



(11)

**EP 3 201 437 B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**22.04.2020 Patentblatt 2020/17**

(21) Anmeldenummer: **15771961.8**

(22) Anmeldetag: **30.09.2015**

(51) Int Cl.:

**F01B 21/02** (2006.01)      **F02F 7/00** (2006.01)  
**F01B 1/12** (2006.01)      **F02B 73/00** (2006.01)  
**F01B 1/04** (2006.01)      **F02B 75/22** (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2015/072636**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2016/050885 (07.04.2016 Gazette 2016/14)**

---

**(54) VERBRENNUNGSMOTOR**

INTERNAL COMBUSTION ENGINE

MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

---

(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**

(30) Priorität: **30.09.2014 DE 102014114183**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**09.08.2017 Patentblatt 2017/32**

(73) Patentinhaber: **Schwöller, Johann  
5204 Strasswalchen (AT)**

(72) Erfinder: **Schwöller, Johann  
5204 Strasswalchen (AT)**

(74) Vertreter: **HGF Europe LLP  
Neumarkter Str. 18  
81673 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 3 132 368      DE-A1- 19 839 231  
DE-A1-102011 018 410      GB-A- 2 344 378  
US-A- 5 537 971**

---

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

---

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Verbrennungsmotor.

5 Aus der DE 31 32 368 A1 geht ein Fahrzeugmotor hervor. Dieser Fahrzeugmotor umfasst zumindest zwei Motorblöcke. Die beiden Motorblöcke weisen jeweils eine eigene Kurbelwelle auf. Eine der Kurbelwellen ist mittels einer Schließ/Freilauf-Kupplung mit einer Abtriebswelle verbunden. Zwischen der Freilaufkupplung und der Abtriebswelle ist eine erste Transmission vorgesehen. Zudem ist eine zweite Transmission vorgesehen, die mittels eines Freilaufrades die Kurbelwelle mit einem Transmissionswellenteil verbindet. Der Transmissionswellenteil ist Teil einer Transmissionswelle, die parallel zu den Kurbelwellen verläuft. Die Transmissionswelle weist einen zweiten Teil auf. Über die Transmissionswelle wird der Abtrieb des Motorblocks auf dieselbe Abtriebswelle, auf die auch die Kraft des zweiten Motorblocks übertragen wird, übertragen.

10 **[0003]** In der DE 27 47 131 A1 ist ein Fahrzeugaggregat offenbart. Dieses Dokument offenbart verschiedenen Motoranordnungen bzw. Fahrzeugaggregate, bei der beispielsweise zwei Reihenmotoren nebeneinander angeordnet sind bzw. V-förmig zueinander angeordnet sind und über einen "Rahmen" miteinander gekoppelt sind. Weiterhin kann das

15 Fahrzeugaggregat derart ausgebildet sein, dass zwei V-förmig ausgebildete Motorblöcke V-förmig zueinander angeordnet sind. Weiterhin ist eine Abtriebswelle offenbart, die unterhalb der Zylinderköpfe angeordnet ist.

20 **[0004]** Aus der DE 10 2013 005652 A1 geht eine Kupplungseinrichtung zum winkelgetreuen und zündfolgerichtigen Verbinden von Brennkraftmaschinenteilen hervor. Insbesondere sind eine Klauenkupplung und eine Reibkupplung vorgesehen. Mittels der Reibkupplung soll ein stillgesetzter zweiter Brennkraftmaschinenteil auf eine Drehzahl beschleunigt werden, bis die für den Einrückvorgang zulässige Drehzahldifferenz erreicht bzw. unterschritten wird. Hierfür soll die Reibkupplung entsprechend angesteuert und somit die Klauenkupplung zunächst überbrückt werden. Durch die Betätigung der Klauenkupplung treten erste Stirnflächen der wenigstens drei Klauen mit einer zweiten Grundfläche in Gleitkontakt. Unter Einhaltung einer zulässigen Drehzahldifferenz sollen die ersten Stirnflächen auf der zweiten Grundfläche gleiten. Ein Einrückvorgang soll durch den Übergang einer zweiten Grundfläche zu einer zweiten Einrückphase und dem damit einhergehenden Freigang automatisch eingeleitet werden, wenn die erforderliche Winkelposition eingestellt ist und die jeweilige Klaue in die zugeordnete Klauentasche einrücken kann.

25 **[0005]** In der DE 10 2010 022544 A1 ist eine Vorrichtung zum Ausgleich der freien Massenkräfte und Massenmomente bei Brennkraftmaschinen mit einem geteilt ausgeführten Kurbeltrieb beschrieben. In der Beschreibungseinleitung dieses Dokuments ist offenbart, dass es aus dem Stand der Technik bekannt sei zur besseren Ausnutzung des Wirkungsgrades einer Brennkraftmaschine bei Teillastbetrieb einen oder mehrere Zylinder der Brennkraftmaschine abzuschalten und bei Volllastbetrieb zuzuschalten. Durch die Zylinderabschaltung im Teillastbetrieb werden gleichzeitig der Kraftstoffverbrauch sowie der Schadstoffausstoß der Maschine verringert.

30 **[0006]** Aus der DE 10 2010 005915 A1 gehen ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine hervor. Dieses Dokument beschreibt eine zur Zu- und Abschaltung einer Teilzylindereinheit benötigte synchronisierende Kupplung auf einer Massenausgleichswelle einer permanent betriebenen Zylindereinheit. Über eine Getriebestufe soll die Massenausgleichswelle und somit die Kurbelwelle der permanent betriebenen Zylindereinheit mit der Kurbelwelle der zu- und abschaltbaren Zylindereinheit verbindbar und trennbar sein. Auf diese Weise soll eine Reduzierung der benötigten Bauraumlänge erreicht werden. Außerdem ist keine Zusatzwelle zur Betätigung der Zylinderzu- und Zylinderabschaltung mehr notwendig.

35 **[0007]** Die DE 32 26 458 A1 offenbart einen Motor, wobei eine Kurbelwelle in zwei Abschnitte unterteilt ist. Die Enden der Kurbelwellenabschnitte tragen Kegelräder, die mit einer Lamellenkupplung zusammenarbeiten, die in geeigneter Weise so betätigt wird, dass sie die beiden Kurbelwellenabschnitte verbindet oder eine linke Zylindergruppe untätig hält. Eine Abtriebswelle ist mit einer rechten Zylindergruppe verbindbar, und ein Kegelrad eines zugehörigen Kurbelwellenabschnitts treibt auch über ein weiteres Kegelrad einen in dem Zylinder untergebrachten Luftverdichter, der mit einem

40 Luftansaugkrümmer des Motors über einen Kanal in Verbindung steht.

45 **[0008]** In der DE 31 32 367 A1 ist ein Fahrzeugmotor beschrieben, der aus Blöcken zusammengesetzt ist, von denen jeder mindestens einen Zylinder enthält und die an ihren Endflächen wechselseitig ähnliche Befestigungseinrichtungen aufweisen, die bezüglich einer vertikalen Mittelebene symmetrisch angeordnet sind. Vorzugsweise enthält der Motor einen Block mit einer ungeraden Zylinderzahl und einen Block mit einer geraden Zylinderzahl, beispielsweise zwei bzw. drei Zylinder, die neben Kombinationen von 2+2 und 3+3 Kombinationen mit einer ungeraden Gesamtzahl von Zylindern ermöglichen. Die Blöcke können direkt miteinander verbunden sein, wobei das die Hilfseinrichtungen enthaltende Gehäuse dann mit dem freien Ende eines der Blöcke verbunden ist, während ein Gehäuse für eine Transmission zu einer Ausgangswelle mit dem freien Ende des anderen Blocks verbunden ist. Alternativ können die Blöcke über ein Gehäuse miteinander verbunden sein, das eine Transmission für eine Ausgangswelle enthält. Das Transmissionsgehäuse kann dann Kupplungen enthalten, die die Kurbelwellen der beiden Blöcke selektiv mit der Ausgangswelle verbinden. Gemäß einer Ausführungsform umfasst der Fahrzeugmotor einen ersten Motorblock und einen zweiten Motorblock, die über ein Transmissionsgehäuse miteinander verbunden sind. Weiterhin ist ein Schaltgetriebe mit einer Ausgangswelle vorgesehen. Zudem ist ein Differential für einen Frontantrieb vorgesehen, bei dem die Leistung über eine Hohlwellenan-

ordnung übertragen wird. Die Leistungsübertragung soll mittels eines Ketten- oder Riemenantriebes erfolgen. Ein Antriebsteil bildet einen Teil vom Gehäuse für zwei Kupplungen und Freilaufräder aus. Eine Kurbelwelle ist mit einer zentralen Welle verbunden, die eine Kupplungsscheibe und ein Freilaufrad 46a trägt, die mit dem Gehäuse zusammenwirken. Die zentrale Welle wird durch eine freilaufende Erstreckung fortgesetzt, die durch ein weiteres Kupplungsgehäuse hindurchragt. Eine Kurbelwelle ist mit einem Drehmomentwandler verbunden. Weiterhin weist die Kurbelwelle eine Kupplungsscheibe auf. An der Kupplungsscheibe ist eine Welle befestigt, die die Welle umschließt. Die Welle kann mittels eines Freilaufrades mit Kupplungsgehäusen zusammenwirken und zudem mittels einer Kupplungsscheibe 53 direkt mit dem Kupplungsgehäuse zusammenwirken. Bei diesem Fahrzeugmotor ist vorgesehen, eine Verringerung des Kraftstoffverbrauches dadurch zu erzielen, dass die Kraftstoffversorgung für gewisse Zylinder unterbrochen wird. Insbesondere ist ein Mikro-Computer offenbart, der entsprechende Kupplungen öffnet oder schließt, wenn sich die Ausgangsleistung in Abhängigkeit von den Verkehrs- oder Straßenbedingungen ändert.

**[0009]** Aus der WO 2012/142993 geht eine Brennkraftmaschine mit einem Hauptmotor mit einem um eine Drehachse drehenden ersten Kurbelwellenteil und einem Ergänzungsmotor mit einem zweiten Kurbelwellenteil hervor. Zwischen den Kurbelwellenteilen ist eine Synchronkupplung angeordnet, die aus einer Reibungskupplung und einer Formschlusskupplung gebildet ist. Die Reibungskupplung ist als Lamellenkupplung ausgebildet und dient der Angleichung der Drehzahlen der beiden Kurbelwellenteile während deren Synchronisation. Die Formschlusskupplung enthält dem ersten Kurbelwellenteil zugeordnete Formschlusselemente und dem zweiten Kurbelwellenteil zugeordnete Formschlusselemente, die bei Betätigung der Formschlusskupplung bei einer vorgegebenen Differenzdrehzahl zwischen den beiden Kurbelwellenteilen durch axiales ineinanderreagieren den Formschluss zwischen diesen bildet. Die Formschlusselemente sind aus trapezförmig in axialer Richtung ausgerichteten Klauen gebildet.

**[0010]** Aus der DE 198 39 231 A1 geht ein Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug hervor, das eine Vorrichtung zur Leistungssteuerung aufweist. Dieses Antriebssystem enthält wenigstens zwei Verbrennungsmotoren die über je eine Kupplung mit einer Antriebswelle koppelbar sind. Weiterhin ist ein Steuergerät vorgesehen, das den Betrieb der Verbrennungsmotoren und den Verbrennungsmotoren zugeordneten Kupplungen in Abhängigkeit zumindest von der Stellung eines Leistungsstellorgans derart steuert, dass bei geringer Betätigung des Leistungsstellorgans nur einer der über seine Kupplung unmittelbar mit dem Getriebe koppelbaren Verbrennungsmotoren in Betrieb ist, wobei bei starker Betätigung des Leistungsstellorgans alle Verbrennungsmotoren in Betrieb sind. Somit sind die einzelnen Motoren über die entsprechenden Kupplungen über ein Verzweigungsgetriebe das wiederum über eine Kupplung mit einem Getriebe oder einem Differential gekoppelt ist, verbunden.

**[0011]** Aus der DE 10 2011 018 410 A1 geht eine Antriebsbaugruppe hervor. Diese Antriebsbaugruppe verwendet mehrere parallel gestaltete Einzelmotoren, die leistungsabhängig miteinander koppelbar sind. Vorzugsweise sind drei einzelne Zwei-Zylinder-Motoren M1, M2, M3 vorgesehen, die parallel geschaltet sind. Jedem Motor M1, M2, M3 ist ein Schwungrad und eine Kupplung nachgeschaltet. Dem Motor M2 ist nach der Kupplung ein Freilauf und dem zweiten Motor M3 nach der Kupplung ein Freilauf nachgeschaltet. Die Motoren M1, M2, M3 sind über eine erste Zahnkette die zwischen dem Antriebsstrang des Motors M1 und dem Antriebsstrang des Motors M2 angeordnet ist und eine zweite Zahnkette, die zwischen dem Antriebsstrang des Motors M2 und dem Motor M3 angeordnet ist, mit einem Getriebe gekoppelt.

**[0012]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es einen kompakten und einfach aufgebauten Motor bereitzustellen, der eine hohe Betriebssicherheit gewährleistet. Die Erfindung weist zur Lösung dieser Aufgabe die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale auf. Vorteilhafte Ausgestaltungen hiervon sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0013]** Erfindungsgemäß ist ein Verbrennungsmotor vorgesehen mit zumindest zwei miteinander gekoppelten Motorblöcken mit jeweils zwei Zylindern, die jeweils mit einem Getriebe und einer Kupplung mit einer gemeinsamen Antriebswelle verbunden sind.

**[0014]** Unter einem Motorblock wird im Sinne der vorliegenden Erfindung ein Gehäuse verstanden, das neben Zylindern und entsprechenden Zylinderköpfen eine Kurbelwellenlagerung, ein Kurbelgehäuse und eine entsprechende Wasser- oder Luftpumpe umfasst.

**[0015]** Dadurch, dass beide Motorblöcke über die entsprechende Kupplung einzeln von der Antriebswelle entkoppelbar sind, ist der Motor redundant ausgebildet. Auf diese Weise können beide Motorblöcke völlig unabhängig voneinander betrieben werden. Daraus ergibt sich eine hohe Sicherheit beim Einsatz des Motors in Flugzeugen, da bei Ausfall eines Motorblocks dieser automatisch oder manuell ausgekuppelt werden kann und der andere Motorblock entsprechend weiterläuft, ohne dass dieser durch den ausgefallenen Motorblock gebremst oder blockiert wird.

**[0016]** Die beiden Motorblöcke sind derart V-förmig ausgebildet, dass die jeweiligen Zylinderköpfe V-förmig angeordnet sind und die Antriebswelle im Bereich der V-Ausnehmung zwischen den Zylinderköpfen angeordnet ist.

