



(19)

REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: AT 410 697 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1846/2000 (51) Int. Cl.⁷: F02B 37/24
(22) Anmeldetag: 31.10.2000 F01D 17/18
(42) Beginn der Patentdauer: 15.11.2002
(45) Ausgabetag: 25.06.2003

(56) Entgegenhaltungen:
DE 3907504A DE 19717559A DE 4242494C
EP 0196183B US 4512714A

(73) Patentinhaber:
BLANK OTTO ING.
A-4400 STEYR, OBERÖSTERREICH (AT).

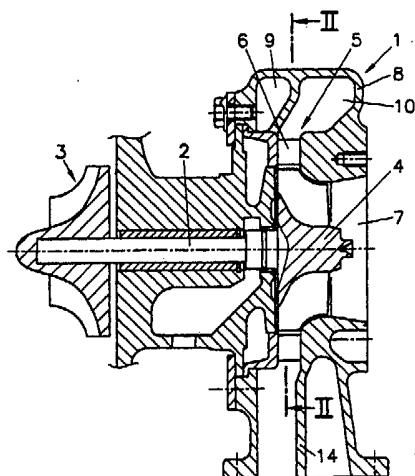
(72) Erfinder:
BLANK OTTO ING.
STEYR, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) ABGASTURBOLADER FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE

AT 410 697 B

(57) Die Erfindung betrifft einen Abgasturbolader für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung, mit einer Turbine (1), die ein Laufrad (4), ein Spiralgehäuse (8) und eine Leitvorrichtung (5) aufweist, um den Abgasstrom auf das Laufrad (4) zu lenken, die aus mindestens zwei Gruppen von Düsen (11, 12) besteht, die unmittelbar auf den äußereren Umfang des Laufrades (4) gerichtet sind, und die vorzugsweise durch feststehende Leitschaufeln (6) gebildet sind, wobei das Spiralgehäuse (8) in mindestens zwei Fluten (9, 10) unterteilt ist, von denen jede mit jeweils einer Gruppe von Düsen (11, 12) in Strömungsverbindung steht, und wobei weiters eine Schalteinrichtung (13) vorzugsweise in Form einer motorisch betätigbaren Klappe (13) vorgesehen ist, um einzelne oder alle Fluten (9, 10) des Spiralgehäuses (8) mit der Brennkraftmaschine abgasseitig zu verbinden. Im Bereich kleiner Drehzahlen der Brennkraftmaschine kann eine möglichst große Leistung an der Turbine erreicht werden, um ein schnelles Ansprechverhalten und einen günstigen Drehmomentverlauf zu erreichen, indem die Düsen (11, 12) jeweils einer Gruppe in gleichmäßigen Winkelabständen um das Laufrad (4) angeordnet sind, wobei die Schalteinrichtung (13) vorzugsweise in mindestens einer Stellung jede der Fluten (9, 10) mit einer Gruppe von Zylindern der Brennkraftmaschine verbindet.

Fig.1



Die Erfindung betrifft einen Abgasturbolader für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Es ist bekannt, dass die Leistung, die Verbrauchs- und Abgaswerte von Brennkraftmaschinen mit innerer Verbrennung mit Abgasturboladern verbessert werden können. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass nicht einfach ist, einen solchen Abgasturbolader so auszulegen, dass in allen Betriebsbereichen zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden. Um diesen Nachteil zu beheben, sind Turbolader mit variabler Turbinengeometrie vorgeschlagen worden, bei denen der Anströmquerschnitt vor dem Turbinenlaufrad verändert werden kann. Obgleich damit eine wesentliche Verbesserung erreicht werden kann, ist die Wirkung solcher Turbolader besonders im Teillastbereich (geringer Massendurchsatz bei niedriger Motordrehzahl) nach wie vor unbefriedigend. Ein Grund dafür ist, dass durch die verstellbaren Leitschaufeln zwangsläufig ein Kompromiss hinsichtlich der Abgasenergieformung (Druck/Geschwindigkeit) beim Durchströmen der engen Leitschaufelalte bis zum Turbinenrad eingegangen werden muss. Das axiale Spiel der Leitschaufeln im Turbinengehäuse ergibt zusätzliche Verluste. Weiters ist die Standzeit solcher Turbolader beschränkt, da insbesondere bei enggestellter Leitvorrichtung eine große Belastung durch Gaskräfte gegeben ist.

