensoren 82 sind, so kann unter anderem durch Ermittlung von Laufzeitunterschieden der von den Positionssensoren 82 de-

tektierten 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 5 insbesondere auch zeitabhängig bestimmt werden.

[0084] Es versteht sich, dass anstatt von Körperschallsensoren 82 in der Praxis vorteilhaft auch andere Typen von Positionssensoren 82 einsetzbar sind. Besonders bevorzugt kommen wie in Fig. 3 beschrieben auch Drucksensoren 82 zum Einsatz, mit welchen der Gasdruck bzw. die Zeitabhängigkeit des Gasdrucks im Inneren des Zylinders 4 messen lässt, Druckkngrößen, die in charakteristischer Weise mit der Position X des Kolbens 5 im Zylinder 4 zusammenhängen.

[0085] Aber auch andere Typen von Sensoren können vorteilhaft verwendet werden, wie zum Beispiel ein elektrischer Positionssensor 82, der im Beispiel der Fig. 4 ein induktiver Positionssensor 82 ist. Je nach verwendetem Sensortyp kann der Kolben 5 auch noch ein Markierungsmittel, z.B. ein magnetisches Markierungsmittel enthalten, so dass der Kolben 5 vom Positionssensor 82 besser erkannt wird.

[0086] 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 der Hubkolbenbrennkraftmaschine ermitteln und diese gegebenenfalls zusätzlich der Ansteuereinrichtung 81 zuführen.

[0087] Zur Ermittlung eines Sollwerts für den Zeitpunkt und / oder die Zeitdauer der Einspritzung des Schmiermittels 7 in den Zylinder 4 kann eine Look-upTabelle LT herangezogen, die in schematischer Weise beispielhaft in Fig. 2a dargestellt ist. Die Look-upTabelle LT ist dabei ein zwei- oder mehrdimensionales Datenfeld, mit dessen Hilfe zum Beispiel aus verschiedenen relevanten aktuellen und / oder für die Hubkolbenbrennkraftmaschine 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 7 in den Zylinder 4 ermittelt wird. Der so ermittelte Sollwert wird mit der durch den Positionssensor 82 ermittelte Position X des Kolbens 5, also hier der tatsächlichen Position X des Kolbens 5 im Zylinder 4 in Beziehung gesetzt. Daraus wird sodann mit Hilfe der Ansteuereinheit 81 ein Signal an die Dosiereinrichtung 6 zur Ansteuerung der Schmiermitteldüse 61 generiert, so dass die Schmiermitteldüse 61 zum richtigen Zeitpunkt und für die richtige Zeitdauer Schmiermittel 7 in den Zylinder 4 einbringt.

[0088] Das heisst, in der Look-upTabelle LT sind verschiedene, für die Ermittlung eines optimalen Schmiermitteleintrags in den Zylinder 4 relevanten Daten gespeichert. Zusätzlich werden bevorzugt mit geeigneten Einrichtungen, die im wesentlichen für Hubkolbenbrenn-

kraftmaschinen bereits bekannt sind, aktuelle Betriebsparameter B wie beispielsweise Drehzahl und / oder Last und / oder Zylindertemperatur und / oder die Temperatur im Brennraum und / oder andere aktuelle Betriebsparameter B bestimmt, aus denen dann gemeinsam mit den in der Lookup-Table LT hinterlegten Daten der Sollwert für einen optimalen Schmiermitteleintrag in den Zylinder 4 für jeden Betriebszustand immer wieder neu bestimmt wird. 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 selbst, für den optimalen Schmiermitteleintrag eine zentrale Rolle spielen können, können auch diese zur Ermittlung des Sollwerts vorteilhaft herangezogen und im Betrieb durch geeignete Messeinrichtung ständig überwacht werden.