**[0017]** Eine derartige Anordnung der Antriebswelle ermöglicht einen kompakten Aufbau des Motors.

**[0018]** Jeder Motorblock kann eine eigene Kurbelwelle aufweisen.

**[0019]** Der erfindungsgemäße Motor hat dann somit keine durchgehende Kurbelwelle. Das Antriebsmoment muss daher nicht von einer Motorenseite über die Kurbelwelle bis zum einseitigen Abtrieb übertragen werden.

**[0020]** Erfindungsgemäß wird das Drehmoment über abtriebseitige bzw. außen liegende Enden der Kurbelwellen

abgegeben. Hierdurch dient eine innenliegende Kurbelwellenwange samt Lagerung ausschließlich der Führung und Wuchtung. Dies ermöglicht eine sehr einfache und leichte Ausführung der Kurbelwellen, welche kostengünstig herzustellen sind.

**[0021]** Durch diese Anordnung kann die Kurbelwelle als gebaute Kurbelwelle, d.h. als eine leichte aus Einzelteilen zusammengesetzte Kurbelwelle ausgebildet sein. Dadurch benötigen die Pleuel keine Lagerverschraubung und können leichter aufgebaut werden können.

**[0022]** Dadurch, dass die gebaute Kurbelwelle als gefügte Baugruppe ausgebildet ist, ist sie massenoptimiert und spart schwingungsdämpfender Bauteile am Motor ein. Wesentliche Bestandteile sind die zum Beispiel als Feinschneidteile oder geschmiedete Wangensegmente ausgelegten Kurbelwellenwangen. Spezielle Konturelemente, wie zum Beispiel Kragen oder Durchsetzungen, schaffen eine Vergrößerung der Fügelänge für die Verbindung Wange - Lager und gewährleisten die Trennung von thermischer und geometrischer Kerbe. Dies führt zu einer Verbesserung der Bauteilstifigkeit.

**[0023]** Eine geschmiedete oder aus dem Vollen geprägte Kurbelwelle benötigt Pleuel, die am Lager zur Kurbelwelle zur Montage trennbar ausgelegt sein müssen. Dies bedingt mehr Gewicht und höheren Produktionsaufwand.

**[0024]** Die Getriebe können als Riemengetriebe oder als Zahnradgetriebe ausgebildet sein.

**[0025]** Weiterhin können die zwei Getriebe an den abtriebseitigen Enden der Kurbelwellen angeordnet sein, die diese mit der Antriebswelle verbinden.

**[0026]** Durch die außenliegenden Getriebestufen wird ein möglichst geringer Abstand der Zylinderpaare der beiden Motorenteile erreicht, wodurch eine hohe Laufruhe erreicht werden kann.

**[0027]** Die zwei Getriebe können gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform in dem Bereich, in dem die beiden Motorblöcke miteinander verbunden bzw. gekoppelt sind, angeordnet sein.

**[0028]** Die Getriebe sind dann vorzugsweise als Zahnradgetriebe ausgebildet.

**[0029]** Durch eine derartige Ausbildung und Anordnung ergibt sich ein höhere Dauerfestigkeit durch ein geringeres Aufschwingverhalten und verminderter Drehschwingungen gegenüber außenseitig bzw. abtriebsseitig angeordneten Riemengetrieben..

**[0030]** Insbesondere können die Getriebe derart ausgebildet sein, dass jeweils ein auf der Kurbelwelle angeordnetes erstes Zahnrad über ein zweites Zahnrad mit einem auf der Abtriebswelle angeordneten dritten Zahnrad verbunden ist. Hierdurch kann das Getriebe bei gegebenem Übersetzungsverhältnis kleiner aufgebaut werden.

**[0031]** Weiterhin kann vorgesehen sein, dass über ein mit dem zweiten Zahnrad gekoppeltes viertes Zahnrad ein auf einer Nockenwelle angeordnetes Zahnrad derart in Eingriff steht, dass über das Zahnradpaar bestehend aus viertem und fünftem Zahnrad die Nockenwelle angesteuert bzw. angetrieben wird.

**[0032]** Hierdurch lässt sich eine nahezu spielfreie Nockenwellsteuerung, insbesondere wenn diese Zahnräder als Stirnzahnräder oder Kegelräder ausgebildet sind, realisieren. Dies liegt daran, dass bei einer derartigen Anordnung keine Probleme mit Längenänderungen auftreten. Ein weiterer Vorteil besteht dann darin, dass die gesamte Mechanik im bereits vorhanden Ölbad des bzw. der beiden Motorblöcke angeordnet ist.

**[0033]** Die Kupplungen kann derart ausgebildet sein, dass sie nur in einer einzigen Winkelstellung eine Koppelung der entsprechenden Kurbelwelle mit der Antriebswelle ermöglichen.

**[0034]** Dies kann beispielsweise durch eine Klauenkupplung realisiert werden, bei der eine Klaue einer Hälfte der Klauenkupplung eine andere Geometrie aufweist als die übrigen Klauen, so dass diese eine Klaue nur in einer entsprechende Ausnehmung der anderen Hälfte der Klauenkupplung einkuppelbar ist.

**[0035]** Hierdurch können die beiden Motorblöcke des Verbrennungsmotors im Stillstand manuell, d.h. von Hand nur in dieser einen Position eingekuppelt werden. Die Kopplung nur in einer Stellung hat den Vorteil, dass die Motorblöcke immer in der gleichen Winkelstellung gekoppelt sind und so die Wuchtung der Motorenteile auch beim Wiederverbinden der Motorenteile gleich bleibt. Eine händische Justierung der Motorenteile ist daher nicht notwendig.

**[0036]** Der Motor kann eine unten oder eine oben liegende Nockenwelle aufweisen.

**[0037]** Durch eine untenliegende Nockenwelle wird der vom Verbrennungsmotor benötigte Bauraum geringer.

**[0038]** Weiterhin kann eine Einrichtung zum, vorzugsweise mechanischen, Entkoppeln von Kipphebeln und Nockenwelle derart vorgesehen sein, dass eine Zylinderabschaltung möglich ist.

**[0039]** Eine mechanische Entkoppelung der Kipphebel von den Nockenwellen wird durch eine Einrichtung realisiert, mit der die Stößel außer Eingriff mit den Kipphebeln gebracht werden können, so dass diese keine Verbindung mehr mit der Nockenwelle haben.

**[0040]** Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Stößelstangen im Bereich der Nockenwelle derart verschoben werden, dass hier die Übertragung der Hubbewegung von der Nockenwelle auf die Stößelstange außer Eingriff gebracht wird.

**[0041]** Eine damit verbundene Zylinderabschaltung ermöglicht es, einen der beiden Motorblöcke bzw. dessen Zylinder abzuschalten und auf diese Weise den anderen Motorblock weiterhin an seinem optimalen Betriebspunkt im Bereich zwischen 70% und 80% Last zu betreiben.

**[0042]** Die Zylinderabschaltung erfolgt vorzugsweise im unteren Teillastbereich. In diesem Betriebsbereich würde der gesamte Motor einen schlechten Wirkungsgrad erreichen. Durch die Abschaltung einzelner Zylinder durch geschlossene

Ventile, abgeschalteter Einspritzung und Zündung wirken diese Zylinder als Federspeicher und verbrauchen im Mitlauf wesentlich weniger Energie, als wenn durch die Gaswechsel bei sich öffnenden Ventilen entsprechende Gaswechselverluste auftreten. So kann z.B. der Verbrennungsmotor, welcher mit nur 35, insbesondere 40 % der Leistung über alle Zylinder beider Motorblöcke einen schlechteren Wirkungsgrad haben würde, stattdessen mit 70, insbesondere 80 % der Leistung mit nur einem Motorblock betrieben werden. Hierdurch steigt der Gesamtwirkungsgrad und gleichzeitig sinkt der Treibstoffverbrauch.

**[0043]** Der Verbrennungsmotor kann eine Wasserkühleinrichtung zum Kühlen der Zylinderköpfe aufweisen, wobei auf der Antriebswelle zumindest ein Walzenlüfter angeordnet ist, der ebenfalls zur Kühlung der Zylinder ausgebildet ist.

**[0044]** Der Walzenlüfter, der auf der Antriebswelle angeordnet ist, ermöglicht einen hohen Volumenstrom zur Kühlung der Zylinder, bei gleichzeitig geringem Druck. Über eine derartige Luftkühlung kann gezielt Kühlluft zugeführt werden, um die Wasserkühleinrichtung der Zylinderköpfe zu unterstützen. Die Walzenlüfter bewirken zudem, dass der Motor nicht von außen mit einem Kühlstrom versorgt werden muss. Durch die Walzenlüfter werden die Zylinder immer zwangskühlten, solange sich die Antriebswelle dreht, also der Motor läuft.

**[0045]** Der erfindungsgemäße Verbrennungsmotor umfasst alle Bauteile die zum Betrieb eines der beiden Motorblöcke des Motors notwendig sind in zweifacher Ausführung, lediglich die Antriebswelle ist nur einmal vorhanden.

**[0046]** Es können auch zwei vollständig getrennte Stromnetze vorhanden sein, die mit der Bordversorgung über Dioden verbunden sind, um wechselseitige Einflüsse der Stromnetze aufeinander zu vermeiden.

**[0047]** Der erfindungsgemäße Motor verfügt vorzugsweise über zwei getrennte Kühl- und Ölkreise und entsprechend zwei Kühlwasser- und zwei Ölpumpen.

**[0048]** Hierdurch wird bei einem Ausfall eines ersten Motorblocks der zweite Motorblock nicht durch die für den ersten Motorblock aufzubringende Kühlleitung belastet.

**[0049]** Der erfindungsgemäße Verbrennungsmotor ist vorzugsweise zur Verwendung in Flugzeugen, insbesondere in Ultraleicht-Flugzeugen, vorgesehen.

**[0050]** Um die Ausfallsicherheit weiter zu erhöhen kann der Verbrennungsmotor zudem einen Elektroantrieb aufweisen, wodurch er somit als Hybridantrieb ausgebildet ist. Der zusätzliche Elektromotor dient ebenfalls zur kurzfristigen Leistungssteigerung, z.B. beim Start, im kurzfristigen Steigflug oder im Kunstflug.

**[0051]** Durch die Integration der Kühlungsversorgung für die Wasser- bzw. Ölkühler durch einen Lüfter auf der gemeinsamen Antriebswelle ist der erfindungsgemäße Verbrennungsmotor auch optimal für Hubschrauber, Gyrocopter und andere Luftfahrzeuge und Geräte einsetzbar, bei denen kein externer Luftstrom für die Kühlung zur Verfügung steht.

**[0052]** Ein Vorteil des Motorkonzeptes liegt somit auch darin, dass die Zylinder luftgekühlt werden, der Zylinderkopf jedoch wassergekühlt ist. Bei einem Verlust des Kühlwassers kann so der Motor für eine gewisse Zeit auch ohne Kühlwasser im Notbetrieb weiterlaufen, da die Wärme auch über die zwangs-luftgekühlten Zylinder abgeleitet werden kann.

**[0053]** Der erfindungsgemäße Verbrennungsmotor ist vorzugsweise völlig redundant aufgebaut. Das bedeutet, dass auch alle Nebenaggregate mindestens doppelt vorhanden sind. Diese wird z.B. zwei getrennte Schmiersysteme, zwei getrennte Stromkreise, zwei Generatoren, zwei Turbolader, usw. erreicht.

**[0054]** Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Zwischenplatte zur Verbindung zumindest zweier Motorblöcke vorgesehen. Die Zwischenplatte ist ein plattenförmiges Bauteil, das zwei Dichtflächen aufweist, die zur Abdichtung jeweils einer Seite eines Motorblocks ausgebildet sind, wobei die Zwischenplatte zumindest eine Lagerungsbohrung zur Aufnahme von zumindest einer Lagerung einer Kurbelwelle aufweist.

**[0055]** Eine derartige Zwischenplatte dient sowohl zum Abdichten als auch zum Verbinden der beiden Motorblöcke.

**[0056]** Weiterhin ist in der Zwischenplatte eine Lagerungsöffnung mit entsprechenden Lagerungseinrichtungen zur Lagerung der beiden Kurbelwellen angeordnet.

**[0057]** Die Lagerungsöffnung kann zur koaxialen Lagerung zweier Kurbelwellen ausgebildet sein.

**[0058]** Die beiden Kurbelwellen werden in der Zwischenplatte sowohl im Bereich der Kurbelwange als auch in der Mitte gelagert. Damit der Achsabstand der Lager jedes Kurbelwellenteils möglichst groß ausgelegt werden kann, hat eine Kurbelwelle am entsprechenden Ende einen zapfenförmigen Abschnitt, die andere Kurbelwelle hat am entsprechenden Ende einen rohrförmigen Abschnitt. Hierdurch können die Kurbelwellen ineinander greifen, womit die Lagerabstände jeder Kurbelwelle wesentlich größer ausgeführt werden, als wenn in der Mitte der Zwischenplatte für jeden Kurbelwellenteil ein separates Lager vorgesehen wäre.

**[0059]** Um die vorstehend beschriebenen Vorteile von Zahnradgetrieben zu realisieren, sind diese vorzugsweise mittig zwischen den beiden Motorblöcken im Bereich der Zwischenplatte angeordnet.

**[0060]** Ein erfindungsgemäßer Motor hat vorzugsweise einen Hubraum zwischen 1500 und 2000 ccm.

**[0061]** Die Leistung des Triebwerks kann in einer Saugversion bei ca. 150 PS und in der Turbolader-Version bei ca. 200 PS liegen. Die zusätzliche Leistung durch den Elektromotor kann bei ca. 30 PS (Dauerbelastung) und 50 PS (Spitzenbelastung) liegen.

**[0062]** Der Verbrennungsmotor bietet bei geringerem Bauraum mehr Leistung gegenüber auf dem Markt erhältlichen vergleichbaren Vierzylinder-Flugmotoren. Zudem ist er leichter und einfacher aufgebaut.

[0063] Dies liegt unter anderem daran, dass der Verbrennungsmotor zwei gleiche V-Motoren umfasst von denen einer als Linksläufer und einer als Rechtsläufer ausgebildet ist. Die beiden Kurbelwellen drehen in die gleiche Drehrichtung. Dadurch, dass der Abtrieb der Kurbelwellen an beiden Stirnseiten des Motors erfolgt ist im Bereich der Zwischenplatte eine Lagerung der Kurbelwellenenden in sich greifend möglich. Hierdurch können die Lagerabstände dieser Kurbelwellenteile maximiert werden, ohne die Baulänge des Motors zu verlängern.

[0064] Dieser Verbrennungsmotor ermöglicht zudem auf Grund seines Aufbaus einen einfachen Zahnriemenwechsel, da lediglich die Antriebswelle und nicht der gesamte Motor ausgebaut werden muss.

