

(19)



(11)

EP 2 708 745 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.03.2014 Patentblatt 2014/12

(51) Int Cl.:
F04B 25/00^(2006.01) F04B 49/035^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13184131.4**

(22) Anmeldetag: **12.09.2013**

(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

(71) Anmelder: **KNORR-BREMSE Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH 80809 München (DE)**

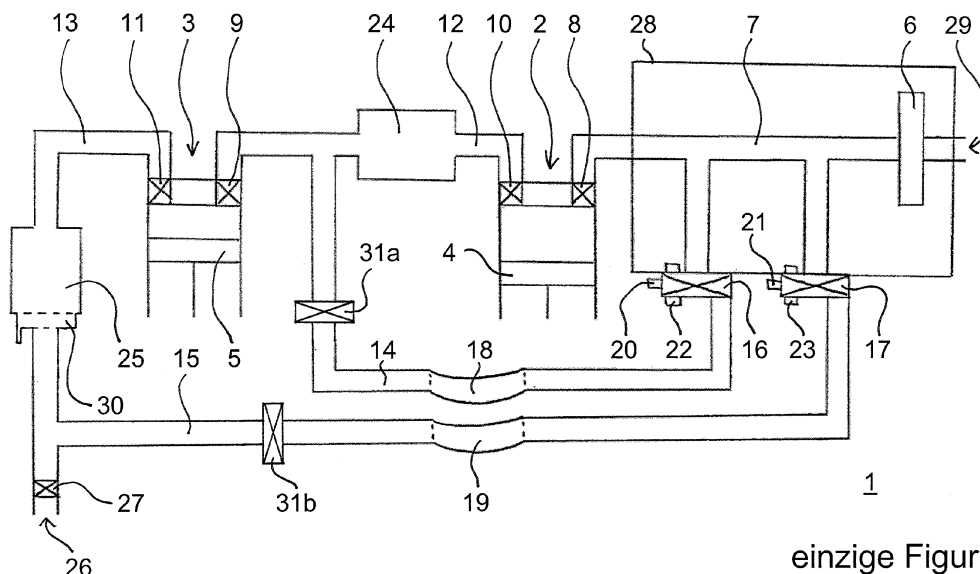
(72) Erfinder:
• **Hartl, Michael 82008 Unterhaching (DE)**
• **Kramer, Michael 80937 München (DE)**
• **Springl, Cornelia 80937 München (DE)**

(30) Priorität: **13.09.2012 DE 102012108576**

(54) Mehrstufiger Kolbenverdichter mit Leerlaufventilen zur Erzeugung einer Leerlauffunktion

(57) Ein mehrstufiger Kolbenverdichter (1) zur Erzeugung von Druckluft weist mindestens zwei Zylinder (2, 3) auf, in denen jeweils ein über einen Kurbeltrieb bewegbarer Kolben (4, 5) zum Komprimieren von durch eine mit einem Luftfilterelement (6) bestückte Luftleitung (7) angesaugter Luft angeordnet ist, wobei jeweils mindestens ein als Lamellenventil ausgebildetes, zylinderkopfseitig angeordnetes Einlassventil (8, 9) fluidtechnisch mit den mindestens zwei Zylindern (2, 3) verbunden ist, um die zu komprimierende Luft in die mindestens zwei Zylinder (2, 3) zu leiten, wobei ferner jeweils min-

destens ein als Lamellenventil ausgebildetes, zylinderkopfseitig angeordnetes Auslassventil (10, 11) fluidtechnisch mit den mindestens zwei Zylindern (2, 3) verbunden ist, um die vom Kolben (4, 5) komprimierte Luft aus den mindestens zwei Zylindern (2, 3) in jeweils eine Druckluftleitung (12, 13) ausströmen zu lassen, wobei ferner mindestens eine Rücklaufleitung (14, 15) von der jeweiligen Druckluftleitung (12, 13) abführt, und wobei in der mindestens einen Rücklaufleitung (14, 15) jeweils ein Leerlaufventil (16, 17) angeordnet ist, um eine Leerlauffunktion des mehrstufigen Kolbenverdichters (1) zu realisieren.



einzigste Figur

EP 2 708 745 A1

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen mehrstufigen Kolbenverdichter zur Erzeugung von Druckluft mit mindestens zwei Zylinder, in denen jeweils ein über einen Kurbeltrieb bewegbarer Kolben zum Komprimieren von durch eine mit einem Luftfilterelement bestückte Luftleitung angesaugter Luft angeordnet ist, wobei jeweils mindestens ein als Lamellenventil ausgebildetes, zylinderkopfseitig angeordnetes Einlassventil fluidtechnisch mit den mindestens zwei Zylindern verbunden ist, um die zu komprimierende Luft in die mindestens zwei Zylinder zu leiten, wobei ferner jeweils mindestens ein als Lamellenventil ausgebildetes, zylinderkopfseitig angeordnetes Auslassventil fluidtechnisch mit den mindestens zwei Zylindern verbunden ist, um die vom Kolben komprimierte Luft aus den mindestens zwei Zylindern in jeweils eine Druckluftleitung ausströmen zu lassen.

