



(11)

**EP 3 992 424 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**04.05.2022 Patentblatt 2022/18**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F01B 9/06** (2006.01) **F02B 75/32** (2006.01)  
**F01B 3/04** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20205002.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F02B 75/32; F01B 9/06; F01B 3/04**

(22) Anmeldetag: **30.10.2020**

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

(71) Anmelder: **Destiler**  
**34020 Istanbul (TR)**

(72) Erfinder: **Dashti, Farhad**  
**34020 Istanbul (TR)**

(74) Vertreter: **Gramm, Lins & Partner**  
**Patent- und Rechtsanwälte PartGmbB**  
**Theodor-Heuss-Straße 1**  
**38122 Braunschweig (DE)**

### (54) VERBRENNUNGSMOTOR

(57) Die Erfindung betrifft einen Verbrennungsmotor (2), mit (a) einem Zylinder (4), und (b) einem Kolben (6), der in dem Zylinder (4) beweglich gelagert ist. Erfindungsgemäß ist (c) eine Kulissenführung (19) vorgesehen, mittels der der Kolben (6) drehbar in dem Zylinder (4) geführt ist, wobei die Kulissenführung (19) aus einer umlaufenden Nut (12) und einem Vorsprung (14), der in die Nut (12) eingreift und in ihr geführt ist, besteht, sodass der Kolben (6) eine Drehbewegung ausführt.

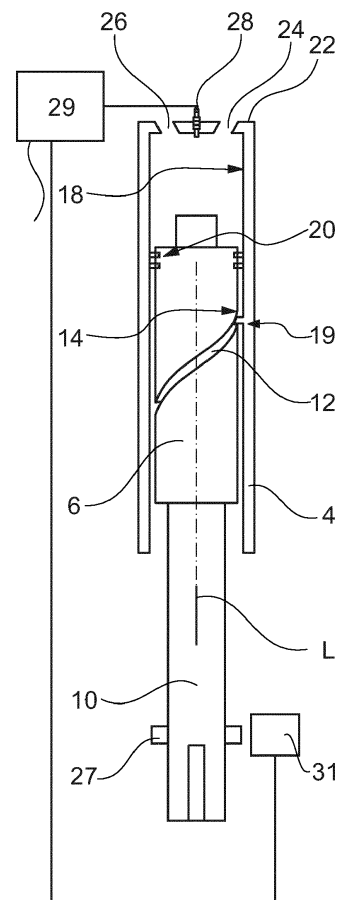


Fig. 2a

EP 3 992 424 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Verbrennungsmotor, insbesondere einen Hubkolbenmotor, mit (a) einem Zylinder, und (b) einem Kolben, der in dem Zylinder beweglich gelagert ist.

**[0002]** Der wohl bekannteste Verbrennungsmotor ist der Hubkolbenmotor, bei dem der Kolben eine Hubbewegung, also eine lineare Auf- und Abbewegung in dem Zylinder vollführt. Um diese Linearbewegung in eine Drehbewegung umzusetzen, bedarf es weiterer Bauteile, insbesondere einer Kurbelwelle.

**[0003]** Daneben gibt es auch Rotationskolbenmotoren, wie beispielsweise den Wankelmotor, bei dem die Verbrennungsenergie direkt in eine Drehbewegung umgesetzt wird. Ein solcher Motor weist gegenüber einem Hubkolbenmotor einige Nachteile auf, wie beispielsweise Dichtigkeitsprobleme und eine deutliche komplexere Geometrie.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es, Nachteile im Stand der Technik zu vermindern.

**[0005]** Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe durch einen Verbrennungsmotor, der sich durch eine Kulissenführung auszeichnet, mittels der der Kolben drehbar in dem Zylinder geführt ist, wobei die Kulissenführung aus einer umlaufenden Nut und einem Vorsprung, der in die Nut eingreift und in ihr geführt ist, besteht.

**[0006]** Vorzugsweise besitzt der Verbrennungsmotor (a) einen Arbeitszylinder und (b) einen Arbeitskolben, der in dem Arbeitszylinder beweglich gelagert ist, (c) wobei der Arbeitskolben mit dem Zylinder verbunden ist, sodass der Kolben eine Drehbewegung ausführt, wenn der Arbeitszylinder eine Hubbewegung ausführt.

**[0007]** Es ist folglich möglich, nicht aber notwendig, dass im Zylinder die Verbrennung von Kraftstoff erfolgt. In diesem Fall ist der Zylinder ein Brennraum des Verbrennungsmotors. Alternativ erfolgt die Verbrennung im Arbeitszylinder. In diesem Fall befindet sich der der Brennraum im Arbeitszylinder des Verbrennungsmotors und der Verbrennungsmotor hat einen Arbeitskolben, der im Arbeitszylinder läuft. Dieser Arbeitskolben ist mit dem Kolben so gekoppelt, dass er die Hubbewegung des Arbeitskolbens auf den Kolben oder den Zylinder überträgt. Der Zylinder kann dann auch als Hülse oder Gabel ausgebildet sein. In beiden Fällen bewirkt die Kulissenführung eine Umwandlung einer Hubbewegung des Kolbens oder Arbeitskolbens in eine Drehbewegung.

**[0008]** Hat der Verbrennungsmotor einen Arbeitszylinder, sind der Zylinder und der Kolben, der in dem Zylinder beweglich gelagert ist, sowie die Kulissenführung vorzugsweise Bestandteile einer Umsetzeinheit, die auch als Getriebe bezeichnet werden könnte. Die Umsetzeinheit bewirkt die Umwandlung einer Hubbewegung in eine Drehbewegung mittels der Kulissenführung.

**[0009]** Besitzt der Verbrennungsmotor zwei, drei, vier oder mehr Arbeitszylinder, in denen jeweils ein Arbeitskolben beweglich gelagert ist, so ist es günstig, wenn alle Arbeitskolben mit jeweils einer Umsetzeinheit verbunden sind und alle Umsetzeinheiten miteinander gekoppelt sind. Der Verbrennungsmotor hat dann eine Antriebswelle zum Abführen des vom Verbrennungsmotor erzeugten Drehmoments.

**[0010]** Wenn der Zylinder im Brennraum des Verbrennungsmotors angeordnet ist, weist der Kolben eine Kolbenoberseite auf, die einen Expansionsraum, der auch als Brennraum bezeichnet werden kann, begrenzt. Seitlich wird der Expansionsraum von einer Zylinderinnenwand des Zylinders begrenzt und zur von dem Kolben abgewandten Seite von einem Zylinderkopf. Ist der Arbeitskolben im Brennraum des Verbrennungsmotors angeordnet, ist der Expansionsraum oberhalb des Arbeitskolbens.

**[0011]** Wenn im Folgenden die Bezeichnungen oben und unten verwendet werden, so sind diese unabhängig von einer Orientierung des Zylinders im Raum und dienen lediglich zur Beschreibung der räumlichen Beziehung der Bauteile zueinander. Die Kolbenoberseite ist folglich stets die dem Expansionsraum zugewandte Seite des Kolbens. Der Zylinder oder der Arbeitszylinder weist, insbesondere im Zylinderkopf, vorzugsweise zumindest eine Zuleitungsöffnung für einen Brennstoff und Luft und eine Ableitungsöffnung für Abgas auf. Bei dem Brennstoff kann es sich beispielsweise um einen bei Raumtemperatur gasförmigen Brennstoff wie Erdgas oder um einen bei Raumtemperatur flüssigen Brennstoff wie Benzin handeln.

**[0012]** Zum Abdichten des Expansionsraumes weist der Kolben oder der Arbeitskolben vorzugsweise zumindest einen Kolbenring auf, der umlaufend an einer Mantelfläche des Kolbens angeordnet ist.

**[0013]** Der Kolben und/oder der Arbeitskolben weist vorzugsweise eine Kolbenstange auf, die von einer Kolbenunterseite, die sich auf der von dem Expansionsraum abgewandten Seite des Kolbens befindet, abragt. Die Kolbenstange ist gemäß einer Ausführungsform fest, beispielsweise stoffschlüssig mit dem Kolben verbunden sein. Besonders bevorzugt weist der Kolben jedoch einen Innenzahnkranz auf, in welchem die Kolbenstange mit einem korrespondierenden Außenzahnkranz drehfest und längsverschieblich gelagert ist.

**[0014]** Vorzugsweise weist der Kolben die umlaufende Nut auf und der Vorsprung ist an einer Zylinderinnenwand des Zylinders angeordnet. Alternativ weist der Zylinder die umlaufende Nut auf und der Vorsprung ist an dem Kolben angeordnet.

**[0015]** Der Vorsprung ist mit dem Kolben oder dem Zylinder vorzugsweise stoffschlüssig verbunden. Wenn der Vorsprung an dem Kolben angeordnet werden Kolben und Vorsprung vorzugsweise gemeinsam als Gußteil hergestellt. Es ist jedoch ebenfalls möglich und in bestimmten Ausführungsformen vorteilhaft, wenn der Vorsprung mit dem Zylinder oder dem Kolben auswechselbar, insbesondere durch Form- und/oder Kraftschluss, verbunden ist. In diesem Fall kann

der Vorsprung einfach ausgetauscht werden, wenn er beispielsweise eine zu hohen Verschleißgrad aufweist.

**[0016]** Der Vorsprung weist vorzugsweise einen kreisförmigen Querschnitt auf. Es ist jedoch ebenfalls möglich, dass der Vorsprung ein Hohlprofil aufweist und beispielsweise einen ringförmigen Querschnitt hat.

**[0017]** Erfindungsgemäß greift der Vorsprung in die Nut ein und ist in ihr geführt. Dies bedeutet, dass eine Bewegung des Kolbens relativ zum Zylinder immer auch eine Bewegung des Vorsprungs in der Nut bedingt und umgekehrt. Darunter, dass die Nut umläuft, ist zu verstehen, dass die Nut in sich geschlossen ist und vollständig um die Zylinderinnenwand oder eine Mantelfläche des Kolbens herum verläuft. Die Nut ist jedoch nicht ringförmig umlaufend ausgebildet.

**[0018]** Mit anderen Worten vollführt der Arbeitskolben beim Betreiben des Verbrennungsmotors, eine Hubbewegung, die von der Umsetzeinheit in eine Drehbewegung umgesetzt wird. Diese Drehbewegung wird durch die Anordnung der Kulissenführung bedingt und vorgegeben. Der Vorsprung bewegt sich in und damit entlang der Nut und prägt auf diese Weise dem Kolben ein bestimmtes und von dem Verlauf der Nut abhängiges Bewegungsmuster auf.

