

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
24. Januar 2013 (24.01.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/010687 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F04B 49/22 (2006.01) *F04B 49/16* (2006.01)
F04B 49/24 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/057357
- (22) Internationales Anmeldedatum:
23. April 2012 (23.04.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 079 478.6 20. Juli 2011 (20.07.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **NEUMAN & ESSER GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Werkstraße, 52531 Übach-Palenberg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FLADE, Georg** [DE/DE]; Annastraße 16, 52146 Würselen (DE). **RITZEN, Franz-Josef** [DE/DE]; Wefelen 108b, 52134 Herzogenrath (DE). **HOFF, Klaus** [DE/DE]; Hasselholzer Weg 77, 52074 Aachen (DE).
- (74) Anwalt: **MEHLER ACHLER**; Bahnhofstraße 67, 65185 Wiesbaden (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PISTON-TYPE COMPRESSOR

(54) Bezeichnung : KOLBENVERDICHTER

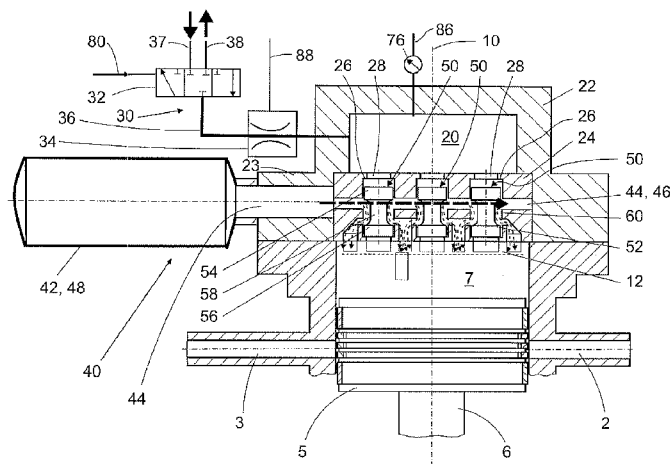


Fig. 3a

(57) Abstract: Described is a piston-type compressor (1) having at least one piston cylinder (4). The piston cylinder (4) has at least one compression chamber (7) and also at least one suction port (2) and one pressure port (3). Also provided is at least one invariable connection chamber (40) with at least one connection valve (50) and with an actuating device (30) for the connection valve, wherein the compression chamber (7) and the connection chamber (40) are connected in terms of flow to one another via the connection valve (50). The actuating device (30) is a pneumatic control device (31) and the connection valve (50) is a pneumatically actuable valve. The connection valve (50) can be connected selectively to the suction port (2) or to the pressure port (3) of the piston cylinder (4) by means of the pneumatic control device (31).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/010687 A1

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Es wird ein Kolbenverdichter (1) mit mindestens einem Kolbenzylinder (4) beschrieben. Der Kolbenzylinder (4) weist mindestens einen Kompressionsraum (7) sowie mindestens einen Sauganschluss (2) und einen Druckanschluss (3) auf. Es ist weiterhin mindestens ein unveränderlicher Zuschaltraum (40) vorgesehen mit mindestens einem Zuschaltventil (50) und einer Stelleinrichtung (30) für das Zuschaltventil, wobei der Kompressionsraum (7) und der Zuschaltraum (40) über das Zuschaltventil (50) strömungsmäßig miteinander verbunden sind. Die Stelleinrichtung (30) ist eine pneumatische Steuereinrichtung (31) und das Zuschaltventil (50) ein pneumatisch betätigbares Ventil. Das Zuschaltventil (50) kann über die pneumatische Steuereinrichtung (31) wahlweise mit dem Sauganschluss (2) oder dem Druckanschluss (3) des Kolbenzylinders (4) verbunden werden.

Kolbenverdichter

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Kolbenverdichter gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10 Solche Kolbenverdichter sind beispielsweise aus der DE-PS 681 287 oder der DE-PS 664 566 bekannt.

Der Kolben des Kolbenverdichters wird in einem Kolbenzylinder zwischen seiner minimalen Hubstellung und seiner maximalen Hubstellung hin- und herbewegt, wobei das zu verdichtende Gas eingesaugt, verdichtet und ausgetragen wird. Wird der Kolben aus seiner maximalen Hubstellung in seine minimale Hubstellung bewegt, hat die Volumenzunahme innerhalb des Kolbenzylinders eine Druckabnahme zur Folge, bis der Zylinderinnendruck unter den Saugdruck des Saugraums fällt. In diesem Moment wird das Saugventil selbsttätig geöffnet und das Gas wird aus einem außerhalb angeordneten Saugraum angesaugt. Das Gas wird mit einem Druck $P_1 = P_S$ dem sich bewegenden Kolben nachgeschoben. Während des gesamten Kolbenwegs bleibt der Druck $P_1 = P_S$ annähernd konstant. Das theoretische Saugvolumen ist gleich dem Zylindervolumen.

25 Im Augenblick der Kolbenumkehr schließt das Saugventil und es beginnt die Verdichtung des Gases. Bei Erreichen des Enddrucks $P_D = P_2$ öffnet das Druckventil und das Gas wird unter annähernd konstantem Gegendruck P_2 bei der weiteren Kolbenbewegung ausgeschoben. Das theoretische Kompressionsdiagramm ist in Figur 1 dargestellt (siehe 1-2-3-4).

30

- 2 -

Das tatsächliche Kompressionsdiagramm weicht von diesem theoretischen Diagramm unter anderem deswegen ab, weil im Kolbenzylinder immer ein Schadraum V_0 vorhanden ist. Darunter wird der verbleibende Raum bei maximaler Hubstellung verstanden. Dieser Totraum kann vom Kolben bei seiner Hin- und Herbewegung nicht ausgefüllt werden. Dieser Schadraum oder Totraum V_0 ist daher am Ende des Ausschlebens noch mit Gas mit dem Druck P_2 gefüllt.

Bei selbsttätigen Ventilen muss deshalb das Gas erst auf den Ausgangsdruck P_1 zurückexpandieren, bevor sich das Saugventil öffnet und neues Gas angesaugt werden kann. Das Ansaugen beginnt daher erst in Position 4“.

Das tatsächliche Ansaugvolumen V_S ist kleiner als das theoretische Ansaugvolumen V_{HUB} .

Über die Größe des Schadraums kann somit das Ansaugvolumen eingestellt werden. Da der Schadraum im Kolbenzylinder nicht veränderbar ist, ist man zur Mengenregelung dazu übergegangen, einen weiteren Schadraum zuzuschalten, der als Zuschaltraum bezeichnet wird.

Aus der DE-PS 681 287 ist eine Vorrichtung zur Mengenregelung von Kolbenverdichtern mit unregulierten Saug- und Druckventilen und einem unveränderlichen Zuschaltraum bekannt. Dieser Zuschaltraum ist mit dem Zylinderraum durch ein unter Belastung stehendes nach dem Zylinderraum zu öffnendes Plattenventil verbunden, das während jedes Verdichtungshubes den Zuschaltraum bei Überschreitung des der eingestellten Ventilbelastung entsprechenden Verdichtungsdrucks abschaltet und während des Saughubes bei Unterschreitung des gleichen Drucks im Zylinderraum wieder zuschaltet. Dieses Zuschaltventil ist über eine Druckfeder manuell einstellbar, was den Nachteil hat, dass die Liefermenge des Kolbenkompressors nur ungenau eingestellt werden kann und ein Umschalten auf eine andere Liefermenge mit Zeitverlust einhergeht.

Außerdem ist der Zuschaltraum durch eine Leitung mit dem Saugkanal des Kolbenverdichters verbunden, wobei in der Leitung ein nach dem Zuschaltraum hin öffnendes Rückschlagventil eingebaut ist, so dass sich der Druck im Zuschaltraum selbsttätig dem Druck im Saugkanal angleichen kann.

Die DE-PS 664 566 beschreibt einen Kolbenverdichter, bei dem der Zuschaltraum während des Verdichtungshubes durch einen unter dem Fördermitteldruck stehenden Kolbenschieber nach Überwindung des einstellbaren Druckes eines zweiten Mittels abgeschaltet und während des folgenden Saughubes bei gleichem Druck wieder zugeschaltet wird.

Aus der DE-PS 857 259 ist ein zweistufiger Verdichter bekannt, bei dem die Saugventile zur Zuschaltung der Zuschalträume benutzt werden und das Offenhalten der Ventile durch Gasdruck erfolgt. Bei diesem Kolbenverdichter ist der Zuschaltraum vor dem Saugventil angeordnet, wobei das Saugventil auch als Zuschaltventil während der Verdichtungsphase zum Einsatz kommt.

Das auf Enddruck gebrachte Gas wird auf den gewünschten Abhebedruck gedrosselt und damit die Rückseite der Saugventile beaufschlagt. Hierzu ist eine Regeleinrichtung mit einer Drosseleinrichtung vorgesehen, die einen Behälter und Drosselventile umfasst, die von Hand einstellbar sind.

Um im Bereich der Saugventile Zuschalträume bereitstellen zu können, müssen zusätzliche Rückschlagventile zwischen den Saugventilen und einem Gasreservoir eingebaut werden. Die Saugventile müssen mit Stufenkolben und gegebenenfalls mit einer Federeinrichtung sowie einer Greifeinrichtung für den Ventilteller ausgestattet werden. Die Drosseleinrichtung muss außerdem von Hand eingestellt werden.

