



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 416 123 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.05.2004 Patentblatt 2004/19

(51) Int Cl.7: **F01D 9/04, F02C 6/12**

(21) Anmeldenummer: **03022991.8**

(22) Anmeldetag: **10.10.2003**

(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

(72) Erfinder:
• **Wimmer, Rudolf**
4431 Haidershofen (AT)
• **Steindl, Werner**
4810 Gmunden (AT)
• **Jursitzky, Christian**
2500 Baden (AT)
• **Kroiss, Roswitha**
4020 Linz (AT)

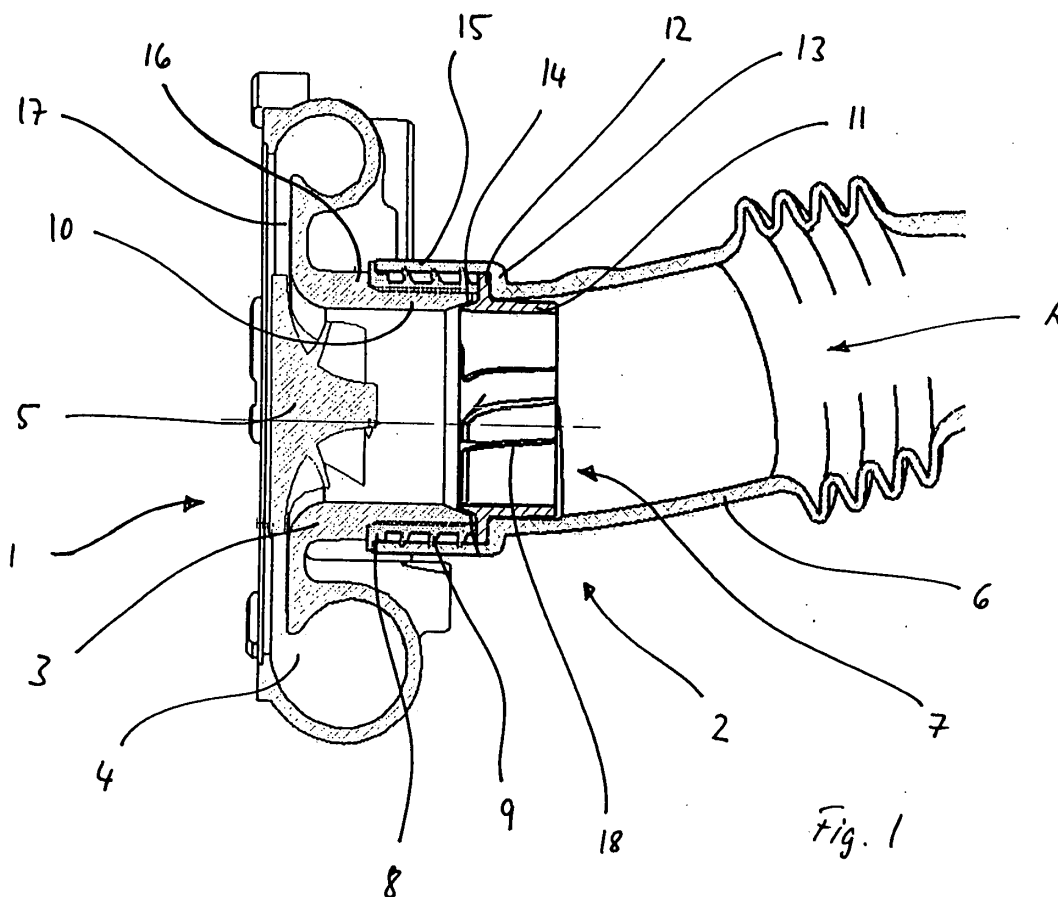
(30) Priorität: **29.10.2002 DE 10250302**

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)**

(54) **Drallerzeugungsleitapparat**

(57) Drallerzeugungseinrichtung zur drallbeaufschlagten Anströmung eines Laufrades eines Verdich-

ters oder einer (Kreisel-)Pumpe, umfassend einen in eine Saugleitung einschiebbaren, dem Laufrad vorgeordneten Drallerzeuger.



EP 1 416 123 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 eine Drallerzeugungseinrichtung zur drallbeaufschlagten Anströmung eines Laufrades eines Verdichters oder einer (Kreisel-)Pumpe mit einem Gehäuse und einer Saugleitung.

[0002] In Hinblick auf eine Leistungssteigerung und/oder zur Verbesserung des Wirkungsgrades sowie auch der Abgasqualität ist es bekannt, Brennkraftmaschinen mit verdichteter Luft zu beaufschlagen; in diesem Zusammenhang haben sich beispielsweise abgasgetriebene Turbolader bewährt.

[0003] Der Betrieb derartiger Verdichter erfolgt aufgrund der besseren Dynamikeigenschaften häufig nahe der Pumpgrenze im Verdichterkennfeld, was allerdings akustische Nachteile in Form sehr störender Zischgeräusche bedingt, gegebenenfalls führt die Instabilität bei länger andauerndem Betrieb in diesem Bereich sogar zu Schäden am Verdichterlaufrad. Ferner ist der Betrieb im Bereich der Pumpgrenze in besonderem Maße verlustbehaftet, so dass sich ein sehr schlechter Wirkungsgrad ergibt. Auch im Zusammenhang mit (Kreisel-)Pumpen im Allgemeinen stellen sich die beschriebenen Probleme.

[0004] Eine Möglichkeit zur Abhilfe besteht bei Abgasturboladern im geregelten Betrieb, wobei zwischen turbinen- und verdichterseitiger Regelung unterschieden wird. Im Rahmen einer verdichterseitigen Regelung können dem Verdichterlaufrad vorgeordnete Luftleitgitter zur Anwendung kommen.

