



(11) **EP 1 845 250 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**17.10.2007 Patentblatt 2007/42**

(51) Int Cl.:  
**F02D 41/34<sup>(2006.01)</sup> F02N 9/04<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **07102140.6**

(22) Anmeldetag: **12.02.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(72) Erfinder:  
• **Aschwanden, Stefan**  
**8332 Russikon (CH)**  
• **Schmidle, Martin**  
**79837 St. Blasien (DE)**

(30) Priorität: **29.03.2006 EP 06405134**

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

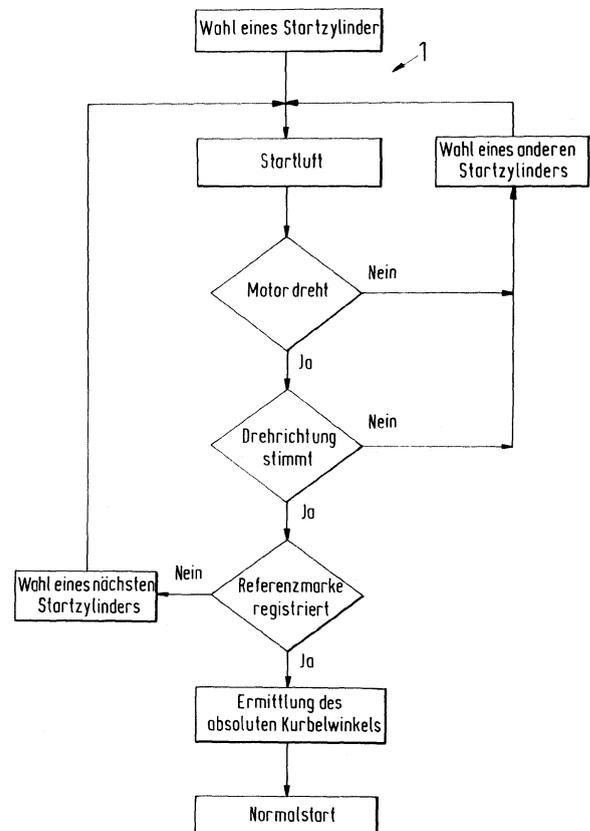
(71) Anmelder: **Wärtsilä Schweiz AG**  
**8401 Winterthur (CH)**

(54) **Startlernverfahren eines Verbrennungsmotors**

(57) Die Erfindung betrifft ein Startlernverfahren (1) zur Festlegung eines Kurbelwinkels einer Hubkolbenbrennkraftmaschine (2), insbesondere eines Zweitakt-Grossdieselmotors, wobei ein mit einer Kurbelwelle (3) der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) in einer drehwinkeltreuen Wirkverbindung stehendes Referenzmittel (4) mit einer Referenzmarke (5) vorgesehen ist, mit welcher durch Zusammenwirken mit einem Detektionsmittel (6) ein absoluter Kurbelwinkel (7) der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) definiert werden kann. Das Startlernverfahren (1) umfasst dabei die folgenden Schritte:

a.) Wahl eines Startzylinders, b.) Beaufschlagung des Startzylinders mit einer vorgegebenen Menge an Startluft; c.) im Fall, dass die Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) nicht in Drehung versetzt wird, wird ein anderer Startzylinder gewählt und das Startlernverfahren (1) mit Schritt b.) fortgesetzt; d.) die Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) wird durch die Beaufschlagung des Startzylinders mit der Startluft um einen vorgegebenen Kurbelwinkel gedreht; e.) im Fall, dass die Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) in eine unerwünschte Richtung dreht, wird ein anderer Startzylinder gewählt und das Startlernverfahren (1) mit Schritt b.) fortgesetzt; f.) im Fall, dass das Detektionsmittel (6) die Referenzmarke (5) nicht registriert, wird ein nächster Zylinder gewählt und das Startlernverfahren (1) mit Schritt b.) fortgesetzt und im abschliessenden Schritt g.) registriert das Detektionsmittel (6) die Referenzmarke (5), woraus ein absoluter Kurbelwinkel (7) der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) ermittelt wird.

Fig.2



EP 1 845 250 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft Startlernverfahren zur Festlegung eines Kurbelwinkels einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, eine Kurbelwinkel-Sensoreinheit zur Festlegung eines Kurbelwinkels, sowie eine Hubkolbenbrennkraftmaschine gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs der jeweiligen Kategorie.

**[0002]** Grossdieselmotoren werden häufig als Antriebsaggregate für Schiffe, aber 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.

**[0003]** Gestartet werden solche Motoren mit Startluft, da wegen der enormen Grösse der Maschinen ein Start mittels eines elektrischen Antriebsaggregats, wie es beispielsweise von PKW oder LKW Motoren oder kleineren Schiffsmotoren bekannt ist, nicht in Frage kommt.

**[0004]** Um die Maschine zuverlässig in eine bestimmte Drehrichtung zu starten, müssen nacheinander in der Regel zwei oder mehr Zylinder in einer bestimmten Reihenfolge, die im wesentlichen von der verwendeten Feuerungssequenz im Normalbetrieb der Maschine bestimmt wird, mit Startluft beaufschlagt werden, bis die Maschine aus eigenem Antrieb zu laufen beginnt. Damit die richtige Reihenfolge gefunden werden kann, mit der die Zylinder der Brennkraftmaschine zum Starten mit Startluft beaufschlagt werden müssen, muss vor der Einleitung der Startsequenz der absolute Kurbelwinkel der stehenden Maschine bekannt sein, da sonst nicht ermittelt werden kann, in welcher Reihenfolge welche Zylinder der Brennkraftmaschine mit Startluft zu beaufschlagen sind. Wenn man sich vergegenwärtigt, dass sehr grosse Dieselmotoren heutzutage bereits bis zu 14 Zylinder haben können, ergibt sich prinzipiell eine unübersehbare Zahl von Möglichkeiten zwei oder mehrere Zylinder zum Starten der Maschine mit Startluft zu beaufschlagen.

**[0005]** Es ist daher klar, dass im allgemeinen die Maschine nur dann mit einem vertretbaren Aufwand zuverlässig gestartet werden kann, wenn zuvor der absolute Kurbelwinkel der Maschine im Stillstand bekannt ist, so dass aus der Kenntnis des absoluten Kurbelwinkels die richtige Startsequenz gefunden werden kann.

**[0006]** Das stellt unter normalen Umständen heutzutage kein wesentliches Problem dar, da die modernen Maschinen über eine elektronische Ansteuereinheit mit Datenverarbeitungsanlage verfügen, in der der letzte Kurbelwinkel beim letzten Stillstand der Maschine abgespeichert werden kann, so dass bei einem nachfolgenden Start der absolute Kurbelwinkel der Maschine wieder zur Verfügung steht.