**[0019]** Unter dem Betreiben des Verbrennungsmotors ist insbesondere zu verstehen, dass ein Brennstoff und Luft in den Brennraum eingebracht und, beispielsweise mittels einer Zündvorrichtung wie einer Zündkerze, zur Explosion gebracht werden. Dadurch wird eine Kraft auf den Kolben oder den Arbeitskolben ausgeübt, die diesen in Bewegung bringt.

**[0020]** Damit der Kolben in dem Zylinder eine Drehbewegung ausführt, muss die Nut neben der Tatsache, dass sie umlaufend ausgebildet ist, auch unterschiedliche Positionen in Längsrichtung des Kolbens oder Zylinders durchlaufen. Mit anderen Worten ist es notwendig, dass der Vorsprung in der Nut, neben einer Bewegungskomponente in Umfangsrichtung, auch eine Bewegungskomponente in Längsrichtung aufweisen kann. Dazu verläuft die Nut beispielsweise wellenförmig umlaufend und in sich geschlossen.

**[0021]** Wenn die Kolbenstange fest mit dem Kolben verbunden ist, vollführt die Kolbenstange im gleichen Maße wie der Kolben eine Drehbewegung. Es ist möglich, dass der Kolben zwar eine Hub-Drehbewegung ausführt, jedoch nur eine Drehbewegung auf die Kolbenstange überträgt. Dazu weist der Kolben insbesondere einen Innenzahnkranz auf, in welchem die Kolbenstange mit einem korrespondierenden Außenzahnkranz drehfest und längsverschieblich gelagert ist.

**[0022]** Bevorzugt führt die Kolbenstange also nur eine Drehbewegung aus. Eine reine Drehbewegung liegt auch dann vor, wenn beispielsweise aufgrund von Spiel oder äußeren Einflüssen wie Vibrationen geringfügige Bewegungen der Kolbenstange in Längsrichtung auftreten. Geringfügig bedeutet insbesondere, dass eine Bewegungsstrecke in Längsrichtung maximal 3 %, bevorzugt maximal 1 % der Länge der Kolbenstange entspricht.

**[0023]** Bevorzugt läuft die Nut entlang einer periodischen Funktion  $h(\varphi)$  mit einer Periode von  $360^\circ$  um, wobei  $h$  die Position der Nut entlang einer Längsrichtung des Kolbens oder des Zylinders ist und  $\varphi$  ein Azimutalwinkel des Kolbens relativ zu dem Zylinder in Bezug auf die Längsachse ist.

**[0024]** Die Längsachse des Kolbens und die Längsachse des Zylinders, die aufgrund der zylindrischen Form des Kolbens und des Zylinders auch als Zylinderachse bezeichnet werden kann, fallen zusammen. Der Azimutalwinkel  $\varphi$  ist der Drehwinkel um die Längsachse des Kolbens. Der Nullpunkt  $\varphi = 0$  liegt im oberen Totpunkt der Kolbenbewegung. Der Drehsinn ist mathematisch positiv beim Blick auf die Kolbenoberseite.

**[0025]** Bevorzugt weist die Nut einen oberen Totpunkt auf, an dem  $h(\varphi)$  maximal ist, und einen unteren Totpunkt, an dem  $h(\varphi)$  minimal ist, auf, wobei ein absteigender Nutarm von dem oberen Totpunkt zu dem unteren Totpunkt verläuft und ein aufsteigender Nutarm von dem unteren Totpunkt zu dem oberen Totpunkt verläuft und die Nutarme in den Totpunkten glatt ineinander übergehen. Welcher Totpunkt der Nut der obere Totpunkt und welcher der untere Totpunkt ist, wird über die Totpunkte des Kolbens relativ zu dem Zylinder definiert. Befindet sich der Vorsprung in dem oberen Totpunkt der Nut, so befindet sich der Kolben gleichzeitig in seinem oberen Totpunkt relativ zu dem Zylinder. Befindet sich der Vorsprung in dem unteren Totpunkt der Nut, so befindet sich der Kolben gleichzeitig in seinem unteren Totpunkt relativ zu dem Zylinder.

**[0026]** Die Steigung ist vorzugsweise  $45^\circ$ .

**[0027]** Der obere und untere Totpunkt können auch über ihre Höhen entlang der Längsrichtung definiert werden. Der obere Totpunkt ist dabei der höchste Punkt der Nut entlang der Längsrichtung und der untere Totpunkt ist der niedrigste Punkt der Nut in Längsrichtung. Dabei verläuft die Längsrichtung von der Kolbenoberseite zu einer Kolbenunterseite, wenn der Kolben die Nut aufweist und der Vorsprung an der Zylinderinnenwand angeordnet ist und von einer Zylinderunterseite zum Zylinderkopf, wenn der Zylinder die Nut aufweist und der Vorsprung an dem Kolben angeordnet ist.

**[0028]** Am oberen Totpunkt kann  $h(\varphi)$  auch als  $h_{\max}$  bezeichnet werden, am unteren Totpunkt entsprechend als  $h_{\min}$ . Die Differenz zwischen  $h_{\min}$  und  $h_{\max}$  ist ein Hub  $H$  des Kolbens. Von dem unteren Totpunkt zu dem oberen Totpunkt verläuft die Nut bzw. die Funktion, entlang derer die Nut umläuft, mit einer positiven Steigung zu dem oberen Totpunkt. Nach Durchlaufen des oberen Totpunkts verläuft der absteigende Nutarm entsprechend mit einer negativen Steigerung zu dem unteren Totpunkt.

**[0029]** Darunter, dass die Nutarme in den Totpunkten glatt ineinander übergehen, ist insbesondere zu verstehen, dass die Funktion  $h(\varphi)$  in den Totpunkten zumindest zweifach stetig differenzierbar ist. Bevorzugt ist die Funktion  $h(\varphi)$  in den Totpunkten unendlich oft differenzierbar. Ein solcher glatter Übergang ist vorteilhaft, um Belastungen des Vorsprungs, insbesondere Kraftspitzen, die auf den Vorsprung wirken, beim Durchlaufen der Totpunkte zu verringern.

**[0030]** Definitionsgemäß liegt der obere Totpunkt bei  $\varphi = 0$ . Der untere Totpunkt liegt vorzugsweise bei  $\varphi = 180^\circ$ . Der obere Totpunkt und der untere Totpunkt liegen dann um  $180^\circ$  versetzt zueinander. Darunter, dass der obere Totpunkt und der untere Totpunkt um  $180^\circ$  versetzt zueinander liegen, wird auch verstanden, wenn, beispielsweise aufgrund von Fertigungstoleranzen, der Versatz bei  $180^\circ \pm 2^\circ$ , insbesondere bei  $180^\circ \pm 1^\circ$  liegt.

**[0031]** Mit anderen Worten liegen sich der obere Totpunkt und der untere Totpunkt vorzugsweise radial gegenüber, wobei sie entlang der Längsrichtung versetzt zueinander angeordnet sind. Vorzugsweise ist die Nut spiegelsymmetrisch gegenüber einer Radialschnittebene des Zylinders oder des Kolbens, in der der obere Totpunkt und der untere Totpunkt liegen. Eine Radialschnittebene wird von der Radialrichtung des Kolbens oder des Zylinders und der Längsrichtung des Kolbens oder des Zylinders aufgespannt und könnte auch als Längsschnittebene bezeichnet werden.

**[0032]** Bevorzugt fällt  $h(\varphi)$  bei dem absteigenden Nutarm streng monoton und steigt bei dem aufsteigenden Nutarm streng monoton. Unter streng monoton ist zu verstehen, dass für alle  $\varphi$  mit  $\varphi_1 < \varphi_2$  gilt  $h(\varphi_1) < h(\varphi_2)$  ist. Der absteigende Nutarm verläuft bevorzugt von  $\varphi = 0^\circ$  bis  $\varphi = 180^\circ$  und der absteigende Nutarm von  $\varphi = 180^\circ$  bis  $\varphi = 360^\circ$ .

**[0033]** Bevorzugt kann  $h(\varphi)$  durch eine Funktion  $f(\varphi) = H \cdot \cos^2(0,5\varphi)$  angenähert werden, wobei für jedes  $\varphi$  gilt, dass  $f(\varphi)$  um maximal 10 % von  $h(\varphi)$  abweicht. Besonders günstig ist, es, wenn die Funktion  $f(\varphi)$  abschnittsweise linear verläuft.

**[0034]** Bevorzugt weist der Zylinder zumindest eine Öffnung zum Einleiten eines Schmiermittels in die umlaufende Nut auf. Bei einem solchen Schmiermittel handelt es sich beispielsweise um ein Schmieröl oder ein Schmierfett. Neben einer notwendigen Schmierung des Kolbens in Bezug auf den Zylinder, ist es insbesondere notwendig, eine Schmierung zwischen Vorsprung und Nut herbeizuführen, um eine möglichst reibungslose Bewegung des Vorsprungs in der Nut zu ermöglichen.

**[0035]** Bevorzugt befindet sich die zumindest eine Öffnung zum Einleiten eines Schmiermittels in der Nut, wenn der Zylinder die umlaufende Nut aufweist. Es ist jedoch ebenfalls möglich und in bestimmten Ausführungsformen vorteilhaft, wenn die zumindest eine Öffnung gleichzeitig zum Einleiten des Schmiermittels geeignet ist, welches zur Schmierung des Kolbens relativ zu dem Zylinder benötigt wird. Mit anderen Worten können die Schmierung des Kolbens gegenüber dem Zylinder und die Schmierung des Vorsprungs für die Bewegung relativ zu der Nut mittels derselben zumindest einen Öffnung erfolgen.

**[0036]** Bevorzugt weist der Verbrennungsmotor zumindest zwei Zylinder oder Arbeitszylinder auf, wobei in jedem Zylinder oder Arbeitszylinder jeweils ein Kolben oder Arbeitskolben beweglich gelagert ist. Besonders bevorzugt weist der Verbrennungsmotor zumindest 3 Zylinder auf. Bevorzugt weist jeder der Kolben eine eigene Kolbenstange auf, wobei die Drehbewegung der Kolbenstangen auf eine gemeinsame Antriebswelle übertragen wird.