[0005] Beispielsweise beeinflusst ein verdichtereingangsseitig angeordneter Drallerzeuger am Verdichtereintritt die Strömungsrichtung der Luft derart, dass es im kritischen Kennfeldbereich zu einer Reduktion der Eintrittsstoßverluste am Schaufelrad kommt. Es wird somit eine vorteilhafte Verschiebung der Pumpgrenze in Richtung kleinerer Massenströme erreicht.

[0006] Zu nennen ist in diesem Zusammenhang die DE 42 12 880 A1, welche ein verstellbares Leitgitter offenbart, dessen Leitschaufeln einen schwenkbaren Leitschaufelteil umfassen. Gemäß der DE 42 12 880 A1 ist dem Verdichter ein Leitschaufelkranz vorgeordnet, welcher ein Gehäuse sowie geteilte Leitschaufeln umfasst. Dieses relativ aufwändig konstruierte Leitgitter muss in Hinblick auf eine abgestimmte Ausgestaltung auch der angrenzenden Komponenten bei der Konzeption des Gesamtsystems mit einbezogen werden, weshalb es nicht möglich ist, das Leitgitter auf einfache Weise in ein bestehendes Verdichtersystem zu integrieren. Das Leitschaufelkranzgehäuse ist außerdem nur ungenügend vom Verdichtergehäuse entkoppelt, so dass das akustische Verhalten problematisch ist. Darüber hinaus sind Herstellung, Montage und Wartung der Anordnung aufgrund der Vielzahl von Einzelteilen mit einem sehr großen Aufwand verbunden.

[0007] Ferner ist die DE 2 060 271 A1 zu nennen, welche ein Verfahren zur selbsttätigen Einstellung des Ein-

trittsdralles bei Verdichtern von Abgasturboladern sowie einen Leitapparat dazu beschreibt. Der axial durchströmte Leitapparat ist im Saugrohr des Verdichters angeordnet und bis zu einem axialen Anschlag in einen Bereich mit erweitertem Innendurchmesser eingeschoben ist, Leitapparat und Verdichtergehäuse stehen miteinander in formschlüssigem Kontakt. Nachteiligerweise ist einerseits zur Aufnahme des Leitapparates eine besonders angepasste, maßgenaue, konstruktive Ausgestaltung des Verdichtergehäuses notwendig, andererseits können sich strömungsbedingte Schwingungen des Leitapparates ungehindert in das Verdichtergehäuse fortsetzen.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, eine akustisch optimierte, mit einem guten Wirkungsgrad arbeitende Drallerzeugungseinrichtung bereitzustellen, welche sehr einfach aufgebaut ist und so besonders günstig herzustellen und zu montieren ist und welche auf einfache Weise ohne maßgebliche Änderungen angrenzender Komponenten in ein bestehendes System integrierbar ist.

[0009] Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit einer Drallerzeugungseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, wobei gemäß der zu Grunde liegenden Idee ein in den stützenartig ausgebildeten Einlass des Gehäuses und/oder in die Saugleitung einschiebbarer, dem Laufrad vorgeordneter Drallerzeuger vorgesehen ist, das Gehäuse saugseitig zur Verbindung mit der Saugleitung stützenartig ausgebildet ist und der Drallerzeuger im Verbindungsbereich zwischen Saugleitung und Gehäuse angeordnet ist und der Drallerzeuger einen Befestigungsflansch sowohl zur radialen Festlegung innerhalb der Saugleitung oder des Gehäuses, als auch zur axialen Festlegung zwischen Saugleitung und Gehäuse umfasst.

[0010] Besonders zu bevorzugende Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel zufolge sind zur akustischen Entkoppelung der Saugleitung und/oder des Drallerzeugers vom Gehäuse Mittel - wie eine elastische Dichtung zwischen Saugleitung und/oder Drallerzeuger einerseits und Gehäuse andererseits - vorgesehen.

[0012] Zweckmäßigerweise umfasst der Drallerzeuger einen Befestigungsflansch sowohl zur radialen Festlegung innerhalb der Ladeluftsaugleitung oder des Verdichtergehäuses, wobei der radial äußere Rand des Flansches innenseitig an der Ladeluftsaugleitung oder dem Verdichtergehäuse anliegt, als auch zur axialen Festlegung zwischen Ladeluftsaugleitung und Verdichtergehäuse, wobei die Ladeluftsaugleitung einen mit dem Einlassstutzenende des Verdichtergehäuses korrespondierenden axialgerichteten Absatz aufweist.

[0013] Sehr zweckmäßig ist es, wenn der Drallerzeuger einen ringförmigen, radial äußeren Bereich, welcher gegebenenfalls zugleich den genannten Befestigungsflansch bildet, mit innenliegenden Leitschaufeln auf-

weist und die Leitschaufeln starr angeordnet sind, wobei gemäß eines besonders bevorzugten Ausführungsbeispiels die Leitschaufeln verstell- und/oder verformbar sind, so dass eine Anpassung entsprechend dem Massedurchsatz erfolgen kann.

[0014] Als sehr vorteilhaft wird eine Ausgestaltung der Leitschaufeln des Drallerzeugers aus einem elastisch verformbaren Kunststoff angesehen.

[0015] Der Drallerzeuger ist gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel von einem Strömungsmedium axial durchströmt, dabei erstrecken sich die Leitschaufeln des Drallerzeugers ausgehend von einer festen Anströmkante, welche mit dem ringförmigen, radial äußeren Bereich verbunden ist, in Strömungsrichtung und weisen dabei eine Krümmung in radialer Richtung auf, so dass ein Strömungsdrall erzeugbar ist.

