

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 394 415 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**03.03.2004 Patentblatt 2004/10**

(51) Int Cl. 7: **F04B 49/20, F04D 13/02**

(21) Anmeldenummer: **03018780.1**

(22) Anmeldetag: **28.08.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

**AL LT LV MK**

(30) Priorität: **30.08.2002 DE 10240162**

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

(72) Erfinder:

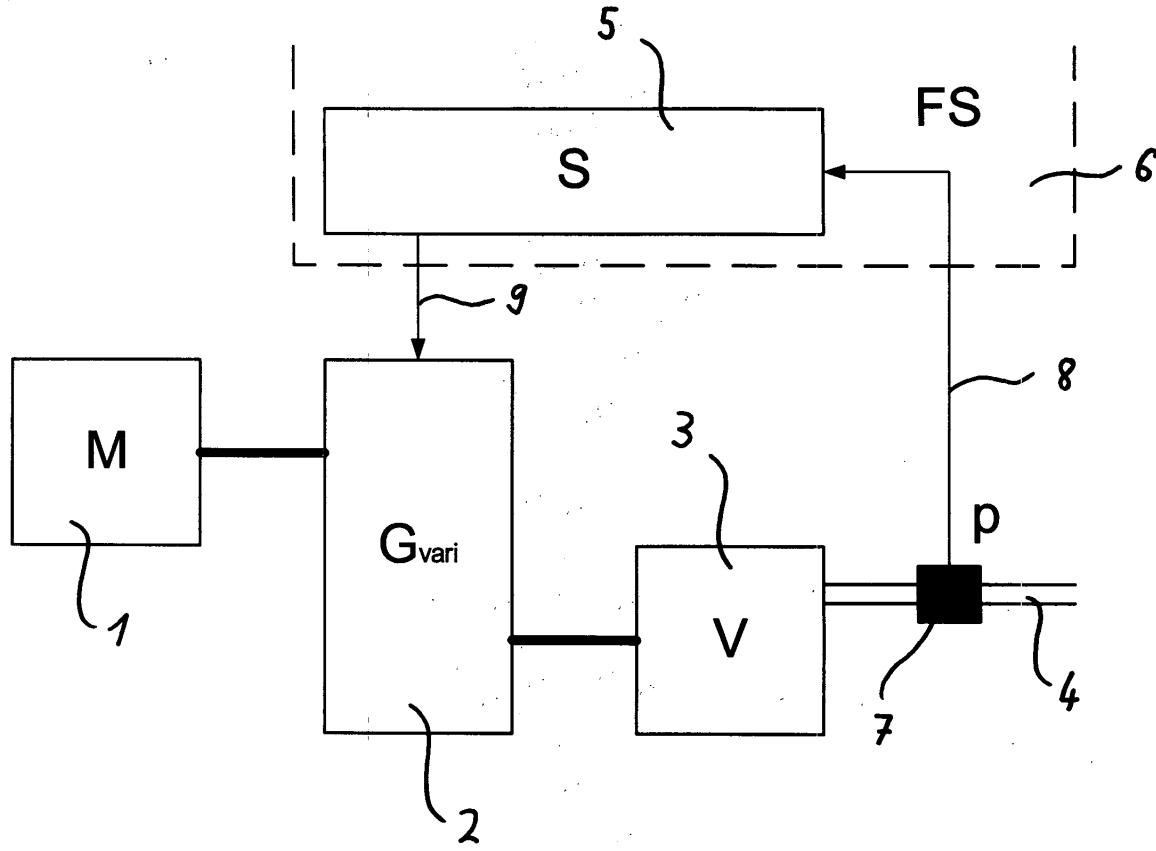
- Dörr, Wolfgang  
82223 Eichenau (DE)
- Gerum, Eduard  
83026 Rosenheim (DE)