**[0037]** Vorzugsweise weist der Verbrennungsmotor eine Zündvorrichtung, beispielsweise eine Zündkerze, zum Entzünden eines in den Zylinder oder Arbeitszylinder eingebrachten Brennstoffs, eine Positionsbestimmungseinrichtung zum Bestimmen einer Position des Kolbens oder Arbeitskolbens relativ zu dem Zylinder oder Arbeitszylinder, und eine elektronische Steuereinrichtung auf, wobei die elektronische Steuereinrichtung eingerichtet ist, automatisch einen Zündzeitpunkt der Zündvorrichtung in Abhängigkeit von einer Position des Kolbens oder Arbeitskolbens in dem Zylinder oder Arbeitszylinder zu wählen.

**[0038]** Jedem Winkel  $\varphi$  ist eine Position des Kolbens relativ zu dem Zylinder eindeutig zuzuordnen. So befindet sich der Kolben bei  $\varphi = 0^\circ$  in seinem oberen Totpunkt relativ zu dem Zylinder und bei  $\varphi = 180^\circ$  in seinem unteren Totpunkt relativ zu dem Zylinder. Über eine Bestimmung des Winkels  $\varphi$  lässt sich also eine Position des Kolbens relativ zu dem Zylinder eindeutig bestimmen.

**[0039]** Die Positionsbestimmungseinrichtung ist vorzugsweise ein Induktionsgeber. Der Induktionsgeber weist vorzugsweise ein Inkrementenrad auf, beispielsweise ein Zahnrad, welches an der Kolbenstange oder an einer Antriebswelle angeordnet ist. Der Zahnkranz des Inkrementenrades weist zumindest eine Lücke auf, an der quasi ein Zahn ausgelassen wurde. Um das Inkrementenrad ist ein Induktionsgebergehäuse angeordnet, in dem sich beispielsweise eine Spule mit einem Eisenkern, an dem ein Dauermagnet angeordnet ist, befindet. Durch Drehung des Inkrementenrades wird in der Spule durch die Bewegung der Zähne des Zahnkranzes an dem Gehäuse vorbei eine Spannung induziert, die - sofern der Zahnkranz keine Lücken aufweist und die Abstände der Zähne zueinander gleich sind - sinusförmig verläuft. Durch die zumindest eine Lücke in dem Zahnkranz verändert sich jedoch der Spannungsverlauf, was dann das Durchlaufen der Lücke anzeigt. Diese Lücke im Zahnkranz kann beispielsweise derart angeordnet sein, dass der Durchlauf der Lücke bei einem Azimutwinkel von  $\varphi = 0^\circ$ , also insbesondere wenn der obere Totpunkt durchlaufen wird, liegt. Auf diese Weise kann die Position des Kolbens relativ zu dem Zylinder ermittelt werden.

**[0040]** Bevorzugt ist die elektronische Steuereinrichtung eingerichtet, den Zündzeitpunkt derart zu wählen, dass zu dem Zündzeitpunkt  $0^\circ < \varphi \leq 10^\circ$  gilt. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass eine Zündung erst nach Durchlaufen des oberen Totpunktes erfolgt und damit die Kraft auf den Kolben ausgeübt wird, wenn sich der Vorsprung in dem absteigenden Nutarm befindet. Alternativ ist es jedoch ebenfalls möglich, dass ein Zündzeitpunkt gewählt wird, der zeitlich vor Durchlaufen des oberen Totpunktes liegt, beispielsweise in einem Bereich von  $355^\circ \leq \varphi \leq 360^\circ$ . Dies ist insbesondere bei höheren Drehzahlen sinnvoll, da eine Verbrennungszeit des Luft-Brennstoffgemisches unabhängig von der Drehzahl ist und zwischen Zündzeitpunkt und dem Zeitpunkt, in dem der höchste Verbrennungsdruck auf den Kolben wirkt, ein zeitlicher Versatz liegt. Dadurch ist es in bestimmten Ausführungsformen vorteilhaft, den Zündzeitpunkt vor Erreichen

des oberen Totpunkt zu wählen, damit der Zeitpunkt mit dem höchsten Verbrennungsdruck nach Durchlaufen des oberen Totpunktes, insbesondere zu einem Zeitpunkt in dem  $10^\circ \leq \varphi \leq 20^\circ$  gilt.

**[0041]** Vorzugsweise wird der Zündzeitpunkt derart gewählt, dass ein Verbrennungsschwerpunkt erreicht wird, wenn  $3^\circ \leq \varphi \leq 8^\circ$  gilt. Unter dem Verbrennungsschwerpunkt ist der Zeitpunkt zu verstehen, in dem 50% des Brennstoffs verbrannt sind.

**[0042]** Die elektrische Steuereinrichtung ist vorzugsweise eingerichtet, den Zündzeitpunkt anhand eines Kennfelds zu wählen, in das beispielsweise die Motordrehzahl und die in den Expansionsraum eingebrachte Brennstoffmenge eingehen. Besonders bevorzugt weist die elektronische Steuereinrichtung einen Datenspeicher auf oder hat Zugriff auf einen solchen Datenspeicher, in dem für unterschiedliche Drehzahlen des Verbrennungsmotors jeweils ein Zündzeitpunkt hinterlegt ist, der eines oder mehrere der vorgenannten Kriterien erfüllt. Es ist möglich und in bestimmten Ausführungsformen vorteilhaft, dass die Zündzeitpunkte in Abhängigkeit mehrerer Parameter, insbesondere neben der Drehzahl, hinterlegt sind.

**[0043]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand einiger Figuren näher erläutert. Dabei zeigt

- Figur 1a eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform eines Kolbens für einen erfindungsgemäßen Verbrennungsmotor,
- Figur 1b eine Seitenansicht des Kolbens aus Figur 1a,
- Figur 2a eine Längsschnittdarstellung durch ein Ausführungsbeispiel eines Zylinders mit darin gelagertem Kolben für einen erfindungsgemäßen Verbrennungsmotor,
- Figur 2b eine Längsschnittdarstellung durch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Zylinders mit darin gelagertem Kolben,
- Figur 3 eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 4a eine perspektivische Ansicht einer Umsetzeinheit eines erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors,
- Figur 4b den Verlauf des Drehmoments in Abhängigkeit von einem gedachten Kurbelwellenwinkel für einen klassischen Zylindermotor und einen erfindungsgemäßen Verbrennungsmotor,
- Figur 5a einen bekannten Zweitaktmotor zum Vergleichen des Drehmomentverlaufs mit einem erfindungsgemäßen Verbrennungsmotor,
- Figur 5b den Verlauf der Funktion  $f(\varphi)$ ,
- Figur 5c eine perspektivische Darstellung eines Kolbens oder Arbeitskolbens für einen erfindungsgemäßen Verbrennungsmotor und
- Figur 6 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Verbrennungsmotors mit vier Zylindern.

**[0044]** Figur 1a zeigt einen Kolben 6, der in einem nicht dargestellten Zylinder 4 (siehe Figur 2a) eines ebenfalls nicht dargestellten Verbrennungsmotors 2 gelagert ist. Der Kolben 6 weist eine in dieser Ansicht nicht sichtbare Kolbenoberseite 8 auf, die einen Expansionsraum des Zylinders 4 begrenzt. Eine Kolbenstange 10 ragt, in Figur 1a nach oben, aus dem Kolben 6 heraus. Es ist zudem zu erkennen, dass aus der Kolbenoberseite 8 ebenfalls ein Teil der Kolbenstange 10 mit einer Kolbenstangenoberseite 16 herausragt. Dieser Teil der Kolbenstange weist jedoch einen geringeren Durchmesser, von vorzugsweise 25 mm, auf. Der Kolben selbst weist vorzugsweise einen Durchmesser von 50 mm auf.

**[0045]** Der Kolben 6 weist eine Nut 12 auf, die einen aufsteigenden Nutarm 15 und einen absteigenden Nutarm 17 aufweist.

**[0046]** Der Kolben 6 ist innen hohl und weist eine angedeutete Innenverzahnung 9 auf, die mit einer korrespondierenden, schematisch eingezeichneten Außenverzahnung 11 der Kolbenstange in Eingriff steht und derart ausgebildet ist, dass eine Hub-Drehbewegung des Kolbens 6 in eine Drehbewegung der Kolbenstange 10 umgesetzt wird. Die Drehrichtung des Kolbens entspricht dann der resultierenden Drehrichtung der Kolbenstange. Die Kolbenstange 10 weist, in Figur 1a unten dargestellt, eine kanalförmige Ausnehmung beispielsweise zum Verbinden mit einer Antriebswelle 36 auf.

**[0047]** Figur 1b zeigt eine seitliche Ansicht des Kolbens 6 aus Figur 1a, wobei jeweils der obere Totpunkt OT und der untere Totpunkt UT der Nut 12 zu erkennen sind. Es ist zudem zu erkennen, dass die Nut 12 einen Wendepunkt W durchläuft.

**[0048]** Figur 2a zeigt einen Längsschnitt durch den Zylinder 4 und den Kolben 6. Der Kolben 6 weist die Nut 12 auf, wobei an den Seiten des Kolbens 6 der untere Totpunkt UT und der obere Totpunkt OT der Nut 12 zu erkennen sind.

**[0049]** An einer Zylinderinnenwand 18 des Zylinders 4 ist ein Vorsprung 14 ausgebildet, der in die Nut 12 eingreift und in dieser geführt ist, sodass sie eine Kulissenführung 19 bilden. In Figur 2a befindet sich der Vorsprung 14 in dem unteren Totpunkt UT der Nut 12. Entsprechend befindet sich auch der Kolben 6 in seinem unteren Totpunkt relativ zu dem Zylinder 4. Dieser ist der niedrigste Punkt der Nut in Längsrichtung L des Kolbens 6. Der Kolben 6 weist in dem Ausführungsbeispiel zwei Kolbenringe 20 auf.

**[0050]** Der Zylinder weist an einer Zylinderoberseite 22 eine Zuleitungsöffnung 24 für Brennstoff, vorliegend für Benzin und Luft, und eine Ableitungsöffnung 26 für Abgas auf. Zudem weist der Zylinder eine Zündvorrichtung 28, vorliegend eine Zündkerze, zum Entzünden des Brennstoffs auf. Die Zündvorrichtung 28 ist mit einer elektronischen Steuereinrichtung 29 verbunden, die eingerichtet ist einen Zündzeitpunkt der Zündvorrichtung 28 in Abhängigkeit einer Position des Kolbens 6 in dem Zylinder 4 zu wählen.