[0089] In Fig. 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Schmiervorrichtung schematisch dargestellt. Die Fig. 3 zeigt einen Querschnitt durch einen Zylinder 4 gemäss Fig. 2 entlang der Schnittlinie 1-1. Aus der Darstellung der Fig. 3 ist ersichtlich, dass auf der axialen Höhe des darstellungsgemäss unteren Positionssensors 82 mehrere Schmiermitteldüsen 61, im vorliegenden Fall vier Schmiermitteldüsen 61 auf einer gemeinsamen axialen Position in der Zylinderwand 3 vorgesehen sind, wodurch die Schmierung in Umfangsrichtung optimiert werden kann. Der einzige Unterschied zur Vorrichtung der Fig. 2 besteht darin, dass die Positionssensoren 82 Drucksensoren 82 sind und dass zur Auswertung der Sensorsignale keine Look-up Tabelle verwendet wird.

[0090] Es versteht sich dabei von selbst, dass auch in axialer Richtung zueinander versetzte Schmiermitteldüsen 61 vorgesehen sein können und in bestimmten Fällen auch die Signale von Drucksensoren 82 unter Verwendung von Look-up Tabellen ausgewertet werden können.

[0091] 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.

Patentansprüche

1. Detektionsvorrichtung für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einem Zylinder (4), insbesondere langsam laufender Zweitakt-Grossdieselmotor, in welchem Zylinder (4) ein Kolben (5) entlang einer Lauffläche (2) zwischen einem unteren Totpunkt (UT) und einem oberen Totpunkt (OT) hin- und herbewegbar angeordnet ist, wobei eine von einer Dosiereinrichtung (6) mit einem Schmiermittel (7) gespeiste Schmiermitteldüse (61) derart in einer Zylinderwand (3) des Zylinders (4) vorgesehen ist, dass