Aus der DE 39 07 504 A ist eine Abgasturbine bekannt, die ein zweiflutiges Spiralgehäuse aufweist. Durch eine Klappe ist eine Flut abschaltbar. Beide Fluten münden jedoch in einen gemeinsamen Anströmquerschnitt, der sich über den gesamten Umfang des Laufrades erstreckt. Dadurch treten insbesondere im Teillastbereich erhebliche Verluste auf, die durch eine vorzeitige Entspannung des Abgasstroms bedingt sind.

Die EP 0 196 183 B zeigt einen Turbolader, bei dem der Anströmquerschnitt ebenfalls verändert werden kann. Neben den obenbeschriebenen Nachteilen kommt hier noch die in Umfangsrichtung ungleichmäßige Beaufschlagung des Laufrades hinzu, die eine einseitige mechanische Belastung der Lagerung bewirkt. Ähnliches gilt auch für eine Lösung, wie sie in der US 4,512,714 A offenbart ist.

Weiters beschreibt die DE 197 17 559 A einen Turbolader mit zwei Fluten, die wechselweise mit Abgas beaufschlagbar sind, wobei eine Flut die andere umgibt und über Öffnungen mit dieser verbunden ist. Ein solcher Turbolader hat aufgrund der Strömungsverluste und der vorzeitigen Entspannung des Abgases einen nicht zufriedenstellenden Wirkungsgrad.

Die DE 42 42 494 C zeigt ferner einen verstellbaren Strömungsleitapparat für das Laufrad eines Abgasturboladers, das über verschiedene Fluten, die schaltbar ausgebildet sein können, anströmbar ist. Damit kann erreicht werden, dass der Abgasturbolader in weiten Bereichen des Motorkennfelds optimal betrieben wird. Wenn jedoch einzelne Fluten abgesperrt werden, wird das Laufrad unsymmetrisch angeströmt, was zu einer verstärkten Lagerbelastung und zu einem Effizienzverlust führt.

Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und einen Abgasturbolader zu schaffen, der in einem weiten Bereich von Betriebszuständen einen guten Wirkungsgrad hat. Insbesondere soll im Bereich kleiner Drehzahlen der Brennkraftmaschine eine möglichst große Leistung an der Turbine erreicht werden, um ein schnelles Ansprechverhalten und einen günstigen Drehmomentverlauf zu erreichen.

Erfundungsgemäß werden diese Aufgaben durch die kennzeichnenden Merkmale von Patentanspruch 1 gelöst.

Durch die erfundungsgemäße Lösung wird erreicht, dass der Anströmquerschnitt optimal an den jeweiligen Abgasstrom angepasst werden kann, wobei jedoch stets die strömungstechnisch optimalen Anströmbedingungen bis hin zum Turbinenradeintritt gegeben sind. Insbesondere weisen alle Düsen stets den optimalen, d.h. im Allgemeinen minimalen Abstand zum Laufrad auf. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Leitvorrichtung keine beweglichen Teile aufweist und somit kostengünstig herstellbar und robust ist, so dass auch eine Anwendung im Nutzfahrzeugbereich problemlos möglich ist.

Vorzugsweise sind die Düsen durch feststehende Leitschaufeln gebildet. Dadurch wird ein besonders einfacher, strömungstechnisch vorteilhafter Aufbau erreicht.

Eine besonders gleichmäßige Beaufschlagung des Laufrades und damit ein geringer Verschleiß an den Lagern wird dadurch erreicht, dass die Düsen jeweils einer Gruppe in gleichmäßigen Winkelabständen um das Laufrad angeordnet sind.