**[0007]** Es gibt jedoch spezielle Situationen, in welchen der Wert des absoluten Kurbelwinkels verloren geht, bzw. nicht mehr mit dem zuletzt abgespeicherten Wert übereinstimmt.

**[0008]** Das kann z.B. der Fall sein, wenn bei einem

Schiff bei kleiner Fahrt aufgrund eines Defekts die Energieversorgung der Maschine vollständig ausfällt, die Maschine zum Stillstand kommt und der absolute Kurbelwinkel beim Stillstand nicht mehr abgespeichert werden kann.

**[0009]** Eine weitaus relevantere Situation ergibt sich jedoch bei Wartungsarbeiten. Im Fall von bestimmten Wartungsarbeiten kann es, z.B. aus Sicherheitsgründen notwendig sein, die Maschine komplett von der elektrischen Energieversorgung zu trennen, sie also vollständig stromlos zu machen. Zwar kann natürlich auch in dem Fall der absolute Kurbelwinkel der Maschine vorher gespeichert werden. Je nachdem welcher Art die Wartungsarbeiten jedoch sind, muss die Maschine z.B. um einen bestimmten, nicht näher bestimmbar Kurbelwinkel verdreht werden, was z.B. durch externe elektrische Antrieb geschehen kann, so dass am Ende der Arbeiten der Wert des absoluten Kurbelwinkels der Brennkraftmaschine unbekannt ist.

**[0010]** Damit in einem solchen Fall die Maschine wieder gestartet werden kann, sind bei den aus dem Stand der Technik bekannten Maschinen Vorrichtungen vorgesehen, mit denen der absolute Kurbelwinkel der Brennkraftmaschine auch im Stillstand bestimmt werden kann.

**[0011]** Zur Verdeutlichung ist in Fig. 1 eine Brennkraftmaschine mit einer solchen bekannten Vorrichtung schematisch dargestellt. Zur Unterscheidung des Stands der Technik von der vorliegenden Erfindung wurden dabei die Bezugszeichen der Fig. 1 mit einem Hochkomma versehen.

**[0012]** In Fig. 1 ist ein bekannter Grossdieselmotor schematisch dargestellt, der z.B. bis zu 12, 13 oder 14 Zylinder, oder sogar mehr haben kann, und dessen Gehäuse in an sich bekannter Weise einen Ständer 8' und ein Kurbelgehäuse 9' umfasst, in welchem Kurbelgehäuse 9' die Kurbelwelle 3' gelagert ist. Ausserhalb des eigentlichen Motorgehäuses ist eine Winkelmesseinrichtung 10' vorgesehen, mit der jederzeit der absolute Kurbelwinkel 7' der Hubkolbenbrennkraftmaschine 2' bestimmt werden kann. Die Winkelmesseinrichtung 10' umfasst eine Antriebsscheibe 31', die einerseits drehfest und winkeltreu mit der Kurbelwelle 3' gekoppelt ist und andererseits über einen Antriebsriemen 32' mit einer Messscheibe 4' drehfest gekoppelt ist, wobei an der Messscheibe 4' Referenzmarken 5' vorgesehen sind, so dass sich der absolute Kurbelwinkel 7' entweder elektronisch oder durch Augenschein auslesen bzw. ablesen lässt.

**[0013]** Obwohl häufig der mit der Winkelmesseinrichtung 10' bestimmbare Kurbelwinkel 7' auch für andere Zwecke neben dem Starten der Maschine verwendet wird, z.B. zur Messung von Kurbelwinkeln im Betriebszustand, ist die Winkelmesseinrichtung 10', abgesehen für das Starten der Maschine nach einem Verlust des Wertes des absoluten Kurbelwinkels 7', im Prinzip überflüssig, da im Betriebszustand der aktuelle Kurbelwinkel 7' der Brennkraftmaschine in dem Fachmann bekannter Weise auch anders beschafft werden kann. Während

normaler Betriebszustände des Motors 2' wird die Winkelmesseinrichtung 10' also nur deshalb zur Bestimmung des Kurbelwinkels 7' benutzt, da die Winkelmesseinrichtung 10' bisher zwingend vorhanden sein musste, um die Maschine 2' nach Verlust des absoluten Kurbelwinkels 7' starten zu können.

**[0014]** Aus nahe liegenden Gründen versteht es sich, dass es somit günstig wäre, auf eine zusätzliche Winkelmesseinrichtung ganz zu verzichten, wenn eine andere Möglichkeit zum Starten der Maschine nach Verlust des absoluten Kurbelwinkels bereitgestellt werden könnte. Dadurch könnten nicht nur die Kosten für die Bereitstellung der Winkelmesseinrichtung als solches eingespart werden. Auch entsprechende Reparaturen und Wartungen können entfallen und letztlich kann die Betriebssicherheit erhöht werden, da bei einem Defekt oder Ausfall der bekannten Winkelmesseinrichtung der absolute Kurbelwinkel der Maschine jetzt ohne enormen Aufwand bestimmt werden kann.

**[0015]** Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, so dass auf einfache Weise ein absoluter Kurbelwinkel einer Hubkolbenbrennkraftmaschine bestimmt werden kann.

**[0016]** Die diese Aufgaben in verfahrenstechnischer und apparativer Hinsicht lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs der jeweiligen Kategorie gekennzeichnet.

**[0017]** Die jeweiligen abhängigen Ansprüche beziehen sich auf besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

**[0018]** Die Erfindung betrifft somit ein Startlernverfahren zur Festlegung eines Kurbelwinkels einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere eines Zweitakt-Grossdieselmotors, wobei ein mit einer Kurbelwelle der Hubkolbenbrennkraftmaschine in einer drehwinkeltreuen Wirkverbindung stehendes Referenzmittel mit einer Referenzmarke vorgesehen ist, mit welcher durch Zusammenwirken mit einem Detektionsmittel ein absoluter Kurbelwinkel der Hubkolbenbrennkraftmaschine definiert werden kann. Das Startlernverfahren umfasst dabei die folgenden Schritte:

- a.) Wahl eines Startzylinders; b.) Beaufschlagung des Startzylinders mit einer vorgegebenen Menge an Startluft; c.) im Fall, dass die Hubkolbenbrennkraftmaschine nicht in Drehung versetzt wird, wird ein anderer Startzylinder gewählt und das Startlernverfahren mit Schritt b.) fortgesetzt; d.) die Hubkolbenbrennkraftmaschine wird durch die Beaufschlagung des Startzylinders mit der Startluft um einen vorgegebenen Kurbelwinkel gedreht; e.) im Fall, dass die Hubkolbenbrennkraftmaschine in eine unerwünschte Richtung dreht, wird ein anderer Startzylinder gewählt und das Startlernverfahren mit Schritt b.) fortgesetzt; f.) im Fall, dass das Detektionsmittel die Referenzmarke nicht registriert, wird ein nächster Zylinder gewählt und das Startlernverfahren mit Schritt b.) fortgesetzt und im abschlies-

senden Schritt g.) registriert das Detektionsmittel die Referenzmarke, woraus ein absoluter Kurbelwinkel der Hubkolbenbrennkraftmaschine ermittelt wird.

