



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 60 920 B3** 2005.09.22

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 60 920.2**
(22) Anmeldetag: **23.12.2003**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **22.09.2005**

(51) Int Cl.7: **F04B 27/02**
F04B 35/01, F04B 39/08

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Meta Motoren- und Energie-Technik GmbH, 52134
Herzogenrath, DE**

(74) Vertreter:

**KRAMER - BARSKE - SCHMIDTCHEN, 81245
München**

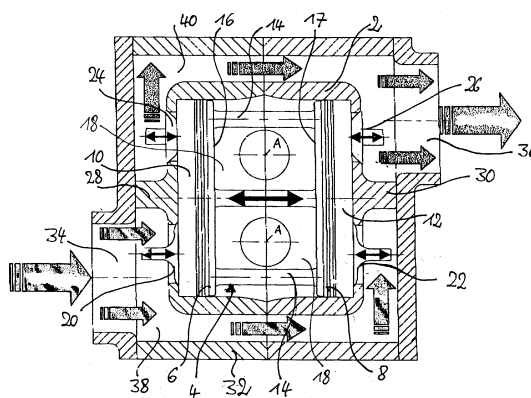
(72) Erfinder:

**Kreuter, Peter, Dr.-Ing., 52072 Aachen, DE;
Zoschke, Armin, Dipl.-Ing., 52134 Herzogenrath,
DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
US 41 11 609 A

(54) Bezeichnung: **Hubkolbenverdichter**

(57) Zusammenfassung: Ein Hubkolbenverdichter enthält wenigstens einen Zylinder (2), innerhalb dessen durch einen hin- und herbeweglichen Kolben (4) zwei auf voneinander abgewandten Seiten des Kolbens liegende Arbeitskammern (10, 12) gebildet sind, die jeweils wenigstens eine Einlass- und eine Auslassöffnung aufweisen, in denen jeweils ein Einlassventil (20, 22) bzw. ein Auslassventil (24, 26) arbeitet, ein den Zylinder umschließendes Gehäuse (32) mit einer Ansaugöffnung (34) und einer Ausstoßöffnung (36), wobei ein Zwischenraum zwischen dem Zylinder und dem Gehäuse durch eine Trennwand (28, 30) derart unterteilt ist, dass die Ansaugöffnung mit den Einlassöffnungen und die Ausstoßöffnung mit den Auslassöffnungen verbunden ist, und eine Antriebsvorrichtung (42, 44) zum Hin- und Herbewegen des Kolbens, wobei bei jeweils einem Bewegungshub des Kolbens das Einlassventil einer Arbeitskammer öffnet und das der anderen Arbeitskammer schließt und das Auslassventil der einen Arbeitskammer schließt und das der anderen Arbeitskammer öffnet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hubkolbenverdichter, der insbesondere zum Aufladen einer Brennkraftmaschine geeignet ist.

[0002] Die Aufladung von Brennkraftmaschinen ist nicht nur ein bewährtes Mittel zur Drehmoment- und Leistungssteigerung, sondern auch zur Absenkung des Verbrauches im Teillastbetrieb einer Brennkraftmaschine mit vorgegebener Höchstleistung. Die Aufladung von Dieselmotoren ist besonders vorteilhaft, da bei Dieselmotoren die bei Ottomotoren bestehenden Klopfprobleme nicht vorhanden sind.

[0003] Für die Aufladung gibt es zwei grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten, die auch in Kombination eingesetzt werden. Bei der Abgasturboaufladung wird die im Abgas einer Brennkraftmaschine enthaltene Energie zum Antrieb eines Turboladers benutzt, der eine Turbine antreibt, die der Brennkraftmaschine verdichtete Luft zuführt. Bei der sogenannten Fremdaufladung wird der Verdichter von einem eigenen Antrieb, beispielsweise der Kurbelwelle der aufzuladenden Brennkraftmaschine, oder einem sonstigen Motor, beispielsweise Elektromotor, angetrieben, um die der Brennkraftmaschine zugeführte Luft zu verdichten. Es sind unterschiedliche Arten von fremdangetriebenen Verdichtern bekannt, beispielsweise Routs-Gebläse, Spirallader oder auch Kolbenverdichter.

Stand der Technik

[0004] Im Oberbegriff des neuen Anspruchs 1 wird von einem Hubkolbenverdichter ausgegangen, wie er in der US 4,111,609 beschrieben ist. Bei diesem Hubkolbenverdichter ist der Kolben als eine Scheibe ausgebildet, der an einer sich in Bewegungsrichtung des Kolbens durch den Zylinder bzw. das Gehäuse erstreckenden Kolbenstange befestigt ist, welche über einen „Braun-Mechanismus“ von einer Kurbelwelle angetrieben ist. Die Ventile des Hubkolbenverdichters sind durchgängig als Rückschlagventile ausgebildet, die nur durch Unter- bzw. Überdruck betätigt werden. Eine Steuerbarkeit der Ventile unabhängig von den jeweiligen Druckverhältnissen ist nicht vorgesehen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Hubkolbenverdichter derart weiterzubilden, dass er bei einfachem Aufbau mit hohem Wirkungsgrad arbeitet und vielseitig anwendbar ist.