### (54) **Luftbedarfsgesteuerte Kompressoranordnung, insbesondere für Nutzfahrzeuge**

(57) Luftbedarfsgesteuerte Kompressoranordnung, insbesondere für Nutzfahrzeuge, mit einer Motoreinheit (1) zur Erzeugung einer Drehbewegung, die über eine zwischengeschaltete drehzahlübersetzende Getriebeeinheit (2) eine Verdichtereinheit (3) zur Erzeugung von Druckluft aus der Umgebungsluft antreibt, wobei eine

Steuereinheit (5) die Drucklufterzeugung bei Druckluftbedarf auslöst, wobei die Getriebeeinheit (2) nach Art eines Getriebes mit variierbarer Drehzahl ausgebildet ist und die Steuereinheit (5) mit der Getriebeeinheit (2) zusammenwirkt, um die Drehzahl der Getriebeeinheit (2) entsprechend des Druckluftbedarfs anzupassen.

Fig. 1



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine luftbedarfsgesteuerte Kompressoranordnung, insbesondere für Nutzfahrzeuge, mit einer Motoreinheit zur Erzeugung einer Drehbewegung, die über eine zwischengeschaltete drehzahlübersetzende Getriebeeinheit eine Verdichtereinheit zur Erzeugung von Druckluft aus der Umgebungsluft antreibt, wobei eine Steuereinheit die Drucklufterzeugung bei einem ermittelten Druckluftbedarf auslöst.

**[0002]** Kompressoranordnungen der hier interessierenden Art werden überwiegend in Nutzfahrzeugen verbaut, um die Druckluftbeschaffung des bordeigenen Druckluftsystems auszuführen. Das Druckluftsystem an Bord eines Nutzfahrzeugs wird insbesondere zur Versorgung der Bremsanlage, Luftfederung, Anhänger und Nebenverbraucher benötigt. Von der Kompressoranordnung wird hierfür Druckluft von bis zu 12,5 bar erzeugt.

**[0003]** Aus der Produktinformation "Hochleistungs-Kompressoren" der Firma KNORR-BREMSE Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH (Druck-Nr. P-3505-DE-01) geht eine Verdichtereinheit hervor, die nach Art eines Kolbenverdichters ausgebildet ist. Eine in einem Verdichtergehäuse drehend gelagerte Kurbelwelle setzt eine eingangsseitige Drehbewegung mittels eines Kurbeltriebs in eine lineare Bewegung eines zugeordneten, in einem Zylinder untergebrachten Kolbens um, der im Zusammenwirken mit einer Ventileinrichtung Umgebungsluft ansaugt und diese anschließend verdichtet. Die Verdichtereinheit kann- je nach gewünschter Förderleistung - ein oder mehrzylindrig ausgeführt werden.

**[0004]** Der Antrieb der Verdichtereinheit erfolgt gewöhnlich über die von der Verbrennungskraftmaschine des Nutzfahrzeugs erzeugten Drehbewegung. In den meisten Anwendungsfällen ist zwischen der Verbrennungskraftmaschine als Motoreinheit und der Verdichtereinheit eine drehzahlübersetzende Getriebeeinheit zwischengeschaltet. Die Getriebeeinheit ist dabei als Stirnradgetriebe mit einem festen Übersetzungsverhältnis ausgebildet, welches die von der Motoreinheit eingangsseitig zugeführte Drehzahl ins Schnelle übersetzt, um die Verdichtereinheit anzutreiben.

**[0005]** Weiterhin ist bei dieser bekannten Kompressoranordnung eine Steuerung vorgesehen, welche gewährleistet, dass die Verdichtereinheit nur dann in Betrieb genommen wird, wenn ein Druckluftbedarf im Druckluftsystem des Nutzfahrzeugs besteht. Der Druckluftbedarf wird in den meisten Fällen über einen mit dem Systemdruck in Verbindung stehenden Drucksensor ermittelt. Sinkt der Systemdruck unter einen vorgegebenen Schwellendruck, so wird die Verdichtereinheit in Betrieb genommen, um wieder einen ausreichenden Luftdruck aufzubauen. Zur Speicherung des aufgebaute Drucks werden im Druckluftsystem meist zusätzliche Druckbehälter eingesetzt.

