



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft  
Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum

(11) CH 701 782 B1

(51) Int. Cl.: F02C 6/12 (2006.01)  
F02B 37/00 (2006.01)  
F02M 25/07 (2006.01)

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01152/10

(22) Anmeldedatum: 15.07.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.03.2011

(30) Priorität: 11.09.2009  
DE 102009 041 223.9

(24) Patent erteilt: 15.09.2014

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.09.2014

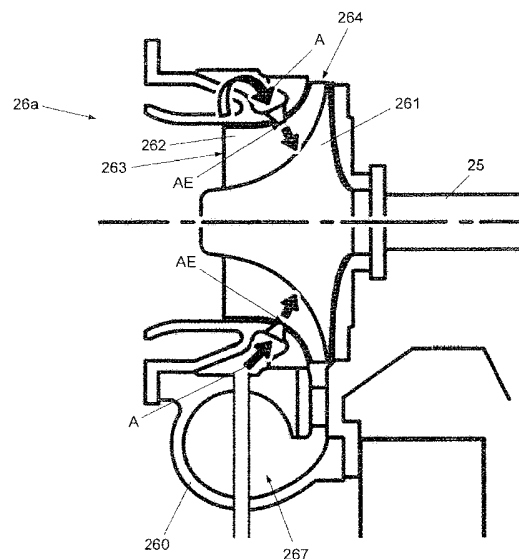
(73) Inhaber:  
MAN Diesel & Turbo SE, Stadtbachstrasse 1  
86153 Augsburg (DE)

(72) Erfinder:  
Alexander Rippel, 86169 Augsburg (DE)

(74) Vertreter:  
E. Blum & Co. AG Patent- und Markenanwälte VSP,  
Vorderberg 11  
8044 Zürich (CH)

(54) **Abgasturbolader-Anordnung, damit ausgerüstetes Antriebssystem und Verfahren zum Auslegen des Antriebssystems.**

(57) Abgasturbolader-Anordnung für einen Verbrennungsmotor, damit ausgerüstetes Antriebssystem und Verfahren zum Auslegen des Antriebssystems, wobei die Abgasturbolader-Anordnung aufweist: einen Abgasturbolader mit einer Abgasturbine, die in einem mit einem Abgasausgang des Verbrennungsmotors in Fluidverbindung zu bringenden Abgasstrang angeordnet ist, und einem mit der Abgasturbine in Drehantriebsverbindung stehenden Verdichter, der in einem mit einem Lufteingang des Verbrennungsmotors in Fluidverbindung zu bringenden Ladeluftstrang angeordnet ist, und eine Abgasrezirkulations-Einrichtung mit einem Eingang, der mit dem Abgasstrang fluidverbunden ist, und einem Ausgang, der mit dem Ladeluftstrang fluidverbunden ist, so dass aus dem Abgasstrang abgezweigtes Abgas (A) an einer Abgaseintrittsposition (AE) in den Ladeluftstrang eintreten kann, und wobei sich die Abgaseintrittsposition (AE) in einem Fluidverdichtungspfad im Verdichter befindet, so dass in den Verdichter einströmendes Abgas (A) unter lediglichem Ausgleich einer Druckdifferenz zwischen einem Eintrittsdruck des Abgases (A) in den Fluidverdichtungspfad und einem zu erzielenden Ladedruck von dem Eintrittsdruck aus gerade bis auf den zu erzielenden Ladedruck verdichtet werden kann.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Abgasturbolader-Anordnung gemäss dem Oberbegriff von Patentanspruch 1, ein mit einer solchen Abgasturbolader-Anordnung ausgerüstetes Antriebssystem und ein Verfahren zum Auslegen des Antriebssystems.

**[0002]** Eine Abgasturbolader-Anordnung der eingangs genannten Art ist aus DE 10 2006 055 814 A1 und auch aus DE 10 2005 015 151 A1 bekannt.

**[0003]** Zur Erfüllung zukünftiger Abgasgrenzwerte von Verbrennungsmotoren, insbesondere hinsichtlich von deren NO<sub>x</sub>-Emissionen, werden zunehmend Abgasturbolader-Anordnungen mit Abgasrückführung bzw. Abgasrezirkulation eingesetzt. Dabei geht es darum, Abgas des Verbrennungsmotors der Ladeluft für den Verbrennungsmotor beizumischen.

**[0004]** Bei einer Abgasrückführung muss in der Regel ein «Spülgefälle», d.h. eine Druckdifferenz zwischen dem Druck in einer Ladeluftleitung und dem Druck in einer Abgasleitung, überbrückt werden, wozu z.B. separate Gebläse eingesetzt werden oder das Abgas vor einem Verdichter der jeweiligen Abgasturbolader-Anordnung in den Ladeluftstrang hinein zugemischt wird. In jedem Fall ist zur Überwindung des Spülgefälles ein nicht unerheblicher Energieaufwand notwendig, welcher den Wirkungsgrad der Abgasturbolader-Anordnung beeinträchtigen kann.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Abgasturbolader-Anordnung bereitzustellen, bei der der Energieaufwand zur Verdichtung eines in den Ladeluftstrang hinein rückzuführenden Abgasstroms reduziert bzw. minimiert ist. Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein mit einer solchen Abgasturbolader-Anordnung ausgerüstetes Antriebssystem und ein Verfahren zum Auslegen eines solchen Antriebssystems bereitzustellen.