[0065] Um einen der beiden Motorblöcke bei Drehmomentverlust oder Totalausfall außer Betrieb nehmen zu können, sind Sensoren vorgesehen, mit welchen ein Betriebszustand der beiden Motorblöcke unabhängig voneinander erfasst werden kann.

[0066] Diese Sensoren können vorzugsweise zum unabhängigen Erfassen des Drehmoments der beiden Motorblöcke oder auch der Abgastemperaturen der beiden Motorblöcke oder auch zum Erfassen anderer geeigneter Kenngrößen zum Bestimmen des Betriebszustandes ausgebildet sein. Diese Sensoren werden daher im Folgenden unter dem Begriff Betriebszustandssensoren subsummiert.

[0067] Die Betriebszustandssensoren können in beiden Kupplungen als Drehmomentsensoren angeordnet sein. Die Drehmomentsensoren können als elektronische Sensoren zur Drehmomenterfassung, beispielsweise als piezoelektrische Sensoren oder berührungslose Drehmomentsensoren, ausgebildet sein. Das Fraunhofer ITWM vertreibt einen induktiven Sensor zur berührungslosen Erfassung von Drehmomenten. Das Messkonzept des Sensors basiert auf dem anisotropen magnetostriktiven Effekt in ferromagnetischen Wellenoberflächen. Dieser Effekt verursacht in Abhängigkeit von der mechanischen Torsionsspannungen an der Messstelle eine unterschiedliche magnetische Permeabilität in Richtung der Dehnspannungen und Druckspannungen. Mit dem Sensor wird diese Permeabilitätsänderung gemessen, die in einem großen Messbereich proportional zur Torsionsspannung an der Wellenoberfläche ist.

[0068] Eine weitere Möglichkeit zur Drehmomenterfassung besteht darin, am Getriebe eine federbeaufschlagte Rolle, wie z.B. eine Spannrolle anliegend an einem Trum des Riemens vorzusehen. Je nachdem, ob mit dem Riemengetriebe die Antriebswelle oder der Motorblock (bei Ausfall) angetrieben wird, ist der eine oder der andere Trum des Riemens gespannt. Diese Spannung kann mit der Spannrolle und einem entsprechenden Sensor erfasst werden.

[0069] Zusätzlich und/oder alternativ können auch zumindest zwei Abgassensoren vorgesehen sein, die entsprechend in das Abgasystem der beiden Motorblöcke derart integriert sind, dass sich die Abgastemperaturen der beiden Motorblöcke unabhängig voneinander überwachen lassen.

[0070] Der erfindungsgemäße Verbrennungsmotor verfügt über eine Steuereinrichtung (nicht dargestellt), die das Drehmoment und/oder die Abgastemperatur der beiden Motorblöcke mittels der Sensoren überwacht. Sobald das Drehmoment eines der beiden Motorblöcke über einen längeren Zeitraum, z. B. größer 0,5, bzw. 1, bzw. 1,5, bzw. 2, bzw. 3 bzw. 4 Sekunden, eine vorbestimmte Differenz zum anderen Motorblock aufweist, steuert die Steuereinrichtung die Kupplung des entsprechenden Motorblocks an und kuppelt diesen aus. Auf diese Weise muss die Kurbelwelle dieses Motors nicht mehr mitgedreht werden und der andere Motor kann ohne den Reibungswiderstand des ausgefallenen Motorblocks weiterarbeiten.

[0071] Neben diesem automatischen Auskuppeln mittels einer Steuereinrichtung kann auch zusätzlich oder alternativ ein manuelles Auskuppeln vorgesehen sein.

[0072] Falls ein Motorenteil nicht mehr korrekt arbeitet, erhält der Fahrer, insbesondere der Pilot, diese Information von der Steuerelektronik. Dieser kann dann den entsprechenden Motor durch manuelles oder elektrisches Betätigen der entsprechenden Kupplung auskuppeln.

[0073] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen in:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors,

Fig. 2 den Verbrennungsmotor aus Fig.1 in einer seitlichen Explosionsdarstellung,

Fig. 3 zwei V-förmig angeordnete Zylinderblöcke mit Zwischenplatte des erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors in einer perspektivischen Explosionsdarstellung,

Fig. 4 die Zwischenplatte mit erster und zweiter Kurbelwelle und mit Nockenwellen- und Ölpumpenantrieb in einer perspektivischen Ansicht,

Fig. 5 die Zwischenplatte mit erster und zweiter Kurbelwelle und mit Nockenwellen- und Ölpumpenantrieb in einer seitlich geschnittenen Ansicht,

Fig. 6 ein Getriebe und eine Kupplung des Verbrennungsmotors in einer perspektivischen Detailansicht,

- Fig. 7 eine weiter perspektivische Ansicht des erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors,
- Fig. 8 eine perspektivische Ansicht eines Turboladers mit Ladeluftkühler,
- 5 Fig. 9 eine weitere perspektivische Ansicht des Turboladers mit Ladeluftkühler
- Fig. 10 eine perspektivische Ansicht des erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors mit zwei an der Zwischenplatte vorgesehenen Getriebegehäusen, und
- 10 Fig. 11 die Getriebe der in Figur 10 dargestellten Ausführungsform mit einer Nockenwellensteuerung in einer perspektivischen Ansicht
- Fig. 12 eine Einrichtung zum Entkoppeln von Kipphebeln in einer perspektivischen Ansicht,
- 15 Fig. 13 eine alternative Ausführungsform der Einrichtung zum Entkoppeln von Kipphebeln in einer perspektivischen Ansicht, und.
- Fig. 14 eine alternative Ausführungsform der Einrichtung zum Entkoppeln von Kipphebeln in einer perspektivischen Ansicht.
- 20 [0074] Ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors 1 umfasst zwei miteinander gekoppelte V-Motoren bzw. Motorblöcke 2, 3 mit jeweils zwei Zylindern 4 (Figuren 1 bis 3). Die V-förmig ausgebildeten Motorblöcke weisen entsprechen V-förmig angeordnete Zylinder bzw. Zylinderköpfe auf.
- [0075] In den Zylindern 4 ist jeweils ein Kolben (Fig. 4) angeordnet, die mit jeweils einer Pleuelstange auf eine Kurbelwelle 5,6 wirken. Die erste und zweite Kurbelwelle 5,6 des ersten und zweiten Motorblocks 2,3 sind somit separat ausgebildet, d.h. sie sind nicht miteinander verbunden.
- [0076] Die Kurbelwellen 5,6 sind jeweils mit ihren Enden an einer Zwischenplatte 11 und an einem ersten bzw. zweiten Kurbelgehäuse 8,10 gelagert. Die Zwischenplatte 11 ist zwischen den beiden Kurbelgehäusen 8,10 angeordnet. Die Kurbelgehäuse 8,10 sind an den von der Zwischenplatte 11 weg weisenden Außenseiten der Motorblöcke 2,3 angeordnet.
- [0077] Die Zwischenplatte 11 ist zum Abdichten und Verbinden des ersten und des zweiten Motorblocks 2, 3 mit erstem und zweitem Kurbelgehäuse 8, 10 ausgebildet (Figuren 2 bis 5).
- [0078] Die Zwischenplatte 11 ist ein scheibenförmiges Element an dem radial umlaufend gleich beabstandet voneinander Bohrungen 12 zum Verbinden mit den beiden Kurbelgehäusen 8, 10 ausgebildet sind. In der Mitte der Zwischenplatte 11 ist eine quer zur Zwischenplatte 11 verlaufende Lagerungsbohrung 13 ausgebildet (Fig. 5)
- [0079] In der Lagerungsbohrung 13 sind 11 ein lagerungsseitiges Ende 18 der ersten Kurbelwelle 5 und ein lagerungsseitiges Ende 19 der zweiten Kurbelwelle 6 angeordnet.
- [0080] Das lagerungsseitige Ende 18 der ersten Kurbelwelle 5 ist ein rohrförmiger Abschnitt 20. Das lagerungsseitige Ende 19 der zweiten Kurbelwelle 6 ist ein zapfenförmiger Abschnitt 21. Der Außendurchmesser des zapfenförmigen Abschnitts 21 ist kleiner als der Innendurchmesser des rohrförmigen Abschnitts 20. (stimmt das?)
- [0081] In der Lagerungsbohrung 13 ist eine Lagerungseinrichtung 17, wie z.B. ein Gleit-, Kugel- oder Walzenlager, zwischen der Innenfläche der Lagerungsbohrung und der Außenfläche des rohrförmigen Abschnitts 20 vorgesehen.
- [0082] In dem rohrförmigen Abschnitt des lagerungsseitigen Endes 18 der ersten Kurbelwelle 5 ist eine weitere Lagerungseinrichtung 17 angeordnet. In dieser Lagerungseinrichtung und somit im rohrförmigen Abschnitt ist der zapfenförmige Abschnitt 21 der zweiten Kurbelwelle 6 drehbar gelagert.
- [0083] Durch die Lagerungseinrichtung 17 in der Lagerungsbohrung 13 und die weitere Lagerungseinrichtung 17 sind die beiden Kurbelwellen in ihrer Drehbewegung vollständig voneinander entkoppelt.
- [0084] Die Lagerungsbohrung 13 ist auf beiden Seiten der Zwischenplatte durch entsprechende Rohrstücke 14 verlängert und im Durchmesser erweitert. Die Rohrstücke 14 sind zusätzlich über Versteifungsstreben 15 mit der Zwischenplatte 11 verbunden. Die Hohlräume der Rohrstücke 14 bilden Lagerungsöffnungen 16 aus.
- [0085] In diesen Lagerungsöffnungen 16 sind ebenfalls Lagerungseinrichtungen 17 angeordnet in denen Kurbelwangen 36 der ersten und zweiten Kurbelwelle 5, 6 gelagert sind (Fig. 5).
- [0086] Die beiden Kurbelwellen 5, 6 werden somit in der Zwischenplatte 11 sowohl im Bereich der Kurbelwange 36 als auch in der Mitte der Lagerungsöffnung 13 der Zwischenplatte 11 gelagert. Dadurch kann der Achsabstand der Lager jeder Kurbelwelle groß ausgelegt werden. Hierdurch können die Lagerabstände jeder Kurbelwelle wesentlich größer ausgeführt werden, als wenn in der Mitte der Zwischenplatte für jeden Kurbelwellenteil ein separates Lager vorgesehen wäre.
- [0087] Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass das lagerungsseitige Ende 18 der ersten Kurbelwelle 5 und das

lagerungsseitige Ende 19 der zweiten Kurbelwelle 6 entkoppelt voneinander in jeweils einer eigenen Lagerungseinrichtung 17 in der Lagerungsöffnung 16 gelagert sind (nicht dargestellt).

[0088] An der Zwischenplatte 11 sind zudem ein Nockenwellenantrieb 22 und ein Ölpumpenantrieb 23 vorgesehen (Figur 3 bis 5).

[0089] Die Nockenwellen- 22 und Ölpumpenantriebe 23 sind als Kegelradgetriebe ausgeführt und erstrecken sich vom Bereich der Lagerbohrung 13 , in dem sie mit einer der Kurbelwellen 5,6 in Eingriff stehen, radial nach außen bis zu Nockenwellen 33 bzw. einer Ölpumpe. Diese Antriebe könnten jedoch auch als Stirnrad- oder andere Getriebe ausgeführt sein

[0090] Weiterhin ist eine Einrichtung 39 zum, vorzugsweise mechanischen, Entkoppeln von Kipphebeln 40 und Nockenwelle 33 vorgesehen (Fig. 12 bis 14).

[0091] Die Einrichtung 39 umfasst eine Exzenterwelle 41, auf der die Kipphebel 40 derart exzentrisch gelagert sind, dass der Drehpunkt der Kipphebel 40 so verlagert werden kann, dass die Kipphebel 40 durch die Verlagerung des Drehpunkts im betätigten Zustand die Ventile 44 nicht mehr erreichen können.

[0092] Hierdurch bleiben die Ventile auch bei einer Hubbewegung der Stößelstange 41 geschlossen, wodurch eine Zylinderabschaltung ermöglicht wird.

[0093] Das Verdrehen der Exzenterwelle kann beispielsweise mittels eines Hydraulikzylinders 42 erfolgen. Dieser bzw. die Hydraulikzylinder sind über ein Ventil, wie z. B. ein Magnetventil, ein elektrisches Ventil oder ein mechanisches Ventil ansteuerbar. Für die Betätigung des Zylinders 42 kann der aus dem Motorenkreislauf vorhandene Motoröldruck verwendet werden.

[0094] Die Exzenterwelle 43 ist somit in einer Kipphebel-Außer-Eingriff-Stellung und in einer Kipphebel-In-Eingriff-Stellung anordbar.

[0095] Weiterhin kann eine Feder 45 vorgesehen sein, die den Kipphebel auch bei gedrehter Exzenterwelle auf die Stößelstange 41 drückt, wodurch diese auf der Nockenwelle 33 gehalten wird.

[0096] Durch die Feder 45 wird sichergestellt, dass die Kipphebel 40 bei gedrehter Exzenterwelle nicht frei pendeln kann und damit die Stößelstange 41 auf der Nockenwelle gehalten wird.

[0097] Alternativ kann die Exzenterwelle 43 auch elektromagnetisch oder mechanisch betätigbar sein.

[0098] Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann eine Feder 46 vorgesehen sein, die die Stößelstange 41 im Zylinderkopf nach oben drückt. Auf diese Weise verbleibt der Kipphebel 40 ebenfalls auf dem Ventil. Hierdurch entsteht ein durch die Verdrehung der Exzenterwelle 43 erzeugter Abstand zwischen der Nockenwelle 33 und der Stößelstange 41, wodurch sowohl die Stößelstange 41 als auch der Kipphebel 40 und das Ventil 44 nicht betätigt werden. Dies führt also ebenfalls zu einer Zylinderabschaltung durch die geschlossenen bleibenden Ventile 44.

[0099] Eine mechanische Entkoppelung der Kipphebel 40 von den Nockenwellen 33 kann alternativ auch durch eine Einrichtung realisiert, mit der die Stößel verschoben, und auf diese Weise außer Eingriff mit den Kipphebeln gebracht werden können, so dass die Stößel keine Verbindung mehr mit den Kipphebeln haben.

[0100] Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Stößelstangen im Bereich der Nockenwelle derart verschoben werden, dass hier die Übertragung der Hubbewegung von der Nockenwelle auf die Stößelstange außer Eingriff gebracht wird.

[0101] Die beiden V-förmig angeordneten ersten und zweiten Motorblöcke 2, 3 bilden im Bereich zwischen ihren Zylindern eine V-Ausnehmung 24 aus. Im Bereich der V-Ausnehmung zwischen Zylinderköpfen 25 der Zylinder 4 ist eine Antriebswelle 26 angeordnet.