**[0051]** An der Kolbenstange 10 ist zudem ein Inkrementenrad 27 angeordnet, welches vorliegend als Zahnrad ausgebildet ist. Das Zahnrad weist eine Mehrzahl von Zähnen auf, die insbesondere in gleichem Abstand zueinander angeordnet sind, wobei einige Zähne ausgelassen sind und auf diese Weise Lücken gebildet sind. Diese Lücken laufen an einer Positionsbestimmungseinrichtung 31 vorbei, der das Inkrementenrad 27 zugeordnet ist, wobei diese eingerichtet ist das Vorbeilaufen der Lücken zu erkennen. Da durch die Anordnung des Zahnrads an der Kolbenstange 10 bekannt ist, unter welchen Winkeln  $\varphi$  die Lücken an der Positionsbestimmungseinrichtung vorbeilaufen und erkannt werden, kann eine Position des Kolbens relativ zu dem Zylinder erkannt werden. So befindet sich der Kolben bei  $\varphi = 0$  in seinem oberen Totpunkt und bei  $\varphi = 180^\circ$  in seinem unteren Totpunkt. Die Positionsbestimmungseinrichtung ist mit der elektronischen Steuereinrichtung 29 verbunden, sodass Positionsdaten an diese geleitet werden können.

**[0052]** Figur 2b zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der der Zylinder 4 die Nut 12 aufweist und der Vorsprung 14 an dem Kolben 6 ausgebildet ist. Auch in Figur 2b befindet sich der Kolben 6 in seinem unteren Totpunkt relativ zu dem Zylinder 4. Entsprechend befindet sich der Vorsprung 14 in dem unteren Totpunkt UT der Nut 12. Der untere Totpunkt UT ist auch in dieser Ausführungsform der niedrigste Punkt der Nut in Längsrichtung, wobei die Längsrichtung L bei dieser Ausführungsform in die entgegengesetzte Richtung zu der Längsrichtung L der Ausführungsform aus Figur 2a verläuft.

**[0053]** In den Zylinder ist zumindest eine Schmiermittelöffnung 33 eingebracht, um ein Schmiermittel in die Nut 12 einzubringen. In der in Figur 2b dargestellten Ausführungsform befindet sich die zumindest eine Schmiermittelöffnung 33 in einer Seitenwand der Nut 12, sodass das Schmiermittel direkt in die Nut eingebracht werden kann.

**[0054]** Die übrigen Merkmale der Ausführungsform entsprechen den Merkmalen der Ausführungsform in Figur 2a.

**[0055]** Figur 3 zeigt einen erfindungsgemäßen Verbrennungsmotor 2, der einen Arbeitszylinder 42 und einen darin beweglich gelagerten Arbeitskolben 44 aufweist. Der Arbeitskolben 44 kann, wie allgemein bekannt, Kolbenringe 46.1, 46.2, 36.3 aufweisen. Die Zündvorrichtung 28 ist angeordnet zum Zünden eines Kraftstoff-Luft-Gemischs in einem Brennraum 46 des Verbrennungsmotors 2.

**[0056]** Im Betrieb bewegt sich der Arbeitskolben 44 auf und ab, er führt in anderen Worten eine reine Hubbewegung aus.

**[0057]** Der Arbeitskolben 44 ist mit dem Zylinder 4 einer Umsetzeinheit 48 verbunden. Führt der Arbeitskolben 44 eine Hubbewegung aus, so führt auch der Zylinder 4 eine Bewegung aus. Aufgrund der Kulissenführung 19 führt der Kolben 6 eine reine Drehbewegung aus. Es ist möglich, nicht aber notwendig, dass das Inkrementenrad 27 vorhanden ist. Alternativ ist es möglich, dass der Arbeitskolben 44 mit dem Kolben 6 verbunden ist. In diesem Fall führt der Zylinder 4 eine Drehbewegung aus, die von einem nachgelagerten Aggregat genutzt werden kann.

**[0058]** Figur 4a zeigt eine perspektivische Ansicht einer Umsetzeinheit 48 eines erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors, bei der der Zylinder 4 als Hülse ausgebildet ist. Die Umsetzeinheit 48 besitzt im vorliegenden Fall ein Gehäuse 50, an dem der Zylinder 4 längsbeweglich gelagert ist, sodass er eine Hubbewegung H ausführen kann. An dem Gehäuse 50 ist zudem der Kolben 6 drehbar gelagert, sodass er sich um einen Drehwinkel  $\varphi$  drehen kann. Führt der Arbeitskolben 42 (vgl. Figur 3) die Hubbewegung H aus, dreht sich der Kolben 6.

**[0059]** Figur 4b zeigt den Verlauf des Drehmoments M über einen hypothetischen Kurbelwellenwinkel  $\alpha$  (vergleiche Figur 5a). Der hypothetische Kurbelwellenwinkel  $\alpha$  ist derjenige Winkel, unter dem der Kolben eines herkömmlichen Kolbenmotors an der der gleichen Stelle ist wie der Kolben bzw. der Arbeitskolben des erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors. Der erfindungsgemäße Verbrennungsmotor kann auch als Dashti-Motor bezeichnet werden. Es ist zu erkennen, dass das Drehmoment M bei kleinen Kurbelwellenwinkeln  $\alpha$ , also wenn sich der Kolben oder Arbeitskolben nahe des oberen Totpunkts befindet, deutlich größer ist als bei einem klassischen Zylindermotor. Das abgreifbare Drehmoment ist damit deutlich höher.

**[0060]** Im Folgenden wird beschrieben, wie die Kurve gemäß Figur 4b erhalten wird. In einem Zweitaktmotor wird das Brennstoff-Luft-Gemisch im Arbeitszylinder durch Verringerung des Volumens des Zylinders verdichtet und so der Druck im Zylinder erhöht. Im Gegensatz, je mehr der Kolben sich von dem Zylinderkopf entfernt und nach hinten bewegt, desto geringer wird der Innendruck aufgrund der Vermehrung des Zylindervolumens; was nach Boyles Gesetz definiert wird:  $P_1(V_1)=P_2(V_2)$ .

**[0061]** Im obigen Gesetz ist  $P_1$  Anfangsdruck,  $P_2$  Sekundärdruck,  $V_1$  Anfangsvolumen und  $V_2$  Sekundärvolumen. Allgemein arbeiten Verbrennungsmotoren nach diesem Gesetz; Luft und Kraftstoff werden beim Absenken des Kolbens in den Zylinder gedrückt und dann werden Luft und Kraftstoff beim Aufgehen des Kolbens im oberen Teil des Zylinders dicht und wegen des Druckabfalls unter dem Kolben wird das Gemisch aus Luft und Kraftstoff unter den Kolben gesaugt und durch einen Funken wird das Gemisch aus Luft und Kraftstoff gezündet. Dann steigt durch Verbrennen des Kraftstoffs im Arbeitszylinder die Lufttemperatur, wodurch sich die Luft im Zylinder ausdehnt und ein übermäßiger Druck verursacht wird. Dieser Druck schiebt den Kolben nach unten und erzeugt Kraft.

### EP 3 992 424 A1

**[0062]** Wenn sich der Kolben nach unten bewegt, dreht sich die mit dem Kolben verbundene Kurbelwelle und erzeugt Kraft und Energie. Es ist jedoch zu beachten, dass durch das Absenken des Kolbens das obere Kolbenvolumen zunimmt und der Druck des Kolbens verringert wird. Je mehr der Kolben absteigt, desto mehr wird der Druckabfall und desto weniger wird die Kraft im oberen Teil des Kolbens.

**[0063]** Diese Kraft ist durch diese Formel messbar:  $F=P \cdot S$ . In diesem Gesetz ist  $F$  die momentane Kraft in kg und  $P$  der momentaner Druck in bar ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) und  $S$  ist die Fläche des Kolbens in  $\text{cm}^2$ . Da das gesuchte Drehmoment am Abtrieb der Motorkurbelwelle anliegt, wird der Abtrieb aus der folgenden Gleichung extrahiert:

$$T=F \cdot D \cdot \sin \alpha$$

**[0064]**  $D$  ist der Radius der Drehung der Kurbelwelle in Meter und  $\alpha$  ist die Abweichung der Kurbelwelle gegenüber der Senkrechten und die Drehmomenteinheit ist hier  $\text{kg.m}$ . Der Kurbelwellenwinkel  $\alpha$  ist in Figur 5a gezeigt.

**[0065]** Betrachtet werde das momentane Drehmoment eines Zweitaktmotors mit folgenden Eigenschaften:

Kolbendurchmesser: 5cm

Drehradius der Kurbelwelle: 2.5cm

Druck des Kolbens im Moment der Explosion: 60bar

Winkel im Moment der Explosion: 2 Grad

Menge der Dichte: 1/10

Das momentane Drehmoment ist:

$$F=P \cdot S$$

$$F=60 \cdot 3.14 \cdot 2.5^2$$

$$F=1178 \text{ (Kg)}$$

$$T=F \cdot D \cdot \sin \alpha$$

$$T=1178 \cdot 2.5 \cdot 10^{-2} \cdot \sin 2$$

$$T=1.0278 \text{ (Kg.m)}$$

**[0066]** Bei einem Zweitaktmotor ist jeder zweite Takt ein Arbeitstakt. Im Gegensatz dazu:  $\alpha = 0^\circ$  sei der Start der Verbrennung. Bei den Winkeln  $\alpha$  120° bis 240° erfolgt das Öffnen der Abgasleitung. Bei den Winkeln  $\alpha$  von 0 bis zu 120° erfolgt die Krafterzeugung und Absenkung des Kolbens durch heißes Gas.

**[0067]** Wenn die Kurbelwelle dreht und der Kolben sich vom Zylinderkopf entfernt, nimmt bis zu einem Kurbelwellenwinkel  $\alpha$  von  $\alpha=120^\circ$  im Zylindervolumen oberhalb des Kolbens ständig der Druck ab. Das Auslassventil öffnet und der Druck auf den Kolben ist null.

**[0068]** Nun wird die Änderung des Drucks des Kolbenkopfs abhängig von der Bewegung des Kolbens nach unten unter der Annahme:

Maximum-Druck: 60bar

Radius der Kurbelwelle: 2.5cm

Kolbendurchmesser: 5cm

Verdichtung: 1:10

berechnet.