Ein optimaler Wirkungsgrad ist gegeben, wenn die Breite der Düsen in Axialrichtung der des Laufrades an seinem Umfang entspricht. Auf diese Weise findet die Entspannung des Abgases praktisch ausschließlich als thermodynamischer Prozess im Laufrad statt, so dass keine Querschnittssprünge auftreten.

5 Eine besonders gute Anpassung des Turboladers an den jeweiligen Betriebszustand der Brennkraftmaschine kann dadurch erreicht werden, dass die erste Gruppe von Düsen, die zweite Gruppe und allfällige weitere Gruppen eine unterschiedliche Anzahl von Düsen aufweisen. Alternativ oder zusätzlich dazu kann auch vorgesehen sein, dass die Düsen der ersten Gruppe, die Düsen der zweiten Gruppe und die Düsen allfälliger weiterer Gruppen eine unterschiedliche Breite in 10 Umfangsrichtung aufweisen.

Eine konstruktiv besonders einfache Ausführung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schalteinrichtung durch eine motorisch betätigbare Klappe gebildet ist.

Es hat sich ferner als günstig herausgestellt, wenn die Breite der Düsen in Umfangsrichtung mindestens dem Umfangsabstand der Schaufeln des Laufrades entspricht.

15 Weiters ist es von Vorteil, wenn im Teillastbereich bei geringen Massendurchsätzen eine elektromotorische Unterstützung der Turbine vorgesehen ist. Beispielsweise kann ein Elektromotor direkt in die Verbindung zwischen Laufrad und Turbine integriert sein.

20 Es ist bekannt, dass es in Abhängigkeit der Zylinderanzahl der Brennkraftmaschine aus gasdynamischen Gründen günstig sein kann, die Abgase von Gruppen von Zylindern getrennt voneinander zum Turbolader zu führen. So können bei Sechszylindermaschinen Gruppen von jeweils drei Zylindern mit gleichen Zündabständen zusammengefasst werden, oder bei Fünfzylindermaschinen können zwei Gruppen jeweils zwei Zylinder und eine weitere Gruppe aus einem Zylinder bestehen. Somit ist es bevorzugt, wenn die Schalteinrichtung in mindestens einer Stellung jede der Fluten mit 25 einer Gruppe von Zylindern der Brennkraftmaschine verbindet. Auf diese Weise werden die Gasströme nicht nur bis zum Turbolader sondern letztlich bis unmittelbar vor dem Laufradeintritt voneinander getrennt. Bei niedrigem Gasdurchsatz werden jedoch die Abgasströme aller Zylinder in eine Flut zusammengefasst, da hier die Erreichung einer möglichst hohen Turbinendrehzahl im Vordergrund steht.

30 In der Folge wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsvariante näher erläutert. Es zeigen die Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Abgasturbolader und die Fig. 2 schematisch einen Schnitt nach Linie II-II in Fig. 1 und Fig. 3 und 4 zeigen Details von erfindungsgemäßen Abgasturboladern.

35 Der Abgasturbolader besitzt allgemein eine Turbine 1, die über eine Welle 2 mit einem Verdichter 3 verbunden ist und diesen antreibt. In der Turbine 1 ist ein Laufrad 4 vorgesehen, das über eine Leitvorrichtung 5, die aus Leitschaufeln 6 besteht, mit dem Abgas einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine beaufschlagt wird. Nach dem Durchströmen des Laufrades 4 strömt das Abgas in einer axialen Öffnung 7 ab. Das Abgas wird über ein Spiralgehäuse 8 zur Leitvorrichtung 5 geführt, in dem zwei Fluten 9, 10 in Axialrichtung nebeneinander angeordnet sind, die durch eine Trennwand 14 voneinander getrennt sind.