- im Betriebszustand das Schmiermittel (7) mittels der Schmiermitteldüse (61) in den Zylinder (4) einbringbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Detektionsvorrichtung eine Sensoreinrichtung (8) mit einer Ansteuereinheit (81) umfasst, und die Ansteuereinheit (81) mit der Dosiereinrichtung (6) und einem Positionssensor (82), welcher Positionssensor (82) im Betriebszustand mit einem Innenraum (43) des Zylinders (4) messtechnisch kommunizierend in Verbindung steht, derart signalverbunden ist, dass im Betriebszustand in Bezug auf eine axiale Richtung (A) des Zylinders (4) eine Position (X) des Kolbens (5) mittels des Positionssensors (82) detektierbar ist, und die Hubkolbenbrennkraftmaschine in Abhängigkeit von der Position (X) des Kolbens (5) steuerbar und / oder regelbar ist.
2. Detektionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Positionssensor (82) im Bereich der Zylinderwand (3) angeordnet ist, und / oder wobei mindestens zwei in Bezug auf die axiale Richtung (A) des Zylinders (4) versetzte Positionssensoren (82) für ein und denselben Zylinder (4) der Hubkolbenbrennkraftmaschine vorgesehen sind.
 3. Detektionsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Positionssensor (82) in Bezug auf die axiale Richtung (A) des Zylinders (4) im wesentlichen auf der gleichen Höhe wie die Schmiermitteldüse (61) im Bereich der Zylinderwand (3) angeordnet ist und / oder wobei der Positionssensor (82) oberhalb eines oberen Totpunktes (OT) angeordnet ist.
 4. Detektionsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Positionssensor (82) ein Drucksensor (82) ist, und / oder wobei der Positionssensor ein elektrischer Positionssensor (82) ist.
 5. Detektionsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine Schmiervorrichtung zum Schmieren der Lauffläche (2) der Zylinderwand (3) des Zylinders (4) vorgesehen ist, mit welcher Schmiervorrichtung ein Schmiermittel (7) in Abhängigkeit von der detektierten Position (X) des Kolbens (5) durch die Schmiermitteldüse (61) in den Zylinder (3) einbringbar ist.
 6. Detektionsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine Einspritzung von Kraftstoff in den Zylinder (4) und / oder eine Ansteuerung eines Auslassventils des Zylinders (4) und / oder das Einbringen einer Startluft in den Zylinder (4) und / oder ein Schwingungstilger der Hubkolbenbrennkraftmaschine in Abhängigkeit von der detektierten Position (X) des Kolbens (5) steuerbar und / oder regelbar ist.
 7. Verfahren zum Betreiben einer Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einem Zylinder (4), insbesondere langsam laufender Zweitakt-Grossdieselmotor, in welchem Zylinder (4) ein Kolben (5) entlang der Lauffläche (2) zwischen einem unteren Totpunkt (UT) und einem oberen Totpunkt (OT) hin- und herbewegbar angeordnet wird, wobei eine von einer Dosiereinrichtung (6) mit einem Schmiermittel (7) gespeiste Schmiermitteldüse (61) in der Zylinderwand (3) vorgesehen wird, und ein Schmiermittel (7) mittels der Schmiermitteldüse (61) in den Zylinder (4) eingebracht wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Detektionsvorrichtung mit einer Sensoreinrichtung (8) umfassend eine Ansteuereinheit (81) vorgesehen wird, wobei die Ansteuereinheit (81) mit einem mit einem Innenraum (43) des Zylinders (4) messtechnisch kommunizierenden Positionssensor (82) signalverbunden wird, in Bezug auf eine axiale Richtung (A) des Zylinders (4) eine Position (X) des Kolbens (5) mittels des Positionssensors (82) detektiert wird, und die Hubkolbenbrennkraftmaschine in Abhängigkeit von der detektierten Position (X) des Kolbens (5) gesteuert und / oder geregelt wird.
 8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei mehrere Positionssensoren (82) für ein und denselben Zylinder (4) der Hubkolbenbrennkraftmaschine vorgesehen werden.
 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei eine von einer Dosiereinrichtung (6) mit einem Schmiermittel (7) gespeiste Schmiermitteldüse (61) in der Zylinderwand (3) vorgesehen wird, und ein Schmiermittel (7) mittels der Schmiermitteldüse (61) in Abhängigkeit von der detektierten Position (X) des Kolbens (5) in den Zylinder (4) eingebracht wird.
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei das Schmiermittel (7) in den Innenraum (43) des Zylinders (4) eingebracht wird, bevor der Kolben (5) bei seiner Bewegung entlang der axialen Richtung (A) die Schmiermitteldüse (61) passiert.
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei das Schmiermittel (7) in den Innenraum (43) des Zylinders (4) eingebracht wird, während der Kolben (5) bei seiner Bewegung entlang der axialen Richtung (A) die Schmiermitteldüse (61) passiert.
 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei die Position (X) des Kolbens (5) in Bezug auf die axiale Richtung (A) in Höhe der Position der Schmiermitteldüse (61) detektiert wird und / oder wobei die Position (X) des Kolbens (5) oberhalb des oberen Totpunktes (OT) mit dem Positionssensor (82) detektiert wird.
 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, wobei

der Positionssensor (82) ein Drucksensor (82) und / oder ein elektrischer Sensor (82) ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, wobei eine Einspritzung von Kraftstoff in den Zylinder (4) und / oder eine Ansteuerung eines Auslassventils des Zylinders (4) und / oder das Einbringen einer Startluft in den Zylinder (4) und / oder ein Schwingungstilger der Hubkolbenbrennkraftmaschine in Abhängigkeit von der detektierten Position (X) des Kolbens (5) gesteuert und / oder geregelt wird. 5 10
15. Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einer Detektionsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, welche im Betriebszustand gemäss einem Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 14 betrieben wird. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