**[0006]** Um eine solche Bedarfssteuerung für die Inbe-

trienahme der Verdichtereinheit zu realisieren, ist die Verdichtereinheit zwischen einer Förderphase und einer Leerlaufphase umschaltbar. In der Förderphase wird Druckluft aus der Umgebungsluft erzeugt und in 5 das Druckluftsystem gespeist. Dem gegenüber läuft die Verdichtereinheit in der Leerlaufphase ohne Last, so dass zwar eine Kolbenbewegung ausgeführt wird, jedoch keine Druckluft in das Druckluftsystem gelangt. Diese wird nach außen abgeführt. Da in der Leerlauf- 10 phase aufgrund der wegfällenden Last gegenüber der Förderphase sehr viel weniger Leistung durch die Verdichtereinheit aufgenommen wird, trägt diese Art von Luftbedarfssteuerung zur Energieeinsparung bei.

**[0007]** Langzeituntersuchungen haben jedoch gezeigt, dass die luftbedarfsgesteuerte Kompressoranordnung oft mit sehr geringen Einschaltdauern von 5 - 15 10% in der Förderphase betrieben wird, was durch den überwiegenden Fernverkehrsbetrieb auf der Autobahn zurückzuführen ist. Bei dieser kleinen Einschaltdauer 20 gewinnt die dem gegenüber hohe Einschaltdauer von ca. 90% der Leerlaufphase stark an Gewicht, so dass wegen der immer noch beträchtlichen Leistungsaufnahme in der Leerlaufphase der Energieverbrauch im Leerlaufbetrieb insgesamt größer ist als im Lastbetrieb. Dieses Ergebnis wird auch dadurch verstärkt, dass die Verdichtereinheit für den Normalbetrieb oft überdimensioniert ist, um innerhalb kürzester Zeit einen hohen Druck 25 im Druckluftsystem zu erzeugen. Dies ist insbesondere beim Befüllen des Druckluftsystems bei leeren Druckbehältern, der Betätigung von Liftachsen, etc. der Fall. Insgesamt führt die bekannte Luftbedarfssteuerung zur Energieeinsparung also noch zu recht unbefriedigenden Ergebnissen.

**[0008]** Im allgemeinen Stand der Technik ist weiterhin 35 auch eine Luftbedarfssteuerung bekannt, die sich einer betätigbaren Trennkupplung zwischen der Motoreinheit und der Verdichtereinheit bedient, womit die Verdichtereinheit zum Stillstand gebracht wird, wenn ein Druckluftbedarf nicht besteht. Allerdings unterliegt eine derartig betriebene Verdichtereinheit im Vergleich zu einem dauernden Leerlauf einem recht hohen Verschleiß, begründet durch mangelnde Schmierwirkung beim Kaltstart. Weiterhin unterliegt auch die für diese Luftbedarfssteuerung erforderliche betätigbare Trennkupplung einem Verschleiß, so dass bei dieser alternativen bekannten Lösung insgesamt ein recht hoher Wartungsaufwand besteht. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass aufgrund der vollständigen Kraftflusstrennung durch die Trennkupplung keine Möglichkeit zum Antrieb von diversen Zusatzaggregaten - wie Lenkhilfe oder Hydraulikpumpe - besteht.

**[0009]** Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine luftbedarfsgesteuerte Kompressoranordnung der eingangs beschriebenen Art dahingehend 55 weiter zu verbessern, dass eine effektivere Energieeinsparung der Kompressoranordnung bei gleichzeitig minimalem Wartungsaufwand gewährleistet wird.

**[0010]** Die Aufgabe wird ausgehend von einer luftbe-

darfsgesteuerten Kompressoranordnung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 in Verbindung mit dessen kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Die nachfolgenden abhängigen Ansprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung wieder.