Der Zuschaltraum ist immer nur während des Beginns des Verdichtungs Vorgangs zugeschaltet, weil das zu verdichtende Gas vom Kolben über den Zuschaltraum angesaugt wird. Der Zuschaltraum steht daher während des Ansaugvorgangs nicht als zusätzlicher Schadraum zur Verfügung.

5

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Kolbenverdichter bereitzustellen, dessen Liefermenge schnell und auf einfache Weise möglichst genau einstellbar ist.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

10

Der Vorteil eines pneumatisch betätigbaren Zuschaltventils besteht darin, dass die Drücke am Sauganschluss und am Druckanschluss genutzt werden können, die den Maximal- und den Minimaldruck definieren. Diese Drücke werden unmittelbar am Zuschaltventil mittels der pneumatischen Steuereinrichtung angelegt.

15

Der Druck, der am Zuschaltventil anliegt und das Zuschaltventil gemäß einer Ausführungsform in Schließstellung und gemäß einer anderen Ausführungsform in Offenstellung hält, wird mit P_z bezeichnet. Das Zuschaltventil ist ein zusätzliches Ventil zu den Ventilen am Druckanschluss und am Sauganschluss. Es ist mindestens ein Zuschaltventil, vorzugsweise sind mindestens zwei Zuschaltventile vorgesehen.

20

Unter „pneumatisch“ wird nicht nur „mittels Luft“ sondern allgemein „mittels Gas“ verstanden, wobei jedes beliebige Prozessgas verwendet werden kann.

25

Wenn der Saugdruck P_s am Zuschaltventil anliegt ($P_s = P_z$) ist die Liefermenge des Kolbenverdichters gleich Null, weil der Zuschaltraum ständig zugeschaltet ist. Hierbei wird vorausgesetzt, dass das Volumen des Zuschaltraums so dimensioniert ist, dass es gerade nicht zum Öffnen des Druckventils kommt.

– 5 –

Wird hingegen der Enddruck P_D des Druckanschlusses am Zuschaltventil angelegt ($P_D = P_Z$), ist die Liefermenge 100 %, da der Zuschaltraum überhaupt nicht zugeschaltet wird.

- 5 Um Zwischenwerte für die Liefermenge einstellen zu können, muss P_Z auf einen Wert zwischen dem Minimalwert und dem Maximalwert eingestellt werden, damit der Zuschaltraum zu- und abgeschaltet werden kann, was mittels der pneumatischen Steuereinrichtung durchgeführt wird.
- 10 Mittels der pneumatischen Steuereinrichtung kann vorzugsweise auch der Enddruck P_D auf einen gewünschten Wert P_Z reduziert werden.

Vorzugsweise weist die pneumatische Steuereinrichtung ein Umschaltventil auf, mit dem das Zuschaltventil mit dem Sauganschluss oder dem Druckanschluss verbunden werden kann. Durch Hin- und Herschalten des Umschaltventils, d. h. durch abwechselndes Anlegen von P_S und P_D können am Zuschaltventil die für die Einstellung der gewünschten Liefermenge erforderlichen Zwischendrücke d. h. P_Z , angelegt werden.

- 20 Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die pneumatische Steuereinrichtung eine Drosseleinrichtung auf. Diese Drosseleinrichtung ist vorzugsweise zwischen dem Umschaltventil und dem Zuschaltventil angeordnet. Eine einstellbare Drosseleinrichtung ist bevorzugt und besitzt den Vorteil, dass damit verschiedene Zwischenwerte P_Z zwischen P_S und P_D einstellbar sind. Bei dieser
- 25 Ausführungsform ist die Steuereinrichtung mit dem Druckanschluss verbunden. Mittels der Drosseleinrichtung wird der anliegende Enddruck P_D auf den gewünschten Wert P_Z reduziert, so dass ein Hin- und Herschalten des Umschaltventils entfallen kann.

Vorzugsweise ist die pneumatische Steuereinrichtung an eine Regeleinrichtung elektrisch angeschlossen. Diese Regeleinrichtung weist vorzugsweise Mittel zur Eingabe der gewünschten Liefermengen des Kompressors auf und berechnet vorzugsweise daraus den erforderlichen Druck P_z . Anhand des ermittelten Druckes P_z erfolgt die Ansteuerung beispielsweise des Umschaltventils und/oder der Drosseleinrichtung.

Vorzugsweise ist ein erster Drucksensor zwischen der pneumatischen Steuereinrichtung und dem Zuschaltventil angeordnet. Damit kann der tatsächlich an dem Zuschaltventil anliegende Druck P_z gemessen werden.

Vorzugsweise ist dieser erste Drucksensor ebenfalls an die Regeleinrichtung angeschlossen, so dass der berechnete und der gemessene Druck P_z abgeglichen werden können.

Es ist weiterhin vorteilhaft, auch einen zweiten Drucksensor am Sauganschluss und einen dritten Drucksensor am Druckanschluss vorzusehen. Auch der zweite und der dritte Drucksensor sind vorzugsweise elektrisch an die Regeleinrichtung angeschlossen. Der Vorteil dieser Ausführungsform besteht darin, dass die Werte, die am Sauganschluss und am Druckanschluss gemessen werden, ebenfalls in die Regelung der pneumatischen Steuereinrichtung einbezogen werden können. Durch diese Maßnahme wird die Genauigkeit der Einstellung der Liefermenge weiter verbessert.

Mittels der pneumatischen Steuereinrichtung, vorzugsweise in Verbindung mit der Regeleinrichtung, ist ein schnelles und einfaches Einstellen der Liefermenge des Kompressors und damit auch eine schnelle Umstellung auf andere Liefermengen möglich.

Insbesondere bei Anwendungen im Zusammenhang mit Erdgasspeichern kommt es auf eine schnelle Liefermengenanpassung an, was mit dem erfindungsgemäßen Kolbenverdichter auf einfache Weise möglich ist.

5 Vorzugsweise weist die pneumatische Steuereinrichtung mindestens einen Steuerraum auf. Dieser Steuerraum ist vorzugsweise zwischen dem Zuschaltventil und dem Umschaltventil und/oder der Drosseleinrichtung angeordnet. Der Steuerraum grenzt vorzugsweise unmittelbar an das oder die Zuschaltventil/e an. Der Steuerraum dient dazu, die Druckstöße, die z. B. beim Umschalten des
10 Umschaltventils auftreten, abzumildern.

Der Steuerraum ist vorzugsweise ein zusätzlicher Raum zu der erforderlichen Rohrleitung, die vom Zuschaltventil zum Umschaltventil oder der Drosseleinrichtung führt. Der Steuerraum kann durch eine Querschnittserweiterung im Vergleich zum Querschnitt der Rohrleitung gebildet werden. Es ist von Vorteil, wenn
15 der Steuerraum ein Volumen aufweist, das deutlich größer als das Volumen der anschließenden Rohrleitung ist, damit die am Zuschaltventil auftretenden Leckagen nicht zu einem permanenten Schalten des Umschaltventils im Regelbetrieb führt.

20 Der Steuerraum ermöglicht auch die Ansteuerung von mehreren Zuschaltventilen. Der Steuerraum ist ein für mehrere Zuschaltventile gemeinsamer Raum. Mehrere Zuschaltventile können zu einer Ventileinheit zusammengefasst sein. In diesem Fall weist jede Ventileinheit einen gemeinsamen Steuerraum auf. In
25 einem Kolbenzylinder können mehrere Ventileinheiten vorgesehen sein, deren Steuerräume über eigene Rohrleitungen angeschlossen sind. Mehr als ein Zuschaltventil vorzusehen hat den Vorteil, dass das System aus einer oder mehreren Ventileinheiten modular aufgebaut werden kann und dadurch Vorteile durch Serienfertigung der Ventile und einfachere Lagerhaltung erreicht werden.

30

Vorzugsweise ist der Steuerraum im Kolbenzylinder integriert. Der Kolbenverdichter weist dadurch eine kompakte Bauweise auf.

5 Gemäß einer besonderen Ausführungsform ist der Steuerraum zwischen dem Zylinderdeckel und dem Kompressionsraum angeordnet. Besonders platzsparend ist der Steuerraum im Zylinderdeckel integriert, was auch die Herstellkosten des Kolbenverdichters reduziert.

10 Vorzugsweise ist der Steuerraum von dem Kompressionsraum des Kolbenzylinders durch eine im Kolbenzylinder angeordnete Zwischenwand voneinander getrennt.

15 Die Zwischenwand erstreckt sich vorzugsweise senkrecht zur Achse des Kolbenzylinders. Die Zwischenwand ist vorzugsweise im stirnseitigen Bereich des Kolbenzylinders angeordnet. Der Kompressionsraum wird vorzugsweise von der Zwischenwand begrenzt.

Das Zuschaltventil befindet sich vorzugsweise innerhalb des Kolbenzylinders.

20 Der Zuschaltraum weist mindestens einen ersten Bereich auf, der vorzugsweise innerhalb des Kolbenzylinders vorgesehen ist. Es wird dadurch eine kompakte Anordnung geschaffen, die den weiteren Vorteil hat, dass der vorhandene Schadraum nicht vergrößert wird. Bei einem vom Kolbenzylinder entfernt angeordneten Zuschaltraum, bei dem das Zuschaltventil außerhalb des Kolbenzylinders vorgesehen ist, würde der Schadraum z. B. durch eine Zuleitung vom
25 Kompressionsraum bis zum Zuschaltventil vergrößert. Eine solche Schadraumvergrößerung beeinträchtigt sowohl die Leistung des Kolbenverdichters als auch die Genauigkeit der Liefermengeneinstellung. Dadurch, dass sich der Zuschaltraum bis in den Kolbenzylinder erstreckt, werden Zuleitungen zum Zuschaltraum
30 eingespart und der Schadraum nicht oder nur minimal vergrößert. Dadurch wird

eine größere Genauigkeit bezüglich der Einstellung der Liefermenge des Kolbenverdichters erreicht.