[0016] Zweckmäßigerweise überdecken die Leitschaufeln des Drallerzeugers in nicht oder gering durchströmtem Zustand Bereiche von insgesamt 20 - 30%, insbesondere von ca. 25%, der angeströmten Fläche. "Angeströmte Fläche" des Drallerzeugers ist vorliegend im Sinne einer axialen Projektion zu verstehen.

[0017] Einem bevorzugten Ausführungsbeispiel zufolge umfasst dabei der Drallerzeuger vier Leitschaufeln, welche in nicht oder gering durchströmtem Zustand jeweils einen sich über einen Winkel von 35 - 45°, insbesondere von ca. 40°, erstreckenden, kreissegmentartigen Bereich der angeströmten Fläche überdecken.

[0018] Als besonders vorteilhaft wird es angesehen, wenn die Leitschaufeln des Drallerzeugers abhängig vom Massenstrom des Strömungsmediums verformbar sind.

[0019] Mit zunehmendem Massenstrom werden gemäß einer bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung die Leitschaufeln des Drallerzeugers entgegen ihrer radialen Krümmung verformt, so dass ein geringerer Strömungsdrall erzeugt wird. Entsprechend verringern sich die von den Leitschaufeln des Drallerzeugers krümmungsbedingt überdecken, kreissegmentartigen Bereiche der angeströmten Fläche mit zunehmendem Massenstrom.

[0020] Zweckmäßigerweise stellt sich im oberen und maximalen Betriebsbereich des Verdichters oder der Pumpe eine maximale Verformung der Leitschaufeln des Drallerzeugers ein. Beispielsweise überdecken im oberen und maximalen Betriebsbereich des Verdichters oder der Pumpe die Leitschaufeln des Drallerzeugers krümmungsbedingt kreissegmentartige Bereiche von insgesamt 4 - 14%, insbesondere von ca. 9%, der angeströmten Fläche.

[0021] Einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des Drallerzeugers mit vier Leitschaufeln zufolge überdecken diese im oberen und maximalen Betriebsbereich des Verdichters oder der Pumpe jeweils einen sich über einen Winkel von 1 - 11°, insbesondere von ca. 6°, erstreckenden, kreissegmentartigen Bereich der angeströmten Fläche.

[0022] Nachfolgend wird ein besonders zu bevorzu-

gendes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf Figuren näher erläutert, dabei zeigen schematisch und beispielhaft

- 5 Figur 1 einen Meridianschnitt durch einen Verdichter mit einer Drallerzeugungseinrichtung,
- Figur 2 einen Drallerzeuger in unterschiedlichen Ansichten,
- 10 Figur 3 ein Diagramm zur Verformung der Drallerzeugerflügel abhängig vom Massenstrom sowie
- 15 Figur 4 die Verformung der Drallerzeugerflügel bei unterschiedlichen Massenströmen.

[0023] In Figur 1 ist ein Radialverdichter 1 eines hier nicht näher dargestellten Abgasturboladers einer Brennkraftmaschine mit einer saugseitigen Drallerzeugungseinrichtung 2 dargestellt. Der Verdichter umfasst ein in einem Gehäuse 3 angeordnetes Laufrad 5 mit Laufradschaufeln, welches mittels einer Abgasturbine über eine Welle angetrieben ist. Dabei wird entsprechend der Pfeilrichtung A Ladeluft über eine Ladeluftsaugleitung 6 angesaugt und über einen Diffusorkanal 17 sowie einen Spiralkanal 4 in eine Ladeluftdruckleitung gefördert; gegebenenfalls wird der Ladeluft rückgeführtes Abgas zugemischt.

[0024] Um eine drallbeaufschlagte, gerichtete Anströmung der Laufradschaufeln zu erreichen, ist im Anströmbereich ein Drallerzeuger 7 als Einschubteil vorgesehen. Der Drallerzeuger 7 weist einen zylindrischen, rohrabschnittsförmigen Grundkörper 11 mit innenliegenden Leitschaufeln 18 auf und ist in die Ladeluftleitung 6 eingeschoben, so dass die Außenseite des Grundkörpers 11 an der Rohrinneenseite der Ladeluftleitung 6 anliegt. Zur Festlegung des Drallerzeugers 7 insbesondere in axialer Richtung umfasst dieser einen Flansch 12 vorgesehen, dessen ladeluftleitungsseitige Fläche an einem Absatz 13 der Ladeluftleitung 6 anliegt, wohingegen die verdichterseitige Fläche des Flansches 12 mit der Stirnseite einer Dichtung 8 in Verbindung steht. Der Durchmesser des Flansches 12 entspricht in etwa dem Innendurchmesser des aufgeweiteten Endes 15 der Ladeluftleitung 6, so dass auch eine Festlegung in radialer Richtung gegeben ist.

[0025] Das Verdichtergehäuse 3 ist ladelufteinlassseitig rohrstützenartig ausgebildet, wobei der Endbereich 10 des Stützens 16 außenseitig einen verringerten Durchmesser aufweist, auf welchen die gummielastische Dichtung 8 aufgeschoben ist. Die Dichtung 8 steht dabei in Richtung des Flansches 12 des Drallerzeugers 7 über das Ende 14 des Stützens 16 über, so dass der Drallerzeuger 7 vom Verdichtergehäuses 3 entkoppelt ist. Außenseitig weist die Dichtung 8 umlaufende Lamellen 9 auf, welche ein leichtes aufschieben der Ladeluftleitung 6 ermöglichen, jedoch ein unbeabsichtigtes Lö-

sen der Verbindung verhindern; zudem wird auf der Flansch 12 mit einer gewissen Vorspannung in axialer Richtung gehalten.