5 **[0019]** Das das Referenzmittel drehwinkeltreu mit der Kurbelwelle in Wirkverbindung steht, bedeutet dabei im Rahmen dieser Anmeldung, dass aus einem Drehwinkel des Referenzmittels immer eineindeutig ein korrespondierender Kurbelwinkel der Kurbelwelle ermittelbar ist.

10 **[0020]** Durch Verwendung des erfindungsgemässen Verfahrens ist es somit erstmals möglich, einen Zweitakt-Grossdieselmotor problemlos wieder zu starten, selbst wenn der Motor völlig stromlos war und die Kurbelwelle des Motors im stromlosen Zustand, zum Beispiel im Rahmen von Reparatur- oder Wartungsarbeiten auf einen unbekanntem Kurbelwinkel verdreht wurde. D.h., das erfindungsgemässe Verfahren erlaubt es erstmals, einen Zweitakt-Grossdieselmotor, aber im Prinzip auch jede andere Hubkolbenbrennkraftmaschine neu zu starten, ohne dass eine Einrichtung notwendig wäre, mit der im Stillstand des Motors zunächst der absolute Kurbelwinkel gemessen werden muss, bevor der Motor gestartet werden kann.

15 **[0021]** Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Startlernverfahrens ist das Referenzmittel ein mit der Kurbelwelle drehfest verbundenes Zahnrad, das häufig auch als "Gear Wheel" bezeichnet wird und insbesondere ein Antriebszahnrad zum Anreiben eines Motoraggregats der Hubkolbenbrennkraftmaschine ist. Ein solches Zahnrad, das bevorzugt im Kurbelgehäuse innerhalb der Maschine an einem Ende der Kurbelwelle angeordnet ist, muss besonders präzise gearbeitet sein, so dass der absolute oder ein relativer Kurbelwinkel mit einer Präzision von besser als 3 Winkelgrad, im speziellen genauer als 1 Winkelgrad, insbesondere mindestens mit einer Genauigkeit von 0.1 Winkelgrad eines Kurbelwinkels oder genauer bestimmt werden kann.

20 **[0022]** Bevorzugt, aber nicht notwendig, sind dabei am Referenzmittel mehr als eine Referenzmarke, insbesondere zwei Referenzmarken vorgesehen, oder im Speziellen ist die Zahl der Referenzmarken gleich der Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine, oder die Zahl der Referenzmarken ist grösser oder kleiner als die Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine.

25 **[0023]** In speziellen Ausführungsbeispielen kann zur Detektion der Referenzmarke mehr als ein Detektionsmittel, insbesondere können zwei Detektionsmittel vorgesehen sein, oder insbesondere kann die Zahl der Detektionsmittel gleich der Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine sein, oder die Zahl der Detektionsmittel ist grösser oder kleiner als die Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine.

30 **[0024]** Ausführungsformen mit mehr als einem Detektionsmittel und / oder mehr als einem Referenzmittel eignen sich besonders, um nicht nur den Drehwinkel, sondern auch die Drehrichtung der Hubkolbenbrennkraftmaschine einfach zu detektieren und / oder eine höhere Win-

kelauflösung zu gewährleisten, wodurch zum Beispiel die Zahl eventueller Fehlversuche bei Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens deutlich reduziert werden kann, und insbesondere Startluft eingespart wird.

**[0025]** Dabei kann die Referenzmarke eine optische Referenzmarke, z.B. eine Markierung und / oder eine magnetische Referenzmarke, z.B. ein magnetisches Element, das in oder am Zahnrad angeordnet sein kann oder dem Zahnrad kann eine magnetische Signatur aufgeprägt sein, und / oder die Referenzmarke kann eine elektrische Referenzmarke und / oder eine elektromagnetische Referenzmarke, z.B. in Form eines Transponders und / oder eine kapazitive Referenzmarke und / oder eine induktive Referenzmarke und / oder eine andere Referenzmarke sein und / oder das Detektionsmittel kann ein optisches Detektionsmittel, z.B. eine Fotozelle, eine Fotodiode oder ein Fototransistor sein und / oder das Detektionsmittel ist ein magnetisches Detektionsmittel und / oder ein elektrisches Detektionsmittel und / oder ein elektromagnetisches Detektionsmittel, z.B. ein Empfänger oder ein Transponder und / oder ein kapazitives Detektionsmittel und / oder ein induktives Detektionsmittel und / oder ein anderes Detektionsmittel.

**[0026]** Das heisst, die Referenzmarke kann jedes geeignete Mittel sein, das als Referenzmarke zur Indizierung eines Kurbelwinkels vorteilhaft eingesetzt werden kann und das Detektionsmittel kann jeder geeignete Sensor sein, der geeignet ist, die Referenzmarke zu detektieren.

**[0027]** Die Erfindung betrifft weiter eine Kurbelwinkel-Sensoreinheit zur Festlegung eines Kurbelwinkels einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, umfassend ein mit der Kurbelwelle der Hubkolbenbrennkraftmaschine in einer drehwinkeltrauen Wirkverbindung stehendes Referenzmittel mit einer Referenzmarke, sowie ein Detektionsmittel, mit welchem durch Zusammenwirken mit der Referenzmarke ein absoluter Kurbelwinkel der Hubkolbenbrennkraftmaschine definierbar ist, wobei das Referenzmittel innerhalb der Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere innerhalb des Ständers und / oder des Kurbelgehäuses der Hubkolbenbrennkraftmaschine vorgesehen ist.

**[0028]** Dabei ist das Referenzmittel bevorzugt ein mit der Kurbelwelle drehfest verbundenes Zahnrad, insbesondere ein Antriebszahnrad zum Antreiben eines Motoraggregats. Der besondere Vorteil der Verwendung eines solchen Zahnrads, das oft auch als "Gear Wheel" bezeichnet wird und am Ende der Kurbelwelle angebracht eigentlich zum Antrieb verschiedener Aggregate des Motors, wie z.B. von Pumpen dient, liegt darin, dass die aus dem Stand der Technik sehr aufwendige, ausser am Motor angeordnete Messeinrichtung mit Zahnriemen, Winkelgeber und Detektionssensor entfallen kann und stattdessen das ohnehin im Motor vorhandene Zahnrad, im Speziellen das "Gear Wheel" verwendbar ist.