[0002] Das Einsatzgebiet der vorliegenden Erfindung erstreckt sich vornehmlich auf den Schienenfahrzeug- und Nutzfahrzeugbereich, in welchem Kolbenverdichter zum komprimieren von Umgebungsluft insbesondere im Bereich von Druckluft betriebenen Bremssystemen zum Einsatz kommen. Die Kolbenverdichter beziehen ihre Antriebsenergie entweder direkt von einem Verbrennungsmotor des Fahrzeuges oder sind mit einem separaten Antrieb, meist ein Elektromotor, ausgestattet. Im Falle des Einsatzes im Nutzfahrzeug wird in zunehmendem Maße die durch den Kolbenverdichter erzeugte Druckluft neben dem Betrieb der Bremsanlage auch zum Betrieb der Luftfederungsanlage genutzt. Aufgrund des damit einhergehenden großen Druckluftbedarfs mit hohen Systemdrücken eignen sich hier insbesondere mehrstufige Kolbenkompressoren.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0003] Kolbenverdichter dienen der Kompression von Gasen, meist Luft, die als Arbeitsmedium zum Betrieb verschiedenster Aggregate genutzt werden. Im Betrieb sind Kolbenverdichter beispielsweise fluidtechnisch an einem Druckluftbehälter angeschlossen, so dass der Druckluftbehälter mit komprimierter Luft befüllt wird, bis ein vorgebbares Druckniveau erreicht ist. Zu diesem Zeitpunkt öffnet ein zwischen dem Kolbenverdichter und dem Druckluftbehälter angeordnetes Regelventil, so dass die vom Kolbenverdichter geförderte Luft entweicht.

[0004] Der Kolbenverdichter selbst kann oftmals nicht abgeschaltet werden, da er zum Beispiel mit dem Fahrzeugmotor fest gekoppelt ist. Zwischen dem Regelventil und dem Kolbenverdichter befinden sich jedoch im Allgemeinen längere Druckleitungen, so dass der Kolbenverdichter bei geöffnetem Regelventil immer noch gegen den Rohrleitungswiderstand bzw. gegen einen gewissen Gegendruck arbeiten muss. Zudem tritt in diesem Fall bei mehrstufigen Kolbenverdichtern aufgrund der meist

unterschiedlichen Hubvolumina der einzelnen Stufen der Effekt auf, dass die unteren Verdichtungsstufen eine deutliche indizierte Arbeit leisten müssen.

[0005] Aus der EP 1 650 434 A1 geht ein mehrstufiger Kolbenverdichter zur Verdichtung kompressibler Medien mit mindestens einer stromaufwärts und mindestens einer stromabwärts angeordneten Verdichterstufe hervor. Jede Verdichterstufe weist mindestens einen in einem Zylinderraum geführten Kolben sowie je eine mit dem Zylinderraum durch ein Einlassventil verbundene Einlassventilkammer und eine mit dem Zylinderraum durch ein Auslassventil verbundene Auslassventilkammer auf.

[0006] Bei mindestens einer stromaufwärts angeordneten Verdichterstufe ist die Einlassventilkammer durch mindestens ein Zusatzventil mit dem Zylinderraum verbunden. Das Zusatzventil befindet sich im Ruhezustand in einer Öffnungsstellung. Bei Erreichen oder Überschreiten eines bestimmten Differenzdrucks in der Auslassventilkammer oder einer am weitesten stromabwärts angeordneten Verdichterstufe schließt dieses Zusatzventil und eine Druckerzeugung ist möglich. Umgekehrt öffnet das Zusatzventil wenn aufgrund des Öffnens des Überstromventils an dem Druckluftbehälter der Druck in der Auslassventilkammer abfällt.

[0007] Aus dem allgemein bekannten Stand der Technik geht hervor, dass in der Vergangenheit an Kolbenverdichter Leerlaufeinrichtungen zum Einsatz kamen, bei denen die Ventillamellen mittels als Ventilaushebevorrichtung dienende Klauen offen gehalten wurden, welche durch die Ventilschlitze auf die Ventillamellen gedrückt wurden. Dadurch wurde das Schließen der Ventillamellen verhindert und so die Förderleistung und die Leistungsaufnahme reduziert. Jedoch stellt der mechanische Eingriff auf die empfindlichen Ventillamellen ein Problem dar, da dadurch die Lebensdauer der Ventillamellen stark herabgesetzt wird.

