



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.02.2021 Patentblatt 2021/05

(51) Int Cl.:
F04D 23/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20188197.6**

(22) Anmeldetag: **28.07.2020**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Baur, Dominik**
72516 Scheer (DE)
• **Meinig, Uwe**
88348 Bad Salgau (DE)

(74) Vertreter: **SSM Sandmair**
Patentanwälte Rechtsanwalt
Partnerschaft mbB
Joseph-Wild-Straße 20
81829 München (DE)

(30) Priorität: **29.07.2019 DE 102019120410**

(71) Anmelder: **Schwäbische Hüttenwerke Automotive GmbH**
73433 Aalen-Wasseraalfingen (DE)

(54) **FÖRDERVORRICHTUNG MIT EINEM SEITENKANAL- ODER PERIPHERALGEBLÄSE**

(57) Fördervorrichtung für ein Fördermedium, beispielsweise zum Spülen eines Filters für flüchtige Kraftstoffbestandteile, mit einem als Seitenkanal- oder Peripheralgebläse ausgeführten Gebläse (G) und optional einem elektrischen Antriebsmotor für das Gebläse, das Gebläse (G) umfassend:

1.1 ein Gehäuse (1, 2) mit einem Einlass und einem Auslass für das Fördermedium, beispielsweise Spülluft, einem in Umfangsrichtung erstreckten Förderkanal (5) mit einem Seitenkanal (6, 7) und einem in Umfangsrichtung

erstreckten Unterbrecherkanal (8; 9) zur Trennung von Einlass und Auslass, und
1.2 ein im Gehäuse (1, 2) um eine Drehachse (R) drehbares Förderrad (10) mit Schaufeln (13), die bei Drehung des Förderrads den Förderkanal (5) und den Unterbrecherkanal (8; 9) durchlaufen,
1.3 wobei die Fördervorrichtung dazu eingerichtet ist, dass die Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie der Fördervorrichtung oder des Gebläses (G) in Richtung minimalen Förderstroms abflacht oder abfällt.

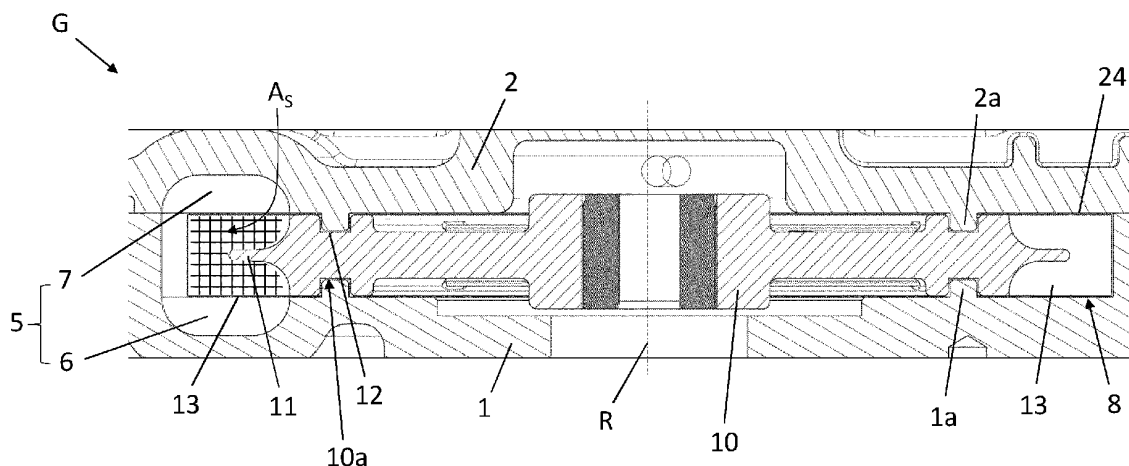


Fig. 6

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Fördervorrichtung, die zum Fördern eines Fördermediums ein als Seitenkanal- oder Peripheralgebläse ausgeführtes Gebläse umfasst. Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet ist der Kraftfahrzeugbau. Die Fördervorrichtung kann beispielsweise als Sekundärluftpumpe für ein Abgassystem einer Verbrennungskraftmaschine und insbesondere zum Spülen eines Filters oder anderen Speichermediums für flüchtige Kraftstoffbestandteile verwendet werden.

[0002] In Kraftstoffzuführsystemen von Ottomotoren werden verdunstete Kraftstoffbestandteile mittels Filter aufgefangen und der Verbrennungskraftmaschine über deren Saugbereich zugeführt. Als Filter werden typischerweise Aktivkohlefilter (AKF) verwendet, die flüchtige Kraftstoffbestandteile speichern und die bei Tankentlüftung austretenden Gase dadurch reinigen. Damit die Filterwirkung erhalten bleibt, muss der Filter von Zeit zu Zeit gespült und dadurch regeneriert werden. Dies geschieht durch Rückspülung. Das Spülgas wird dem Verbrennungsprozess der Verbrennungskraftmaschine zugeführt. Die Betriebszeiten, in denen eine Rückspülung des mit flüchtigen Kraftstoffbestandteilen beladenen Filters sinnvoll ist, werden aufgrund steigender Anforderungen an die Umweltverträglichkeit ständig kürzer. So wird die als Antriebsmotor eines Fahrzeugs dienende Verbrennungskraftmaschine beispielsweise im Stand des Fahrzeugs abgeschaltet. Umso wichtiger wird es, die für die Zuführung der flüchtigen Kraftstoffbestandteile in den Verbrennungsprozess geeigneten Betriebszustände der Verbrennungskraftmaschine intensiv für die Regeneration des Filters zu nutzen, die Gemischbildung der Verbrennungskraftmaschine aber möglichst wenig zu stören.

[0003] In Spülgassystemen kommen derzeit vereinzelt Radialgebläse zum Einsatz, um die im Filterspülgasstrom enthaltenen flüchtigen Kraftstoffbestandteile in den Saugbereich der Verbrennungskraftmaschine zu fördern. Radialgebläse arbeiten mit sehr hohen Arbeitsdrehzahlen von bis zum 60.000 U/min, um die zum Spülen des Filters erforderlichen Drücke zu erreichen. Die hohe Arbeitsdrehzahl stellt enorme Anforderungen an einen elektrischen Antrieb des Gebläses, die Wuchtgüte des Förderrads und die Toleranzen der Bauteile. Nachteilig sind die ungünstigen akustischen Eigenschaften von Radialgebläsen, insbesondere die nur mit großem Aufwand beherrschbare Körperschallproblematik aufgrund Unwucht. Der durch Unwucht induzierte Körperschall wächst mit der zweiten Potenz der Drehzahl und ist bei den für Radialgebläse erforderlichen Drehzahlen von 50.000 bis 60.000 U/min enorm. Entsprechend groß ist der konstruktive Aufwand, der beim Anbau des Radialgebläses an eine Fahrzeugkarosserie zur Schallentkopplung betrieben werden muss.

[0004] Seitenkanal- und Peripheralgebläse sind in Bezug auf die erforderliche Arbeitsdrehzahl für den Einsatz in Kraftfahrzeugen deutlich günstiger. Sie kommen mit

Drehzahlen von 20.000 U/min, also etwa einem Drittel des für Radialgebläse erforderlichen Drehzahlniveaus aus, um für das Spülen der Filter ausreichend hohe Drücke zu erzeugen. Hierdurch entschärft sich die Körperschallproblematik durch Unwucht wesentlich. Eine auf dem Seitenkanalprinzip basierende Spülgaspumpe kann vergleichsweise einfach am Einbauort im Fahrzeug, beispielsweise an der Karosserie, angebaut werden. Akustische Auffälligkeiten im Fahrzeuginnenraum können mit vergleichsweise einfachen Maßnahmen der Schallentkopplung vermieden werden.

[0005] Vor- und auch nachteilig ist die für Seitenkanal- und Peripheralgebläse typische, sehr steile Förderkennlinie "Förderdruck-über-Förderstrom". Auf der einen Seite ermöglicht dies bereits bei niedrigen Arbeitsdrehzahlen hohe Förderdrücke. Im Überlastbereich, d. h. im Diagramm der Förderkennlinie links vom Nennpunkt, steigen jedoch mit zunehmender druckseitiger Drosselung und damit einhergehend abnehmendem Förderstrom der Förderdruck und die Leistungsaufnahme des Gebläses auf unerwünscht hohe Werte. Dies kann auch zu einem unerwünscht hohen Druckaufbau im Tankentlüftungssystem führen. Die mit zunehmender Leistungsaufnahme steigende Dissipation im Gebläse lässt ferner die Temperatur des Spülgases unerwünscht stark ansteigen, was bei den zu fördernden hochentzündlichen Kraftstoffbestandteilen (Kohlenwasserstoffgemische) problematisch werden kann.

[0006] Der Einsatz von Seitenkanal- und Peripheralgebläsen in Spülgassystemen ist grundsätzlich bekannt, beispielsweise aus der DE 197 09 903 A1 und der DE 197 40 582 A1.

[0007] Die DE 10 2011 108 763 B4 offenbart die Verwendung eines Seitenkanalgebläses als Sekundärluftpumpe für ein Abgassystem und schlägt zur Reduzierung der Leistungsaufnahme vor, das Seitenkanalgebläse zweiflutig auszuführen. Aufgrund der mit der Zweiflutigkeit einhergehenden Reduzierung der Umfangserstreckung des jeweiligen Förderkanals stellt sich eine flachere, bis zur Nullförderung aber immer noch linear steigende Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie ein.

[0008] Die US 3 280 752 B offenbart eine Seitenkanalpumpe, in deren Seitenkanal als Strömungsleitelemente wirkende Rippen vorstehen. Für dieses Gebläse wird eine Abflachung der Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie in Richtung Nullförderung beschrieben. Die DE 21 21 280 A schlägt zur Erzielung eines vergleichbaren Effekts die Anordnung von einer oder mehreren Nuten im Seitenkanal vor.

[0009] Einen anderen Weg beschreitet die US 2007/0160456 A1. Hieraus bekannte Seitenkanalgebläse weisen in einem ersten Ausführungsbeispiel ein Laufrad mit Schaufeln auf, die an Ihren axialen Stirnseiten lokale Einschnürungen aufweisen. Ein Peripheralgebläse eines zweiten Ausführungsbeispiels weist im Unterbrecherkanal, der den Einlass vom Auslass des Gebläses trennt, eine Nut auf. In beiden Ausführungsbeispielen wird über den Unterbrecherkanal gezielt eine Leckage

und dadurch eine Abflachung der Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie in Richtung Nullförderung eingestellt.

[0010] Die bekannten Maßnahmen zur Erzielung einer in Richtung Nullförderung abgeflachten Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie gehen mit einem beachtlichen Konstruktionsaufwand einher. Dies gilt insbesondere für die Anordnung von Strömungsleitrippen, im verminderten Ausmaß aber grundsätzlich auch für die Anordnung von Nuten im Seitenkanal oder Unterbrecherkanal. Nuten im Unterbrecherkanal und auch die stirnseitigen Einschnürungen der Schaufeln haben den weiteren Nachteil, dass sich am Nutausgang oder im Bereich der Einschnürung der Schaufeln ein konzentrierter, energiereicher Fluidstrahl im Einlassbereich des Förderkanals bildet und dieser tangentielle Fluidstrahl weit in den Förderkanal dringt. Der konzentrierte Fluidstrahl stört die Strömung im Einlassbereich und verzögert die Anfauchung der zur Energieübertragung erforderlichen Rotationskomponente der Fluidströmung im Förderkanal. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass die Energieübertragung vom Förderrad auf das Fluid im Förderkanal erst in einem Umfangswinkelbereich von 60° bis 80° stromab des Einlasses einsetzt und durch den aus dem Unterbrecherkanal in den Förderkanal austretenden Fluidstrahl noch weiter in den Förderkanal verlagert wird.

[0011] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Fördervorrichtung mit einem Gebläse zum Fördern eines Fördermediums zu schaffen, die für einen Wechselbetrieb zwischen minimalem Förderbedarf, meist Nullbedarf, und temporär hohem Förderbedarf geeignet ist.

[0012] Eine andere oder weitere Aufgabe ist die Bereitstellung einer Fördervorrichtung, die sich im Hinblick auf die Körperschallentwicklung für den Einsatz in Kraftfahrzeugen, beispielsweise für den Einsatz als Sekundärluft-Fördervorrichtung oder insbesondere als Spülgas-Fördervorrichtung, eignet.

[0013] Noch eine andere oder weitere Aufgabe ist die Bereitstellung einer Fördervorrichtung, bei der eine Abflachung der Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie und damit einhergehend eine Verringerung der Leistungsaufnahme mit konstruktiv einfachen Mitteln erzielt wird.

[0014] Die Erfindung betrifft dementsprechend eine Fördervorrichtung für ein Fördermedium, beispielsweise zum Fördern von Sekundärluft für ein Abgassystem oder insbesondere zum Spülen eines Filters für flüchtige Kraftstoffbestandteile im Kraftstoffzuführsystem eines Kraftfahrzeugs. Die Fördervorrichtung umfasst zum Fördern des Fördermediums ein Gebläse, das als Seitenkanal- oder Peripheralgebläse ausgeführt ist. Das Gebläse umfasst ein Gehäuse und ein im Gehäuse um eine Drehachse drehbares Förderrad. Das Gehäuse weist einen Einlass und einen Auslass für das Fördermedium, einen in Umfangsrichtung erstreckten Förderkanal mit einem Seitenkanal und einen in Umfangsrichtung erstreckten Unterbrecherkanal zur Trennung von Einlass und Aus-

lass auf. Der Einlass und der Auslass münden in den Förderkanal. Das Förderrad weist Schaufeln auf, die bei Drehung des Förderrads periodisch den Förderkanal und den Unterbrecherkanal durchlaufen, um das durch den Einlass in den Förderkanal strömende Fördermedium, wie von Seitenkanal- und Peripheralgebläsen grundsätzlich bekannt, durch Impulsübertragung im Förderkanal zu fördern und unter erhöhtem Druck durch den Auslass auszustoßen.

[0015] Nach der Erfindung ist die Fördervorrichtung dazu eingerichtet, dass die Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie des Gebläses in Richtung minimalen Förderstroms, d. h. in Richtung auf eine theoretische Nullförderung, wie sie bei einem vollständigen Verschluss des Auslasses eintreten würde, abflacht oder gegebenenfalls sogar abfällt.

[0016] Die Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie wird bei konstanter Drehzahl des Förderrads durch Variation einer druckseitigen Drosselung des Gebläses ermittelt. Hierzu wird ein Strömungswiderstand, zweckmäßigerweise ein Ventil, stromab des Förderkanals, zweckmäßigerweise am oder nahe beim Auslass des Gebläses, von einem minimalen Widerstand bis auf einen maximalen Widerstand, der insbesondere einem vollständigen Verschluss entsprechen kann, verändert. Die Kennlinie kann in die drei Bereiche Überlastbereich, Nennbereich und Vollastbereich unterteilt werden. Der Nennbereich erstreckt sich um den nominalen Arbeitspunkt, kurz "Nennpunkt", des Gebläses. Wird die druckseitige Drosselung vom Nennbereich ausgehend verringert, arbeitet das Gebläse im Vollastbereich. Wird die druckseitige Drosselung vom Nennbereich ausgehend erhöht, arbeitet das Gebläse im Überlastbereich. Werden im Diagramm der Kennlinie der Förderstrom längs der Abszisse und die Förderdruckdifferenz zwischen Gebläseauslass und Gebläseeinlass längs der Ordinate aufgetragen, erstrecken sich der Überlastbereich von links bis zum Nennbereich und der Vollastbereich von rechts bis zum Nennbereich. Wird die druckseitige Drosselung erhöht, durchläuft das Gebläse mit zunehmender Drosselung vom Vollastbereich aus den Nennbereich, insbesondere den Nennpunkt, und gelangt in den Überlastbereich. Dabei sinkt der Förderstrom, während die Differenz zwischen Einlassdruck und Auslassdruck steigt.

[0017] In bevorzugter Ausführung ist die Fördervorrichtung dazu eingerichtet, beispielsweise durch konstruktive Gestaltung des Gebläses, dass die Förderdruck-über-Förderstrom Kennlinie mit abnehmendem Förderstrom bis in den Nennbereich kontinuierlich ansteigt und die Steigung Überlastbereich, vorteilhafterweise im Nennbereich, abnimmt. Vorteilhafterweise steigt die Förderdruck-über-Förderstrom Kennlinie mit abnehmendem Förderstrom bis wenigstens zum Nennpunkt kontinuierlich an, und ihre Steigung nimmt erst im Nennpunkt oder erst nach Durchlaufen des Nennpunkts mit weiter zunehmender Drosselung und entsprechend abnehmendem Förderstrom ab. Die Steigung der Kennlinie

kann in diesem abgeflachten Kennlinienbereich überall oder in einem oder mehreren Abschnitten noch immer größer Null sein. Bevorzugt wird, wenn sie im Überlastbereich, d. h. links vom Nennbereich oder Nennpunkt, überall kleiner als 0.2 oder kleiner als 0.1 ist. Die Steigung kann mit zunehmender Drosselung auch negativ werden, so dass die Kennlinie mit zunehmender Drosselung in Richtung minimalen Förderstroms abfällt.

[0018] Der Einsatz von Seitenkanal- und Peripheralgebläsen als Spülgas-Fördervorrichtungen ist zwar grundsätzlich bekannt, wie etwa aus den eingangs genannten DE 197 09 903 A1 und DE 197 40 582 A1. Aufgrund der Kennlinienabflachung und damit einhergehend der verringerten Leistungsaufnahme bei geringem Förderbedarf, was Nullförderbedarf einschließt, eignet sich die erfindungsgemäße Fördervorrichtung jedoch im besonderen Maße zum Spülen und damit einhergehend zum Regenerieren von Filtern für flüchtige Kraftstoffbestandteile, da das Gebläse in Motorbetriebsphasen, in denen dem Kraftstoffgemisch kein oder nur ein sehr geringer Anteil von Spülgas zugemischt werden darf, mit verringerter Leistungsaufnahme betrieben werden kann. Im Vergleich mit Radialgebläsen weisen Seitenkanal- und Peripheralgebläse eine deutlich größere Dynamik auf, da sie typischerweise nur mit etwa einem Drittel der Drehzahl von Radialgebläsen arbeiten. Aufgrund der abgeflachten Kennlinie kann das Gebläse der erfindungsgemäßen Fördervorrichtung im unteren Drehzahlbereich, in dem es bei Einsatz als Spülgasgebläse die meiste Zeit arbeitet, mit im Vergleich zu herkömmlichen Seitenkanal- und Peripheralgebläsen höheren Drehzahlen betrieben werden, so dass es in den vergleichsweise kurzen Zeiten, in denen Spülgas zugemischt werden kann und dementsprechend ein temporär hoher Förderbedarf besteht, in kurzer Zeit beschleunigt werden kann. Das Gebläse der erfindungsgemäßen Fördervorrichtung kann somit bei geringem oder Nullbedarf mit einer im Vergleich zu herkömmlichen Seitenkanal- und Peripheralgebläsen hohen Drehzahl und bei hohem Förderbedarf mit einer im Vergleich zu Radialgebläsen geringen Drehzahl betrieben werden. Über den gesamten Betriebsbereich gesehen können die Drehzahlspreizung und in der Folge die Ansprechzeit im Falle eines Wechsels des Förderbedarfs verringert werden.

[0019] Im unteren Drehzahlbereich (Überlastbereich), bei Nullförderung oder nur geringer Förderung, wird das Förderrad in vorteilhaften Ausführungen mit Drehzahlen unter 5.000 U/min oder unter 3.000 U/min, beispielsweise mit einer Drehzahl aus dem Bereich von 1.000 bis 2.000 U/min betrieben. Im oberen Drehzahlbereich (Volllastbereich), bei großem Förderbedarf, wird es mit einer Drehzahl von vorteilhafterweise wenigstens 15.000 U/min und maximal 25.000 U/min, bevorzugt mit einer Drehzahl von 20.000 ± 2.000 U/min, betrieben.

[0020] Zur Erzielung der Abflachung der Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie schlägt die Erfindung mehrere Maßnahmen vor, die alternativ zueinander jeweils einzeln, aber auch in unterschiedlichen Kombinationen

zusammen verwirklicht sein können.

[0021] In ersten Ausführungen weist das Gebläse über die Umfangslänge des Unterbrecherkanals einen gleichmäßig vergrößerten Dichtspalt zwischen den Kanalwänden des Unterbrecherkanals und der jeweils durchlaufenden Schaufel des Förderrads auf. Die Schaufeln und der Unterbrecherkanal bilden über die Umfangslänge bzw. Winkelerstreckung des Unterbrecherkanals längs des axial äußeren Schaufelrands an einer oder beiden Stirnseiten der jeweiligen Schaufel einen axialen Dichtspalt und längs des radial äußeren Schaufelrands der jeweiligen Schaufel einen radialen Dichtspalt. Der um eine den Unterbrecherkanal durchlaufende Schaufel gebildete Dichtspalt erstreckt sich von einem Fußpunkt der jeweiligen Schaufel längs des einen axialen Schaufelrands, anschließend längs des radial äußeren Schaufelrands und hieran anschließend längs des anderen axialen Schaufelrands bis zum Fußpunkt der Schaufel an diesem anderen axialen Schaufelrand.

[0022] Die axialen Dichtspalte weisen jeweils eine axiale Spaltweite und der radiale Dichtspalt weist eine radiale Spaltweite auf. Die axiale Spaltweite kann bei einem oder auch bei beiden axialen Dichtspalten variieren. Falls die axiale Spaltweite variiert, variiert sie über die Länge des jeweiligen axialen Dichtspalts in radialer Richtung nur monoton, d. h. der jeweilige axiale Dichtspalt weitet sich axial entweder von radial innen nach außen oder von radial außen nach innen, weist aber keine lokale Abragung, Einschnürung oder andere Art der Vertiefung auf. Bevorzugt weisen beide axialen Dichtspalte jeweils eine konstante axiale Spaltweite über ihre gesamte Länge auf. Die axiale Spaltweite der beiden axialen Dichtspalte kann ungleich oder bevorzugt gleich sein. Bevorzugt ist der Gesamtdichtspalt in Bezug auf die beiden axialen Dichtspalte symmetrisch. Auch für den radialen Dichtspalt gilt, dass dessen Spaltweite, d. h. die radiale Spaltweite, in bevorzugten Ausführungen konstant, jedenfalls aber frei von rippenförmigen Abragungen oder nuttförmigen Vertiefungen ist. Durch die gleichmäßige Dichtspaltvergrößerung wird über den Unterbrecherkanal eine gezielte Leckage in Richtung Einlassbereich eingestellt, die für eine Abflachung, gegebenenfalls auch ein instabiles Abfallen der Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie in Richtung minimalen Förderstroms bzw. theoretischer Nullförderung sorgt.

[0023] Der Dichtspalt zwischen den Schaufeln und den Kanalwänden des Unterbrecherkanals ist, wie vorstehend diskutiert, größer als es für die Gewährleistung eines freien Laufs des Förderrads erforderlich wäre. Die axiale Spaltweite an der linken Stirnseite und/oder der rechten Stirnseite der jeweiligen Schaufel und/oder die radiale Spaltweite am freien radialen Schaufelende können insbesondere wenigstens einer Spielpassung von Schaufel und Unterbrecherkanal entsprechen. Vorzugsweise ist eine oder sind zwei der Spaltweiten und besonders bevorzugt sind alle drei genannten Spaltweiten jeweils größer als es einer Spielpassung entspricht.

[0024] Die axiale Spaltweite eines oder beider axialen

Dichtspalte und/oder die radiale Spaltweite des radialen Dichtspalts kann oder können bezogen auf eine maximale Breite der Schaufeln, wobei die Schaufelbreite parallel zur Drehachse des Förderrads gemessen wird, insbesondere wenigstens 3% oder wenigstens 4% oder wenigstens 5% der maximalen Schaufelbreite betragen. Bei herkömmlichen Seitenkanal- und Peripheralgebläsen aus dem Automotive-Bereich betragen die Spaltweiten höchstens ein oder zwei Zehntel Millimeter. In vorteilhaften Ausführungen der Erfindung beträgt oder betragen die axiale Spaltweite eines oder beider axialen Dichtspalte und/oder die radiale Spaltweite des radialen Dichtspalts wenigstens 3 (drei) Zehntel Millimeter oder wenigstens 4 (vier) Zehntel Millimeter oder wenigstens 5 (fünf) Zehntel Millimeter. Variiert die Spaltweite über die Länge des jeweiligen Dichtspalts, so beträgt in derartigen Ausführungen die kleinste Spaltweite im jeweiligen Dichtspalt vorteilhafterweise wenigstens 3 Zehntel Millimeter oder wenigstens 4 Zehntel Millimeter.

[0025] Die gleichmäßige Dichtspaltvergrößerung kann treffend auch durch das Verhältnis von Dichtspaltfläche zu effektiver Schaufelfläche charakterisiert werden. Als Dichtspaltfläche wird die in Drehrichtung des Laufrads in eine Längsschnittebene des Laufrads projizierte Fläche des Gesamtdichtspalts verstanden, wobei sich die Drehachse des Förderrads in dieser Längsschnittebene erstreckt. Bei einfach geraden und exakt radial erstreckten Schaufeln fallen die Projektionsebene und die Schaufelebene zusammen. Bei schräg zur Radialen weisenden oder abknickenden oder rund geneigten Schaufeln ist dies jedoch nicht der Fall. Derartige Schaufeln werden sozusagen auf eine exakt radial weisende plane Schaufel projiziert. Die effektive Schaufelfläche ist die Schaufelfläche, mit der die jeweilige Schaufel bei Drehung des Förderrads in Drehrichtung auf das Fördermedium wirkt und dadurch einen Impuls in Drehrichtung bewirkt. Der Dichtspalt erstreckt sich über den gesamten äußeren Schaufelrand, soweit der Schaufelrand die effektive Schaufelfläche umgibt. Ist die jeweilige Schaufel beispielsweise in einen Schlitz am äußeren Umfang des Förderrads eingesteckt, zählt die im Schlitz befindliche Schaufelfläche nicht als effektive Schaufelfläche. Ebenso wird als Schaufelfußpunkt nur ein Punkt der Schaufelfläche unmittelbar am äußeren Umfang des Förderrads verstanden. Dieses Verhältnis von Dichtspaltfläche zu effektiver Schaufelfläche beträgt in vorteilhaften Ausführungen wenigstens 0.06 oder wenigstens 0.07. Für einen trotz der gezielten Leckage guten Wirkungsgrad ist es von Vorteil, wenn das Verhältnis von Dichtspaltfläche zu effektiver Schaufelfläche höchstens 0.25 oder höchstens 0.20 beträgt.

