

(19)



(11)

**EP 3 981 982 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**13.04.2022 Patentblatt 2022/15**

(21) Anmeldenummer: **21200838.7**

(22) Anmeldetag: **05.10.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

**F04B 9/02** (2006.01) **F04B 27/00** (2006.01)  
**F04B 35/04** (2006.01) **F04B 39/12** (2006.01)  
**F04B 49/06** (2006.01) **F04B 49/12** (2006.01)  
**F04B 49/20** (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

**F04B 9/02; F04B 27/005; F04B 35/04;**  
**F04B 39/122; F04B 49/065; F04B 49/12;**  
**F04B 49/20; F04B 2201/0201; F04B 2201/0202;**  
**F04B 2201/0206; F04B 2205/00; F04B 2205/01;**  
**F04B 2205/10**

(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**

(30) Priorität: **12.10.2020 DE 102020126696**

(71) Anmelder: **Mehrer Compression GmbH**  
**72336 Balingen (DE)**

(72) Erfinder:

- **Die Erfinder haben auf ihr Recht verzichtet, als solche bekannt gemacht zu werden.**

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB**  
**Friedrichstraße 6**  
**70174 Stuttgart (DE)**

**(54) KOMPRESSOR ZUM KOMPRIMIEREN VON GASEN**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kompressor (10) zum Komprimieren von Gasen, mit mindestens einem Zylinder (12, 14), in dem ein Kolben (16, 18) geführt ist, wobei der Kolben (16, 18) mit einer Kolbenstange (20, 22) gekoppelt ist, wobei eine elektrische Antriebseinheit (24, 26) zum Antrieb der Kolbenstange (20, 22) vorge-

sehen ist und wobei eine Steuerung (30) zum Steuern der Antriebseinheit (24, 26) vorgesehen ist, wobei die Steuerung (30) derart eingerichtet ist, dass die Kolbengeschwindigkeit und die Anfangsposition und/oder die Endposition des Kolbens (16, 18) im Zylinder (12, 14) variierbar ist.

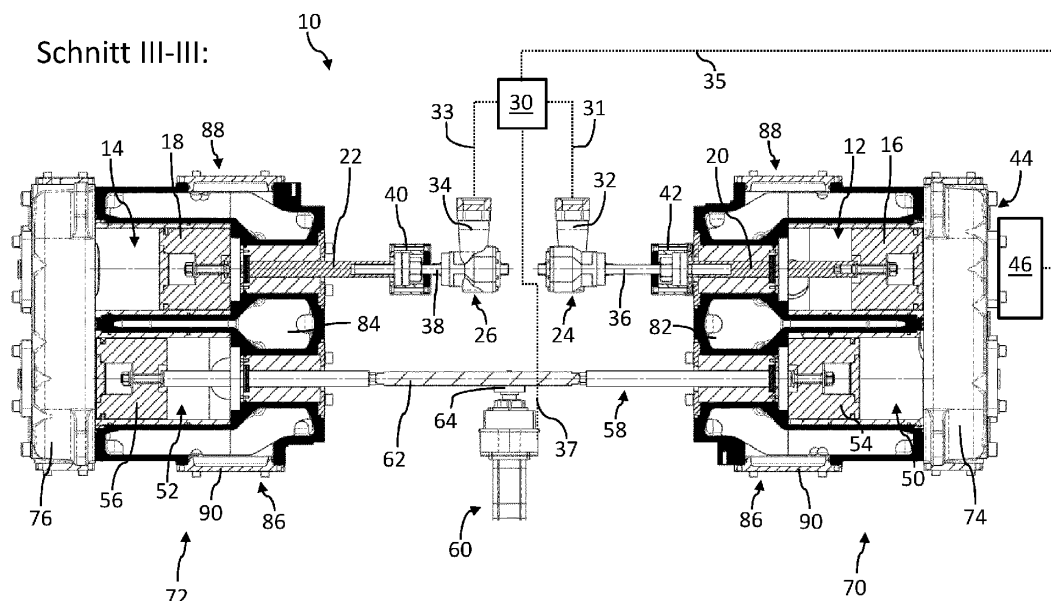


Fig. 3

**EP 3 981 982 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Kompressor zum Komprimieren von Gasen mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1.

**[0002]** Kompressoren zum Komprimieren von Gasen sind aus dem Stand der Technik bekannt, bspw. in Form von in Werkstätten oder von Heimwerkern eingesetzten Kompressoren. Derartige Kompressoren weisen einen Zylinder auf, in dem ein Kolben geführt ist, der in der Regel über einen Kurbeltrieb angetrieben wird. Die Rotation der Kurbelwelle wird in eine translatorische Bewegung umgewandelt und der Kolben wird sinusförmig beschleunigt bzw. abgebremst. Die Kurbelwelle kann bspw. durch einen Elektromotor angetrieben werden. Dadurch kann im Zylinder ein angesaugtes Gas mittels des Kolbens komprimiert und bspw. einem Speicherkessel zugeführt werden, z.B. zur Bereitstellung von Druckluft. Bei dieser Bauweise ist nachteilig, dass die Kolbenbewegung im Zylinder konstruktiv bedingt ist und nicht verändert werden kann. Auch das Kompressionsverhältnis ist fest vorgegeben. Eine Anpassung des Kompressors auf einen anderen Einsatzzweck, bspw. durch eine andere Fördermenge oder ein anderes Kompressionsverhältnis, ist jedenfalls ohne konstruktive Änderungen am Kurbeltrieb bzw. an Kolben und Zylinder nicht möglich.

**[0003]** Ein weiterer Kompressor ist aus DE 31 42 950 A1 bekannt. Dieser Kompressor weist zwei Zylinder auf, die zum Erhalt einer möglichst hohen Kompression hintereinandergeschaltet sind. Die beiden in den Zylindern laufenden Kolben sind mittels einer gemeinsamen Spindel gekoppelt, die durch einen Elektromotor angetrieben wird. Die Kolben sind jeweils plan ausgebildet und werden, um eine möglichst hohe Kompression zu erreichen, bis zur Anlage am Zylinderkopf des jeweiligen Zylinders vorgeschoben, wobei die Verfahrensgeschwindigkeit zum Zylinderkopf hin jeweils reduziert wird. Da der Kompressor auf eine möglichst hohe Kompression hin optimiert ist, ist eine Anpassung des Einsatzzwecks ohne konstruktive Änderungen ebenfalls nicht möglich.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, mit einfachen konstruktiven Mitteln einen Kompressor bereitzustellen, der flexibel an verschiedene Einsatzzwecke anpassbar ist.