[0008] Eine andere Art den Leerlauf zu erzeugen und gleichzeitig das Problem der auf die empfindlichen Ventillamellen einwirkenden Klauen zu umgehen, ist die Verwendung von Bypasseinrichtungen. Ein im Zylinderkopf integriertes Ventil wird angesteuert, um einen Bypass zu schalten, wobei die Druckluft bei möglichst geringen Leistungsverlusten am Ventil vorbeiströmt. Der Nachteil dieser Lösung ist, dass der Bauraum im Zylinderkopf beschränkt ist und sich daher im Allgemeinen nur unzureichende kleine Querschnitte realisieren lassen. Dies führt dazu, dass die Druckentlastung nur unvollständig funktioniert und im Leerlaufbetrieb eine zu hohe Leistungsaufnahme des Kompressors bestehen bleibt.

[0009] Im Allgemeinen besteht die Funktion einer Leerlaufeinrichtung darin, bei laufendem Kolbenverdichter die Förderleistung auf einen möglichst kleinen Betrag zu reduzieren und die Leistungsaufnahme weiter zu verringern. Leerlaufeinrichtungen finden Anwendung wenn der Kolbenverdichter nicht beliebig von der Antriebseinheit getrennt bzw. die Antriebseinheit nicht zum Stillstand gebracht werden kann. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn der Kompressor von einem Verbrennungsmo-

tor direkt mittels Zahnrad, Gelenkwelle oder Riemen angetrieben wird.

[0010] Weitere Beispiele für die Verwendung von Leerlaufeinrichtungen ist auch die Anlaufentlastung zur Entlastung eines als Antriebseinheiten dienenden Elektromotors. Insbesondere dann, wenn systembedingt kurzzeitige Förderleistungsunterbrechungen notwendig sind, weil beispielsweise die Druckluft nicht schnell genug abströmen kann oder in absehbarer Zeit weitere Druckluft benötigt wird.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0011] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen mehrstufigen Kolbenverdichter bereitzustellen, der ein einfaches und robustes Leerlaufsystem umfasst, welches die empfindlichen Ventillamellen mechanisch nicht beeinflusst, möglichst große Querschnitte und damit eine vollständige Entlastung bezüglich der Leistungsaufnahme und der Förderleistung gewährleistet und eine einfache und zugleich kostengünstige Bypassfunktion darstellt.

[0012] Die Aufgabe wird ausgehend von einem mehrstufigen Kolbenverdichter gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 in Verbindung mit dessen kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den nachfolgenden abhängigen Ansprüchen hervor.

[0013] Erfindungsgemäß führt mindestens eine Rücklaufleitung von der jeweiligen Druckluftleitung ab, wobei in der mindestens einen Rücklaufleitung jeweils ein Leerlaufventil angeordnet ist, um eine Leerlauf Funktion des mehrstufigen Kolbenverdichters zu realisieren. Vorzugsweise sind das mindestens eine zylinderkopfseitig angeordnete Einlassventil und das mindestens eine zylinderkopfseitig angeordnete Auslassventil während der Leerlauf Funktion weiterhin im Betrieb.

[0014] Das jeweilige Leerlaufventil hat keinen mechanischen Einfluss auf das mindestens eine zylinderkopfseitig angeordnete Einlassventil und das mindestens eine zylinderkopfseitig angeordnete Auslassventil. Ferner ist das jeweilige Leerlaufventil nicht im Bereich der Zylinderköpfe angebracht, so dass das jeweilige Leerlaufventil von den Zylinderköpfen thermisch nicht belastet wird. Somit kann das jeweilige Leerlaufventil auch als eine Dichtung aus einem Polymer ausgeführt sein, da es keiner hohen thermischen Belastung ausgesetzt ist. Darüber hinaus kann aufgrund der relativ großen Querschnitte des jeweiligen Leerlaufventils eine vollständige und schnelle Entlastung bezüglich der Leistungsaufnahme und der Förderleistung gewährleistet werden. Im Leerlaufbetrieb fördern die mindestens zwei Zylinder die Druckluft, wobei kein Gegendruck vorhanden ist und somit nicht nur die Lebensdauer des mehrstufigen Kolbenverdichters stark erhöht wird, sondern auch der Energieverbrauch stark abgesenkt wird.

[0015] Des Weiteren bevorzugt ist, dass die mindestens eine Rücklaufleitung in die Luftleitung im Abschnitt

stromabwärts des Luftfilterelements und stromaufwärts der mindestens zwei Zylinder einmündet. Die Luft wird idealer Weise in die Luftleitung im Ansaugbereich des Kolbenverdichters zurückgeführt und im Kreis gefördert.