Aufgabenstellung

[0005] Diese Aufgabe wird mit einem Hubkolbenverdichter gemäß dem Anspruch 1 gelöst.

[0006] Bei dem erfindungsgemäßen Hubkolbenverdichter wird der Kolben nicht über eine reibungsbe-

haftete und zusätzlichen erfordernden Kolbenstange angetrieben, sondern unmittelbar über wenigstens eine Kurbelwelle, die sich zwischen den Böden des als Doppelkolben ausgebildeten Kolbens hindurch erstreckt, angetrieben. Dies ist reibungsgünstig und ermöglicht bei Bedarf einen positiven Antrieb der Ventile über die Kurbelwelle.

[0007] Die Unteransprüche sind auf vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Hubkolbenverdichters gerichtet.

Ausführungsbeispiel

[0008] Die Erfindung wird im Folgenden anhand schematischer Zeichnungen beispielsweise und mit weiteren Einzelheiten erläutert.

[0009] Es stellen dar:

[0010] [Fig. 1](#) einen schematischen Querschnitt durch einen Hubkolbenverdichter,

[0011] [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) unterschiedliche perspektivische Ansichten eines Kolbens mit den Kolben durchragenden Kurbelwellen,

[0012] [Fig. 4](#) eine perspektivische Ansicht zweier Kurbelwellen für einen zweizylindrigen Hubkolbenverdichter,

[0013] [Fig. 5](#) die Kurbelwellen gemäß [Fig. 4](#) mit zugehörigen Kolben,

[0014] [Fig. 6](#) bis [Fig. 8](#) unterschiedliche perspektivische Ansichten eines an einer Seite der Kurbelwellen angeordneten, einem Zylinder zugehörigen Kurbel-/Ventiltriebs,

[0015] [Fig. 9](#) ein Einlassventil im Zusammenwirken mit einem Ventilglied,

[0016] [Fig. 10](#) ein Auslassventil im Zusammenwirken mit einem Ventilglied,

[0017] [Fig. 11](#) eine perspektivische Ansicht eines Rollenstößels,

[0018] [Fig. 12](#) eine perspektivische Ansicht des Rollenstößels gemäß [Fig. 11](#) aus anderer Perspektive,

[0019] [Fig. 13](#) Details des Nocken- und Kurbeltriebs, und

[0020] [Fig. 14](#) eine perspektivische Ansicht eines am Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine angeflanschten erfindungsgemäßen Verdichters.

[0021] Gemäß [Fig. 1](#) weist ein erfindungsgemäßer

Hubkolbenverdichter einen beidseitigen durch Stirnwände verschlossenen Zylinder **2** auf, in dem ein Kolben **4** hin und her beweglich ist. Der Kolben **4** enthält zwei in gegenseitigen Abstand angeordnete Kolbenböden **6** und **8**, die vorteilhafterweise an ihren Umfangsrändern zur Abdichtung mit Kolbenringen bestückt sind und die im Inneren des Zylinders **2** zwei Arbeitskammern **10** und **12** abtrennen. Die beiden Kolbenböden **6** und **8** sind über Streben **14** starr miteinander verbunden, beispielsweise verschraubt. An den einander zugewandten Innenseiten der Kolbenböden **6** und **8** sind Führungsflächen **16** und **17** ausgebildet, die zur Führung von Gleitsteinen **18** dienen.

[0022] In den Stirnwänden des Zylinders **2** sind Öffnungen für jeweils wenigstens ein Einlassventil **20** bzw. **22** und Auslassventil **24** bzw. **26** ausgebildet.

[0023] Der Zylinder **2** ist mittels Halterungen, die Trennwände **28** und **30** bilden, in einem Gehäuse **32** aufgenommen. Das Gehäuse **32** weist wenigstens eine Ansaugöffnung **34** und eine Ausstoßöffnung **36** auf, wobei, wie ersichtlich, ein zwischen dem Außengehäuse **32** und dem Zylinder **2** gebildeter Zwischenraum durch die Trennwände **28** und **30** derart unterteilt ist, dass ein Einlasskanal **38** gebildet ist, der die Ansaugöffnung **34** mit den Einlassventilen **20** und **22** bzw. von diesen wahlweise geöffneten oder geschlossenen, in die Arbeitskammern **10** und **12** führenden Einlassöffnungen verbindet, und ein Auslasskanal **40** gebildet ist, der die Auslassventile **24**, **26** bzw. von diesen wahlweise geöffneten oder verschlossenen Auslassöffnungen der Arbeitskammern **10** und **12** mit der Ausstoßöffnung **36** verbindet.

[0024] In [Fig. 1](#) ist die Bewegungsrichtung des Kolbens **4** waagrecht. In den [Fig. 2](#) bis [Fig. 8](#) ist sie senkrecht, so dass die Darstellungen der [Fig. 2](#) bis [Fig. 8](#) in Anwendung auf die Anordnung gem. [Fig. 1](#) um 90° gedreht werden.