**[0005]** Die Erfindung löst diese Aufgabe durch einen Kompressor mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Der Kompressor dient zum Komprimieren von Gasen und weist einen (ersten) Zylinder auf, in dem ein Kolben geführt ist, wobei der Kolben mit einer Kolbenstange gekoppelt ist. Der Kompressor zeichnet sich dadurch aus, dass eine elektrische Antriebseinheit zum Antrieb der Kolbenstange vorgesehen ist und dass eine Steuerung zum Steuern der Antriebseinheit vorgesehen ist, wobei die Steuerung derart eingerichtet ist, dass die (mittlere und/oder maximale) Kolbengeschwindigkeit und die Anfangsposition und/oder die Endposition des Kolbens im Zylinder variierbar bzw. anpassbar ist.

**[0006]** Somit kann eine vergleichsweise freie Parame-

trierung des Antriebs bzgl. des Geschwindigkeitsprofils (bspw. mittlere und/oder maximale Kolbengeschwindigkeit) der Kolbenbewegung und des Kompressionsverhältnisses erfolgen, da keine durch Zwangskopplung vorgegebene Kolbenbewegung vorliegt, wie bspw. bei einem Kurbeltrieb. Durch Ansteuerung mittels der Steuerung kann die elektrische Antriebseinheit bspw. gestoppt und/oder in der Drehrichtung umgekehrt werden, bevor der Kolben im Zylinder eine maximal mögliche Anfangs- oder Endposition (Umkehrpunkte) erreicht. Dadurch kann die Kompression angepasst werden. Zudem kann die Fördermenge variiert werden. Dies kann durch eine einfache Konstruktion mit wenig Bauteilen erreicht werden. Auch ein geringerer Schmierbedarf des Antriebs kann erzielt werden, da auf einen Kurbeltrieb verzichtet wird und die Kolben elektromechanisch angetrieben werden. Auch eine Förderung von feuchten Gasen ist einfacher möglich, wobei ein Wasserschlag durch "sanfte Kompression" (bspw. reduzierter Kolbenhub) vermieden werden kann.

**[0007]** Bei dem Kompressor handelt es sich insbesondere um einen volumetrischen Verdichter, bspw. um einen Kolbenverdichter. Dessen Kompressionsvolumen wird gebildet aus einer oder mehreren zylindrischen Wänden (bspw. rohrförmiger Querschnitt) und einem oder mehreren sich darin bewegenden Kolben. Der Kolben kann sich translatorisch in seinem Zylinder bewegen.

**[0008]** Der Kolben passt (formschlüssig) in seinen Zylinder, d.h. der Querschnitt (Außenquerschnitt) des Kolbens und der Querschnitt des Zylinders (Zylinderbohrungsquerschnitt) stimmen miteinander überein. Zylinder und Kolben können einen runden, ovalen, mehrkantigen Querschnitt oder dergleichen aufweisen. Ein Zylinder und ein darin laufender Kolben bilden eine Kompressionskammer. Wie bereits angedeutet, kann der Kompressor mehrere Kompressionskammern aufweisen.

**[0009]** Die Kolbenstange und/oder der Kolben bewegen sich translatorisch, insbesondere entlang ihrer Mittellängsrichtung. Bei entsprechender Ansteuerung der elektrischen Antriebseinheit durch die Steuerung kann der Kolben im Zylinder eine oszillierende Bewegung durchführen. Unabhängig davon kann die Kolbenstange mit dem Kolben verbunden, bspw. mit dem Kolben verschraubt sein.

**[0010]** Die Antriebseinheit kann mittels einer drahtlosen oder drahtgebundenen Verbindung mit der Steuerung verbunden sein. Durch Ansteuerung der Antriebseinheit kann die Kolbengeschwindigkeit verändert und der oder die Umkehrpunkte der Kolbenbewegung vorgegeben werden (Antriebsparameter). Es ist denkbar, dass die Steuerung eine drahtlose oder drahtgebundene Schnittstelle aufweist, über die die Steuerung mittels einer Konfigurationseinrichtung verbindbar ist, mittels der die Antriebsparameter konfiguriert werden können, bspw. einem Computer, einem Smartphone, einem Tablet-Computer oder anderen Remote-Verbindungen. Somit kann eine manuelle oder softwaregestützte Anpassung der Antriebsparameter erfolgen.

**[0011]** Alternativ oder ergänzend hierzu können am oder im Kompressor ein oder mehrere Sensoren vorgesehen sein, die drahtlos oder drahtgebunden mit der Steuerung verbunden sind. Mittels der Sensoren können Zustandsgrößen (Temperatur, Druck, Feuchtigkeit, Gasart- oder Gaszusammensetzung) von dem Kompressor zugeführten und zu komprimierenden Gasen erfasst werden, wie weiter unten noch erläutert. Dadurch kann mittels der Steuerung eine selbsttätige Konfiguration der Antriebsparameter erfolgen, bspw. kann die Kolbengeschwindigkeit bei feuchten Gasen reduziert werden.

**[0012]** Im Betrieb des Kompressors erfolgt eine Kompression dadurch, dass sich der Kolben im Zylinder derart bewegt, dass das Zylindervolumen (an einer Kolben-seite) kleiner wird. Durch das kleinere Volumen steigt im Zylinder der Gasdruck so lange, bis ein oder mehrere am Zylinder vorgesehene Auslassventile öffnen und das komprimierte Gas aus dem Zylinder ausströmt. Wird der Kolben im Zylinder in die andere Richtung bewegt (Gegenbewegung), vergrößert sich das Zylindervolumen (an der betreffenden Kolbenseite) wieder. Der Druck im Zylinder sinkt, wobei ein oder mehrere Einlassventile öffnen, so dass frisches Gas in den Zylinder (Kompressionsraum) einströmt. Dieses Gas kann bei sich umkehrender Kolbenbewegung wieder komprimiert werden.

**[0013]** In vorteilhafter Weise kann der Kompressor zwei Zylinder aufweisen (einen ersten Zylinder und einen zweiten Zylinder), wobei im zweiten Zylinder ein weiterer Kolben geführt ist, der mit einer weiteren Kolbenstange gekoppelt ist, wobei eine weitere elektrische Antriebseinheit zum Antrieb der weiteren Kolbenstange vorgesehen ist, wobei die Kolbenstangen mittels der Antriebseinheiten jeweils unabhängig voneinander antreibbar sind. Dadurch ist ein unabhängiger Antrieb der Kolben möglich, was individuelle Fördermengen bzw. Volumenströme erlaubt. Es kann somit an beiden Zylindern bzw. Kompressionskammern eine gezielte Anpassung auf Abnehmer des durch den Zylinder jeweils bereitgestellten Gases erreicht werden. Die oben bereits genannte Steuerung kann optional zum Steuern von beiden Antriebseinheiten eingerichtet und/oder bestimmt sein.