[0102] In den außenseitig angeordneten Kurbelgehäusen 8,10 befindet sich jeweils ein Getriebe 72 und eine Kupplung 28, die das jeweilige abtriebsseitige Ende 7,9 der ersten Kurbelwelle 5 und der zweiten Kurbelwelle 6 mit der Antriebswelle 26 verbindet (Fig. 6). Eine derartige Anordnung der Getriebe 27 wird als außenliegende Getriebeanordnung bezeichnet.

[0103] Durch die außenliegenden Getriebestufen wird ein möglichst geringer Abstand der Zylinderpaare der beiden Motorteile erreicht, wodurch eine hohe Laufruhe erzielt werden kann.

[0104] Die Getriebe 27 sind als Riemengetriebe ausgebildet. Alternativ können die Getriebe 27 auch als Zahnrad-Getriebe ausgeführt sein.

[0105] Die zwei Getriebe 27 können gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform in dem Bereich, in dem die beiden Motorblöcke 2, 3 miteinander verbunden bzw. gekoppelt sind, angeordnet sein. Das bedeutet, die Getriebe 27 sind im Bereich der Zwischenplatte 11 angeordnet. Eine derartige Anordnung der Getriebe 27 wird als innenliegende Getriebeanordnung bezeichnet.

[0106] Die Getriebe 27 sind dann vorzugsweise als Zahnradgetriebe ausgebildet.

[0107] Insbesondere können die Getriebe 27 derart ausgebildet sein, dass jeweils ein auf der Kurbelwelle angeordnetes erstes Zahnrad 47 über ein zweites Zahnrad 48 mit einem auf der Abtriebswelle 26 angeordneten dritten Zahnrad verbunden ist. Hierdurch kann das Getriebe bei gegebenen Übersetzungsverhältnis kleiner aufgebaut bzw. ausgebildet werden.

[0108] Weiterhin ist vorgesehen, dass über ein mit dem zweiten Zahnrad 48 gekoppeltes viertes Zahnrad 50 ein auf einer Nockenwelle angeordnetes fünftes Zahnrad 51 derart in Eingriff steht, dass über dieses Zahnradpaar bestehend aus vierten und fünften Zahnrad 50, 51, die Nockenwelle angesteuert bzw. angetrieben wird.

[0109] Die Zahnräder sind von einem an der Zwischenplatte 11 fixierten Gehäuse 52 abgedeckt.

[0110] Die Kupplungen 28 sind als Klauenkupplungen ausgebildet. Die Klauenkupplungen sind derart ausgebildet, dass eine Klaue einer Hälfte der Klauenkupplung eine andere Geometrie aufweist als die übrigen Klauen, so dass diese eine Klaue nur in eine entsprechend komplementär ausgebildete Ausnehmung der anderen Hälfte der Klauenkupplung einkuppelbar ist. Hierdurch ist sichergestellt, dass die beiden Hälften der Kupplungen 28 nur in einer bestimmten Drehstellung zueinander in Eingriff sein können.

[0111] Jeder der beiden Motorblöcke 2, 3 ist mit einem Turbolader 29 versehen. Der Verbrennungsmotor 1 ist durch die zwei getrennten Turbolader-Systeme 29 bezüglich der Luftzufuhr redundant ausgebildet. D.h. wenn ein Motorenteil ausfällt und dabei der Turbolader beschädigt wird führt dies lediglich zu einem 50%igen Leistungsverlust, da dann der verbleibende Motorenteil mit Turbolader immer noch seine volle Leistung erreicht.

[0112] Alternativ ist auch ein einziger Turbolader denkbar.

[0113] In einem Rohrstück zwischen den Turboladern 29 und den Ansaugbögen zu den Zylindern sind Ladeluftkühler (Figur 7 bis 9) zur Kühlung der komprimierten und erhitzten Ansaugluft integriert. Diese Kühler sind zur Erhöhung ihrer Oberfläche aus lamellenförmigen Rohrstücken ausgebildet. Im Innenteil dieser Rohrstücke strömt die verdichtete und erhitzte Luft von den Turboladern zu den Ansaugrohren und gibt an die gewellten Rohrlamellen die Wärme ab. An der Außenseite der Rohrlamellen strömt Kühlluft in entgegengesetzter Richtung um die Lamellen und führen hier die Wärme ab. Durch die entgegengesetzt gerichteten Luftströmungen ergibt sich ein optimaler Kühlungseffekt kombiniert mit sehr kleinem Bauraum und geringem Gewicht.

[0114] Auf der Antriebswelle 26 sind zwei Walzenlüfter 31 vorgesehen. Die Walzenlüfter bewirken, dass der Motor nicht von außen mit einem Kühlstrom versorgt werden muss. Durch die Walzenlüfter werden die Zylinder immer gekühlt, solange sich die Antriebswelle dreht, also der Motor läuft.

[0115] Im Bereich des zweiten Motorblocks 3 ist eine Wasserkühlleinrichtung 35 mit zwei separaten Kühlkreisläufen zur Kühlung der beiden Motorblöcke 2, 3 angeordnet.

[0116] Zudem ist in diesem Bereich ein Kühllüfter 30 vorgesehen, um die Kühlleistung zu erhöhen. Dieser Kühllüfter 30 stellt einen Luftstrom sowohl für die beiden Ladeluftkühler als auch für die Wasserkühlleinrichtung 35 bereit. Ein Lüftergehäuse des Kühlüfters ist derart ausgebildet, dass es im oberen Bereich einen Teil des Kühlstromes zu den Ladeluftkühlern führt. Der untere Bereich stellt die Zuführung des Kühlstromes zur Wasserkühlleinrichtung 35 sicher.

[0117] An einem abtriebsseitigen Ende 32 der Antriebswelle sind zwei separate Generatoren 34, um zu jedem Zeitpunkt, d.h. auch bei Ausfall eines Generators eine ausreichende Stromversorgung sicherzustellen. Diese Generatoren können auch Elektroantriebe sein, um einen Hybridantrieb auszubilden.

[0118] Der oben erläuterte Nockenwellenantrieb ist mittig an der Zwischenplatte angeordnet. Alternativ können die Nockenwellen- und Ölpumpenantriebe an den gegenüberliegenden/außen liegenden Gehäuseseiten angeordnet sein.

[0119] Um die Ausfallsicherheit weiter zu erhöhen und/oder eine zusätzliche Leistungssteigerung zur Verfügung zu stellen kann der Verbrennungsmotor zudem einen Elektroantrieb (Figuren 2 und 7) aufweisen, wodurch der Verbrennungsmotor als Hybridantrieb ausgebildet ist. Durch das Vorsehen des Elektroantriebes kann auch bei Ausfall beider Motorblöcke des Verbrennungsmotors eine ausreichende Leistung bzw. ein ausreichendes Drehmoment an der Antriebswelle für den Notbetrieb (z.B. zum Erreichen des nächsten Flugplatzes) zur Verfügung gestellt werden, um ein mit dem Verbrennungsmotor ausgestattetes Fahrzeug, insbesondere ein Luftfahrzeug, anzu treiben.

[0120] Im Folgenden wird das Ein- und Auskuppeln der beiden Motorblöcke näher beschrieben.

[0121] Um einen der beiden Motorblöcke bei Drehmomentverlust oder Totalausfall außer Betrieb nehmen zu können, sind Sensoren vorgesehen, mit welchen ein Betriebszustand der beiden Motorblöcke unabhängig voneinander erfasst werden kann.

[0122] Diese Sensoren können vorzugsweise zum unabhängigen Erfassen des Drehmoments der beiden Motorblöcke oder auch der Abgastemperaturen der beiden Motorblöcke oder auch zum Erfassen anderer geeigneter Kenngrößen zum Bestimmen des Betriebszustandes ausgebildet sein. Diese Sensoren werden daher im Folgenden unter dem Begriff Betriebszustandsensoren subsummiert.

[0123] Die Betriebszustandsensoren können in beiden Kupplungen als Drehmomentsensoren angeordnet sein. Die Drehmomentsensoren können als elektronische Sensoren zur Drehmomenterfassung, beispielsweise als piezoelektrische Sensoren oder berührungslose Drehmomentsensoren, ausgebildet sein. Das Fraunhofer ITWM vertreibt einen induktiven Sensor zur berührungslosen Erfassung von Drehmomenten. Das Messkonzept des Sensors basiert auf dem anisotropen magnetostriktiven Effekt in ferromagnetischen Wellenoberflächen. Dieser Effekt verursacht in Abhängigkeit von der mechanischen Torsionsspannungen an der Messstelle eine unterschiedliche magnetische Permeabilität in Richtung der Dehnspannungen und Druckspannungen. Mit dem Sensor wird diese Permeabilitätsänderung gemessen, die in einem großen Messbereich proportional zur Torsionsspannung an der Wellenoberfläche ist.

[0124] Eine weitere Möglichkeit zur Drehmomenterfassung besteht darin, am Getriebe eine federbeaufschlagte Rolle, wie z.B. eine Spannrolle anliegend an einem Trum des Riemens vorzusehen. Je nach dem, ob mit dem Riemengetriebe die Antriebswelle oder der Motorblock (bei Ausfall) angetrieben wird, ist der eine oder der andere Trum des Riemens gespannt. Diese Spannung kann mit der Spannrolle und einem entsprechenden Sensor erfasst werden.

[0125] Zusätzlich und/oder alternativ können auch zumindest zwei Abgassensoren vorgesehen sein, die entsprechend in das Abgassystem der beiden Motorblöcke derart integriert sind, dass sich die Abgastemperaturen der beiden Motorblöcke unabhängig voneinander überwachen lassen.

[0126] Der erfindungsgemäße Verbrennungsmotor verfügt über eine Steuereinrichtung (nicht dargestellt), die das Drehmoment und/oder die Abgastemperatur der beiden Motorblöcke mittels der Sensoren überwacht. Sobald das Drehmoment eines der beiden Motorblöcke über einen längeren Zeitraum, z. B. größer 0,5, bzw. 1, bzw. 1,5, bzw. 2, bzw. 3 bzw. 4 Sekunden, eine vorbestimmte Differenz zum anderen Motorblock aufweist, steuert die Steuereinrichtung die Kupplung des entsprechenden Motorblocks an und kuppelt diesen aus. Auf diese Weise muss die Kurbelwelle dieses Motors nicht mehr mitgedreht werden und der andere Motor kann ohne den Reibungswiderstand des ausgefallenen Motorblocks weiterarbeiten.

[0127] Neben diesem automatischen Auskuppeln mittels einer Steuereinrichtung kann auch zusätzlich oder alternativ ein manuelles Auskuppeln vorgesehen sein.

[0128] Falls ein Motorenteil nicht mehr korrekt arbeitet, erhält der Fahrer, insbesondere der Pilot, diese Information von der Steuerelektronik. Dieser kann dann den entsprechenden Motor durch manuelles oder elektrisches Betätigen der entsprechenden Kupplung auskuppeln.

Ein Einkuppeln ist, wenn die Kupplungen als Klauenkupplungen ausgebildet sind, erst wieder im Stillstand bzw. nach dem Landen möglich, da hierfür die korrekte Drehwinkelstellung der beiden Motoren zueinander sicherzustellen ist.

Im bevorzugten Aufbau umfasst der erfindungsgemäße Verbrennungsmotor zwei - bis auf die gespiegelte Nockenwelle - völlig gleiche Motoren bzw. Motorblöcke, die jeder für sich alleine betriebsfähig ist.

Eine Möglichkeit zur Bauteilereduzierung wäre, z.B. die Kühlwasser- und Ölbehälter sowie Kühler zwar kreislaufseitig zu trennen, jedoch z.B. die doppelten Behälter oder Kühler jeweils in ein Doppelbauteil zusammenzufassen.

[0129] Als Kupplung können auch andere Kupplungen eingesetzt werden, die die Funktion einer eindeutigen Winkelposition erfüllen.

[0130] Alternativ kann ein Einkuppeln während des Betriebes möglich sein, sofern eine Kupplung bereitgestellt werden kann, die die eindeutige Winkelstellung beim Einkuppeln während des Laufes sicherstellt. Im Notfall wäre auch ein Einkuppeln in einer beliebigen Winkelstellung der beiden Motorenteile zueinander denkbar, allerdings könnten sich dann die Unwuchten der beiden Motorenteile im ungünstigen Fall addieren und damit verdoppeln.

[0131] Die beiden Getriebe können auch im Bereich der Zwischenplatte angeordnet sein.

[0132] Die zumindest zwei Motorblöcke sind V-förmig angeordnet.

[0133] Es ist auch möglich mehr als zwei bspw. drei oder vier Motorblöcke mit dem erfindungsgemäßen Prinzip miteinander zu verbinden.

[0134] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind nicht nur zwei Zweizylindermotorblöcke, bzw. zwei Motorblöcke mit zwei Zylindern, sondern bspw. zwei Vierzylindermotorblöcke, ein Vierzylindermotorblock und ein Zweizylindermotorblock erfindungsgemäß gekoppelt, um kleine, aber noch leistungsstärkere Einheiten realisieren zu können. Grundsätzlich ist es auch möglich, drei Zweizylindermotorenblöcke zu koppeln, wobei zwischen zwei Motorblöcken ein Abstand eingehalten werden muss, um ein Getriebe und eine Kupplung für den Abtrieb zur Antriebsstelle vorzusehen.

Alternativ ist auch denkbar, zwei oder mehr Motorblöcke auf die erfindungsgemäße Art miteinander zu koppeln.