[0025] Die [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) zeigen perspektivische Ansichten des Kolbens **4** mit jeweils zwei den Kolben durchquerenden Kurbelwellen **42** und **44**. Die relativ zum Zylinder **2** bzw. dem Gehäuse **32** ortsfesten Achsen der Kurbelwellen sind in [Fig. 1](#) mit A bezeichnet. Jede Kurbelwelle weist wenigstens je eine exzentrisch zu ihrer Achse angeordnete Kurbelscheibe **46** bzw. **48** auf, die mit den Gleitsteinen **18** zusammenwirkt, die längs der Führungsflächen **16**, **17** der Kolbenböden **6** und **8** linear senkrecht zu den Achsen der Kurbelwellen verschiebbar sind, so dass eine Gleitstein- bzw. Kulissenführung geschaffen ist, mit der die umlaufende exzentrische Bewegung der Kurbelscheiben in an sich bekannter Weise in eine oszillierende Bewegung des innerhalb des Zylinders **2** geführten Kolbens umgewandelt werden kann. Die Gleitsteine sind vorteilhafterweise zur einfachen Montierbarkeit unterteilt.

[0026] [Fig. 4](#) zeigt die Kurbelwellen **42** und **44** in einer Ausbildung für jeweils zwei innerhalb eines Gehäuses **32** ([Fig. 1](#)) hintereinander angeordnete Zylinder **2**, in denen jeweils ein Kolben **4** arbeitet. Im dargestellten Beispiel sind jedem Kolben an der Kurbelwelle **42** zwei Kurbelscheiben **46** und an der Kurbelwelle **44** eine Kurbelscheibe **48** zugeordnet, die mit entsprechenden Gleitsteinen **18** zusammenarbeiten. Wie ersichtlich, sind die Kurbelscheiben **46** und **48** axial gegeneinander versetzt, so dass sich ihre Bewegungsbahnen radial durchdringen, wodurch ein kleinerer Abstand zwischen den Kurbelwellen **42** und **44** möglich ist. Zum Massenausgleich der oszillierenden Kräfte sind die Kurbelwellen **42** und **44** in an sich bekannter Weise mit Ausgleichsmassen **50** bzw. **52** versehen.

[0027] Die Kurbelwellen **42** und **44** können beispielsweise jeweils in der Wandung der Zylinder **2** gelagert sein.

[0028] Zum Antrieb der Ventile **20**, **22**, **24** und **26** weisen die Kurbelwellen Nocken **54** und **56** auf, mit denen über Betätigungsglieder die Ventile betätigt werden. Damit von extern nur eine der Kurbelwellen **42**, **44** angetrieben werden muss, ist an jeweils einem Ende der Kurbelwelle drehfest ein Zahnrad **58** bzw. **60** mit der jeweiligen Kurbelwelle verbunden. Die Zahnräder **58** und **60** sind gleich groß und kämmen ineinander, so dass die Kurbelwellen **42** und **44** sich gegensinnig mit gleicher Drehzahl drehen. Vorteilhafterweise dienen die Zahnräder **58**, **60** als Elemente einer Zahnrادpumpe, die in einem Kühlmittel- und/oder Schmiermittelkreislauf des Verdichters angeordnet ist.

[0029] Die [Fig. 5](#) zeigt die mit den Kurbelwellen gem. [Fig. 4](#) zusammengebauten Kolben.

[0030] Die [Fig. 6](#) zeigt in perspektivischer Ansicht Ausschnitte eines gemäß der Figur linksseitig der Kurbelwellen **42**, **44** angeordneten, einem Zylinder zugeordneten Kurbel-/Ventiltriebs.

[0031] Im dargestellten Beispiel sind an jeder Kurbelwelle **42** bzw. **44** beidseitig außerhalb des Zylinders Nocken **54** bzw. **56** ausgebildet, mit denen Rollenstößel **62** bzw. **64** zusammenarbeiten, die jeweils ein den Zylinder brückenartig übergreifendes Ventilglied **66** bzw. **68** betätigen. Das gemäß [Fig. 6](#) linke Ventilglied **66** betätigt mehrere Einlassventile **20** ([Fig. 1](#)). Das rechte Ventilglied **68** betätigt mehrere Auslassventile **24**. Im dargestellten Beispiel sind die Ventile an den jeweiligen Ventilgliedern zwangsgeführt. Wie ersichtlich, sind im dargestellten Beispiel jeweils vier Einlassventile und vier Auslassventile an einer Stirnwand des Zylinders **2** angeordnet und werden mittels je eines Ventilgliedes betätigt.

[0032] Da sich, wie aus [Fig. 1](#) ersichtlich, die Ein-

lassventile **20**, **22** und die Auslassventile **24**, **26** jeweils gegenüberliegen, sind die linkseitig bzw. rechtsseitig ([Fig. 1](#)) oder oberhalb bzw. unterhalb der Kolben ([Fig. 2](#) bis [Fig. 8](#)) angeordneten Ventiltreibe einander gleich bzw. spiegelsymmetrisch angeordnet.

[0033] Wenn der Verdichter im Zweitaktbetrieb betrieben wird, werden die Einlassventile und die Auslassventile bezüglich der Drehung der Kurbelwellen jeweils um etwa 180° phasenverschoben betätigt, so dass sich bei gegensinniger Drehung der nebeneinander angeordneten Kurbelwellen **42**, **44** mit gleicher Drehzahl und zweckentsprechender Ausbildung des Nocken **54**, **56** eine phasenrichtige Betätigung der jeweiligen Ventile ergibt.