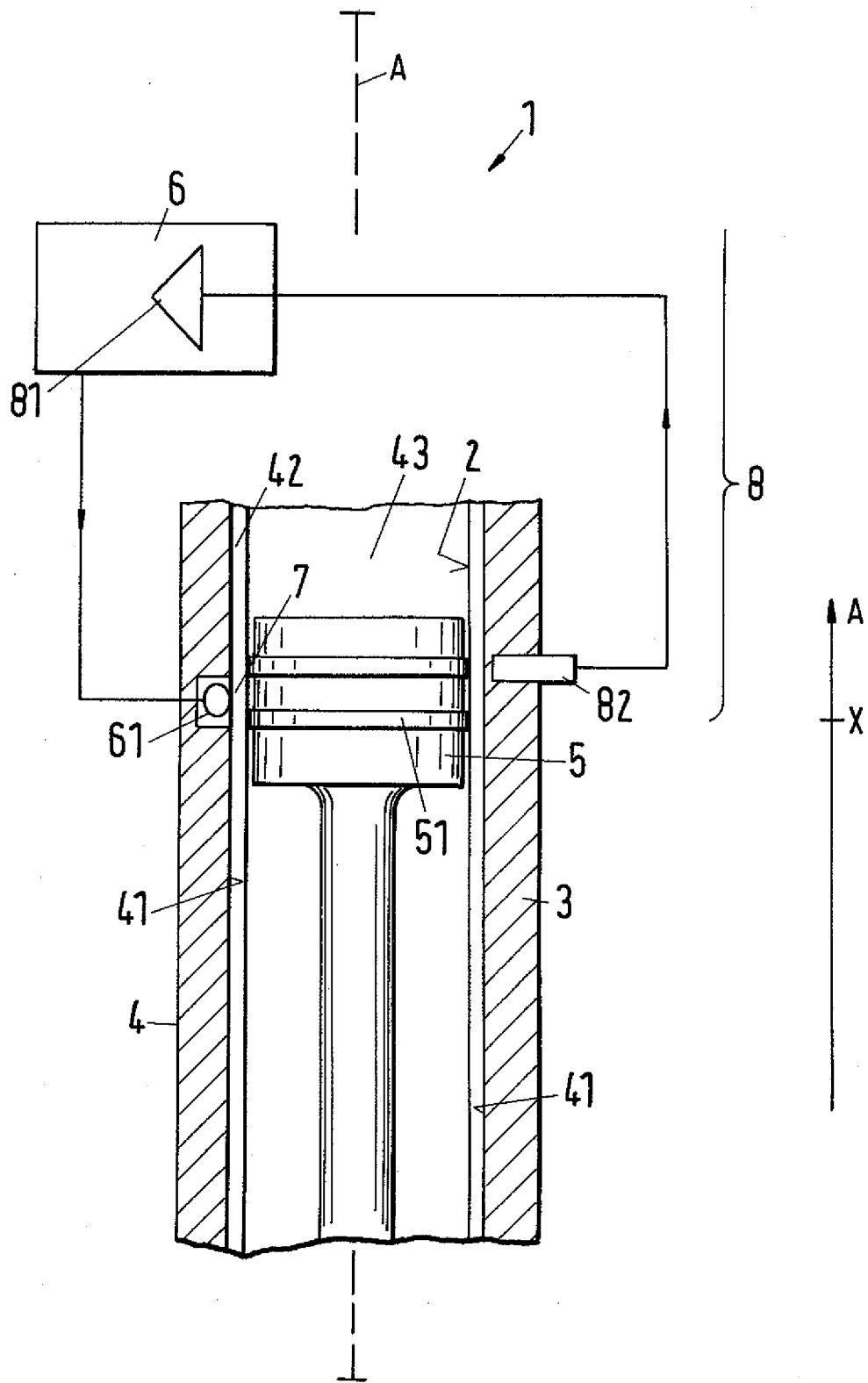


Fig.1

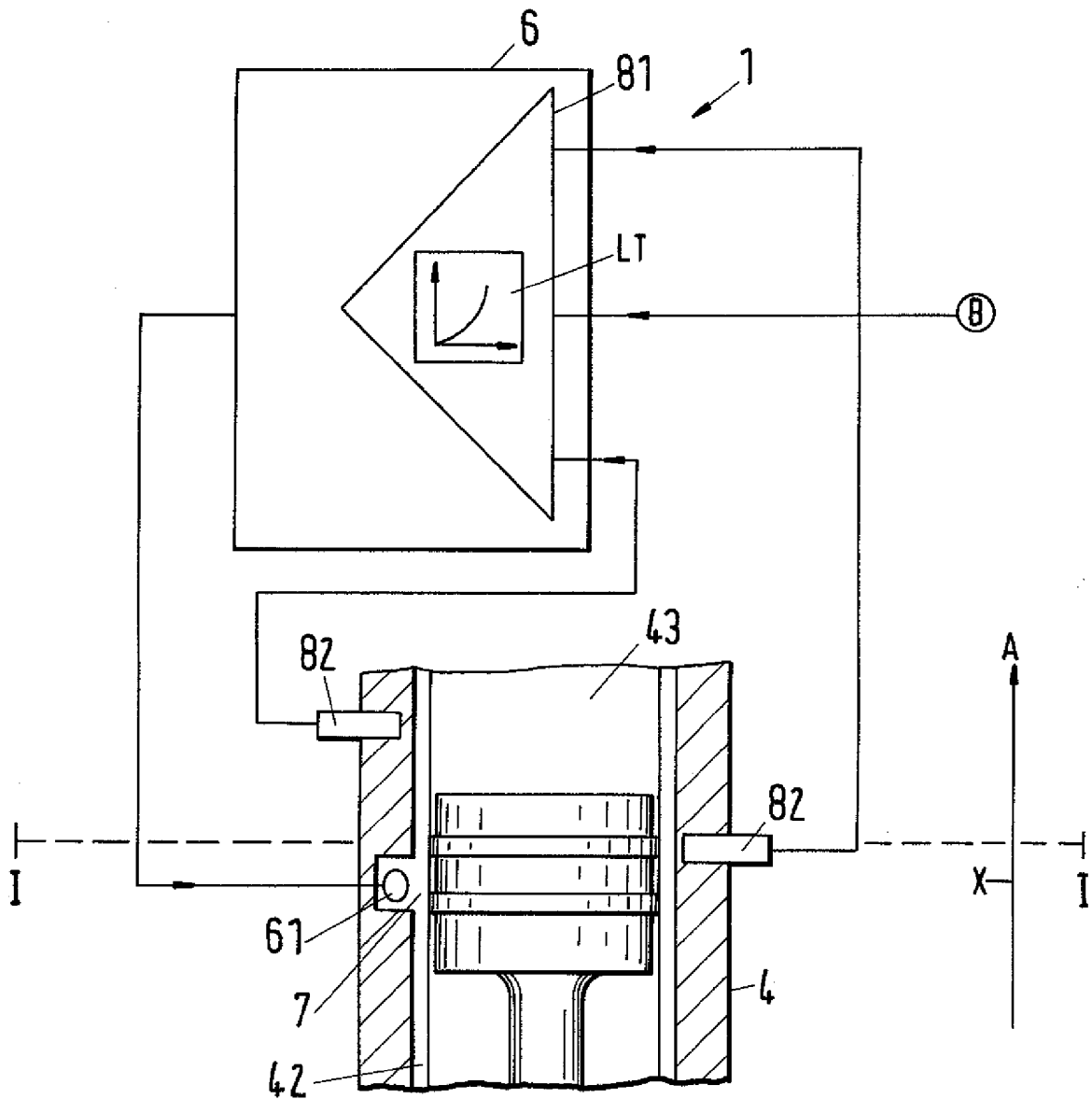


Fig.2

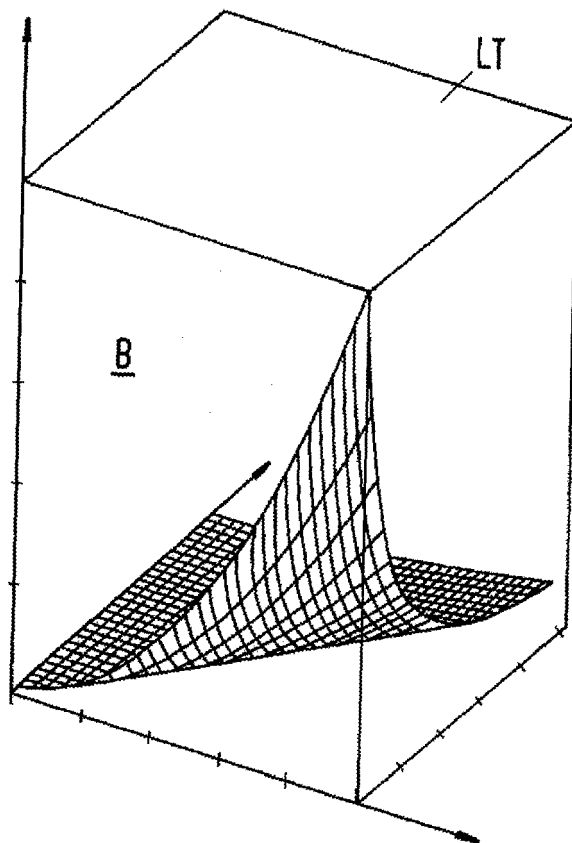


Fig.2a

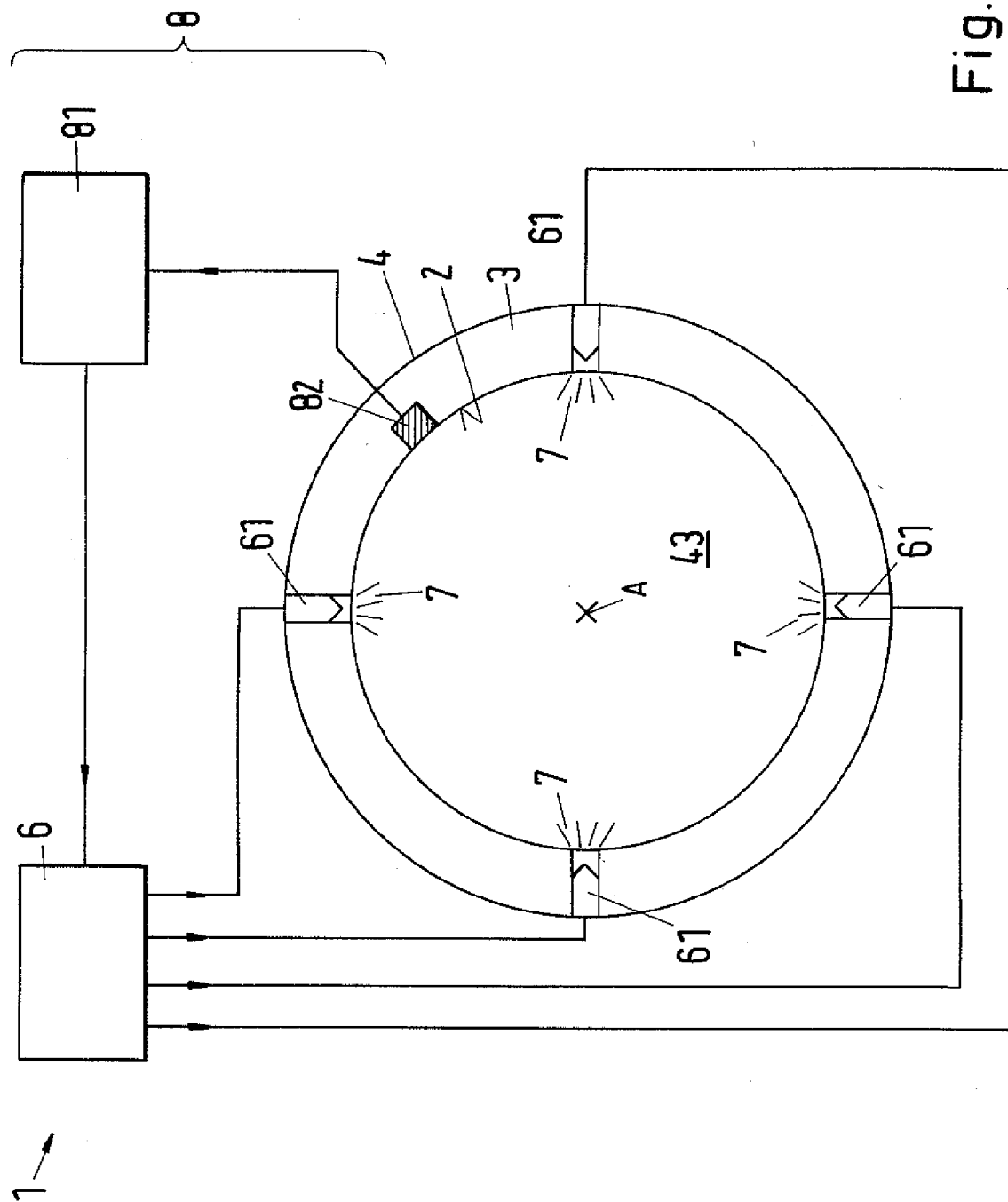


Fig.3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 09 17 5785

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y,D	EP 1 505 270 A (WAERTSILAE SCHWEIZ AG [CH]) 9. Februar 2005 (2005-02-09) * das ganze Dokument *	1-15	INV. F01M1/14 F01M1/16
Y	DE 10 2005 024046 A1 (ROBERT BOSH GMBH) 30. November 2006 (2006-11-30) * das ganze Dokument *	1-15	