**[0029]** Es versteht sich von selbst, dass das eine erhebliche Vereinfachung darstellt, den Wartungsaufwand reduziert und natürlich weitaus kostengünstiger ist als

die Verwendung einer zusätzlichen Messeinrichtung ausser am Motor, die zwar ausser zur Bestimmung des absoluten Kurbelwinkels des Motors auch zur Bestimmung eines relativen Kurbelwinkels verwendbar ist und auch verwendet wird, aber durch den Einsatz der erfindungsgemässen Lösung überflüssig wird, da der relative Kurbelwinkel in an sich bekannter Weise im Betriebszustand der Brennkraftmaschine auch auf andere Weise beschafft werden kann. Insbesondere kann der relative Kurbelwinkel im normalen Betriebszustand natürlich auch mit einer Vorrichtung gemäss der vorliegenden Erfindung erfasst werden.

**[0030]** Bei einem speziellen Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Kurbelwinkel-Sensoreinheit ist am Referenzmittel mehr als eine Referenzmarke, insbesondere sind zwei Referenzmarken vorgesehen, oder im Speziellen ist die Zahl der Referenzmarken gleich der Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine, oder die Zahl der Referenzmarken ist grösser oder kleiner als die Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine.

**[0031]** In einem anderen Ausführungsbeispiel ist zur Detektion der Referenzmarke mehr als ein Detektionsmittel, insbesondere sind zwei Detektionsmittel vorgesehen, oder im Speziellen ist die Zahl der Detektionsmittel gleich der Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine, oder die Zahl der Detektionsmittel ist grösser oder kleiner als die Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine.

**[0032]** Die Referenzmarke kann eine optische Referenzmarke und / oder eine magnetische Referenzmarke und / oder eine elektrische Referenzmarke und / oder eine elektromagnetische Referenzmarke und / oder eine kapazitive Referenzmarke und / oder eine induktive Referenzmarke und / oder eine andere Referenzmarke sein und / oder das Detektionsmittel ist ein optisches Detektionsmittel und / oder ein magnetisches Detektionsmittel und / oder ein elektrisches Detektionsmittel und / oder ein elektromagnetisches Detektionsmittel und / oder ein kapazitives Detektionsmittel und / oder ein induktives Detektionsmittel und / oder ein anderes Detektionsmittel. Dabei sind die verwendbaren Detektionsmittel bzw. geeigneten Referenzmarken dem Fachmann an sich bekannt und beispielhaft wurde einige bereits weiter oben aufgeführt.

**[0033]** Die Erfindung betrifft ausserdem eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einer Kurbelwinkel-Sensoreinheit wie oben ausführlich beschrieben zur Durchführung eines Startlernverfahrens gemäss der vorliegenden Erfindung.

**[0034]** Im Folgenden wird die Erfindung an Hand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine bekannte Hubkolbenbrennkraftmaschine mit Absolutwinkelmesser;

Fig. 2 ein schematischer Ablaufplan eines erfindungsgemässen Startlernverfahrens;

Fig. 3 eine erfindungsgemässe Hubkolbenbrennkraftmaschine mit Kurbelwinkel-Sensoreinheit.

**[0035]** Zur Unterscheidung des Stands der Technik von den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung, sind, wie bereits erwähnt, diejenigen Merkmale, die sich auf eine bekannte Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einem Hochkomma versehen, während die Merkmale von erfindungsgemässen Vorrichtungen kein Hochkomma tragen.

**[0036]** Die Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung ein Ausführungsbeispiel eines Winkelmessgebers, wie er aus dem Stand der Technik seit langem bekannt ist. Da dieses Beispiel bereits eingangs ausführlich diskutiert wurde, erübrigt sich hier eine weitere Beschreibung der Fig. 1.

**[0037]** In Fig. 2 ist der allgemeine Ablauf des erfindungsgemässen Verfahrens, das im folgenden gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet wird, in Form eines Flussdiagramms schematisch dargestellt.

**[0038]** Zunächst wird ein Startzylinder gewählt. Die Wahl kann dabei zufällig auf einen beliebigen Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine 2 gemäss Fig. 3 fallen, oder aber es kann, wenn gewisse Informationen vorliegen, dass ein bestimmter Zylinder oder eine bestimmte Gruppe von Zylindern besonders geeignet erscheinen, weil z.B. davon ausgegangen werden kann, dass die Maschine 2 bei Beaufschlagung dieses speziellen Zylinders oder eines Zylinders aus einer bestimmten Gruppe von Zylindern, in die gewünschte Richtung dreht, gezielt ein bestimmter Zylinder oder ein Zylinder aus der bestimmten Gruppe von Zylindern ausgewählt werden.

**[0039]** Nachdem der zuerst ausgewählte Startzylinder mit Startluft beaufschlagt worden ist, wird mittels geeigneter Sensoren, die an der Brennkraftmaschine 2 in an sich bekannter Weise vorgesehen sind, festgestellt ob der Motor 2 überhaupt in Drehung versetzt worden ist. Dreht der Motor 2 nicht, muss nach den zuvor genannten Kriterien, d.h. entweder zufällig oder gezielt ein anderer Startzylinder gewählt werden, der zuvor noch nicht ausgewählt worden ist und der dann wieder mit Startluft beaufschlagt wird.

**[0040]** Dies wird solange wiederholt, bis der Motor 2 dreht.

**[0041]** Wenn der Motor 2 durch Beaufschlagung eines Startzylinders in Drehung versetzt wird, wird mittels vorgenannter Sensoren, oder im speziellen auch mittels weiterer Sensoren, überprüft, ob der Motor 2 in die gewünschte Richtung dreht. Was die gewünschte Richtung ist, kann dabei unter anderem davon abhängen, ob ein Schiff, das mit einem solchen Motor 2 bestückt ist, z.B. vorwärts oder rückwärts Fahrt aufnehmen soll oder auch von anderen Randbedingungen bestimmt sein.

**[0042]** Dreht die Hubkolbenbrennkraftmaschine 2 nicht in die richtige Richtung muss nach den oben genannten Kriterien ein anderer Startzylinder ausgewählt werden, der zuvor noch nicht ausgewählt worden ist.