5 Der Zuschaltraum weist einen zweiten Bereich auf, der gemäß einer ersten Ausführungsform außerhalb des Kolbenzylinders vorgesehen ist und vorzugsweise in einem Behälter untergebracht ist. Dieser Behälter nimmt das größere Volumen des Zuschaltraums auf. Bei Bedarf kann zur Anpassung des Volumens des Zuschaltraums dieser Behälter auf einfache Weise ausgetauscht werden, wobei die Anordnung des ersten Bereichs hiervon nicht beeinträchtigt wird.

10

Gemäß einer zweiten Ausführungsform ist der zweite Bereich des Zuschaltraums ebenfalls innerhalb des Kolbenzylinders angeordnet. Besonders bevorzugt ist eine Unterbringung des zweiten Bereichs des Zuschaltraums im Zylinderdeckel. Bei dieser Ausführungsform wird der zweite Bereich vorzugsweise durch die Zwischenwand gegenüber dem Kompressionsraum begrenzt. Wenn
15 bevorzugt der oder die Steuerräume sich ebenfalls im Raum zwischen Zwischenwand und Zylinderdeckel befinden, weist der Steuerraum ein eigenes Gehäuse auf.

20 Vorzugsweise ist der erste Bereich des Zuschaltraums ein in der Zwischenwand angeordneter Verbindungskanal.

Vorzugsweise ist das Zuschaltventil ebenfalls in der Zwischenwand angeordnet.

25 Das Zuschaltventil ist vorzugsweise vor dem Verbindungskanal angeordnet. Das Zuschaltventil befindet sich somit zwischen dem Kompressionsraum und dem Verbindungskanal, so dass der Schadraum innerhalb des Kompressionsraumes nicht vergrößert wird.

Vorzugsweise weist das Zuschaltventil gemäß einer ersten Ausführungsform einen hantelförmigen Ventilkörper auf. Der Vorteil dieser Ausgestaltung des Ventilkörpers besteht darin, dass der Ventilkörper von beiden Seiten mit Druck beaufschlagt werden kann, nämlich vom Druck des Steuerraums und vom Druck des Kompressionsraums. Der taillierte Bereich des Ventilkörpers stellt in Offenstellung des Ventilkörpers die Verbindung zwischen Kompressionsraum und Verbindungskanal her.

Der Ventilkörper weist vorzugsweise an jeder Stirnseite eine Ventilscheibe auf, wobei eine erste Ventilscheibe dem Kompressionsraum und eine zweite Ventilscheibe der pneumatischen Steuereinrichtung zugewandt ist. Vorzugsweise sind beide Ventilscheiben und somit die Druckflächen des Ventilkörpers gleich groß gewählt. Die Ventilscheiben sind vorzugsweise kreisförmig ausgebildet, wobei die Dicke d der Ventilscheiben vorzugsweise kleiner dem Durchmesser D der Ventilscheiben ist.

Für die Anordnung und Einbaulage der Ventile gibt es zwei Alternativen. Gemäß der ersten Alternative öffnet und verschließt die erste Ventilscheibe den Zugang zum Zuschaltraum, insbesondere zum Verbindungskanal. Diese Alternative wird eingesetzt, wenn der Zuschaltraum im Saugdruckbereich aktiv sein soll.

Gemäß der zweiten Alternative ist vorgesehen, dass die zweite Ventilscheibe den Zugang zum Zuschaltraum, insbesondere zum Verbindungskanal, öffnet oder verschließt.

Diese Alternative wird eingesetzt, wenn der Zuschaltraum im Enddruckbereich eingesetzt werden soll.

In diesem Anwendungsfall hat die erste Ventilscheibe keine Schließ- und Abdichtfunktion, sondern nur noch eine Führungsfunktion für den Ventilkörper.

Es ist daher bevorzugt, dass das Zuschaltventil lediglich einen zylinderförmigen Ventilkörper mit Höhe h und Durchmesser D aufweist, wobei vorzugsweise $h > D$ ist. Der Ventilkörper weist eine obere und eine untere Deckfläche auf. Die obere Deckfläche ist dem Steuerraum und die untere Deckfläche ist dem Kompressionsraum zugewandt.

Der Ventilsitz ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass die untere Deckfläche in Schließstellung mit einer axialen Kraftkomponente gegen den Ventilsitz gedrückt wird.

Der Vorteil dieser Ausführungsform besteht darin, dass Leckageverluste zwischen Zuschaltraum und Kompressionsraum beim Umschalten des Zuschaltventils von Offenstellung in Schließstellung wirksamer vermieden werden.

Die Verminderung von Leckageverlusten erhöht die Genauigkeit der Liefermengeneinstellung.

Der zylinderförmige Ventilkörper ist vorzugsweise ein gerader Kreiszyylinder.

Vorzugsweise weist das Zuschaltventil Dichtmittel auf. Diese sind am zylinderförmigen Ventilkörper vorzugsweise an den beiden Deckflächen vorgesehen.

Der zylinderförmige Ventilkörper kann vorzugsweise einen durchmesserkleineren Zapfen aufweisen, der in den Schad- oder Totraum des Ventils hineinragt. Dies hat den Vorteil, dass das konstruktiv bedingte Totraumvolumen verkleinert und die Förderleistung des Kolbenverdichters verbessert wird.

Beispielhafte Ausführungsformen werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

5

Figur 1 ein PV-Diagramm eines Kolbenverdichters gemäß dem Stand der Technik,

10

Figur 2 ein Schaltschema eines Kolbenverdichters gemäß der Erfindung,

Figur 3a,b vergrößerte Schnittdarstellungen durch einen Teil des Kolbenzylinders einschließlich Steuer- und Zuschaltraum mit Zuschaltventilen in Schließ- und Öffnungsstellung,

15

Figur 4 ein PV-Diagramm zur Erläuterung der Arbeitsweise des in den Figuren 3a,b gezeigten Kolbenverdichters, wobei der Zuschaltraum im Saugdruckbereich aktiv ist,

20

Figur 5 ein Diagramm, in dem die theoretische und tatsächliche Liefermenge in Abhängigkeit des Zwischendrucks aufgetragen ist,

Figur 6a,b eine Ventilanordnung gemäß einer weiteren Ausführungsform,

25

Figur 7 ein PV-Diagramm zur Ventilanordnung gemäß Figur 6, wobei der Zuschaltraum im Enddruckbereich aktiv ist, und

Figur 8 eine vergrößerte Darstellung gemäß einer weiteren Ausführungsform.

In der Figur 2 ist schematisch ein Kolbenverdichter 1 dargestellt, der einen Kolbenzylinder 4 aufweist, in dem ein Kolben 5 (siehe Figur 3) angeordnet ist. An diesem Kolbenzylinder 4 sind ein Sauganschluss 2 und ein Druckanschluss 3 mit entsprechenden Saug- und Druckventilen 8, 9 angeordnet. Über den Sauganschluss 2 wird das zu verdichtende Gas angesaugt und über den Druckanschluss 3 wird das verdichtete Gas abgegeben. Dies wird durch die eingezeichneten Pfeile symbolisiert.

Innerhalb des Zylinderdeckels ist ein Steuerraum 20 angeordnet, was im Zusammenhang mit der Figur 3 näher erläutert wird.

Am Zylinderdeckel 22 ist eine Rohrleitung 36 angeschlossen, die den Steuerraum 20 mit einem Umschaltventil 32 verbindet, das als 3/2-Wegeventil ausgeführt ist. Dieses Umschaltventil 32 ist Teil einer Stelleinrichtung 30, die als pneumatische Steuereinrichtung 31 ausgeführt ist, und ist mit einer Rohrleitung 37 mit dem Druckanschluss 3 und über eine Rohrleitung 38 mit dem Sauganschluss 2 verbunden. Das Umschaltventil 32 ermöglicht eine wahlweise Verbindung des Steuerraums 20 mit dem Sauganschluss 2 und dem Druckanschluss 3 bzw. auch eine vollständige Unterbrechung mit diesen beiden Anschlüssen.

Im Bereich der Saug- und Druckanschlüsse 2, 3 sind jeweils ein zweiter Drucksensor 72 und ein dritter Drucksensor 74 angeschlossen. Ein erster Drucksensor 76 ist an die Rohrleitung 36 angeschlossen. Sämtliche Drucksensoren 72, 74, 76 sind elektrisch über die Verbindungsleitungen 82, 84, 86 mit einer Regeleinrichtung 70 verbunden, so dass die Druckwerte in dieser Regeleinrichtung 70 verarbeitet werden können.

Diese Regeleinrichtung 70 besitzt Mittel zur Eingabe von Liefermengen. Diese Eingabe kann z. B. über eine Tastatur erfolgen. Die Regeleinrichtung errechnet aus den eingegebenen Werten den Zuschaltdruck P_z und steuert über die elekt-

rische Leitung 80 das Umschaltventil 32. Zusätzlich kann in der Rohrleitung 36 noch eine verstellbare Drosseleinrichtung 34 vorgesehen sein, die über die elektrische Leitung 88 angesteuert wird. Dies ist im Detail in der Figur 3 dargestellt.