**[0006]** Die oben genannten Aufgaben werden mit einer Abgasturbolader-Anordnung gemäss Anspruch 1, mit einem Antriebssystem gemäss Anspruch 7 bzw. einem Verfahren gemäss Anspruch 8 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

**[0007]** Gemäss einem ersten Aspekt der Erfindung wird eine Abgasturbolader-Anordnung für einen Verbrennungsmotor bereitgestellt, welche aufweist: einen Abgasturbolader mit einer Abgasturbine, die in einem mit einem Abgasausgang des Verbrennungsmotors in Fluidverbindung zu bringenden Abgasstrang der Abgasturbolader-Anordnung angeordnet ist, und einem mit der Abgasturbine in Drehantriebsverbindung stehenden Verdichter, der in einem mit einem Lufteingang des Verbrennungsmotors in Fluidverbindung zu bringenden Ladeluftstrang der Abgasturbolader-Anordnung angeordnet ist, und eine Abgasrezirkulations-Einrichtung mit einem Eingang, der mit dem Abgasstrang fluidverbunden ist, und einem Ausgang, der mit dem Ladeluftstrang fluidverbunden ist, so dass aus dem Abgasstrang abgezweigtes Abgas über den Ausgang an einer Abgaseintrittsposition in den Ladeluftstrang eintreten kann.

**[0008]** Die erfindungsgemässe Abgasturbolader-Anordnung zeichnet sich dadurch aus, dass die Abgaseintrittsposition derart in einem Fluidverdichtungspfad im Verdichter angeordnet ist, dass in den Verdichter einströmendes Abgas unter lediglichem Ausgleich einer Druckdifferenz zwischen einem Eintrittsdruck des Abgases in den Fluidverdichtungspfad und einem zu erzielenden Ladedruck von dem Eintrittsdruck aus gerade bis auf den zu erzielenden Ladedruck verdichtet werden kann.

**[0009]** Mit anderen Worten wird dem Abgas genau die Arbeit bzw. Energie zugeführt, die zum Ausgleichen bzw. Überbrücken einer Druckdifferenz zwischen Eintrittsdruck des Abgases und zu erzielendem Ladedruck notwendig ist.

**[0010]** Gemäss der Erfindung wird nur lokal ein begrenzter Teil des Verdichters, der auch noch im Bereich geringerer Fliehkraftbeanspruchung liegen kann oder sogar im Leitgittersystem des Verdichters, mit Abgas beaufschlagt.

**[0011]** Damit kann der Energieaufwand zur Verdichtung des in den Ladeluftstrang rückzuführenden Abgases reduziert bzw. minimiert werden, wodurch der Wirkungsgrad der Abgasturbolader-Anordnung verbessert werden kann.

**[0012]** Damit wird zur Erfüllung zukünftiger Abgasgrenzwerte von Verbrennungsmotoren, insbesondere hinsichtlich von deren NO<sub>x</sub>-Emissionen, eine wirkungsgradoptimierte Abgasturbolader-Anordnung mit Abgasrückführung bzw. Abgasrezirkulation bereitgestellt, die insbesondere auch für langsam laufende Zweitaktmotoren und mittelschnell laufende Viertaktmotoren im Schwerölbetrieb einsetzbar ist.

**[0013]** Gemäss einer Ausführungsform der erfindungsgemässen Abgasturbolader-Anordnung befindet sich die Abgaseintrittsposition zwischen einem Laufrad-Fluideintritt des Verdichters und einem Diffusor-Fluidaustritt des Verdichters.

**[0014]** Dieser Bereich im Fluidverdichtungspfad des Verdichters stellt im Wesentlichen den Bereich des Druckaufbaus im Verdichter dar, so dass durch die Wahl einer geeigneten Abgaseintrittsposition, welche von dem Eintrittsdruck des Abgases und einer Verdichterkennlinie abhängig ist, die zur Verdichtung des Abgases aufzuwendende Arbeit bzw. Energie optimal reduziert bzw. minimiert werden kann.

**[0015]** Gemäss einer Ausführungsform der erfindungsgemässen Abgasturbolader-Anordnung befindet sich die Abgaseintrittsposition zwischen dem Laufrad-Fluideintritt des Verdichters und einem Nachleitapparat-Fluidaustritt des Verdichters.

**[0016]** Gemäss einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen Abgasturbolader-Anordnung befindet sich die Abgaseintrittsposition zwischen dem Laufrad-Fluideintritt des Verdichters und einem Laufrad-Fluidaustritt des Verdichters.

**[0017]** Eine derartige Abgaseintrittsposition ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die Druckdifferenz bzw. das Spülgefälle relativ hoch ist.

**[0018]** Gemäss noch einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen Abgasturbolader-Anordnung befindet sich die Abgaseintrittsposition zwischen dem Laufrad-Fluidaustritt des Verdichters und dem Diffusor-Fluidaustritt des Verdichters.

**[0019]** Eine derartige Abgaseintrittsposition ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die Druckdifferenz bzw. das Spülgefälle relativ gering ist, wie z.B. bei Zweitaktmotoren.

**[0020]** Gemäss einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen Abgasturbolader-Anordnung ist der Eingang der Abgasrezirkulations-Einrichtung an einer Abgasabzweigposition mit dem Abgasstrang fluidverbunden, wobei sich die Abgasabzweigposition entlang des Abgastranges vor einem Turbineneingang befindet.

**[0021]** Eine solche Abgasabzweigposition gewährleistet, dass der Eintrittsdruck des Abgases möglichst hoch ist und damit das Spülgefälle bzw. die Druckdifferenz möglichst gering ist.

**[0022]** Gemäss noch einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen Abgasturbolader-Anordnung kann die Abgasrezirkulations-Einrichtung einen Abgaskühler und/oder einen Abgaswäscher aufweisen.