**[0043]** Dies wird solange wiederholt, bis der Motor 2

in die gewünschte Richtung dreht.

**[0044]** Da der Motor 2, wenn nur ein Startzylinder mit Startluft beaufschlagt wird, normalerweise zunächst nur um einen bestimmten Kurbelwinkel 7 dreht, muss festgestellt werden, ob während der vorgenannten Drehung des Motors 2 in die gewünschte Richtung die Referenzmarke 5 vom Detektionsmittel 6 registriert worden ist, d.h., es muss überprüft werden, ob der Motor 2 soweit gedreht hat, dass die Referenzmarke 5 am Detektionsmittel 6 vorbei geführt worden ist, so dass diese vom Detektionsmittel 6, also zum Beispiel von einem optischen Sensor 6, detektiert werden konnte, so dass der absolute Kurbelwinkel 7 bestimmt werden kann. Es versteht sich, dass der absolute Kurbelwinkel 7 selbstverständlich nur bestimmt werden kann, wenn die Referenzmarke 5 mindestens einmal durch das Detektionsmittel 6 detektiert werden kann.

**[0045]** Im Fall, dass der Motor 2 zwar in die gewünschte Richtung gedreht hat, aber der gedrehte Kurbelwinkel 7 nicht ausgereicht hat um die Referenzmarke 5 am Detektionsmittel 6 vorbeizuführen, muss der Motor 2 weiter in dieselbe Richtung gedreht werden. Dazu muss ein nächster Zylinder, ausgewählt werden, der entweder zufällig gewählt wird, oder von dem aufgrund vorliegender Informationen erwartet wird, dass er die Maschine 2 durch Beaufschlagung mit Startluft weiter in die richtige Richtung dreht.

**[0046]** Das zuvor geschilderte Vorgehen wird solange wiederholt, bis die Maschine 2 durch Drehung in die richtige Richtung die Referenzmarke 5 am Detektionsmittel 6 vorbeiführt, so dass der absolute Kurbelwinkel 7 der Hubkolbenbrennkraftmaschine 2 ermittelt werden kann.

**[0047]** Ist durch Detektion der Referenzmarke 5 als Bezugspunkt ein absoluter Kurbelwinkel 7 erst einmal gefunden, kann dieser z.B. in einem Speicher einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage der Maschinensteuerung gespeichert werden und durch an sich bekannte Inkrementierverfahren für alle späteren Betriebszustände der Kurbelwinkel 7 der Maschine 2 ermittelt werden. D.h., nachdem als Bezugspunkt ein absoluter Kurbelwinkel 7 durch das erfindungsgemässe Startlernverfahren 1 gefunden wurde, kann die Maschine 2 sicher und zuverlässig in jede gewünschte Drehrichtung gestartet werden.

**[0048]** In Fig. 3 ist schliesslich teilweise und im Schnitt eine erfindungsgemässe Hubkolbenbrennkraftmaschine 2 mit einer Kurbelwinkel-Sensoreinheit 10 gemäss der vorliegenden Erfindung schematisch dargestellt.

**[0049]** Die Hubkolbenbrennkraftmaschine 2 umfasst ein mit der Kurbelwelle 3 in einer drehwinkeltrauen Wirkverbindung stehendes Referenzmittel 4, das im vorliegenden Beispiel ein Zahnrad 4 ist, das in der Maschine 2 sowieso vorhanden ist, da es zum Antrieb bestimmter in Fig. 3 nicht dargestellter Antriebsaggregate, wie z.B. Pumpen oder anderer Aggregate benötigt wird.

**[0050]** Das Zahnrad 4 ist mit einer Referenzmarke 5 ausgestattet, wobei bevorzugt mindesten 2 Referenzmarken 4, die insbesondere in einem Winkelabstand von

180° am Zahnrad 4 angeordnet sein können, vorhanden sind. Des weiteren ist ein Detektionsmittel 6, das zum Beispiel ein optischer Sensor 6 sein kann, vorgesehen, mit welchem durch Zusammenwirken mit der Referenzmarke 5 ein absoluter Kurbelwinkel 7 der Hubkolbenbrennkraftmaschine 2 definierbar ist. Die Kurbelwinkel-sensoreinheit 10 mit Referenzmittel 4 und Detektionsmittel 6 ist dabei, anders als bei den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen, innerhalb der Hubkolbenbrennkraftmaschine 2, insbesondere innerhalb des Ständers 8 und / oder des Kurbelgehäuses 9 der Hubkolbenbrennkraftmaschine 2 vorgesehen.

**[0051]** Es versteht sich, dass die Erfindung nicht auf die oben exemplarisch beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt ist, sondern insbesondere, aber nicht nur, auch alle geeigneten Kombinationen der beschriebenen speziellen Ausführungsbeispiele betrifft.

**[0052]** Somit wird durch die vorliegende Erfindung nicht nur ein deutlich verbessertes Verfahren zum Starten einer Hubkolbenbrennkraftmaschine vorgeschlagen, bei welcher aufgrund bestimmter Ereignisse der aktuelle Kurbelwinkel vor dem Starten nicht bekannt ist. Es wird darüber hinaus eine neue Kurbelwinkel-Sensoreinheit bereit gestellt, die im wesentlichen bereits vorhandene Komponenten der Hubkolbenbrennkraftmaschine unter bestimmten Modifikationen nutzt, so dass auf die aus dem Stand der Technik bekannten zusätzlichen Einrichtungen zur Bestimmung des absoluten Kurbelwinkels der Hubkolbenbrennkraftmaschine vollständig verzichtet werden kann.

## Patentansprüche

1. Startlernverfahren zur Festlegung eines Kurbelwinkels einer Hubkolbenbrennkraftmaschine (2), insbesondere eines Zweitakt-Grossdieselmotors, wobei ein mit einer Kurbelwelle (3) der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) in einer drehwinkeltreuen Wirkverbindung stehendes Referenzmittel (4) mit einer Referenzmarke (5) vorgesehen ist, mit welcher durch Zusammenwirken mit einem Detektionsmittel (6) ein absoluter Kurbelwinkel (7) der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) definiert werden kann, wobei das Startlernverfahren (1) die folgenden Schritte umfasst:

- a.) Wahl eines Startzylinders;
- b.) Beaufschlagung des Startzylinders mit einer vorgegebenen Menge an Startluft;
- c.) im Fall, dass die Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) nicht in Drehung versetzt wird, wird ein anderer Startzylinder gewählt und das Startlernverfahren (1) mit Schritt b.) fortgesetzt;
- d.) die Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) wird durch die Beaufschlagung des Startzylinders mit der Startluft um einen vorgegebenen Kurbelwinkel gedreht;

e.) im Fall, dass die Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) in eine unerwünschte Richtung dreht, wird ein anderer Startzylinder gewählt und das Startlernverfahren (1) mit Schritt b.) fortgesetzt;

f.) im Fall, dass das Detektionsmittel (6) die Referenzmarke (5) nicht registriert, wird ein nächster Zylinder gewählt und das Startlernverfahren (1) mit Schritt b.) fortgesetzt;

g.) das Detektionsmittel (6) registriert die Referenzmarke (5), woraus ein absoluter Kurbelwinkel (7) der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) ermittelt wird.