[0026] Gemäß der vorliegenden Ausführung umfasst der Drallerzeuger 7 vier bis neun Schaufeln 18, deren Austrittswinkel entsprechend dem Ladeluftmassenstrom zwischen 15° und 75° wählbar ist. Bevorzugt wird eine ungerade Anzahl Schaufeln 18, wodurch die Gefahr einer Resonanzbildung an den Verdichterradschaufeln reduziert ist. Da eine wie in der Figur gezeigte starre Auslegung der Drallerzeugungseinrichtung immer einen Kompromiss zwischen akustischem und Vollast-Verhalten des Verdichters darstellt, sind bevorzugterweise die Schaufeln 18 des Drallerzeugers 7 abhängig vom Massendurchsatz verstell- oder verformbar, wobei zweckmäßigerweise eine Verstellung oder Verformung durch die Gaskraft selbst bewirkt wird.

[0027] Der Drallerzeuger 7 besteht aus einem Kunststoff wie beispielsweise glasfaserverstärktem Polyamid, wobei gegebenenfalls - insbesondere wenn ein Zurückströmen heißer Ladeluft aus dem Verdichter nicht wirksam verhindert werden kann - eine Ausführung aus Metall bevorzugt ist. Aufgrund der bei der Ladeluftverdichtung auftretenden hohen Temperaturen ist das Verdichtergehäuse 3 aus Aluminiumguss gefertigt; das Ladeluftsaugrohr besteht aus glasfaserverstärktem Polyamid.

[0028] In der vorliegenden Figur 1 ist der Drallerzeuger 7 mit Schaufeln 18 ohne Mittelsteg dargestellt, gemäß einer anderen Ausführungsform wird jedoch auch eine Ausgestaltung mit zentralen Mittelsteg als zweckmäßig angesehen.

[0029] Figur 2 zeigt einen vierflügeligen Drallerzeuger in unterschiedlichen Ansichten. Der Drallerzeuger 200 ist einteilig in Spritzgussverfahren aus einem relativ weichen, thermoplastischen Kunststoff mit einer Härte von ca. 45 Shore D hergestellt, so dass die Flügel 202 die erforderliche Flexibilität aufweisen. Die Bereiche, welche eine höhere Stabilität erfordern - wie der ringförmige, radial äußere Bereich 204, die Anströmkanten 206 der Flügel 202 und der Zentralbereich 208 - sind konstruktiv insbesondere mittels Verseifungsrippen oder Materialverstärkungen entsprechend ausgestaltet.

[0030] Deutlich erkennbar ist in der Ansicht 210 von unten in Verbindung mit der 3D-Ansicht 212, wie die Flügel 202 sich ausgehend von den Anströmkanten 206 in der mit a gekennzeichneten Strömungsrichtung erstrecken und dabei eine Krümmung in radialer Richtung zur Drallerzeugung aufweisen. Vorliegend wird die Strömung a in einen Rechtsdrall versetzt, wobei die Richtung der Flügelkrümmung selbstverständlich von der Drehrichtung des im Strömungsverlauf nachfolgenden Pumpen- oder Verdichterlaufrades (vgl. Figur 1, Ziff. 5) abhängt.

[0031] Die Flügel 202 sind an ihrer radial inneren Seite im Zentralbereich 208 über ca. ihre halbe Länge axial gerade miteinander verbunden, so dass jeweils ein freies, besonders verformbares Flügelende 216 verbleibt.

Außenseitig kann sich die Flügelkrümmung vom Flügelende 216 bis in den Bereich der Anströmkante 202 fortsetzen, da hier die Flügel 202 nicht axial gerade festgelegt sind.

[0032] In der seitlichen Ansicht 214 sind die Anströmkanten 206 und die sich in Strömungsrichtung a erstreckenden Flügel 202 erkennbar. In Montagelage ist der Drallerzeuger im Bereich zwischen Saugleitung und Pumpen- bzw. Verdichtergehäuse (vgl. Figur 1) mittels dem ringförmigen, radial äußeren Bereich 204 festgelegt, so dass die diesen Bereich 204 in axialer Richtung überragenden Bereiche, wie Anströmkanten 206 und Flügel 202, zur Aufnahme im Saugrohr oder im Ansaugstutzen einen verringerten Durchmesser aufweisen. In Hinblick auf einen günstigen Strömungsverlauf ist der Zentralbereich 208 anströmseitig kegelig ausgebildet, die Flügelkanten 218 sind in Strömungsrichtung a auf einen geringeren Durchmesser zurückgezogen, die Abschlüsse sind gerundet.

[0033] Als Montagehilfe und um eine radial vorge-spannte Dichtung in der Saugleitung bzw. im Pumpen- oder Verdichtergehäuse zu gewährleisten, weist der ringförmige, radial äußere Bereich 204 des Drallerzeugers 200 außenseitig eine Lippe 220 auf. Die Lippe weist einen geringfügig größeren Durchmesser auf, als der lichte Durchmesser des Einschubbereiches, so dass der Drallerzeuger 200 nur mit den Anströmkanten 206 nach vorne einschiebbar ist.