**[0023]** Mit anderen Worten kann das Abgas aus dem Abgasstrang von «nach Zylinder» des Verbrennungsmotors bzw. «vor Abgasturbine» ggf. gekühlt und gereinigt nach «vor Zylinder» in den im Verdichter befindlichen Fluidverdichtungspfad des Ladeluftstrangs beigemischt werden.

**[0024]** Gemäss einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Antriebssystem mit einer Abgasturbolader-Anordnung gemäss dem ersten Aspekt der Erfindung und einem Verbrennungsmotor bereitgestellt, wobei der Abgasstrang der Abgasturbolader-Anordnung mit dem Abgasausgang des Verbrennungsmotors in Fluidverbindung steht und der Ladeluftstrang der Abgasturbolader-Anordnung mit dem Lufteingang des Verbrennungsmotors in Fluidverbindung steht.

**[0025]** Gemäss einem dritten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Auslegen eines erfindungsgemässen Antriebssystems bereitgestellt, wobei das Verfahren zumindest die folgenden Schritte aufweist: Bestimmen einer lastabhängigen Abgasdruck-Kennlinie für den Verbrennungsmotor, Bestimmen einer lastabhängigen Ladedruck-Kennlinie für den Verdichter, Bestimmen einer z.B. durchschnittlichen Arbeitslast (z.B. einer Motorlast, mit der der Verbrennungsmotor hauptsächlich betrieben werden soll) für den Verbrennungsmotor, Bestimmen einer auf die Arbeitslast bezogenen Druckdifferenz zwischen der Abgasdruck-Kennlinie und der Ladedruck-Kennlinie, Bestimmen einer verdichterspezifischen Druckaufbau-Kennlinie in Abhängigkeit von einer auf eine Verdichtungspfadlänge bezogenen Längenposition im Fluidverdichtungspfad, Bestimmen einer Längenposition im Fluidverdichtungspfad, an der ein vom Verdichter erzielbarer Druckaufbau gleich der bestimmten Druckdifferenz zwischen Abgasdruck-Kennlinie und Ladedruck-Kennlinie ist, und Festlegen der Abgaseintrittsposition, so dass die Abgaseintrittsposition der bestimmten Längenposition entspricht.

**[0026]** Im Fazit wurde vom Erfinder erkannt, dass, da das Abgas vor der Abgasturbine bereits auf einem relativ hohen Druckniveau ist, lediglich ein Ort bzw. eine Position (Abgaseintrittsposition) gefunden werden muss, wo die restliche Druck-erhöhung bis auf Ladedruckniveau erzielt werden kann.

**[0027]** Gemäss Ausführungsformen der Erfindung könnte sich die Abgaseintrittsposition z.B. in einem Radialverdichter an der Deckelkontur nach dem Laufrad-Fluideintritt bis vor den Laufrad-Fluidaustritt befinden. Bei entsprechend niedrigem Spülgefälle, wie bei Zweitaktmotoren, könnte sich die Abgaseintrittsposition zwischen dem Laufrad-Fluidaustritt und Diffusor-Fluidaustritt befinden, da auch dort noch eine Erhöhung des statischen Druckes stattfindet.

**[0028]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen und unter Bezugnahme auf die beige-fügten Figuren detaillierter beschrieben.

- Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines Antriebssystems gemäss einer Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 2 zeigt eine schematische geschnittene Teilansicht eines Verdichters einer Abgasturbolader-Anordnung des Antriebssystems gemäss einer Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 3 zeigt eine der Fig. 2 ähnliche vergrösserte Teilansicht eines Verdichters einer Abgasturbolader-Anordnung des Antriebssystems gemäss einer Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 4 zeigt ein Diagramm, in dem eine Ladedruck-Kennlinie und eine Abgasdruck-Kennlinie in Abhängigkeit von einer Motorlast eines Verbrennungsmotors des Antriebssystems gemäss einer Ausführungsform der Erfindung dargestellt sind.
- Fig. 5 zeigt ein Diagramm, in dem eine verdichterspezifische Druckaufbau-Kennlinie in Abhängigkeit von einer auf eine Verdichtungspfadlänge bezogenen Längenposition im Fluidverdichtungspfad des Verdichters der Abgasturbolader-Anordnung des Antriebssystems gemäss einer Ausführungsform der Erfindung dargestellt ist.

**[0029]** Fig. 1 zeigt in schematischer Ansicht ein Antriebssystem 1 gemäss einer Ausführungsform der Erfindung.

**[0030]** Das Antriebsystem 1 weist eine Abgasturbolader-Anordnung 10 und einen z.B. als Dieselmotor und/oder z.B. Gasmotor ausgebildeten und mit der Abgasturbolader-Anordnung 10 verbundenen Verbrennungsmotor 60 auf.

**[0031]** Die Abgasturbolader-Anordnung 10 weist einen Abgasturbolader 20, eine Abgasrezirkulations-Einrichtung 30 und einen Ladeluftkühler 40 auf.

**[0032]** Der Abgasturbolader 20 weist eine Abgasturbine 21 mit einem Turbineneingang 21a und einem Turbinenausgang 21b sowie einen über eine Verbindungswelle 25 mit der Abgasturbine 21 drehantriebsverbundenen Verdichter 26 mit einem Verdichtereingang 26a und einem Verdichterausgang 26b auf.

**[0033]** Der Turbineneingang 21a steht über eine Abgasleitung 22 mit einem Abgasausgang 60b des Verbrennungsmotors 60 in Fluidverbindung, so dass die Abgasturbine 21 über die Energie des Abgases A des Verbrennungsmotors 60 drehangetrieben werden kann.