40 Aus der Fig. 2 ist ersichtlich, dass insgesamt neun feststehende Leitschaufeln 6 in gleichmäßigen Winkelabständen um das Laufrad 4 angeordnet sind, so dass zwischen diesen Leitschaufeln 6 Düsen 11, 12 ausgebildet sind, die auf das Laufrad 4 gerichtet sind. Die Düsen 11 der ersten Gruppe stehen mit der ersten Flut 9 in Strömungsverbindung. Zwischen den Düsen 11 sind jeweils zwei Düsen 12 einer weiteren Gruppe angeordnet, die mit der zweiten Flut 10 in Strömungsverbindung stehen. Auf diese Weise kann das Laufrad 4 je nach dem Betriebszustand der Brennkraftmaschine über drei Düsen 11 der ersten Gruppe, über sechs Düsen 12 der zweiten Gruppe oder über alle neun Düsen 11, 12 beaufschlagt werden. Damit kann auch bei einem geringen Abgasstrom eine hohe Drehzahl des Laufrades 4 und damit ein günstiger Ladedruck und ein schnelles Ansprechverhalten erreicht werden. Es ist für den Fachmann offensichtlich, dass das Regelungsverhältnis 1:2:3 nach Bedarf beispielsweise dadurch abgeändert werden kann, dass zwischen den Düsen 11 der ersten Gruppe beispielsweise drei Düsen 12 der zweiten Gruppe angeordnet werden. Weiters kann die Breite der einzelnen Düsen in Umfangsrichtung unterschiedlich ausgeführt werden. Wesentlich ist, dass sämtliche Leitschaufeln 6 eine optimale Spaltbreite s zum äußeren Umfang des Laufrades 4 aufweisen.

55 Aus der Fig. 3 ist schematisch eine motorisch angetriebene Klappe 13 ersichtlich, mit der den

Abgasstrom in die erste Flut 9 oder in die zweite Flut 10 oder in der Mittelstellung in beide Fluten 9, 10 gelenkt werden kann. In der Fig. 3 ist mit durchgezogenen Linien eine Stellung der Klappe 13 gezeigt, in der der Abgasstrom in die erste Flut 9 zur Beaufschlagung der ersten Gruppe von Düsen 11 eingestellt ist. Mit unterbrochenen Linien ist eine weitere Stellung gezeigt, in der der Abgasstrom in die zweite Flut 10 zur Beaufschlagung der zweiten Gruppe von Düsen 12 gelenkt wird. Die Klappe 13 kann direkt im Gehäuse der Turbine 1 angeordnet sein, auch in einem speziellen Adaptergehäuse vorgesehen sein, das an den erfindungsgemäßen Abgasturbolader angeflanscht ist oder im Abgassammelkrümmer des Verbrennungsmotors.

Bei der Variante von Fig. 4 ist die stromaufwärtige Seite der Klappe 13 in zwei Kanäle 15, 16 unterteilt, die zu unterschiedlichen Gruppen von nicht dargestellten Zylindern der Brennkraftmaschine führen. In der dargestellten Stellung der Klappe 13 werden die beiden Kanäle 15, 16 in die erste Flut 9 zusammengefasst. Bei hohem Gasdurchsatz werden die Kanäle 15, 16 getrennt voneinander mit den Fluten 9, 10 verbunden, wodurch zusätzlich ein gasdynamischer Effekt bei zweiflutigen Turbinengehäusen genutzt werden kann.

15

PATENTANSPRÜCHE:

1. Abgasturbolader für eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung, mit einer Turbine (1), die ein Laufrad (4), ein Spiralgehäuse (8) und eine Leitvorrichtung (5) aufweist, um den Abgasstrom auf das Laufrad (4) zu lenken, die aus mindestens zwei Gruppen von Düsen (11, 12) besteht, die unmittelbar auf den äußeren Umfang des Laufrades (4) gerichtet sind, und die vorzugsweise durch feststehende Leitschaufeln (6) gebildet sind, wobei das Spiralgehäuse (8) in mindestens zwei Fluten (9, 10) unterteilt ist, von denen jede mit jeweils einer Gruppe von Düsen (11, 12) in Strömungsverbindung steht, und wobei weiters eine Schalteinrichtung (13) vorzugsweise in Form einer motorisch betätigbaren Klappe (13) vorgesehen ist, um einzelne oder alle Fluten (9, 10) des Spiralgehäuses (8) mit der Brennkraftmaschine abgasseitig zu verbinden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Düsen (11, 12) jeweils einer Gruppe in gleichmäßigen Winkelabständen um das Laufrad (4) angeordnet sind und dass die Schalteinrichtung (13) vorzugsweise in mindestens einer Stellung jede der Fluten (9, 10) mit einer Gruppe von Zylindern der Brennkraftmaschine verbindet.
2. Abgasturbolader nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste Gruppe von Düsen, eine zweite Gruppe und allfällige weiter Gruppen eine unterschiedliche Anzahl von Düsen (11, 12) aufweisen.
3. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Düsen (11) einer ersten Gruppe, die Düsen (12) einer zweiten Gruppe und die Düsen allfälliger weiterer Gruppen eine unterschiedliche Breite in Umfangsrichtung aufweisen.
4. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Breite der Düsen (11, 12) in Umfangsrichtung mindestens dem Umfangsabstand der Schaufeln des Laufrades (4) entspricht.
5. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Teillastbereich bei geringen Massendurchsätzen eine elektromotorische Unterstützung der Turbine (1) vorgesehen ist.