[0026] Alternativ oder zusätzlich zu den vorstehend beschriebenen Verhältnissen kann die gleichmäßige Dichtspaltvergrößerung durch das Verhältnis von Dichtspaltfläche zu der bei Drehung des Förderrads von den Schaufeln durchlaufenen Kanalquerschnittsfläche des Unterbrecherkanals charakterisiert werden. Der Unterbrecherkanal weist in der vorstehend genannten

Längsschnittebene eine freie Kanalquerschnittsfläche auf, die seitlich und radial außen von den Kanalwänden des Unterbrecherkanals und radial innen von einer geraden Linie, die durch den Schaufelfußpunkt am einen axial äußeren Schaufelrand und den Schaufelfußpunkt am anderen axial äußeren Schaufelrand verläuft, begrenzt wird. Das Verhältnis von Dichtspaltfläche zu Kanalquerschnittsfläche beträgt vorzugsweise wenigstens 0,05 oder wenigstens 0,06. Das Verhältnis von Dichtspaltfläche zu Kanalquerschnittsfläche kann bis zu 0,20 oder bis zu 0,15 und bevorzugt bis höchstens 0,13 betragen.

[0027] Aufgrund der erfindungsgemäß gleichmäßigen Vergrößerung des Dichtspalts strömt der Leckagestrom gleichmäßig längs des Schaufelrands verteilt, vorteilhafterweise über den gesamten freien äußeren Schaufelrand gleichmäßig verteilt, aus dem Unterbrecherkanal in den Förderkanal. Es ist aber auch denkbar, dass sich der Leckagestrom gleichmäßig im radialen Dichtspalt und einem der axialen Dichtspalte längs des Schaufelrands verteilt. Anders formuliert kann sich der Leckagestrom L-förmig um die Schaufeln verteilen. Strömt der Leckagestrom über den gesamten freien äußeren Schaufelrand, also gleichmäßig im radialen Dichtspalt und beiden axialen Dichtspalten längs des Schaufelrands verteilt, kann der Leckagestrom im Wesentlichen beispielsweise U- oder halbringförmig um die Schaufeln verteilt sein. Eine Störung der Strömung im stromaufwärtigen Förderabschnitt des Förderkanals, nahe dem Einlass, wird zumindest weitgehend vermieden. Die Ausbildung der Rotationsströmung wird sogar unterstützt, wodurch die Energieübertragung merklich früher beginnt. Die Förderleistung und der Wirkungsgrad des Gebläses werden gegenüber einem Gebläse mit einer Nut als Leckagepfad merklich erhöht.

[0028] Die Abflachung der Förderkennlinie "Förderdruck-über-Förderstrom" kann auch mittels eines Bypass erzielt werden, der die Hochdruckseite des Gebläses mit der Niederdruckseite des Gebläses unter Umgehung des Unterbrecherkanals verbindet, so dass sich ein Leckagestrom von der Hochdruckseite zur Niederdruckseite einstellt. Die Hochdruckseite des Gebläses umfasst einen stromabwärtigen Abschnitt des Förderkanals und erstreckt sich von dort in die Förderrichtung über den Auslass bis zu einem stromab auf das Gebläse folgenden Schließ- und/oder Dosierorgan oder einem Verbraucher, dem das Fördermedium mittels des Gebläses zugeführt wird. Das Schließ- und/oder Dosierorgan kann insbesondere ein Dosierventil sein. Die Niederdruckseite erstreckt sich über den Einlass bis in den Förderkanal und umfasst einen in Förderrichtung an den Einlass anschließenden stromaufwärtigen Abschnitt des Förderkanals.

[0029] Der Bypass kann als passiver oder als aktiver Bypass, gegebenenfalls auch als eine Mischform aus passivem und aktivem Bypass ausgeführt sein. Bei Ausführung als passiver Bypass wird der Strömungswiderstand des Bypass allein durch die geometrische Gestaltung des Bypass so eingestellt, dass ein mittels des Strö-

mungswiderstands vorgegebener Leckagestrom für das Abflachen, bevorzugt Abknicken, der Druckkennlinie sorgt. Bei Ausführung als aktiver Bypass ist im Bypass ein Bypassventil angeordnet. Das Bypassventil geht bei Überschreiten eines vom Bypassventil vorgegebenen Grenzdrucks aus einem Zustand minimalen Durchflusses schlagartig oder mit weiter steigendem Druck kontinuierlich bis in einen Zustand maximalen Durchflusses über.

[0030] Der Bypass kann zusätzlich zum vergrößerten Dichtspalt oder anstelle des vergrößerten Dichtspalts verwirklicht sein.

[0031] Zusätzlich oder alternativ zum vergrößerten Dichtspalt und/oder zum Bypass kann die Abflachung der Förderkennlinie "Förderdruck-über-Förderstrom" durch eine Begrenzung der Eingangsleistung (Wellenleistung) erzielt werden. Auf diese Weise kann der Förderdruck in einem gewünschten Betriebsbereich des Gebläses, vorzugsweise im Überlastbereich, begrenzt werden. Es kann beispielsweise eine Förderkennlinie eingestellt werden, die im Nennpunkt einen Maximalwert annimmt und im Überlastbereich stetig abnimmt. Im Falle eines von einem Elektromotor angetriebenen Gebläses, kann die elektrische Eingangsleistung des Elektromotors begrenzt werden. Insbesondere kann der Eingangsstrom des Motors bei konstanter Spannung auf einen bestimmten Wert begrenzt werden. Die Hardware und/oder Software zur Begrenzung der elektrischen Eingangsleistung kann innerhalb der Fördervorrichtung verbaut und/oder implementiert oder Bestandteil einer abgerückten Steuerung sein.

[0032] Eine weitere der Maßnahmen besteht in der Wahl der Schaufelgeometrie. So können mehrere der Schaufeln, vorzugsweise alle Schaufeln, an wenigstens einem axial äußeren Schaufelrand und/oder am radial äußeren Schaufelrand eine in Umfangsrichtung erstreckte, konvexe Rundung oder schräge Anfasung aufweisen. Alternativ oder zusätzlich können mehrere der Schaufeln, vorzugsweise alle Schaufeln, einen radial äußeren Schaufelrand aufweisen, der in einer Draufsicht auf eine Vorderseite der jeweiligen Schaufel konvex oder konkav, beispielsweise rund, nach radial innen oder radial außen gewölbt oder polygonal, beispielsweise trapezförmig ist oder von einer Stirnseite zur anderen monoton ansteigt. Alternativ oder zusätzlich können mehrere der Schaufeln, vorzugsweise alle Schaufeln, wenigstens einen Schaufelabschnitt aufweisen, der in axialer Ansicht des Förderrads mit einer Neigung zu einer durch die jeweilige Schaufel erstreckten Radialen auf eine Drehachse des Förderrads weist.

[0033] Die Abflachung der Kennlinie "Förderdruck-über-Förderstrom" kann allein durch die Schaufelgeometrie erzielt werden. In bevorzugten Ausführungen wird eine oder werden mehrere der die Schaufelgeometrie betreffenden Maßnahme(n) jedoch in Kombination mit der Maßnahme der Dichtspaltvergrößerung und/oder dem Bypass und/oder der Begrenzung der Eingangsleistung (Wellenleistung) verwirklicht.

[0034] Noch eine Maßnahme besteht darin, das Gebläse mehrflutig, beispielsweise zweiflutig, auszuführen. Ein mehrflutiges Gebläse umfasst eine erste Förderflut und eine zweite Förderflut. Ferner umfasst das Gebläse einen für beide Förderfluten gemeinsamen Auslass oder einen ersten Auslass für die erste Förderflut und einen zweiten Auslass für die zweite Förderflut, wobei der erste Auslass und der zweite Auslass stromab der jeweiligen Förderflut miteinander verbunden sind. Die erste und die zweite Förderflut können sich in der Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie und dadurch in der Förderleistung voneinander unterscheiden. Die Förderfluten sind über den Auslass oder die verbundenen Auslässe kurzgeschlossen. Unterscheiden sie sich in der Förderleistung, findet zumindest in bestimmten Betriebszuständen, bevorzugt im Überlastbereich, über den gemeinsamen Auslass oder die verbundenen Auslässe eine Rückströmung von der Förderflut größerer Förderleistung (Hauptflut oder erste Flut) in die Förderflut geringerer Förderleistung (Regelflut oder zweite Flut) statt. Bevorzugt weisen sie auch einen gemeinsamen Einlass oder einen ersten Einlass für die erste Förderflut und einen zweiten Einlass für die zweite Förderflut, wobei der erste Einlass und der zweite Einlass stromauf der jeweiligen Förderflut miteinander verbunden sind. In derartigen Ausführungen sind die Förderfluten parallelgeschaltet. Die Fluten können insbesondere im oder am Gehäuse des Gebläses kurzgeschlossen oder parallelgeschaltet sein.

[0035] In einer ersten Variante des mehrflutigen Gebläses kommt ein mehrflutiges, bevorzugt zweiflutiges Förderrad mit einer linken Förderflut (erste Flut) an einer Stirnseite und einer rechten Förderflut (zweite Flut) an der anderen Stirnseite des Förderrads zum Einsatz. Die beiden Förderfluten sind voneinander getrennt. Sie können durch einen am Außenumfang des Förderrads umlaufenden Trennsteg des Förderrads oder durch einen am Innenumfang des Gehäuses umlaufenden Trennsteg des Gehäuses fluidisch getrennt werden. Der Trennsteg verläuft axial zwischen der linken Förderflut und der rechten Förderflut. Die Förderfluten können einen gemeinsamen Einlass aufweisen, der zweckmäßig an dem das Förderrad umgebenden Innenumfang des Gehäuses mündet. Sie können stattdessen aber auch jeweils einen zugeordneten Einlass aufweisen, d. h. einen linken Einlass an einer der linken Förderflut zugewandten linken Kanalstirnwand des Gehäuses und einen rechten Einlass an einer der rechten Förderflut zugewandten rechten Kanalstirnwand des Gehäuses. Der linke Einlass und der rechte Einlass können stromauf des Förderkanals miteinander verbunden sein, d. h. eine gemeinsame Zuführung kann zum linken und rechten Einlass verzweigen. Die Förderfluten können einen gemeinsamen Auslass aufweisen, der zweckmäßig an dem das Förderrad umgebenden Innenumfang des Gehäuses mündet. Sie können stattdessen aber auch jeweils einen zugeordneten Auslass aufweisen, d. h. einen linken Auslass an einer der linken Förderflut zugewandten linken Kanalstirnwand des Gehäuses und einen rechten Auslass an einer der

rechten Förderflut zugewandten rechten Kanalstirnwand des Gehäuses. Der linke Auslass und der rechte Auslass können stromab des Förderkanals miteinander verbunden sein, d. h. zu einer gemeinsamen Abführung zusammenlaufen.

[0036] Die linke Förderflut und die rechte Förderflut können unterschiedlich ausgeführt sein, indem die Schaufelgeometrie und/oder die Kanalgeometrie, nämlich die Geometrie des Förderkanals und/oder des Unterbrecherkanals, links und rechts unterschiedlich sind. Die linke und die rechte Förderflut unterscheiden sich in derartigen Varianten in der Förderleistung. Insbesondere kann die eine Flut einen größeren Druckaufbau als die andere Flut erzeugen. So können beispielsweise die Schaufeln der einen Flut größer als die Schaufeln der anderen Flut sein. Eine der Fluten kann mehr Schaufeln als die andere aufweisen. Der Förderkanal der einen Flut kann im Längsschnitt des Gebläses anders geformt und/oder größer als der Förderkanal der anderen Flut sein. Der Unterbrecherkanal der einen Flut kann im Längsschnitt des Gebläses anders geformt und/oder größer als der Unterbrecherkanal der anderen Flut sein. In einem der beiden Förderkanäle können sonstige Maßnahmen, z. B. Störgeometrien, zur Reduzierung der Förderleistung umgesetzt sein. Ziel ist es, intern in einer der beiden Förderfluten einen Förderumschlag bei zunehmender druckseitiger Drosselung ab einem definierten Arbeitszustand des Gebläses zu erreichen.

[0037] Diejenige Förderflut, die eine höhere Förderleistung hat, durchströmt im Kennlinienbereich mit wirksamem Druckunterschied zwischen beiden Fluten die Förderflut mit geringerer Förderleistung entgegen der Drehrichtung des Förderrads. Über den gemeinsamen Auslass oder die verbundenen Auslässe kommt es zu einer Rückströmung aus der Förderflut höherer Förderleistung in die Förderflut geringerer Förderleistung. Dies lässt den Druckaufbau einbrechen und die Förderkennlinie "Förderdruck-über-Förderstrom" definiert abflachen, bevorzugt abknicken.

[0038] In einer zweiten Variante des mehrflutigen Gebläses umfasst das Gebläse eine Hauptflut (erste Förderflut) und zusätzlich eine Regelflut (zweite Förderflut). Die Hauptflut und die Regelflut sind im Gehäuse des Gebläses gebildet. Das Förderrad ist Bestandteil der Hauptflut. Die Regelflut ist kleiner ausgeführt als die Hauptflut.

[0039] Das Förderrad kann einen zusätzlichen Schaufelkranz aufweisen, mit dem es die Regelflut bildet. Alternativ kann die Regelflut ein weiteres Förderrad mit Schaufeln aufweisen, wobei das weitere Förderrad neben dem Förderrad der Hauptflut auf der gleichen Welle angeordnet sein kann. Ist der weitere Schaufelkranz am Förderrad der Hauptflut angeordnet, kann dieses Förderrad den Schaufelkranz der Regelflut axial auf gleicher Höhe und radial innerhalb des Schaufelkranzes der Hauptflut oder axial versetzt zum Schaufelkranz der Hauptflut an einem Außenumfang, beispielsweise einem Außenumfang mit kleinerem Durchmesser, aufweisen.

[0040] Wie weiter oben zur ersten Variante beschrie-

ben, können die Hauptflut und die Regelflut einen gemeinsamen Einlass aufweisen. Sie können stattdessen aber auch jeweils einen zugeordneten Einlass aufweisen, d. h. einen Einlass für die Hauptflut und einen weiteren Einlass für die Regelflut. Der Einlass der Hauptflut und der Einlass der Regelflut können stromauf des Förderkanals miteinander verbunden sein, d. h. eine gemeinsame Zuführung kann zum Einlass der Hauptflut und zum Einlass der Regelflut verzweigen. Die Hauptflut und die Regelflut können einen gemeinsamen Auslass aufweisen. Sie können stattdessen aber auch jeweils einen zugeordneten Auslass aufweisen, d. h. einen Auslass für die Hauptflut und einen Auslass für die Regelflut, wobei der Auslass der Hauptflut und der Auslass der Regelflut stromab des jeweiligen Förderkanals miteinander verbunden sind, d. h. zu einer gemeinsamen Abführung zusammenlaufen.

[0041] Die Regelflut zeichnet sich durch einen flachen Verlauf der Kennlinie "Förderdruck-über Förderstrom" als die Hauptflut aus. In einem Kennlinienbereich um den Nennpunkt erfolgt ein Förderumschlag und die Regelflut wird entgegen der Drehrichtung umströmt. Die Regelflut wirkt ab einem bestimmten, zum Umschlag korrespondierenden Förderdruck als Bypass und führt zum definierten Abflachen, bevorzugt Abknicken, der Kennlinie "Förderdruck-über Förderstrom" der Hauptflut.

[0042] In einer dritten Variante des mehrflutigen Gebläses sind im Gehäuse des Gebläses ein erster Förderkanal (erste Flut) und ein zweiter Förderkanal (zweite Flut) in Umfangsrichtung hintereinander angeordnet und werden vom Förderrad nacheinander durchlaufen. Über die Winkelerstreckung des ersten Förderkanals wird eine erste Förderflut und über die Winkelerstreckung des zweiten Förderkanals wird eine zweite Förderflut erhalten. Die Förderfluten unterscheiden sich in Bezug auf die Förderleistung. Zu diesem Zweck können insbesondere die Förderkanäle unterschiedlich sein. So kann sich einer der Förderkanäle um die Drehachse über einen größeren Winkel als der andere erstrecken, und/oder es kann einer der Förderkanäle einen größeren Querschnitt als der andere haben, und/oder es kann/können in einem der Förderkanäle eine oder mehrere Maßnahme(n) zur Reduzierung der Förderleistung umgesetzt sein.

[0043] Die hintereinander angeordneten Förderkanäle sind in Bezug auf den Auslass kurzgeschlossen. Bevorzugt sind sie parallelgeschaltet. Die hintereinander angeordneten Förderkanäle weisen entweder einen gemeinsamen Auslass oder stattdessen jeweils einen zugeordneten Auslass, d. h. einen ersten Auslass für den ersten Förderkanal und einen zweiten Auslass für den zweiten Förderkanal, auf. Weisen sie den ersten Auslass und den zweiten Auslass auf, sind diese stromab des jeweiligen Förderkanals miteinander verbunden, d. h. sie laufen zu einer gemeinsamen Abführung zusammen. Auch in der Variante mit hintereinander angeordneten Förderkanälen und entsprechend hintereinander angeordneten Förderfluten kommt es über den Auslass zu einer Rückströmung in den Förderkanal mit der geringe-

ren Förderleistung und in der Folge einem definierten Abflachen, bevorzugt Abknicken, der Kennlinie "Förderdruck-über-Förderstrom". Die hintereinander angeordneten Förderkanäle weisen im Falle einer Parallelschaltung entweder einen gemeinsamen Einlass oder jeweils einen zugeordneten Einlass, d. h. einen ersten Einlass für den ersten Förderkanal und einen zweiten Einlass für den zweiten Förderkanal, auf. Weisen sie den ersten Einlass und den zweiten Einlass auf, sind diese stromauf der Förderkanäle miteinander verbunden, d. h. eine gemeinsame Zuführung verzweigt zum ersten Einlass und zum zweiten Einlass.

[0044] In einer vorteilhaften Ausführung umfasst die Fördereinrichtung ein Dosierventil und eine Steuerungs- oder Regelungseinrichtung, die dazu eingerichtet ist, das Gebläse, insbesondere das Förderrad, in Bezug auf die Drehzahl und das Dosierventil in Bezug auf den Ventilzustand, d. h. in Bezug auf dessen Durchfluss, zu steuern und/oder regeln. Das Dosierventil kann zwischen einem Zustand minimalen Durchflusses, der bevorzugt ein Schließzustand ist, und einem Zustand maximalen Durchflusses umgesteuert werden. In einer ersten Variante kann das Ventil zwischen diskreten Schaltzuständen umgesteuert werden, ist also ein Schaltventil. In einer zweiten Variante ist es als Proportionalventil ausgeführt und erlaubt eine stetige, kontinuierliche Veränderung der für den Durchfluss maßgeblichen Ventilöffnung. Das Dosierventil kann insbesondere ein elektromagnetisches Schalt- oder Proportionalventil, beispielsweise ein pulsweitenmoduliertes Ventil sein. Das pulsweitenmodulierte Dosierventil kann beispielsweise mit einer Taktfrequenz von wenigstens 5 Hz oder wenigstens 10 Hz betrieben werden. Taktfrequenzen aus dem Bereich von 8 bis 12 Hz, beispielsweise von 10 Hz, werden bevorzugt.

[0045] Die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung kann dazu eingerichtet sein, bei hohem Bedarf an Fördermedium das Dosierventil in einen Zustand großen Durchflusses, zweckmäßigerweise maximalen Durchflusses, einzustellen und den Förderstrom durch Variation der Drehzahl des Gebläses im oberen Drehzahlbereich von beispielsweise 15.000 bis 25.000 U/min zu steuern und/oder zu regeln und bei geringem Bedarf das Gebläse im unteren Drehzahlbereich von beispielsweise höchstens 5.000 oder höchstens 3.000 U/min, bevorzugt bei zumindest im Wesentlichen konstanter Drehzahl aus dem unteren Drehzahlbereich, zu betreiben und die Förderrate durch Variation des Ventilzustands einzustellen. Für ein schnelles Hochfahren im Falle steigenden Bedarfs ist es vorteilhaft, wenn das Gebläse im Betriebszustand geringen Bedarfs nicht stillgesetzt, sondern mit einer Drehzahl von wenigstens 300 U/min oder wenigstens 500 U/min betrieben wird. Bei Einstellung der Förderrate mittels des Dosierventils ist es vorteilhaft, wenn die über das Dosierventil in einem geschlossenen Ventilzustand gemessene Druckdifferenz gering ist. Das Gebläse wird in vorteilhaften Ausführungen in diesem Betriebszustand mit einer Drehzahl betrieben, die gewährleistet, dass die-

se Druckdifferenz am Dosierventil maximal 0,5 bar oder maximal 0,3 bar oder maximal 0,2 bar beträgt.

[0046] Das Konzept des Wechsels zwischen "Förderbedarfsdeckung durch bedarfsgerechte Drehzahlvariation des Gebläses im oberen Drehzahlbereich und offenem Dosierventil" bei großem Förderbedarf und "Förderbedarfsdeckung durch Variation des Ventilzustands und Betrieb des Gebläses im unteren Drehzahlbereich" bei geringem Förderbedarf kann mit jeder der hier offenbarten anderen Maßnahmen kombiniert werden. Das Konzept ist aber auch an sich von Vorteil, ohne die hier beanspruchte Abflachung der Kennlinie "Förderdruck-über-Förderstrom". Die Anmelderin behält es sich daher vor, hierauf eine eigene Anmeldung auch ohne das Merkmal 1.3 des Anspruchs 1 zu richten.

[0047] Auch in den nachstehend formulierten Aspekten werden Merkmale der Erfindung beschrieben. Die Aspekte sind in der Art von Ansprüchen formuliert und können diese ersetzen. In den Aspekten offenbarte Merkmale können die Ansprüche und auch die vorstehend beschriebenen Maßnahmen ergänzen und/oder relativieren, Alternativen zu einzelnen Merkmalen aufzeigen und/oder Anspruchsmerkmale erweitern. In Klammern gesetzte Bezugszeichen beziehen sich auf nachfolgend in Figuren illustrierte Ausführungsbeispiele der Erfindung. Sie schränken die in den Aspekten beschriebenen Merkmale nicht unter den Wortsinn als solchen ein, zeigen andererseits jedoch bevorzugte Möglichkeiten der Verwirklichung des jeweiligen Merkmals auf.

Aspekt 1. Fördervorrichtung für ein Fördermedium, beispielsweise zum Spülen eines Filters für flüchtige Kraftstoffbestandteile, mit einem als Seitenkanal- oder Peripheralgebläse ausgeführten Gebläse (G) und optional einem elektrischen Antriebsmotor (25) für das Gebläse, das Gebläse (G) umfassend:

- 1.1 ein Gehäuse (1, 2) mit einem Einlass (3) und einem Auslass (4) für das Fördermedium, beispielsweise Spülluft, einem in Umfangsrichtung erstreckten Förderkanal (5) mit einem Seitenkanal (6, 7) und einem in Umfangsrichtung erstreckten Unterbrecherkanal (8; 9) zur Trennung von Einlass (3) und Auslass (4), und
- 1.2 ein im Gehäuse (1, 2) um eine Drehachse (R) drehbares Förderrad (10) mit Schaufeln (13), die bei Drehung des Förderrads den Förderkanal (5) und den Unterbrecherkanal (8; 9) durchlaufen,
- 1.3 wobei die Fördervorrichtung optional dazu eingerichtet ist, dass die Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie der Fördervorrichtung oder des Gebläses (G) in Richtung minimalen Förderstroms abflacht oder abfällt.

Aspekt 2. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei die Schaufeln (13) und der Unterbrecherkanal (9) über die Winkelerstreckung des

Unterbrecherkanals (8) längs des axial äußeren Schaufelrands an einer oder beiden Stirnseiten der jeweiligen Schaufel (13) einen axialen Dichtspalt (21, 23) mit einer konstanten oder radial fortschreitend nur monoton, vorzugsweise linear, zunehmenden axialen Spaltweite (W_a) und längs des radial äußeren Schaufelrands der jeweiligen Schaufel (13) einen radialen Dichtspalt (22) mit einer radialen Spaltweite (W_r) bilden, wobei die axiale Spaltweite (W_a) und/oder die radiale Spaltweite (W_r) so groß ist/sind, dass sich über den Unterbrecherkanal (9) eine gezielte Leckage einstellt und die Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie in Richtung minimalen Förderstroms abflacht oder abfällt.

Aspekt 3. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Schaufeln (13) und der Unterbrecherkanal (9) über die Winkelerstreckung des Unterbrecherkanals (9) längs des axial äußeren Schaufelrands an einer oder beiden Stirnseiten der jeweiligen Schaufel (13) einen axialen Dichtspalt (21, 23) mit einer axialen Spaltweite (W_a) und längs des radial äußeren Schaufelrands der jeweiligen Schaufel (13) einen radialen Dichtspalt (22) mit einer radialen Spaltweite (W_r) bilden, wobei die axiale Spaltweite (W_a) und/oder die radiale Spaltweite (W_r) größer als eine Spielpassung von Schaufel (13) und Unterbrecherkanal (9) ist/sind.

Aspekt 4. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Schaufeln (13) und der Unterbrecherkanal (9) über die Winkelerstreckung des Unterbrecherkanals (9) längs des axial äußeren Schaufelrands an einer oder beiden Stirnseiten der jeweiligen Schaufel (13) einen axialen Dichtspalt (21, 23) mit einer axialen Spaltweite (W_a) und längs des radial äußeren Schaufelrands der jeweiligen Schaufel (13) einen radialen Dichtspalt (22) mit einer radialen Spaltweite (W_r) bilden, wobei die axiale Spaltweite (W_a) längs des axialen Schaufelrands überall mehr als 3%, vorzugsweise überall mehr als 4%, der axial gemessenen Schaufelbreite und/oder die radiale Spaltweite (W_r) längs des radialen Schaufelrands überall mehr als 3%, vorzugsweise überall mehr als 4%, der radial gemessenen Schaufellänge beträgt/betragen.

Aspekt 5. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Schaufeln (13) und der Unterbrecherkanal (9) über die Winkelerstreckung des Unterbrecherkanals (9) längs eines äußeren Schaufelrands einen Dichtspalt (20) bilden, der eine Spaltweite (W_a , W_r) aufweist, die längs des axial äußeren Schaufelrands an einer oder beiden Stirnseiten der jeweiligen Schaufel (13) und/oder längs des radial äußeren Schaufelrands der jeweiligen Schaufel (13) größer als für einen freien Lauf des Förderrads (10) erforderlich ist.

Aspekt 6. Fördervorrichtung nach einem der vier unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die axiale Spaltweite (W_a) und/oder die radiale Spaltweite (W_r) längs der einen oder längs beider Stirnseiten und/oder längs des äußeren Umfangs der jeweiligen Schaufel (13) konstant ist/sind oder längs des jeweiligen Dichtspalts (21, 22, 23) nur monoton, vorzugsweise linear, zunimmt oder nur monoton, vorzugsweise linear, abnimmt.