**[0034]** Der Turbinenausgang 21b steht mit einer Auslassleitung 23 in Fluidverbindung, so dass aus der Abgasturbine 21 austretendes Abgas A z.B. in die Atmosphäre ableitbar ist.

**[0035]** Die Abgasleitung 22, die Abgasturbine 21 und die Auslassleitung 23 bilden zusammen einen Abgasstrang der Abgasturbolader-Anordnung 10.

**[0036]** Der Verdichtereingang 26a steht mit einer Frischluftleitung 27 in Fluidverbindung, so dass dem Verdichter 26 über die Frischluftleitung 27 Frischluft z.B. aus der Atmosphäre zuführbar ist.

**[0037]** Der Verdichterausgang 26b steht über eine Zuluftleitung 28, 29 und den Ladeluftkühler 40 mit einem Lufteingang 60a des Verbrennungsmotors 60 in Fluidverbindung, so dass dem Verbrennungsmotor 60 über die Zuluftleitung 28, 29 von dem Verdichter 26 verdichtete Luft zuführbar ist.

**[0038]** Die Frischluftleitung 27, der Verdichter 26, der Ladeluftkühler 40 und die Zuluftleitung 28, 29 bilden zusammen einen Ladeluftstrang der Abgasturbolader-Anordnung 10.

**[0039]** Die Abgasrezirkulations-Einrichtung 30 kann mit einer Abgasreinigungs-Vorrichtung (nicht gezeigt) und einem Abgaskühler (nicht gezeigt) sowie geeigneten Regeleinrichtungen versehen sein und weist einen Eingang 30a, der vor dem Turbineneingang 21a mit der Abgasleitung 22 fluidverbunden ist (an einer Abgasabzweigposition), und einen Ausgang 30b auf, der mit dem Verdichter 26 fluidverbunden ist.

**[0040]** Wie in Fig. 2 und Fig. 3 gezeigt, weist der hier als Radialverdichter ausgebildete Verdichter 26 ein Gehäuse 260 und ein auf der drehbar im Gehäuse 260 gelagerten Verbindungswelle 25 befestigtes Laufrad 261 mit einer Mehrzahl von Laufradschaufeln 262 auf.

**[0041]** Gehäuse 260 und Laufrad 261 (mit seinen Laufradschaufeln 262) bilden gemeinsam einen Fluidverdichtungspfad VP, über den hinweg bzw. den entlang das durch den Verdichter 26 strömende Fluid (aus Frischluft und Abgas) verdichtet wird und dessen Beschränkung in seiner Länge mit a und b bezeichnet ist.

**[0042]** Genauer gesagt erstreckt sich der Fluidverdichtungspfad VP von einem Laufrad-Fluideintritt 263 über einen Laufrad-Fluidaustritt 264 und einen einen Diffusor 265 bildenden Radialspalt bis zu einem Diffusor-Fluidaustritt 266, welcher in ein in dem Gehäuse 260 ausgebildetes Spiralgehäuse mit einem Spiralkanal 267 mündet, welcher seinerseits mit dem Verdichterausgang 26b fluidverbunden ist. In dem Diffusor 265 kann ein Nachleitapparat bzw. Leitgitter 268 angeordnet sein.

**[0043]** Wie die Fig. 1 bis 3 zeigen, ist der Ausgang 30b der Abgasrezirkulations-Einrichtung 30 derart mit dem Ladeluftstrang fluidverbunden, dass aus dem Abgasstrang abgezweigtes Abgas A über den Ausgang 30b an einer Abgaseintrittsposition AE (siehe Fig. 3) in den Ladeluftstrang, genauer gesagt in den Fluidverdichtungspfad VP, eintreten kann.

**[0044]** Wie eingangs beschrieben weist das Abgas A einen von der Motorlast L des Verbrennungsmotors 60 abhängigen Abgasdruck PA auf, mit welchem das Abgas A in den Ladeluftstrang eintritt und welcher sich dort als Eintrittsdruck des Abgases A manifestiert. Wie ebenfalls eingangs beschrieben, ist der Abgasdruck PA üblicherweise um eine Druckdifferenz  $\Delta P$  geringer als ein mit dem Verdichter 26 für den Verbrennungsmotor 60 zu erzielender Ladedruck PL in der Zuluftleitung 28, 29 bzw. am Lufteingang 60a des Verbrennungsmotors 60. Dieser Zusammenhang ist in Fig. 4 dargestellt, in der in einem Diagramm des Druckes P in Abhängigkeit von der Motorlast L des Verbrennungsmotors 60 eine Ladedruck PL-Kennlinie und eine Abgasdruck PA-Kennlinie dargestellt sind.

**[0045]** Fig. 5 zeigt ein Diagramm, in dem eine verdichterspezifische Druckaufbau-Kennlinie in Abhängigkeit von einer auf eine Verdichtungspfadlänge (hier von einer ersten Begrenzung a bis zu einer zweiten Begrenzung b) bezogenen Längensposition im Fluidverdichtungspfad VP des Verdichters 26 dargestellt ist. Wie aus Fig. 5 ersichtlich, weist die Druckaufbau-Kennlinie nach anfänglichem kurvenförmigen Verlauf einen nahezu linearen Verlauf auf. Daraus lässt sich schlussfolgern: Je grösser die vom zu verdichtenden Fluid im Fluidverdichtungspfad VP zurückgelegte Strecke ist, desto grösser ist der erzielte Druckaufbau. Jedoch stellt die in Fig. 5 dargestellte Kurve nur einen prinzipiellen Druckverlauf dar.