2. Startlernverfahren nach Anspruch 1, wobei das Referenzmittel (4) ein mit der Kurbelwelle (3) drehfest verbundenes Zahnrad (4), insbesondere ein Antriebszahnrad (4) zum Antreiben eines Motoraggregats ist.

3. Startlernverfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei am Referenzmittel (4) mehr als eine Referenzmarke (5), insbesondere zwei Referenzmarken (5) vorgesehen sind, oder im Speziellen die Zahl der Referenzmarken (5) gleich der Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) ist, oder die Zahl der Referenzmarken (5) grösser oder kleiner als die Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) ist.

4. Startlernverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zur Detektion der Referenzmarke (5) mehr als ein Detektionsmittel (6), insbesondere zwei Detektionsmittel (6) vorgesehen sind, oder im Speziellen die Zahl der Detektionsmittel (6) gleich der Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) ist, oder die Zahl der Detektionsmittel (6) grösser oder kleiner als die Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) ist.

5. Startlernverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Referenzmarke (5) eine optische Referenzmarke (5) und / oder eine magnetische Referenzmarke (5) und / oder eine elektrische Referenzmarke (5) und / oder eine elektromagnetische Referenzmarke (5) und / oder eine kapazitive Referenzmarke (5) und / oder eine induktive Referenzmarke (5) ist und / oder wobei das Detektionsmittel (6) ein optisches Detektionsmittel (6) und / oder ein magnetisches Detektionsmittel (6) und / oder ein elektrisches Detektionsmittel (6) und / oder ein elektromagnetisches Detektionsmittel (6) und / oder ein kapazitives Detektionsmittel (6) und / oder ein induktives Detektionsmittel (6) und / oder ein anderes Detektionsmittel (6) ist.

6. Kurbelwinkel-Sensoreinheit zur Festlegung eines Kurbelwinkels einer Hubkolbenbrennkraftmaschine

- (2) gemäss einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, umfassend ein mit der Kurbelwelle (3) der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) in einer drehwinkeltreuen Wirkverbindung stehendes Referenzmittel (4) mit einer Referenzmarke (5), sowie ein Detektionsmittel (6), mit welchem durch Zusammenwirken mit der Referenzmarke (5) ein absoluter Kurbelwinkel (7) der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) definierbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Referenzmittel (4) innerhalb der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2), insbesondere innerhalb des Ständers (8) und / oder des Kurbelgehäuses (9) der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) vorgesehen ist. 5
7. Kurbelwinkel-Sensoreinheit nach Anspruch 6, wobei das Referenzmittel (4) ein mit der Kurbelwelle (3) drehfest verbundenes Zahnrad (4), insbesondere ein Antriebszahnrad (4) zum Antreiben eines Motoraggregats ist. 15
8. Kurbelwinkel-Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei am Referenzmittel (4) mehr als eine Referenzmarke (5), insbesondere zwei Referenzmarken (5) vorgesehen sind, oder im Speziellen die Zahl der Referenzmarken (5) gleich der Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) ist, oder die Zahl der Referenzmarken (5) grösser oder kleiner als die Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) ist. 20
9. Kurbelwinkel-Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei zur Detektion der Referenzmarke (5) mehr als ein Detektionsmittel (6), insbesondere zwei Detektionsmittel (6) vorgesehen sind, oder im Speziellen die Zahl der Detektionsmittel (6) gleich der Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) ist, oder die Zahl der Detektionsmittel (6) grösser oder kleiner als die Zahl der Zylinder der Hubkolbenbrennkraftmaschine (2) ist. 25
10. Kurbelwinkel-Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei die Referenzmarke (5) eine optische Referenzmarke (5) und / oder eine magnetische Referenzmarke (5) und / oder eine elektrische Referenzmarke (5) und / oder eine elektromagnetische Referenzmarke (5) und / oder eine kapazitive Referenzmarke (5) und / oder eine induktive Referenzmarke (5) und / oder eine andere Referenzmarke (5) ist und / oder wobei das Detektionsmittel (6) ein optisches Detektionsmittel (6) und / oder ein magnetisches Detektionsmittel (6) und / oder ein elektrisches Detektionsmittel (6) und / oder ein elektromagnetisches Detektionsmittel (6) und / oder ein kapazitives Detektionsmittel (6) und / oder ein induktives Detektionsmittel (6) und / oder ein anderes Detektionsmittel (6) ist. 30
11. Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einer Kurbelwin- 35
- kel-Sensoreinheit (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 10 zur Durchführung eines Startlernverfahrens (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5. 40
- 45
- 50
- 55