**[0014]** Mit anderen Worten kann der Kompressor zum Komprimieren von Gasen mit mindestens zwei Zylindern ausgestattet sein, in denen jeweils ein Kolben geführt ist, wobei die Kolben jeweils mit einer Kolbenstange gekoppelt sind (erste Kolbenstange und zweite Kolbenstange). Für die Kolbenstangen ist jeweils eine elektrische Antriebseinheit vorgesehen, mittels der die Kolbenstangen jeweils unabhängig voneinander antreibbar sind. Es ist eine Steuerung zum Steuern der Antriebseinheiten vorgesehen, wobei die Steuerung derart eingerichtet ist, dass die (mittlere und/oder maximale) Kolbengeschwindigkeit und die Anfangsposition und/oder Endposition der Kolben in deren Zylinder jeweils variierbar ist.

**[0015]** In zweckmäßiger Weise kann die Antriebseinheit jeweils einen Elektromotor aufweisen, der eine Gewindespindel antreibt, mittels der eine Spindelmutter antreibbar ist, die jeweils mit der Kolbenstange gekoppelt

ist. Dadurch ist ein konstruktiv günstiger Antrieb geschaffen, da insbesondere bei vergleichsweise geringen Steigungen der Gewindespindel bei kleinen Antriebsmomenten des Elektromotors große Hubkräfte realisiert werden können. Die Gewindespindel weist ein Außengewinde auf, welches mit einem Innengewinde der Spindelmutter korrespondiert. Bei der Gewindespindel kann es sich bspw. um die Motorwelle bzw. einen Abschnitt der Motorwelle des Elektromotors oder um eine gegenüber der Motorwelle separate Welle handeln. Die Spindelmutter kann optional als Anschlag gegenüber Zylinder und/oder gegenüber der Antriebseinheit bzw. dem Elektromotor dienen.

**[0016]** Alternativ hierzu kann die Antriebseinheit jeweils als ein elektrischer Linearantrieb ausgebildet sein, der ein antreibbares und bei Antrieb translatorisch ver-lagerbares Abtriebsselement aufweist, welches mit der Kolbenstange gekoppelt ist. Auch hiermit ist ein Antrieb der Kolbenstange bzw. des Kolbens möglich.

**[0017]** Im Rahmen einer bevorzugten Ausgestaltung kann am Kompressoreingang eine Sensorik vorgesehen sein, mittels der physikalische Zustandsgrößen des dem Kompressor am Kompressoreingang zugeführten Gases (Temperatur, Druck, Feuchtigkeit, Gasart und/oder Gaszusammensetzung) als Sensorsignale erfasst werden können, wobei die Sensorik zur Übertragung der Sensorsignale drahtlos oder drahtgebunden mit der Steuerung verbunden ist. Somit kann die Kolbenbewegung (Beschleunigung, Anfangsposition und/oder Endposition) in Abhängigkeit von dem oder den zugeführten Gasen durch die Steuerung angepasst werden. Die Effizienz kann somit verbessert und die Sicherheit optimiert werden.

**[0018]** In vorteilhafter Weise kann die Steuerung derart eingerichtet sein, dass wenn die Sensorik erfasst, dass das zugeführte Gas einen definierten Feuchtigkeitsschwellwert überschreitet, die Anfangs- und/oder Endposition des Kolbens im Zylinder angepasst werden. So kann bei Überschreiten eines Feuchtigkeitsschwellwerts ("Feuchtigkeit hoch") die Anfangs- und/oder Endposition des Kolbens im Zylinder angepasst werden (geringerer Hub) und/oder die Kolbengeschwindigkeit bzw. Kolbenbeschleunigung kann reduziert werden. Dies trägt zu einer hohen Betriebssicherheit bei, da hiermit das Risiko eines "Wasserschlags" reduziert werden kann. Wenn der Feuchtigkeitsschwellwert oder ggf. ein weiterer Feuchtigkeitsschwellwert unterschritten wird, können die Anfangs- und/oder Endposition des Kolbens im Zylinder erneut angepasst werden (größerer Hub) und/oder die Kolbengeschwindigkeit bzw. Kolbenbeschleunigung kann erhöht werden. Der oder die Feuchtigkeitsschwellwerte können in der Sensorik oder in der Steuerung hinterlegt sein.

**[0019]** In zweckmäßiger Weise können zwei weitere Zylinder vorgesehen sein, in denen jeweils ein Kolben geführt ist, wobei die Kolben mittels einer gemeinsamen Kolbenstange gekoppelt sind, wobei eine elektrische Antriebseinrichtung vorgesehen ist, mittels der die gemein-

same Kolbenstange antreibbar ist. Auch mit den weiteren Zylindern kann ein dem Kompressor bzw. den Zylinder zugeführtes Gas komprimiert werden, wobei die Kolben gemeinsam angetrieben werden. Die beiden Kolben bewegen sich bei einem Antrieb in die gleiche Richtung. Eine Kompression erfolgt dabei gegenläufig, d.h. wenn einer der weiteren Kolben komprimiert, kann der zweite weitere Kolben ansaugen.

**[0020]** In vorteilhafter Weise kann die Steuerung derart eingerichtet sein, dass diese die Antriebseinheit und/oder die Antriebseinrichtung sensorbasiert, modellbasiert oder erfahrungsbasiert steuert. Somit kann die Steuerung zusätzlich zu konventionellen Steuerungsansätzen (Weg- und/oder Zeit-Steuerung) eine Steuerungslogik mit sensor-, modell- und/oder erfahrungsbasierten Komponenten aufweisen.

**[0021]** Alternativ oder ergänzend kann die Steuerung derart eingerichtet sein, dass diese die Antriebseinheit und/oder die Antriebseinrichtung selbstlernend steuert. Somit kann auch eine lernende, sich selbst anpassende Steuerung der Antriebseinheit und/oder der Antriebseinrichtung erfolgen.