[0034] Anhand der [Fig. 9](#) bis [Fig. 13](#) wird im Folgenden der Ventiltrieb genauer erläutert: Die Ventilglieder **66** bzw. **68** sind in nicht dargestellten gehäusesfesten Führungen linear beweglich geführt und werden von den Nocken **54** bzw. **56** gegen die Kraft der Federn **70** bzw. **72**, die sich zwischen dem Gehäuse **32** und dem jeweiligen Ventilglied abstützen, hin- und herbewegt.

[0035] Das brückenartige Ventilglied **66** ([Fig. 9](#)), das die Auslassventile **20** betätigt, enthält für jedes Auslassventil einen Führungsdurchlass **74**, durch den sich der Schaft des Auslassventils **20** hindurch erstreckt und der in eine Ausnehmung **76** führt, in der der Schaft des Ventils endet. Zwischen einem Endflansch **78** des Ventilschafts und dem Ventilglied **66** stützt sich eine Ventulfeder **80** ab, die das Auslassventil **20** in Schließstellung drängt. Dem Endflansch **28** gegenüberliegend ist in das Ventilglied **66** eine Madenschraube **82** eingeschraubt, die zur Spieleinstellung dient.

[0036] Das die Auslassventile **24** betätigende Ventilglied **68** ([Fig. 10](#)) weist ebenfalls für jedes Auslassventil **24** einen Führungsdurchlass **84** auf, durch den sich der Ventilschaft hindurch erstreckt. Der Ventilschaft **84** endet in einem beispielsweise mit ihm verschraubten Anschlag **86**, dessen Abstand vom Ventilteller zur Spieleinstellung einstellbar ist. Zwischen dem Ventilglied **68** und dem Ventil stützt sich eine Ventulfeder **88** ab.

[0037] Mit der in den [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) beschriebenen Konstruktion, die in vielfältiger Weise abgeändert werden kann, wird erreicht, dass für die Ventilschäfte keine eigene gehäusesfeste Führung erforderlich ist, dass die Einlassventile **20** gemäß [Fig. 9](#) jeweils bei einer Bewegung nach unten des Ventilglieds **66** geöffnet werden und die Auslassventile **24** gemäß [Fig. 10](#) bei einer Bewegung des Ventilglieds **68** nach oben geöffnet werden. Zusätzlich kann durch entsprechende Dimensionierung der Federn **80** bzw. **88** erreicht werden, dass das Einlassventil **20** bei star-

kem Unterdruck in der zugehörigen Arbeitskammer öffnet, ohne dass das Ventilglied **66** bewegt wird und/oder dass das Auslassventil **24** bei starkem Überdruck in der zugehörigen Arbeitskammer öffnet, ohne dass das Ventilglied **68** bewegt wird.

[0038] Die [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) zeigen einen Rollenstößel **62** mit in ihm gelagerte Rolle **88** und gehäusefester Führung **90**.

[0039] Die [Fig. 13](#) zeigt einen Ausschnitt der beiden Kurbelwellen **42** und **44** mit den Nocken **54** und **56**. Im Unterschied zu der Ausführungsform gemäß [Fig. 6](#) bis [Fig. 8](#) hat die Kurbelwelle **42** nur eine Kurbelscheibe **46**, wohingegen die Kurbelwelle **44** zwei Kurbelscheiben **48** aufweist. Wie ersichtlich, ist der Nocken **54**, der die den Einlassventilen zugeordneten Rollenstößel bzw. Brückenglieder **66** betätigt, als „Negativnocken“ ausgebildet, der das Brückenglied **66** normalerweise in die Stellung gem. [Fig. 9](#) gegen die Federn **70** drängt und lediglich in seinem mit kleinerem Durchmesser ausgebildeten Nockenbereich eine gemäß [Fig. 9](#) erfolgende Abwärtsbewegung des Ventilglieds **66** zur Öffnung des Einlassventils **20** bewirkt. Der den Auslassventilen zugeordnete Nocken **56** der Kurbelwelle **44** ist als normaler Nocken mit im Durchmesser vergrößerter Nockenerhebung ausgebildet.

[0040] Der Zusammenbau des beschriebenen Kolbenverdichters geschieht wie folgt: Zunächst wird das eigentliche Triebwerk, wie in [Fig. 5](#) dargestellt, zusammengebaut, indem die Kurbelwellen und die Gleitsteine auf jeweils zwei benachbart liegenden Kolbenböden angeordnet werden und die jeweils anderen Kolbenböden dann mittels der Streben **14** montiert werden, so dass die Baugruppe gemäß [Fig. 5](#) entsteht.

[0041] Über den Kolben **4** werden dann die Zylinder **2** angebracht, die jeweils aus zwei mittig unterteilten Hälften bestehen. Anschließend werden die Ventiltreibe in jeweils an den Zylindern angebrachten Montageflächen montiert und die gesamte Anordnung wird in dem ebenfalls zweiteilig ausgebildeten Gehäuse **32** zusammengebaut. Die Zylinderhälften und die Gehäusehälften können einteilig miteinander ausgebildet sein.