[0034] Die Krümmung der Leitschaufeln 202 bedingt eine Drallbeaufschlagung der in Richtung a strömenden Strömung. Einerseits hängt die Drallerzeugung von der Krümmung der Leitschaufeln 202 ab, andererseits ist die Leitschaufelkrümmung vom Massenstrom abhängig. Der Zusammenhang ist mit dem Diagramm 300 in Figur 3 für unterschiedliche Temperaturen dargestellt. Auf der Ordinate ist normiert der Massenstrom aufgetragen, auf der Abszisse die Auslenkung der Leitschaufeln 202 in mm. Alle drei Kurven 302 für -20°C, 304 für 23°C und 306 für 65°C zeigen die mit steigendem Massenstrom größer werdende Verformung der Leitschaufeln 202 des Drallerzeugers 200, damit verbunden ist jeweils eine entsprechend geringer werdende Drallerzeugung. Je höher die Temperatur des Strömungsmediums ist, desto weicher sind die Leitschaufeln 202 des Drallerzeugers 200, was sich im steileren Anstieg der Verformungskurven 304 und 306 ausdrückt. Aufgrund der konstruktiven Ausgestaltung des Drallerzeugers 200 zeigt insbesondere die Kurve 304 im Bereich 0,6 bis 0,8 des normierten Luftmassenstromes ein deutliches Plateau. In diesem Bereich wird trotz des relativ hohen Luftmassenstromes eine gewisse Drallerzeugung erreicht, welche erst bei noch weiterem Anstieg des Luftmassenstromes stark abfällt.

[0035] Maßgeblich bestimmt wird die Drallerzeugung neben der Ausgestaltung der Flügel von der angeströmten, mit zunehmendem Massenstrom abnehmenden Flügelfläche entsprechend der Projektion in Strömungsrichtung. Figur 4 zeigt die angeströmte Fläche eines

vierflügligen Drallerzeugers bei einer Temperatur des Strömungsmediums von 23°C für unterschiedliche Massenströme. Bei 20% des Nennleistungsmassenstroms überdecken die Flügel des Drallerzeugers gemäß a) jeweils kreissektorförmige Bereiche 402 von ca. 37°. Mit zunehmendem Massenstrom überdecken die Flügel aufgrund der elastischen Verformung einen geringer werdenden Teil der angeströmten Fläche, so dass die Flügel des Drallerzeugers, wie mit b) gezeigt, bei 40% des Nennleistungsmassenstroms jeweils kreissektorförmige Bereiche 404 von ca. 30° überdecken. Mit c) ist die Verformung bei 60% des Nennleistungsmassenstroms dargestellt, wobei die Flügel des Drallerzeugers jeweils kreissektorförmige Bereiche 406 von ca. 20° überdecken, gemäß d) werden bei 80% des Nennleistungsmassenstroms jeweils kreissektorförmige Bereiche 408 von ca. 17° überdeckt. Entsprechend e) ergibt sich beim Nennleistungsmassenstrom eine maximale Verformung der Flügel des Drallerzeugers, wobei die Flügel jeweils kreissektorförmige Bereiche 410 von ca. 7° überdecken und somit eine minimale Drallerzeugung erreicht ist.

Patentansprüche

1. Drallerzeugungseinrichtung zur drallbeaufschlagten Anströmung eines Laufrades eines Verdichters oder einer Pumpe mit einem Gehäuse und einer Saugleitung, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - ein in das Gehäuse (3) und/oder in die Saugleitung (6) einbringbarer, dem Laufrad (5) vorgeordneter Drallerzeuger (7) vorgesehen ist,
 - das Gehäuse (3) saugseitig zur Verbindung mit der Saugleitung (6) stutzenartig ausgebildet ist und der Drallerzeuger (7) im Verbindungsbereich zwischen Saugleitung (6) und Gehäuse (3) eingebracht ist und
 - der Drallerzeuger (7) einen Befestigungsflansch (12) sowohl zur radialen Festlegung innerhalb der Saugleitung (6) oder des Gehäuses (3), als auch zur axialen Festlegung zwischen Saugleitung (6) und Gehäuse (3) umfasst.
2. Drallerzeugungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine elastische Dichtung (8) zwischen Saugleitung (6) und/oder Drallerzeuger (7) einerseits und Gehäuse (3) andererseits vorgesehen ist.
3. Drallerzeugungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger (7, 200) einen ringförmigen, radial äußeren Bereich (204) mit innenliegenden Leitschaufeln (18, 202) aufweist.

4. Drallerzeugungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitschaufeln (18, 202) des Drallerzeugers (7, 200) starr angeordnet sind.
5. Drallerzeugungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitschaufeln (18, 202) des Drallerzeugers (7, 200) verstell- und/oder verformbar sind.
6. Drallerzeugungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitschaufeln (18, 202) des Drallerzeugers (7, 200) aus einem elastisch verformbaren Kunststoff bestehen.
7. Drallerzeugungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Drallerzeuger von einem Strömungsmedium axial durchströmt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Leitschaufeln (18, 202) des Drallerzeugers (7, 200) in Strömungsrichtung erstrecken und eine Krümmung in radialer Richtung aufweisen, so dass ein Strömungsdrall erzeugbar ist.
8. Drallerzeugungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitschaufeln (18, 202) des Drallerzeugers (7, 200) in nicht oder gering durchströmtem Zustand Bereiche von insgesamt 20 - 30%, insbesondere von ca. 25%, der angeströmten Fläche überdecken.
9. Drallerzeugungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger (7, 200) vier Leitschaufeln (18, 202) umfasst, welche in nicht oder gering durchströmtem Zustand jeweils einen sich über einen Winkel von 35° - 45°, insbesondere von ca. 40°, erstreckenden, kreissegmentartigen Bereich der angeströmten Fläche überdecken.
10. Drallerzeugungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitschaufeln (18, 202) des Drallerzeugers (7, 200) abhängig vom Massenstrom des Strömungsmediums verformbar sind.
11. Drallerzeugungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit zunehmendem Massenstrom die Leitschaufeln (18, 202) des Drallerzeugers (7, 200) entgegen ihrer radialen Krümmung verformt werden, so dass ein geringerer Strömungsdrall erzeugt wird.
12. Drallerzeugungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die von den Leitschaufeln (18, 202)

des Drallerzeugers (7, 200) krümmungsbedingt überdecken kreissegmentartigen Bereiche (402, 404, 406, 408) der angeströmten Fläche mit zunehmendem Massenstrom verringern.