5

Die Regeleinrichtung 70 steuert die Arbeitsraum-, d.h. die Kompressionsraumsteuerung und verarbeitet die Messwerte für Saug- und Enddruck. Es ist deshalb innerhalb der Regeleinrichtung eine Steuereinheit vorgesehen, die die Liefermengenvorgabe linear in den zwischen Saug- und Enddruck liegenden Zuschaltdruck P_z umwandelt.

10

Die Regeleinrichtung kann ferner eine Prozessregelung umfassen, mit der der Saug- oder End- oder Differenzdruck konstant gehalten wird.

15

In den Figuren 3a,b ist eine vergrößerte Darstellung des Kolbenzylinders 4, des Zuschaltraums 40 und der pneumatischen Steuereinrichtung 30 dargestellt. Der Kolbenzylinder 4 nimmt den beweglichen Kolben 5 mit Kolbenstange 6 auf, der das zu verdichtende Gas über den Sauganschluss 2 ansaugt und über den Druckanschluss 3 verdichtetes Gas abgibt. Über der Stirnfläche des Kolbens 5 befindet sich der Kompressionsraum 7, der vom Kolben 5 in seiner maximalen Hubstellung nicht vollständig ausgefüllt wird, so dass über dem Kolben 5 ein Schadraum 12 mit einem Volumen V_0 verbleibt (s. auch Figur 1). An diesen Schadraum 12 grenzt eine Zwischenwand 24 mit Zuschaltventilen 50 an, mit denen der Zuschaltraum 40 zu- oder abgeschaltet werden kann. Die Zwischenwand 24 ist senkrecht zur Längsachse 10 des Kolbenzylinders 4 im Kolbenzylinder angeordnet.

20

25

Oberhalb der Zwischenwand 24 befindet sich ein Steuerraum 20. Die Zwischenwand 24 und der Steuerraum 20 sind in den Zylinderdeckel 22 integriert.

Die Zwischenwand 24 mit den Ventilen 50 kann im Zylinderdeckel 22 vormontiert werden.

5 In der Zwischenwand 24 ist ein Verbindungskanal 44 vorgesehen, der sich im Deckelflansch 23 fortsetzt. An den Verbindungskanal 44 ist ein Behälter 42 angeordnet. Der Verbindungskanal 44 bildet einen ersten Bereich 46 des Zuschaltraums 40, während der Behälter 42 den zweiten Bereich 48 des Zuschaltraums bildet. Der Behälter 42 besitzt das größere Volumen des Zuschaltraums und kann bei Bedarf ausgetauscht werden.

10

In der Zwischenwand 24 sind mehrere Zuschaltventile 50 angeordnet, die in vertikaler Richtung verschiebbare Ventilkörper 52 aufweisen. Jeder Ventilkörper 52 ist hantelförmig ausgebildet und weist eine erste Ventilscheibe 56 und eine zweite Ventilscheibe 54 auf, die über einen taillierten Ventilkörperabschnitt 58
15 miteinander verbunden sind. In der hier gezeigten Ausführungsform ist der zweiten Ventilscheibe 54 in der Zwischenwand 24 ein Ventil Sitz 60 zugeordnet. In der Figur 3a ist die Offenstellung der Zuschaltventile 50 dargestellt, in der die Ventilscheibe 56 nicht am Ventil Sitz 60 anliegt, so dass der Kompressionsraum mit dem Verbindungskanal 44 verbunden ist. Die Figur 3b zeigt die Zuschaltventile 50 in Schließstellung.
20

Wenn das Zuschaltventil 50 sich in Schließstellung befindet, liegt die innenliegende Fläche der ersten Ventilscheibe 56 an dem Ventil Sitz 60 an, so dass die Verbindung von Kompressionsraum 7 und Verbindungskanal 44 unterbrochen
25 wird. Gleichzeitig liegt die erste Ventilscheibe 54 im Bereich der Öffnung 28 an einem Anschlag 26 an.

Die zweite Ventilscheibe 54 ist dem Steuerraum 20 zugewandt und wird über den Steuerraum 20 mit dem Zuschalldruck P_z beaufschlagt. Der Steuerraum 20
30 weist ein zur Verminderung von Druckstößen definiertes Volumen auf. Alle

Ventilkörper stehen über Öffnungen 28 in der Zwischenwand 24 mit dem Steuerraum 20 in Verbindung. Damit ist es möglich, dass alle Zuschaltventile 50 gleichzeitig mit dem Druck P_Z beaufschlagt werden können.

5 Der Zylinderdeckel 22 und somit der Steuerraum 20 sind über die Rohrleitung 36 und das steuerbare Drosselventil 34 mit dem Umschaltventil 32 verbunden, das seinerseits wiederum mit den Rohrleitungen 37 und 38 mit dem Druckanschluss 3 und dem Sauganschluss 2 verbunden ist. Über die elektrische Leitung 80 wird das Umschaltventil 32 von der Regeleinrichtung 70 angesteuert.

10

Die Funktionsweise des Kolbenverdichters 1 wird nachfolgend im Zusammenhang mit der Figur 4 beschrieben. Die Figur 4 zeigt das p-V-Diagramm des erfindungsgemäßen Kolbenverdichters, wobei der Zuschaltraum 40 im Saugdruckbereich zwischen P_S und P_Z aktiv ist. Die theoretischen Kurven A und B aus der Figur 1 sind gestrichelt eingezeichnet.

15

Die in der Figur 3a dargestellte Ventilstellung und Strömung ist dem Bereich e-f im p-V-Diagramm der Figur 4 zugeordnet. Der Kolben 5 wird im Bereich f-a in seine minimale Hubstellung gebracht, wobei das zu verdichtende Gas angesaugt wird. Der Kolben bewegt sich anschließend nach oben und verdichtet das Gas, wobei im Punkt b der Druck P_Z im Kompressionsraum erreicht wird. Der Druck P_Z ist der auf die Ventile wirkende Zuschaltdruck, der im Steuerraum 20 herrscht. Wenn dieser Druck P_Z überschritten wird, werden die Zuschaltventile 50 in ihre Schließposition gebracht, so dass die erste Ventilscheibe 56 am Ventilsitz 60 anliegt und der Zugang zum Verbindungskanal 44 unterbrochen wird. Der Zuschaltraum 40 wird im Punkt b vom Kompressionsraum 7 getrennt (s. Figur 3b).

20

25

Es folgt die weitere Verdichtung bis der Druck P_D erreicht ist (Punkt c). Anschließend wird das verdichtete Gas über den Druckanschluss 3 ausgetragen

30

bis zum Erreichen des maximalen Hubs im Punkt d. Durch die anschließende Bewegungsumkehr und das Zurückziehen des Kolbens nimmt der Druck innerhalb des Kompressionsraumes 7 ab, bis der Punkt e erreicht ist, an dem der Druck P_z unterschritten wird. Zu diesem Zeitpunkt gehen die Zuschaltventile 50 in ihre in Figur 3a gezeigte Offenstellung über. Mit Erreichen des Punkts f beginnt der Ansaugvorgang von Gas über den Sauganschluss 2 aufs Neue und ist im Punkt a abgeschlossen.

Die Liefermenge wird durch die durchgezogenen Linien über die Strecke a, b, c, d, e, f, a definiert. Die Liefermenge ist proportional zu der Strecke \overline{ca} . Über die Größe des Zuschaltdrucks P_z wird der Kurvenverlauf festgelegt und die Liefermenge eingestellt.

In der Figur 5 ist die Liefermenge bezogen auf die Vollast in Abhängigkeit des Zwischendruckes P_z dargestellt. Es ist deutlich zu sehen, dass die theoretische Liefermenge, die durch die Gerade dargestellt wird, nur geringfügig von der tatsächlichen Liefermenge, die durch die mit Quadraten versehene Linie repräsentiert wird, abweicht. Damit lässt sich die Fördermenge sehr gut durch einen linearen Ansatz annähern. Selbstverständlich kann der Regeleinrichtung 70 auch der exakte anwendungsbezogene Verlauf zur Verfügung gestellt werden.

In den Figuren 6a,b und 7 ist die zweite Einbau-Alternative der Zuschaltventile 50 dargestellt. Während in der in den Figuren 3a,b dargestellten Ausführungsform die erste Ventilscheibe 56 den Zugang zum Verbindungskanal 44 öffnet oder schließt, ist in der hier gezeigten Darstellung die zweite Ventilscheibe 54 derart angeordnet, dass diese den Ventilsitz 60 kontaktiert und somit den Zugang zum Verbindungskanal 44 öffnet und schließt. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass der Zuschaltraum im Enddruckbereich (Druckbereich zwischen P_z und P_D) aktiv ist (s. Figur 7) und im Vergleich zu dem im Saugdruckbereich aktiven Zuschaltraum (s. Figur 4) einen Schutz gegen Flüssigkeitsschlag darstellt. Der Flüssigkeitsschlagschutz ist dadurch begründet, dass zum Ende der

Verdichtung die ggf. vorhandene Flüssigkeit in den bei dieser Alternative dann geöffneten Zuschaltraum gedrückt werden kann, ohne einen dramatischen Druckanstieg im Zylinder zu erzeugen. Der separate Behälter 42 muss nur mit einer automatischen Flüssigkeitsausschleusung versehen werden, um eine
5 Akkumulation der Flüssigkeit zu verhindern.

Diese Anordnung hat den zusätzlichen Vorteil, dass bei 100% Förderung das Zuschaltventil während des Ansaugens definiert geschlossen ist und damit kein Fördermengenverlust durch verspätetes Schließen des Ventils entsteht. Es tritt
10 ferner keine nennenswerte Leckage vom Steuerraum 20 in den Kompressionsraum 7 auf.