[0042] [Fig. 14](#) zeigt einen erfindungsgemäßen Kolbenverdichter **92** an die Ansaugseite eines Motorgehäuses bzw. Zylinderkopfes **94** eines Verbrennungsmotors angeflanscht. Mit **96** ist eine Riemenscheibe zum Antrieb eines der Kurbelwellen bezeichnet.

[0043] An der Ansaugöffnung **34** des Gehäuses **32** kann zusätzlich eine nicht dargestellte Ansaugbaugruppe angeflanscht sein, die beispielsweise eine Drosselklappe und/oder eine Einrichtung zum Messen der einströmenden Luftmenge usw. enthalten

kann.

[0044] Die Funktion des beschriebenen Verdichters ist folgende:

Vorteilhafterweise wird der Verdichter im Zweitaktbetrieb betrieben. Wenn sich der Kolben **4** gemäß [Fig. 1](#) von links nach rechts bewegt, werden vor allem das Einlassventil **20** und das Auslassventil **26** derart betätigt, dass in die Arbeitskammer **10** Frischluft einströmt und aus der Arbeitskammer **20** komprimierte Frischluft bei zweckentsprechendem Druckniveau ausgestoßen wird. Das Einlassventil **22** und das Auslassventil **24** sind bei der Bewegung von links nach rechts des Kolbens **4** vorteilhafterweise zu. Bei der Bewegung des Kolbens von rechts nach links erfolgen die Betätigungen der Ventile in entgegengesetzter Weise, d.h. die Frischladungsströmung wird dann vom Einlassventil **22** und Auslassventil **24** bestimmt, wo hingegen die Ventile **20** und **26** bevorzugt zu sind. Es versteht sich, dass durch geeignete, an sich bekannte, Phasenverstelleinrichtungen und/oder Hubverstelleinrichtungen die Einlassventile und Auslassventile derart gesteuert werden können, dass die geförderte Luftmenge (Luftmassenstrom) an die jeweiligen, für eine Brennkraftmaschine erforderlichen Betriebsbedingungen angepasst werden können und der Verdichter durch zweckentsprechende Einstellung der jeweiligen Öffnungs- und Schließzeitpunkte der Ventile relativ zu den Totpunkten der Kolbenbewegung mit hohem Wirkungsgrad arbeitet.

[0045] Im Folgenden werden funktionale Besonderheiten des geschilderten Kolbenverdichters erläutert, wobei auch Beispiele möglicher Abänderungen und zusätzlicher Merkmale angegeben werden:

1. Bauform insgesamt:

[0046] Der erfindungsgemäße Hubkolbenverdichter arbeitet, auch wenn sie nur mit einem Zylinder und einen darin angeordneten, doppelt wirkenden Kolben enthält, mit hohem Wirkungsgrad und geringen Druckpulsationen. Die Ausbildung des Kolbens mit zwei in gegenseitigem Abstand angeordneten Kolbenböden, zwischen denen der Kurbeltrieb angeordnet ist, hat nicht nur den Vorteil, dass die Kurbelwelle und deren Schmierung von den Arbeitsräumen völlig getrennt ist, sondern ermöglicht auch eine problemlose Lagerung der Kurbelwelle(n) in der Zylinderwand. Der Hubkolbenverdichter kann eine beliebige Anzahl von Zylindern mit darin arbeitenden Kolben aufweisen, wobei die einzelnen Zylinder phasenversetzt betrieben werden, so dass minimale Druckpulsationen erreicht werden. Das mögliche kleine Hub/Bohrungsverhältnis ermöglicht geringe Kolbengeschwindigkeiten, was die Dauerhaltbarkeit günstig beeinflusst.

[0047] Die Konstruktion ermöglicht bezogen auf den Zylinderquerschnitt große Querschnitte der Einlass- und Auslassventile, wodurch der Verdichter mit gerin-

gen Strömungswiderständen arbeitet.

[0048] Der Lader kann druckseitig unmittelbar am Zylinderkopf bzw. einem Saugrohr eines aufzuladenden Motors angeflanscht werden. Beim Anflanschen direkt an den Zylinderkopf kann das Gehäuse **32** längs seiner Länge mehrere innerhalb des Gehäuses verbundene Ausstoßöffnungen **36** aufweisen, die direkt in die Einlasskanäle der einzelnen Zylinder führen. Saugseitig kann vor dem Verdichter ein Ansaugteil angeflanscht werden, das beispielsweise eine Drosselkappe enthält, einen Anschluss für Abgasrückführung enthält oder von dem eine Bypass-Leitung ausgeht, die unter Umgehung des Verdichters direkt in ein Saugrohr der Brennkraftmaschine führt.

[0049] Die Konstruktion ermöglicht bezogen auf das Hubvolumen ein großes Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis, wodurch große Ladungswechselventile möglich sind.

[0050] Insgesamt sind die freien Wege zwischen den Wänden des Gehäuses und des Zylinders kurz, so dass bei Kühlung der Wände auch das komprimierte Gas wirksam gekühlt wird.