**[0046]** Gemäss der Erfindung ist nun vorgesehen, die Abgaseintrittsposition AE in dem Fluidverdichtungspfad VP im Verdichter 26 gerade so anzuordnen, dass in den Verdichter 26 einströmendes Abgas A (wie durch die fetten Pfeile in Fig. 3 angedeutet) unter lediglichem Ausgleich der Druckdifferenz  $\Delta P$  (siehe Fig. 4) zwischen dem Eintrittsdruck (Abgasdruck

PA) des Abgases A in den Fluidverdichtungspfad VP und dem zu erzielenden Ladedruck PL von dem Eintrittsdruck aus gerade bis auf den zu erzielenden Ladedruck PL verdichtet wird.

**[0047]** In allgemeinsten Form wird sich gemäss einer Ausführungsform der Erfindung also die Abgaseintrittsposition AE zwischen dem Laufrad-Fluideintritt 263 des Verdichters 26 und dem Diffusor-Fluidaustritt 266 des Verdichters 26 befinden. Etwas spezifizierter kann sich gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung die Abgaseintrittsposition AE zwischen dem Laufrad-Fluideintritt 263 des Verdichters 26 und einem Fluidaustritt des Nachleitapparates 268 des Verdichters 26 befinden.

**[0048]** Gemäss der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform der Erfindung befindet sich die Abgaseintrittsposition AE zwischen dem Laufrad-Fluideintritt 263 des Verdichters 26 und dem Laufrad-Fluidaustritt 264 des Verdichters 26.

**[0049]** Gemäss einer nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung kann sich die Abgaseintrittsposition AE auch zwischen dem Laufrad-Fluidaustritt 264 des Verdichters 26 und dem Diffusor-Fluidaustritt 266 des Verdichters 26 befinden.

**[0050]** Gemäss den obigen Erläuterungen wird ein Verfahren zum Auslegen des erfindungsgemässen Antriebssystems 1 zumindest die folgenden Schritte aufweisen: Bestimmen einer lastabhängigen Abgasdruck PA-Kennlinie für den Verbrennungsmotor 60, Bestimmen einer lastabhängigen Ladedruck PL-Kennlinie für den Verdichter 26, Bestimmen einer Arbeitslast AL (z.B. einer Motorlast L, mit der der Verbrennungsmotor 60 hauptsächlich betrieben werden soll) für den Verbrennungsmotor 60 und Bestimmen einer auf die Arbeitslast bezogenen Druckdifferenz  $\Delta P$  zwischen der Abgasdruck PA-Kennlinie und der Ladedruck PL-Kennlinie (wie in Fig. 4 gezeigt) sowie Bestimmen einer verdichterspezifischen Druckaufbau-Kennlinie (wie in Fig. 5 gezeigt) in Abhängigkeit von einer auf eine Verdichtungspfadlänge (a bis b in Fig. 2) bezogenen Längenposition im Fluidverdichtungspfad VP, Bestimmen einer Längenposition im Fluidverdichtungspfad VP, an der ein vom Verdichter 26 erzielbarer Druckaufbau gleich der bestimmten Druckdifferenz  $\Delta P$  zwischen Abgasdruck PA-Kennlinie und Ladedruck PL-Kennlinie ist, und Festlegen der Abgaseintrittsposition AE, so dass die Abgaseintrittsposition AE der bestimmten Längenposition (wie in Fig. 3 gezeigt) entspricht.

#### Bezugszeichenliste

##### [0051]

- 1 Antriebssystem
- 10 Abgasturbolader-Anordnung
- 20 Abgasturbolader
- 21 Abgasturbine
- 21a Turbineneingang
- 21b Turbinenausgang
- 22 Abgasleitung
- 23 Auslassleitung
- 25 Verbindungswelle
- 26 Verdichter
- 26a Verdichtereingang
- 26b Verdichterausgang
- 260 Gehäuse
- 261 Laufrad
- 262 Laufradschaufel(n)
- 263 Laufrad-Fluideintritt
- 264 Laufrad-Fluidaustritt
- 265 Diffusor
- 266 Diffusor-Fluidaustritt
- 267 Spiralkanal

268	Nachleitapparat
27	Frischluftleitung
28	Zuluftleitung
29	Zuluftleitung
30	Abgasrezirkulations-Einrichtung
30a	Eingang
30b	Ausgang
40	Ladeluftkühler
60	Verbrennungsmotor
60a	Lufteingang
60b	Abgasausgang
AE	Abgaseintrittsposition
VP	Fluidverdichtungspfad
a	erste Begrenzung
b	zweite Begrenzung
P	Druck
PA	Abgasdruck
PL	Ladedruck
$\Delta P$	Druckdifferenz
L	Motorlast
AL	Arbeitslast
A	Abgas