Fig.1

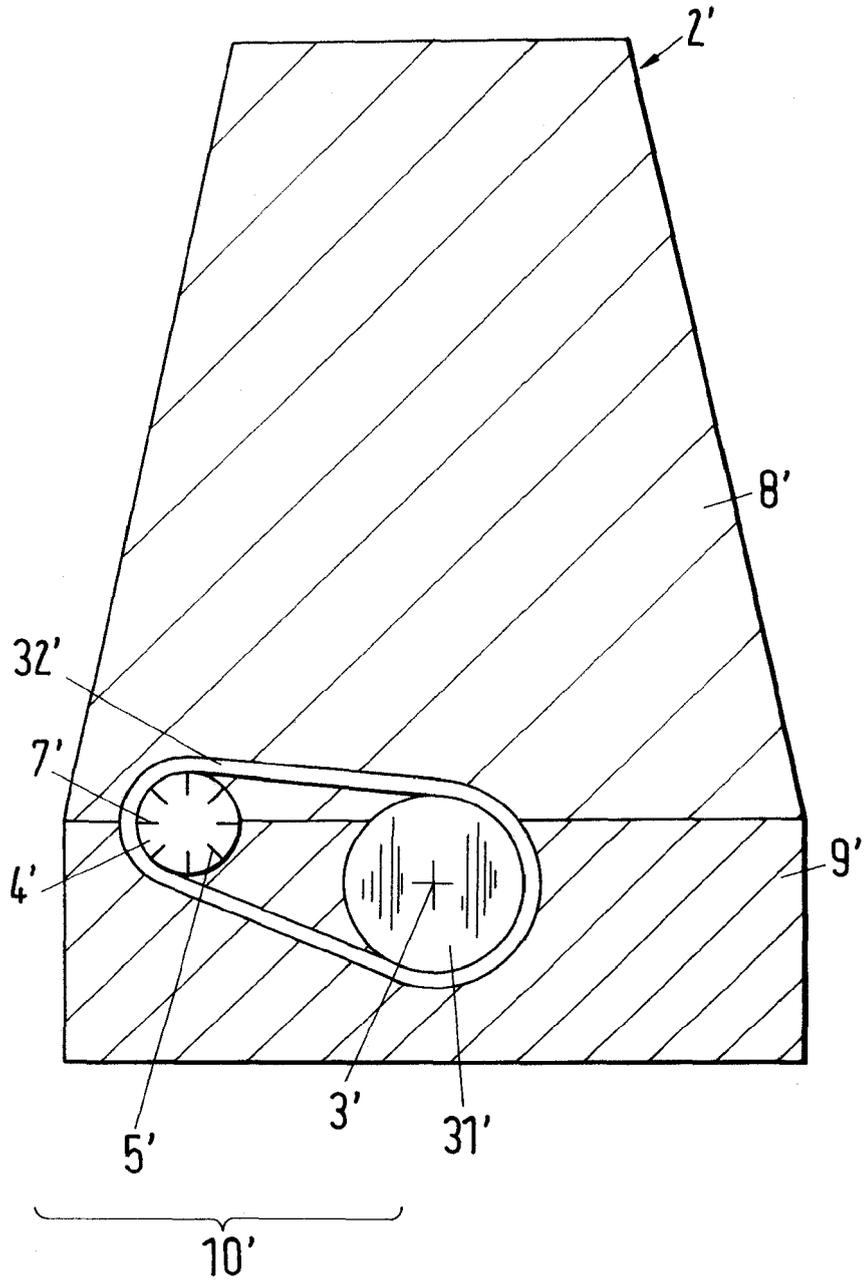


Fig.2

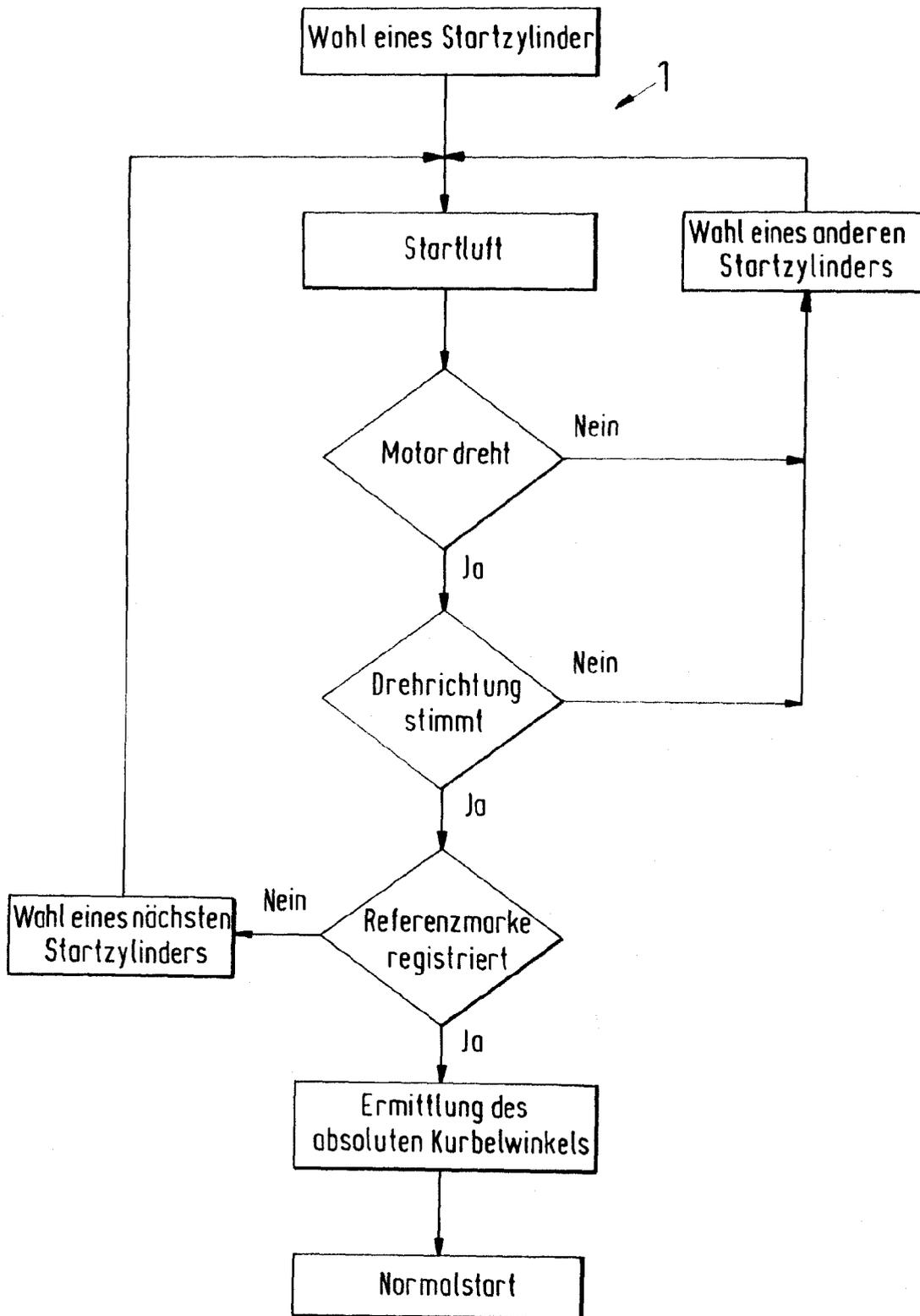
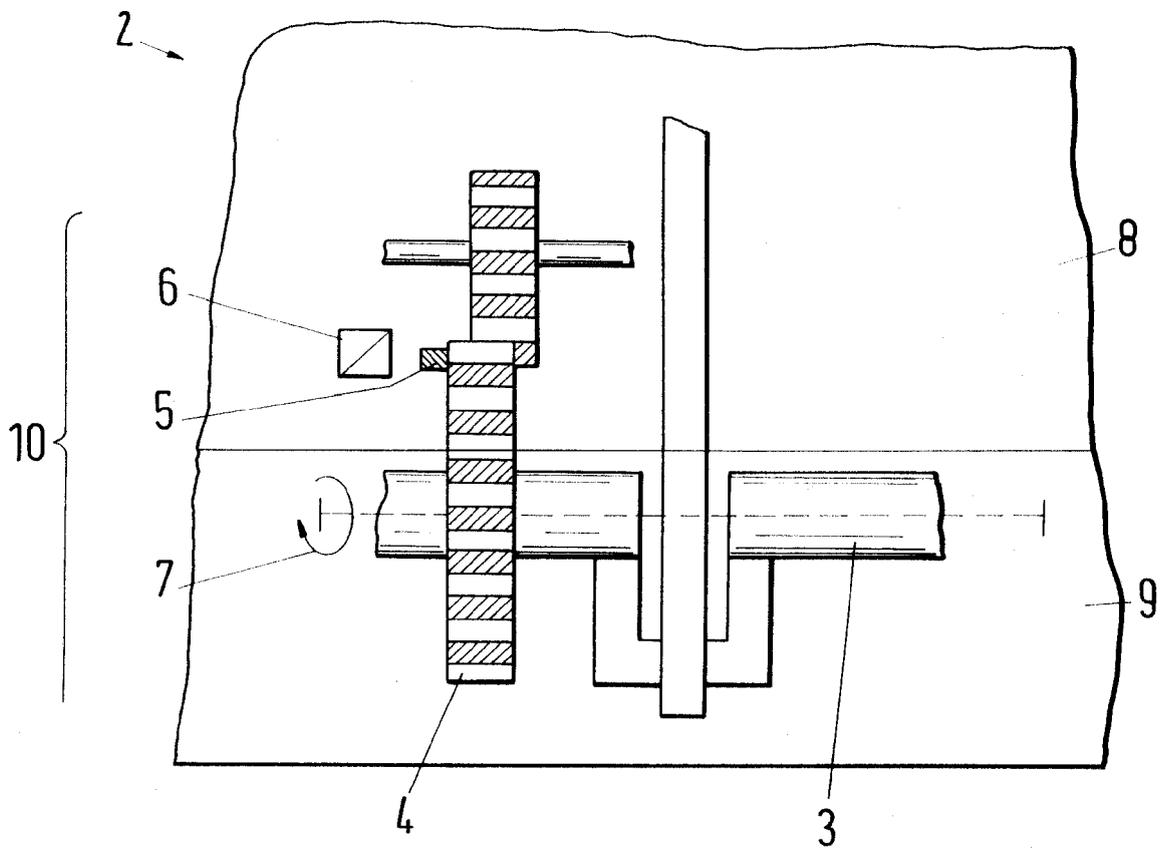