5 Somit wird im Leerlauf die bereits gefilterte Druckluft nicht abgeblasen, so dass keine unnötigen Abblasgeräusche entstehen. Aufgrund geringerer Abblasgeräusche lassen sich zusätzliche Geräuschkämpfer einsparen. Ferner kann aufgrund des Luftkreislaufs auf die schon vorhandene, gefilterte Luft zurückgegriffen werden, um ein Ansaugen von ungefilterter Luft durch das Luftfilterelement zu verhindern, wobei das Luftfilterelement im Leerlauf nicht belastet wird. Dies erhöht die Lebensdauer des Luftfilterelements.

10 **[0016]** Es wird weiterhin vorgeschlagen, dass die mindestens eine Rücklaufleitung zumindest teilweise aus einem elastischen Material besteht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die mindestens eine Rücklaufleitung einen Schlauch aus einem polymeren Werkstoff. Der Schlauch ist idealer Weise elastisch bzw. biegsam und mit Fittings an die mindestens eine Rücklaufleitung angebracht. Dadurch wird das jeweilige Leerlaufventil von den durch den Kolbenverdichter erzeugten Pulsationen der Druckluft einerseits und von den Fahrzeugschwingungen andererseits entkoppelt. Die Funktion des jeweiligen Leerlaufventils wird von den zuvor genannten Parametern nicht beeinflusst, wodurch eine zuverlässige Funktion und lange Lebensdauer erreicht wird.

20 **[0017]** Gemäß einer die Erfindung weiter verbessernden Maßnahme wird vorgeschlagen, dass an dem jeweiligen Leerlaufventil eine Betätigungseinrichtung zur pneumatischen oder elektrischen Betätigung des jeweiligen Leerlaufventils angeordnet ist. Vorteilhafter Weise ist eine Steuereinheit der Betätigungseinrichtung zugeordnet oder in dieser integriert.

25 **[0018]** Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, dass an dem jeweiligen Leerlaufventil eine Beheizungs- vorrichtung zur Beheizung des jeweiligen Leerlaufventils angeordnet ist. Die Beheizungs- vorrichtung verhindert wenn nötig ein Einfrieren des jeweiligen Leerlaufventils. Ferner ist es auch denkbar das jeweilige Leerlaufventil über die Druckluft zu erwärmen, um das Einfrieren oder Vereisen zu verhindern.

30 **[0019]** Vorzugsweise ist stromabwärts der mindestens zwei Zylinder jeweils eine Kühleinheit zum Kühlen der komprimierten Luft in oder an der Druckluftleitung angeordnet. Die jeweilige Kühleinheit sollte vorteilhafter Weise so leistungsfähig sein, dass die Luft am Ausgang der Kühleinheit bei Gegendruck im Dauerbetrieb nicht mehr als 20°C über der Kühllufttemperatur liegt.

35 **[0020]** Des Weiteren bevorzugt ist am Ende der Druckluftleitung vor einem Druckluftaustritt ein Rückschlagventil angeordnet, um ein Abströmen der verdichteten Luft zu verhindern. Das Rückschlagventil stellt ein wichtiges Element dar, um während der Leerlauf Funktion den Luftkreislauf aufrecht zu erhalten. Ferner ermöglicht das Rückschlagventil, dass die mindestens zwei Zylinder im

Leerlaufbetrieb nicht gegen Druck arbeiten und somit der Verschleiß und der Energieverbrauch gesenkt werden, ohne den Kurbelbetrieb zu verhindern.

[0021] Es wird weiterhin vorgeschlagen, dass das jeweilige Leerlaufventil an einem das Luftfilterelement und die Luftleitung umfassenden Ansauggehäuse mechanisch befestigt ist. Besonders vorteilhaft ist dabei ein Anschrauben des jeweiligen Leerlaufventils an das Ansauggehäuse. Bei Bedarf kann somit das Leerlaufventil auf einer einfachen Art ausgetauscht werden.

[0022] Vorzugsweise ist mindestens eine Abscheiderpatrone in der mindestens einen Rücklaufleitung zwischen der jeweiligen Kühleinheit und dem jeweiligen Leerlaufventil angeordnet, um das anfallende Wasser in der Leerlaufuft zurückzuhalten. Bei der Verdichtung der Luft fällt in der jeweiligen Kühleinheit prinzipbedingt Wasser aus. Dieses Wasser sollte weder in die nachfolgende Stufe, noch in den Ansaugbereich gelangen. Die mindestens eine Abscheiderpatrone ist in einer vorteilhaften Ausführung als Umlenkabscheider ausgeführt. Vorteilhafterweise ist die mindestens eine Abscheiderpatrone mit chaotisch angeordneten Rohrabschnitten, vorzugsweise aus einer Kupferlegierung, gefüllt. Ferner können die Rohrabschnitte auch aus einem korrosionsbeständigem Stahl oder Aluminium ausgeführt sein. Vorteilhafterweise ist eine Höhe der Schichtung der Rohrabschnitte größer als der Innendurchmesser der Abscheiderpatrone. Beim Durchströmen der chaotisch angeordneten Rohrabschnitte wird die Luft verwirbelt, wodurch das Wasser abgeschieden wird.