#### Patentansprüche

1. Abgasturbolader-Anordnung (10) für einen Verbrennungsmotor (60), aufweisend:  
einen Abgasturbolader (20) mit einer Abgasturbine (21), die in einem mit einem Abgasausgang (60b) des Verbrennungsmotors (60) in Fluidverbindung zu bringenden Abgasstrang der Abgasturbolader-Anordnung (10) angeordnet ist, und einem mit der Abgasturbine (21) in Drehantriebsverbindung stehenden Verdichter (26), der in einem mit einem Lufteingang (60a) des Verbrennungsmotors (60) in Fluidverbindung zu bringenden Ladeluftstrang der Abgasturbolader-Anordnung (10) angeordnet ist, und  
eine Abgasrezirkulations-Einrichtung (30) mit einem Eingang (30a), der mit dem Abgasstrang fluidverbunden ist, und einem Ausgang (30b), der mit dem Ladeluftstrang fluidverbunden ist, so dass aus dem Abgasstrang abgezweigtes Abgas (A) über den Ausgang (30b) an einer Abgaseintrittsposition (AE) in den Ladeluftstrang eintreten kann, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Abgaseintrittsposition (AE) in einem Fluidverdichtungspfad (VP) im Verdichter (26) befindet, so dass in den Verdichter (26) einströmendes Abgas (A) unter lediglichem Ausgleich einer Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) zwischen einem Eintrittsdruck des Abgases (A) in den Fluidverdichtungspfad (VP) und einem zu erzielenden Ladedruck (PL) von dem Eintrittsdruck aus gerade bis auf den zu erzielenden Ladedruck (PL) verdichtet werden kann.
2. Abgasturbolader-Anordnung (10) gemäss Anspruch 1, wobei sich die Abgaseintrittsposition (AE) zwischen einem Laufrad-Fluideintritt (263) des Verdichters (26) und einem Diffusor-Fluidaustritt (266) des Verdichters (26) befindet.
3. Abgasturbolader-Anordnung (10) gemäss Anspruch 2, wobei sich die Abgaseintrittsposition (AE) zwischen dem Laufrad-Fluideintritt (263) des Verdichters (26) und einem Fluidaustritt eines Nachleitapparates (268) des Verdichters (26) befindet.
4. Abgasturbolader-Anordnung (10) gemäss Anspruch 2, wobei sich die Abgaseintrittsposition (AE) zwischen dem Laufrad-Fluideintritt (263) des Verdichters (26) und einem Laufrad-Fluidaustritt (264) des Verdichters (26) befindet.

## CH 701 782 B1

5. Abgasturbolader-Anordnung (10) gemäss Anspruch 2, wobei sich die Abgaseintrittsposition (AE) zwischen einem Laufrad-Fluidaustritt (264) des Verdichters (26) und dem Diffusor-Fluidaustritt (266) des Verdichters (26) befindet.
6. Abgasturbolader-Anordnung (10) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Eingang (30a) der Abgasrezirkulations-Einrichtung (30) an einer Abgasabzweigposition mit dem Abgasstrang fluidverbunden ist, und wobei sich die Abgasabzweigposition entlang des Abgastranges vor einem Turbineneingang der Abgasturbine (21a) befindet.
7. Antriebssystem (1) mit einer Abgasturbolader-Anordnung (10) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6 und einem Verbrennungsmotor (60), wobei der Abgasstrang der Abgasturbolader-Anordnung (10) mit dem Abgasausgang (60b) des Verbrennungsmotors (60) in Fluidverbindung steht und der Ladeluftstrang der Abgasturbolader-Anordnung (10) mit dem Lufteingang (60a) des Verbrennungsmotors (60) in Fluidverbindung steht.
8. Verfahren zum Auslegen eines Antriebssystems (1) gemäss Anspruch 7, aufweisend:
  - Bestimmen einer lastabhängigen Abgasdruck (PA)-Kennlinie für den Verbrennungsmotor (60),
  - Bestimmen einer lastabhängigen Ladedruck (PL)-Kennlinie für den Verdichter (26),
  - Bestimmen einer Arbeitslast (AL) für den Verbrennungsmotor (60),
  - Bestimmen einer auf die Arbeitslast (AL) bezogenen Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) zwischen der Abgasdruck (PA)-Kennlinie und der Ladedruck (PL)-Kennlinie,
  - Bestimmen einer verdichterspezifischen Druckaufbau-Kennlinie in Abhängigkeit von einer auf eine Verdichtungspfadlänge (a→b) bezogenen Längenposition im Fluidverdichtungspfad (VP),
  - Bestimmen einer Längenposition im Fluidverdichtungspfad (VP), an der ein vom Verdichter (26) erzielbarer Druckaufbau gleich der bestimmten Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) zwischen Abgasdruck (PA)-Kennlinie und Ladedruck (PL)-Kennlinie ist, und
  - Festlegen der Abgaseintrittsposition (AE), so dass die Abgaseintrittsposition (AE) der bestimmten Längenposition entspricht.