[0135] Der erfindungsgemäße Verbrennungsmotor umfasst alle Bauteile die zum Betrieb eines Motorblocks des Motors notwendig sind in zweifacher Ausführung, lediglich die Antriebswelle ist nur einmal vorhanden. Das bedeutet, es sind zwei komplett getrennte Stromnetze vorhanden, die über zwei separate Generatoren versorgt werden und die mit der Bordversorgung über Dioden zur Absicherung verbunden sind. Der erfindungsgemäße Motor verfügt über zwei getrennte Kühl- und Ölkreise und entsprechend zwei Kühlwasser- und zwei Ölpumpen. Das bedeutet, auch wenn ein Motorblock ausfällt ist ein Betrieb des zweiten Motorblocks sichergestellt.

| Bezugszeichenliste |                       |    |   |
|--------------------|-----------------------|----|---|
| 1                  | Verbrennungsmotor     | 27 | Getriebe                                |
| 2                  | erster Motorblock     | 28 | Kupplung                                |
| 3                  | zweiter Motorblock    | 32 | abtriebsseitiges Ende der Antriebswelle |
| 4                  | Zylinder              |    |   |
| 5                  | erste Kurbelwelle     | 33 | Nockenwelle                             |
| 6                  | zweite Kurbelwelle    | 34 | Generator                               |
| 7                  | abtriebsseitiges Ende | 35 | Wasserkühlleinrichtung                  |
| 8                  | erstes Kurbelgehäuse  | 36 | Kurbelwange                             |
| 9                  | abtriebseitiges Ende  | 37 | Elektroantrieb                          |
| 10                 | zweites Kurbelgehäuse | 38 | Ladeluftkühler                          |

(fortgesetzt)

|    |    |                          |    |   |
|----|----|--------------------------|----|---|
|    | 11 | Zwischenplatte           | 39 | Einrichtung zum Entkoppeln von Kipphebeln |
|    | 12 | Bohrungen                |    |   |
| 5  | 13 | Ausnehmungen             | 40 | Kipphebel                                 |
|    | 14 | Rohrstück                | 41 | Stößelstange                              |
|    | 15 | Versteifungsstreben      | 42 | Hydraulikzylinder                         |
|    | 16 | Lagerungsbohrung         | 43 | Exzenterwelle                             |
| 10 | 17 | Lagerungseinrichtung     | 44 | Ventil                                    |
|    | 18 | lagerungsseitiges Ende   | 45 | Feder                                     |
|    | 19 | lagerungsseitiges Ende   | 46 | Feder                                     |
|    | 20 | rohrförmiger Abschnitt   | 47 | erstes Zahnrad                            |
|    | 21 | zapfenförmiger Abschnitt | 48 | zweites Zahnrad                           |
| 15 | 22 | Nockenwellenantrieb      | 49 | drittes Zahnrad                           |
|    | 23 | Ölpumpenantrieb          | 50 | viertes Zahnrad                           |
|    | 24 | V-Ausnehmung             | 51 | fünftes Zahnrad                           |
|    | 25 | Zylinderkopf             | 52 | Gehäuse                                   |
| 20 | 26 | Antriebswelle            |    |   |
|    | 29 | Turbolader               |    |   |
|    | 30 | Kühllüfter               |    |   |
|    | 31 | Walzenlüfter             |    |   |

25 **Patentansprüche**

1. Verbrennungsmotor, umfassend  
zumindest zwei miteinander gekoppelte Motorblöcke mit jeweils zumindest zwei Zylindern, die jeweils mit einem Getriebe und einer Kupplung mit einer gemeinsamen Antriebswelle verbunden sind  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die beiden Motorblöcke derart V-förmig ausgebildet sind, dass die Zylinderköpfe V-förmig angeordnet sind und die Antriebswelle im Bereich der V-Ausnehmung zwischen den Zylinderköpfen angeordnet ist.
2. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** jeder Motorblock eine Kurbelwelle aufweist.
3. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Kupplungen derart ausgebildet sind, dass sie nur in einer einzigen Winkelstellung eine Koppelung der (entsprechenden) Kurbelwelle mit der Antriebswelle ermöglichen.
4. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Kupplungen als Klauenkupplungen ausgebildet sind.
5. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Motor eine unten liegende Nockenwelle aufweist.
6. Verbrennungsmotor nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Einrichtung zum Entkoppeln von Kipphebeln und Stößeln derart vorgesehen ist, dass eine Zylinderabschaltung möglich ist.
7. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** eine Wasserkühlleinrichtung zu Kühlen der Zylinderköpfe vorgesehen ist, wobei auf der Antriebswelle zumindest ein Walzenlüfter angeordnet ist, der ebenfalls zur zusätzlichen Kühlung der Zylinder ausgebildet ist.

- 8. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die Motorblöcke jeweils zumindest vier, sechs oder mehr Zylinder aufweisen.
- 9. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
10      **dass** der Verbrennungsmotor zudem einen Elektroantrieb aufweist und somit als Hybirdantrieb ausgebildet ist.
- 10. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
15      **dass** Betriebszustandssensoren zum Detektieren der Betriebszustände der Motorblöcke vorgesehen sind.
- 11. Verbrennungsmotor nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
20      **dass** die Betriebszustandssensoren ein Signal erzeugen oder mit einer Steuereinrichtung gekoppelt sind, die dann einen nicht oder nur teilweise laufenden Motorblock durch Auskuppeln von der Antriebswelle entfernt.
- 12. Zwischenplatte zur Verbindung zumindest zweier Motorblöcke eines Verbrennungsmotors nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Zwischenplatte ein plattenförmiges Bauteil ist, wobei die Zwischenplatte zudem zumindest eine Lagerungsbohrung zur Aufnahme von zumindest einer Lagerung einer Kurbelwelle aufweist.
- 25      13. Zwischenplatte nach Anspruch 12,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die Lagerungsbohrung zur koaxialen Lagerung zweier Kurbelwellen ausgebildet ist.
- 14. Zwischenplatte nach Anspruch 11 oder 12,  
30      **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die Zwischenplatte zwei Dichtflächen aufweist, die zur Abdichtung jeweils einer Seite der Motorblöcke ausgebildet sind.
- 35      15. Zwischenplatte nach einem der Ansprüche 11 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die Zwischenplatte zur Aufnahme der Zahnradgetriebe und/oder der Nockenwellenantriebe ausgebildet ist.

#### Claims

- 1. Combustion engine, comprising at least two engine blocks coupled to each other with at least two cylinders each, which are each connected with a gearbox and a clutch with a common drive shaft, **characterised in that** the two engine blocks are of a V-shaped design in such a way that the cylinder heads are arranged in a V-shape and the drive shaft is arranged in the area of the V recess between the cylinder heads.
- 2. Combustion engine according to claim 1, **characterised in that** each engine block has a crankshaft.
- 3. Combustion engine according to claim 1 or 2, **characterised in that** the clutches are designed in such a way that they allow a coupling of the (corresponding) crankshaft with the drive shaft only in a single angle position.
- 4. Combustion engine according to one of the claims 1 to 3, **characterised in that** the clutches are designed as claw couplings.
- 5. Combustion engine according to one of the claims 1 to 4, **characterised in that** the engine has a camshaft located at the bottom.
- 6. Combustion engine according to claim 5, **characterised in that** a means for uncoupling tilt levers and tappets is provided in such a way that a cylinder switch-off is possible.

7. Combustion engine according to one of the claims 1 to 6, **characterised in that** a water cooling means for cooling the cylinder heads is provided, wherein at least one cylinder fan is arranged on the drive shaft, which is also designed for additional cooling of the cylinders.
- 5       8. Combustion engine according to one of the claims 1 to 7, **characterised in that** the engine blocks each have at least four, six or more cylinders.
9. Combustion engine according to one of the claims 1 to 8, **characterised in that** the combustion engine also has an electronic drive and is thus designed as a hybrid drive.
- 10      10. Combustion engine according to one of the claims 1 to 9, **characterised in that** operating condition sensors for detecting the operating conditions of the engine blocks are provided.
- 15      11. Combustion engine according to claim 10, **characterised in that** the operating condition sensors generate a signal or are coupled with a control means, which then removes an engine block that is not running, or running only partly, by uncoupling the drive shaft.
- 20      12. Intermediate plate for connecting at least two engine blocks of a combustion engine according to one of the claims 1 to 11, wherein the intermediate plate is a plate-shaped component, wherein the intermediate plate also has at least one bearing bore for receiving at least one bearing of a crankshaft.
- 25      13. Intermediate plate according to claim 12, **characterised in that** the bearing bore is designed for the coaxial mounting of two crankshafts.
- 30      14. Intermediate plate according to claim 11 or 12, **characterised in that** the intermediate plate has two sealing surfaces, which are designed for sealing one side each of the engine blocks.
- 35      15. Intermediate plate according to one of the claims 11 to 13, **characterised in that** the intermediate plate is designed for receiving the gear drive and/or the camshaft drives.

### Revendications

1. Moteur à combustion comprenant au moins deux blocs moteurs couplés ensemble avec respectivement au moins deux cylindres, qui sont respectivement associés à une transmission et un embrayage pourvus d'un arbre de moteur commun, **caractérisé en ce que** les deux blocs moteurs se présentent en forme de V de telle sorte que les culasses sont disposées en forme de V et l'arbre de moteur est disposé entre les culasses dans la zone de l'évidement en V.
2. Moteur à combustion selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** chaque bloc moteur présente un vilebrequin.
3. Moteur à combustion selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les embrayages sont formés de telle sorte qu'ils permettent un couplage du vilebrequin (correspondant) avec l'arbre de moteur uniquement dans une seule position angulaire.
4. Moteur à combustion selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les embrayages sont formés comme des embrayages à griffes.
5. Moteur à combustion selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le moteur présente un arbre à cames se trouvant en bas.
6. Moteur à combustion selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'un** dispositif de découplage de culbuteurs et poussoirs est prévu de telle sorte qu'une désactivation des cylindres est possible.
7. Moteur à combustion selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'un** dispositif de refroidissement de l'eau est prévu pour refroidir les culasses, au moins un ventilateur tangentiel étant disposé sur l'arbre de moteur, ventilateur qui est destiné également à refroidir les cylindres.
8. Moteur à combustion selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les blocs moteurs

présentent respectivement au moins quatre, six ou plus de cylindres.

9. Moteur à combustion selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le moteur à combustion présente également un entraînement électrique et est donc formé comme un entraînement hybride.  
5
10. Moteur à combustion selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** les capteurs d'état de fonctionnement sont prévus pour détecter les états de fonctionnement des blocs moteurs.  
10
11. Moteur à combustion selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les capteurs d'état de fonctionnement génèrent un signal ou sont couplés avec un dispositif de commande qui retire ensuite un bloc moteur ne fonctionnant pas ou seulement en partie en le découplant de l'arbre de moteur.  
15
12. Plaque intermédiaire pour raccorder au moins deux blocs moteurs d'un moteur à combustion selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, la plaque intermédiaire étant un composant en forme de plaque, la plaque intermédiaire présentant au moins un alésage de palier pour le logement d'au moins un palier d'un vilebrequin.  
20
13. Plaque intermédiaire selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** l'alésage de palier est formé pour un montage coaxial de deux vilebrequins.  
25
14. Plaque intermédiaire selon la revendication 11 ou 12, **caractérisée en ce que** la plaque intermédiaire présente deux surfaces d'étanchéité qui sont formées pour étancher respectivement un côté des blocs moteurs.  
30
15. Plaque intermédiaire selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, **caractérisée en ce que** la plaque intermédiaire est formée pour recevoir les engrenages et/ou entraînements d'arbre à cames.  
35