In den Figuren 6a,b ist die Dicke d und der Durchmesser D der Ventilscheiben 54,56 eingezeichnet.
15

In der Figur 8 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, in der mehrere Zuschaltventile 50 zu einer Ventileinheit 62 zusammengefasst sind. Die Ventileinheiten 62 sind in der Zwischenwand 24 angeordnet und besitzen ein Gehäuse 64, das den Steuerraum 20 begrenzt. Die drei Steuerräume 20 sind über Rohrleitungen 36a,b,c mit der Rohrleitung 36 verbunden. Von jeder Ventileinheit 62 führt jeweils ein in der Zwischenwand 24 befindlicher Verbindungskanal 44, der den ersten Bereich 46 des Zuschaltraums 40 bildet, in den zweiten Bereich 48 des Zuschaltraums 40. Der zweite Bereich 48 des Zuschaltraums 40 befindet sich im Zylinderdeckel 22. Ein zusätzlicher Behälter 42 ist bei dieser Ausführungsform nicht erforderlich, da der zweite Bereich 48 des Zuschaltraums 40 in
20 den Kolbenzylinder 4 integriert ist.
25

Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass nur eine oder wenige standardisierte Ventileinheiten erforderlich sind, die dann unabhängig von der Anwendung
30 kombiniert werden können. Obendrein kann der Zylinderdeckel 22 ohne

zusätzlichen Behälter 42 als Zuschaltraum 40 genutzt werden. Der Steuerraum 20 ist Teil der Ventileinheit 62. Die Steuerräume 20 sind mit den Rohrleitungen 36a,b,c gasdicht gegen den Zuschaltraum 40 über die Rohrleitung 36 mit dem Umschaltventil 32 verbunden.

5

In der Figur 9 ist eine weitere Ausführungsform des Zuschaltventils 50 dargestellt. Der Ventilkörper 52 ist ein gerader Kreiszyylinder mit Höhe h und Durchmesser D , wobei $h > D$ ist. An den beiden Deckflächen 53a,b weist der Kreiszyylinder Dichtmittel 59a,b auf. Das Dichtmittel 59a besteht aus einer ringförmigen Erhöhung am Rand der Deckfläche 53a. In Offenstellung (Position A) liegt das Dichtmittel 9a am Anschlag 26 an und dichtet gegenüber dem Steuerraum 20 ab.

10

Die untere Deckfläche 53b geht über eine Rundung in den Zylindermantel des Ventilkörpers 52 über. Diese Rundung bildet das Dichtmittel 59b. In Schließstellung (Position B) liegt die Rundung am Ventilsitz 60 an. Der Ventilsitz 60 ist in dieser Ausführungsform konisch ausgeführt. Die untere Deckfläche 53b wird mit dem als Rundung 5 ausgebildeten Dichtmittel 59b mit einer axialen, d. h. in Richtung der Längsachse des Ventilkörpers wirkenden Kraftkomponente gegen den Ventilsitz gedrückt. Ferner weist der Ventilkörper 52 an der unteren Deckfläche 53b einen gegenüber dem Ventilkörper 52 durchmesserkleineren Zapfen 57 auf, der die Aufgabe hat, den konstruktiv bedingten Schadraum des Ventiles zu minimieren, um die Förderleistung des Kompressors bei Vollast geringstmöglich zu beeinträchtigen.

15

20

25

Das Zuschaltventil ist in einer Bohrung 29 der Zwischenwand 24 geführt und liegt in Offenstellung A (Druck P im Kompressionsraum 7 $> P_z$) mit dem Dichtmittel 59a an dem Anschlag 26 an. In dieser Offenstellung steht der Kompressionsraum 7 mit dem Verbindungskanal 44 in Strömungsverbindung.

30

– 20 –

In Schließstellung B (Druck p im Kompressionsraum 7 < P_z) liegt das Dichtmittel 59b am Ventilsitz 60 an, so dass die Verbindung zwischen Kompressionsraum 7 und Verbindungskanal 44 unterbrochen ist. In dieser Stellung verbleibt der Druck im Verbindungskanal 44, d. h. der Druck im Zuschaltraum 40 auf dem Druck P_z im Steuerraum 20. Die Räume 20 und 40 können miteinander kommunizieren, was insofern unschädlich ist, als der Zuschaltraum 40 wirksam gegenüber dem Kompressionsraum 7 abgedichtet ist.

Bezugszeichenliste

	1	Kolbenverdichter
	2	Sauganschluss
5	3	Druckanschluss
	4	Kolbenzylinder
	5	Kolben
	6	Kolbenstange
	7	Kompressionsraum
10	8	Saugventil
	9	Druckventil
	10	Achse des Kolbenzylinders
	12	Schadraum
15	20	Steuerraum
	22	Zylinderdeckel
	23	Deckelflansch
	24	Zwischenwand
	26	Anschlag
20	28	Öffnung
	29	Bohrung
	30	Stelleinrichtung
	31	pneumatische Steuereinrichtung
25	32	Umschaltventil
	34	Drosseleinrichtung
	36	Rohrleitung
	36a,b,c	Rohrleitung
	37	Rohrleitung
30	38	Rohrleitung

	40	Zuschaltraum
	42	Behälter
	44	Verbindungskanal
5	46	erster Bereich
	48	zweiter Bereich
	50	Zuschaltventil
	52	Ventilkörper
10	53a,b	Deckfläche
	54	erste Ventilscheibe
	56	zweite Ventilscheibe
	57	Zapfen
	58	taillierter Ventilkörperabschnitt
15	59a,b	Dichtmittel
	60	Ventilsitz
	62	Ventileinheit
	64	Gehäuse
20	70	Regeleinrichtung
	72	erster Drucksensor
	74	zweiter Drucksensor
	76	dritter Drucksensor
25	80	elektrische Verbindungsleitung
	82	elektrische Verbindungsleitung
	84	elektrische Verbindungsleitung
	86	elektrische Verbindungsleitung
	88	elektrische Verbindungsleitung

Patentansprüche

1. Kolbenverdichter (1)

5 mit mindestens einem Kolbenzylinder (4),

der mindestens einen Kompressionsraum (7) sowie mindestens einen Sauganschluss (2) und einen Druckanschluss (3) aufweist, und

10 mit mindestens einem unveränderlichen Zuschaltraum (40),

mit mindestens einem Zuschaltventil (50) und

einer Stelleinrichtung (30) für das Zuschaltventil (50),

15

wobei der Kompressionsraum (7) und der Zuschaltraum (40) über das Zuschaltventil (50) strömungsmäßig miteinander verbunden sind,

dadurch gekennzeichnet,

20

dass die Stelleinrichtung (30) eine pneumatische Steuereinrichtung (31) und das Zuschaltventil (50) ein pneumatisch betätigbares Ventil ist, und

25

dass das Zuschaltventil (50) über die pneumatische Steuereinrichtung (31) wahlweise mit dem Sauganschluss (2) oder dem Druckanschluss (3) des Kolbenzylinders (4) verbunden werden kann.

30

2. Kolbenverdichter nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die pneumatische Steuereinrichtung (31) ein Umschaltventil (32)
aufweist.

5

3. Kolbenverdichter nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die pneumatische Steuereinrichtung (31) eine Drosseleinrichtung
(34) aufweist.

10

4. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen der pneumatischen Steuereinrichtung (31) und dem Zu-
schaltventil (50) ein erster Drucksensor (72) angeordnet ist.

15

5. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die pneumatische Steuereinrichtung (31) elektrisch an eine Regel-
einrichtung (70) angeschlossen ist.

20

6. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erste Drucksensor (76) elektrisch an die Regeleinrichtung (70)
angeschlossen ist.

25

7. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Regeleinrichtung (70) Mittel zur Eingabe der Liefermenge des
Kolbenverdichters (1) aufweist.

30

8. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass am Sauganschluss (2) des Kolbenzylinders (4) ein zweiter Drucksensor (72) angeschlossen ist.

5

9. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass am Druckanschluss (3) des Kolbenzylinders (4) ein dritter Drucksensor (74) angeschlossen ist.

10

10. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass der zweite und der dritte Drucksensor (72, 74) elektrisch an die Regeleinrichtung angeschlossen sind.

15

11. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die pneumatische Steuereinrichtung (31) mindestens einen Steuer-
raum (20) aufweist.

20

12. Kolbenverdichter nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stellerraum (20) zwischen dem Zuschaltventil (50) und dem Umschaltventil (32) und/oder der Drosseleinrichtung (34) angeordnet ist.

25

13. Kolbenverdichter nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stellerraum (20) im Kolbenzylinder (4) angeordnet ist.

30

14. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kolbenzylinder (4) einen Zylinderdeckel (22) aufweist und
- 5 dass der Steuerraum (20) zwischen dem Zylinderdeckel (22) und dem
Kompressionsraum (7) angeordnet ist.
15. Kolbenverdichter nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
- 10 dass der Kolbenzylinder (4) einen Zylinderdeckel (22) aufweist, und
dass der Steuerraum (20) im Zylinderdeckel angeordnet ist.
16. Kolbenverdichter nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
- 15 dass der Steuerraum (20) und der Kompressionsraum (7) durch eine im
Kolbenzylinder (4) angeordnete Zwischenwand (24) voneinander getrennt
sind.
- 20 17. Kolbenverdichter nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zwischenwand (24) sich senkrecht zur Achse (10) des Kolbenzy-
linders (4) erstreckt.
- 25 18. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Zuschaltventil (50) innerhalb des Kolbenzylinders (4) angeord-
net ist.