**[0022]** In vorteilhafter Weise kann die gemeinsame Kolbenstange zumindest abschnittsweise als Zahnstange ausgebildet sein, wobei die Antriebseinrichtung als Elektromotor ausgebildet ist, dessen Motorwelle ein Antriebsritzel trägt, welches mit der Zahnstange kämmt. Somit ist die gemeinsame Kolbenstange mit einfachen konstruktiven Mitteln durch den Elektromotor antreibbar. Durch Austausch des Antriebsritzels kann die Übersetzung zwischen Antriebsritzel und Zahnstange angepasst werden.

**[0023]** Im Rahmen einer bevorzugten Ausgestaltung kann die Antriebseinrichtung drahtlos oder drahtgebunden mit der Steuerung verbunden sein und mittels der Steuerung gesteuert werden oder es kann eine weitere Steuerung zum Steuern der Antriebseinrichtung vorgesehen sein, wobei die Steuerung oder die weitere Steuerung derart eingerichtet ist, dass die (mittlere und/oder maximale) Kolbengeschwindigkeit und die Anfangsposition und/oder Endposition der Kolben in den weiteren Zylindern jeweils variierbar ist. Hiermit kann eine Parametrierung des Antriebs bezüglich Geschwindigkeitsprofil und Kompressionsverhältnis erfolgen, so dass auch die Kolbenbewegung in den weiteren Zylindern angepasst werden kann.

**[0024]** In vorteilhafter Weise können einer der Zylinder und einer der weiteren Zylinder jeweils zu einem Kompressorblock zusammengefasst sein. Dies trägt zu einer kompakten und materialsparenden Bauweise bei, da Strukturen oder Komponenten des Kompressorblocks durch die gemeinsam in einem Kompressorblock angeordnete Zylinder gemeinsam genutzt werden können.

**[0025]** In zweckmäßiger Weise können der Zylinder und der weitere Zylinder eines Kompressorblocks hintereinandergeschaltet sein. Hiermit kann eine höhere Kompression eines Gases erreicht werden als wenn dieses Gas zur Kompression nur einem Zylinder zugeführt wird.

So können der Ausgang des weiteren Zylinders und der Eingang eines ersten Zylinders miteinander strömungsverbunden sein. Somit wird das Gas zunächst im weiteren Zylinder komprimiert und danach im ersten Zylinder des Kompressorblocks. Am ersten Zylinder kann individuell bspw. eine "sanfte Kompression" erfolgen (reduzierte Beschleunigung oder Geschwindigkeit des Kolbens). Auch eine umgekehrte Hintereinanderschaltung ist grundsätzlich denkbar. So kann der Ausgang des Zylinders eines Kompressorblocks mit Eingang des weiteren Zylinders in diesem Kompressorblock strömungsverbunden sein.

**[0026]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert, wobei gleiche oder funktional gleiche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen sind, ggf. jedoch lediglich einmal. Es zeigen:

Fig.1 eine Ausführungsform des Kompressors zum Komprimieren von Gasen in einer perspektivischen Darstellung;

Fig.2 den Kompressor aus Figur 1 in einer Seitenansicht gemäß dem Pfeil II in Figur 1; und

Fig.3 den Kompressor aus Figur 1 in einer Schnittansicht gemäß der in Figur 2 eingezeichneten Schnittebene III-III.

**[0027]** Figur 1 zeigt einen Kompressor zum Komprimieren von Gasen, der insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet ist. Im Beispiel weist der Kompressor 10 zwei Kompressorblöcke 70, 72 auf (vgl. Fig.1), in denen jeweils ein erster Zylinder 12, 14 und ein weiterer Zylinder 50, 52 angeordnet sind (vgl. Fig.3).

**[0028]** Die Kompressorblöcke 70, 72 weisen jeweils einen Zylinderkopf 74, 76 auf, in denen für jeden Zylinder 12, 14, 50, 52 jeweils ein Einlassventil 78 und ein Auslassventil 80 angeordnet sind (vgl. Fig.1). Zudem sind in jedem Kompressorblock 70, 72 Kühlkanäle 82, 84 ausgebildet, die zur Kühlung der Zylinder 12, 14, 50, 52 mittels eines Kühlmediums durchströmt werden können (vgl. Fig.3). Die Kühlkanäle 82, 84 weisen jeweils einen Zugang 86 und einen Ausgang 88 auf (in den Figuren jeweils mit Verschlussplatte 90 dargestellt).

**[0029]** Die Antriebskomponenten zum Antrieb der in den Zylindern 12, 14, 50, 52 laufenden Kolben, die nachfolgend beschrieben werden, sind zwischen den Kompressorblöcken 70, 72 angeordnet. Die Kompressorblöcke 70, 72 und die dazwischen angeordneten Antriebskomponenten können mittels eines Gehäuses (Kompressorgehäuse) eingefasst sein (nicht dargestellt).

**[0030]** Wie bereits angedeutet, weist der Kompressor 10 im Beispiel zwei erste Zylinder 12, 14 auf, in denen jeweils ein Kolben 16, 18 geführt ist (vgl. Fig.3). Die Kolben 16, 18 sind jeweils mit einer Kolbenstange 20, 22 gekoppelt (erste Kolbenstange 20 und zweite Kolbenstange 22), bspw. jeweils mittels einer Schraube an der Kolbenstange 20, 22 verschraubt. Für die Kolbenstan-

gen 20, 22 ist jeweils eine elektrische Antriebseinheit 24, 26 vorgesehen, mittels der die Kolbenstangen 20, 22 jeweils unabhängig voneinander antreibbar sind.

**[0031]** Es ist eine Steuerung 30 zum Steuern der Antriebseinheiten 24, 26 vorgesehen, wobei die Steuerung 30 derart eingerichtet ist, dass die Kolbengeschwindigkeit und die Anfangsposition und/oder Endposition der Kolben 16, 18 in deren Zylinder 12, 14 jeweils variierbar ist. Die Antriebseinheiten 24, 26 sind jeweils mittels einer Steuer- und/oder Signalleitung 31, 33 mit der Steuerung 30 verbunden.

**[0032]** Im Beispiel weisen die Antriebseinheiten 24, 26 jeweils einen Elektromotor 32, 34 auf, der eine Gewindespindel 36, 38 antreibt, mittels der eine Spindelmutter 40, 42 antreibbar ist, die jeweils mit der Kolbenstange 20, 22 gekoppelt ist. Die Gewindespindeln 36, 38 weisen jeweils ein Außengewinde auf, welches mit einem Innengewinde der Spindelmuttern 40, 42 korrespondiert.