[0011] Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, dass die im Rahmen einer Kompressoranordnung zum Einsatz kommende Getriebeeinheit nach Art eines Getriebes mit variierbarer Drehzahl ausgebildet ist, und dass die Steuereinheit mit der Getriebeeinheit zusammenwirkt, um die Drehzahl der Getriebeeinheit entsprechend des Druckluftbedarfs anzupassen.

[0012] Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung liegt insbesondere darin, dass gegenüber der vorbekannten Maßnahmen zur Energieeinsparung der hohe Anteil des Energieverbrauchs im überwiegenden Leerlaufbetrieb der Verdichtereinheit dadurch erheblich reduziert wird, dass die Drehzahl der Verdichtereinheit in diesem Falle herabgesetzt wird. Die hierdurch erzielte Anpassung der Verdichterleistung an den Druckbedarf basiert also auf eine analoge Variation der Drehzahl des Verdichters, so dass eine direkte Abhängigkeit der Drehzahl des Verdichters von der Drehzahl des Motors und einem gewöhnlich zwischengeschalteten Getriebe mit fester Übersetzung entfällt. Weiterhin erfolgt bei der erfindungsgemäßen Lösung eine Einflussnahme der Steuereinheit auf das der Verdichtereinheit vorgeschaltete Getriebe und nicht direkt auf die Verdichtereinheit, um die Energieeinsparung zu bewirken. Da die Luftbedarfssteuerung hier nicht über ein nur Ein- und Ausschalten der Verdichtereinheit arbeitet, bleibt der Verschleiß innerhalb der Kompressoranordnung gering. Des Weiteren ist es durch die erfindungsgemäße Lösung auch möglich, diverse Zusatzaggregate - wie Lenkhilfe oder Hydraulikpumpe - permanent mit der hierfür minimal erforderlichen Drehzahl anzutreiben.

[0013] Die drehzahlvariierbare Getriebeeinheit kann als ein über die Steuereinheit schaltbares Ganggetriebe ausgebildet sein. Versuche haben ergeben, dass hierfür ein 2-stufiges Ganggetriebe völlig ausreichend ist. Die drehzahlvariierbare Getriebeeinheit kann allerdings auch als ein einstellbares, stufenloses Getriebe ausgebildet sein, dessen Ansteuerung ebenfalls über die Steuereinheit erfolgt. Ein stufenloses Getriebe kommt ohne aufwendige automatische Betätigungsseinrichtungen aus und liefert das für den vorliegenden Anwendungsfall erforderliche Spektrum des Übersetzungsverhältnisses.

[0014] Die Ansteuerung der Getriebeeinheit zur Variierung der Drehzahl kann beispielsweise über ein von der Steuereinheit generiertes pneumatisches Signal erfolgen. Daneben ist es auch möglich, die Ansteuerung über ein elektrisches Signal vorzunehmen. Letztterenfalls sollte das elektrische Signal zur Ansteuerung der Getriebeeinheit vorteilhafterweise von einer übergeordneten Fahrzeugsteuerung erzeugt werden, in welcher die Steuereinheit für die Getriebeeinheit integriert ist.

[0015] Der Druckluftbedarf wird vorzugsweise mittels

eines den IST-Druck ermittelnden elektrischen Drucksensors festgestellt, wobei die mit dem Drucksensor in Verbindung stehende Steuereinheit genau dann einen Druckluftbedarf zur Ansteuerung der Getriebeeinheit signalisiert, wenn der IST-Druck unter einen vordefinierten SOLL-Druck absinkt. Alternativ zu einem elektrischen Drucksensor ist es jedoch auch denkbar, einen mechanischen Drucksensor zum Einsatz zu bringen, der beispielsweise über eine federbelastete Membran-

Stößel-Anordnung oder dergleichen den IST-Druck im Druckluftsystem detektiert.