Aspekt 7. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Förderrad (10) und der Unterbrecherkanal (9) über die Winkelerstreckung des Unterbrecherkanals (9) einen axialen Dichtspalt (10a) begrenzen, um den Unterbrecherkanal (9) nach radial innen abzudichten, und sich dieser axiale Dichtspalt (10a) an einem Schaufelfußpunkt (14, 15) oder radial außen vom Schaufelfußpunkt (14, 15) am axial äußeren Schaufelrand der jeweiligen Schaufel (13) axial weitet, so dass zwischen der jeweiligen Schaufel (13) und dem Unterbrecherkanal (9) ein vergrößerter axialer Dichtspalt (21, 23) erhalten wird.

Aspekt 8. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei sich der vom Förderrad (10) und dem Unterbrecherkanal (9) über die Winkelerstreckung des Unterbrecherkanals (9) begrenzte axiale Dichtspalt (10a) am Schaufelfußpunkt (14, 15) der jeweiligen Schaufel (13) axial weitet, so dass der vergrößerte axiale Dichtspalt (21, 23) am Schaufelfußpunkt beginnt.

Aspekt 9. Fördervorrichtung nach einem der sieben unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei sich der vom Förderrad (10) und dem Unterbrecherkanal (9) über die Winkelerstreckung des Unterbrecherkanals (9) begrenzte axiale Dichtspalt (10a) unter Ausbildung einer Schulter, die vorteilhafterweise an einer Stirnseite des Gehäuses (1, 2) des Gebläses geformt ist, sprunghaft zum vergrößerten axialen Dichtspalt (21, 23) axial weitet.

Aspekt 10. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei

- das Förderrad (10) einen Außenumfang aufweist, von dem die Schaufeln (13) nach radial außen vorragen,
- die Schaufeln (13) jeweils einen äußeren Schaufelrand aufweisen, der sich von einem axial linken Schaufelfußpunkt (14) am Außenumfang des Förderrads (10) über einen radial äußeren Umfang der jeweiligen Schaufel (13) bis zu einem axial rechten Schaufelfußpunkt (15) am Außenumfang des Förderrads (13) erstreckt,
- der Unterbrecherkanal (9) mit der jeweiligen Schaufel (13) einen Dichtspalt (20) bildet, der

sich um den äußeren Schaufelrand vom linken Schaufelfußpunkt (14) bis zum rechten Schaufelfußpunkt (15) erstreckt,

- der Dichtspalt (20) in Drehrichtung des Förder- 5
rads (10) in eine Längsschnittebene des Förder-
rads (10) projiziert eine Dichtspaltfläche A_D auf-
weist, wobei sich die Drehachse (R) des Förder-
rads (10) in dieser Längsschnittebene erstreckt,
- die jeweilige Schaufel (13) in Drehrichtung in 10
diese Längsschnittebene projiziert eine effekti-
ve Schaufelfläche A_S aufweist, und
- das Verhältnis von Dichtspaltfläche zu effektiver 15
Schaufelfläche, A_D/A_S , wenigstens 0,06 oder
wenigstens 0,07 oder wenigstens 0,08 beträgt.

Aspekt 11. Fördervorrichtung nach dem vorherge-
henden Aspekt, wobei das Verhältnis von Dichtspalt-
fläche zu effektiver Schaufelfläche, A_D/A_S , höchs-
tens 0,25 oder höchstens 0,20 beträgt.

Aspekt 12. Fördervorrichtung nach einem der vor-
hergehenden Aspekte, wobei

- das Förderrad (10) einen Außenumfang auf- 25
weist, von dem die Schaufeln (13) nach radial
außen vorragen,
- die Schaufeln (13) jeweils einen äußere Schau-
felrand aufweisen, der sich von einem axial lin-
ken Schaufelfußpunkt (14) am Außenumfang
des Förderrads (10) über einen radial äußeren 30
Umfang der jeweiligen Schaufel (13) bis zu ei-
nem axial rechten Schaufelfußpunkt (15) am
Außenumfang des Förderrads (13) erstreckt,
- der Unterbrecherkanal (9) mit der jeweiligen
Schaufel (13) einen Dichtspalt (20) bildet, der 35
sich um den äußeren Schaufelrand vom linken
Schaufelfußpunkt (14) bis zum rechten Schau-
felfußpunkt (15) erstreckt,
- der Dichtspalt (20) in Drehrichtung des Förder- 40
rads (10) in eine Längsschnittebene des Förder-
rads (10) projiziert eine Dichtspaltfläche A_D auf-
weist, wobei sich die Drehachse (R) des Förder-
rads (10) in dieser Längsschnittebene erstreckt,
- der Unterbrecherkanal (9) in der gleichen
Längsschnittebene eine freie Kanalquer- 45
schnittsfläche A_U aufweist, die seitlich und radial
außen von den Kanalwänden des Unterbrecher-
kanals (9) und radial innen von einer geraden
Linie begrenzt wird, die sich durch den linken
Schaufelfußpunkt (14) und den rechten Schau- 50
felfußpunkt (15) erstreckt, und
- das Verhältnis von Dichtspaltfläche zu Kanal-
querschnittsfläche, A_D/A_U , wenigstens 0,05
oder wenigstens 0,06 beträgt.

Aspekt 13. Fördervorrichtung nach dem vorherge-
henden Aspekt, wobei das Verhältnis von Dichtspalt-
fläche zu Kanalquerschnittsfläche, A_D/A_U , höchs-

tens 0,20 oder höchstens 0,15 beträgt.

Aspekt 14. Fördervorrichtung nach einem der As-
pekte 2 bis 13, wobei der von der jeweiligen Schaufel
(13) und dem Unterbrecherkanal (9) begrenzte
Dichtspalt (20) axial rechts und axial links der jewei-
ligen Schaufel (13) eine konstante axiale Weite (W_a)
aufweist oder vom jeweiligen Fußpunkt (14, 17) in
radialer Richtung nach außen nur monoton, vor-
zugsweise linear, zunimmt oder nur monoton, vor-
zugsweise linear, abnimmt.

Aspekt 15. Fördervorrichtung nach einem der vor-
hergehenden Aspekte, wobei der Unterbrecherka-
nal (9) an den axial einander zugewandten Kanal-
seitenwänden frei von Vertiefungen ist.

Aspekt 16. Fördervorrichtung nach einem der vor-
hergehenden Aspekte, wobei die Schaufeln (13) an
ihrem äußeren Schaufelrand keine axiale Vertiefung
oder Einschnürung aufweisen.

Aspekt 17. Fördervorrichtung nach einem der vor-
hergehenden Aspekte mit Ausnahme des Aspekts
15, wobei der Unterbrecherkanal (8) an wenigstens
einer der axial einander zugewandten Kanalseiten-
wände und/oder in einer das Förderrad (10) am ra-
dial äußeren Umfang der Schaufeln (13) umgeben-
den Kanalumfangswand eine oder mehrere Vertie-
fungen, wie etwa eine oder mehrere Nuten, aufweist.

Aspekt 18. Fördervorrichtung nach einem der vor-
hergehenden Aspekte mit Ausnahme des Aspekts
16, wobei mehrere der Schaufeln (13), vorzugswei-
se alle Schaufeln (13), jeweils an wenigstens einer
axialen Stirnseite und/oder am radial äußeren Um-
fang eine Einschnürung aufweisen.

Aspekt 19. Fördervorrichtung nach einem der vor-
hergehenden Aspekte, wobei die Schaufeln (13) an
wenigstens einem axial äußeren Schaufelrand
und/oder am radial äußeren Schaufelrand eine in
Umfangsrichtung erstreckte, konvexe Rundung (16)
oder schräge Anfasung (17) aufweisen.

Aspekt 20. Fördervorrichtung nach dem vorherge-
henden Aspekt, wobei die jeweilige Schaufel (13)
am jeweiligen axial äußeren Schaufelrand und/oder
am radial äußeren Schaufelrand nur abschnittswei-
se in Umfangsrichtung abgeschrägt oder konvex ge-
rundet ist.

Aspekt 21. Fördervorrichtung nach einem der zwei
unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die je-
weilige Schaufel (13) die Rundung (16) oder Anfa-
sung (17) an einer in Bezug auf die Drehrichtung
oder eine primäre Drehrichtung des Förderrads (10)
voreilenden Schaufelvorderseite aufweist.

Aspekt 22. Fördervorrichtung nach einem der drei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die jeweilige Schaufel (13) die Rundung (16) oder Anfasung (17) an einer in Bezug auf die Drehrichtung oder eine primäre Drehrichtung des Förderrads (10) 5 nacheilenden Schaufelrückseite aufweist.

Aspekt 23. Fördervorrichtung nach einem der vier unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die jeweilige Schaufel (13) die Rundung (16) oder Anfasung (17) an einer in Bezug auf die Drehrichtung oder eine primäre Drehrichtung des Förderrads (10) 10 voreilenden Schaufelvorderseite und eine weitere in Umfangsrichtung erstreckte, konvexe Rundung (16) oder schräge Anfasung (17) auch an einer in Bezug auf die Drehrichtung oder eine primäre Drehrichtung des Förderrads (10) nacheilenden Schaufelrückseite aufweist. 15

Aspekt 24. Fördervorrichtung nach einem der fünf unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei sich die konvexe Rundung (16) aus einem konvexen Rundungsabschnitt, der in die Drehrichtung des Förderrads (10) weist, und einem konvexen Rundungsabschnitt, der gegen die Drehrichtung weist, zusammensetzt, wobei die so zusammengesetzte Rundung über ihren gesamten Verlauf vorzugsweise stetig differenzierbar ist. 20 25

Aspekt 25. Fördervorrichtung nach einem der sechs unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die jeweilige Schaufel (13) die Rundung (16) oder Anfasung (17) nur an einem axial äußeren Schaufelrand oder an beiden axial äußeren Schaufelrändern oder nur am radial äußeren Schaufelrand in Umfangsrichtung aufweist. 30 35

Aspekt 26. Fördervorrichtung nach einem der Aspekte 19 bis 24, wobei die jeweilige Schaufel (13) die Rundung (16) oder Anfasung (17) an beiden axial äußeren Schaufelrändern und am radial äußeren Schaufelrand aufweist. 40

Aspekt 27. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei mehrere der Schaufeln (13), vorzugsweise alle Schaufeln (13), einen radial äußeren Schaufelrand (18) aufweisen, der in einer Draufsicht auf eine Vorderseite der jeweiligen Schaufel (13) von beiden axialen Stirnseiten ausgehend konvex oder konkav, beispielsweise rund, nach radial innen oder radial außen gewölbt oder polygonal, beispielsweise trapezförmig ist. 45 50

Aspekt 28. Fördervorrichtung nach einem der Aspekte 19 bis 26, wobei mehrere der Schaufeln (13), vorzugsweise alle Schaufeln (13), einen radial äußeren Schaufelrand (18) aufweisen, der in einer Draufsicht auf eine Vorderseite der jeweiligen 55

Schaufel (13) von einer axialen Stirnseite zur anderen axialen Stirnseite der jeweiligen Schaufel (13) monoton schräg oder rund ansteigt.

Aspekt 29. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei mehrere der Schaufeln (13), vorzugsweise alle Schaufeln (13), wenigstens einen Schaufelabschnitt (19) aufweisen, der in axialer Ansicht des Förderrads (10) mit einer Neigung (φ) zu einer durch die jeweilige Schaufel (13) erstreckten Radialen auf eine Drehachse (R) des Förderrads (10) weist.

Aspekt 30. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei die jeweilige Schaufel (13) oder der jeweilige Schaufelabschnitt (19) in Bezug auf die Drehrichtung oder eine primäre Drehrichtung des Förderrads (10) in Vorwärtsrichtung geneigt ist.

Aspekt 31. Fördervorrichtung nach einem der zwei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die jeweilige Schaufel (13) in der axialen Ansicht in Bezug auf die Drehrichtung oder eine primäre Drehrichtung des Förderrads (10) eine konkave Vorderseite aufweist.

Aspekt 32. Fördervorrichtung nach einem der drei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die jeweilige Schaufel (13) einmal oder mehrmals abknickt, bevorzugt in Bezug auf die Drehrichtung oder eine primäre Drehrichtung des Förderrads (10) einmal oder mehrmals in Vorwärtsrichtung abknickt.

Aspekt 33. Fördervorrichtung nach einem der vier unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die jeweilige Schaufel (13) wenigstens abschnittsweise kontinuierlich in Vorwärtsrichtung gekrümmt ist.

Aspekt 34. Fördervorrichtung nach einem der fünf unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die Neigung (φ) wenigstens 10° oder wenigstens 20° beträgt und/oder höchstens 60° oder höchstens 50° beträgt.

Aspekt 35. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, umfassend einen Bypass (30; 40a; 40b), der eine Hochdruckseite des Gebläses (G) unter Umgehung des Unterbrecherkanals (8) mit einer Niederdruckseite des Gebläses (G) verbindet, wobei sich die Hochdruckseite vom Förderkanal (5) über den Auslass (4) bis zu einem stromab des Gebläses (G) auf das Gebläse (G) folgenden Schließ- oder Dosierorgan (106), das vorzugsweise ein Dosierventil (106) ist, und die Niederdruckseite über den Einlass (3) bis in den Förderkanal (5) erstrecken.

Aspekt 36. Fördervorrichtung nach einem der vor-

hergehenden Aspekte, umfassend einen Bypass (30; 40, 40b), der einen dem Auslass (4) nahen, stromabwärtigen Förderabschnitt (5c) des Förderkanals (5) oder den Auslass (4) unter Umgehung des Unterbrecherkanals (8) mit einem dem Einlass (3) nahen, stromaufwärtigen Förderabschnitt (5a) des Förderkanals (5) oder dem Einlass (3) verbindet.

Aspekt 37. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei der Bypass (30; 40a; 40b) durch das Gehäuse (1, 2) des Gebläses (G), optional auch durch ein Motorgehäuse (26) des Elektromotors (25), falls die Förderrichtung einen solchen umfasst, führt.

Aspekt 38. Fördervorrichtung nach einem der drei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei sich der Bypass (30; 40; 40b) von einer Ausleitöffnung (31; 41), die vom stromabwärtigen Förderabschnitt (5c) des Förderkanals (5) oder vom Auslass (4) abzweigt, bis zu einer Einleitöffnung (35; 45), die im stromaufwärtigen Förderabschnitt (5a) des Förderkanals (5) oder im Einlass (3) mündet, erstreckt.

Aspekt 39. Fördervorrichtung nach einem der vier unmittelbar vorhergehenden Aspekte, umfassend den elektrischen Antriebsmotor (25) mit einem Motorgehäuse (26), wobei das Motorgehäuse (26) mit dem Gehäuse (1, 2) des Gebläses (G) gefügt oder das Gehäuse (1, 2) des Gebläses (G) axial zur Ausbildung gleichzeitig auch des Motorgehäuses (26) verlängert ist, so dass der Antriebsmotor (25) und das Gebläse (G) eine Montageeinheit bilden, und wobei der Bypass (30; 40a; 40b) in der Montageeinheit in sich geschlossen ist.

Aspekt 40. Fördervorrichtung nach einem der fünf unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der Bypass (30; 40a; 40b) neben dem Unterbrecherkanal (8), vorzugsweise in axialer Draufsicht neben dem Unterbrecherkanal (8), durch das Gehäuse (1, 2) des Gebläses (G) führt.

Aspekt 41. Fördervorrichtung nach einem der sechs unmittelbar vorhergehenden Aspekte, umfassend den elektrischen Antriebsmotor (25), der einen Stator (27), einen Rotor (28) und ein den Stator und den Rotor umgebendes Motorgehäuse (26) umfasst und am Gebläse (G) angeordnet ist, wobei ein Zweig (36, 37, 38) des Bypass (30) durch das Motorgehäuse (26) führt.

Aspekt 42. Fördervorrichtung nach einem der sieben unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei sich der Bypass (30) insgesamt oder nur ein Zweig (31-35) des Bypasses (30) axial zwischen einander unmittelbar zugewandten Stirnseiten des Gehäuses (1, 2) des Gebläses (G) und des Förderrads (10)

erstreckt.

Aspekt 43. Fördervorrichtung nach einem der acht unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der Bypass (30) stromab des Einlasses (3) in den Förderkanal (5), vorzugsweise in den Seitenkanal (6), mündet.

Aspekt 44. Fördervorrichtung nach einem der neun unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der Bypass (30) stromauf des Auslasses (4) vom Förderkanal (5), vorzugsweise vom Seitenkanal (6), abzweigt.

Aspekt 45. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, umfassend:

- eine Ausleitöffnung (31), die stromab eines in Umfangsrichtung erstreckten Förderzwischenabschnitts (5b) des Förderkanals (5) in einem vom Förderzwischenabschnitt (5b) bis zum Unterbrecherkanal (8) erstreckten stromabwärtigen Förderabschnitt (5c) des Gebläses (G) vorgesehen ist,
- eine Einleitöffnung (35), die stromauf des Förderzwischenabschnitts (5b) in einem vom Unterbrecherkanal (8) bis zum Förderzwischenabschnitt (5b) erstreckten stromaufwärtigen Förderabschnitt (5a) des Gebläses (G) vorgesehen ist, und
- einen Bypass (30), der die Ausleitöffnung (31) mit der Einleitöffnung (35) verbindet, um den Druck am Auslass (4) des Gebläses (G) bei minimalen Förderstroms zu reduzieren.

Aspekt 46. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei der Förderzwischenabschnitt (5b) bezogen auf die Drehachse (R) des Förderrads (10) in Umfangsrichtung eine Winkelerstreckung (β) von wenigstens 45° oder wenigstens 90° oder wenigstens 120° hat.

Aspekt 47. Fördervorrichtung nach einem der zwei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der stromabwärtige Förderabschnitt (5c), in dem die Ausleitöffnung (31) mündet, in Bezug auf die Drehachse (R) des Förderrads (10) vom Unterbrecherkanal (8) ausgehend in Umfangsrichtung eine Winkelerstreckung (γ) von höchstens 120° oder höchstens 90° oder höchstens 70° hat.

Aspekt 48. Fördervorrichtung nach einem der drei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der stromaufwärtige Förderabschnitt (5a), in den die Einleitöffnung (35) mündet, vom Unterbrecherkanal (8) ausgehend in Umfangsrichtung eine Winkelerstreckung (α) von höchstens 60° oder höchstens 45° hat.

Aspekt 49. Fördervorrichtung nach einem der vier unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die Ausleitöffnung (31) im Förderkanal (5), vorzugsweise im Seitenkanal (6), vorgesehen ist.

Aspekt 50. Fördervorrichtung nach einem der fünf unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die Einleitöffnung (35) im Förderkanal (5), vorzugsweise im Seitenkanal (6), vorgesehen ist.

Aspekt 51. Fördervorrichtung nach einem der Aspekte 35 bis 50, wobei der Bypass (30) wenigstens einen Bypassabschnitt (32, 34) aufweist, der als Vertiefung in einer dem Förderrad (10) zugewandten Stirnfläche des Gehäuses (1, 2) geformt ist.

Aspekt 52. Fördervorrichtung nach einem der Aspekte 35 bis 51, umfassend eine Welle für den Drehantrieb des Förderrads (10), wobei der Bypass (30) einen um die Welle erstreckten, zentralen Bypassabschnitt (33) umfasst.

Aspekt 53. Fördervorrichtung nach einem Aspekten 35 bis 52, wobei im Bypass (40a; 40b) ein Bypassventil (43) angeordnet ist, und das Bypassventil (43) einen Fluss durch den Bypass (40a; 40b) zulässt, wenn der Druck des Fördermediums auf der Hochdruckseite, beispielsweise im stromaufwärtigen Förderabschnitt (5c) des Förderkanals (5) oder am Auslass (4), einen vorgegebenen Grenzdruck überschreitet.

Aspekt 54. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei das Bypassventil (43) so ausgelegt ist, dass es den Bypass (40a; 40b) sperrt, wenn der Druck auf der Hochdruckseite den Grenzdruck unterschreitet.

Aspekt 55. Fördervorrichtung nach einem der zwei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der Grenzdruck eine Druckdifferenz zwischen einem Druck der Hochdruckseite und einem Druck der Niederdruckseite ist.

Aspekt 56. Fördervorrichtung nach einem der drei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der Grenzdruck wenigstens 80% oder wenigstens 90% des Nennförderdrucks (Förderdruck im nominalen Förderpunkt NP) des Gebläses (G) beträgt.

Aspekt 57. Fördervorrichtung nach einem der vier unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der Grenzdruck höchstens 120% oder höchstens 110% des Nennförderdrucks (Förderdruck im nominalen Förderpunkt NP) des Gebläses (G) beträgt.

Aspekt 58. Fördervorrichtung nach einem der fünf unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der

Förderdruck im nominalen Förderpunkt (NP) des Gebläses (G) den Grenzdruck bildet.

Aspekt 59. Fördervorrichtung nach einem der sechs unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei das Bypassventil (43) ein Ventilelement (46), das zwischen einer Position minimalen Durchflusses und einer Position maximalen Durchflusses hin und her beweglich ist, und eine Ventillfeder (47) zur Erzeugung einer auf das Ventilelement (46) in Richtung auf die Position minimalen Durchflusses wirkenden Federkraft umfasst und das Bypassventil (43) so angeordnet ist, dass ein Druck der Hochdruckseite auf das Ventilelement (46) in Richtung auf die Position maximalen Durchflusses wirkt.

Aspekt 60. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei das Bypassventil (43) einen Federraum (49) umfasst, in dem die Ventillfeder (47) angeordnet ist, und der Bypass (40a; 40b) bei offenem Bypassventil (43) durch den Federraum (49) führt.

Aspekt 61. Fördervorrichtung nach einem der acht unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei das Bypassventil (43) als Rückschlagventil ausgeführt ist.

Aspekt 62. Fördervorrichtung nach einem der neun unmittelbar vorhergehenden Aspekte, der Bypass (40a; 40b) umfassend:

- eine Ausleitöffnung (41), die stromab eines in Umfangsrichtung erstreckten Förderzwischenabschnitts des Förderkanals (5) in einem vom Förderzwischenabschnitt bis einschließlich zum Auslass (4) erstreckten stromabwärtigen Förderabschnitt des Gebläses (G) vorgesehen ist, und
- eine Einleitöffnung (35), die stromauf des Förderzwischenabschnitts in einem vom Einlass (3) einschließlich bis zum Förderzwischenabschnitt erstreckten stromaufwärtigen Förderabschnitt des Gebläses (G) vorgesehen ist,

wobei das Bypassventil (43) zwischen der Ausleitöffnung (41) und der Einleitöffnung (45) angeordnet und dazu eingerichtet ist, einen Durchfluss von der Ausleitöffnung (41) unter Umgehung des Unterbrecherkanals (8) zur Einleitöffnung (45) zuzulassen, wenn der Grenzdruck überschritten wird.

Aspekt 63. Fördervorrichtung nach einem der zehn unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei das Bypassventil (43) in oder an dem Gehäuse (1, 2) des Gebläses (G) oder in oder an einem Motorgehäuse (26) des Antriebsmotors (25), falls vorhanden, angeordnet ist.

Aspekt 64. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, umfassend den elektrischen Antriebsmotor (25) und einen Leistungsbegrenzer, vorzugsweise Strombegrenzer, zur Begrenzung der elektrischen Leistung auf eine elektrische Maximalleistung, vorzugsweise des elektrischen Stroms (I) auf einen Maximalstrom.

Aspekt 65. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei das Gebläse (G), der Antriebsmotor (25) und der Leistungsbegrenzer in einem gemeinsamen Gehäuse (1, 2, 26) der Fördervorrichtung angeordnet sind.

Aspekt 66. Fördervorrichtung nach Aspekt 64, wobei der Leistungsbegrenzer separat vom Gebläse (G) und dem Antriebsmotor (25) angeordnet oder für eine separate Anordnung vorgesehen ist.

Aspekt 67. Fördervorrichtung nach einem der drei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der Leistungsbegrenzer Bestandteil einer mit dem Antriebsmotor (25) gekoppelten Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) ist.

Aspekt 68. Fördervorrichtung nach einem der vier unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der Leistungsbegrenzer dazu eingerichtet ist, die elektrische Leistung auf höchstens 120% oder höchstens 110% der elektrischen Leistung für die Förderung im Nennpunkt (NP), vorzugsweise auf die elektrische Leistung für die Förderung im Nennpunkt (NP), zu begrenzen.

Aspekt 69. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei der Leistungsbegrenzer dazu eingerichtet ist, die elektrische Leistung auf ein Niveau unterhalb der elektrischen Leistung für die Förderung im Nennpunkt (NP) zu begrenzen.

Aspekt 70. Fördervorrichtung nach einem der sechs unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der Leistungsbegrenzer dazu eingerichtet ist, die elektrische Leistung auf wenigstens 80% oder wenigstens 90% der elektrischen Leistung für die Förderung im Nennpunkt (NP) zu begrenzen.

Aspekt 71. Fördervorrichtung nach einem der sieben unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der Leistungsbegrenzer dazu eingerichtet ist, die Maximalleistung in Abhängigkeit von der Drehzahl des Antriebsmotors (25) einzustellen.

Aspekt 72. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Gebläse (G) eine erste Förderflut und eine zweite Förderflut und einen für beide Förderfluten gemeinsamen Auslass oder

stattdessen einen ersten Auslass für die erste Förderflut und einen zweiten Auslass für die zweite Förderflut umfasst, wobei der erste Auslass und der zweite Auslass stromab der jeweiligen Förderflut miteinander verbunden sind.

Aspekt 73. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei der erste Auslass und der zweite Auslass noch im Gehäuse (1, 2) des Gebläses (G) miteinander verbunden sind.

Aspekt 74. Fördervorrichtung nach einem der zwei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, umfassend einen für beide Förderfluten gemeinsamen Einlass oder stattdessen einen ersten Einlass für die erste Förderflut und einen zweiten Einlass für die zweite Förderflut, wobei der erste Einlass und der zweite Einlass stromauf der jeweiligen Förderflut miteinander verbunden sind.

Aspekt 75. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei der erste Einlass und der zweite Einlass noch im Gehäuse (1, 2) des Gebläses (G) von einer gemeinsamen Zuführung abzweigen.

Aspekt 76. Fördervorrichtung nach einem der vier unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei sich die Förderfluten in der Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie und dadurch in der Förderleistung unterscheiden, so dass bei Überschreiten eines vorgegebenen Differenzdrucks am gemeinsamen Auslass oder den verbundenen Auslässen über den gemeinsamen Auslass oder die verbundenen Auslässe eine Rückströmung von der Förderflut höherer Förderleistung in die Förderflut geringerer Förderleistung stattfindet.