**[0069]** Angesichts des Radius der Kurbelwelle ist die Bewegung des Kolbens 5cm, aber von 5cm werden nur 3.75cm zur Verdichtung verwendet und 1.25cm werden zur Entleerung des Abgases und zur Einspritzung von Kraftstoff und Luft verwendet. Zylinderlänge angesichts der 1/10 Verdichtung:

### EP 3 992 424 A1

$$\begin{array}{ll} L=(3.75*10)/9=4.1 \text{ cm} & \text{Länge des Dichtraums des Zylinders} \\ 1.25+4.1=5.35 \text{ cm} & \text{Länge der Zylinder} \end{array}$$

5 **[0070]** Jetzt wird die Verschiebung des Kolbens vom Zylinderkopf und der Druck des Kolbenkopfs für alle 20 Grad berechnet.

10 **[0071]** Der Druck des Kolbenkopfs, wenn der Kolben im obersten Punkt ist, ist 60bar und in dieser Situation ist der Abstand des Kolbens von Zylinderkopf:  
 $L-D=5.35-5=0.35 \text{ cm}$

**[0072]** In der obigen Formel ist L die Zylinderlänge in cm und D der Kurbelwellendurchmesser in cm.

**[0073]** D wird aus der folgenden Formel berechnet:

$D = \text{Drehung der Kurbelwellen} + (\cos(\text{Winkels}) * \text{Kurbelradius}).$

**[0074]** Die genaue Position des Kolbens muss bekannt sein (Kolbenabstand vom Zylinderkopf):

15

$$P1=60 \text{ (bar)}$$

20

$$V1=S*I = 19.635*0.35=6.8 \text{ cm}^3$$

**[0075]** Wenn sich die Kurbelwelle um 20 Grad dreht Druck gleich:

$$2.5 + (2.5*\cos 20)=4.85 \text{ cm}$$

$$5-4.85=0.15 \text{ cm}$$

25

$$0.15+0.35=0.5 \text{ cm}$$

0.5cm ist der Abstand des Kolbens von Zylinderkopf

$$V2=19.6*0.5=9.8 \text{ cm}^3$$

$$P2=(6.8*60)/9.8=41.63 \text{ bar}$$

30

**[0076]** Es ergibt sich so die folgende Tabelle wie in Figur 4b:

35

40

45

50

55



<b>Ø</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>	<b>220</b>	<b>240</b>	<b>260</b>	<b>280</b>	<b>300</b>	<b>320</b>	<b>340</b>	<b>360</b>
<b>P</b>	<b>60</b>	41.6	22.3	13	8.6	6.36	5	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	0.24	0.69	1.56	3.38	7.18	10.7
<b>T</b>	<b>1.03</b>	4.97	7.02	5.51	4.14	3.07	2.12	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	-0.11	-0.33	-0.66	-1.06	-1.2	<b>0</b>
		Zone für Explosion und Krafterzeugung						Zone für Entleerung des Rauchs und Kraftstoffeinspritzung						Zone für Verdichtung		

## EP 3 992 424 A1

**[0077]** In der Form ist die Verbindung und die Anwendung der Kolben und Motorantriebswelle. Zu beachten sind die Bewegung des Zylinders und die Drehung der Welle. Die Nut hat eine Neigung von 45° gegenüber dem Wellenquerschnitt. Wird der Weg der Nut im obigen Beispiel für den Mechanismus des Dashti-Motors gezeichnet, ergibt sich das in Figur 5b gezeigte Bild.

**[0078]** Im erfindungsgemäßen Motor, der auch als Dashti-Motor bezeichnet werden kann, wird nun das Drehmoment untersucht: Die Beziehung zwischen Druck und Volumen und auch der Kraft und Drehmoment wird aus der folgenden Gleichung berechnet.

$$P_1(V_1)=P_2(V_2) \quad (\text{bar})$$

$$F=P \cdot S \quad (\text{kg})$$

$$T=F \cdot D \cdot \sin 45 \quad (\text{kg.m})$$

**[0079]** Der einzige Unterschied zwischen normalen Motoren und Dashti-Motoren liegt in der Art der Berechnung des Drehmoments. In heutigen Motoren ändert sich aufgrund der Verwendung einer Kurbelwelle und einer 360-Grad-Drehung die Sinusposition bei der Kurbelwelleneinspritzung von 0 auf 1. Da der Sinuskoeffizient zwischen Null und Eins ist, wird das Drehmoment immer weniger, aber beim Dashti-Motor ist dieser Koeffizient nur 0.7 und ändert sich bei Drehung nicht.

**[0080]** Wiederholt wird jetzt das vorherige Beispiel für den erfindungsgemäßen Dashti-Motor und das Berechnen des momentanen Drehmoments und die entsprechende Tabelle: In Dashti-Motoren mit den Eigenschaften des obigen Beispiels ist der Radius 38mm. Dies ergibt sich aus der folgenden Gleichung:

Der Umfang des Mechanismus in der obigen Abbildung beträgt 240 mm, wobei für den Durchmesser

$$240/3.14=76.4 \text{ mm}$$

$$76.4/2=38.2\text{mm}$$

der Radius 38 mm beträgt.

$$F=P \cdot S$$

$$F=60 \cdot 3.14 \cdot 2.5^2$$

$$F=1178 \text{ (Kg)}$$

$$T=F \cdot D \cdot \sin 45$$

$$T=1178 \cdot 38 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(45)$$

$$T=31.6 \text{ (Kg.m)}$$

ø	2	20	40	60	80	100	120	140	160	240	260	280	300	320	340	360
P	60	23	14.4	10.4	8.2	6.7	5.7	0	0	0	0.17	0.43	0.82	1.52	3.06	9.5
T	31.6	12	7.6	5.5	4.26	3.5	2.96	0	0	0	-0.09	-0.22	-0.42	-0.79	-1.59	0

**[0081]** Es ist zu erkennen, dass der erfindungsgemäße Motor über ein sehr hohes Drehmoment-Maximum verfügt, so dass mit einem 6-Zylinder-Motor eine Leistung erzielt werden kann, die viel größer ist als die der normalen Motoren.

**[0082]** Man kann sagen, dass die Relation der Leistung des erfindungsgemäßen Motors zu einem herkömmlichen Motor ungefähr 4.43 beträgt.

**[0083]** Wird das oben Gesagte untersucht, kann man sagen, dass dieser Motor die Motorindustrie ganz verändern kann und wegen des wenigen Kraftstoffverbrauchs bei gleicher Leistung für den Umweltschutz von sehr großer Bedeutung ist.

**[0084]** Figur 5c zeigt eine einzyklindrige Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors. Der Zylinder

4, in dem der nicht zu sehende Kolben 6 gelagert ist, weist eine Zuleitungsöffnung 24 für Brennstoff und Luft, insbesondere ein Brennstoff/Luft-Gemisch auf. Der Zylinder 4 weist eine Zylinderunterseite 30 auf, welche nach radial innen dichtend mit der Kolbenstange 10 abschließt. In dem dargestellten Zylinder 4 befindet sich ein Expansionsraum, in den der Brennstoff bzw. das Brennstoff-Luft-Gemisch eingeleitet wird und ein weiterer Raum, der auf der dem Expansionsraum gegenüberliegenden Seite des Kolbens 6, liegt. Dieser wird nach unten von der Zylinderunterseite 30 und nach oben von einer Kolbenunterseite begrenzt. Durch die Hub-Drehbewegung des Kolbens 6 verändert sich sowohl das Volumen des Expansionsraums als auch das Volumen des gegenüberliegenden Raums periodisch. Aus diesem Grund sind Entlüftungsöffnungen 32 derart angeordnet, dass ein Luftein- und -ausstrom in diesen Raum möglich ist. Alternativ wäre es ebenso möglich, dass die Entlüftungsöffnungen 32 in die Zylinderunterseite 30 eingebracht sind. Die Kolbenstange 10 weist eine zentrale Ausnehmung 34 zum Verbinden mit einer nicht dargestellten Antriebswelle 36.

**[0085]** Figur 6 zeigt eine dreizylindrige Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors 2. Zu erkennen sind drei Zylinder 4.1, 4.2 und 4.3, welche in ein Motorgehäuse 38 übergehen. Auf der den Zylindern gegenüberliegenden Seite des Motorgehäuses 38 ragt eine gemeinsame Antriebswelle 36 aus dem Motorgehäuse 38. In jedem der Zylinder 4.1, 4.2 und 4.3 ist jeweils ein Kolben 6.1, 6.2 und 6.3 gelagert, der jeweils eine Kolbenstange 10 aufweist. Beispielsweise über Zahnräder wird die Drehbewegung der Kolbenstangen 10 auf die Antriebswelle 36 übertragen. Die Antriebswelle ist in Figur 6 abgeschnitten dargestellt. Es ist jedoch möglich und insbesondere vorteilhaft, wenn diese noch weiter aus dem Motorgehäuse 38 herausragt. An dem Motorgehäuse 38 ist ein Flansch 40 mit Schraublöchern angeordnet, mit welchem der Motor beispielsweise mit einem korrespondierenden Flansch verbunden werden kann.

#### Bezugszeichenliste

2	Verbrennungsmotor	40	Flansch
4	Zylinder	42	Arbeitszylinder
6	Kolben	44	Arbeitskolben
8	Kolbenoberseite	46	Brennerraum
9	Innenverzahnung	48	Umsetzeinheit
10	Kolbenstange	50	Gehäuse
11	Außenverzahnung		
12	Nut	H	Hubbewegung
14	Vorsprung	L	Längsrichtung
15	aufsteigender Nutarm	OT	oberer Totpunkt der Nut
16	Kolbenstangenoberseite	UT	unterer Totpunkt der Nut
17	absteigender Nutarm	W	Wendepunkt
18	Zylinderinnenwand	$\alpha$	Kurbelwellenwinkel
19	Kulissenführung	$\varphi$	Drehwinkel
		M	Drehmoment
20	Kolbenringe		
22	Zylinderoberseite		
24	Zuleitungsöffnung		
26	Ableitungsöffnung		
27	Inkrementenrad		
28	Zündvorrichtung		
29	elektronische Steuereinrichtung		
30	Zylinderunterseite		
31	Positionsbestimmungseinrichtung		
32	Entlüftungsöffnung		
33	Schmiermittelöffnung		
34	Ausnehmung		
36	Antriebswelle		
38	Motorgehäuse		

## Patentansprüche

## 1. Verbrennungsmotor (2), mit

- (a) einem Zylinder (4), und  
 (b) einem Kolben (6), der in dem Zylinder (4) beweglich gelagert ist, **gekennzeichnet durch**  
 (c) eine Kulissenführung (19), mittels der der Kolben (6) drehbar in dem Zylinder (4) geführt ist, wobei die Kulissenführung (19) aus einer umlaufenden Nut (12) und einem Vorsprung (14), der in die Nut (12) eingreift und in ihr geführt ist, besteht, sodass der Kolben (6) eine Drehbewegung ausführt.