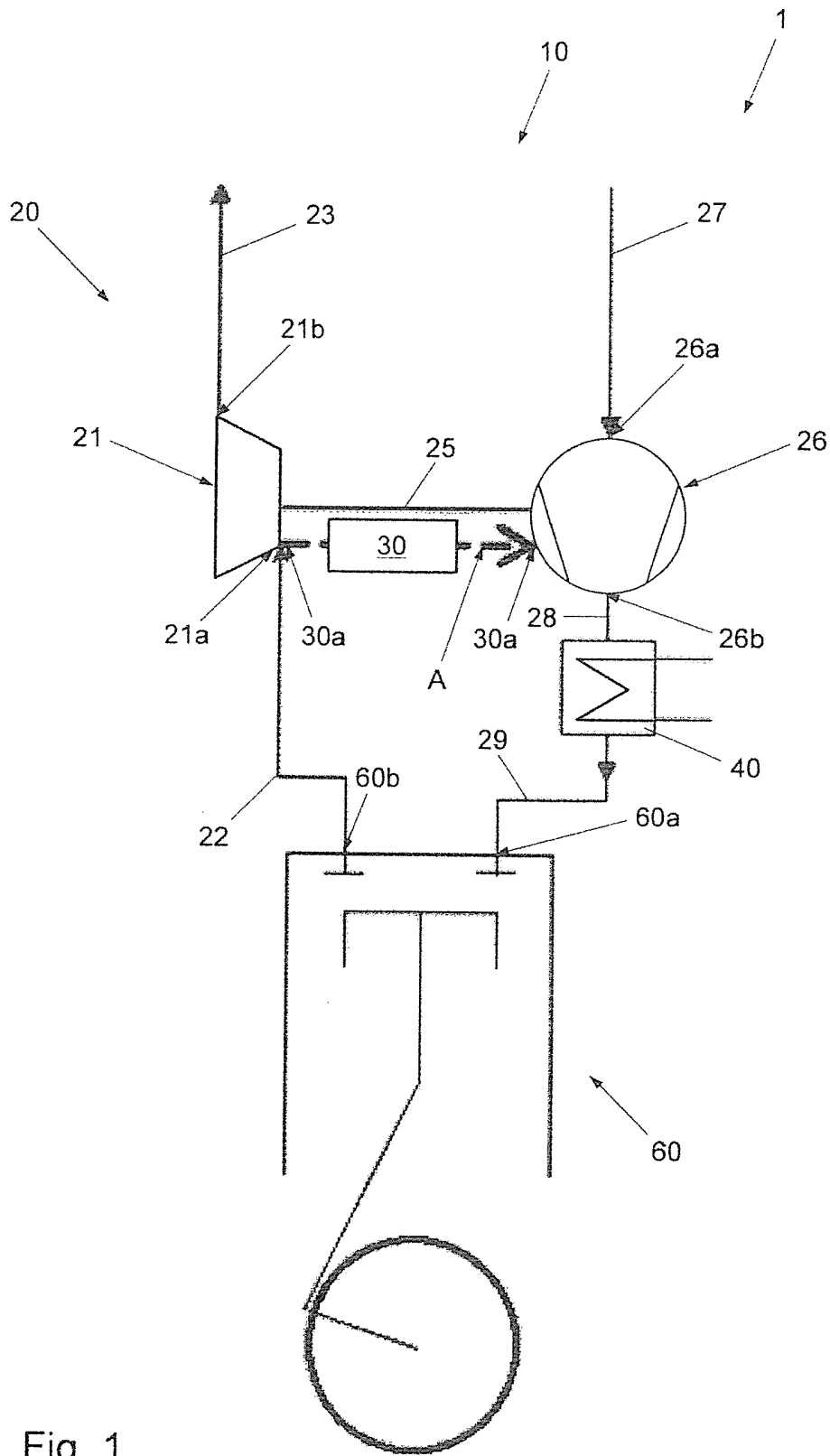


Fig. 1



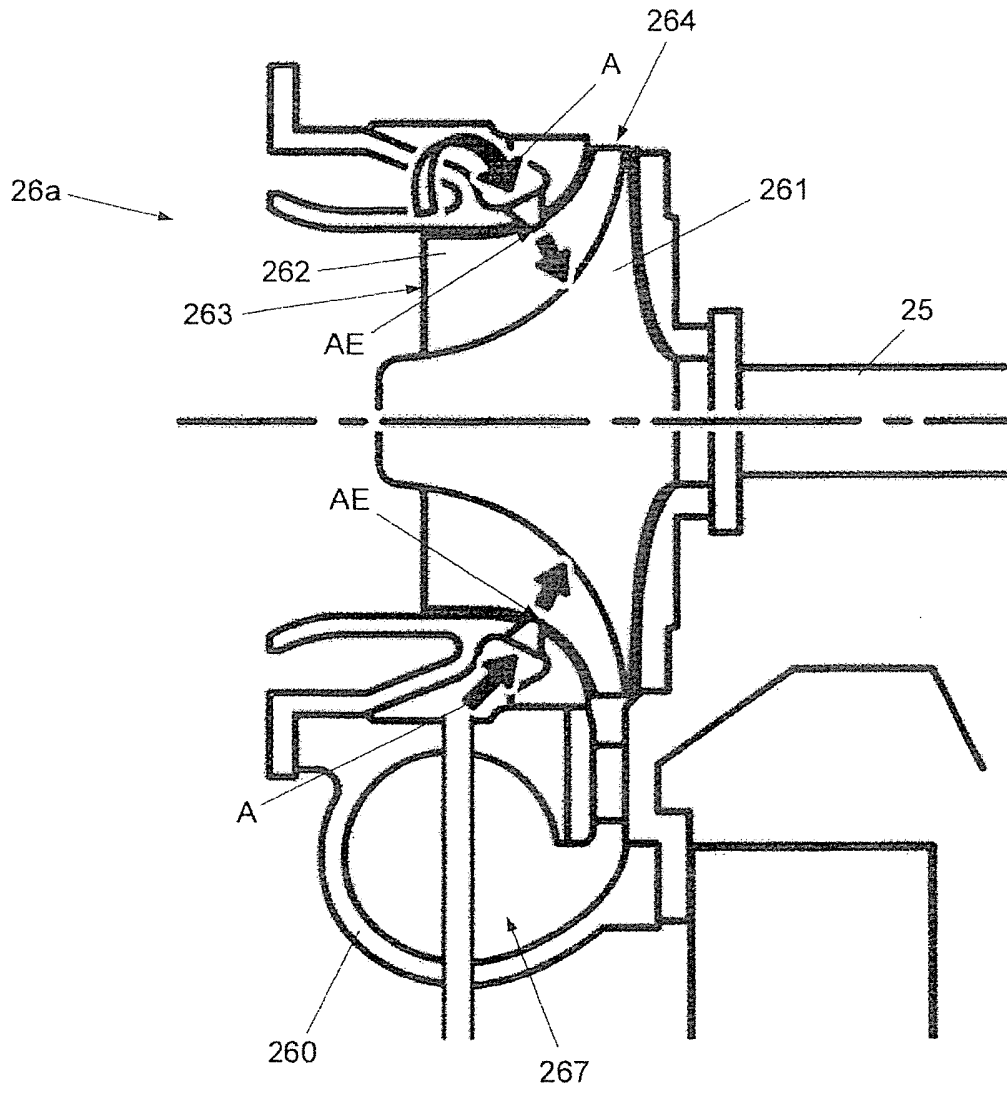


Fig. 3