[0023] Ferner kann die mindestens eine Abscheiderpatrone eine mittels einer Feder vorgespannten Füllung mit Raschigringen aufweisen, sodass eine Relativbewegung zwischen den Raschigringen und somit davon ausgehende Geräuschemissionen verhindert werden. Ein Durchmesser der mindestens einen Abscheiderpatrone beträgt vorzugsweise das Doppelte eines Durchmessers der mindestens einen Rücklaufleitung.

[0024] Gemäß einer die Erfindung weiter verbessernden Maßnahme wird vorgeschlagen, dass mindestens ein Entwässerungsventil zur gezielten Abführung von Wasser an der jeweiligen Kühleinheit angeordnet ist. Das mindestens eine Entwässerungsventil ist bevorzugt ein selbsttätiges Entwässerungsventil, wobei ein elektrisch angesteuertes Magnetventil ebenfalls denkbar ist. Ferner ist das selbsttätige Entwässerungsventil in einer vorteilhaften Ausführung als ein auf Druckunterschiede reagierendes Schleusenventil ausgebildet, sodass bei Druck ein Schleusenauslass geschlossen ist und ein Schleuseneingang geöffnet ist. Dadurch kann sich das Wasser in der Schleuse sammeln.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0025] Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der einzigen Figur näher dargestellt. Die

einzigste Figur zeigt eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen mehrstufigen Kolbenverdichters mit Leerlauffunktion.

5 DETAILLIERTE BESCHREIBUNG EINER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0026] Gemäß der einzigen Figur weist der mehrstufige Kolbenverdichter 1 einen Sauglufteintritt 29 auf, wodurch die Umgebungsluft angesaugt wird. Die Umgebungsluft strömt durch ein in einem Ansauggehäuse 28 angeordnetem Luftfilterelement 6, wobei Partikel die eine bestimmte Größe überschreiten, herausgefiltert werden. Die durch das Luftfilterelement 6 gereinigte Luft strömt durch eine teilweise im Ansauggehäuse 28 angeordnete Luftleitung 7 und mündet über ein als Lamellenventil ausgebildetes, zylinderkopfseitig angeordnetes Einlassventil 8 in den Zylinder 2 ein. Im Zylinder 2 bewegt sich ein Kolben 4 auf und ab, wobei danach die angesaugte Luft komprimiert wird. Die zuvor vom Kolben 4 komprimierte Luft strömt durch ein ebenfalls als Lamellenventil ausgebildetes, zylinderkopfseitig angeordnetes Auslassventil 10 aus dem Zylinder 2 heraus und in eine Druckluftleitung 12 ein. Die Druckluftleitung 12 verläuft durch eine Kühleinheit 24, in der die durch die Komprimierung aufgeheizte Druckluft gekühlt und somit entspannt wird.

[0027] Nach der Kühleinheit 24 ist an der Druckluftleitung 12 eine Rücklaufleitung 14 angeordnet, so dass die entspannte Luft teilweise über diese Rücklaufleitung 14 in die Luftleitung 7 im Abschnitt stromabwärts des Luftfilterelements 6 und stromaufwärts des Zylinders 2 strömt. In der Rücklaufleitung 14 ist ein Leerlaufventil 16 angeordnet, um eine Leerlauffunktion des mehrstufigen Kolbenverdichters 1 zu realisieren. Das zylinderkopfseitig angeordnete Einlassventil 8 und das zylinderkopfseitig angeordnete Auslassventil 10 sind während der Leerlauffunktion weiterhin im Betrieb. Das Leerlaufventil 16 weist eine Betätigungseinrichtung 20 zur elektrischen Betätigung auf. Darüber hinaus ist auch eine Beheizungs Vorrichtung 22 zum Beheizen der Elemente des Leerlaufventils 16 an dem Leerlaufventil 16 angeordnet. Dadurch wird ein Vereisen des an dem Ansauggehäuse 28 befestigten Leerlaufventils 16 sicher verhindert. Ferner ist an der Rücklaufleitung 14 ein elastischer Schlauch 18 aus einem polymeren Werkstoff angeordnet, um das Leerlaufventil 16 von den durch den Kolbenverdichter erzeugten Pulsationen der Druckluft einerseits und von den Kompressor- und Fahrzeugschwingungen andererseits zu entkoppeln. Darüber hinaus ist eine Abscheiderpatrone 31a in der Rücklaufleitung 14 zwischen der Kühleinheit 24 und dem Leerlaufventil 16 angeordnet, um das anfallende Wasser in der Leerlaufuft zurückzuhalten.