40

45

50

55

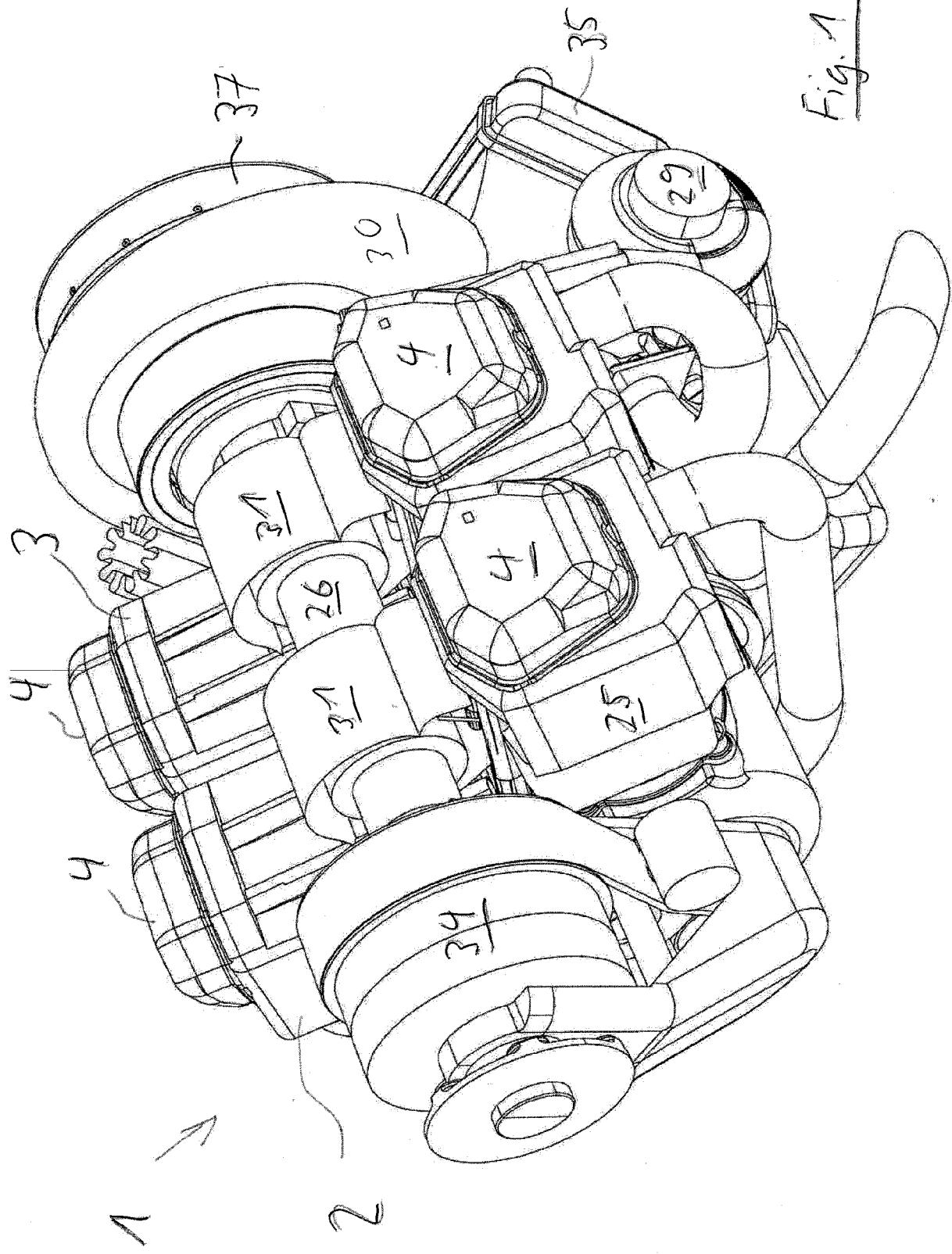
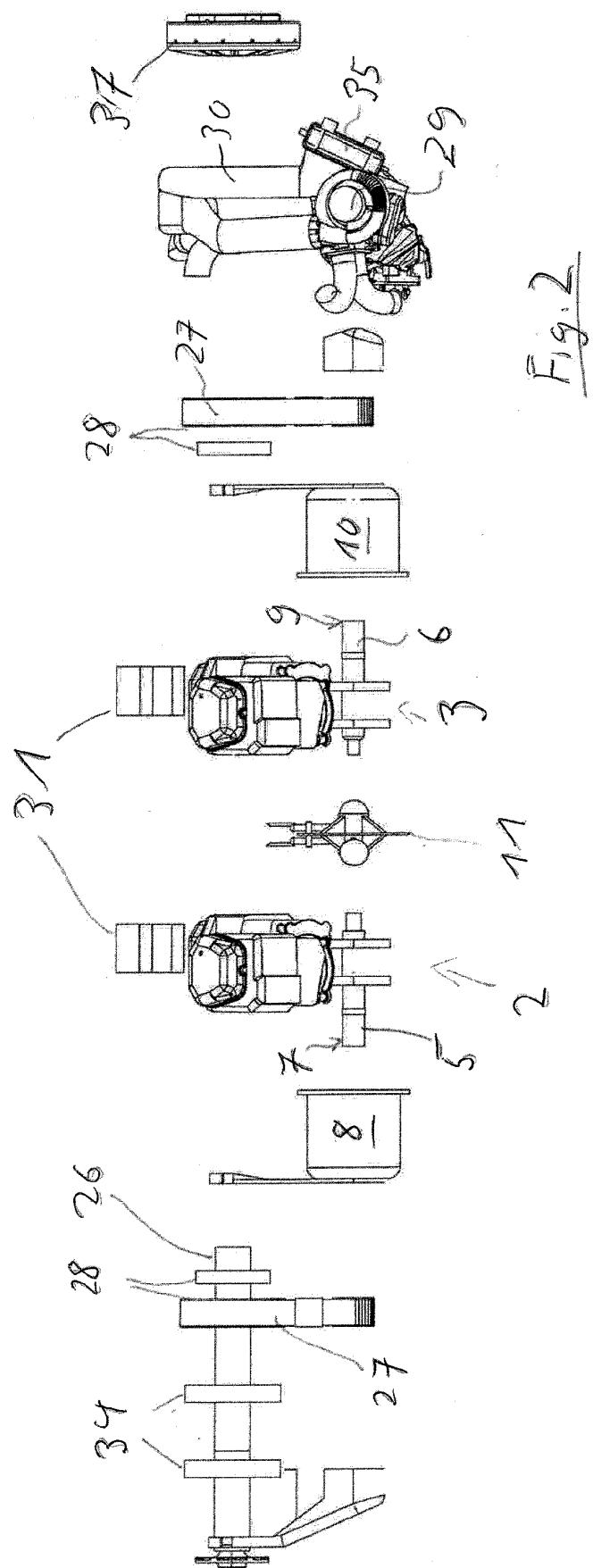
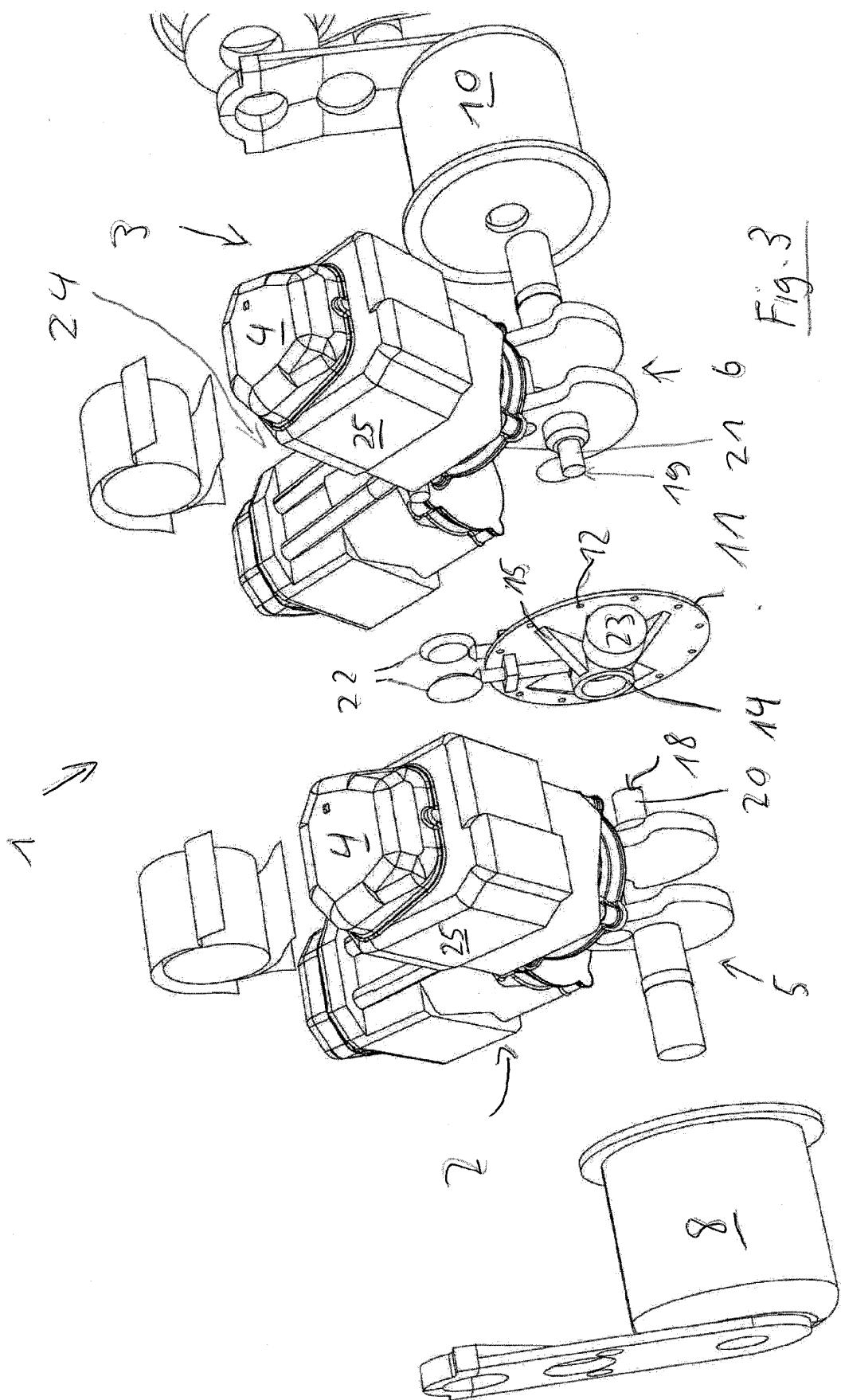
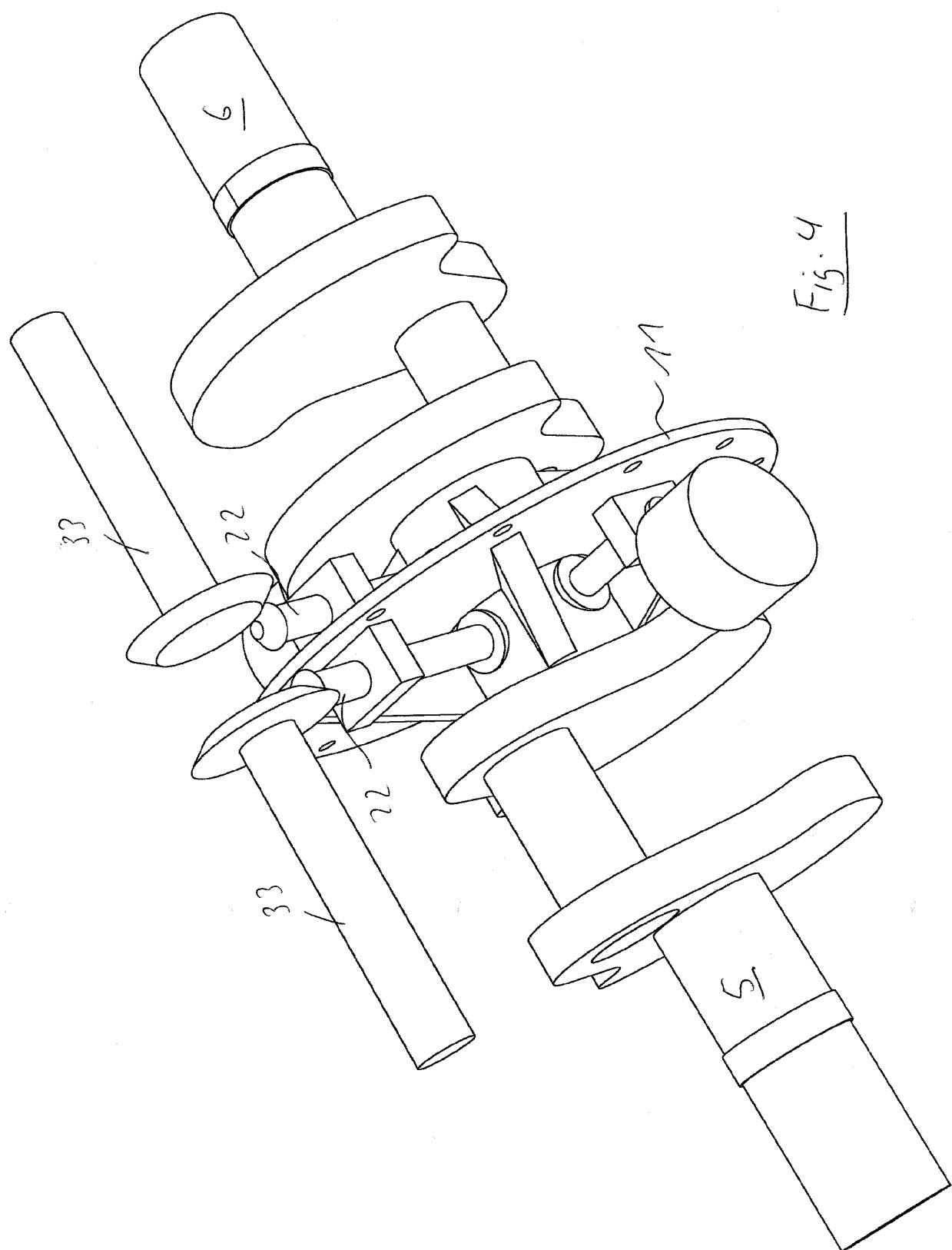
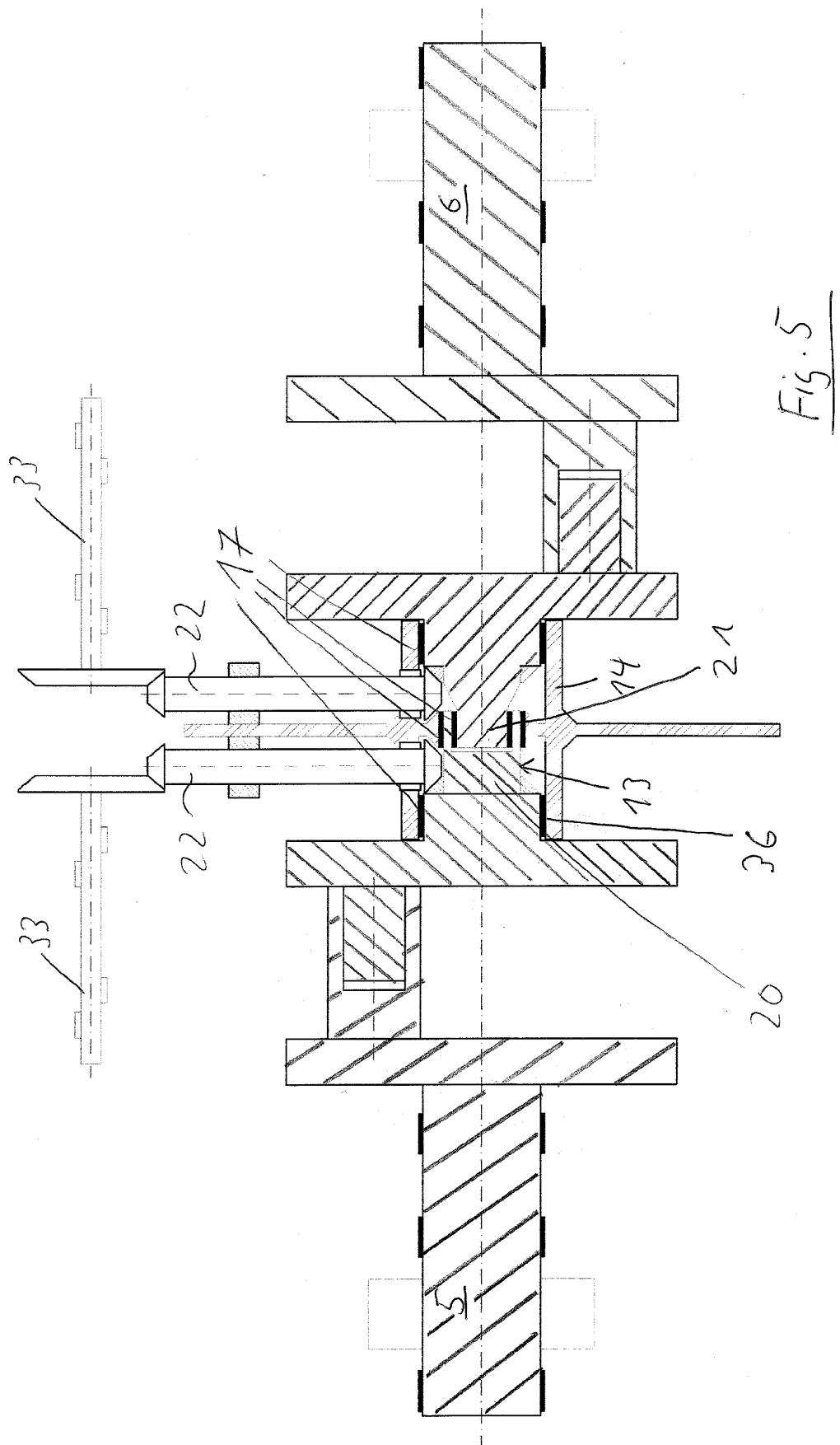