A,D	CH 613 495 A5 (SULZER AG [CH]) 28. September 1979 (1979-09-28) * das ganze Dokument *	1,7	
A	GB 2 345 738 A (MAN B & W DIESEL GMBH [DK] MAN B & W DIESEL AS [DK]) 19. Juli 2000 (2000-07-19) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,7	
A	DE 26 39 839 A1 (A/S BURMEISTER&WAIN'S MOTOR-OG MASCHINENFABRIK) 9. März 1978 (1978-03-09) * das ganze Dokument *	1,7	
A	US 2003 0047 386 A1 (SHERRINGTON) 13. März 2003 (2003-03-13) * das ganze Dokument *	1,7	F01M F02B F02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		14. April 2010	Mouton, Jean
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 : mündliche 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	

6

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 09 17 5785

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.

14-04-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1505270 A	09-02-2005	AT 353394 T	15-02-2007
		AT 458131 T	15-03-2010
		CN 1580533 A	16-02-2005
		CN 101482042 A	15-07-2009
		DK 1505270 T3	04-06-2007
		EP 1643088 A1	05-04-2006
		JP 2005054773 A	03-03-2005
		KR 20050015980 A	21-02-2005
DE 102005024046 A1	30-11-2006	FR 2886344 A1	01-12-2006
CH 613495 A5	28-09-1979	DK 159777 A	16-10-1977
		IT 1084928 B	28-05-1985
		JP 52127534 A	26-10-1977
GB 2345738 A	19-07-2000	CN 1261644 A	02-08-2000
		DE 10001518 A1	24-08-2000
		DK 5699 A	13-09-1999
		FI 200000083 A	18-07-2000
		JP 3411874 B2	03-06-2003
		JP 2000213322 A	02-08-2000
DE 2639839 A1	09-03-1978	KEINE	
US 20030047386 A1		KEINE	

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 [0005]
- CH 613495 [0018]
- EP 0652426 A [0018]
- EP 1006271 A [0018]
- EP 1505270 A1 [0023]