[0028] Die teilweise über die Druckluftleitung 12 strömende Druckluft gelangt über ein als Lamellenventil ausgebildetes, zylinderkopfseitig angeordnetes Einlassventil 9 in den Zylinder 3. Dieser Zylinder 3 stellt die zweite Verdichterstufe des mehrstufigen Kolbenverdichters 1

dar. Ein sich auf- und ab-bewegender Kolben 5 verdichtet die einströmende Luft und über ein ebenfalls als Lamellenventil ausgebildetes, zylinderkopfseitig angeordnetes Auslassventil 11 strömt die zuvor verdichtete Luft aus dem Zylinder 3 in eine Druckluftleitung 13. Stromabwärts der Druckluftleitung 13 ist an der Druckluftleitung 13 eine Kühleinheit 25 zum Kühlen des zuvor verdichteten und somit erwärmten Luftstroms angeordnet. Ein Entwässerungsventil 30 zur gezielten Abführung von Wasser ist an der Kühleinheit 25 angeordnet.

[0029] Am distalen Ende der Druckluftleitung 13 ist stromaufwärts von einem - hier nicht dargestellten - Druckluftbehälter ein Druckluftaustritt 26 angeordnet. Ferner ist stromaufwärts von dem Druckluftaustritt 26 ein Rückschlagventil 27 in der Druckluftleitung 13 angeordnet. Das Rückschlagventil 27 verhindert ein Abströmen der verdichteten Luft und erlaubt einen Leerlauf des mehrstufigen Kolbenverdichters 1.

[0030] Bei geschlossenem Rückschlagventil 27 strömt die verdichtete Luft über eine von der Druckluftleitung 13 abgehende Rücklaufleitung 15 in die im Ansauggehäuse 28 befindliche Luftleitung 7. Dadurch arbeiten die Zylinder 2 und 3 ohne Gegendruck, so dass die Lebensdauer des mehrstufigen Kolbenverdichters 1 stark erhöht wird. Der Aufbau der zweiten Verdichterstufe nachgeschalteten Rücklaufleitung 15 ist identisch mit dem Aufbau der ersten Verdichterstufe nachgeschalteten Rücklaufleitung 14. Somit umfasst die Rücklaufleitung 15 ebenfalls einen elastischen Schlauch 19 aus einem polymeren Werkstoff und ein Leerlaufventil 17, welches eine elektrische Betätigungseinrichtung 21 und eine Beheizungs Vorrichtung 23 aufweist. Darüber hinaus ist eine Abscheiderpatrone 31b in der Rücklaufleitung 15 zwischen Kühleinheit 25 und dem Leerlaufventil 17 angeordnet, um das anfallende Wasser in der Leerlaufleitung zurückzuhalten.

[0031] Die Erfindung ist nicht beschränkt auf die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele. Es sind vielmehr auch Abwandlungen hiervon denkbar, welche vom Schutzbereich der nachfolgenden Ansprüche mit umfasst sind. So ist es beispielsweise auch möglich das Leerlaufventil 16 pneumatisch über die Betätigungseinrichtung 20 zu steuern. Vorzugsweise erfolgt die pneumatische Steuerung in Schienenfahrzeugen, insbesondere in Zügen. Durch das Anliegen einer Steuerluft wird das Leerlaufventil 16 geöffnet und der mehrstufige Kolbenverdichter 1 in beiden Verdichterstufen entlastet, wobei die Steuerluft zur Regelung des Leerlaufes des mehrstufigen Kolbenverdichters 1 dient. Wenn Luftbedarf für das Bremssystem des Zuges besteht, liegt keine Steuerluft an und der mehrstufige Kolbenverdichter 1 fördert in den Druckluftbehälter. Ist ein Systemdruck von vorzugsweise 10 bar erreicht, so wird die Steuerluft an das Leerlaufventil 16 angelegt und der Kompressor entlastet. Der Systemdruck kann vorzugsweise über einen Druckwächter-Sensor kontrolliert werden.