Fig. 1









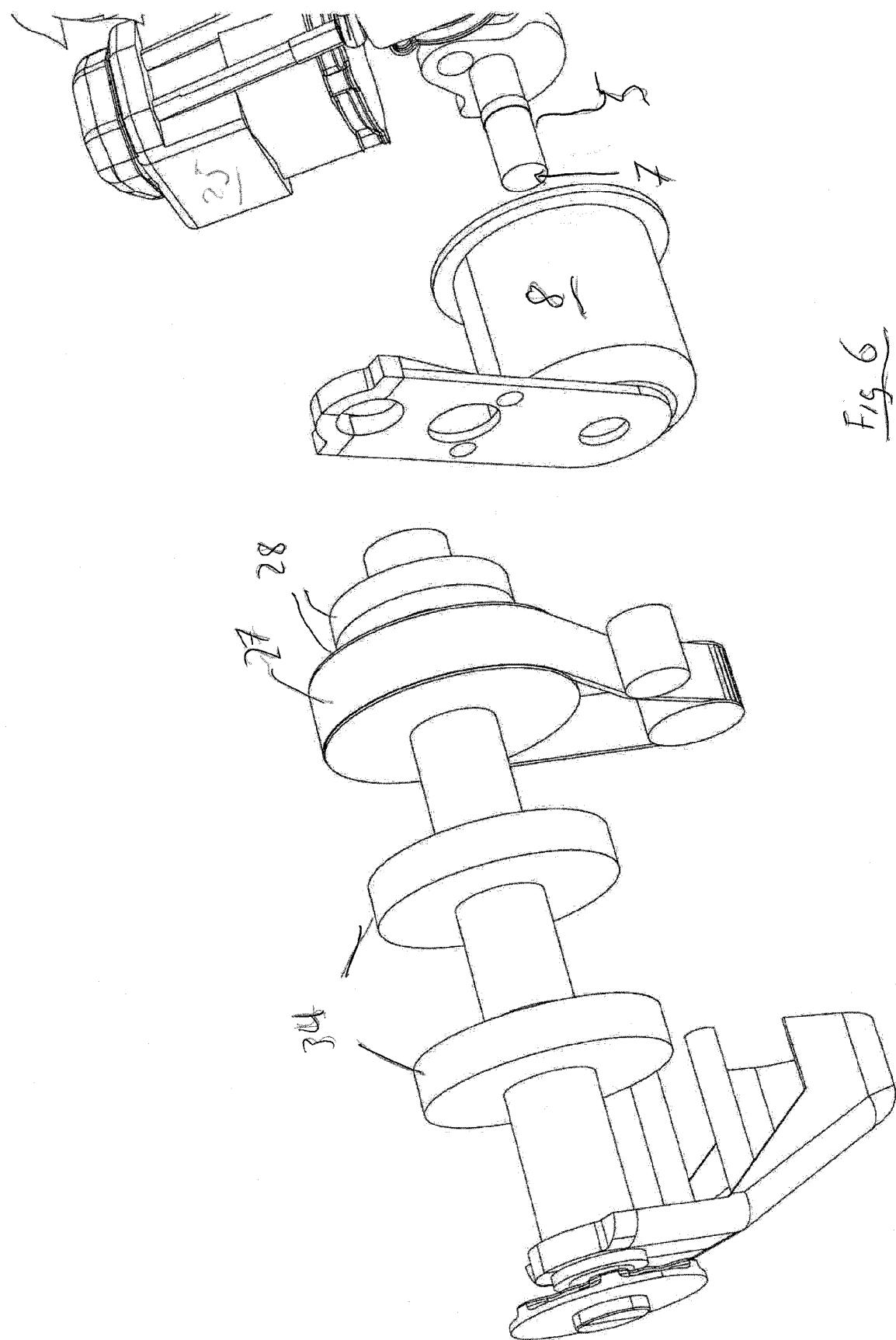
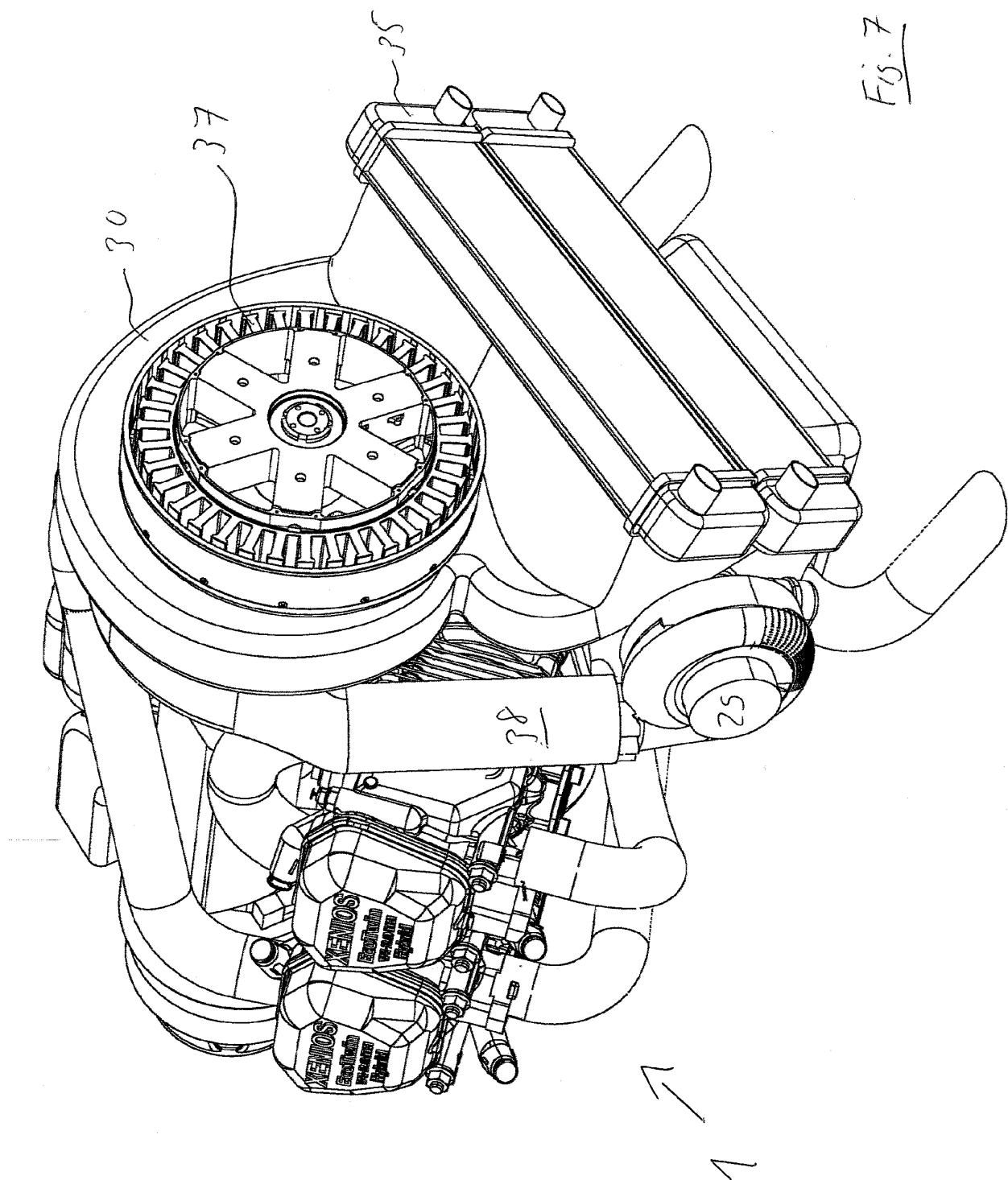
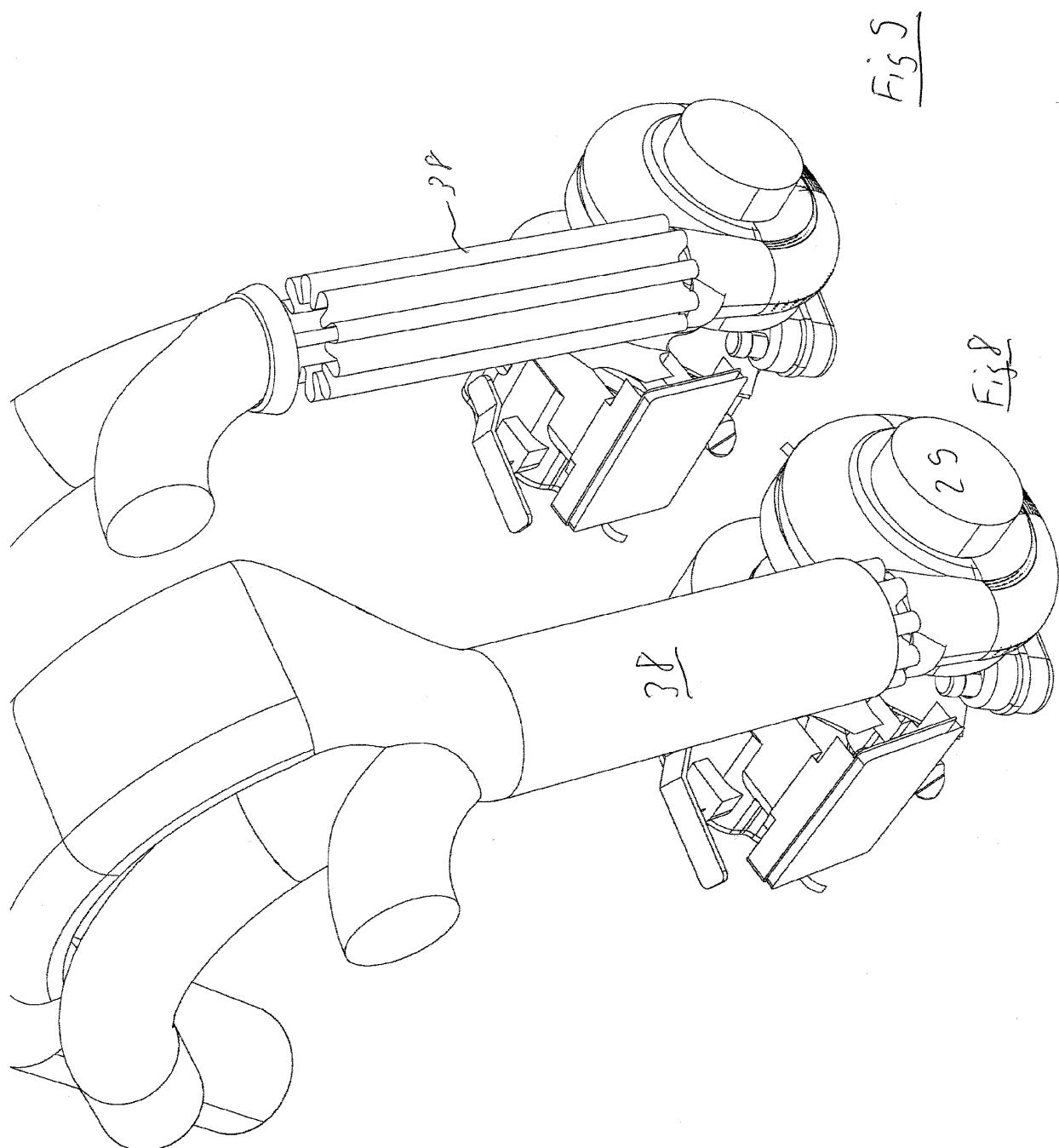