2. Zum Kurbeltrieb:

[0051] Der Kurbeltrieb kann eine oder mehrere Kurbelwellen enthalten, wobei die Umsetzung der Drehbewegung der Kurbelwelle(n) in eine Hubbewegung des Kolbens über unterschiedlichste, an sich bekannte Mechanismen erfolgen kann. Der beschriebene Mechanismus mittels Gleit- bzw. Kulissensteinen ist einfach montierbar, arbeitet reibungsgünstig und führt zu einer weichen, sinusförmigen Bewegung der Kolben.

[0052] Die geschilderte Ausführungsform mit zwei gegensinnig drehenden Kurbelwellen kann als Lancaster-Ausgleich arbeiten, wobei oszillierende, sinusförmige Massenkräfte von Kolben- und Gleitsteinen im Kurbeltrieb jedes Kolbens komplett ausgeglichen werden. Weiter ist jeder einzelne Zylinder ausgeglichen, so dass von keinem Zylinder dynamische Massenkräfte in das Gehäuse eingeleitet werden. Weiterhin gibt es keine nach außen wirkenden Massenkräfte außerhalb des Gehäuses, so dass der erfindungsgemäße Verdichter sehr schwingungsarm arbeitet.

[0053] Die geschilderte Ausführungsform der Hubzapfen bzw. der Kurbelscheiben mit gegenseitigem axialen Versatz führt einerseits zu einer kompakten Bauweise und andererseits, zu einer geringen mechanischen Beanspruchung und damit hoher Drehzahlfestigkeit des Kurbeltriebs.

[0054] Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass der bzw. die Kolben sich seitenkraftfrei bewegen, was die Rei-

bungsverluste vermindert und die Lebensdauer erhöht. Die hemdfrei ausgeführten Kolbenböden tragen zur Gewichtsverminderung bei. Es treten keine Kippkräfte auf.

[0055] Die Zahnräder **58** und **60** an den Enden der Kurbelwellen (**Fig. 4**) dienen zur Synchronisation und Leistungsübertragung zwischen den Kurbelwellen. Die Zahnräder können auch durch Umschlingungsmittel, wie einen Zahnriemen, ersetzt sein. Es muss nur eine Kurbelwelle von einem Ende her angetrieben werden, beispielsweise mittels der Riemenscheibe **96** (**Fig. 14**).

3. Kühlung/Schmierung:

[0056] Die Zahnräder **58** und **60** (**Fig. 4**) können als Elemente einer Zahnradpumpe verwendet werden, mit der ein Kühl/Schmierfluid gefördert werden kann, das in in dem Verdichter bzw. Lader ausgebildeten Kanälen umläuft. Vorteilhafterweise werden zumindest die die Arbeitskammer **10** und **12** begrenzenden Wände des Zylinders gekühlt, wobei die kurzen Wärmeleitwege für eine effiziente Kühlung sorgen. Der Lader kann zusätzlich einen vor der Ausstoßöffnung **36** angeordneten internen Wärmetauscher aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann die verdichtete Luft vor ihrem Eintritt in die Brennkraftmaschine einen externen Wärmetauscher durchströmen.

[0057] Der vorteilhaft integriert ausgebildete Schmiermittel/Kühlmittelkreislauf des Laders kann mit dem der Brennkraftmaschine verbunden sein oder getrennt davon ausgebildet sein.

[0058] Generell liegt ein wichtiger Aspekt des erfindungsgemäßen Verdichters darin, dass einerseits die durch die Ausstoßöffnung **36** strömende verdichtete Luft frei von jeglichem Schmiermittel ist und andererseits möglichst kühl ist. Für beides ist vorteilhaft, dass die beiden Kurbelwellen, die gleichzeitig Nockenwellen sind, zwischen den Kolbenböden hindurchgeführt sind und im Zylinder **2** mittels einfach dichtbarer Lager gelagert sind, so dass innerhalb des Kolbens jeweils ein nach außen dichter Schmiermittelraum gebildet ist, dem flüssiges Schmiermittel, das gleichzeitig als Kühlmittel dient, durch die Kurbelwellen hindurch zugeführt werden kann. Das Schmier-/Kühlmittel kann die Kolbenböden von innen her effektiv kühlen. Es versteht sich, dass durch die Zylinderwand, den Zwischenraum zwischen dem Zylinder und dem Gehäuse sowie das Gehäuse hindurchführende Kanäle ein Fluidrücklauf gebildet ist, so dass das Kühl-/Schmiermittel umläuft.

[0059] Schafftführungen für die Rollenstößel **64** können durch die Kurbelwellen hindurch benetzend derart geschmiert werden, dass das Schmiermittel nicht in die Frischluft gelangt. Vorteilhaft sind sehr harte Stößelschaftenden bzw. Kontaktflächenkombinationen.

nen.

[0060] Für die Anbindung der Ventile an Ventilhebel oder, wie im dargestellten Beispiel, an die brückenartigen Ventilglieder ist eine reibungs- und verschleißgünstige Werkstoffpaarung vorteilhaft.