Bezugszeichenliste

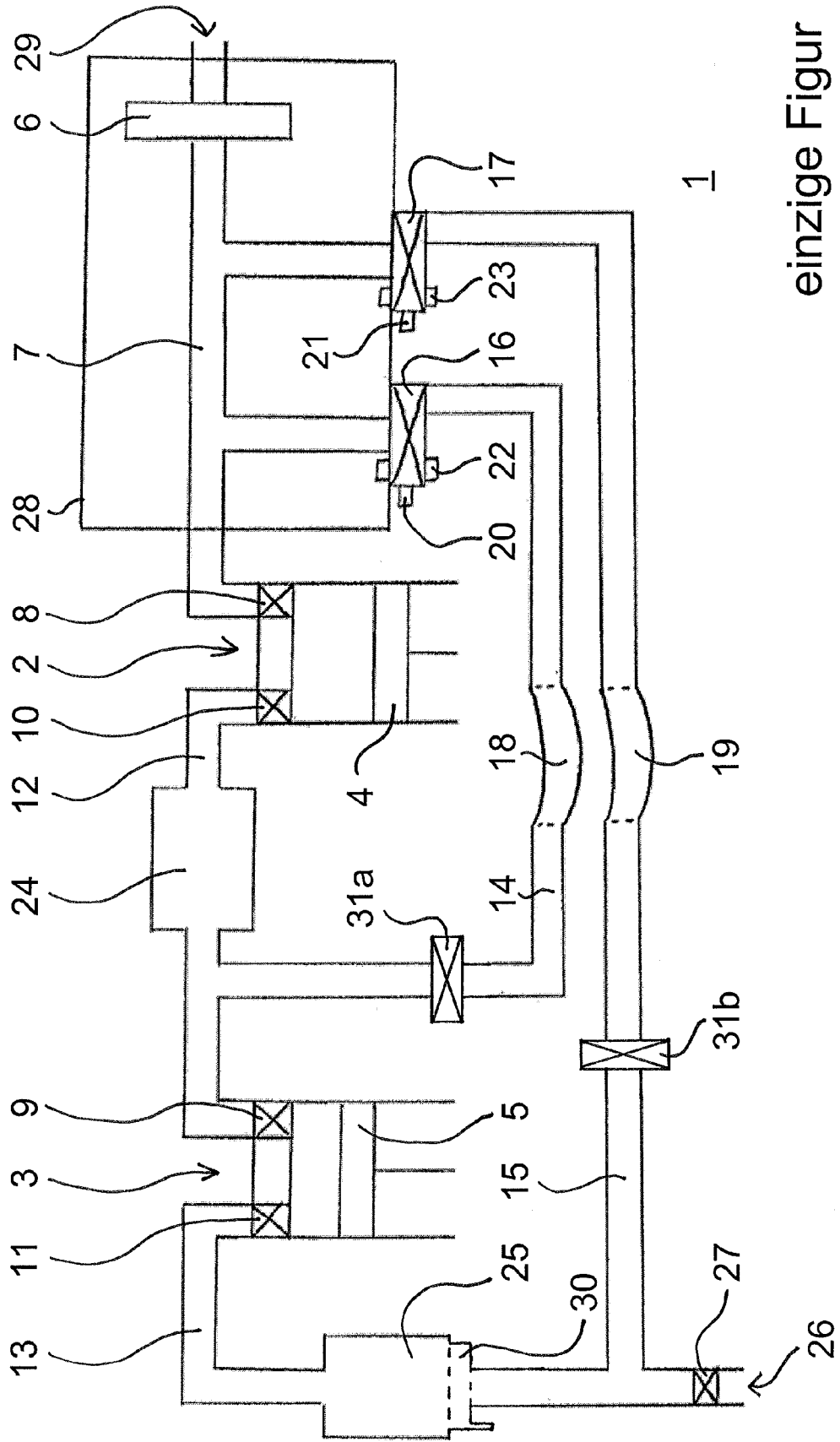
[0032]

5	1	mehrstufiger Kolbenverdichter
	2, 3	Zylinder
	4, 5	Kolben
	6	Luftfilterelement
	7	Luftleitung
10	8, 9	Einlassventil
	10, 11	Auslassventil
	12, 13	Druckluftleitung
	14, 15	Rücklaufleitung
	16, 17	Leerlaufventil
15	18, 19	Schlauch
	20, 21	Betätigungseinrichtung
	22, 23	Beheizungs Vorrichtung
	24, 25	Kühleinheit
	26	Druckluftaustritt
20	27	Rückschlagventil
	28	Ansauggehäuse
	29	Sauglufteintritt
	30	Abscheiderpatrone
	31a, 31b	Entwässerungsventil
25		