**[0033]** Am Kompressoreingang 44 ist eine Sensorik 46 vorgesehen, mittels der physikalische Zustandsgrößen des dem Kompressor 10 am Kompressoreingang 44 zugeführten Gases (Temperatur, Druck, Feuchtigkeit, Gasart, und/oder Gaszusammensetzung) als Sensorsignale erfasst werden können (vgl. Fig.3). Die Sensorik 46 ist zur Übertragung der Sensorsignale im Beispiel mittels einer weiteren Steuer- und/oder Signalleitung 35 drahtgebunden mit der Steuerung 30 verbunden. Somit kann die Kolbenbewegung (Beschleunigung, Anfangsposition und/oder Endposition der Kolben 16, 18 im Zylinder 12, 14) durch die Steuerung 30 in Abhängigkeit von dem oder den zugeführten Gasen angepasst werden. Die Sensorik 46 kann optional an mehreren oder an allen Kompressoreingängen vorgesehen sein (hier aus Übersichtlichkeitsgründen nur an einem Kompressoreingang 44 dargestellt).

**[0034]** Die Steuerung 30 ist derart eingerichtet, dass wenn die Sensorik 46 erfasst, dass das zugeführte Gas einen definierten Feuchtigkeitsschwellwert überschreitet, die Anfangs- und/oder Endposition der Kolben 16, 18 in deren Zylinder 12, 14 angepasst werden. So kann bei Überschreiten eines Feuchtigkeitsschwellwerts ("Feuchtigkeit hoch") die Anfangs- und/oder Endposition des Kolbens 16, 18 im Zylinder 12, 14 jeweils angepasst werden (geringerer Hub) und/oder die Kolbengeschwindigkeit bzw. Kolbenbeschleunigung kann reduziert werden. Wenn der Feuchtigkeitsschwellwert oder ggf. ein weiterer Feuchtigkeitsschwellwert unterschritten wird, können die Anfangs- und/oder Endposition des Kolbens 16, 18 im Zylinder 10, 12 erneut angepasst werden (größerer Hub) und/oder die Kolbengeschwindigkeit bzw. Kolbenbeschleunigung kann erhöht werden. Der oder die Feuchtigkeitsschwellwerte können in der Sensorik 46 oder in der Steuerung 30 hinterlegt sein.

**[0035]** Wie bereits angedeutet, weist der Kompressor 10 zwei weitere Zylinder 50, 52 auf, in denen jeweils ein Kolben 54, 56 geführt ist, wobei die Kolben 54, 56 mittels einer gemeinsamen Kolbenstange 58 gekoppelt sind, wobei eine elektrische Antriebseinrichtung 60 vorgese-

hen ist, mittels der die gemeinsame Kolbenstange 58 antreibbar ist. Die Kolben 54, 56 sind jeweils an den Enden der gemeinsamen Kolbenstange 58 angeordnet und an dieser befestigt, bspw. mittels einer Schraube an der Kolbenstange 58 verschraubt.

**[0036]** Die beiden Kolben 54, 56 bewegen sich bei einem Antrieb der Kolbenstange 58 in die gleiche Richtung. Eine Kompression erfolgt dabei gegenläufig, d.h. wenn einer der Kolben 54, 56 im Zylinder 50, 52 Gas komprimiert, kann der andere der Kolben 54, 56 Gas in den Zylinder 50, 52 ansaugen.

**[0037]** Die gemeinsame Kolbenstange 58 ist zumindest abschnittsweise als Zahnstange 62 ausgebildet, wobei die Antriebseinrichtung 60 als Elektromotor ausgebildet ist, dessen Motorwelle ein Antriebsritzel 64 trägt, welches mit der Zahnstange 62 kämmt. Durch einen drehenden Antrieb des Elektromotors 60 können über das Antriebsritzel 64 und die Zahnstange 62 die Kolbenstange 58 und die Kolben 54, 56 translatorisch bewegt werden.

**[0038]** Im Beispiel ist die Antriebseinrichtung bzw. der Elektromotor 60 drahtgebunden mittels einer weiteren Steuer- und/oder Signalleitung 37 mit der Steuerung 30 verbunden und wird mittels der Steuerung 30 gesteuert. Die Steuerung 30 ist derart eingerichtet, dass die Kolbengeschwindigkeit und die Anfangsposition und/oder Endposition der Kolben 54, 56 in den weiteren Zylindern 50, 52 variierbar ist. Hiermit kann eine Parametrierung des Antriebs der Kolben 54, 56 bezüglich Geschwindigkeitsprofil und Kompressionsverhältnis erfolgen, so dass auch die Kolbenbewegung in den weiteren Zylindern 50, 52 angepasst werden kann.