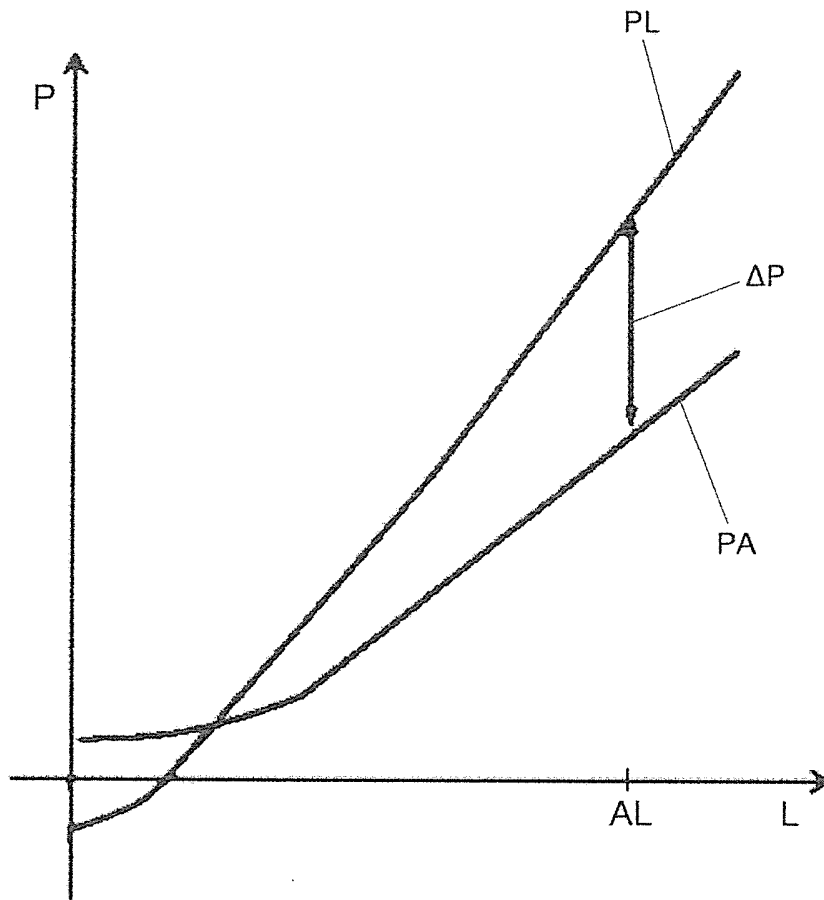


Fig. 4

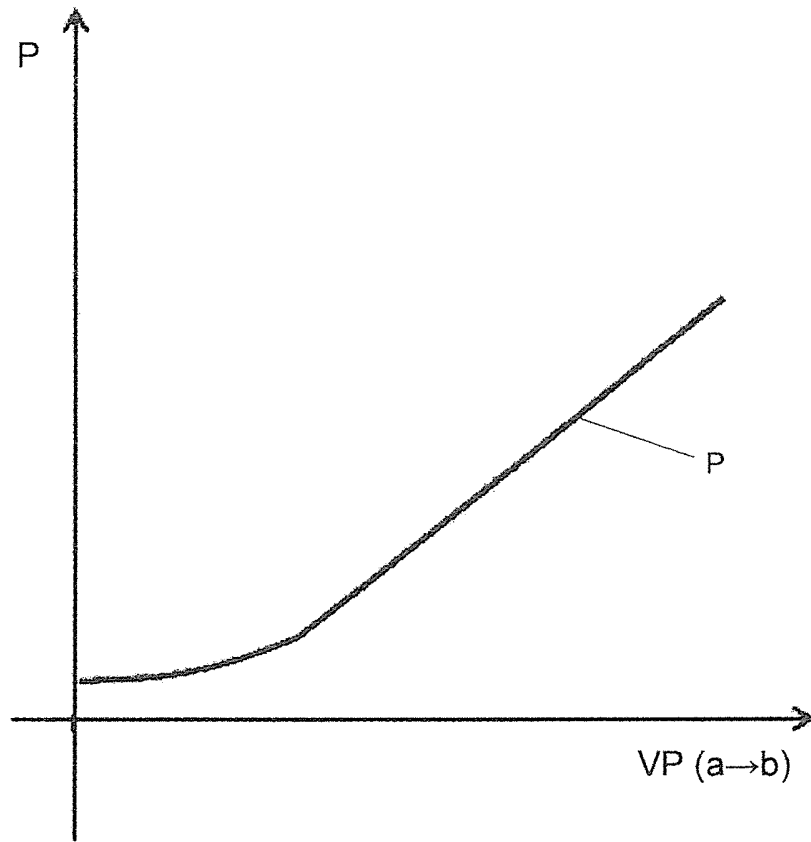


Fig. 5