Fig. 7





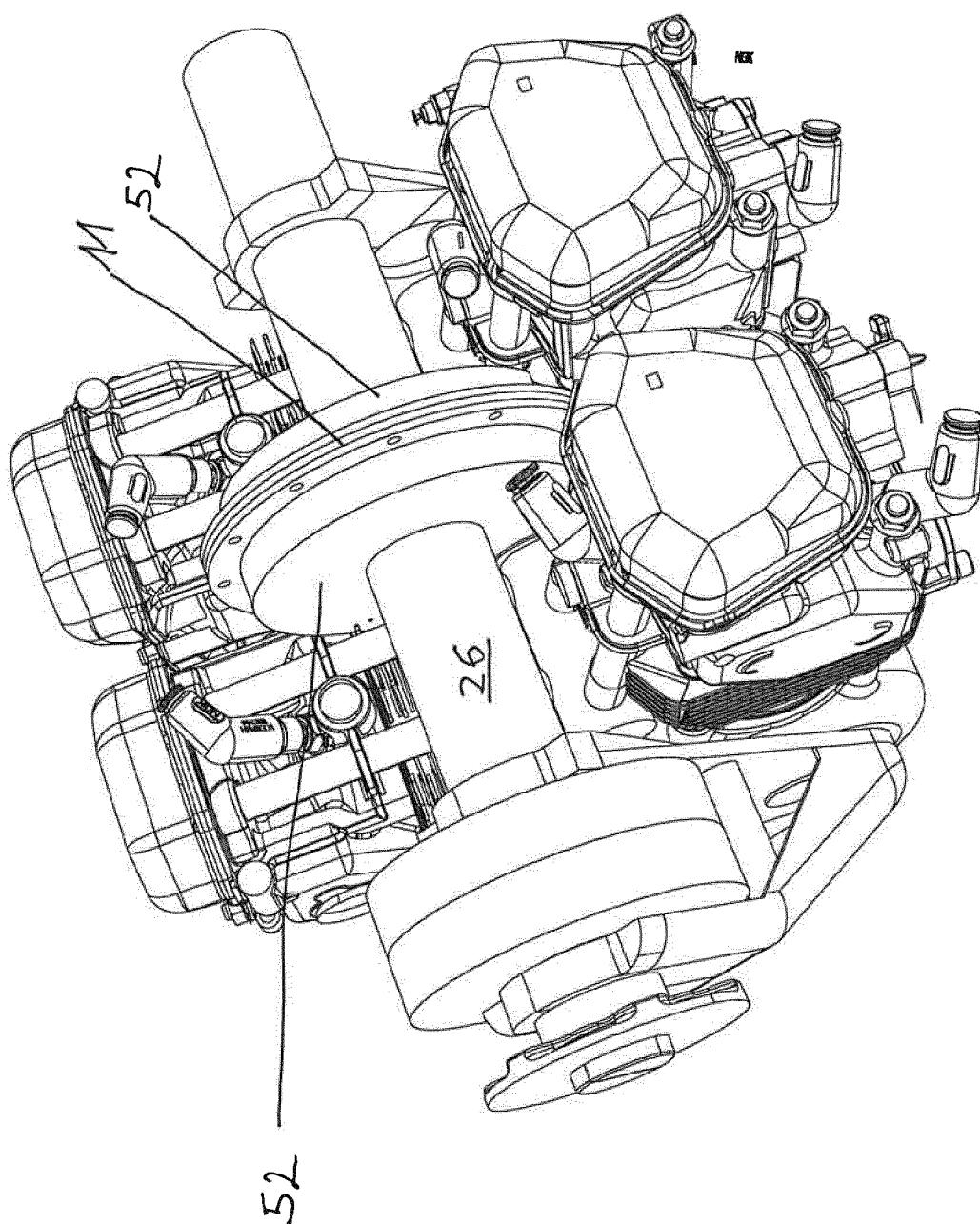


Fig. 10

52

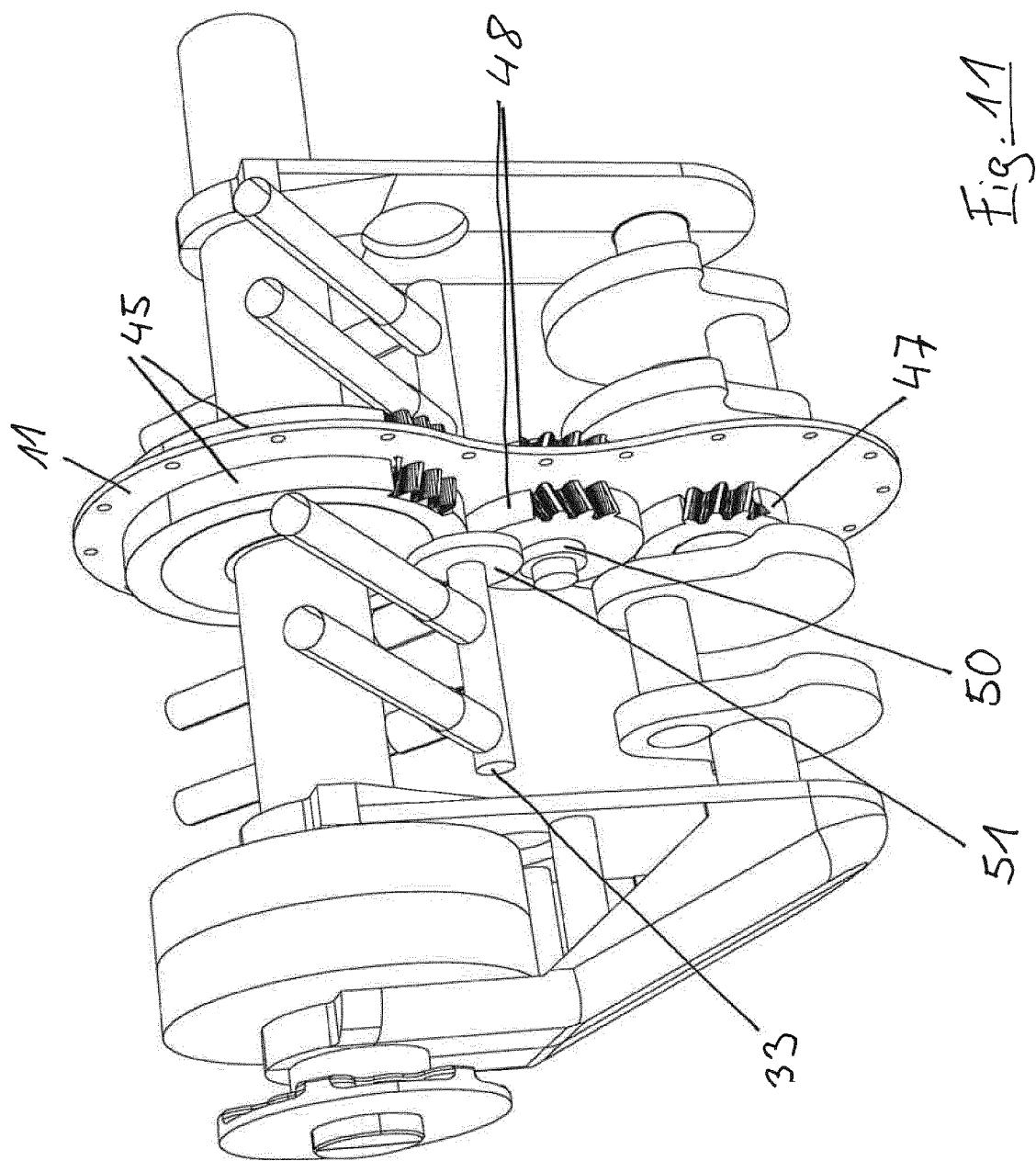


Fig. 11

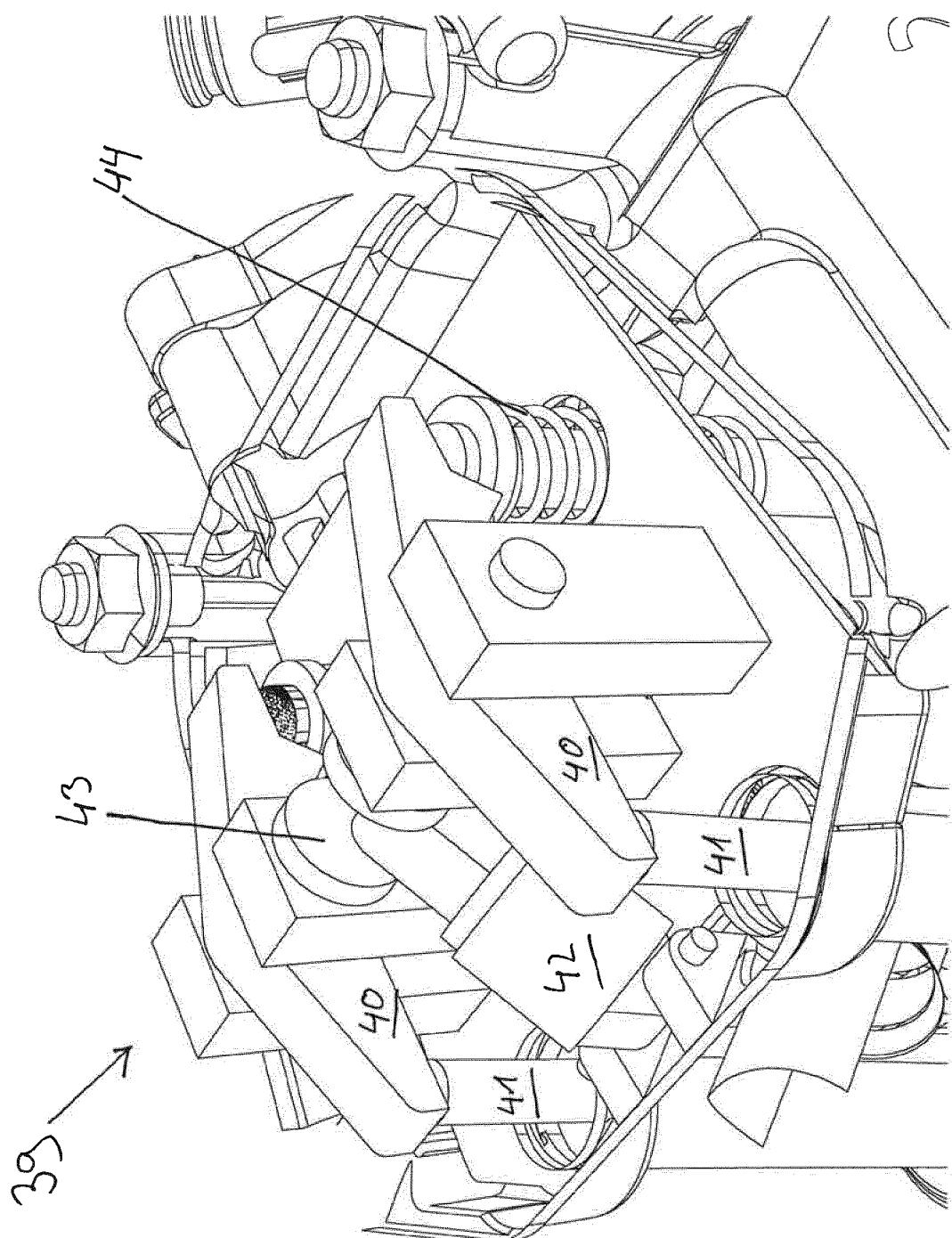


Fig. 12

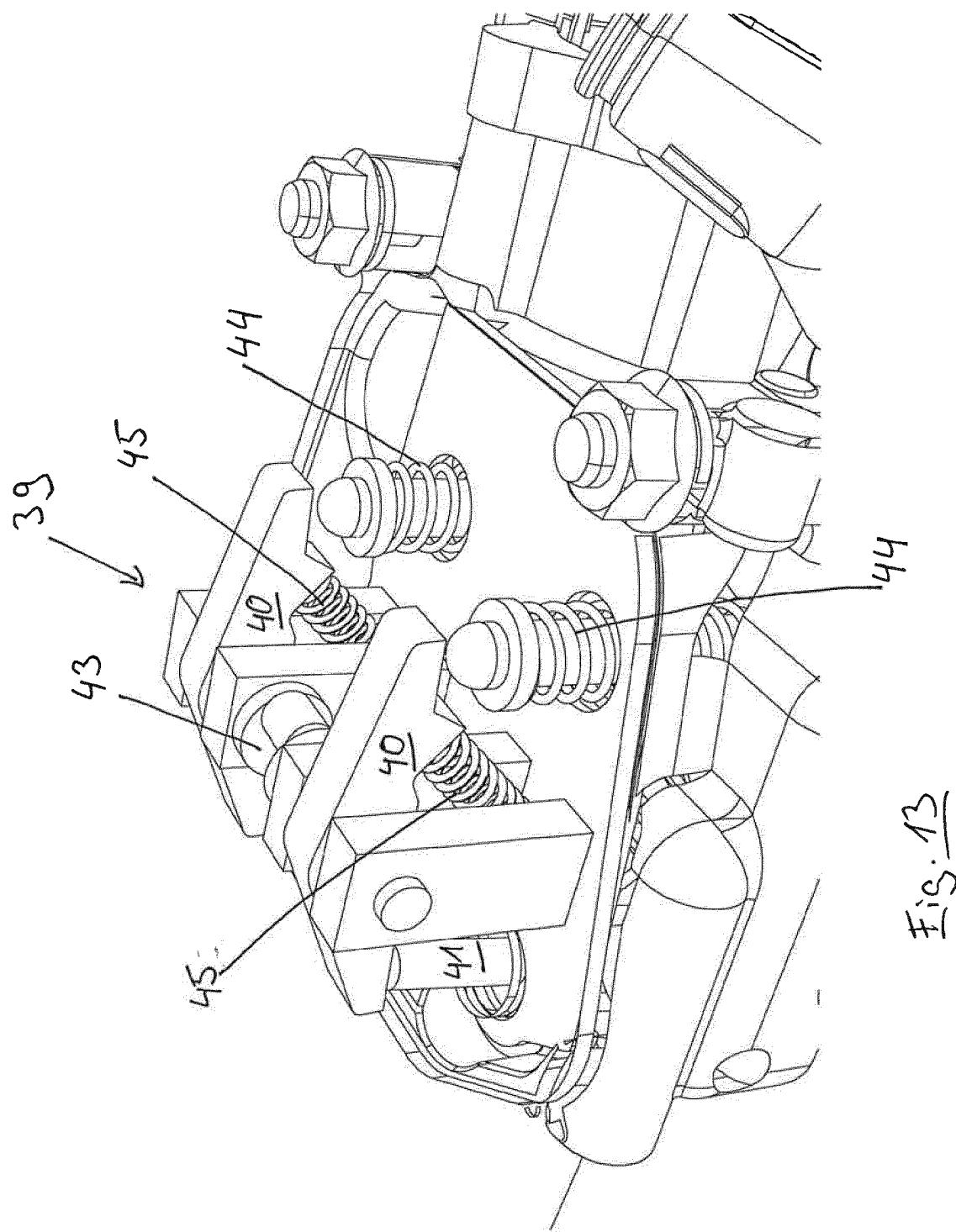


Fig. 13

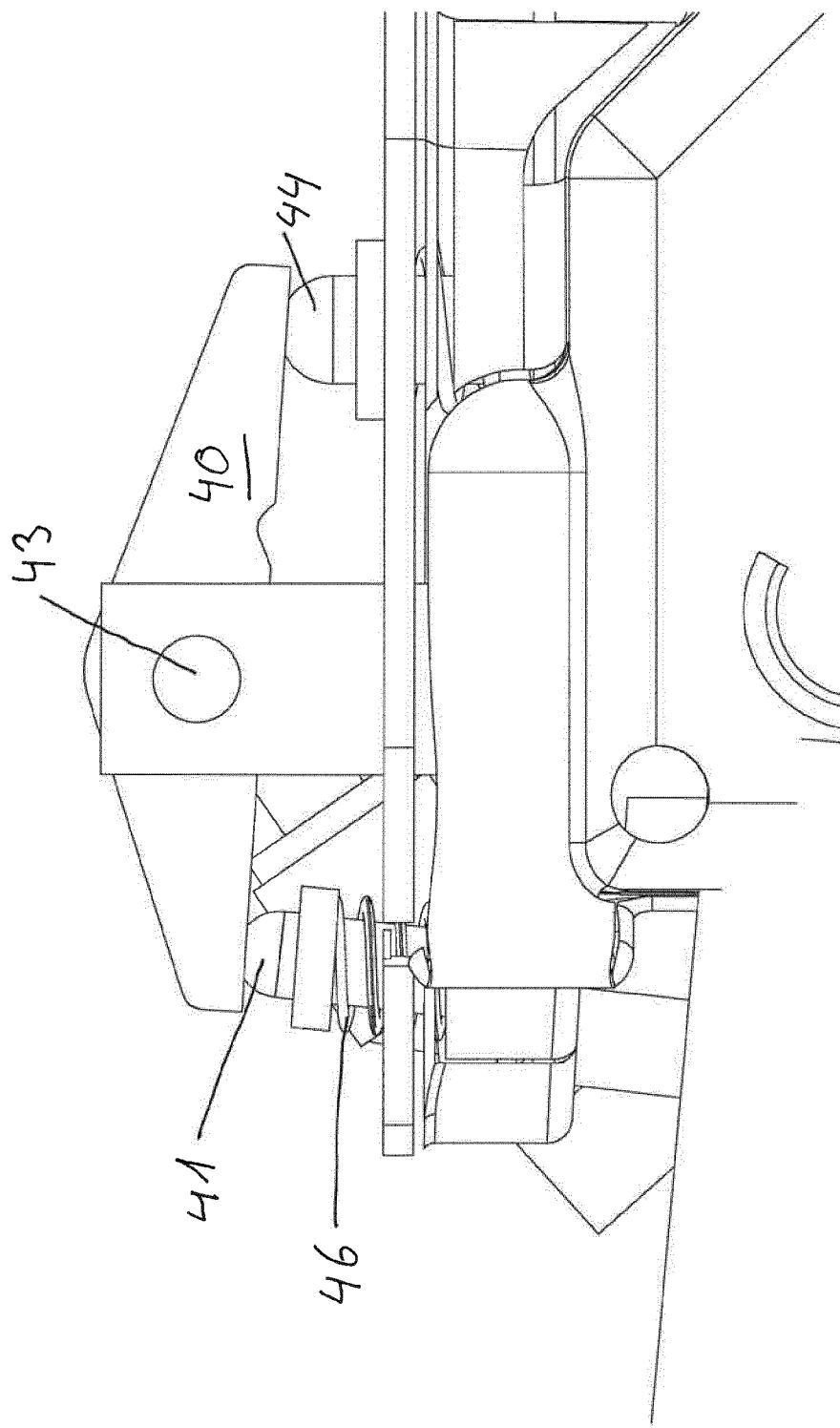


Fig. 14

**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**

- DE 3132368 A1 [0002]
- DE 2747131 A1 [0003]
- DE 102013005652 A1 [0004]
- DE 102010022544 A1 [0005]
- DE 102010005915 A1 [0006]
- DE 3226458 A1 [0007]
- DE 3132367 A1 [0008]
- WO 2012142993 A [0009]
- DE 19839231 A1 [0010]
- DE 102011018410 A1 [0011]