Aspekt 77. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, umfassend den elektrischen Antriebsmotor (25) und eine Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) zur Steuerung oder Regelung des Antriebsmotors (25), vorzugsweise zur Versorgung des Antriebsmotors (25) mit einer konstanten elektrischen Spannung und Steuerung oder Regelung der Stärke des elektrischen Stroms (I).

Aspekt 78. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, umfassend den elektrischen Antriebsmotor (25) und eine Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) zur Steuerung oder Regelung der Drehzahl des Antriebsmotors (25).

Aspekt 79. Fördervorrichtung nach einem der zwei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die Fördervorrichtung in einem Kraftfahrzeug angeordnet oder für den Einbau in einem Kraftfahrzeug vorgesehen ist und die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) integrierter Bestandteil einer über-

geordneten Motorsteuerung des Kraftfahrzeugs ist.

Aspekt 80. Fördervorrichtung nach Aspekt 77 oder Aspekt 78, wobei die Fördervorrichtung in einem Kraftfahrzeug angeordnet oder für den Einbau in einem Kraftfahrzeug vorgesehen ist und die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) separat von einer übergeordneten Motorsteuerung des Kraftfahrzeugs angeordnet ist und einen Signaleingang für den Anschluss an die übergeordnete Motorsteuerung aufweist.

Aspekt 81. Fördervorrichtung nach einem der vier unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) dazu eingerichtet ist, das Gebläse (G) mit einer Drehzahl von höchstens 25.000 U/min oder höchstens 20.000 U/min zu betreiben.

Aspekt 82. Fördervorrichtung nach einem der fünf unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) dazu eingerichtet ist, das Gebläse (G) stets mit einer Drehzahl von über 500 U/min zu betreiben.

Aspekt 83. Fördervorrichtung nach einem der sechs unmittelbar vorhergehenden Aspekte, umfassend ein mit dem Gebläse (G) verbundenes Dosierorgan (106), vorzugsweise Dosierventil (106), das mittels der Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) zwischen einem Zustand minimalen Durchflusses, der insbesondere ein Schließzustand sein kann, und einem Zustand maximalen Durchflusses verstellbar ist.

Aspekt 84. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei das Dosierorgan (106) auf der Hochdruckseite des Gebläses (G) angeordnet ist.

Aspekt 85. Fördervorrichtung nach einem der zwei vorhergehenden Aspekte, wobei das Dosierorgan (106) stromab des Gebläses (G) separat von diesem angeordnet ist.

Aspekt 86. Fördervorrichtung nach Aspekt 83 oder Aspekt 84, wobei das Dosierorgan (106) am Gehäuse (1, 2) des Gebläses (G) oder im Auslass (4) oder unmittelbar am Auslass (4) des Gebläses (G) noch im Gehäuse (1, 2) des Gebläses (G) angeordnet ist.

Aspekt 87. Fördervorrichtung nach einem der vier unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) dazu eingerichtet ist, das Gebläse (G) bei Unterschreiten eines vorgegebenen Grenzbedarfs an Fördermedium in einem unteren Drehzahlbereich von höchstens 5.000 oder höchstens 3.000 U/min zu betreiben

und den Volumenstrom des Fördermediums mittels des Dosierorgans (106) einzustellen.

Aspekt 88. Fördervorrichtung nach einem der fünf unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) dazu eingerichtet ist, das Gebläse (G) bei Überschreiten eines vorgegebenen Grenzbedarfs an Fördermedium in einem oberen Drehzahlbereich von wenigstens 10.000 oder wenigstens 15.000 U/min zu betreiben und das Dosierorgan (106) auf maximalen Durchfluss zu stellen.

Aspekt 89. Fördervorrichtung nach einem der Aspekte 77 bis 88, umfassend einen Sensor (112) zur Erfassung eines vom Gebläse (G) gelieferten Massen- oder Volumenstroms und/oder eines Drucks und/oder einer Temperatur des Fördermediums, wobei der Sensor (112) mit der Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) gekoppelt ist, um der Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) den gemessenen Massen- oder Volumenstrom oder Druck oder die gemessene Temperatur als Istwert für eine Regelung des Gebläses (G) und/oder des Dosierorgans (106) nach einem der aufgeben zu können.

Aspekt 90. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei der Sensor (112) auf der Hochdruckseite des Gebläses (G) angeordnet ist.

Aspekt 91. Fördervorrichtung nach einem der zwei vorhergehenden Aspekte, wobei der Sensor (112) stromab des Gebläses (G) separat von diesem angeordnet ist.

Aspekt 92. Fördervorrichtung nach Aspekt 89 oder Aspekt 90, wobei der Sensor (112) am Gehäuse (1, 2) des Gebläses (G) oder im Auslass (4) oder unmittelbar am Auslass (4) des Gebläses (G) noch im Gehäuse (1, 2) des Gebläses (G) angeordnet ist.

Aspekt 93. Fördervorrichtung nach einem der Aspekte 77 bis 92, umfassend ein Sicherheits-Abschaltventil (105) zum Absperren einer Fluidverbindung, vorzugsweise einer Entlüftungsleitung (101), die einen Kraftstofftank (100) mit einem Ansaugbereich (107) einer Verbrennungskraftmaschine (110) verbindet.

Aspekt 94. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei das Sicherheits-Abschaltventil (105) auf der Niederdruckseite des Gebläses (G) separat von diesem oder am Gehäuse (1, 2) des Gebläses (G) oder im Einlass (3) oder unmittelbar am Einlass (3) schon im Gehäuse (1, 2) des Gebläses (G) angeordnet ist.

Aspekt 95. Fördervorrichtung nach einem der zwei

unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei das Sicherheits-Abschaltventil (105) mit der Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) oder einer übergeordneten Steuerungseinrichtung, beispielsweise einer Motorsteuerung eines Kraftfahrzeugs, gekoppelt ist, so dass die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) oder die übergeordnete Steuerungseinrichtung dem Sicherheits-Abschaltventil (105) ein das Absperrern bewirkendes Sperrsignal aufgeben kann.

Aspekt 96. Fördervorrichtung nach einem der sechs unmittelbar vorhergehenden Aspekte, umfassend den elektrischen Antriebsmotor (25), eine Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) zur Steuerung oder Regelung des Antriebsmotors (25) und wenigstens eine der folgenden Komponenten:

- ein mit dem Gebläse (G) verbundenes Dosierorgan (106), das mittels der Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) zwischen einem Zustand minimalen Durchflusses und einem Zustand maximalen Durchflusses verstellbar ist, und/oder
- einen Sensor (112) zur Erfassung eines vom Gebläse (G) gelieferten Massen- oder Volumenstroms und/oder eines Drucks und/oder einer Temperatur des Fördermediums, wobei der Sensor (112) mit der Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) gekoppelt ist, um der Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) den gemessenen Massen- oder Volumenstrom oder Druck oder die gemessene Temperatur als Istwert für eine Regelung des Gebläses (G) und/oder des Dosierorgans (106) nach einem der aufgeben zu können, und/oder
- ein Sicherheits-Abschaltventil (105) zum Absperrern einer Fluidverbindung, vorzugsweise einer Entlüftungsleitung (101), die einen Kraftstofftank (100) mit einem Ansaugbereich (107) einer Verbrennungskraftmaschine (110) verbindet.

Aspekt 97. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Fördervorrichtung als Spülvorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine (110) verwendet wird, vorzugsweise für einen Antriebsmotor (110) eines Kraftfahrzeugs.

Aspekt 98. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Fördervorrichtung als Spülvorrichtung zum Spülen eines Filters (103) für flüchtige Kraftstoffbestandteile mit Spülgas und das Gebläse (G) als Spülgasgebläse verwendet wird, vorzugsweise in einem Kraftfahrzeug.

Aspekt 99. Fördervorrichtung nach einem der zwei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die

Fördervorrichtung eine Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) umfasst oder an eine externe Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) angeschlossen ist und die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) dazu eingerichtet ist, das Gebläse (G) in Abhängigkeit von Eingangssignalen, beispielsweise Sensorsignalen und/oder Steuersignalen einer übergeordneten Motorsteuerung, und dadurch in Anpassung an die Aufnahmefähigkeit eines Antriebsmotors (110) des Kraftfahrzeugs für Spülgas zu betreiben.

Aspekt 100. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei sich ein Leakagestrom zwischen dem radialen Dichtspalt und wenigstens einem der axialen Dichtspalte längs des Schaufelrands verteilt, beispielsweise L-förmig um die Schaufeln verteilt.

Aspekt 101. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei sich ein Leakagestrom zwischen dem radialen Dichtspalt und den axialen Dichtspalten längs des Schaufelrands verteilt, beispielsweise U-förmig oder halbringförmig um die Schaufeln verteilt.

[0048] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand von Figuren erläutert. An den Ausführungsbeispielen offenbar werdende Merkmale bilden jeweils einzeln und in jeder Merkmalskombination die Gegenstände der Ansprüche und Aspekte sowie die vorstehend erläuterten Ausgestaltungen vorteilhaft weiter. Es zeigen:

- Figur 1 eine Fördervorrichtung zum Spülen eines Filters für flüchtige Kraftstoffbestandteile,
- Figur 2 Kennlinien herkömmlicher Seitenkanal- und Peripheralgebläse,
- Figur 3 Kennlinien typischer Radialgebläse,
- Figur 4 eine Fördervorrichtung mit Seitenkanalgebläse mit elektrischem Antrieb in einer Perspektive,
- Figur 5 die Fördervorrichtung der Figur 4 in einer Draufsicht auf das Seitenkanalgebläse,
- Figur 6 das Seitenkanalgebläse der Figuren 4 und 5 in einem Längsschnitt durch einen Förderkanal und einen Unterbrecherkanal,
- Figur 7 das Seitenkanalgebläse der Figuren 4 und 5 im Bereich des Unterbrecherkanals, wobei zwischen Schaufeln eines Förderrads und dem Unterbrecherkanal ein gleichmäßig vergrößerter Dichtspalt gebildet ist,
- Figur 8 den vergrößerten Dichtspalt im Vergleich zum Dichtspalt eines herkömmlichen Seitenkanalgebläses im gleichen Längsschnitt wie Figur 7,
- Figur 9 ein Seitenkanalgebläse in einem Längsschnitt, wobei ein den Unterbrecherkanal

- umgehender Bypass vorgesehen ist,
- Figur 10 ein Gehäuseteil des Seitenkanalgebläses der Figur 9 in einer Draufsicht,
- Figur 11 das Gehäuseteil der Figur 10 in der gleichen Draufsicht,
- Figur 12 Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinien im Vergleich,
- Figur 13 Kennlinien der Stromaufnahme im Vergleich,
- Figur 14 ein Peripheralgebläse mit einem Bypassventil in einer schematischen Darstellung,
- Figur 15 ein Seitenkanalgebläse mit integriertem Bypassventil in einer Draufsicht und einem Teilschnitt,
- Figur 16 Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinien im Vergleich,
- Figur 17 Kennlinien der Stromaufnahme im Vergleich,
- Figur 18 ein Förderrad mit Schaufeln mit gerundetem axialen äußeren Schaufelrand,
- Figur 19 ein Detail der Figur 18,
- Figur 20 das Schaufelrad der Figur 18 in einer Draufsicht auf den radial äußeren Umfang,
- Figur 21 ein Detail der Figur 20,
- Figur 22 eine Draufsicht auf den radial äußeren Umfang eines Förderrads mit Schaufeln, die am axial äußeren Schaufelrand angefast sind,
- Figur 23 ein Detail der Figur 22,
- Figur 24 einen Teil des Förderrads mit den angefasten Schaufelrändern der Figuren 22 und 23,
- Figur 25 eine Schaufel mit einem in Draufsicht auf eine Vorderseite der Schaufel konvexen radial äußeren Schaufelrand,
- Figur 26 ein Förderrad, dessen Schaufeln im radial äußeren Schaufelbereich eine Schaufelneigung aufweisen,
- Figur 27 eine Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie einer in Bezug auf die Stromaufnahme begrenzten Fördervorrichtung, und
- Figur 28 die Kennlinie für die Stromaufnahme der diesbezüglich begrenzten Fördervorrichtung.

[0049] Figur 1 zeigt eine Fördervorrichtung zum Entlüften eines Kraftstofftanks 100 und Regenerieren eines Filters 103 für flüchtige Kraftstoffbestandteile. Die Fördervorrichtung umfasst ein Seitenkanal- oder Peripheralgebläse G zur Förderung von Spülgas in den Ansaugbereich 107 einer Verbrennungskraftmaschine 110, bei der es sich insbesondere um den Antriebsmotor eines Kraftfahrzeugs, also um eine Verbrennungskraftmaschine mit innerer Verbrennung handeln kann. Typischerweise ist die Verbrennungskraftmaschine ein Ottomotor. Das Spülgas enthält im Gemisch mit Umgebungsluft die im Filter 103 zum Zwecke des Regenerierens freigesetzten, zuvor gespeicherten flüchtigen Kraftstoffbestandteile und die flüchtigen Kraftstoffbestandteile aus dem Tank 100. Das Gebläse G ist in Bezug auf die Förderrichtung

umkehrbar, um mit dem gleichen Gebläse G auch eine Tankdichtigkeitsprüfung durchführen zu können.

[0050] Das Gebläse G ist über eine Entlüftungsleitung 101 mit dem Tank 100 und über eine von der Entlüftungsleitung 101 abzweigende Regenerierleitung 102 mit dem Filter 103 verbunden.

[0051] Bei dem Filter 103 kann es sich insbesondere um einen Aktivkohlefilter handeln. In der Entlüftungsleitung 101 ist in Bezug auf die Förderrichtung zur Verbrennungskraftmaschine 110 stromab der Abzweigung zum Filter 103 und stromauf des Gebläses G ein Sicherheits-Abschaltventil 105 angeordnet, das in einem detektierten Notfall, beispielsweise im Falle eines Fahrzeugcrash, die Entlüftungsleitung 101 schließt und damit den Tank 100 und den Filter 103 vom Gebläse G und insbesondere vom Ansaugbereich 107 der Verbrennungskraftmaschine 110 trennt.

[0052] Der Filter 103 ist über ein Abschaltventil 104 mit der äußeren Umgebung verbunden. Im Spülbetrieb, d. h. bei Förderung des Spülgases in Richtung Verbrennungskraftmaschine 110, und bei abgeschalteter Verbrennungskraftmaschine 110 ist das Abschaltventil 104 offen, um einen Druckausgleich mit der Atmosphäre zu ermöglichen. Bei einer Dichtigkeitsprüfung des Tanks 100 ist das Abschaltventil 104 geschlossen.

[0053] Die Entlüftungsleitung 101 führt vom Gebläse G in den Ansaugbereich 107. Die Entlüftungsleitung 101 kann insbesondere stromauf eines Drosselorgans 108, typischerweise eine Drosselklappe, in den Ansaugbereich 107, typischerweise ein Ansaugrohr, münden. Im Ansaugbereich 101 kann stromauf der Einleitstelle für das Spülgas ein Luftfilter 109 für die von der Verbrennungskraftmaschine 110 angesaugte Frischluft angeordnet sein. Zwischen der Einleitstelle für das Spülgas und dem Drosselorgan 108 kann ein Ladegebläse 111 angeordnet sein.

[0054] In der Entlüftungsleitung 101 ist in Strömungsrichtung zur Verbrennungskraftmaschine 110 stromab des Gebläses G und an oder stromauf der Einleitstelle in den Ansaugbereich 107 ein Dosierventil 106 angeordnet, das insbesondere als elektrisches Dosierventil, vorzugsweise als pulsweitenmoduliertes Dosierventil, ausgebildet sein kann. Das Dosierventil 106 kann ein zwischen diskreten Schaltzuständen umsteuerbares Schaltventil oder ein Proportionalventil sein.

[0055] Das Gebläse G wird von einem Elektromotor angetrieben. Die Fördervorrichtung umfasst eine Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 zur Steuerung oder Regelung des Antriebsmotors des Gebläses G und des Dosierventils 106. Optional kann die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 auch noch das Absperrventil 104 und/oder das Sicherheits-Absperrventil 105 steuern. Die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 ist dazu eingerichtet, den Elektromotor des Gebläses G in Bezug auf die Drehzahl und, optional, die Drehrichtung zu steuern oder zu regeln. Ferner ist die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 dazu eingerichtet, das Dosierventil 106 zu steuern oder zu regeln. Die Steuer-

rung oder Regelung wird in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine 110 und/oder Beladezustand des Filters 103 durchgeführt. In vorteilhaften Ausführungen wird das Gebläse G zumindest in Abhängigkeit von einem für den jeweiligen Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine 110 repräsentativen Steuersignal in Bezug auf die Drehzahl gesteuert oder geregelt.

[0056] Die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 kann in oder an einem Gehäuse des Gebläses G angeordnet sein. Sie kann stattdessen aber auch separat vom Gebläse G angeordnet und mit dem Elektromotor per Leitung, gegebenenfalls auch drahtlos, verbunden sein. Handelt es sich bei der Verbrennungskraftmaschine 110 um den Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs, kann die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 mit einer übergeordneten Motorsteuerung verbunden oder integrierter Bestandteil dieser Motorsteuerung sein.

[0057] Die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 kann dazu eingerichtet sein, die Drehzahl des Gebläses G niedrig zu halten, beispielsweise im Bereich von 1.000 bis 3.000 U/min, wenn in Bezug auf den Beladezustand des Filters 103 kein oder nur ein geringer Spülbedarf besteht und/oder sich die Verbrennungskraftmaschine 110 gerade in einem für die Zuführung von Spülgas ungünstigen Betriebszustand befindet. Alternativ oder bevorzugt zusätzlich kann die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 dazu eingerichtet sein, die Drehzahl des Gebläses G zu erhöhen und das Gebläse G im oberen Drehzahlbereich von beispielsweise 15.000 bis 25.000 U/min oder 15.000 bis 20.000 U/min zu betreiben, wenn aufgrund eines hohen Beladungszustands des Filters 103 ein großer Spülbedarf besteht und/oder sich die Verbrennungskraftmaschine 110 in einem für die Zuführung von Spülgas geeigneten Betriebszustand befindet.

[0058] Von Vorteil ist, wenn die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 dazu eingerichtet ist, bei hohem Spülbedarf und/oder für die Zuführung von Spülgas günstigem Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine 110 die Zufuhr des Spülgases durch Veränderung der Drehzahl des Gebläses G, bevorzugt im oberen Drehzahlbereich, zu steuern und/oder zu regeln. Zur Einstellung des Spülgasstroms bei geringem Spülbedarf und/oder ungünstigen Betriebszuständen der Verbrennungskraftmaschine 110 kann die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 dazu eingerichtet sein, die Zufuhr von Spülgas bis hin zu einer Nullförderung mittels des Dosierventils 106 zu steuern oder zu regeln, während das Gebläse G im unteren Drehzahlbereich, beispielsweise im Drehzahlbereich von 1.000 bis 3.000 U/min betrieben wird. So kann die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 dazu eingerichtet sein, das Gebläse G bei geringem Spülbedarf und/oder für das Spülen ungünstigen Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine 110 mit einer konstanten, niedrigen Drehgeschwindigkeit unter 5.000 U/min oder unter 3.000

U/min anzutreiben und die Zufuhr des Spülgases ausschließlich mittels des Dosierventils 106 zu steuern oder zu regeln. Zusätzlich oder stattdessen können das Dosierventil 106 bei hohem Spülbedarf und/oder für ein Spülen günstigem Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine 110 voll geöffnet sein und die Zufuhr von Spülgas ausschließlich durch eine Steuerung oder Regelung der Drehzahl des Gebläses G vorgenommen werden.

[0059] Wenn von der Drehzahl des Gebläses G die Rede ist, wird hierunter die Drehzahl eines Förderrads des Gebläses G verstanden. Falls das Gebläse G mehrere Förderräder umfasst, gelten die vorstehenden Aussagen zum Steuerungs- und/oder Regelungskonzept für die Drehzahl jedes der Förderräder.

[0060] Die Fördervorrichtung kann einen Sensor 112 umfassen, der insbesondere in der Entlüftungsleitung 101 zwischen dem Gebläse G und dem Ansaugbereich 107, bevorzugt zwischen dem Gebläse G und dem Dosierventil 106, angeordnet sein kann, um dort den Spülgasmassenstrom oder den Spülgasvolumenstrom oder den Spülgasdruck oder die Spülgastemperatur zu messen und den Messwert der Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 zuzuführen. In derartigen Ausführungen ist die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 als Regelungseinrichtung ausgeführt. Sie kann mit einer übergeordneten Steuerung, beispielsweise einer Motorsteuerung, verbunden oder Bestandteil der übergeordneten Steuerung sein. Die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 kann von der übergeordneten Steuerung in Abhängigkeit vom Betriebszustand und/oder vom Ladezustand der Verbrennungskraftmaschine 110 eine Führungsgröße als Sollwert und das Ausgangssignal des Sensors 112 als Istwert erhalten. Die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 kann in der Weiterbildung zur Regelungseinrichtung dazu eingerichtet sein, das Gebläse G und/oder das Dosierventil 106 in Abhängigkeit von dem Sollwert und dem Istwert zu regeln. Dazu führt sie einen Soll/Ist-Vergleich durch, beispielsweise durch Bildung einer Differenz von Sollwert und Istwert, und regelt das Gebläse G und/oder das Ventil 106 mit einer in Abhängigkeit vom Soll/Ist-Vergleich gebildeten Stellgröße für das Gebläse G und/oder einer in Abhängigkeit vom Soll/IstVergleich gebildeten Stellgröße für das Dosierventil 106 entsprechend dem zuvor beschriebenen Regime der Aufteilung zwischen Gebläse G und Dosierventil 106.

[0061] Das Dosierventil 106 kann separat vom Gebläse G, entfernt vom Gebläse G oder an einem Gehäuse des Gebläses G, beispielsweise unmittelbar am Auslass, oder im Gehäuse des Gebläses G angeordnet sein. Das Sicherheits-Abschaltventil 105 kann separat vom Gebläse G, entfernt vom Gebläse G oder am Gehäuse des Gebläses G, beispielsweise unmittelbar am Einlass, oder im Gehäuse des Gebläses G angeordnet sein. Der Sensor 112 kann separat vom Gebläse G, entfernt vom Gebläse G oder am Gehäuse des Gebläses G, beispielsweise unmittelbar am Auslass, oder im Gehäuse des Ge-

bläses G angeordnet sein.

[0062] Das Gebläse G ist, wie erwähnt, ein Seitenkanal- oder Peripheralgebläse. Gebläse G dieser Bauart sind in Bezug auf den Wirkungsgrad mit Radialgebläsen, wie sie typischerweise in Spülgas-Fördervorrichtungen verwendet werden, in etwa vergleichbar, haben jedoch den entscheidenden Vorteil, dass ihr Arbeitsdrehzahlbereich weit unter dem Arbeitsdrehzahlbereich von Radialgebläsen, typischerweise bei etwa einem Drittel, liegt. Dementsprechend sind sie Radialgebläsen im akustischen Verhalten überlegen, da ihr unwuchtinduzierter Körperschall deutlich unter demjenigen von Radialgebläsen liegt. Wegen der geringeren Drehzahl sind die in den rotierenden Massen des Gebläses gespeicherten kinetischen Energien kleiner als bei Radialgebläsen. Hieraus resultiert ein vorteilhaftes dynamisches Verhalten. Die Leistungsaufnahme, typischerweise die Stromaufnahme, ist geringer, da bei Drehzahländerungen geringere Massen beschleunigt und gebremst werden müssen. Das Seitenkanal- oder Peripheralgebläse kann daher schneller hochgefahren und gebremst werden. Für den Einsatz im Kraftfahrzeugbau ist dies von entscheidendem Vorteil. Andererseits steigt die Kennlinie "Förderdruck-über-Förderstrom" mit abnehmendem Förderstrom stark an, und der Förderdruck erreicht bei Nullförderung, d. h. bei geschlossenem Gebläseauslass, seinen höchsten Wert. Entsprechend steigt auch die Leistungsaufnahme eines Elektromotors für den Antrieb des Gebläses in Richtung Nullförderung, in guter Näherung ebenfalls linear.

[0063] In den Figuren 2 und 3 sind die Kennlinien für den Wirkungsgrad η , den Förderdruck Δp und die elektrische Stromaufnahme I über dem Förderstrom V für ein Seitenkanal- oder Peripheralgebläse G (Figur 2) und für ein Radialgebläse (Figur 3) eingetragen. Mit "NP" ist der Nennpunkt bzw. nominale Arbeitspunkt für beide Gebläsebauarten bezeichnet. Wenn im Zusammenhang mit der Förderkennlinie vom "Förderdruck" die Rede ist, handelt es sich um die Druckdifferenz zwischen Einlass und Auslass, also um die Druckerhöhung, die das Fördermedium, hier Spülgas, durch das Gebläse G erfährt.

[0064] Figur 4 zeigt das Gebläse G und einen elektrischen Antriebsmotor 25 für den Antrieb des Gebläses G in einer perspektivischen Sicht. In Figur 5 ist das Gebläse G in einer Draufsicht auf die vom Elektromotor 25 abgewandte Stirnseite dargestellt.

[0065] Das Gebläse G umfasst ein Gehäuseteil 1 und ein Gehäuseteil 2, die gemeinsam das Gehäuse 1, 2 des Gebläses G bilden. Das Gehäuseteil 1 dient als Deckel für das Gehäuseteil 2. Das Gebläse G weist einen Einlass 3 und einen Auslass 4 für das vom Gebläse G zu fördernde Fördermedium, im Ausführungsbeispiel Spülgas, auf. Im Gehäuse 1, 2 ist ein in Figur 5 durch den Einlass 3 erkennbares Förderrad 10 um eine Drehachse R drehbar angeordnet. Bei Drehantrieb des Förderrads 10 gegen den Uhrzeigersinn, wie durch Richtungspfeil angedeutet, strömt das Fördermedium über den Einlass 3 parallel zur Drehachse des Förderrads 10, d. h. axial, in

einen im Gehäuse 1, 2 in Umfangsrichtung erstreckten Förderkanal ein, während es über den Auslass 4 tangential zur Drehachse des Förderrads 10 ausgestoßen wird. Aufgrund der axialen Einstromung handelt es sich bei dem Gebläse G des Ausführungsbeispiels um ein Seitenkanalgebläse. Bei radialer oder tangentialer Einstromung des Fördermediums am radial äußeren Umfang des Förderrads 10 würde es sich um ein Peripheralgebläse handeln. Vom Begriff "Gebläse" sollen im Rahmen der Erfindung Seitenkanalgebläse und Peripheralgebläse gleichermaßen umfasst sein.

[0066] Der Elektromotor 25 ist coaxial zum Förderrad 10 angeordnet. Die Motorwelle des Elektromotors 25 kann insbesondere unmittelbar die Antriebswelle für das Förderrad 10 bilden. Das Gehäuseteil 2 kann buchsenförmig verlängert sein und im verlängerten Bereich den Elektromotor 25 umgeben. Alternativ können der Elektromotor 25 in einem eigenen Motorgehäuse angeordnet und das Motorgehäuse am Gehäuse 1, 2 des Gebläses G montiert sein.