Patentansprüche

- 30 1. Mehrstufiger Kolbenverdichter (1) zur Erzeugung von Druckluft mit mindestens zwei Zylinder (2, 3), in denen jeweils ein über einen Kurbeltrieb bewegbarer Kolben (4, 5) zum Komprimieren von durch eine mit einem Luftfilterelement (6) bestückte Luftleitung (7) angesaugter Luft angeordnet ist, wobei jeweils mindestens ein als Lamellenventil ausgebildetes, zylinderkopfseitig angeordnetes Einlassventil (8, 9) fluidtechnisch mit den mindestens zwei Zylindern (2, 3) verbunden ist, um die zu komprimierende Luft in die mindestens zwei Zylinder (2, 3) zu leiten, wobei ferner jeweils mindestens ein als Lamellenventil ausgebildetes, zylinderkopfseitig angeordnetes Auslassventil (10, 11) fluidtechnisch mit den mindestens zwei Zylindern (2, 3) verbunden ist, um die vom Kolben (4, 5) komprimierte Luft aus den mindestens zwei Zylindern (2, 3) in jeweils eine Druckluftleitung (12, 13) ausströmen zu lassen, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Rücklaufleitung (14, 15) von der jeweiligen Druckluftleitung (12, 13) abführt, wobei in der mindestens einen Rücklaufleitung (14, 15) jeweils ein Leerlaufventil (16, 17) angeordnet ist, um eine Leerlauf Funktion des mehrstufigen Kolbenverdichters (1) zu realisieren.
- 55 2. Mehrstufiger Kolbenverdichter (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine zylinderkopfseitig angeordnete Einlassventil (8, 9) und das mindestens eine zylinderkopfseitig ange-

- ordnete Auslassventil (10, 11) während der Leerlauf-
funktion, weiterhin im Betrieb sind.
3. Mehrstufiger Kolbenverdichter (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine
Rücklaufleitung (14, 15) in die Luftleitung (7) im
Abschnitt stromabwärts des Luftfilterelements (6)
und stromaufwärts der mindestens zwei Zylinder (2,
3) einmündet. 5
4. Mehrstufiger Kolbenverdichter (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine
Rücklaufleitung (14, 15) zumindest teilweise aus
einem elastischen Material besteht. 10
5. Mehrstufiger Kolbenverdichter (1) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine
Rücklaufleitung (14, 15) einen Schlauch (18, 19)
aus einem polymeren Werkstoff umfasst. 15
6. Mehrstufiger Kolbenverdichter (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass an dem jeweiligen
Leerlaufventil (16, 17) eine Betätigungseinrichtung
(20, 21) zur pneumatischen oder elektrischen Betä-
tigung des jeweiligen Leerlaufventils (16, 17) ange-
ordnet ist. 20
7. Mehrstufiger Kolbenverdichter (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass an dem jeweiligen
Leerlaufventil (16, 17) eine Beheizungs-
vorrichtung (22, 23) zur Beheizung des jeweiligen
Leerlaufventils (16, 17) angeordnet ist. 25
8. Mehrstufiger Kolbenverdichter (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass stromabwärts der
mindestens zwei Zylinder (2, 3) jeweils eine Kühlein-
heit (24, 25) zum Kühlen der komprimierten Luft in
oder an der Druckluftleitung (12) angeordnet ist. 30
9. Mehrstufiger Kolbenverdichter (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass am Ende der
Druckluftleitung (12) vor einem Druckluftaustritt (26)
ein Rückschlagventil (27) angeordnet ist, um ein Ab-
strömen der verdichteten Luft zu verhindern. 35
10. Mehrstufiger Kolbenverdichter (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das jeweilige Leer-
laufventil (16, 17) an einem das Luftfilterelement (6)
und die Luftleitung (7) umfassenden Ansauggehä-
use (28) mechanisch befestigt ist. 40
11. Mehrstufiger Kolbenverdichter (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine
Abscheiderpatrone (31a, 31b) in der mindestens eine
Rücklaufleitung (14, 15) zwischen der jeweiligen
Kühleinheit (24, 25) und dem jeweiligen Leerlaufven-
til (16, 17) angeordnet ist, um das anfallende Wasser
in der Leerlauf-
luft zurückzuhalten. 45
12. Mehrstufiger Kolbenverdichter (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein
Entwässerungsventil (30) zur gezielten Abführung
von Wasser an der jeweiligen Kühleinheit (24, 25)
angeordnet ist. 50



einzigste Figur



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 18 4131

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	EP 1 650 434 A2 (ITG KOMPRESSOREN GMBH [DE] VOITH PATENT GMBH [DE]) 26. April 2006 (2006-04-26) * das ganze Dokument *	1-12	INV. F04B25/00 F04B49/035
A	US 3 255 954 A (BERTIL NORLIN KNUT ET AL) 14. Juni 1966 (1966-06-14) * das ganze Dokument *	1-12	
			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (IPC)
			F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Januar 2014	Prüfer Olona Laglera, C
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 13 18 4131

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

17-01-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1650434	A2	26-04-2006	AT	384871 T	15-02-2008
			EP	1650434 A2	26-04-2006

US 3255954	A	14-06-1966	DE	1403953 A1	21-11-1968
			GB	1047022 A	02-11-1966
			US	3255954 A	14-06-1966

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

- EP 1650434 A1 [0005]