[0061] Für die Führungen der Rollenstößel und der Ventile sind Materialpaarungen vorteilhaft, die in an sich bekannter Weise mit Festschmierstoffen versehen sind oder mit Schmiermittel getränkt sind. Auch ist es möglich, die Sitzringe mit Festschmierstoffanteil zu versehen oder mit Schmiermittel zu tränken.

[0062] Wegen der niedrigen Betriebstemperaturen ist das Arbeiten mit Festschmierstoffen oder mit getränkten Führungsbuchsen möglich, so dass der Umlauf von flüssigem Schmier- bzw. Kühlmittel auf die Schmiermittellräume innerhalb der Kolben beschränkt sein kann.

[0063] Auch durch den Einsatz keramischer Werkstoffe ist es möglich, den Bedarf an Flüssigschmiermitteln auf ein Minimum herabzusetzen.

4. Ladungswechselsteuerung:

[0064] Wie erläutert, arbeitet der erfindungsgemäße Lader vorteilhafterweise im Zwei-Takt-Verfahren. Die Einlass- und Auslassventile können auf unterschiedlichste Art betätigt werden. Im Ausführungsbeispiel können sie bei geeigneter Dimensionierung der Federn nicht nur über die Ventilglieder betätigt werden, sondern auch als Rückschlagventile arbeiten, wobei die Einlassventile bei Unterdruck in der jeweiligen Arbeitskammer öffnen und die Auslassventile bei Überdruck öffnen. In alternativen Ausführungsformen können nur die Einlassventile oder nur die Auslassventile als Rückschlagventile ausgebildet sein und die anderen Ventile von der oder den Kurbelwellen betätigt sein.

[0065] Auch bei Zwangssteuerung der Ventile, insbesondere der Auslassventile, lässt sich eine Selbststeuerungsfunktion realisieren, wenn der Druckabfall an den Ventilen einen vorbestimmten Wert übersteigt.

[0066] Die Einlass- und/oder Auslassventile können mittels an sich bekannter Ventilbetätigungsmechanismen, beispielsweise durch Änderung der wirksamen Abgriffshebel und/oder der Abgriffswinkel, auch derart angesteuert werden, dass ihre Öffnungs- bzw. Schließfunktion variabel ist, und/oder können in Öffnungs- oder Schließstellung gehalten werden.

5. Steuerung bzw. Regelung des Verdichters:

[0067] Die Drehzahl der Kurbelwellen des Verdichters kann starr mit der Kurbelwelle einer Brennkraft-

maschine gekoppelt sein. Zwischen der aufzuladen- den Brennkraftmaschine und dem Verdichter kann ein Getriebe mit stufenweise oder stufenlos einstell- barer Übersetzung angeordnet sein. Mittels einer Kupplung kann der Verdichter vollständig von der Brennkraftmaschine abgekuppelt werden.

[0068] Die Fördermenge des Verdichters kann auch durch variable Ansteuerung der Ventile verändert werden, wobei bei in Offenstellung befindlichen Ven- tilen ein strömungsarmer Weg von der Ansaugöff- nung **34** zur Ausstoßöffnung **36** ([Fig. 1](#)) besteht.

[0069] Alternativ kann bei außer Betrieb befindli- chen Verdichter der Brennkraftmaschine über eine Bypass-Leitung Frischluft zugeführt werden.

[0070] Je nach Bedarf können einzelne Zylinder ab- geschaltet werden.

[0071] Die Fördermenge des Laders kann durch steuerbare Öffnungen in den Trennwänden **28** und **30** bedarfsgerecht verändert werden. Der Einlassöff- nung **34** kann eine Drosselklappe vorgeschaltet sein.

[0072] Es können mehrere Verdichter parallel oder hintereinander geschaltet an einer Brennkraftmaschi- ne verwendet werden.

[0073] Um die Kolbenböden noch weniger zu bean- spruchen, kann jede der Kurbelwellen mit zwei oder mehr jedem Kolben zugeordneten Kurbelscheiben versehen sein.

[0074] Die Ventile können auch völlig unabhängig von der Drehung der Kurbelwelle durch eigene An- triebe, wie elektromagnetische, hydraulische oder andere geeignete Antriebe betätigt werden. Anstelle der beiden Kurbelwellen kann sich durch jeden Kol- ben nur eine Kurbelwelle hindurch erstrecken usw.

[0075] Zusammenfassend bietet der Verdichter zahlreiche Möglichkeiten zur Regelung von maxima- ler Verdichtung der Luft über leichte Verdichtung, kei- ne Verdichtung bis zum Rückschub, bei dem der Ver- dichter zum Bremsen verwendet wird.

[0076] Der erfindungsgemäße Verdichter bzw. La- der eignet sich zum Aufladen aller Arten von Brenn- kraftmaschinen, Zwei-Takt-Maschinen, Vier-Takt-Ma- schinen oder mit anderen Taktfolgen arbeitende Ma- schinen, Otto-Motoren, Diesel-Motoren, Gas-Moto- ren usw.