2. Verbrennungsmotor (2), **gekennzeichnet durch**

- (a) einen Arbeitszylinder (42) und  
 (b) einen Arbeitskolben (44), der in dem Arbeitszylinder (4) beweglich gelagert ist,  
 (c) wobei der Arbeitskolben (44) mit dem Zylinder (4) oder dem Kolben (6) so verbunden ist, dass eine Hubbewegung des Arbeitskolbens mittels der Kulissenführung (19) in eine Drehbewegung umgewandelt wird.

3. Verbrennungsmotor (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

der Kolben (6) die umlaufende Nut (12) aufweist und der Vorsprung (14) an einer Zylinderinnenwand des Zylinders (4) angeordnet ist, oder  
 der Zylinder (4) die umlaufende Nut (12) aufweist und der Vorsprung (14) an dem Kolben (6) angeordnet ist.

4. Verbrennungsmotor (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nut (12) entlang einer periodischen Funktion  $h(\varphi)$  mit einer Periode von  $360^\circ$  umläuft, wobei  $h(\varphi)$  die Position der Nut (12) entlang einer Längsrichtung L des Kolbens (6) oder des Zylinders (4) beschreibt, und  $\varphi$  ein Azimutalwinkel des Kolbens (6) relativ zu dem Zylinder (4) in Bezug auf die Längsrichtung L ist.5. Verbrennungsmotor (2) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nut (12) einen oberen Totpunkt OT aufweist, an dem  $h(\varphi)$  maximal ist, und einen unteren Totpunkt UT aufweist, an dem  $h(\varphi)$  minimal ist, wobei ein absteigender Nutarm (17) von dem oberen Totpunkt OT zu dem unteren Totpunkt UT verläuft und ein aufsteigender Nutarm (15) von dem unteren Totpunkt UT zu dem oberen Totpunkt OT verläuft und die Nutarme (15, 17) in den Totpunkten glatt ineinander übergehen.6. Verbrennungsmotor (2) nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der obere Totpunkt OT bei  $\varphi = 0^\circ$  und der untere Totpunkt UT bei  $\varphi = 180^\circ$  liegt.7. Verbrennungsmotor (2) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**  $h(\varphi)$  bei dem absteigenden Nutarm (17) streng monoton fällt und  $h(\varphi)$  bei dem aufsteigenden Nutarm (15) streng monoton steigt.8. Verbrennungsmotor (2) nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**  $h(\varphi)$ 

- (a) durch eine Funktion  $f(\varphi) = H \cdot \cos^2(0,5\varphi)$  beschreibbar ist, wobei H ein Hub des Kolbens (6) ist und für jedes  $\varphi$  gilt, dass  $f(\varphi)$  um maximal 10% von  $h(\varphi)$  abweicht, oder  
 (b) abschnittsweise linear ist und eine Steigung von  $45^\circ \pm 3^\circ$  hat.

9. Verbrennungsmotor (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zylinder (4) zumindest eine Schmiermittelöffnung zum Einleiten eines Schmiermittels in die umlaufende Nut (12) aufweist.10. Verbrennungsmotor (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsmotor (2)

- (a) zumindest zwei Zylinder (4.1, 4.2, 4.3) aufweist, wobei in jedem Zylinder (4.1, 4.2, 4.3) jeweils ein Kolben (6.1, 6.2, 6.3) beweglich gelagert ist oder  
 (b) zumindest zwei Arbeitszylinder (42) aufweist, wobei in jedem Arbeitszylinder (42) jeweils ein Arbeitskolben (44) beweglich gelagert ist.

11. Verbrennungsmotor (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsmotor (2)

eine Zündvorrichtung (28) zum Entzünden eines in den Arbeitszylinder (42) eingebrachten Brennstoffs,  
eine Positionsbestimmungseinrichtung (31) zum Bestimmen einer Position des Arbeitskolbens (6) relativ zu dem  
Arbeitszylinder (4), und  
eine elektronische Steuereinrichtung (29) aufweist, wobei die elektronische Steuereinrichtung (29) eingerichtet ist,  
automatisch einen Zündzeitpunkt der Zündvorrichtung (24) in Abhängigkeit von der Position des Arbeitskolbens (6)  
in dem Arbeitszylinder (4) zu wählen.