Fig.3





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)	
X	US 6 125 808 A (TIMEWELL ET AL) 3. Oktober 2000 (2000-10-03) * Spalte 2, Zeile 58 - Spalte 3, Zeile 26 *	1-5	INV. F02D41/34 F02N9/04	
Y	* Spalte 4, Zeilen 15-30; Abbildung 2 * * Spalte 6, Zeilen 17-24; Abbildung 1 * -----	6-10		
A	DE 10 2004 035301 A1 (MAN B&W DIESEL A/S, KOPENHAGEN/KOEBENHAVN) 16. Februar 2006 (2006-02-16) * Absätze [0005], [0024] - [0027], [0032] - [0035]; Anspruch 1 * -----	1-5		
A	DE 20 02 982 A1 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) 29. Juli 1971 (1971-07-29) * Seite 1, Absatz 2 - Seite 2, Absatz 1; Abbildung * -----	1		
P,A	EP 1 653 078 A (WAERTSILAE SCHWEIZ AG) 3. Mai 2006 (2006-05-03) * Absätze [0002] - [0006], [0020], [0021]; Abbildungen 1,2 * -----	1-5		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	US 5 425 340 A (PETITBON ET AL) 20. Juni 1995 (1995-06-20) * Ansprüche; Abbildungen * -----	1-5		F02N F02D F02F F02P
X	EP 1 403 513 B1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 27. Juli 2005 (2005-07-27)	6-10		
Y	* Absatz [0006]; Abbildungen * -----	6-10		
Y	US 1 653 856 A (KANE MATTHEW M) 27. Dezember 1927 (1927-12-27) * Abbildung 1 * -----	6-10		
	-/-			
4 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt				
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. September 2007	Prüfer Olivieri, Enrico	
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		

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	WO 2005/040564 A (HANS JENSEN LUBRICATORS AS [DK]; NIELSEN IB HELMER [DK]) 6. Mai 2005 (2005-05-06) * Seite 10, Zeile 9 - Zeile 27; Abbildungen 4,5 *	1-10	
A	GB 688 069 A (LIST HANS) 25. Februar 1953 (1953-02-25) * Seite 2, Zeile 29 - Zeile 34; Abbildung 4 *	6-10	
A	JP 2002 013456 A (DIESEL UNITED KK) 18. Januar 2002 (2002-01-18) * Zusammenfassung; Abbildung *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>3. September 2007</b>	Prüfer <b>Ulivieri, Enrico</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche 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	

4

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 07 10 2140

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

03-09-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6125808	A	03-10-2000	AT 231215 T 15-02-2003 WO 0061940 A1 19-10-2000 DE 60001204 D1 20-02-2003 DE 60001204 T2 13-11-2003 EP 1086308 A1 28-03-2001 ES 2190956 T3 01-09-2003 JP 2002541386 T 03-12-2002
DE 102004035301	A1	16-02-2006	JP 2006029327 A 02-02-2006 KR 20060046547 A 17-05-2006
DE 2002982	A1	29-07-1971	KEINE
EP 1653078	A	03-05-2006	KEINE
US 5425340	A	20-06-1995	DE 69301280 D1 22-02-1996 DE 69301280 T2 22-08-1996 EP 0576334 A1 29-12-1993 FR 2692623 A1 24-12-1993 JP 3261212 B2 25-02-2002 JP 6058184 A 01-03-1994
EP 1403513	B1	27-07-2005	DE 60301107 D1 01-09-2005 DE 60301107 T2 13-04-2006 EP 1403513 A1 31-03-2004 JP 2004116463 A 15-04-2004
US 1653856	A	27-12-1927	KEINE
WO 2005040564	A	06-05-2005	CN 1875170 A 06-12-2006 EP 1689982 A1 16-08-2006 JP 2007510083 T 19-04-2007 KR 20060095567 A 31-08-2006 US 2007074697 A1 05-04-2007
GB 688069	A	25-02-1953	KEINE
JP 2002013456	A	18-01-2002	KEINE

EPO FORM P0461

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