[0016] Weitere die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der einzigen Figur näher dargestellt. Die Figur zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer luftbedarfsgesteuerten Kompressoranordnung für ein Nutzfahrzeug.

[0017] Diese besteht im Wesentlichen aus einer Motoreinheit 1 zur Erzeugung einer Drehbewegung, hier die Verbrennungskraftmaschine des Nutzfahrzeugs. Die erzeugte Drehbewegung wird einer nachgeschalteten Getriebeeinheit 2 zugeführt und unterstellt. Antriebsseitig der Getriebeeinheit 2 ist eine Verdichtereinheit 3 angeordnet, welche die Drehbewegung zur Erzeugung von Druckluft aus der Umgebungsluft in herkömmlicher Weise nutzt. Die von der Verdichtereinheit 3 erzeugte Druckluft wird ausgangsseitig über eine Druckluftleitung 4 einem - hier nicht weiter dargestellten - Druckluftsystem des Nutzfahrzeugs zur Verfügung gestellt.

[0018] Die Kompressoranordnung umfasst darüber hinaus auch Mittel zur Luftbedarfssteuerung über eine Beeinflussung der Drehzahl der drehzahlvariierbaren Getriebeeinheit 2, die hier als einstellbares stufenloses Getriebe ausgebildet ist. Zur Ansteuerung der drehzahlvariierbaren Getriebeeinheit 2 ist eine elektronische Steuereinheit 5 vorgesehen.

[0019] Die elektronische Steuereinheit 5 ist Bestandteil der elektronischen Fahrzeugsteuerung 6 des Nutzfahrzeugs. Der Druckluftbedarf des Druckluftsystems des Nutzfahrzeugs wird mittels eines den IST-Druck ermittelnden elektrischen Drucksensors 7 festgestellt und als Signal über eine elektrische Signalleitung 8 eingangsseitig der Steuereinheit 5 zur Verfügung gestellt. Die Steuereinheit 5 vergleicht den IST-Druck mit einem hinterlegten, vordefinierten SOLL-Druck, der einen Grenzdruck des Drucksystems definiert, welcher nicht unterschritten werden darf. Bei Eintritt dieses Grenzfalles signalisiert die Steuereinheit 5 der drehzahlvariablen Getriebeeinheit 2 über eine elektrische Signalleitung 9 einen Befehl zur Erhöhung des Übersetzungsverhältnisses, so dass die ausgangsseitige Drehzahl zum Antrieb der Verdichtereinheit 3 unter Last ansteigt, um den über den Drucksensor 7 signalisierten Druckluftbedarf zu decken. Bei Erreichen eines oberen Druck-Schwellenwerts im Drucksystem wird der drehzahlvariierbaren Getriebeeinheit 2 mittels eines entsprechenden Befehls

signalisiert, dass das Übersetzungsverhältnis sich wieder der gestalt zu ändern hat, dass ausgangsseitig der drehzahlvariierbaren Getriebeeinheit 2 eine niedrige Drehzahl zum Antrieb der Verdichtereinheit 3 zur Verfügung gestellt wird und die Verdichtereinheit 3 in Leerlauf tritt.

**[0020]** Die erfindungsgemäße Luftbedarfssteuerung erfordert nur ein Mindestmaß an Wartung der mechanischen Bauteile der Kompressoranordnung und zeichnet sich durch einen Energiespareffekt mit hohem Wirkungsgrad aus.

**[0021]** Die Erfindung ist nicht beschränkt auf das vorstehend angegebene Ausführungsbeispiel sondern umfasst auch Abwandlungen hiervon, welche vom Schutzbereich der Ansprüche umfasst sind. So ist die Erfindung nicht allein auf eine elektronische Drucksensorik beschränkt. Denkbar ist auch eine pneumatisch-mechanische Detektion des Systemdrucks und dessen Weiterleitung an eine geeignete Steuereinheit. Weiterhin kann die drehzahlvariierbare Getriebeeinheit auch über eine Druckluftleitung pneumatisch betätigt werden, wobei über das pneumatische Signal gleichzeitig auch die Kraft zur Betätigung der drehzahlvariierbaren Getriebeeinheit übertragbar ist.