[0067] Der Elektromotor 25 erhält seine Steuersignale von der Steuerungs- oder Regelungseinrichtung 113 (Figur 1) und wird von dieser in Bezug auf die Drehzahl, optional auch in Bezug auf die Drehrichtung, gesteuert und/oder geregelt.

[0068] Figur 6 zeigt das Gebläse G in einem Längsschnitt. Das Gebläse G umfasst die Gehäuseteile 1 und 2, die gemeinsam das Gehäuse 1, 2 des Gebläses G bilden, und das im Gehäuse 1, 2 um die Drehachse R drehbare Förderrad 10. Am radial äußeren Umfang des Förderrads 10 sind über den Umfang verteilt, zweckmäßigerweise gleichmäßig über den Umfang verteilt, eine Mehrzahl von Schaufeln 13 angeordnet, die über den radial äußeren Umfang des Förderrads 10 nach radial außen vorragen. Das Förderrad 10 weist an seinem radial äußeren Umfang einen radial vorragenden Umfangswulst 11 auf, in den die ansonsten vom Umfang des Förderrads 10 frei vorragenden Schaufeln 13 ein Stück weit hineinragen. Der Umfangswulst 11 dient einer stabilen Befestigung der Schaufeln 13 am Förderrad 10. Die Schaufeln 13 können in den Umfangswulst 11 beispielsweise eingelegt oder eingesteckt und zusätzlich stoffschlüssig mit dem Förderrad 10 verbunden sein.

[0069] Im Gehäuse 1, 2 sind in Umfangsrichtung um die Drehachse R hintereinander ein Förderkanal 5 und ein Unterbrecherkanal 8 gebildet, die bei einem Drehantrieb des Förderrads 10 von den Schaufeln 13 periodisch nacheinander durchlaufen werden. Der Einlass 3 und der Auslass 4 (Figur 4) münden in den Förderkanal 5. Der Förderkanal 5 erstreckt sich wenigstens vom Einlass 3 bis wenigstens zum Auslass 4. Der Unterbrecherkanal 8 dient der fluidischen Trennung von Einlass 3 und Auslass 4 und umgibt dementsprechend die jeweils im Unterbrecherkanal 8 befindliche(n) Schaufel(n) 13 unter Ausbildung eines Dichtspalts 24.

[0070] Der Förderkanal 5 umfasst, wie von Seitenkanal- und Peripheralgebläsen bekannt, wenigstens einen Seitenkanal. Im Ausführungsbeispiel umfasst der För-

derkanal 5 einen ersten Seitenkanal 6, der sich in Umfangsrichtung vom Einlass 3 bis zum Auslass 4 längs einer Stirnseite der Schaufeln 13 erstreckt, und einen zweiten Seitenkanal 7, der sich ebenfalls vom Einlass 3 bis zum Auslass 4 längs der anderen Stirnseite der Schaufeln 13 erstreckt. Im Ausführungsbeispiel sind die beiden Seitenkanäle 6 und 7 ferner über einen radialen Kanal, der sich längs des radial äußeren Umfangs der Schaufeln 13 vom Einlass 3 bis zum Auslass 4 erstreckt, verbunden.

[0071] Bei Drehantrieb des Förderrads 10 wird das über den Einlass 3 (Figuren 4 und 5) angesaugte Fördermedium in den Förderzellen zwischen benachbarten Schaufeln 13 mitgerissen. Aufgrund der Zentrifugalkraft strömt das Fördermedium in den Förderzellen in Umfangsrichtung nach radial außen gegen die zugewandte Innenwand des Förderkanals 5, wird dort nach axial außen umgelenkt und strömt durch den jeweiligen Seitenkanal 6 und 7 in eine in Bezug auf die Drehbewegung nacheilende Förderzelle zurück, so dass sich insgesamt eine Spiralströmung um die Schaufeln 13 einstellt und das Fördermedium mit erhöhtem Druck durch den Auslass 4 ausgestoßen wird. Die Förderwirkung des Gebläses G beruht, wie bei Gebläsen dieser Bauart üblich, auf der Impulsübertragung an den in Drehrichtung vorderen Seiten, den Vorderseiten, der Schaufeln 13 und der Rotationsströmung, was in Kombination zur Spiralströmung führt.

[0072] Die für die Impulsübertragung wirksame Fläche, d. h. die effektive Schaufelfläche A_s , ist in Figur 6 für die im Förderkanal 5 befindliche Schaufel 13 durch Schraffur kenntlich gemacht. Die effektive Schaufelfläche A_s ist die orthogonal zur Drehrichtung weisende Schaufelfläche oder bei nicht genau radial verlaufender Schaufel der Schaufelflächenanteil, der orthogonal zur Drehrichtung weist. Die effektive Schaufelfläche A_s ist im Ausführungsbeispiel die Schaufelfläche innerhalb des äußeren Schaufelrands vermindert um die Längsschnittfläche des Umlaufwulstes 11. Ragen die Schaufeln 13 mit einer Neigung zur Radialen auf die Drehachse R vor, beispielsweise einfach schräg oder rund gekrümmt oder mit einem Knick, ist die effektive Schaufelfläche A_s die in oder gegen die Drehrichtung des Förderrads 10 projizierte Schaufelfläche. Bei dieser Projektion werden die Punkte der Vorderseite der jeweiligen Schaufel 13 auf parallelen Kreisbahnen in die gleiche zentrale Längsschnittebene projiziert. Die Drehachse R erstreckt sich in dieser zentralen Längsschnittebene.

[0073] Radial einwärts von den Schaufeln 13 weist das Förderrad 10 an beiden Stirnseiten jeweils eine Einschnürung 12 auf. Die jeweilige Einschnürung 12 läuft vollständig um die Drehachse R um. Die Gehäuseteile 1 und 2 greifen jeweils mit einer um die Drehachse R korrespondierend umlaufenden Abragung 1a und 2a in die zugeordnete Einschnürung 12 ein. Der Eingriff verbessert die Abdichtung des Förderkanals 5 und des Unterbrecherkanals 8 nach radial innen, indem durch den Eingriff an beiden Stirnseiten des Förderrads 10 jeweils ein

mäanderförmiger Dichtspalt 10a, d.h. eine Labyrinthdichtung, gebildet wird. Der Eingriff kann auch der Radial- und/oder Axialführung des Förderrads 10 dienen.

[0074] Die Figuren 7 und 8 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel für ein Gebläse G, dessen Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie in Richtung Nullförderung abgeflacht ist. Vom Gehäuse 1, 2 und dem Förderrad 10 ist nur der radial äußere Bereich mit einem modifizierten, nämlich erweiterten Unterbrecherkanal 9 und dementsprechend vergrößertem Dichtspalt 20 dargestellt. Das derart modifizierte Gebläse G entspricht von der Aufweitung des Unterbrecherkanals 9 und der damit einhergehenden Vergrößerung des Dichtspalts 20 abgesehen dem Gebläse G der Figuren 4 bis 6.

[0075] Die Schaufeln 13 weisen jeweils einen freien äußeren Schaufelrand auf, der sich von einem am radial äußeren Umfang des Förderrads 10 gelegenen linken Schaufelfußpunkt 14 längs einer ersten Stirnseite, anschließend längs eines radial äußeren Umfangs und hieran anschließend längs der anderen Stirnseite der Schaufel 13 bis zu einem an dieser anderen Stirnseite am radial äußeren Umfang des Förderrads 10 gelegenen rechten Schaufelfußpunkt 15 erstreckt. Dieser freie äußere Schaufelrand, der sich von dem in Figur 7 linken Schaufelfußpunkt 14 bis zum rechten Schaufelfußpunkt 15 erstreckt, begrenzt die effektive Schaufelfläche A_s . Der vergrößerte Dichtspalt 20 wird innen vom äußeren Schaufelrand und außen von den dem äußeren Schaufelrand zugewandten Innenwänden des Unterbrecherkanals 9 begrenzt. Der Dichtspalt 20 umfasst dementsprechend einen längs der ersten Stirnseite der Schaufel 13 erstreckten ersten axialen Dichtspalt 21, einen längs des radial äußeren Umfangs der Schaufel 13 erstreckten radialen Dichtspalt 22 und einen längs der anderen Stirnseite der Schaufel 13 erstreckten zweiten axialen Dichtspalt 23. Der erste axiale Dichtspalt 21, der radiale Dichtspalt 22 und der zweite axiale Dichtspalt 23 bilden gemeinsam den vergrößerten Dichtspalt 20, d. h. sie bilden jeweils Dichtspaltabschnitte des gesamten Dichtspalts 20.

[0076] Der vergrößerte Dichtspalt 20 erstreckt sich radial bis jeweils auf die Höhe der Schaufelfußpunkte 14 und 15 und weist in der Längsschnittebene der effektiven Schaufelfläche A_s die Dichtspaltfläche A_D auf. Sollte der Unterbrecherkanal 9 direkt anschließend auch noch radial einwärts von den Schaufeln 13 in Überlappung mit dem Förderrad 10 geweitet sein, wird dieser weitere Bereich nicht zum Dichtspalt 20 gerechnet. Als vergrößerter Dichtspalt 20 wird zu Vergleichszwecken nur der um die Schaufeln 13 von Fußpunkt 14 zu Fußpunkt 15 erstreckte Dichtspalt herangezogen. Ebenso wird zu Vergleichszwecken als freier Kanalquerschnitt A_u des Unterbrecherkanals 9 nur der von den Schaufeln 13 durchlaufene Kanalquerschnitt in der Längsschnittebene der effektiven Schaufelfläche A_s verstanden.

[0077] In Figur 8 sind der erweiterte Unterbrecherkanal 9 und dementsprechend vergrößerte Dichtspalt 20 und im Vergleich hierzu in gestrichelter Linie ein Unterbre-

cherkanal 8 und ein Dichtspalt 24, wie sie bei herkömmlichen Seitenkanal- oder Peripheralgebläsen anzutreffen sind, dargestellt. Der herkömmliche Dichtspalt 24 ist so bemessen, dass der stromabwärtige Endabschnitt des Förderkanals 5 (Figur 6), in den der Auslass 4 (Figur 4) mündet, fluidisch so gut als möglich von dem stromaufwärtigen Endabschnitt des Förderkanals 5, in den der Einlass 3 mündet, getrennt ist. Andererseits ist der herkömmliche Dichtspalt 24 gerade so groß, dass der freie Lauf des Förderrads 10 unter den im Betrieb zu erwartenden Bedingungen gewährleistet ist.

[0078] Im Ausführungsbeispiel ist der vergrößerte Dichtspalt 20 längs des gesamten äußeren Schaufelrands, d. h. vom Schaufelfußpunkt 14 bis zum Schaufelfußpunkt 15 durchgehend, an beiden Stirnseiten axial und am radial äußeren Umfang radial im Vergleich zum herkömmlichen Dichtspalt 24 geweitet. Die axialen Dichtspalte 21 und 23 weisen jeweils eine in axialer Richtung gemessene axiale Spaltweite W_a auf. Der radiale Dichtspalt 22 weist eine in radialer Richtung gemessene radiale Spaltweite W_r auf. Die beiden axialen Dichtspalte 21 und 23 können gleich, grundsätzlich aber auch ungleich sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die radiale Spaltweite W_r größer als die axiale Spaltweite W_a . Alternativ können die Spaltweiten W_a und W_r aber auch gleich oder die axiale Spaltweite W_a des axialen Dichtspalts 21 und/oder die axiale Spaltweite W_a des anderen axialen Dichtspalts 23 größer als die radiale Spaltweite W_r sein.

[0079] Die axiale Spaltweite W_a des ersten Dichtspalts 21 und/oder die axiale Spaltweite W_a des zweiten Dichtspalts 23 kann oder können jeweils über die gesamte radiale Länge des jeweiligen Dichtspalts 21 und 23 gleichbleibend, d. h. konstant, sein. Stattdessen oder zweckmäßigerweise zusätzlich kann die radiale Spaltweite W_r über die gesamte axiale Länge des radialen Dichtspalts 22 konstant sein. Obgleich konstanten Spaltweiten W_a und W_r nicht zuletzt der einfachen Fertigung wegen der Vorzug gegeben wird, kann eine der beiden axialen Spaltweiten W_a oder können beide axiale Spaltweiten W_a über die radiale Länge des jeweiligen Dichtspalts 21 und 23 variieren. Stattdessen oder zusätzlich kann die radiale Spaltweite W_r variieren. Falls eine oder mehrere der Spaltweiten W_a und W_r längs des jeweiligen Dichtspalts 21 bis 23 variiert oder variieren, nimmt die jeweilige axiale Spaltweite W_a in radialer Richtung nur monoton und bevorzugt wenigstens über den überwiegenden Teil der radialen Länge zu, um trotz der Variation einen über die Länge gesehen gleichmäßig verbreiterten Dichtspalt 21 und/oder 23 zu erhalten und insbesondere lokale Einschnürungen zu vermeiden. Falls die radiale Spaltweite W_r in axialer Richtung variiert, erfolgt diese Variation gleichmäßig über die gesamte axiale Länge des Dichtspalts 22, wobei der Dichtspalt 22 gleichmäßig gebogen einfach konvex, d. h. ausgebaucht, oder einfach gebogen konkav, d. h. eingebaucht, verlaufen kann.

[0080] In zweckmäßigen Ausführungen wird, wie im

Ausführungsbeispiel, zur Verwirklichung des vergrößerten Dichtspalts 20 ein geweiteter Unterbrecherkanal 9 vorgesehen. Die Schaufeln 13 weisen an ihren axial äußeren Schaufelfußpunkten 14 und 15 jeweils die axiale Weite des radial einwärts an die Schaufeln 13 grenzenden Ringbereichs des Förderrads 10 auf. Die einander axial über die jeweilige Schaufel 13 zugewandt gegenüberliegenden Innenwände des Unterbrecherkanals 9 treten über jeweils eine auf der Höhe der Schaufelfußpunkte 14 und 15 gebildete Schulter axial zurück, um die jeweilige axiale Spaltweite W_a zu erhalten. In alternativen Ausführungen können die Schaufeln 13 längs der einen Stirnseite und/oder der andern Stirnseite schmaler ausgeführt sein, so dass die Innenwand des Unterbrecherkanals 9, die dem axial zurückgesetzten axialen Schaufelrand zugewandt ist, nach radial außen über den jeweiligen Schaufelfußpunkt 14 oder 15 hinweg glatt durchgezogen sein kann. Der Schaffung des gleichmäßig vergrößerten Dichtspalts 20 durch axiale Aufweitung des Unterbrecherkanals 9 wird jedoch der Vorzug gegeben.

[0081] Der axiale Dichtspalt 21 und/oder der axiale Dichtspalt 23 weist oder weisen jeweils eine axiale Spaltweite W_a auf, die im jeweiligen Dichtspalt 21 und 23 überall größer als und in vorteilhaften Ausführungen wenigstens doppelt so groß wie die axiale Spaltweite des radial innen anschließenden axialen Dichtspalts 10a zwischen dem Förderrad 10 und dem axial zugewandten Innenwandbereich des Unterbrecherkanals 9 ist. Die radiale Spaltweite W_r kann über ihre axiale Länge überall größer als die axiale Spaltweite des radialen Dichtspalts 10a, vorzugsweise wenigstens doppelt so groß wie die axiale Spaltweite des Dichtspalts 10a sein. Der Dichtspalt 10a weist über seinen gesamten Verlauf zweckmäßigerweise überall die gleiche Spaltweite auf. Die Spaltweite bleibt vorzugsweise auch im Bereich des Eingriffs von Einschnürung 12 und Abragungen 1a und 2a gleich. Von eventuellen Abweichungen in den Eck- und Kantenbereichen sei hierbei abgesehen.

[0082] Die mittels der Vergrößerung des Dichtspalts 20 gezielt über den Unterbrecherkanal 9 eingestellte Leckage kann insbesondere durch das Verhältnis von Dichtspaltfläche zu effektiver Schaufelfläche, A_D/A_S , charakterisiert werden. In vorteilhaften Ausführungen gilt: $A_D/A_S \geq 0.06$ oder $A_D/A_S \geq 0.07$. In Bezug auf günstige Wirkungsgrade im Volllastbereich, d. h. für Förderströme, die gleich oder größer als der Förderstrom im nominalen Förderpunkt oder Nennpunkt sind, ist es von Vorteil, wenn $A_D/A_S \leq 0.25$ oder $A_D/A_S \leq 0.20$. Alternativ oder zusätzlich gilt für das Verhältnis von Dichtspaltfläche A_D zum Kanalquerschnitt A_u , dass $A_D/A_u \geq 0.05$ oder, bevorzugt, $A_D/A_u \geq 0.06$. Im Hinblick auf den Wirkungsgrad ist es günstig, wenn $A_D/A_u \leq 0.20$ oder $A_D/A_u \leq 0.15$ oder $A_D/A_S \leq 0.13$.

[0083] Figur 9 zeigt ein Gebläse G eines zweiten Ausführungsbeispiels in einem Längsschnitt, in dem sich die Drehachse R erstreckt. Dargestellt ist auch der Elektromotor 25, der in einem Motorgehäuse 26 angeordnet ist. Der Elektromotor 25 umfasst einen Rotor 27 und einen

Stator 28, die in Figur 9 als ein einziger Block dargestellt sind. Der Elektromotor 25 kann beispielsweise als bürstenloser Gleichstrom- oder Asynchronmotor, zweckmäßigerweise mit integriertem Drehwinkelgeber, ausgeführt sein. Das Motorgehäuse 26 ist am Gehäuseteil 2 des Gebläsegehäuses 1, 2 montiert. Das Förderrad 10 sitzt unmittelbar auf der Motorwelle und ist mit dieser drehunbeweglich verbunden. Eine Wellendichtung 29 dichtet den Verbindungsbereich von Förderrad 10 und Motorwelle ab.

[0084] Zur Abflachung der Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie ist im zweiten Ausführungsbeispiel ein Bypass vorgesehen, durch den das Fördermedium aus einem Bereich hohen Drucks unter Umgehung des Unterbrecherkanals, beispielsweise eines herkömmlichen Unterbrecherkanals 8 (Figur 6) oder eines erweiterten Unterbrecherkanals 9 (Figuren 7 und 8), in einen Bereich niedrigeren Drucks zurückströmen kann.

[0085] Der Bypass kann allein innerhalb des Gehäuses 1, 2 des Gebläses G vorgesehen sein oder sich nacheinander durch das Gebläsegehäuse 1, 2 und das Motorgehäuse 26 erstrecken, wie dies in Figur 9 durch Richtungspfeile angedeutet ist. In Figur 9 ist auch angedeutet, dass sich der Bypass verzweigen kann, so dass sich ein erster Bypasszweig im Gebläsegehäuse 1, 2 und ein hiervon abzweigender Bypasszweig durch das Motorgehäuse 26 erstrecken. Ein im Gebläsegehäuse 1, 2 verwirklichter Bypasszweig kann sich insbesondere an der dem Elektromotor 25 zugewandten Stirnseite des Förderrads 10 erstrecken. Diese erste Variante ist im zweiten Ausführungsbeispiel verwirklicht. In einer alternativen zweiten Variante kann sich ein vergleichbarer Bypass an der vom Elektromotor 25 abgewandten Stirnseite des Förderrads 10 erstrecken. In einer dritten Variante können sich jeweils innerhalb des Gehäuses 1, 2 ein Bypass wie im zweiten Ausführungsbeispiel und ein weiterer Bypass an der vom Elektromotor 25 abgewandten Stirnseite des Förderrads 10 erstrecken. In allen drei Varianten kann optional ein zusätzlicher Bypass oder Bypasszweig durch das Motorgehäuse 26 führen.

[0086] Figur 10 zeigt das Gehäuseteil 1 in einer axialen Draufsicht auf die Innenseite des Gehäuseteils 1. Der Bypass wird insgesamt als Bypass 30 bezeichnet. Der im Gebläsegehäuse 1, 2 an der dem Elektromotor 25 zugewandten Stirnseite des Förderrads 10 erstreckte Bypasszweig umfasst Bypassabschnitte 32, 33 und 34, die sich dem Förderrad 10 axial zugewandt im Gehäuseteil 1 erstrecken.

[0087] Der Bypass 30 umfasst den stromaufwärtigen Bypassabschnitt 32, der an einer im Hochdruckbereich des Förderkanals 5 mündenden Ausleitöffnung 31 vom Förderkanal 5 abzweigt. Vom Förderkanal 5 ist in der Draufsicht der Figur 10 der im Gehäuseteil 1 geformte Seitenkanal 6 erkennbar. Die Ausleitöffnung 31 ist in einem dem Auslass 4 nahen Endbereich des Förderkanals 5, hier des Seitenkanals 6, angeordnet. Der Bypass 30 umfasst ferner den zentralen Bypassabschnitt 33, in den der Bypassabschnitt 32 an seinem stromabwärtigen En-

de mündet. In Strömungsrichtung vom Hochdruckbereich zum Niederdruckbereich schließt sich an den zentralen Bypassabschnitt 33 der stromabwärtige Bypassabschnitt 38 an, der an seinem stromaufwärtigen Ende mit einer Einleitöffnung 35 in den Niederdruckbereich des Förderkanals 5, hier des Seitenkanals 6, mündet. Vorteilhafterweise mündet der Bypassabschnitt 34 in einen den Einlass 3 umfassenden Endabschnitt des Förderkanals 5 bzw. Seitenkanals 6.

[0088] Die Bypassabschnitte 32 und 34 sind fertigungstechnisch günstig als durchgehend gerade und axial zum Förderrad 10 hin offene Kanalabschnitte ausgeführt. Die Bypassabschnitte 32 und 34 führen durch die Abragung 1a, die von den Bypassabschnitten 32 und 34 abgesehen längs ihres Verlaufs der Verbesserung der Abdichtung des Förderkanals 5 nach radial innen dient.

[0089] Im zweiten Ausführungsbeispiel ist wie bereits erwähnt ein zweiter Bypasszweig vorgesehen, der durch das Motorgehäuse 26 führt. Der zweite Bypasszweig umfasst einen stromaufwärtigen Bypassabschnitt 36 und einen stromabwärtigen Bypassabschnitt 38, die jeweils im zentralen Bypassabschnitt 33 münden und von dort durch das Gehäuseteil 1 führen und eine Verbindung zum Innenraum des Motorgehäuses 26 herstellen. In Figur 10 sind die Mündungen der Bypassdurchgänge 36 und 38 erkennbar. Im Motorgehäuse 26 kann der so erweiterte Bypass 30 in einem Bypassabschnitt 37, wie in Figur 9 beispielhaft dargestellt, den Elektromotor 25 großflächig umgeben, so dass das Fördermedium bei Durchströmung des Bypasszweigs 36, 37 und 38 den Elektromotor 25, d. h. den Rotor 27 und/oder den Stator 28 des Elektromotors 25, entsprechend großflächig kühlen kann.

[0090] Figur 11 zeigt die Innenseite des Gehäuseteils 1 in der gleichen Draufsicht wie Figur 10. Eingetragen sind Winkelerstreckungen α , β und γ , die der Charakterisierung einer vorteilhaften Anordnung der Ausleitöffnung 31 und der Einleitöffnung 35 dienen. Die Winkelerstreckungen α , β und γ markieren vom Unterbrecherkanal 8 ausgehend und im Förderkanal 5 in Drehrichtung (Gegenuhrzeigersinn) fortschreitend einen stromaufwärtigen Förderabschnitt 5a, in dem die Einleitöffnung 35 mündet, einen Förderzwischenabschnitt 5b und einen stromabwärtigen Förderabschnitt 5c, der bis zum Unterbrecherkanal 8 reicht und in dem die Ausleitöffnung 31 abzweigt. Der Förderzwischenabschnitt 5b erstreckt sich somit in Drehrichtung bis vor die Ausleitöffnung 31 und gegen die Drehrichtung bis vor die Einleitöffnung 35, d. h. in Drehrichtung bis maximal zur Ausleitöffnung 31 und gegen die Drehrichtung bis maximal zur Einleitöffnung 35, und hat die Winkelerstreckung β . Der stromaufwärtige Förderabschnitt 5a grenzt an den Unterbrecherkanal 8 und erstreckt sich vom Unterbrecherkanal 8 ausgehend in Dreh- und Förderrichtung bis zum Förderzwischenabschnitt 5b und wenigstens vollständig über die Einleitöffnung 35. Der Förderabschnitt 5a hat die Winkelerstreckung α . Der stromabwärtige Förderabschnitt 5c er-

streckt sich vom Unterbrecherkanal 8 ausgehend gegen die Dreh- und Förderrichtung wenigstens vollständig über die Ausleitöffnung 31 bis zum Förderzwischenabschnitt 5b und hat die Winkelerstreckung γ .

[0091] Der Bypass 30 (Figuren 9 und 10) kann einen oder mehrere weitere Bypassabschnitte mit jeweils einer weiteren Ausleitöffnung und/oder jeweils einer weiteren Einleitöffnung aufweisen. Zweigen im Hochdruckbereich des Förderkanals 5 zwei oder mehr Ausleitöffnungen vom Förderkanal 5 ab, so erstreckt sich der stromabwärtige Förderabschnitt 5c über alle diese Ausleitöffnungen. Weist der erweiterte Bypass die Einleitöffnung 35 und eine oder mehrere weitere Einleitöffnungen auf, die im Niederdruckbereich des Förderkanals 5 münden, so erstreckt sich der stromaufwärtige Förderabschnitt 5a über alle diese Einleitöffnungen.

[0092] Der stromaufwärtige Förderabschnitt 5a hat in vorteilhaften Ausführungen eine Winkelerstreckung α von höchstens 60° oder höchstens 45° . Die Winkelerstreckung γ des stromabwärtigen Förderabschnitts 5c beträgt vorzugsweise höchstens 120° oder höchstens 90° oder höchstens 70° . Der Förderzwischenabschnitt 5b, in dem weder eine Ausleitöffnung noch eine Einleitöffnung zur Umgehung des Unterbrecherkanals 8 mündet, erstreckt sich über einen Winkel β von vorteilhafterweise wenigstens 45° oder wenigstens 90° . In bevorzugten Ausführungen beträgt die Winkelerstreckung β wenigstens 120° oder wenigstens 180° . Die Winkelerstreckungen α , β und γ können insbesondere so gewählt sein, dass $\alpha < 45^\circ$, $\beta > 180^\circ$ und $\gamma < 70^\circ$. Dies ist zwar eine bevorzugte Kombination für die Winkelerstreckungen α , β und γ , grundsätzlich können die zuvor genannten Relationen aber auch in jeder anderen beliebigen Kombination verwirklicht sein. Im Hinblick auf einen guten Wirkungsgrad ist es jedoch vorteilhaft, wenn zumindest gilt: $\beta > 180^\circ$.