45

HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN

50

55

Fig. 1

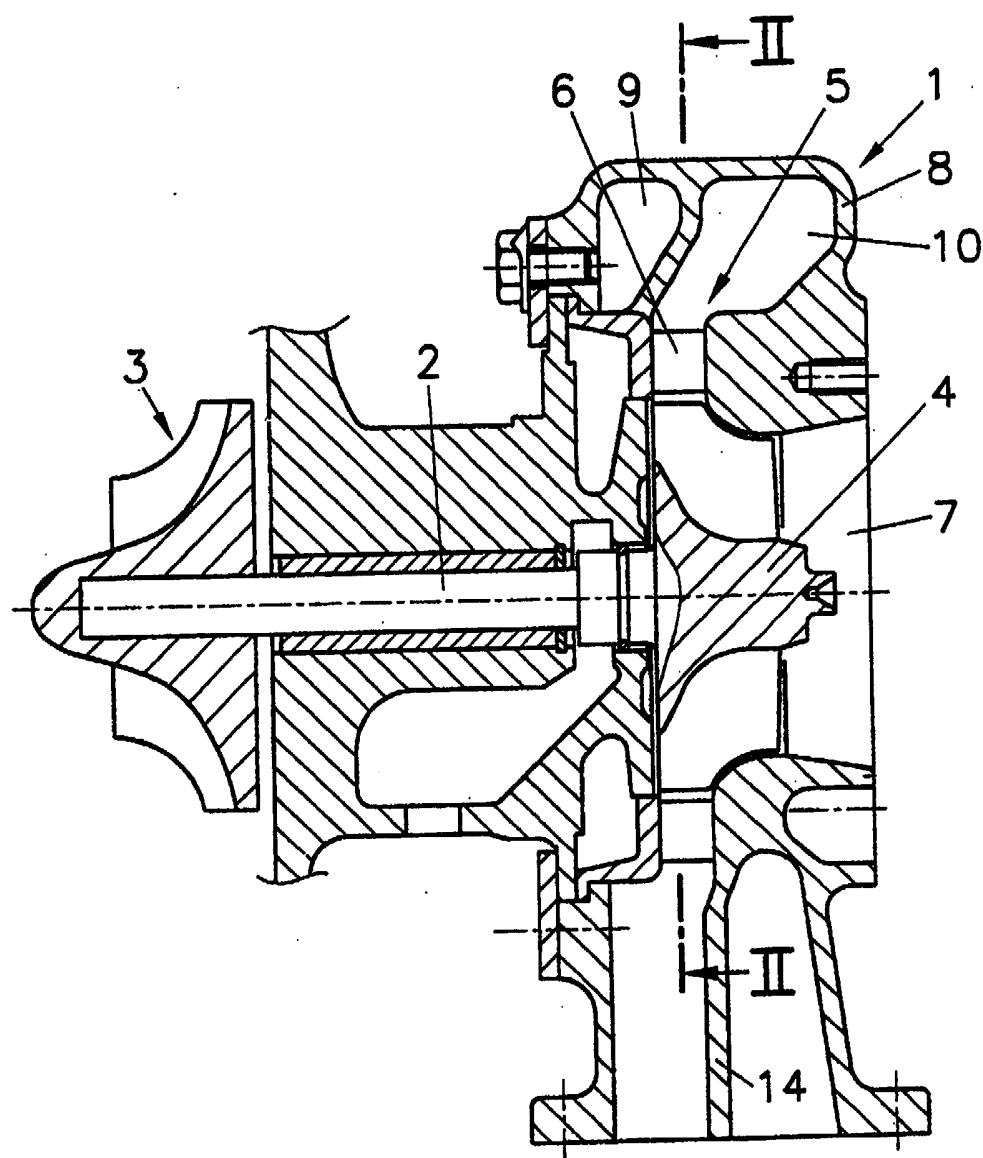


Fig.2

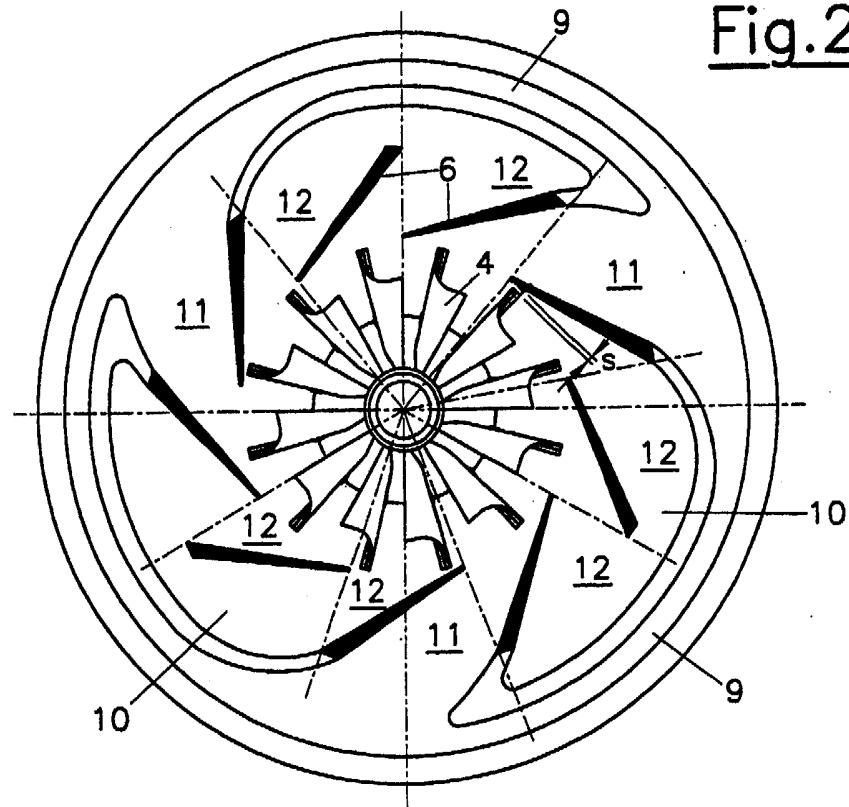


Fig.4

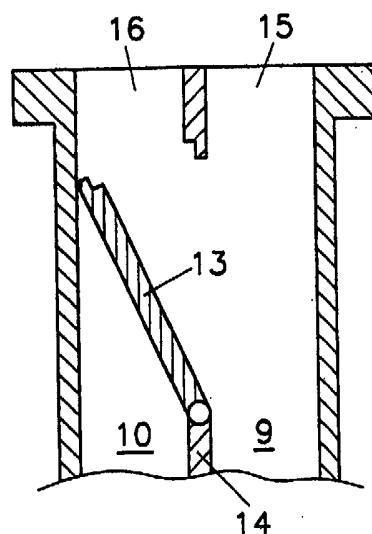


Fig.3