19. Kolbenzylinder nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein erster Bereich (46) des Zuschaltraums (40) inner-
halb des Kolbenzylinders (4) vorgesehen ist.

5

20. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein zweiter Bereich (48) des Zuschaltraums (40) außerhalb des Kol-
benzylinders (4) vorgesehen ist.

10

21. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein zweiter Bereich (48) des Zuschaltraums (40) innerhalb des Kol-
benzylinders (4) angeordnet ist.

15

22. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 19 bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erste Bereich (46) des Zuschaltraums (40) ein in der Zwischen-
wand (24) angeordneter Verbindungskanal (44) ist.

20

23. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 16 bis 22,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Zuschaltventil (50) in der Zwischenwand (24) angeordnet ist.

25

24. Kolbenverdichter nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Zuschaltventil (50) vor dem ersten Bereich (46) des Zuschalt-
raums (40) angeordnet ist.

30

25. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 24,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Zuschaltventil (50) einen hantelförmigen Ventilkörper (52) auf-
weist.
- 5
26. Kolbenverdichter nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Ventilkörper (52) an jeder Stirnseite eine Ventilscheibe (54, 56)
aufweist, wobei eine erste Ventilscheibe (56) dem Kompressionsraum (7)
10 und eine zweite Ventilscheibe (54) der pneumatischen Steuereinrichtung
(31) zugewandt ist.
27. Kolbenverdichter nach Anspruch 26,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass die erste Ventilscheibe (56) den Zugang zum Zuschaltraum öffnet
oder verschließt.
28. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 26 oder 27,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die zweite Ventilscheibe (54) den Zugang zum Zuschaltraum (40)
öffnet oder verschließt.
29. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 24,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass das Zuschaltventil (50) einen zylinderförmigen Ventilkörper (52) mit
Durchmesser D und Höhe h aufweist.
30. Kolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 29,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass das Zuschaltventil (50) Dichtmittel (59a,b) aufweist.