[0093] Die Summe $\alpha + \beta + \gamma$ der Winkelerstreckungen, die der Winkelerstreckung des Förderkanals 5 insgesamt entspricht, ist in vorteilhaften Ausführungen größer als 270° und bevorzugt größer als 300° .

[0094] Für den Aufbau der Spiralströmung ist es günstig, wenn das durch den Bypass 30 zurückgeführte Fördermedium nicht in Form eines konzentrierten tangentialen Strahls, sondern radial oder unter einem Winkel von wenigstens 45° zur Tangentialrichtung eingeleitet wird. Im zweiten Ausführungsbeispiel wird, wie in den Figuren 10 und 11 erkennbar, das zurückgeführte Fördermedium radial oder nahezu radial durch die Einleitöffnung 35 in den Förderkanal 5 zurückgeleitet.

[0095] In den Figuren 12 und 13 sind schematisch die Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie " Δp über V " und die Kennlinie für die Stromaufnahme " I über V " dargestellt. Die entsprechende Kennlinie herkömmlicher Seitenkanal- und Peripheralgebläse ist in den beiden Diagrammen jeweils als Strichlinie zum Vergleich eingezeichnet. In durchgezogener Linie sind die Kennlinien für ein erfindungsgemäßes Gebläse G dargestellt, wobei die Kennlinien sowohl für die Einstellung einer gezielten Le-

ckage durch Dichtspaltvergrößerung (erstes Ausführungsbeispiel) als auch für die Einstellung einer gezielten Leckage durch Schaffung eines Bypass (zweites Ausführungsbeispiel) gelten. Wie in Figur 12 erkennbar, fällt der Förderdruck bzw. die Förderdruckerhöhung Δp im Volllastbereich vom Nennpunkt NP in Richtung zunehmendem Förderstrom V mit geringerer Steigung als bei herkömmlichen Vergleichsgebläsen ab und hat beginnend im Nennpunkt NP in Richtung minimalen Förderstroms über den Überlastbereich einen deutlich abgeflachten Verlauf. Ein gewisser Förderdruckverlust im Nennpunkt NP ist vernachlässigbar. Entsprechend sehen die Verhältnisse bei der Kennlinie für die Stromaufnahme I aus.

[0096] Die beiden Maßnahmen zur gezielten Einstellung einer Leckage, nämlich mittels eines vergrößerten Dichtspalts zum einen und mittels eines Bypass zum anderen, können voneinander separat oder auch in Kombination verwirklicht sein. Bei Verwirklichung in Kombination kann der Dichtspalt in einem geringeren Maß verbreitert und/oder der Bypass mit einem insgesamt größeren Strömungswiderstand und/oder der Winkelabstand zwischen der Ausleitöffnung und der Einleitöffnung verringert werden, so dass beide Maßnahmen in Kombination die angestrebte Abflachung der Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie bewirken. In einfachen und nicht zuletzt deshalb bevorzugten Ausführungen ist jedoch nur eine der beiden Maßnahmen verwirklicht.

[0097] In Figur 14 ist ein Gebläse G eines dritten Ausführungsbeispiels schematisch dargestellt. Das Gebläse G weist einen Einlass 3 auf, der am radial äußeren Umfang des Förderkanals 5 mündet. Bei dem Gebläse G handelt es sich daher um ein Peripheralgebläse. Die Abflachung der Kennlinie "Förderdruck-über-Förderstrom" wird im dritten Ausführungsbeispiel mittels eines Bypass 40a erzielt, der wie bereits der Bypass 30 des zweiten Ausführungsbeispiels den Unterbrecherkanal 8 (Figur 6) oder den aufgeweiteten Unterbrecherkanal 9 des ersten Ausführungsbeispiels (Figuren 7 und 8) umgeht. Im Bypass 40a ist im Unterschied zum zweiten Ausführungsbeispiel ein Bypassventil 43 angeordnet.

[0098] Der Bypass 40a umfasst einen stromaufwärtigen Bypassabschnitt 42, einen stromabwärtigen Bypassabschnitt 44 und das Bypassventil 43, das die Bypassabschnitte 42 und 44 miteinander verbindet, wenn das Bypassventil 43 einen geöffneten Ventilzustand einnimmt. In zweckmäßigen Ausführungen kann das Bypassventil 43 einen Schließzustand einnehmen, in dem es die Bypassabschnitte 42 und 44 voneinander trennt und den Bypass 40a dadurch sperrt. Grundsätzlich kann das Bypassventil 43 zwischen einem Zustand minimalen Durchflusses und einem Zustand maximalen Durchflusses kontinuierlich oder diskontinuierlich in einer oder mehreren Stufen, in diesem Fall bevorzugt schlagartig zwischen minimalem und maximalem Durchfluss, verstellt werden. Der Zustand minimalen Durchflusses kann insbesondere ein Schließzustand, grundsätzlich aber auch ein Zustand sein, in dem das Bypassventil 43 einen

geringen Durchfluss, d. h. einen geringen Leakagestrom, zulässt.

[0099] Der Bypass 40a kann den Auslass 4 mit dem Einlass 3 verbinden, indem die Ausleitöffnung 41 im Auslass 4 mündet und der Bypass 40a dementsprechend vom Auslass 4 abzweigt und die Einleitöffnung 45 im Einlass 3 mündet. Im Ausführungsbeispiel mündet die Ausleitöffnung 41 in einem vom Gehäuse des Gebläses G vorragenden Auslassstutzen, d. h. der Bypass 40a zweigt im Bereich des Auslassstutzens ab, und die Einleitöffnung 45 mündet in einem vom Gehäuse des Gebläses G vorragenden Einleitstutzen. Der Einleitstutzen und der Auslassstutzen gehören zum Gehäuse des Gebläses G. Vorteilhaft ist, wenn der Bypass 40a noch im oder am Gehäuse des Gebläses G gebildet ist, so dass der Bypass 40a nicht zusätzlich zum Gebläse G am Einbauort montiert werden muss, sondern mit dem Gebläse G als Einheit montiert werden kann.

[0100] Das Bypassventil 43 umfasst ein Ventilelement 46, beispielsweise einen Ventilkolben, und eine Ventildfeder 47, die auf das Ventilelement 46 in Richtung auf die Position minimalen Durchflusses wirkt. Auf der Hochdruckseite des Gebläses G zweigt eine Steuerleitung 48 ab, über die Fördermedium von der Hochdruckseite des Gebläses G zum Ventilelement 46 führt, um das Ventilelement 46 der Federkraft der Ventildfeder 47 entgegen mit einem Druck der Hochdruckseite des Gebläses G zu beaufschlagen. Die Steuerleitung 48 kann beispielsweise im Hochdruckbereich des Förderkanals 5 oder in einem Abschnitt des Auslasses 4, der sich unmittelbar an den Förderkanal 5 anschließt, abzweigen. Die Steuerleitung 48 kann stattdessen auch am Auslass 4 vom Auslassstutzen oder, wie im Ausführungsbeispiel, vom stromaufwärtigen Bypassabschnitt 42 abzweigen. Die Hochdruckseite des Gebläses G erstreckt sich von einem stromabwärtigen Abschnitt des Förderkanals 5 über den Auslass 4 bis zu einem Verbraucher, dem das Fördermedium mittels des Gebläses zugeführt wird, beispielsweise bis zum Ansaugbereich 107 der Anordnung der Figur 1, oder bis zu einem stromab auf das Gebläse G optional folgenden Schließ- und/oder Dosierorgan, beispielsweise das Dosierventil 106 (Figur 1). Die Niederdruckseite des Gebläses G umfasst einen stromaufwärtigen Förderabschnitt des Förderkanals 5 und erstreckt sich von diesem über den Einlass 3 stromaufwärts. In sämtlichen Varianten wirkt auf das Ventilelement 46 somit der Differenzdruck zwischen dem Druck des Fördermediums auf der Hochdruckseite und der Niederdruckseite des Gebläses G.

[0101] Figur 15 zeigt ein Gebläse G mit einer gezielten Leakage nach einem vierten Ausführungsbeispiel. Vom Gebläse G ist das Gehäuseteil 1 in einer axialen Sicht auf die innere Stirnseite des Gehäuseteils 1 dargestellt. Vom Förderkanal 5 ist der somit freiliegende Seitenkanal 6 erkennbar.

[0102] Im vierten Ausführungsbeispiel wird die gezielte Leakage, dem dritten Ausführungsbeispiel vergleichbar, durch einen Bypass 40b hergestellt, der in einem Teil-

schnitt des Gehäuseteils 1 freigelegt ist. Im Unterschied zum Bypass 40a des dritten Ausführungsbeispiels zweigt der Bypass 40b mit einer Ausleitöffnung 41 in einem Abschnitt des Auslasses 4, der sich zwischen dem Förderkanal 5 und einem vom Gehäuseteil 1 vorragenden Auslassstutzen erstreckt, vom Auslass 4 ab. Im Ausführungsbeispiel liegt die Ausleitöffnung 41 radial unmittelbar oberhalb vom Unterbrecherkanal 8.

[0103] Der Bypass 40b mündet mit einer Einleitöffnung 45 in einem an den Unterbrecherkanal 8 grenzenden stromaufwärtigen Förderabschnitt des Förderkanals 5. In Bezug auf die Anordnung der Einleitöffnung 45 gelten vorteilhafterweise die zur Einleitöffnung 35 des zweiten Ausführungsbeispiels (Figuren 9 bis 11) gemachten Ausführungen. Grundsätzlich könnte auch die Ausleitöffnung 41 bereits in einem stromabwärtigen Förderabschnitt des Förderkanals 5 münden, wobei in einer derartigen Modifikation hinsichtlich des stromabwärtigen Förderabschnitts die zum stromabwärtigen Förderabschnitt 5c des zweiten Ausführungsbeispiels gemachten Ausführungen gelten.

[0104] Der Bypass 40b erstreckt sich von der Ausleitöffnung 41 bis zur Einleitöffnung 45 radial oberhalb des Unterbrecherkanals 8 oder axial neben dem Unterbrecherkanal 8 und kann sich insbesondere, wie im Ausführungsbeispiel, in einem engen radialen Abstand längs des äußeren Umfangs des Unterbrecherkanals 8 erstrecken. Der Bypass 40b kann durch das andere Gehäuseteil 2 (Figur 3) geschlossen werden oder vorteilhafterweise, wie im Ausführungsbeispiel, gänzlich im Gehäuseteil 1 angeordnet sein. Das Gehäuse des Gebläses G oder nur das Gehäuseteil 1 kann zur Ausbildung des Bypasses 40b im Umfangsbereich von der Ausleitöffnung 41 bis zur Einleitöffnung 45 radial lokal geweitet sein.

[0105] Der Bypass 40b umfasst wie der Bypass 40a des dritten Ausführungsbeispiels einen stromaufwärtigen Bypassabschnitt 42, der mit seiner Ausleitöffnung 41 vom Auslass 4 abzweigt, und einen stromabwärtigen Bypassabschnitt, der mit seiner Einleitöffnung 45 im Förderkanal 5 mündet. Zwischen der Ausleitöffnung 41 und der Einleitöffnung 45 ist ein Bypassventil 43 angeordnet.

[0106] Das Bypassventil 43 umfasst ein Ventilelement 46, das zwischen einer Position minimalen Durchflusses und einer Position maximalen Durchflusses hin und her beweglich ist. In der Position minimalen Durchflusses kann das Bypassventil 43 einen bestimmten, geringem Leakagestrom zulassen oder vorteilhafterweise die Ausleitöffnung 41 von der Einleitöffnung 45 trennen und den Bypass 40b somit unterbrechen. Das Bypassventil 43 weist ferner eine Ventildfeder 47 auf, die das Ventilelement 46 in Richtung auf die Position minimalen Durchflusses mit Federkraft beaufschlagt. Der Ventildfeder 47 wirkt ein zwischen der Ausleitöffnung 41 und der Einleitöffnung 45 herrschender Differenzdruck entgegen.

[0107] Das Bypassventil 43 des vierten Ausführungsbeispiels weist einen Federraum 49 auf, in dem die Ventildfeder 47 angeordnet ist. Der Federraum 49 ist über den stromabwärtigen Bypassabschnitt mit der Einleitöffnung

45 verbunden und dadurch im Druck entlastet.

[0108] Das Bypassventil 43 ist im vierten Ausführungsbeispiel als Rückschlagventil ausgeführt, kann grundsätzlich aber auch als ein Ventil mit beispielsweise einem Ventilschieber ausgebildet sein. Die Ventilfeeder 47 drängt das Ventilelement 46 in einen Ventilsitz 46a. Die Federkraft und die entgegen gerichtete Druckkraft des Fördermediums weisen jeweils durch den Ventilsitz 46a. Bewegt sich das Ventilelement 46 in Richtung auf die Position maximalen Durchflusses, strömt ein Leckagestrom des Fördermediums über die Ausleitöffnung 41 in den Bypassabschnitt 42 und durch den Ventilsitz 46a sowie am Ventilelement 46 vorbei in den stromabwärtigen Bypassabschnitt und schließlich durch dessen Einleitöffnung 45 in den Förderkanal 5.

[0109] In den Figuren 16 und 17 sind schematisch die Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie eines Gebläses G mit Bypassventil 43 (drittes und viertes Ausführungsbeispiel) und die Kennlinie für die Stromaufnahme I jeweils im Vergleich zu der entsprechenden Kennlinie eines herkömmlichen Seitenkanal- oder Peripheralgebläses dargestellt. Die Kennlinie des erfindungsgemäßen Gebläses G ist in jeweils einer durchgezogenen Linie und die Kennlinie des herkömmlichen Gebläses ist in Strichlinie dargestellt. Erkennbar ist, dass die Kennlinie "Förderdruck-über-Förderstrom" und dementsprechend auch die Kennlinie "Stromaufnahme-über-Förderstrom" des erfindungsgemäßen Gebläses G im Volllastbereich der Kennlinie eines vom Bypassventil 43 abgesehen identischen Vergleichsgebläses entsprechen können, wenn nämlich das Bypassventil 43 im Zustand minimalen Durchflusses den Bypass 40a oder 40b unterbricht, der Zustand minimalen Durchflusses also ein Schließzustand ist.

[0110] Im dritten und im vierten Ausführungsbeispiel kann der Leckagestrom mittels des Bypassventils 43 sehr genau eingestellt werden. Das jeweilige Bypassventil 43 ist so ausgelegt, dass sich das Ventilelement 46 aus der Position minimalen Durchflusses in Richtung maximalen Durchfluss erst und stets dann bewegt, wenn ein mittels der Ventilfeeder 47 vorgegebener Differenzdruck zwischen dem Druck an der Ausleitöffnung 41 und dem Druck an der Einleitöffnung 45, überschritten wird. Das jeweilige Bypassventil 43 kann insbesondere so ausgelegt sein, dass dieser Grenzdruck wenigstens 80 % oder wenigstens 90 % des Nennförderdrucks des Gebläses G entspricht. Der Nennförderdruck ist der Förderdruck im nominalen Förderpunkt NP des Gebläses G. Ist die Auslegung so, dass der Grenzdruck größer als der Nennförderdruck des Gebläses G ist, so beträgt der Grenzdruck in vorteilhaften Ausführungen höchstens 120% oder höchstens 110% des Nennförderdrucks. Eine Auslegung des Bypassventils 43 derart, dass der Grenzdruck dem Nennförderdruck des Gebläses G entspricht, ist besonders zweckmäßig.

[0111] Figur 18 zeigt ein Förderrad 10 mit Schaufeln 13, die an beiden axial äußeren Schaufelrändern der jeweiligen Schaufel 13 eine Rundung 16 aufweisen. Figur

19 zeigt ein Detail der Figur 18 in einer vergrößerten Darstellung. Figur 20 ist eine Draufsicht auf den radial äußeren Umfang des Förderrads 10 und den radial äußeren Schaufelrand der Schaufeln 13. Figur 21 ist ein axial äußerer Schaufelbereich in der gleichen Draufsicht wie in Figur 20 vergrößert dargestellt, so dass die Rundung 16 deutlicher zu erkennen ist. Die Rundung 16 weist in die durch einen Richtungspfeil angedeutete Drehrichtung, d. h. die Schaufeln 13 sind jeweils an ihren Vorderseiten an beiden axial äußeren Schaufelrändern gerundet. In Modifikationen können die Schaufeln 13 auch längs nur eines ihrer axial äußeren Schaufelränder die Rundung 16 aufweisen. Optional können die Schaufeln 13 an ihren Vorderseiten jeweils am radial äußeren Schaufelrand gerundet sein. Eine Rundung 16 am radial äußeren Schaufelrand kann anstelle oder zusätzlich zur Rundung 16 an einem oder an beiden axial äußeren Schaufelrändern vorgesehen sein.

[0112] Die Figuren 22 bis 24 zeigen ein Förderrad 10 mit Schaufeln 13, die anstelle der Rundung 16 (Figuren 18 bis 21) an ihren Vorderseiten an beiden axial äußeren Schaufelrändern eine Anfasung 17, d. h. eine Schräge, aufweisen. In einer Modifikation können die Schaufeln 13 an ihren Vorderseiten auch nur an einem ihrer beiden axial äußeren Schaufelränder angefast sein. In noch einer Abwandlung kann eine Anfasung 17 an der Vorderseite der jeweiligen Schaufel 13 zusätzlich oder nur am radial äußeren Schaufelrand vorgesehen sein. Die Anfasung 17 kann unter einem Winkel von 10° bis 80° zu einer zur Drehachse R parallelen Axialen weisen.

[0113] Die Schaufeln können somit über ihren gesamten äußeren Schaufelrand oder nur in einem oder mehreren Schaufelrandabschnitten die Rundung 16 oder stattdessen über ihren gesamten äußeren Schaufelrand oder nur in einem oder mehreren Schaufelrandabschnitten die Anfasung 17 aufweisen. In Modifikationen können die Schaufeln 13 über ihren gesamten äußeren Schaufelrand gesehen in einem oder mehreren Schaufelrandabschnitten die Rundung 16 und in einem oder mehreren anderen Schaufelrandabschnitten die Anfasung 17 aufweisen.

[0114] Die Schaufeln 13 können eine Rundung 16 und/oder eine Anfasung 17 nur an ihren Vorderseiten aufweisen. Alternativ können die Schaufeln 13 an ihrem äußeren Schaufelrand auch konvex verrundet oder angefast sein. Bei konvexer Anfasung 17 kann diese in der radialen Draufsicht der Figuren 20 und 22 gesehen insbesondere trapezförmig oder konisch spitz sein.

[0115] Durch die Rundung 16 und die Anfasung 17 des äußeren Schaufelrands wird die im Unterbrecherkanal in Umfangsrichtung vorhandene Dichtfläche der Schaufeln 13 reduziert. Auch durch diese Maßnahme wird die Energieübertragung im Überlastbereich, d. h. bei druckseitig starker Drosselung, reduziert und dadurch eine Abflachung der Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie bewirkt.

[0116] Figur 25 zeigt eine Schaufel 13 mit einem radial äußeren Schaufelrand 18, der in einer Draufsicht auf die

Vorderseite der Schaufel 13 konvex ist. Der konvexe Schaufelrand 18 kann konisch oder trapezförmig oder alternativ auch rund nach radial außen ausgebaucht sein. Auch durch diese Maßnahme wird im Unterbrecherkanal eine gezielte Leckage über die Umfangserstreckung des Unterbrecherkanals eingestellt.

[0117] Figur 26 zeigt ein Förderrad 10 mit Schaufeln 13, die zu einer durch die Drehachse R und den jeweiligen Schaufelfußpunkt verlaufenden Radialen eine Neigung ϕ aufweisen. Im Ausführungsbeispiel weisen die Schaufeln 13 jeweils einen radial inneren Schaufelbereich und einen vom inneren Schaufelbereich abknickenden radial äußeren Schaufelbereich 19 auf. Der innere Schaufelbereich weist jeweils radial zur Drehachse R des Förderrads 10, während der radial äußere Schaufelbereich 19 vom radial inneren Schaufelbereich in Vorwärtsrichtung abknickt. Der innere Schaufelbereich und der äußere Schaufelbereich 19 sind in der axialen Sicht jeweils gerade.

[0118] In Abwandlungen können die Schaufeln 13 auch über ihre gesamte radiale Erstreckung in Vorwärtsrichtung, d. h. in Drehrichtung, geneigt sein. In noch einer Abwandlung können sie über ihre radiale Höhe gesehen mehrfach abknicken oder kontinuierlich rund geneigt sein oder nur in einem radial äußeren Schaufelbereich rund geneigt sein. Alternativ können die Schaufeln 13 über ihre gesamte radiale Erstreckung oder nur abschnittsweise gegen die Drehrichtung geneigt sein. Einer Neigung in Vorwärtsrichtung wird jedoch der Vorzug gegeben. Kann die Drehrichtung des Gebläses wie bevorzugt umgekehrt werden, wird als die Drehrichtung diejenige Drehrichtung verstanden, in die das Förderrad überwiegend angetrieben wird und/oder für die das Gebläse primär ausgelegt ist.

[0119] In den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen wird die Abflachung der Kennlinie "Förderdruck-über-Förderstrom" durch geometrische Veränderungen des Gebläses G und/oder mittels eines Bypassventils erzielt. Alternativ oder zusätzlich kann die Abflachung auch durch eine Begrenzung der Leistungsaufnahme, insbesondere der Stromaufnahme, des Antriebsmotors 25 (Figur 3) erzielt werden.

[0120] In den Figuren 27 und 28 sind in jeweils durchgezogener Linie die Kennlinie "Förderdruck-über-Förderstrom" und die Kennlinie "Stromaufnahme-über-Förderstrom" einer Fördervorrichtung (Gebläse G und Motor) mit einem in Bezug auf die Stromaufnahme begrenzten Antriebsmotor 25 im Vergleich zu einem von der Begrenzung abgesehen identischen herkömmlichen Seitenkanal- oder Peripheralgebläse dargestellt. Die Kennlinien des Vergleichsgebläses sind in Strichlinie dargestellt. Mittels der Begrenzung der Leistungsaufnahme, vorteilhafterweise der Stromaufnahme I, kann die Kennlinie "Förderdruck-über-Förderstrom" praktisch beliebig eingestellt werden. In Figur 27 ist beispielhaft ein instabiler Verlauf dargestellt, d. h. die Kennlinie "Förderdruck-über-Förderstrom" fällt im Überlastbereich vom Nennförderdruck im Nennpunkt NP in Richtung Nullförderung ab.

Der Verlauf der Stromaufnahme I, als Führungsgröße, ist in Figur 28 dargestellt.

[0121] Die erfindungsgemäßen Maßnahmen können bei einem Gebläse G jeweils einzeln verwirklicht sein. 5 Beim gleichen Gebläse können aber auch zwei oder mehr der beispielhaft nur einzeln offenbarten Maßnahmen in Kombination eingesetzt werden, um die abgeflachte, bevorzugt abknickende Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie zu erhalten. Mit der Beschreibung als 10 "abgeflachte Kennlinie" ist im Sinne der Erfindung auch eine abfallende, also instabile Kennlinie umfasst. Die eine oder mehreren Maßnahmen in Kombination kann oder können mit Vorteil so ausgeführt sein, dass der Förderdruck, d. h. der Differenzdruck zwischen Einlass 3 und Auslass 4, beispielsweise der Differenzdruck unmittelbar über den Unterbrecherkanal 8 oder 9, um höchstens 20% oder höchstens 10% über dem Nennförderdruck liegt.

20 Bezugszeichen

[0122]

1	Gehäuseteil
25 1a	Abragung
2	Gehäuseteil, Deckel
2a	Abragung
3	Einlass
4	Auslass
30 5	Förderkanal
5a	Förderabschnitt
5b	Förderzwischenabschnitt
5c	Förderabschnitt
6	Seitenkanal
35 7	Seitenkanal
8	Unterbrecherkanal, herkömmlich
9	aufgeweiteter Unterbrecherkanal
10	Förderrad
10a	Dichtspalt
40 11	Umlaufwulst
12	Einschnürung
13	Schaufel
14	Schaufelfußpunkt
15	Schaufelfußpunkt
45 16	axialer Schaufelrand, verrundet
17	axialer Schaufelrand, angefast
18	radialer Schaufelrand
19	Schaufelneigung
20	vergrößerter Dichtspalt
50 21	axialer Dichtspalt
22	radialer Dichtspalt
23	axialer Dichtspalt
24	Dichtspalt, herkömmlich
25	Elektromotor
55 26	Motorgehäuse
27	Rotor
28	Stator
29	Wellendichtung

30	Bypass
31	Ausleitöffnung
32	Bypassabschnitt
33	Bypassabschnitt
34	Bypassabschnitt
35	Einleitöffnung
36	Bypassabschnitt
37	Bypassabschnitt
38	Bypassabschnitt
39	-
40a	Bypass
40b	Bypass
41	Ausleitöffnung
42	Bypassabschnitt
43	Bypassventil
44	Bypassabschnitt
45	Einleitöffnung
46	Ventilelement
46a	Ventilsitz
47	Ventilfeder
48	Steuerleitung
49	Federraum
50	-
...	-
99	-
100	Tank
101	Entlüftungsleitung
102	Regenerierleitung
103	Filter
104	Abschaltventil
105	Sicherheits-Abschaltventil
106	Dosierventil
107	Ansaugbereich
108	Drosselorgan
109	Luftfilter
110	Verbrennungskraftmaschine
111	Ladegebläse
112	Sensor
113	Steuerungs- oder Regelungseinrichtung
A_D	Dichtspaltfläche
A_S	effektive Schaufelfläche
R	Drehachse
W_a	axiale Spaltweite
W_r	radiale Spaltweite
α	Winkelerstreckung
β	Winkelerstreckung
γ	Winkelerstreckung
φ	Schaufelneigung

Patentansprüche

1. Fördervorrichtung für ein Fördermedium, beispielsweise zum Spülen eines Filters für flüchtige Kraftstoffbestandteile, mit einem als Seitenkanal- oder Peripheralgebläse ausgeführten Gebläse (G) und optional einem elektrischen Antriebsmotor (25) für

das Gebläse, das Gebläse (G) umfassend:

1.1 ein Gehäuse (1, 2) mit einem Einlass (3) und einem Auslass (4) für das Fördermedium, beispielsweise Spülluft, einem in Umfangsrichtung erstreckten Förderkanal (5) mit einem Seitenkanal (6, 7) und einem in Umfangsrichtung erstreckten Unterbrecherkanal (8; 9) zur Trennung von Einlass (3) und Auslass (4), und

1.2 ein im Gehäuse (1, 2) um eine Drehachse (R) drehbares Förderrad (10) mit Schaufeln (13), die bei Drehung des Förderrads den Förderkanal (5) und den Unterbrecherkanal (8; 9) durchlaufen,

1.3 wobei die Fördervorrichtung dazu eingerichtet ist, dass die Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie der Fördervorrichtung oder des Gebläses (G) in Richtung minimalen Förderstroms abflacht oder abfällt.

2. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Schaufeln (13) und der Unterbrecherkanal (9) über die Winkelerstreckung des Unterbrecherkanals (8) längs des axial äußeren Schaufelrands an einer oder beiden Stirnseiten der jeweiligen Schaufel (13) einen axialen Dichtspalt (21, 23) mit einer konstanten oder radial fortschreitend nur monoton, vorzugsweise linear, zunehmenden axialen Spaltweite (W_a) und längs des radial äußeren Schaufelrands der jeweiligen Schaufel (13) einen radialen Dichtspalt (22) mit einer radialen Spaltweite (W_r) bilden, wobei die axiale Spaltweite (W_a) und/oder die radiale Spaltweite (W_r) so groß ist/sind, dass sich über den Unterbrecherkanal (9) eine gezielte Leckage einstellt und die Förderdruck-über-Förderstrom-Kennlinie in Richtung minimalen Förderstroms abflacht oder abfällt.

3. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die axiale Spaltweite (W_a) und/oder die radiale Spaltweite (W_r) längs der einen oder längs beider Stirnseiten und/oder längs des äußeren Umfangs der jeweiligen Schaufel (13) konstant ist/sind oder längs des jeweiligen Dichtspalts (21, 22, 23) nur monoton, vorzugsweise linear, zunimmt oder nur monoton, vorzugsweise linear, abnimmt.

4. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Förderrad (10) und der Unterbrecherkanal (9) über die Winkelerstreckung des Unterbrecherkanals (9) einen axialen Dichtspalt (10a) begrenzen, um den Unterbrecherkanal (9) nach radial innen abzudichten, und sich dieser axiale Dichtspalt (10a) an einem Schaufelfußpunkt (14, 15) oder radial außen vom Schaufelfußpunkt (14, 15) am axial äußeren Schaufelrand der jeweiligen Schaufel (13) axial weitet, so dass zwischen der jeweiligen Schaufel (13) und dem Unterbrecherkanal

- (9) ein vergrößerter axialer Dichtspalt (21, 23) erhalten wird.
5. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
 - das Förderrad (10) einen Außenumfang aufweist, von dem die Schaufeln (13) nach radial außen vorragen,
 - die Schaufeln (13) jeweils einen äußeren Schaufelrand aufweisen, der sich von einem axial linken Schaufelfußpunkt (14) am Außenumfang des Förderrads (10) über einen radial äußeren Umfang der jeweiligen Schaufel (13) bis zu einem axial rechten Schaufelfußpunkt (15) am Außenumfang des Förderrads (13) erstreckt,
 - der Unterbrecherkanal (9) mit der jeweiligen Schaufel (13) einen Dichtspalt (20) bildet, der sich um den äußeren Schaufelrand vom linken Schaufelfußpunkt (14) bis zum rechten Schaufelfußpunkt (15) erstreckt,
 - der Dichtspalt (20) in Drehrichtung des Förderrads (10) in eine Längsschnittebene des Förderrads (10) projiziert eine Dichtspaltfläche A_D aufweist, wobei sich die Drehachse (R) des Förderrads (10) in dieser Längsschnittebene erstreckt,
 - die jeweilige Schaufel (13) in Drehrichtung in diese Längsschnittebene projiziert eine effektive Schaufelfläche A_S aufweist, und
 - das Verhältnis von Dichtspaltfläche zu effektiver Schaufelfläche, A_D/A_S , wenigstens 0,06 oder wenigstens 0,07 oder wenigstens 0,08 beträgt.
 6. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schaufeln (13) an wenigstens einem axial äußeren Schaufelrand und/oder am radial äußeren Schaufelrand eine in Umfangsrichtung erstreckte, konvexe Rundung (16) oder schräge Anfasung (17) aufweisen.
 7. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere der Schaufeln (13), vorzugsweise alle Schaufeln (13), einen radial äußeren Schaufelrand (18) aufweisen, der in einer Draufsicht auf eine Vorderseite der jeweiligen Schaufel (13) von beiden axialen Stirnseiten ausgehend konvex oder konkav, beispielsweise rund, nach radial innen oder radial außen gewölbt oder polygonal, beispielsweise trapezförmig ist.
 8. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere der Schaufeln (13), vorzugsweise alle Schaufeln (13), wenigstens einen Schaufelabschnitt (19) aufweisen, der in axialer Ansicht des Förderrads (10) mit einer Neigung (φ) zu einer durch die jeweilige Schaufel (13) erstreckten Radialen auf eine Drehachse (R) des Förderrads
- (10) weist.
9. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend den elektrischen Antriebsmotor (25) und einen Leistungsbegrenzer, vorzugsweise Strombegrenzer, zur Begrenzung der dem Antriebsmotor (25) zuführbaren elektrischen Leistung auf eine elektrische Maximalleistung, vorzugsweise des elektrischen Stroms (I) auf einen Maximalstrom.
 10. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend den elektrischen Antriebsmotor (25) und eine Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) zur Steuerung oder Regelung des Antriebsmotors (25), vorzugsweise zur Versorgung des Antriebsmotors (25) mit einer konstanten elektrischen Spannung und Steuerung oder Regelung der Stärke des elektrischen Stroms (I).
 11. Fördervorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, umfassend ein mit dem Gebläse (G) verbundenes Dosierorgan (106), vorzugsweise Dosierventil (106), das mittels der Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) zwischen einem Zustand minimalen Durchflusses, der insbesondere ein Schließzustand sein kann, und einem Zustand maximalen Durchflusses verstellbar ist.
 12. Fördervorrichtung nach einem der zwei unmittelbar vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) dazu eingerichtet ist, das Gebläse (G) bei Unterschreiten eines vorgegebenen Grenzbedarfs an Fördermedium in einem unteren Drehzahlbereich von höchstens 5.000 oder höchstens 3.000 U/min zu betreiben und den Volumenstrom des Fördermediums mittels des Dosierorgans (106) einzustellen.
 13. Fördervorrichtung nach einem der drei unmittelbar vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung (113) dazu eingerichtet ist, das Gebläse (G) bei Überschreiten eines vorgegebenen Grenzbedarfs an Fördermedium in einem oberen Drehzahlbereich von wenigstens 10.000 oder wenigstens 15.000 U/min zu betreiben und das Dosierorgan (106) auf maximalen Durchfluss zu stellen.
 14. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend einen Bypass (30; 40a; 40b), der eine Hochdruckseite des Gebläses (G) unter Umgehung des Unterbrecherkanals (8) mit einer Niederdruckseite des Gebläses (G) verbindet, wobei sich die Hochdruckseite vom Förderkanal (5) über den Auslass (4) bis zu einem stromab des Gebläses (G) auf das Gebläse (G) folgenden Schließ- oder Dosierorgan (106), das vorzugsweise ein Dosier-

ventil (106) ist, und die Niederdruckseite über den Einlass (3) bis in den Förderkanal (5) erstrecken.

15. Fördervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fördervorrichtung als Spül-
vorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine
(110) verwendet wird, vorzugsweise für einen An-
triebsmotor (110) eines Kraftfahrzeugs.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

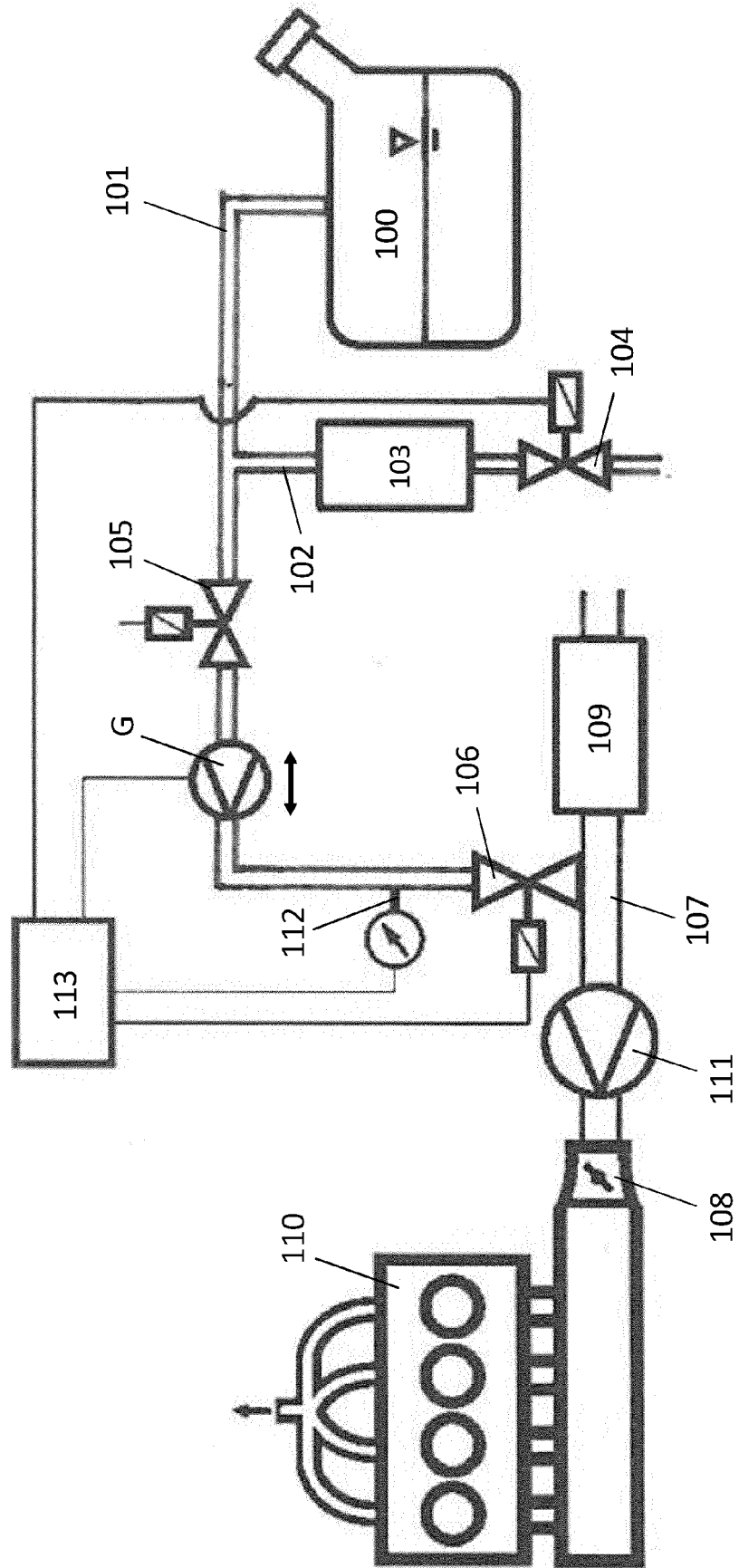


Fig. 1

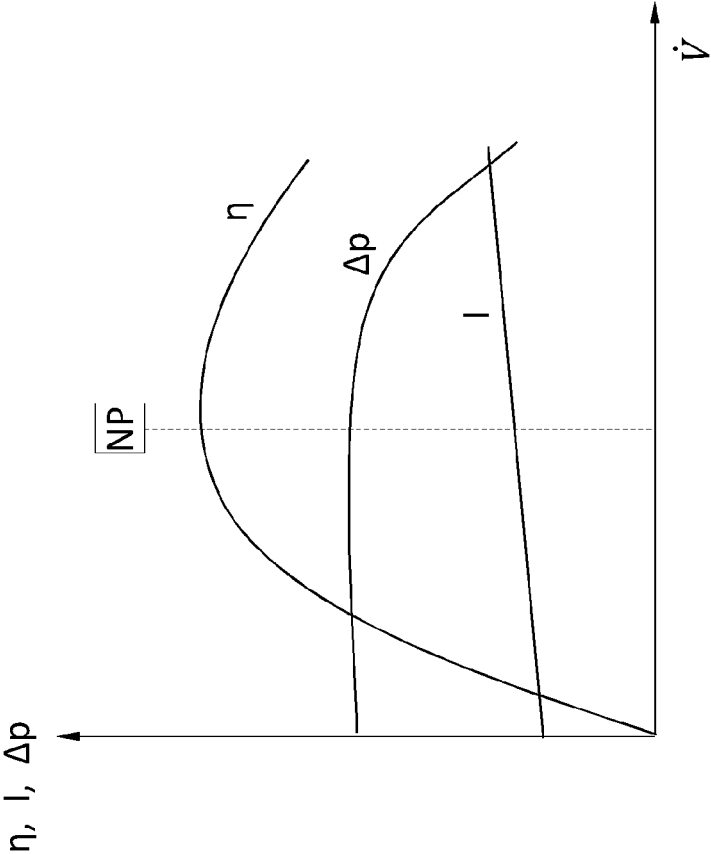


Fig. 3

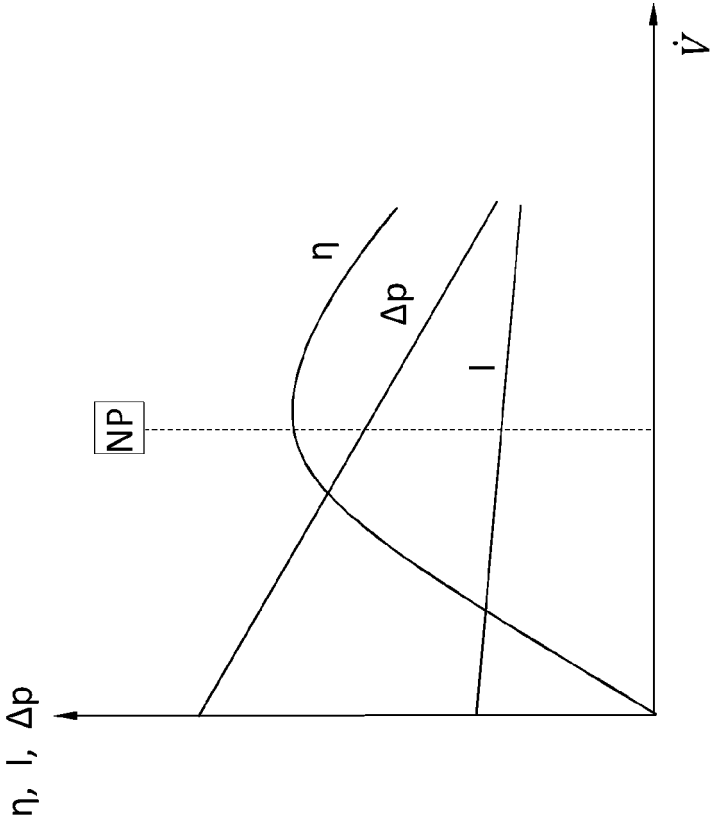


Fig. 2

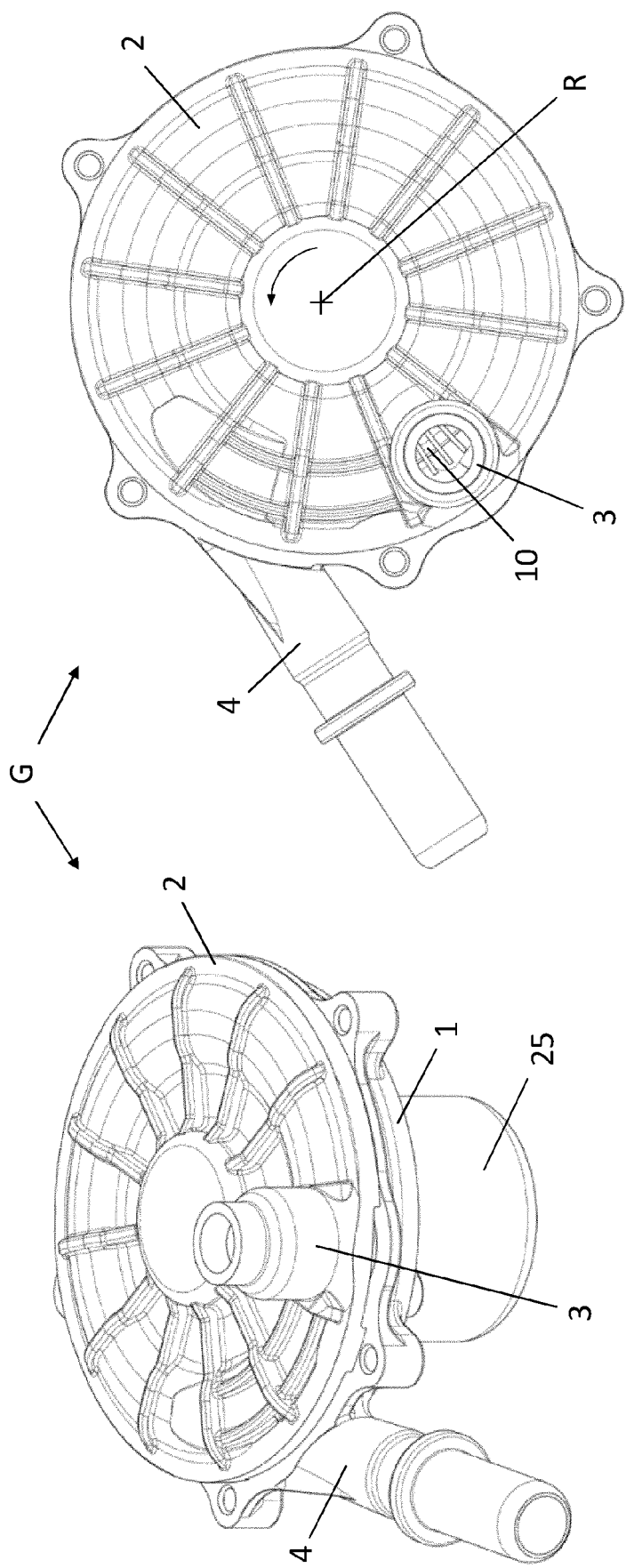
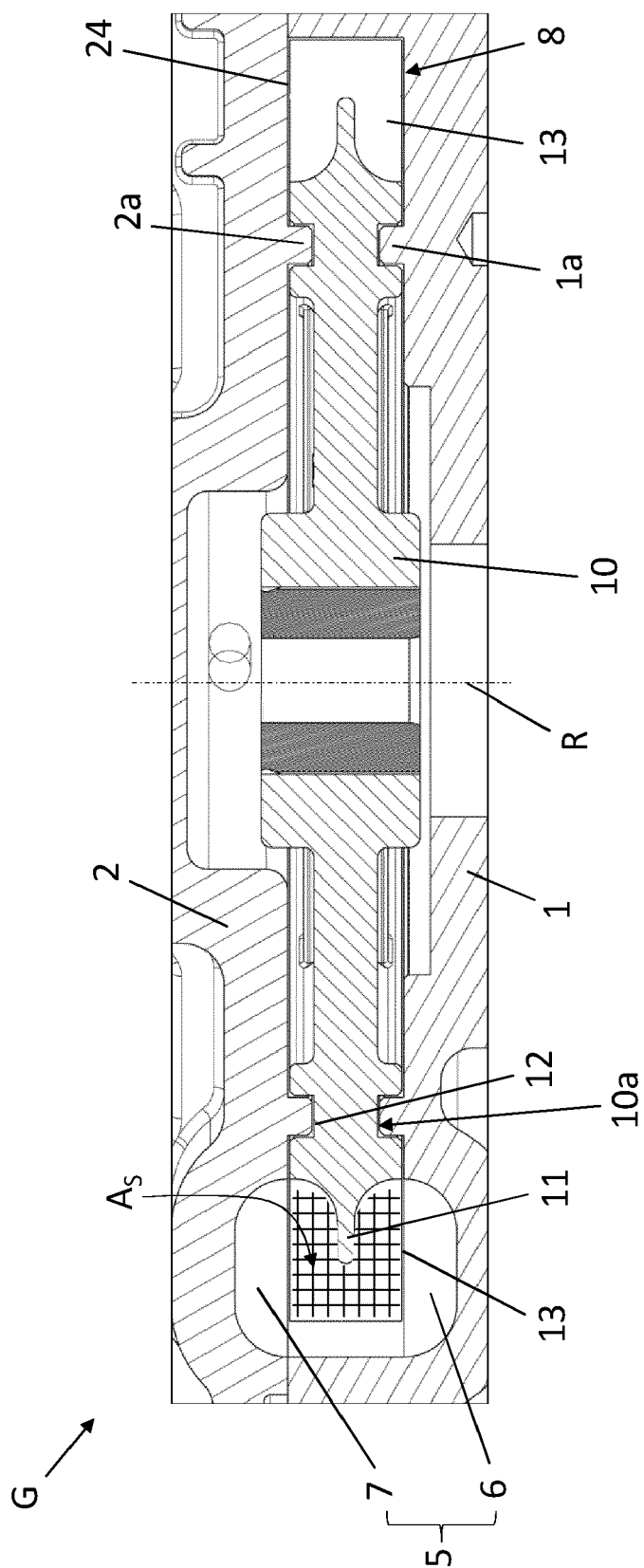
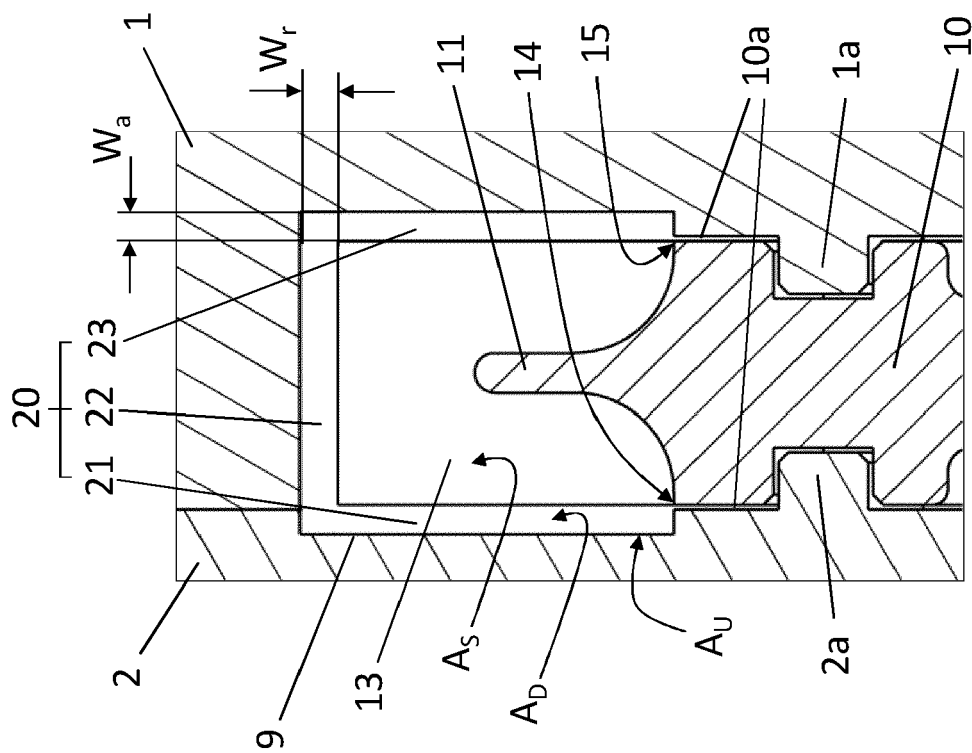