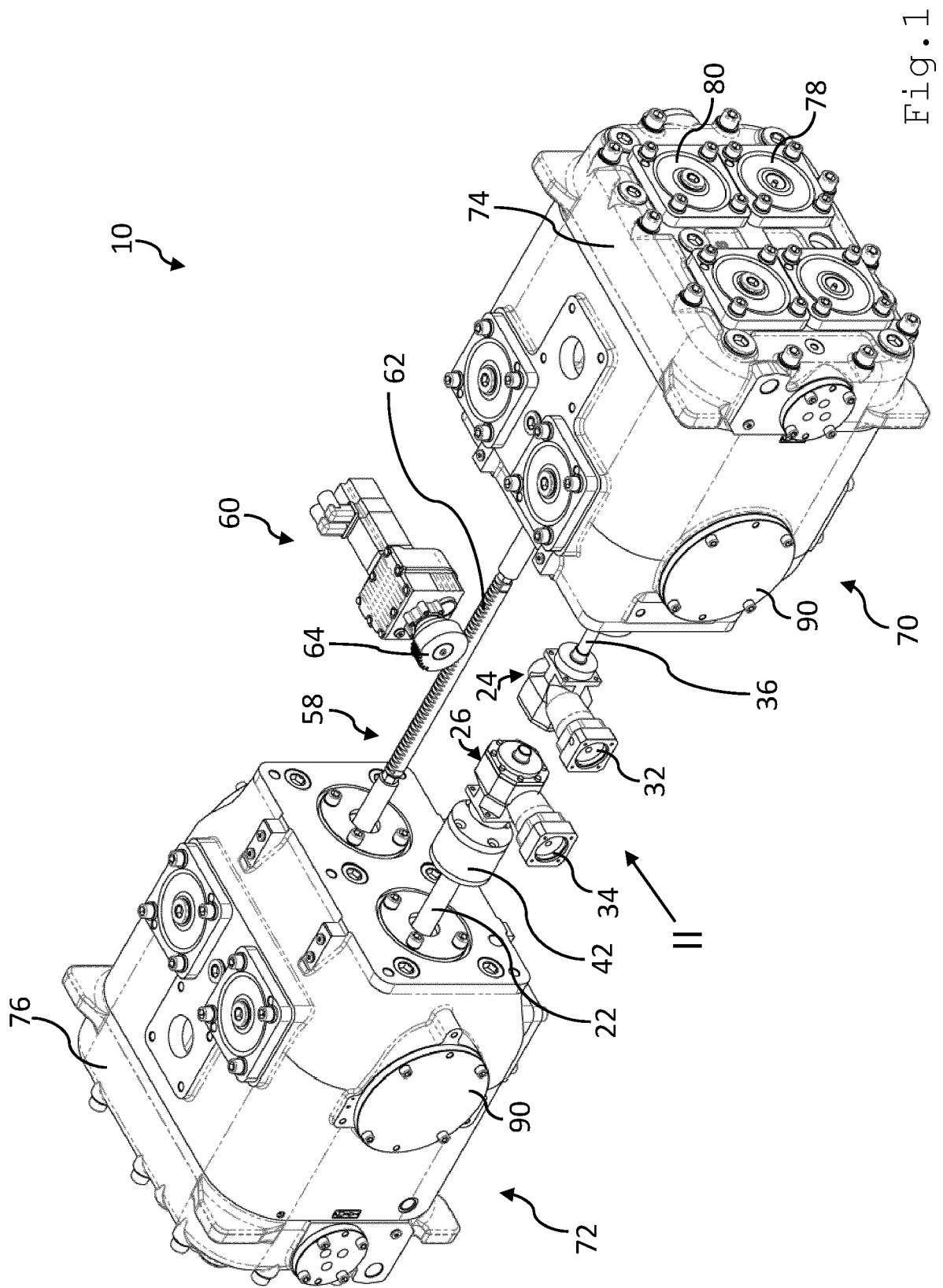
**[0039]** Bedingt durch die gemeinsame Kolbenstange 58 erfolgt eine Anpassung der Kolben 54, 56 in den Zylindern 50, 52 gemeinsam. Wird bspw. die (untere) Endposition des Kolbens 54 im Zylinder 50 (Kolben 54 ist vom Zylinderkopf 74 weg verlagert) angepasst, wirkt sich dies auf die (obere) Anfangsposition des Kolben 56 im Zylinder 52 aus (Kolben 56 ist zum Zylinderkopf 76 hin verlagert).

**[0040]** Es wurde oben bereits erläutert, dass einer der Zylinder 12, 14 und einer der weiteren Zylinder 50, 52 jeweils zu einem Kompressorblock 70, 72 zusammengefasst sind.

**[0041]** Der Zylinder 12, 14 und der weitere Zylinder 50, 52 eines Kompressorblocks 70, 72 können hintereinandergeschaltet sein (nicht dargestellt). Bspw. können der Ausgang des weiteren Zylinders 50, 52 und der Eingang eines ersten Zylinders 12, 14 miteinander strömungsverbunden sein, wie oben erläutert. Auch eine umgekehrte Hintereinanderschaltung ist denkbar. So kann der Ausgang des Zylinders 12, 14 eines Kompressorblocks 70, 72 mit dem Eingang des weiteren Zylinders 50, 52 in diesem Kompressorblock 70, 72 strömungsverbunden sein.

## Patentansprüche

1. Kompressor (10) zum Komprimieren von Gasen, mit mindestens einem Zylinder (12, 14), in dem ein Kolben (16, 18) geführt ist, wobei der Kolben (16, 18) mit einer Kolbenstange (20, 22) gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine elektrische Antriebseinheit (24, 26) zum Antrieb der Kolbenstange (20, 22) vorgesehen ist und dass eine Steuerung (30) zum Steuern der Antriebseinheit (24, 26) vorgesehen ist, wobei die Steuerung (30) derart eingerichtet ist, dass die Kolbengeschwindigkeit und die Anfangsposition und/oder die Endposition des Kolbens (16, 18) im Zylinder (12, 14) variierbar ist.
2. Kompressor (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Zylinder (12, 14) vorgesehen sind, wobei im zweiten Zylinder (14) ein weiterer Kolben (18) geführt ist, der mit einer weiteren Kolbenstange (22) gekoppelt ist, wobei eine weitere elektrische Antriebseinheit (26) zum Antrieb der weiteren Kolbenstange (22) vorgesehen ist, wobei die Kolbenstangen (20, 22) mittels der Antriebseinheiten (24, 26) jeweils unabhängig voneinander antreibbar sind.
3. Kompressor (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinheit (24, 26) jeweils einen Elektromotor (32, 34) aufweist, der eine Gewindespindel (36, 38) antreibt, mittels der eine Spindelmutter (40, 42) antreibbar ist, die jeweils mit der Kolbenstange (20, 22) gekoppelt ist oder dass die Antriebseinheit (24, 26) jeweils als ein elektrischer Linearantrieb ausgebildet ist, der ein antreibbares und bei Antrieb translatorisch verlagerbares Abtriebsselement aufweist, welches mit der Kolbenstange gekoppelt ist.
4. Kompressor (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Kompressoreingang (44) eine Sensorik (46) vorgesehen ist, mittels der physikalische Zustandsgrößen des zugeführten Gases als Sensorsignale erfasst werden können, wobei die Sensorik (46) zur Übertragung der Sensorsignale drahtlos oder drahtgebunden mit der Steuerung (30) verbunden ist.
5. Kompressor (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (30) derart eingerichtet ist, dass wenn die Sensorik (46) erfasst, dass das zugeführte Gas einen definierten Feuchtigkeitsschwellwert überschreitet, die Anfangs- und/oder Endposition des Kolbens (16, 18) im Zylinder (12, 14) angepasst werden.
6. Kompressor (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei weitere Zylinder (50, 52) vorgesehen sind, in denen jeweils ein Kolben (54, 56) geführt ist, wobei die Kolben (54, 56) mittels einer gemeinsamen Kolbenstange (58) gekoppelt sind, wobei eine elektrische Antriebseinrichtung (60) vorgesehen ist, mittels der die gemeinsame Kolbenstange (58) antreibbar ist.
7. Kompressor (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (30) derart eingerichtet ist, dass diese die Antriebseinheit (24, 26, 60) oder die Antriebseinrichtung (60) sensorbasiert, modellbasiert oder erfahrungsbasiert steuert und/oder dass die Steuerung (30) derart eingerichtet ist, dass diese die Antriebseinheit (24, 26) oder die Antriebseinrichtung (60) selbstlernend steuert.
8. Kompressor (10) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gemeinsame Kolbenstange (58) zumindest abschnittsweise als Zahnstange (62) ausgebildet ist, wobei die Antriebseinrichtung (60) als Elektromotor ausgebildet ist, dessen Motorwelle ein Antriebsritzel (64) trägt, welches mit der Zahnstange (62) kämmt.
9. Kompressor (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinrichtung (60) drahtlos oder drahtgebunden mit der Steuerung (30) verbunden ist und mittels der Steuerung (30) gesteuert wird oder dass eine weitere Steuerung zum Steuern der Antriebseinrichtung (60) vorgesehen ist, wobei die Steuerung (30) oder die weitere Steuerung derart eingerichtet ist, dass die Kolbengeschwindigkeit und die Anfangsposition und/oder Endposition der Kolben (54, 56) in den weiteren Zylindern (50, 52) variierbar ist.
10. Kompressor (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** einer der Zylinder (12, 14) und einer der weiteren Zylinder (50, 52) jeweils zu einem Kompressorblock (70, 72) zusammengefasst sind.
11. Kompressor (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zylinder (12, 14) und der weitere Zylinder (50, 52) eines Kompressorblocks (70, 72) hintereinandergeschaltet sind.