12. Verbrennungsmotor (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsmotor (2) ein Zweitaktmotor ist.

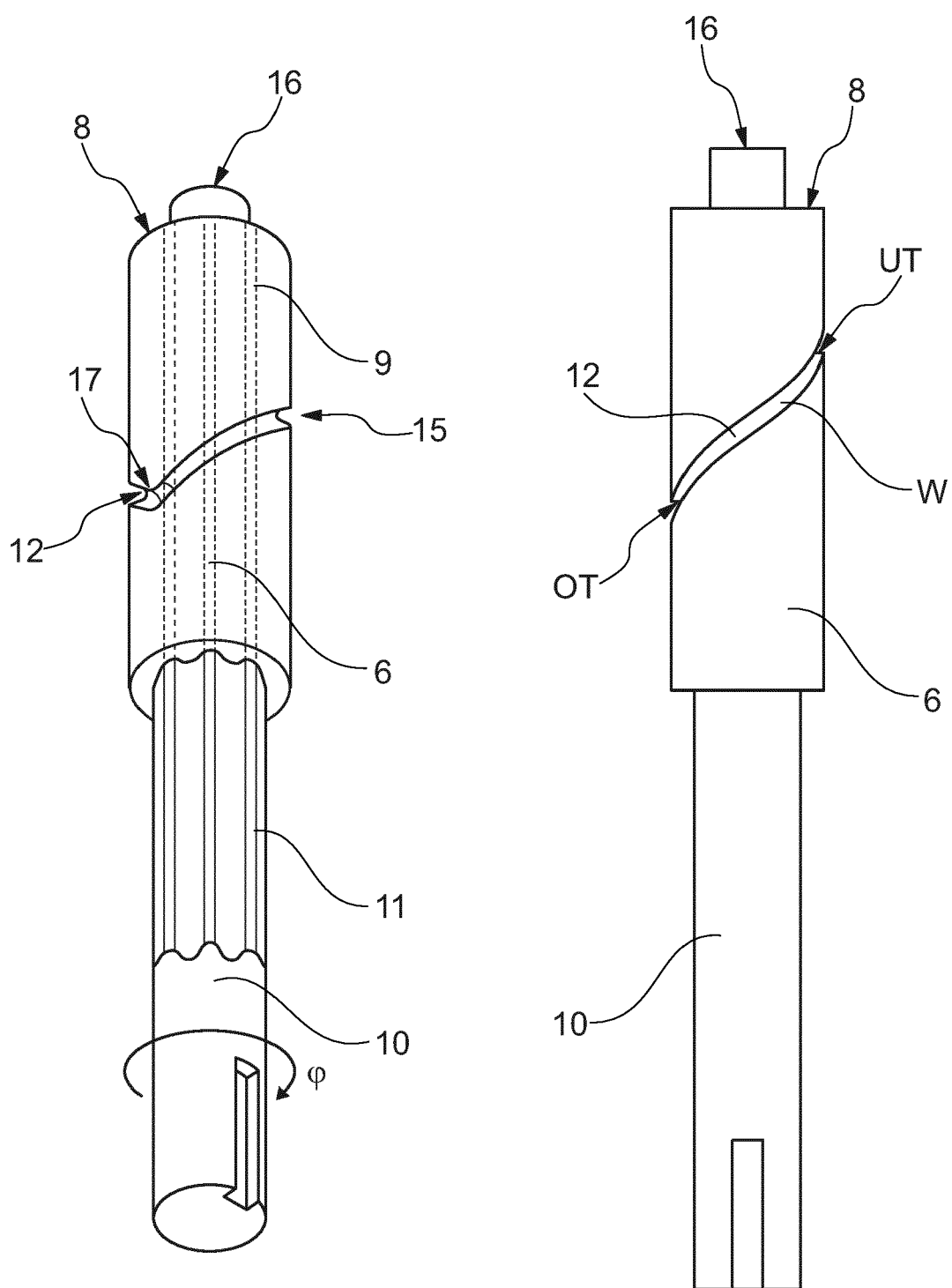


Fig. 1a

Fig. 1b

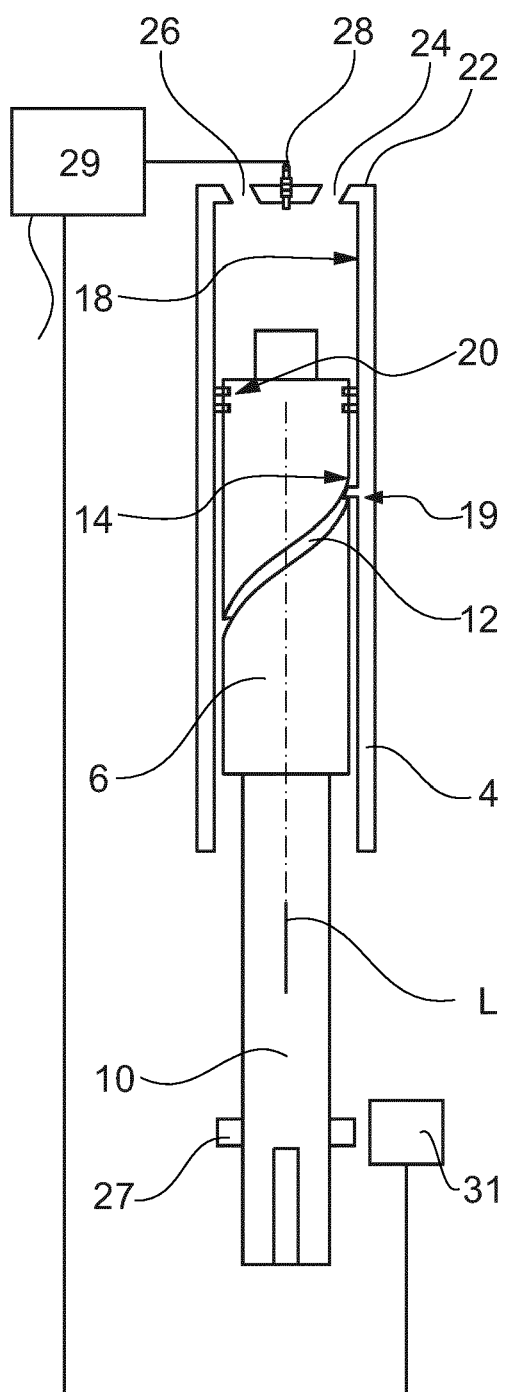


Fig. 2a

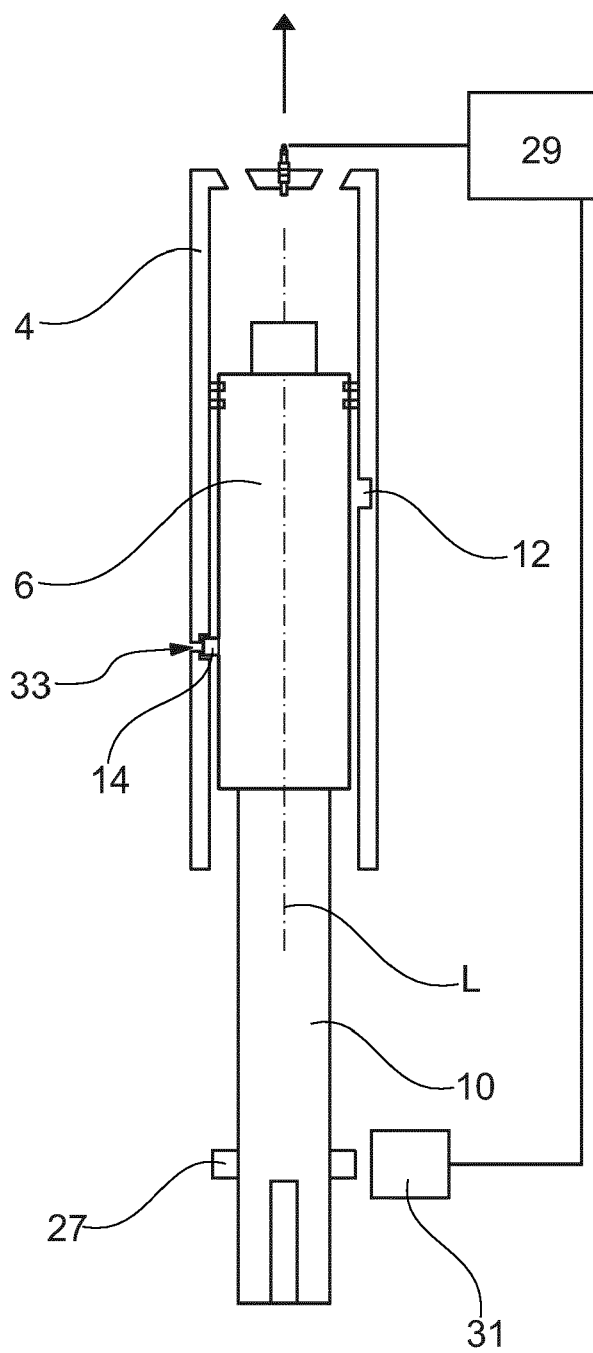


Fig. 2b

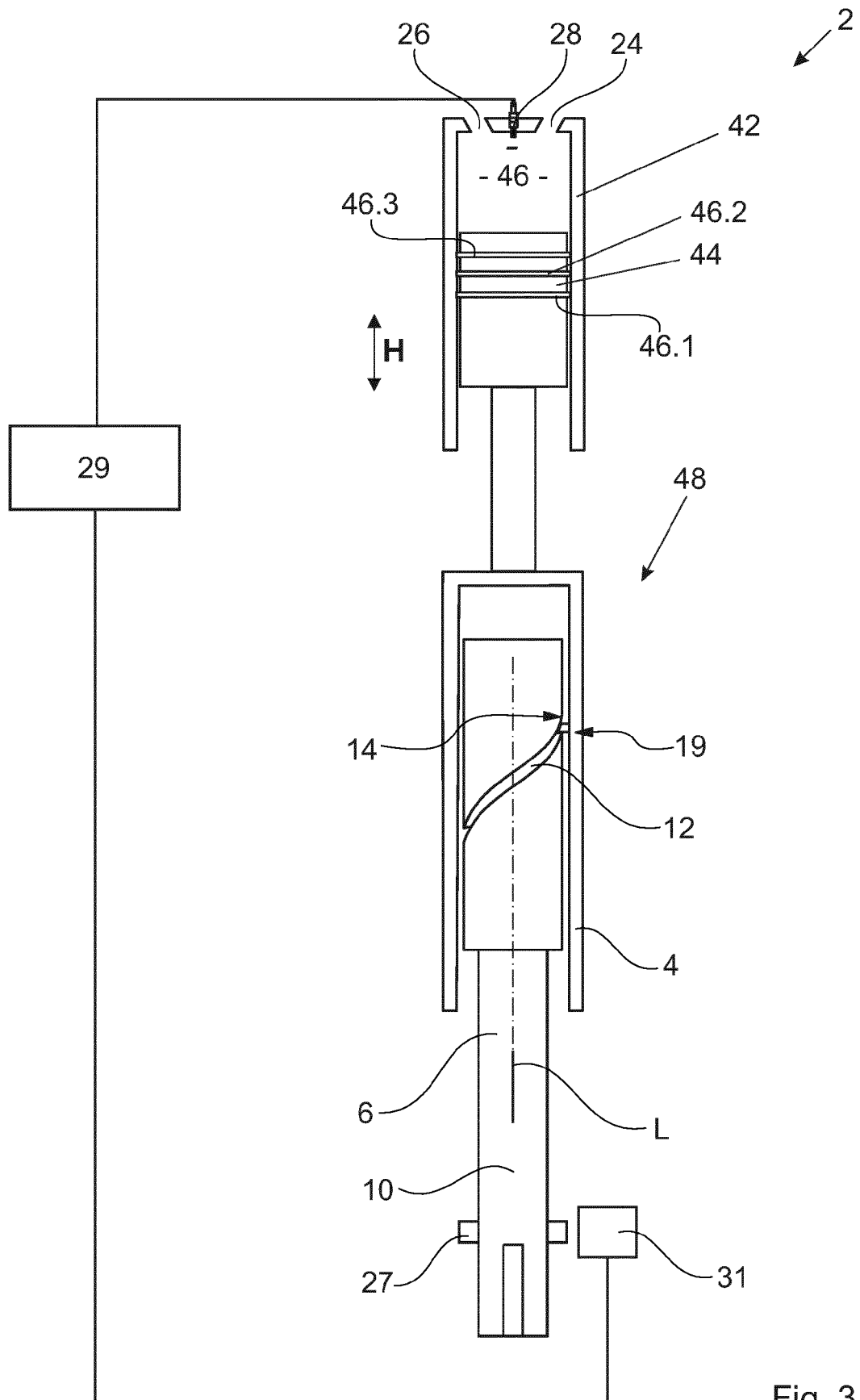


Fig. 3



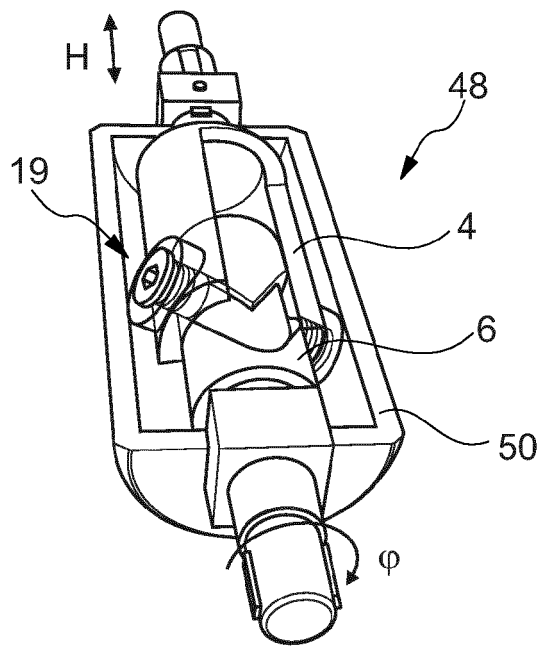


Fig. 4a

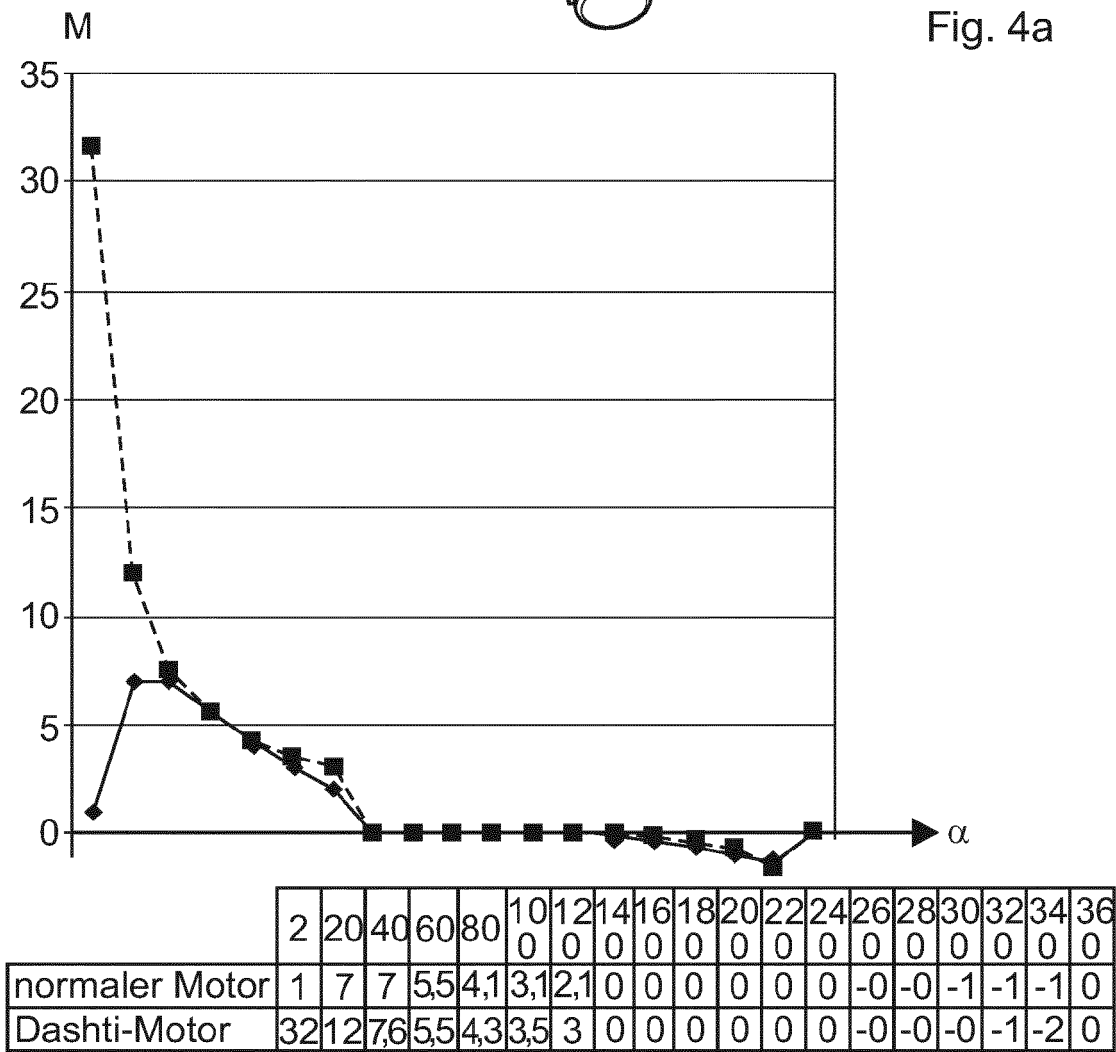


Fig. 4b

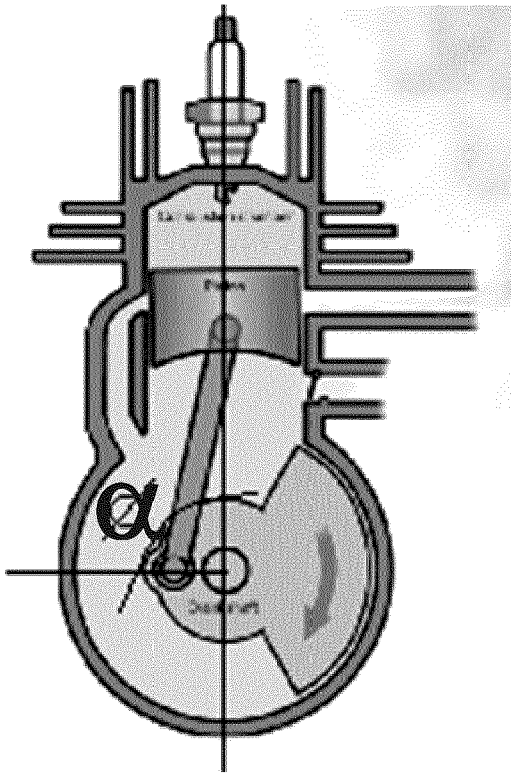


Fig. 5a

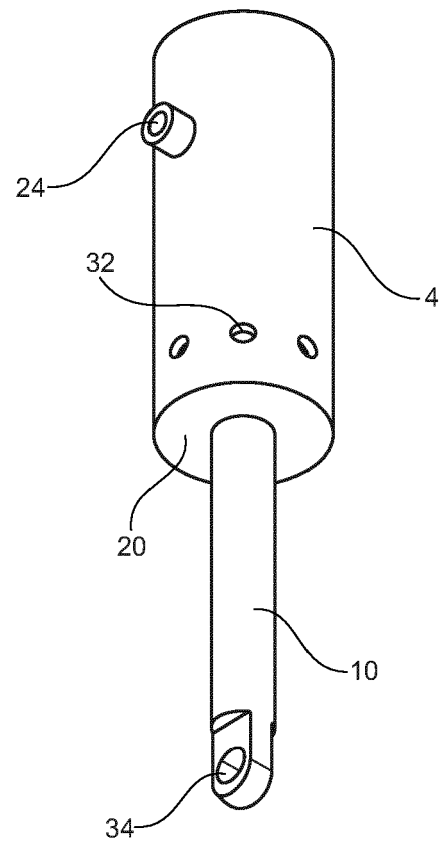


Fig. 5c

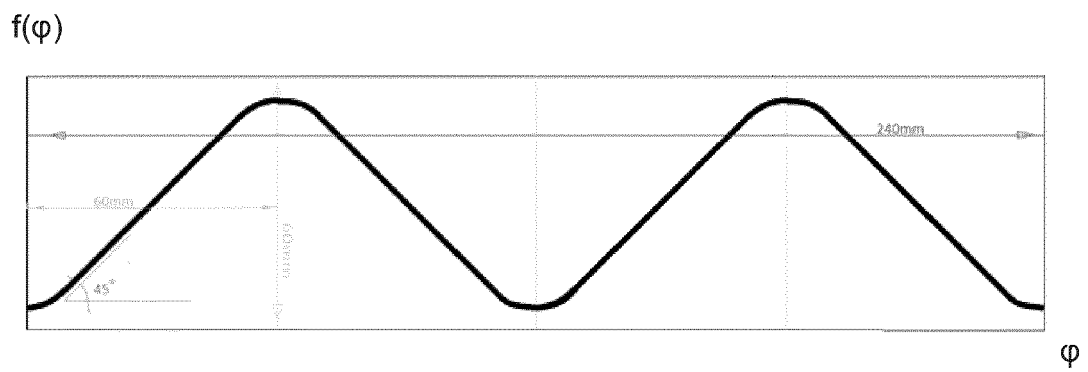


Fig. 5b

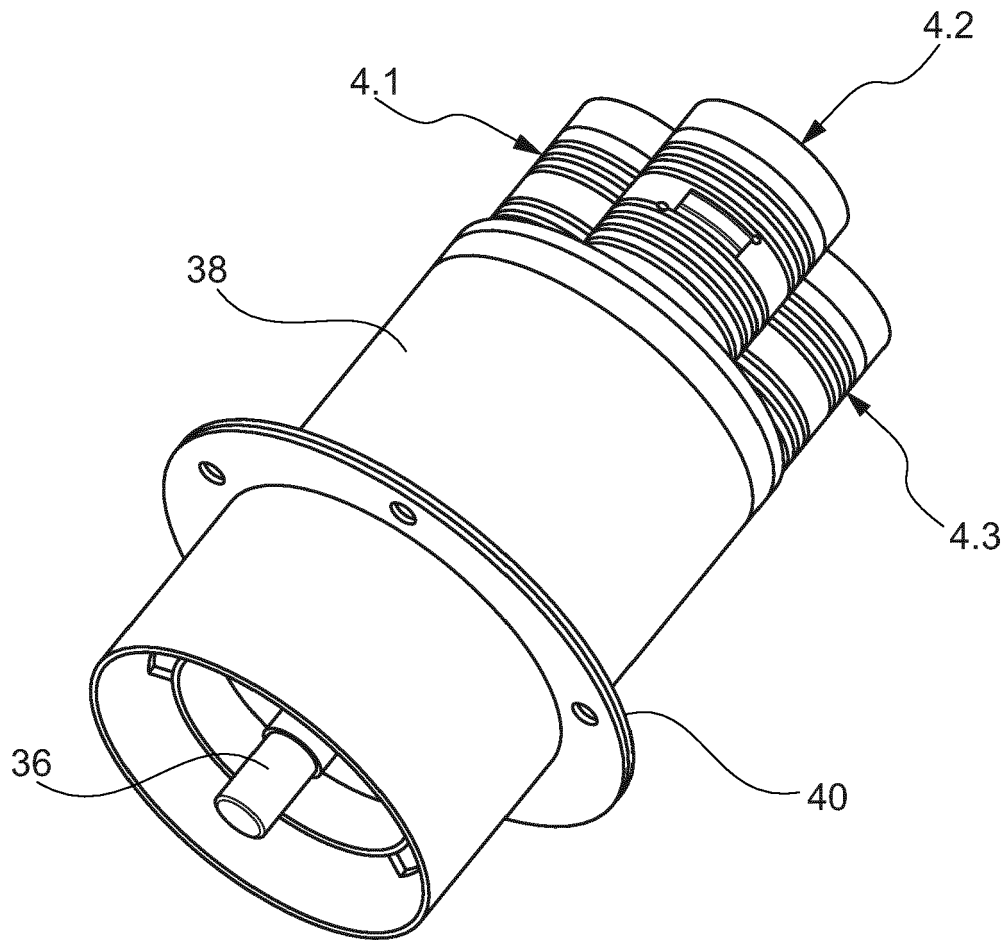


Fig. 6



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 20 20 5002

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 441 018 A (ALMASSI MANSOUR [AU]) 15. August 1995 (1995-08-15) * Spalte 6, Zeile 13 - Zeile 39; Abbildungen 1,4 *	1-12	INV. F01B9/06 F02B75/32
X	US 2012/192830 A1 (ALMASSI MANSOUR [AU]) 2. August 2012 (2012-08-02) * Absatz [0069] - Absatz [0086]; Abbildungen 1-6 *	1-12	ADD. F01B3/04
X	US 4 213 427 A (DI STEFANO ALFONSO [US]) 22. Juli 1980 (1980-07-22) * Spalte 4, Zeile 66 - Spalte 6, Zeile 43; Abbildungen 1,3,14 *	1-12	
X	US 2020/340556 A1 (RICHARDSON JOHN [US] ET AL) 29. Oktober 2020 (2020-10-29) * Absatz [0059] - Absatz [0101]; Abbildungen 1,3-6,13-25 *	1-12	
X	DE 11 2014 003418 T5 (ZHANG YI [CN]) 14. April 2016 (2016-04-14) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1,3-5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01B F02B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. April 2021	Prüfer Tietje, Kai
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 20 5002

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

13-04-2021

	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
10	US 5441018	A	15-08-1995	AT	163211 T	15-02-1998
				CA	2121142 A1	29-04-1993
				DE	69224441 T2	17-09-1998
15				EP	0680546 A1	08-11-1995
				JP	H07500890 A	26-01-1995
				KR	100256888 B1	01-06-2000
				US	5441018 A	15-08-1995
				WO	9308372 A1	29-04-1993
20	-----					
	US 2012192830	A1	02-08-2012	US	2012192830 A1	02-08-2012
				WO	2010022478 A1	04-03-2010
	-----					
	US 4213427	A	22-07-1980	KEINE		
25	-----					
	US 2020340556	A1	29-10-2020	KEINE		
	-----					
	DE 112014003418	T5	14-04-2016	CN	105658962 A	08-06-2016
				DE	112014003418 T5	14-04-2016
				JP	6563919 B2	21-08-2019
30				JP	2016528429 A	15-09-2016
				US	2016153348 A1	02-06-2016
				WO	2015010446 A1	29-01-2015
	-----					
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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