5

13. Drallerzeugungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im oberen und maximalen Betriebsbereich des Verdichters oder der Pumpe eine maximale Verformung der Leitschaufeln (18, 202) des Drallerzeugers (7, 200) einstellt.

10

14. Drallerzeugungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im oberen und maximalen Betriebsbereich des Verdichters oder der Pumpe die Leitschaufeln (18, 202) des Drallerzeugers (7, 200) krümmungsbedingt kreissegmentartige Bereiche von insgesamt 4 - 14%, insbesondere von ca. 9%, der angeströmten Fläche überdecken.

15

20

15. Drallerzeugungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vier Leitschaufeln (202) des Drallerzeugers (7, 200) im oberen und maximalen Betriebsbereich des Verdichters oder der Pumpe jeweils einen sich über einen Winkel von 1° - 11° , insbesondere von ca. 6° , erstreckenden, kreissegmentartigen Bereich der angeströmten Fläche überdecken.

25

30

35

40

45

50

55

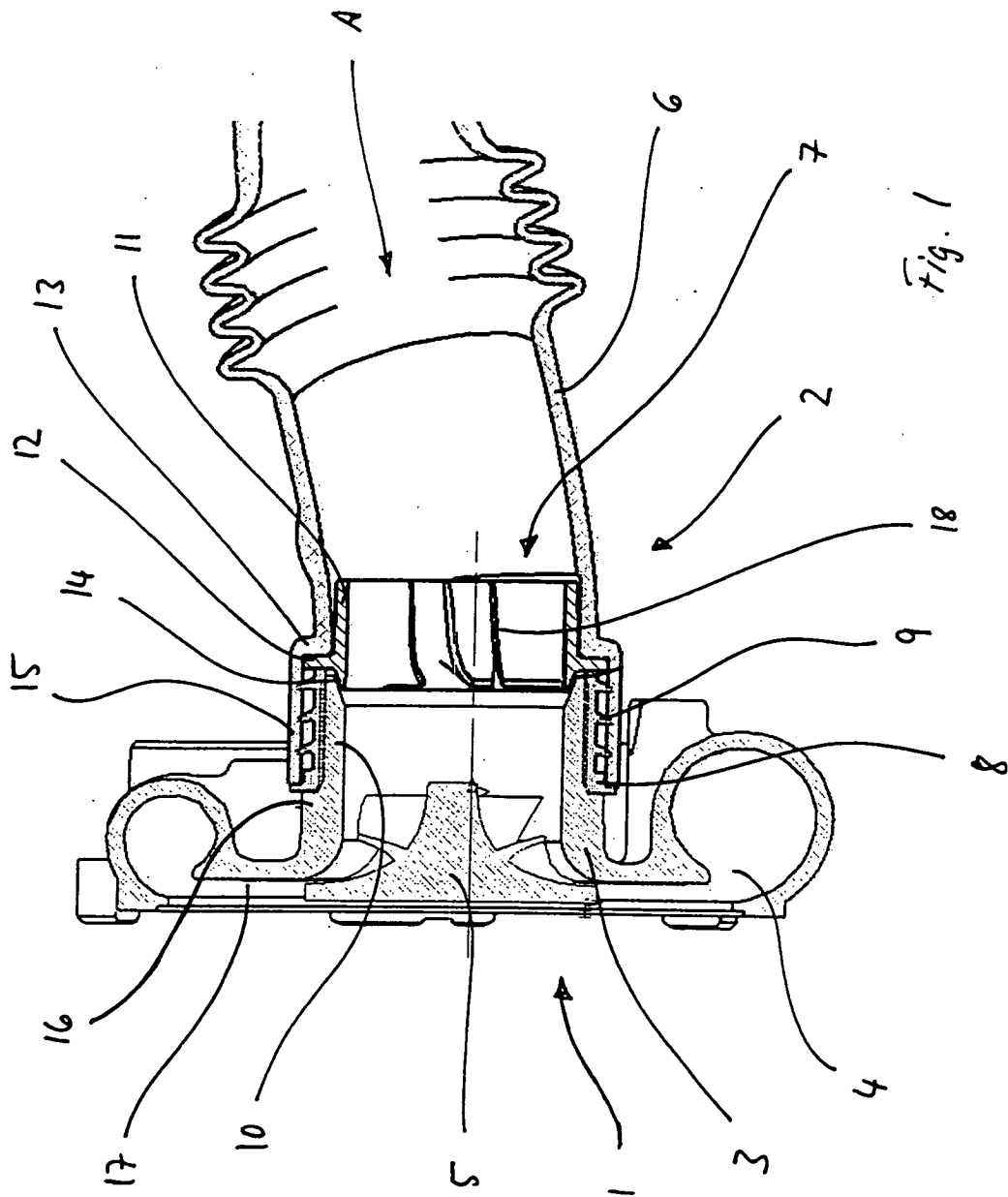
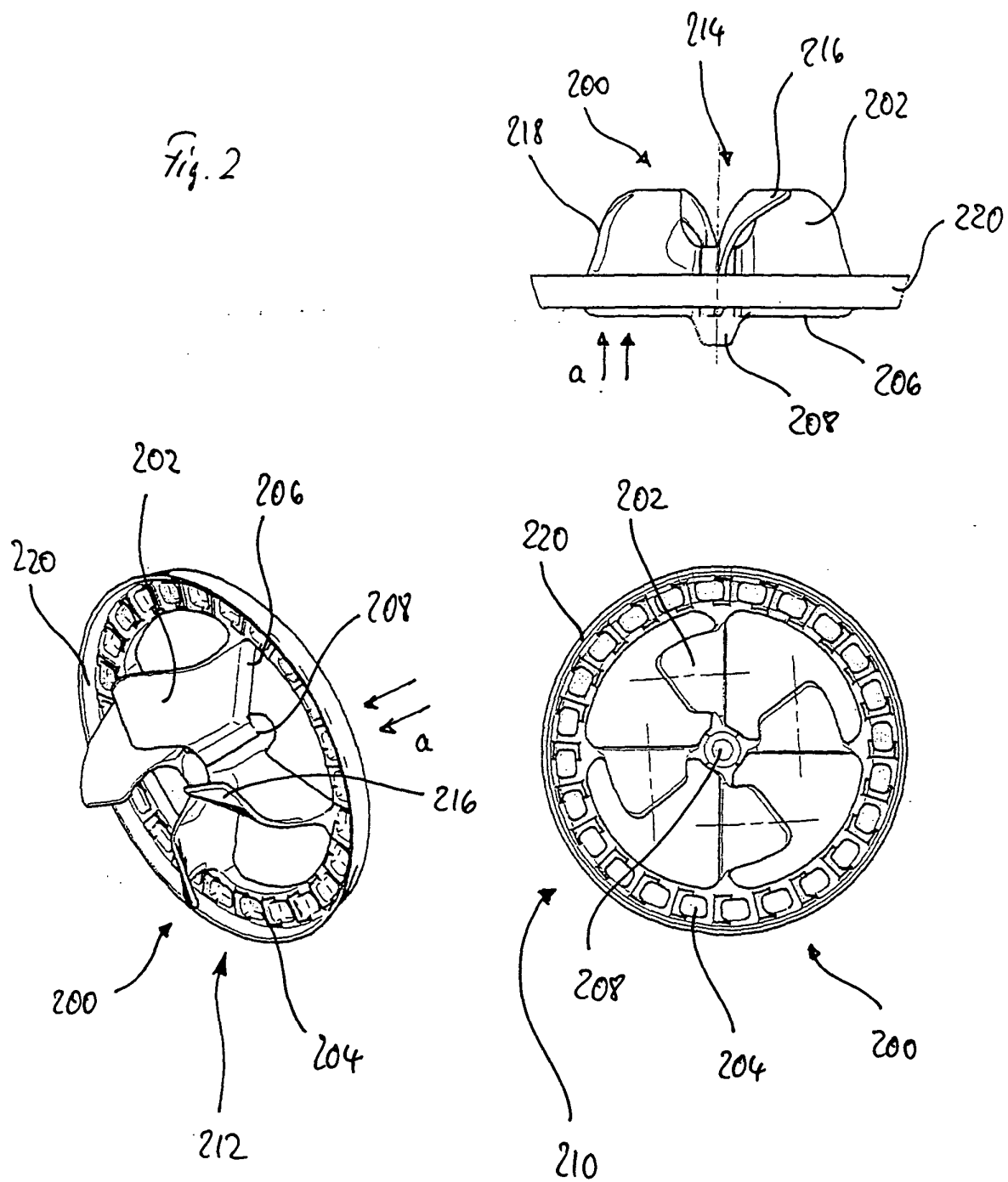