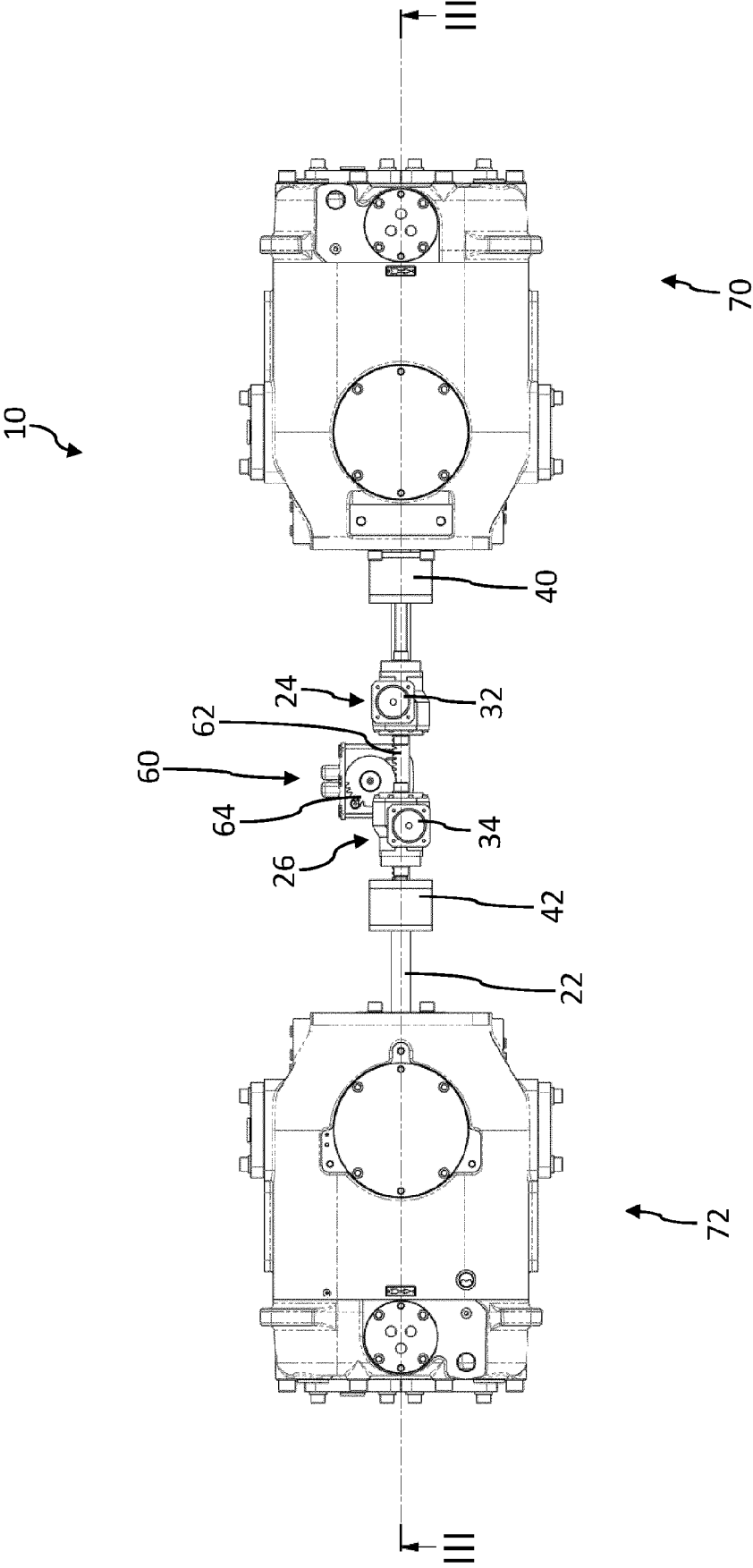


Fig. 2



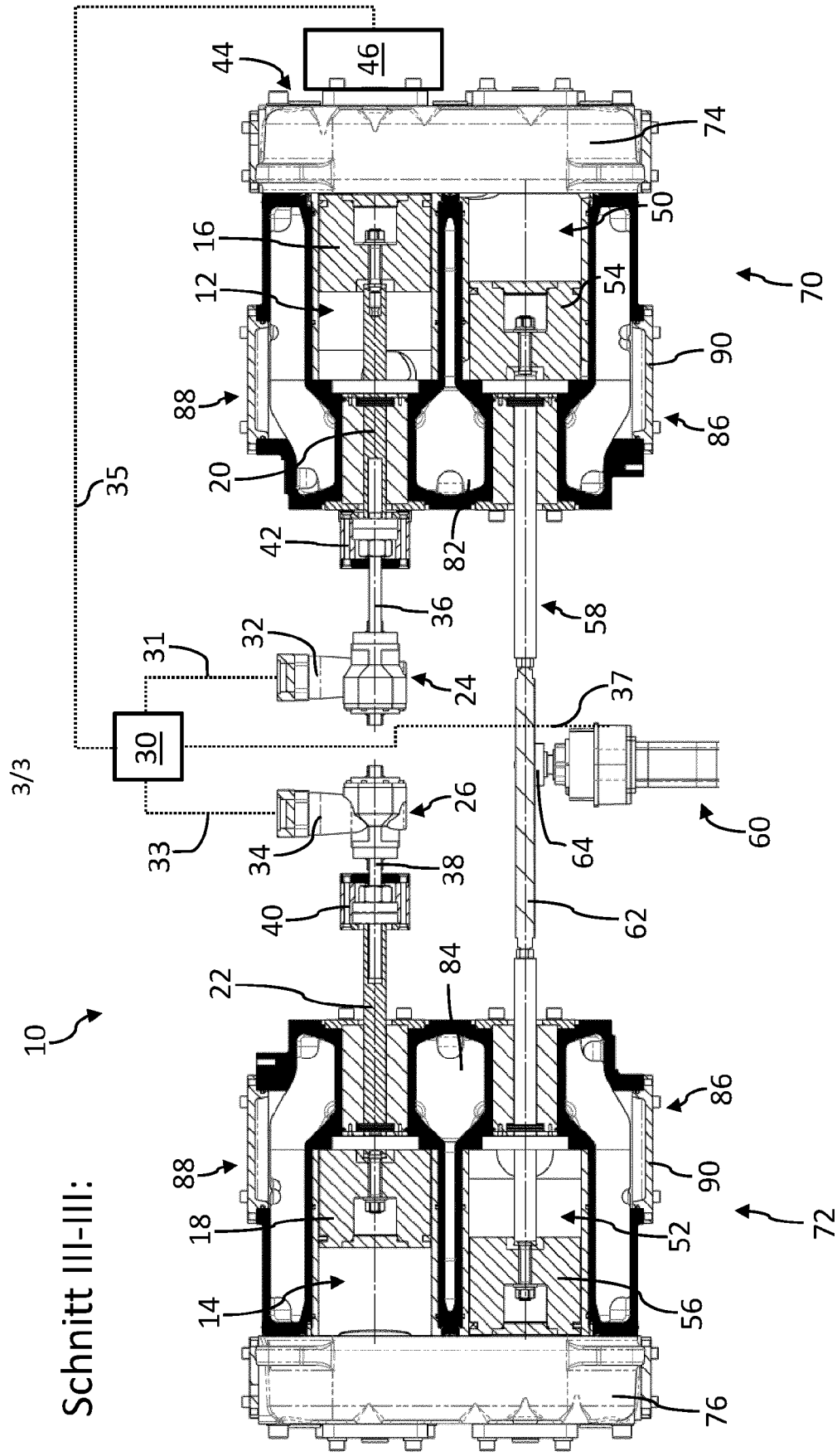


Fig. 3



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 20 0838

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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EP 2 133 568 A1 (J P SAUER & SOHN MASCHB GMBH [DE]) 16. Dezember 2009 (2009-12-16)<br>* Abbildungen 1-4 *<br>* Absatz [0016] - Absatz [0030] *<br>-----                   | 1-11                                                    | INV.<br>F04B9/02<br>F04B27/00<br>F04B35/04<br>F04B39/12 |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 689 02 731 T2 (MITSUBISHI GAS CHEMICAL CO [JP]; NIRECO CORP [JP])<br>28. Januar 1993 (1993-01-28)<br>* Abbildungen 1-6 *<br>* Absatz [0027] - Absatz [0075] *<br>----- | 1-11                                                    | F04B49/06<br>F04B49/12<br>F04B49/20                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CN 105 971 842 A (HANGZHOU CHENGSHENG HYDRAULIC TECH CO LTD)<br>28. September 2016 (2016-09-28)<br>* Abbildungen 1-4 *<br>* Absatz [0045] - Absatz [0072] *<br>-----      | 1-11                                                    |                                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | US 2015/361970 A1 (WHITE NICHOLAS N [US] ET AL) 17. Dezember 2015 (2015-12-17)<br>* Abbildung 19 *<br>* Absatz [0073] *<br>-----                                          | 1-11                                                    |                                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | US 2016/032911 A1 (MCCOY CHARLES DAVID [US]) 4. Februar 2016 (2016-02-04)<br>* Abbildung 2 *<br>* Absatz [0019] - Absatz [0040] *<br>-----                                | 1-11                                                    | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br>F04B                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | US 2005/042111 A1 (ZAISER LENOIR E [US] ET AL) 24. Februar 2005 (2005-02-24)<br>* Abbildungen 1-2 *<br>* Absatz [0013] - Absatz [0024] *<br>-----                         | 1-11                                                    |                                                         |
| 1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                           |                                                         |                                                         |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                           | Abschlußdatum der Recherche<br><b>21. Dezember 2021</b> | Prüfer<br><b>Ricci, Saverio</b>                         |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur<br>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                                                                                                           |                                                         |                                                         |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 21 20 0838