Bezugszeichenliste

2	Zylinder
4	Kolben
6	Kolbenboden
8	Kolbenboden
10	Arbeitskammer
12	Arbeitskammer
14	Strebe
16	Führungsfläche
17	Führungsfläche
18	Gleitstein
20	Einlassventil
22	Einlassventil
24	Auslassventil
26	Auslassventil
28	Trennwand
30	Trennwand
32	Gehäuse
34	Ansaugöffnung
36	Ausstoßöffnung
38	Einlasskanal
40	Auslasskanal
42	Kurbelwelle
44	Kurbelwelle
46	Kurbelscheibe
48	Kurbelscheibe
50	Ausgleichsmasse
52	Ausgleichsmasse
54	Nocken
56	Nocken
58	Zahnrad
60	Zahnrad
62	Rollenstößel
64	Rollenstößel
66	Ventilglied
68	Ventilglied
70	Feder
72	Feder
74	Führungsdurchlass
76	Ausnehmung
78	Endflansch
80	Ventilfeder
82	Madenschraube
84	Führungsdurchlass
86	Anschlag
88	Rolle
90	Führung
92	Kolbenverdichter
94	Zylinderkopf
96	Riemenscheibe

Patentansprüche

1. Hubkolbenverdichter insbesondere zum Aufla- den einer Brennkraftmaschine, enthaltend wenigstens einen Zylinder (**2**), innerhalb dessen durch einen hin und her beweglichen Kolben (**4**) zwei auf voneinander abgewandten Seiten des Kolbens liegende Arbeitskammern (**10**, **12**) gebildet sind, die

jeweils wenigstens eine Einlass- und eine Auslassöffnung aufweisen, in denen jeweils ein Einlassventil (20, 22) bzw. ein Auslassventil (24, 26) arbeitet, ein den Zylinder umschließendes Gehäuse (32) mit einer Ansaugöffnung (34) und einer Ausstoßöffnung (36), wobei ein Zwischenraum zwischen dem Zylinder und dem Gehäuse durch eine Trennwand (28, 30) derart unterteilt ist, dass die Ansaugöffnung mit den Einlassöffnungen und die Ausstoßöffnung mit den Auslassöffnungen verbunden ist, und eine Kurbelwelle (42, 44) enthaltende Antriebsvorrichtung zum Hin- und Herbewegen des Kolbens, wobei bei jeweils einem Bewegungshub des Kolbens das Einlassventil einer Arbeitskammer öffnet und das der anderen Arbeitskammer schließt und das Auslassventil der einen Arbeitskammer schließt und das der anderen Arbeitskammer öffnet, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolben (4) als Doppelkolben mit zwei in gegenseitigem Abstand angeordneten Kolbenböden (6, 8) ausgebildet ist und dass sich die wenigstens eine Kurbelwelle (42, 44) durch den Doppelkolben quer zu dessen Bewegungsrichtung hindurch erstreckt und mit dem Doppelkolben zwischen dessen Kolbenböden in Eingriff ist.

2. Hubkolbenverdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet dass die wenigstens eine Kurbelwelle (42, 44) in dem Zylinder (2) und/oder dem Gehäuse (32) gelagert ist und die Bewegungsübertragung zwischen dem Kolben (4) und der Kurbelwelle (42, 44) über einen an dem Kolben (4) verschiebbaren Gleitstein (18) erfolgt.

3. Hubkolbenverdichter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsvorrichtung zwei gegensinnig mit gleicher Drehzahl drehende Kurbelwellen (42, 44) aufweist, die sich durch den Doppelkolben quer zu dessen Bewegungsrichtung hindurch erstrecken.

4. Hubkolbenverdichter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine der Kurbelwellen (42, 44) extern antreibbar und mit der anderen Kurbelwelle in drehfestem Eingriff ist.

5. Hubkolbenverdichter nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass Hubbewegungsantriebe (18, 46; 18, 48) zwischen den Kurbelwellen (42, 44) und dem Kolben (4) axial zueinander versetzt sind und sich radial überlappen.

6. Hubkolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der Ventile (20, 22, 24, 26) von einer Kurbelwelle (42, 44) betätigt wird.

7. Hubkolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass für we-

nigstens eines der Ventile (20, 22, 24, 26) ein von der Kolbenbewegung unabhängig ansteuerbarer Betätigungsmechanismus vorgesehen ist.

8. Hubkolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass von wenigstens einem an der Kurbelwelle (42, 44) ausgebildeten Nocken (54, 56) ein an dem Gehäuse (32) geführtes Ventilglied (66, 68) bewegt wird, in dem ein Schaft wenigstens eines Einlass- oder Auslassventils (20, 22) geführt ist, welches Ventil sich an dem Ventilglied über eine Feder (80, 88) derart abstützt, dass es von dem Ventilglied betätigbar ist und unabhängig von dem Ventilglied bewegbar ist.

9. Hubkolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch ein drehfest mit einer Kurbelwelle (42, 44) verbundenes Zahnrad (58, 60) welches ein Pumpglied eines Kühl- und/oder Schmiersystems des Verdichters bildet.

10. Hubkolbenverdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere, in einem gemeinsamen Gehäuse (32) aufgenommene Zylinder (2) mit darin angeordneten Kolben (4), von wenigstens einer gemeinsamen Kurbelwelle (42, 44) hin und her bewegt werden.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