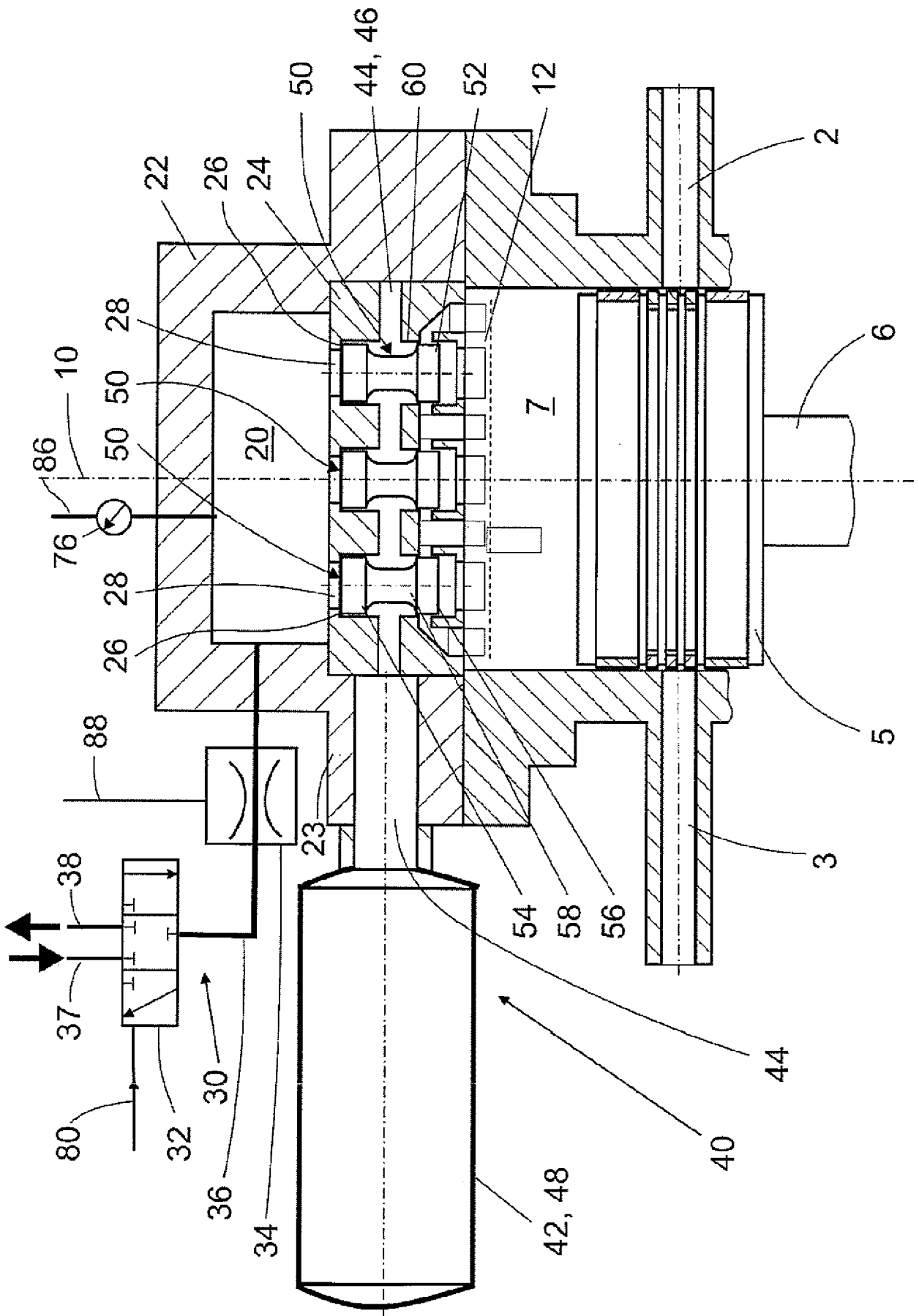


Fig. 3b

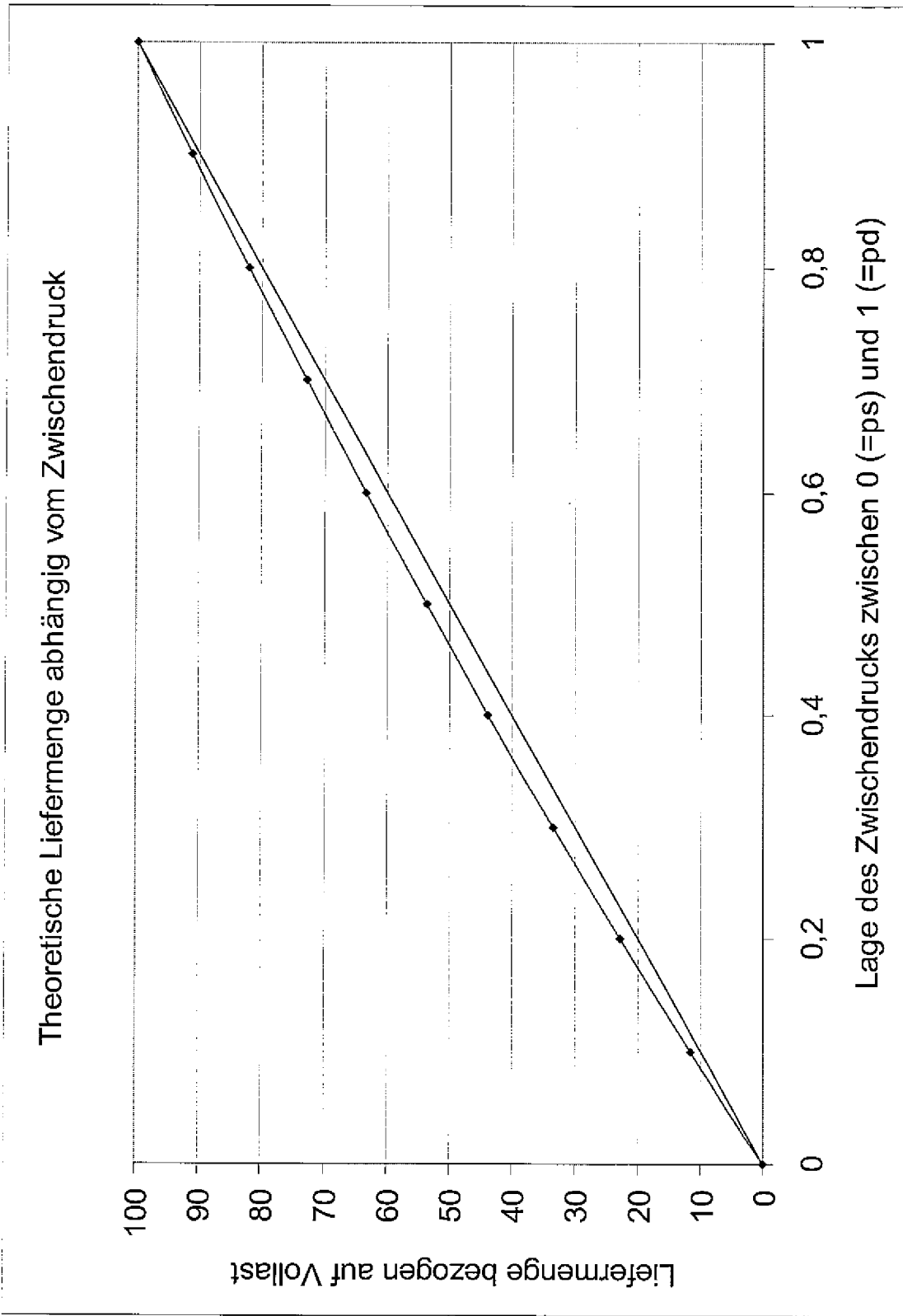


Fig. 5

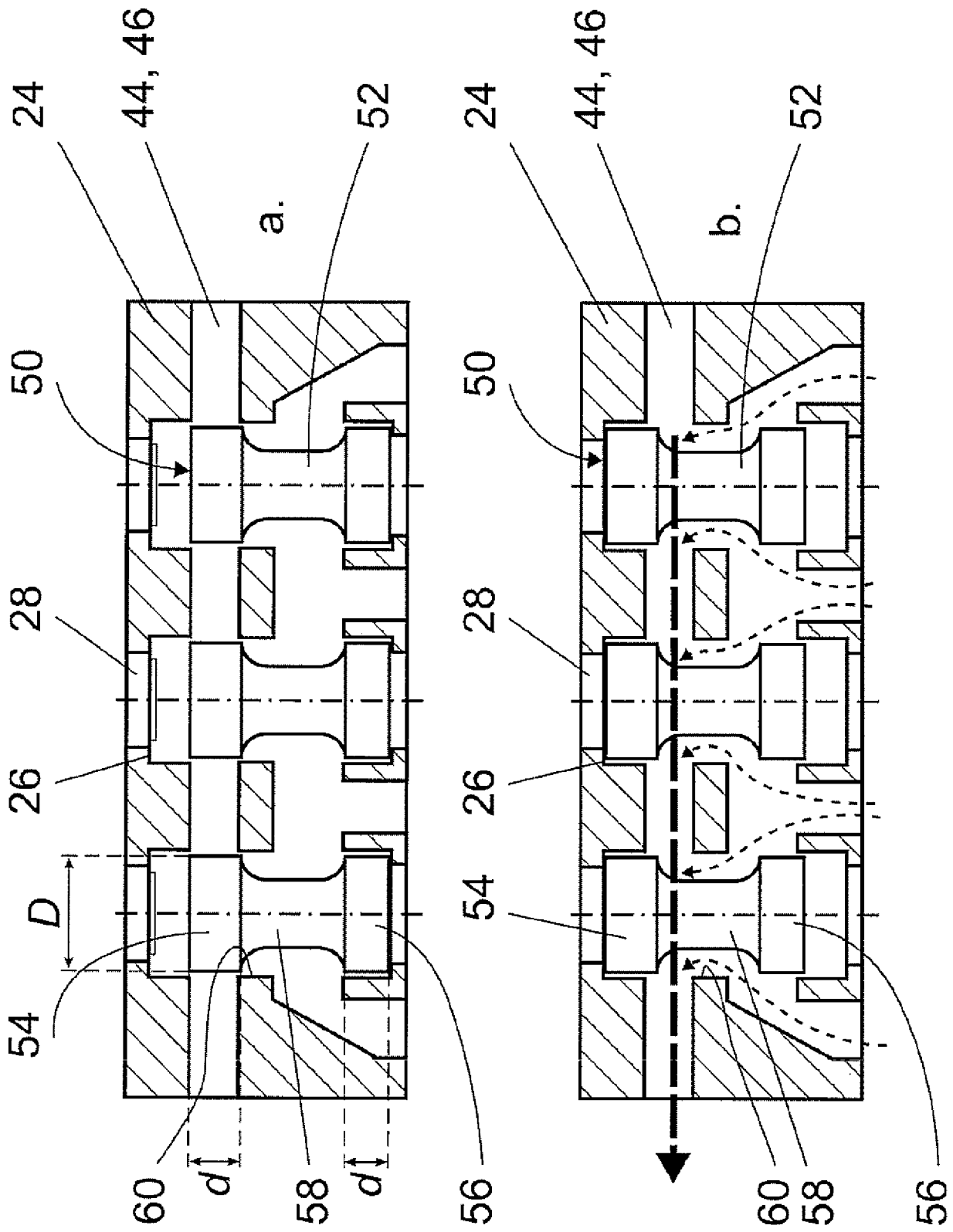


Fig. 6

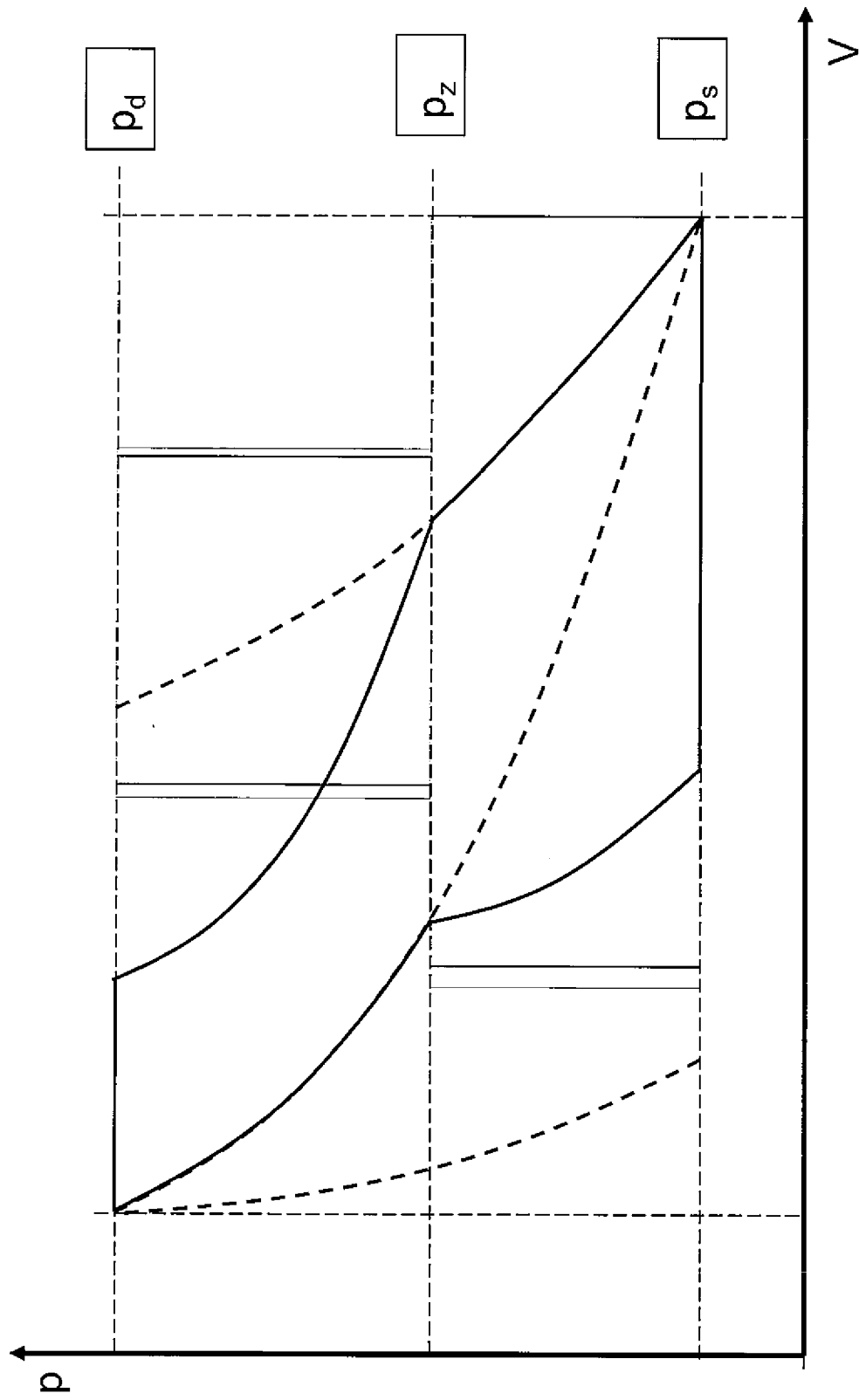


Fig. 7

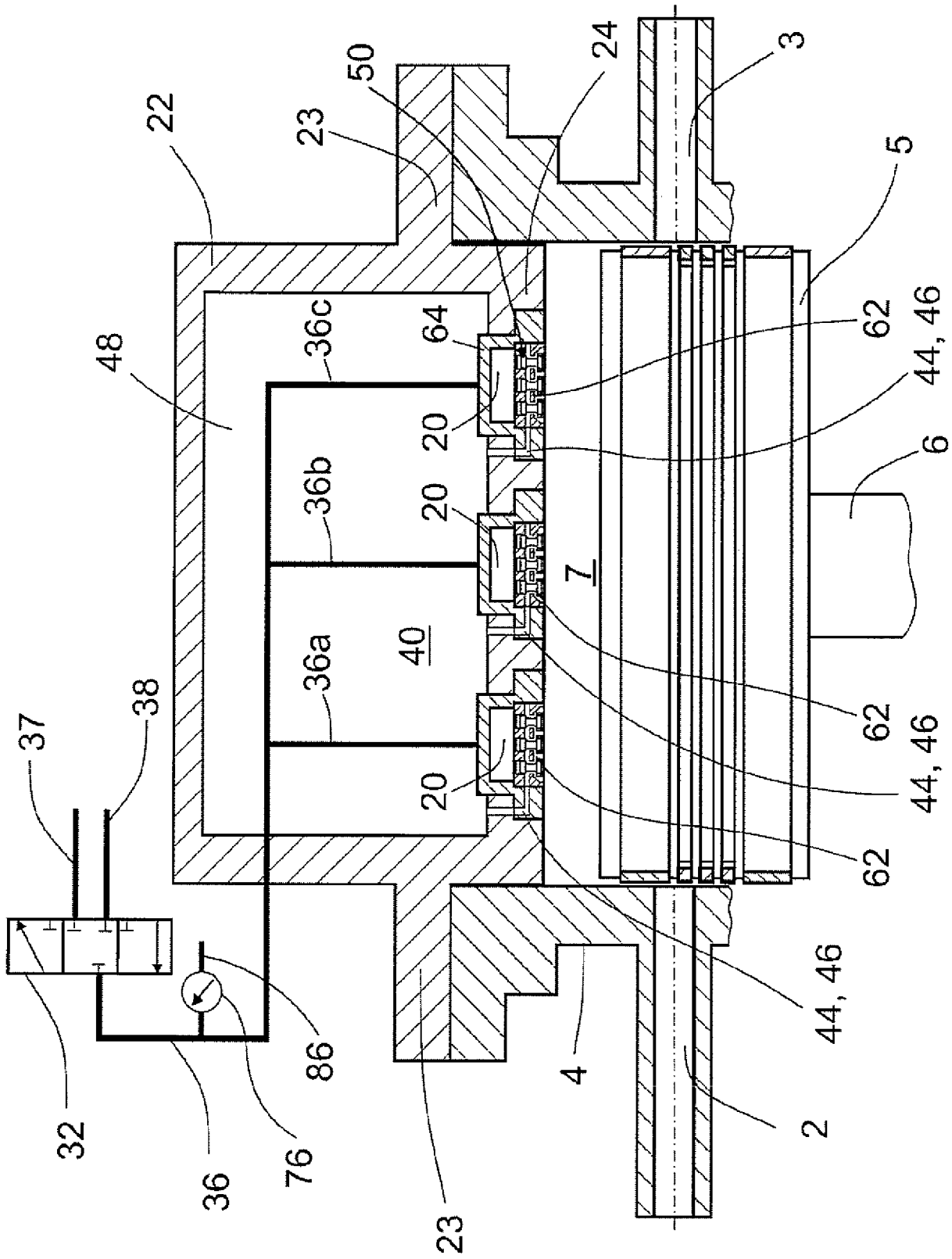


Fig. 8

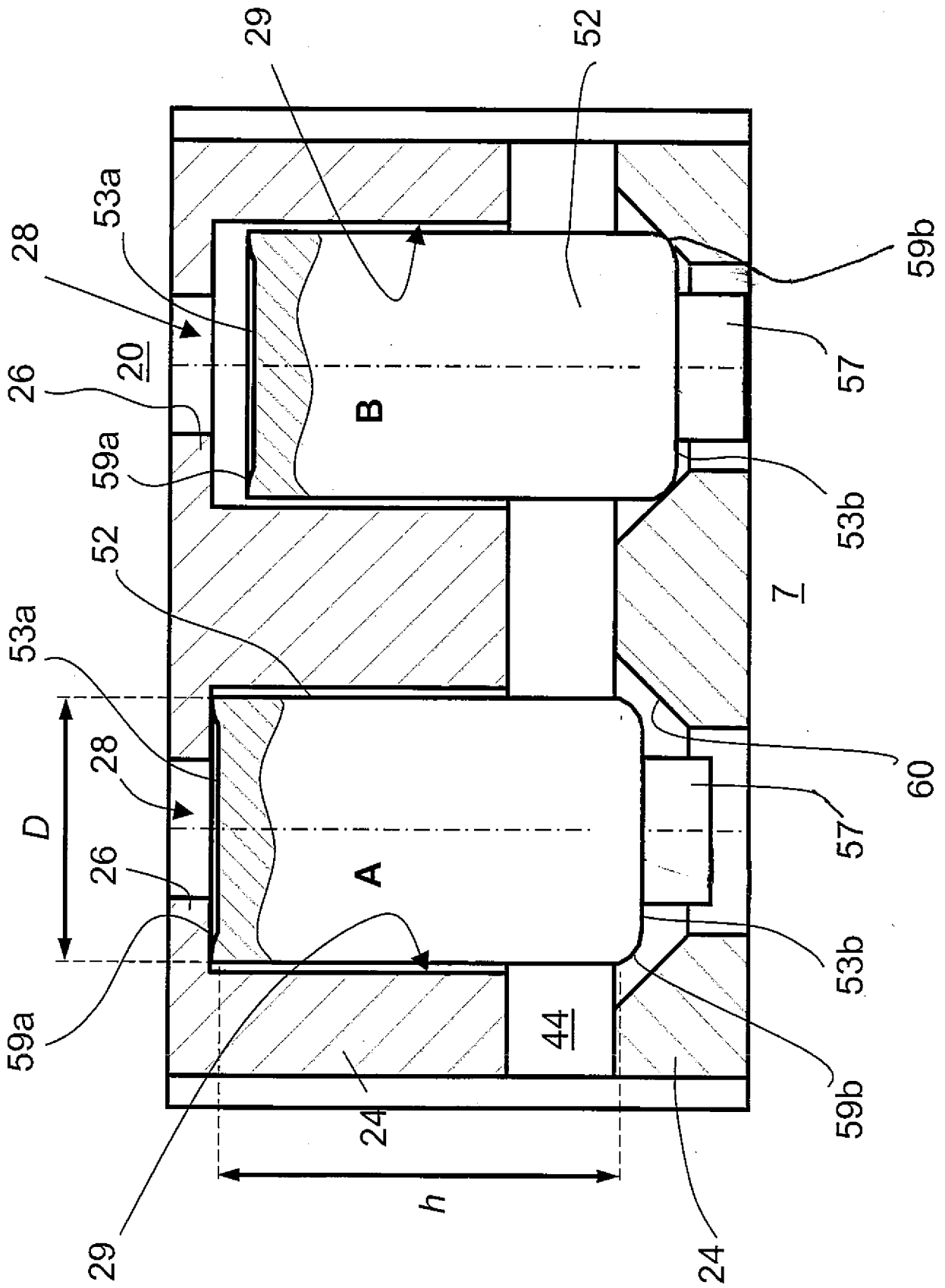


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/057357

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F04B49/22 F04B49/24 F04B49/16
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 39 30 814 A1 (KNORR BREMSE AG [DE]) 28 March 1991 (1991-03-28)	1,2
Y	column 3, line 6 - column 6, line 2 -----	3-30
Y	DE 40 26 684 A1 (KNORR BREMSE AG [DE]) 27 February 1992 (1992-02-27)	3-30
	page 2, line 54 - page 4, line 34 -----	
A	EP 1 400 692 A1 (HOERBIGER KOMPRESSORTECH SERV [AT] HOERBIGER KOMPRESSORTECH HOLD [AT]) 24 March 2004 (2004-03-24) claim 1 -----	1
A	AT 277 436 B (HOERBIGER VENTILWERKE AG) 29 December 1969 (1969-12-29)	1
	page 1, line 1 - page 2, line 14 ----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 26 June 2012	Date of mailing of the international search report 06/07/2012
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Fistas, Nikolaos
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/057357

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CH 389 816 A (VEB ZEK [DE]) 31 March 1965 (1965-03-31) claims 1,2 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2012/057357

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3930814	A1	28-03-1991	NONE

DE 4026684	A1	27-02-1992	NONE

EP 1400692	A1	24-03-2004	AT 413234 B 15-12-2005