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

21-12-2021

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| <b>EP 2133568 A1</b>                                | <b>16-12-2009</b>             | <b>EP 2133568 A1</b>              | <b>16-12-2009</b>             |
|                                                     |                               | <b>ES 2478629 T3</b>              | <b>22-07-2014</b>             |
|                                                     |                               | <b>PL 2133568 T3</b>              | <b>30-09-2014</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 2009311114 A1</b>           | <b>17-12-2009</b>             |
| <b>DE 68902731 T2</b>                               | <b>28-01-1993</b>             | <b>DE 68902731 T2</b>             | <b>28-01-1993</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 0370487 A1</b>              | <b>30-05-1990</b>             |
|                                                     |                               | <b>JP H064259 B2</b>              | <b>19-01-1994</b>             |
|                                                     |                               | <b>JP H02141216 A</b>             | <b>30-05-1990</b>             |
|                                                     |                               | <b>KR 900007567 A</b>             | <b>01-06-1990</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 5056997 A</b>               | <b>15-10-1991</b>             |
| <b>CN 105971842 A</b>                               | <b>28-09-2016</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| <b>US 2015361970 A1</b>                             | <b>17-12-2015</b>             | <b>CA 2899601 A1</b>              | <b>07-08-2014</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 2015361970 A1</b>           | <b>17-12-2015</b>             |
|                                                     |                               | <b>WO 2014121251 A2</b>           | <b>07-08-2014</b>             |
| <b>US 2016032911 A1</b>                             | <b>04-02-2016</b>             | <b>US 10443590 B1</b>             | <b>15-10-2019</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 2016032911 A1</b>           | <b>04-02-2016</b>             |
|                                                     |                               | <b>WO 2013177268 A1</b>           | <b>28-11-2013</b>             |
| <b>US 2005042111 A1</b>                             | <b>24-02-2005</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 3142950 A1 [0003]