Fig. 2



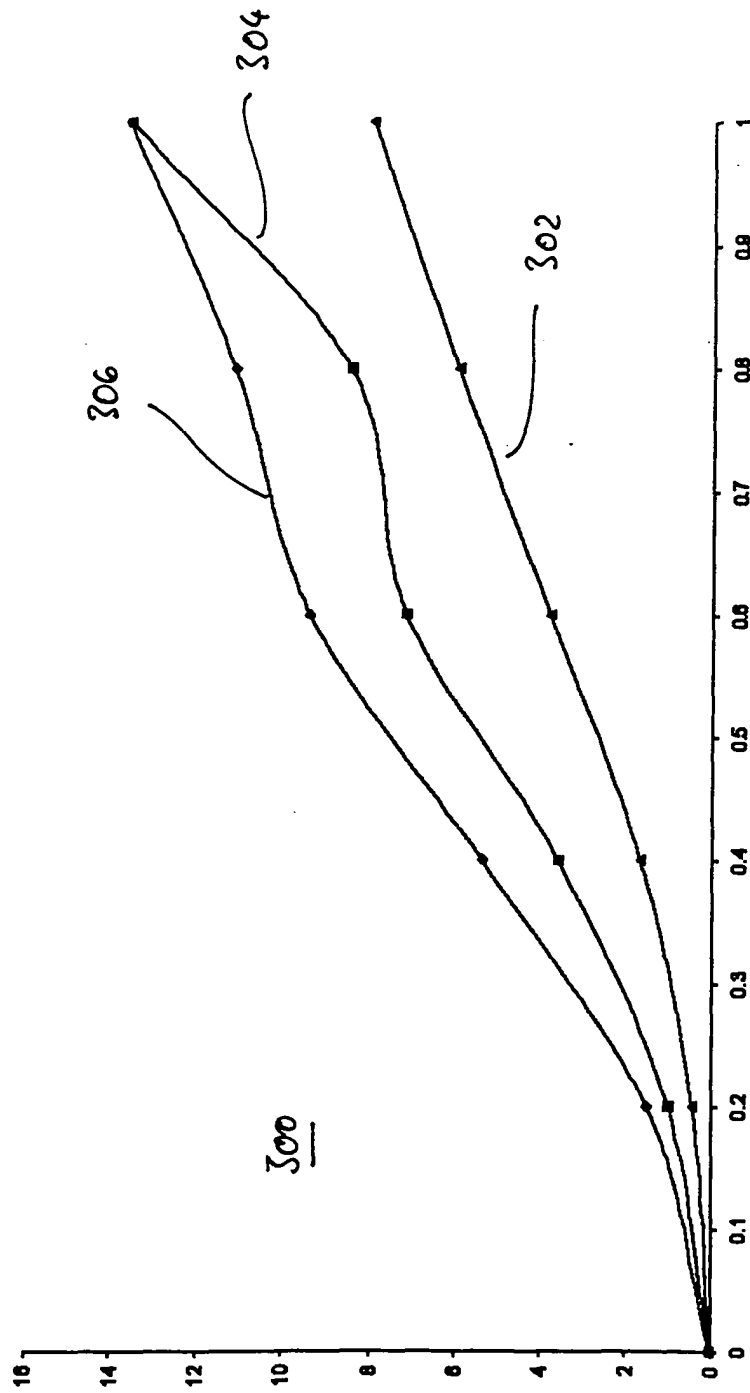


Fig. 3

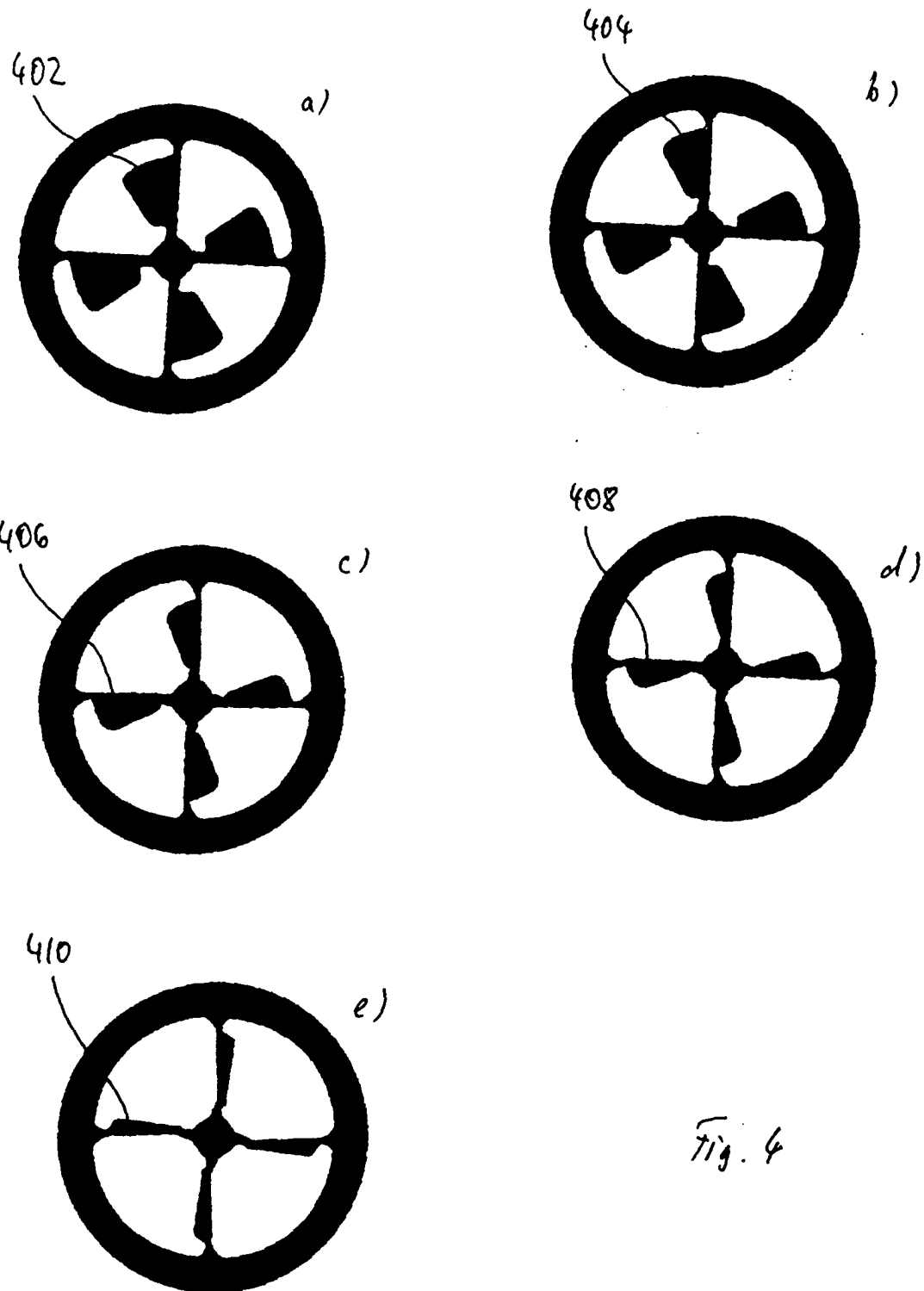


Fig. 4