			CN 1493787 A 05-05-2004
			DE 50300753 D1 18-08-2005
			EP 1400692 A1 24-03-2004
			JP 2004108371 A 08-04-2004
			US 2004091365 A1 13-05-2004

AT 277436	B	29-12-1969	NONE

CH 389816	A	31-03-1965	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F04B49/22 F04B49/24 F04B49/16 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F04B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 39 30 814 A1 (KNORR BREMSE AG [DE]) 28. März 1991 (1991-03-28)	1,2
Y	Spalte 3, Zeile 6 - Spalte 6, Zeile 2 -----	3-30
Y	DE 40 26 684 A1 (KNORR BREMSE AG [DE]) 27. Februar 1992 (1992-02-27) Seite 2, Zeile 54 - Seite 4, Zeile 34 -----	3-30
A	EP 1 400 692 A1 (HOERBIGER KOMPRESSORTECH SERV [AT] HOERBIGER KOMPRESSORTECH HOLD [AT]) 24. März 2004 (2004-03-24) Anspruch 1 -----	1
A	AT 277 436 B (HOERBIGER VENTILWERKE AG) 29. Dezember 1969 (1969-12-29) Seite 1, Zeile 1 - Seite 2, Zeile 14 ----- -/--	1
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
26. Juni 2012		06/07/2012
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Fistas, Nikolaos

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	CH 389 816 A (VEB ZEK [DE]) 31. März 1965 (1965-03-31) Ansprüche 1,2 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/057357

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3930814	A1	28-03-1991	KEINE

DE 4026684	A1	27-02-1992	KEINE

EP 1400692	A1	24-03-2004	AT 413234 B 15-12-2005
			CN 1493787 A 05-05-2004
			DE 50300753 D1 18-08-2005
			EP 1400692 A1 24-03-2004
			JP 2004108371 A 08-04-2004
			US 2004091365 A1 13-05-2004

AT 277436	B	29-12-1969	KEINE

CH 389816	A	31-03-1965	KEINE