### Bezugszeichenliste

#### **[0022]**

- 1 Motoreinheit
- 2 drehzahlvariierbare Getriebeeinheit
- 3 Verdichtereinheit
- 4 Druckluftleitung
- 5 Steuereinheit
- 6 Fahrzeugsteuerung
- 7 Drucksensor
- 8 elektrische Signalleitung
- 9 elektrische Signalleitung

### **Patentansprüche**

1. Luftbedarfsgesteuerte Kompressoranordnung, insbesondere für Nutzfahrzeuge, mit einer Motoreinheit (1) zur Erzeugung einer Drehbewegung, die über eine zwischengeschaltete drehzahlübersetzende Getriebeeinheit (2) eine Verdichtereinheit (3) zur Erzeugung von Druckluft aus der Umgebungsluft antreibt, wobei eine Steuereinheit (5) die Drucklufterzeugung bei Druckluftbedarf auslöst,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Getriebeeinheit (2) nach Art eines Getriebes mit variierbarer Drehzahl ausgebildet ist und die Steuereinheit (5) mit der Getriebeeinheit (2) zusammenwirkt, um die Drehzahl der Getriebeeinheit (2) entsprechend des Druckluftbedarfs anzupassen, wobei der Druckluftbedarf mittels eines den IST-Druck ermittelnden mechanischen oder elektrischen Drucksensor (7)

feststellbar ist, wobei die mit dem Drucksensor (7) in Verbindung stehende Steuereinheit (5) genau dann einen Druckluftbedarf zur Ansteuerung der Getriebeeinheit (2) signalisiert, wenn der IST-Druck unter einen vordefinierten SOLL-Druck absinkt.

- 5 2. Luftbedarfsgesteuerte Kompressoranordnung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die drehzahlvariierbare Getriebeeinheit (2) als ein über die Steuereinheit (5) schaltbares Ganggetriebe ausgebildet ist.
- 10 3. Luftbedarfsgesteuerte Kompressoranordnung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die drehzahlvariierbare Getriebeeinheit (2) als ein über die Steuereinheit (5) einstellbares stufenloses Getriebe ausgebildet ist.
- 15 4. Luftbedarfsgesteuerte Kompressoranordnung nach Anspruch 2 oder 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Ansteuerung der Getriebeeinheit (2) über ein von der Steuereinheit (5) generiertes pneumatisches Signal erfolgt.
- 20 5. Luftbedarfsgesteuerte Kompressoranordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** über die Getriebeeinheit (2) neben der Verdichtereinheit (3) auch eine Lenkhilfeeinheit und/oder eine Hydraulikpumpe als Zusatzaggregate permanent antriebbar sind, wobei die Steuereinheit (5) den Drehzahl- oder Leistungsbedarf der Zusatzaggregate bei der Ansteuerung der Getriebeeinheit (2) mit berücksichtigt.
- 25 6. Luftbedarfsgesteuerte Kompressoranordnung nach Anspruch 2 oder 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Ansteuerung der Getriebeeinheit (2) über ein von der Steuereinheit (5) generiertes elektrisches Signal erfolgt.
- 30 7. Luftbedarfsgesteuerte Kompressoranordnung nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das elektrische Signal zur Ansteuerung der Getriebeeinheit (2) von der in eine Fahrzeugsteuerung (6) integrierte Steuereinheit (5) erzeugbar ist.
- 35 8. Luftbeschaffungsanlage eines Nutzfahrzeuges,  
**gekennzeichnet durch** eine luftbedarfsgesteuerte Kompressoranordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche.
- 40
- 45
- 50
- 55