Fig. 5

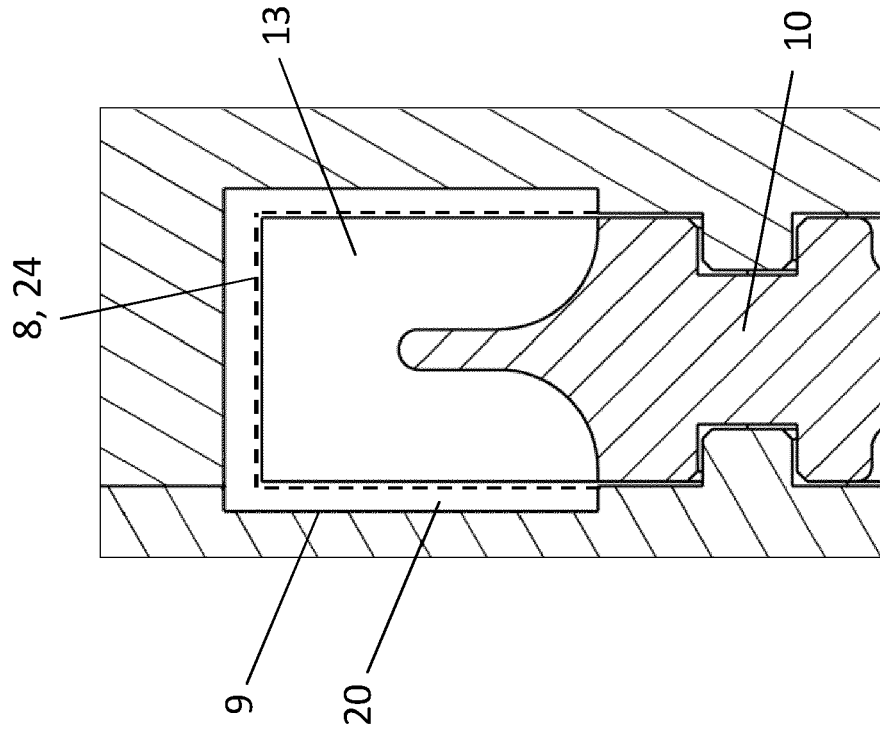
Fig. 4



Fi. 6



Fi. 7


$$\infty$$

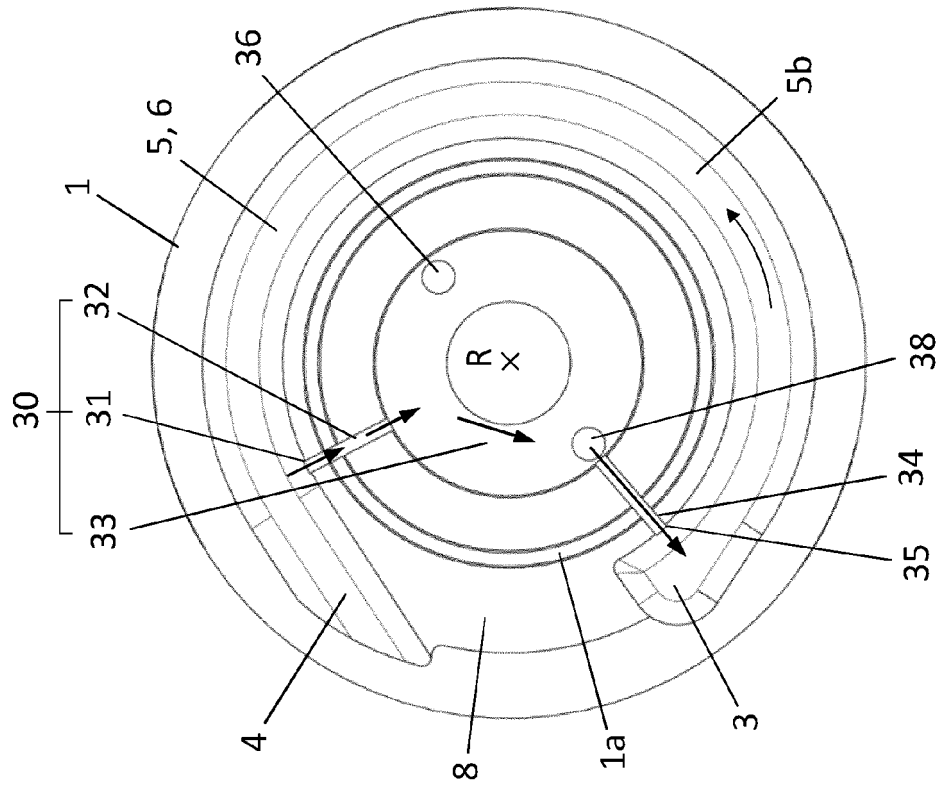


Fig. 10

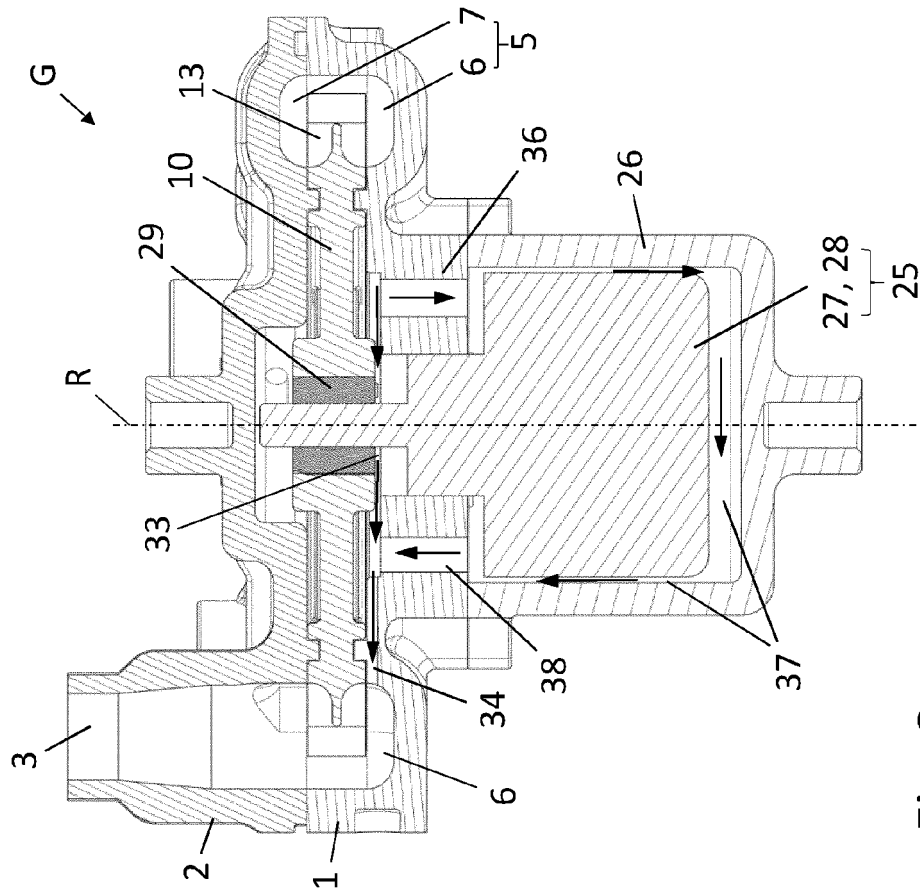


Fig. 9

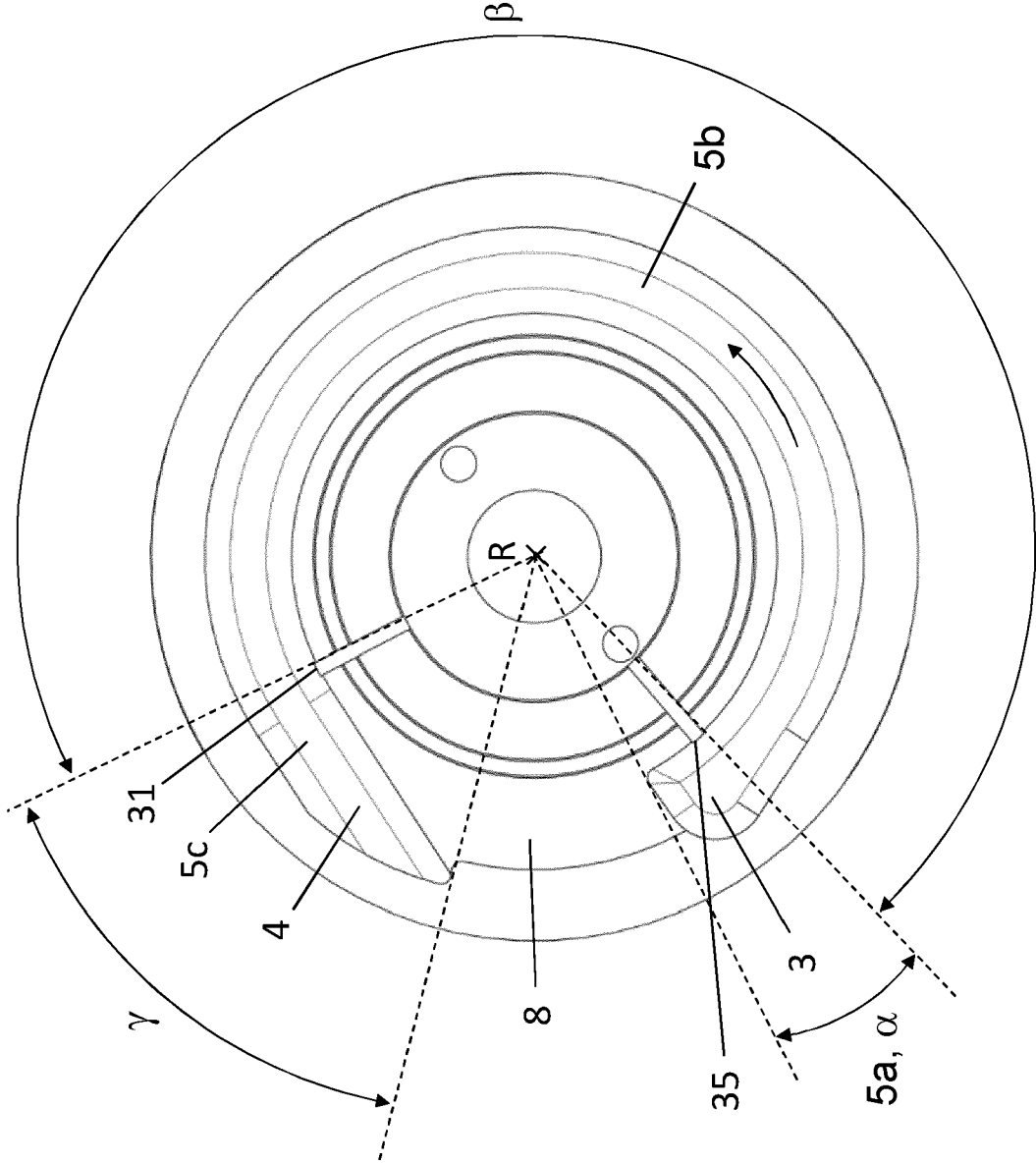


Fig. 11

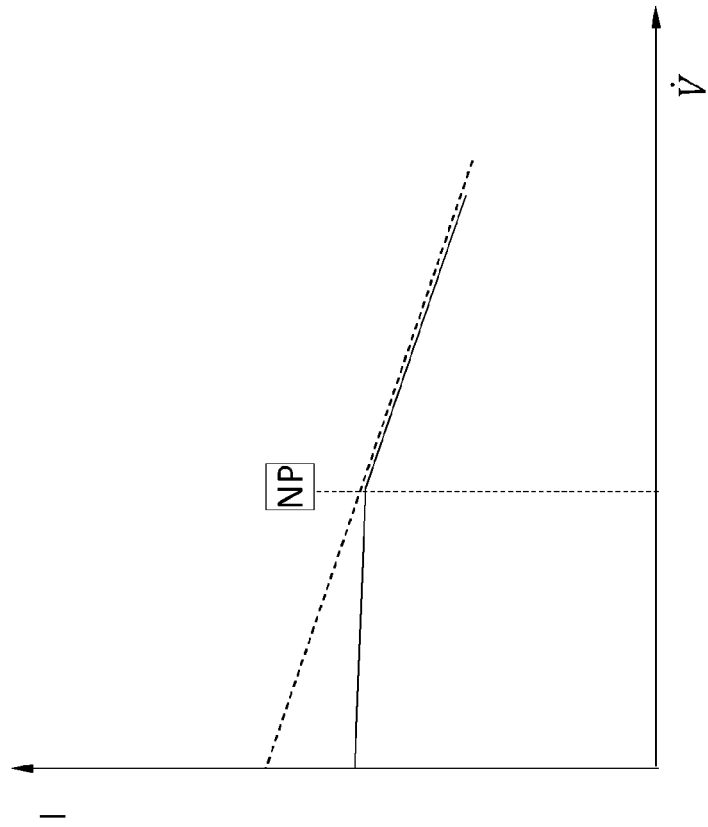


Fig. 13

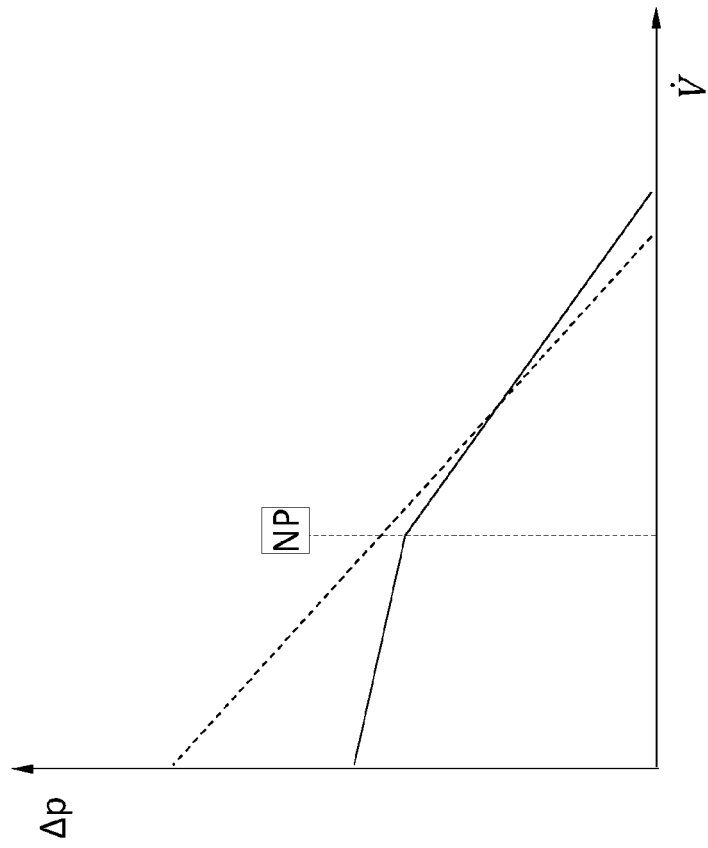


Fig. 12

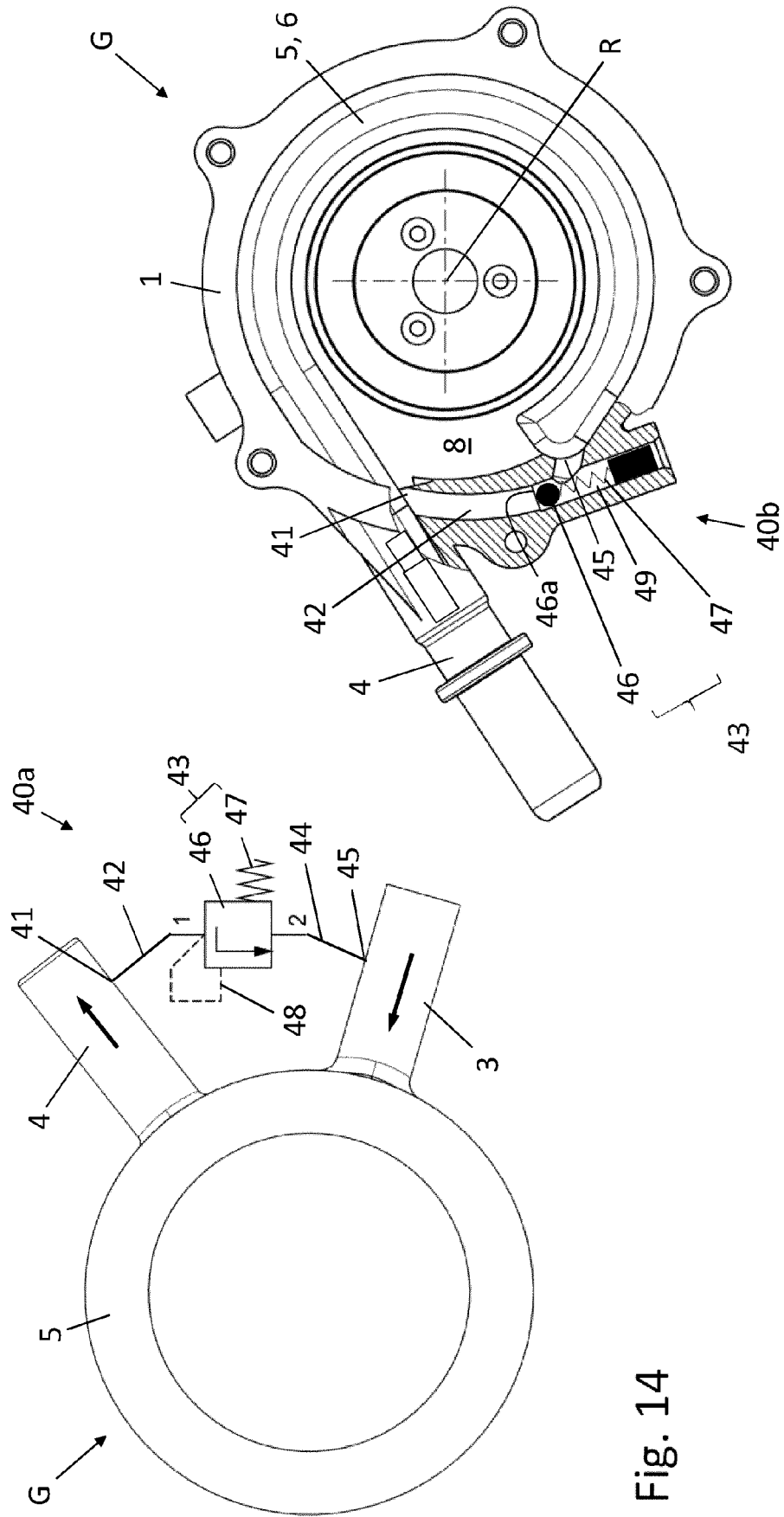


Fig. 14

Fig. 15

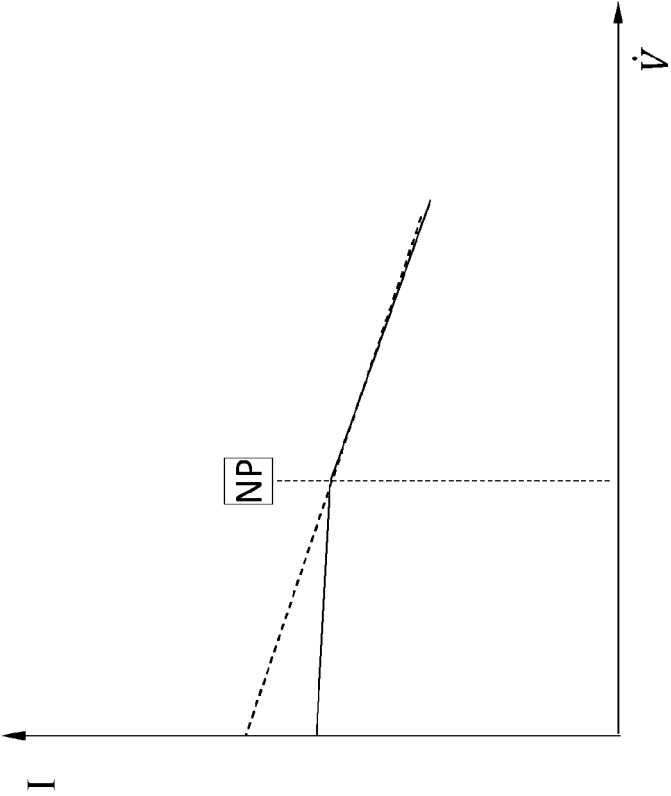


Fig. 17

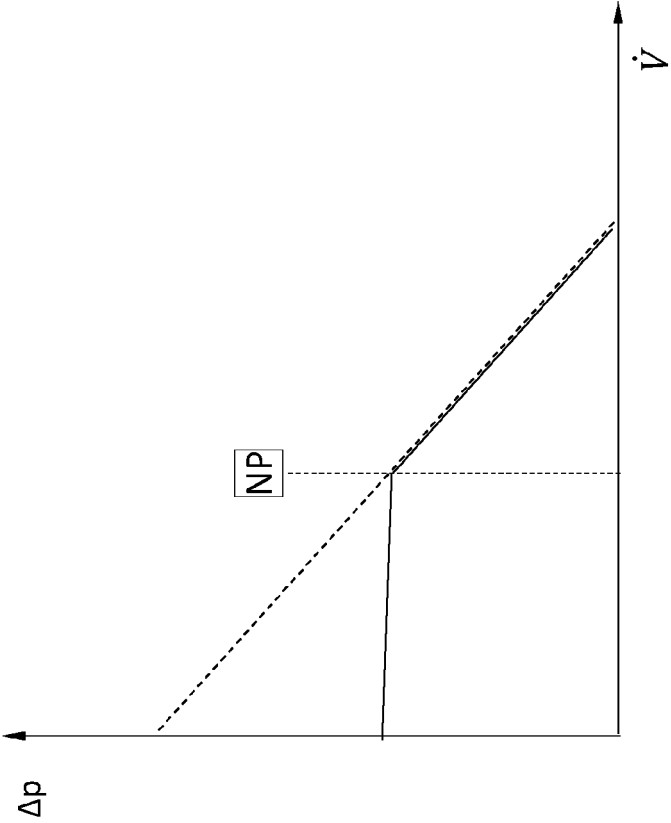


Fig. 16

Fig. 20

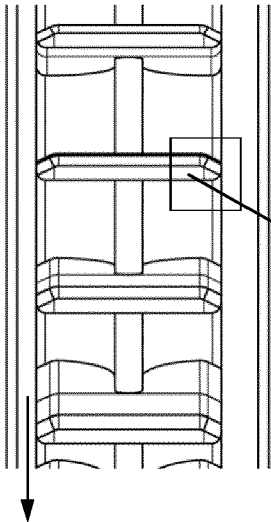


Fig. 21

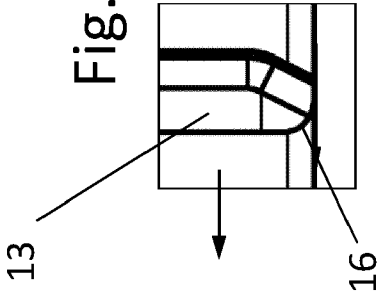


Fig. 18

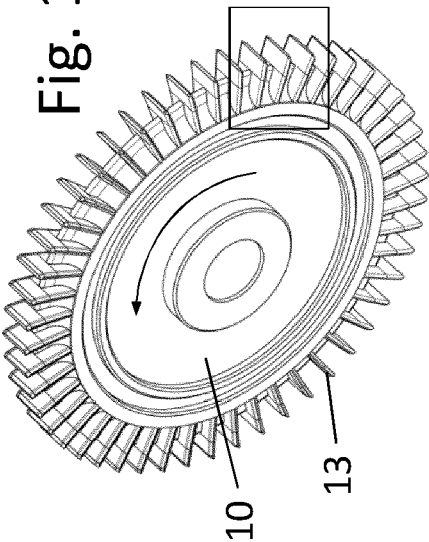


Fig. 19

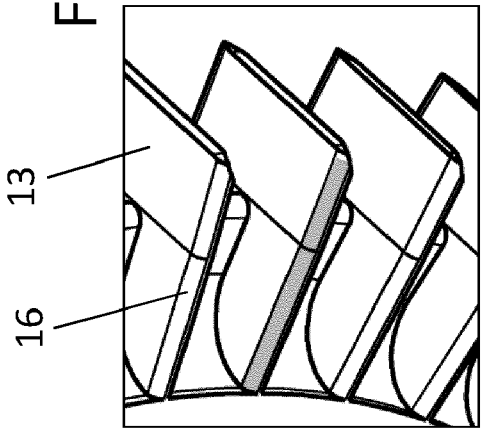


Fig. 22

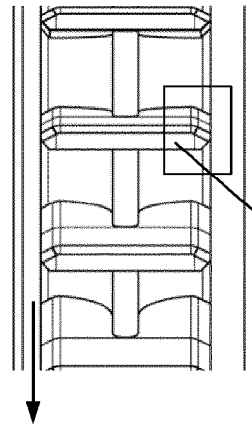


Fig. 23

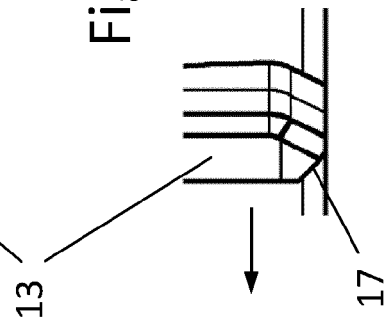


Fig. 24

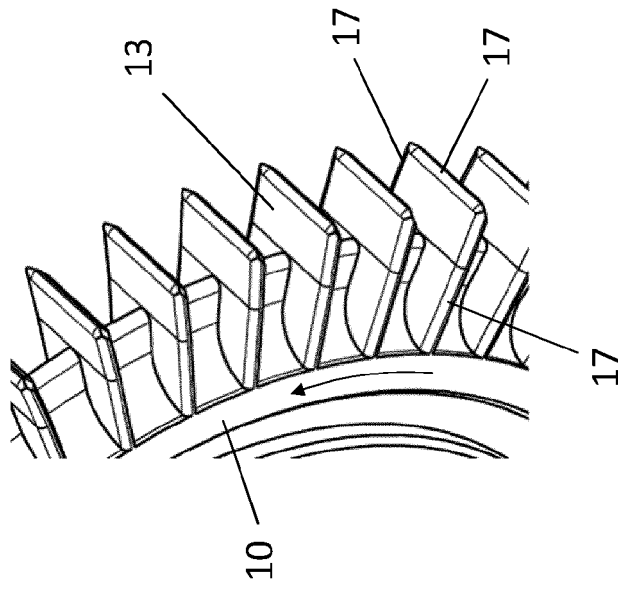
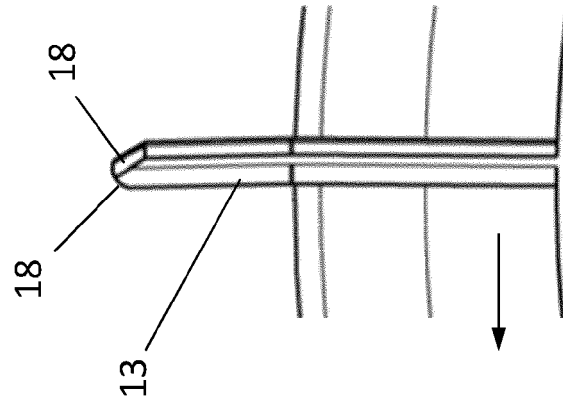


Fig. 25



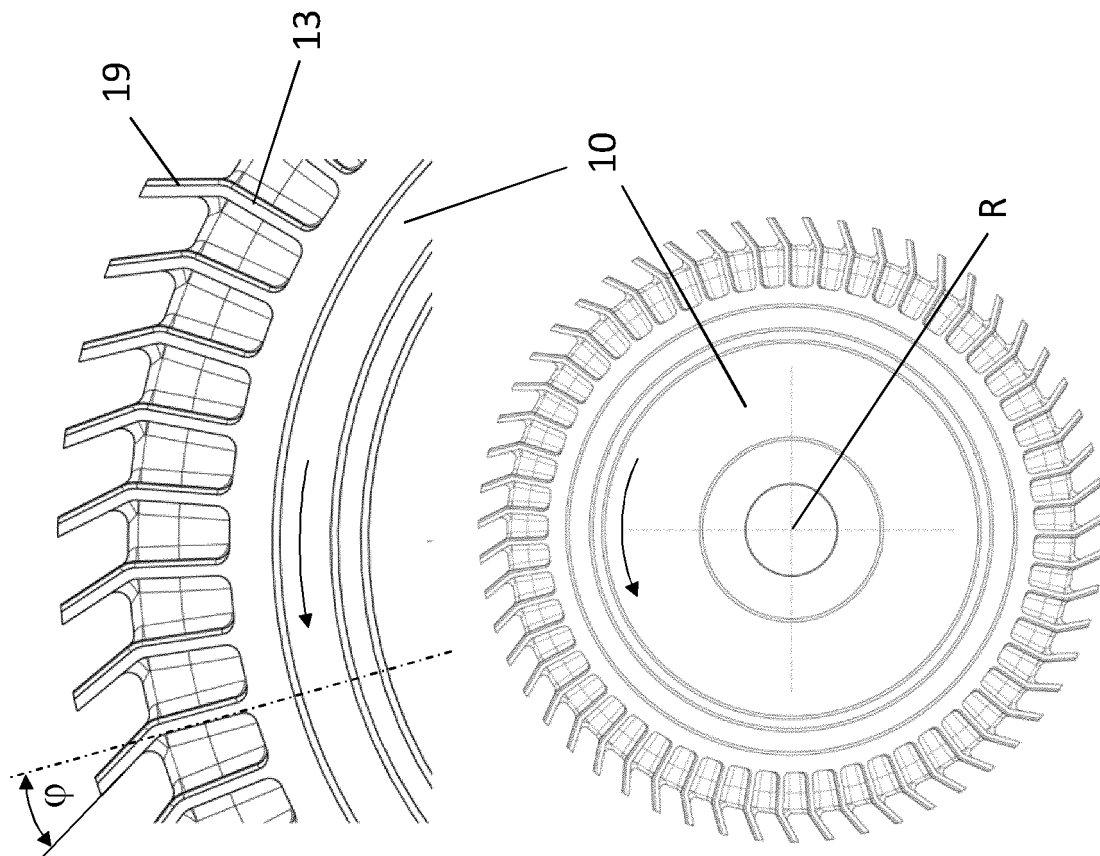


Fig. 26

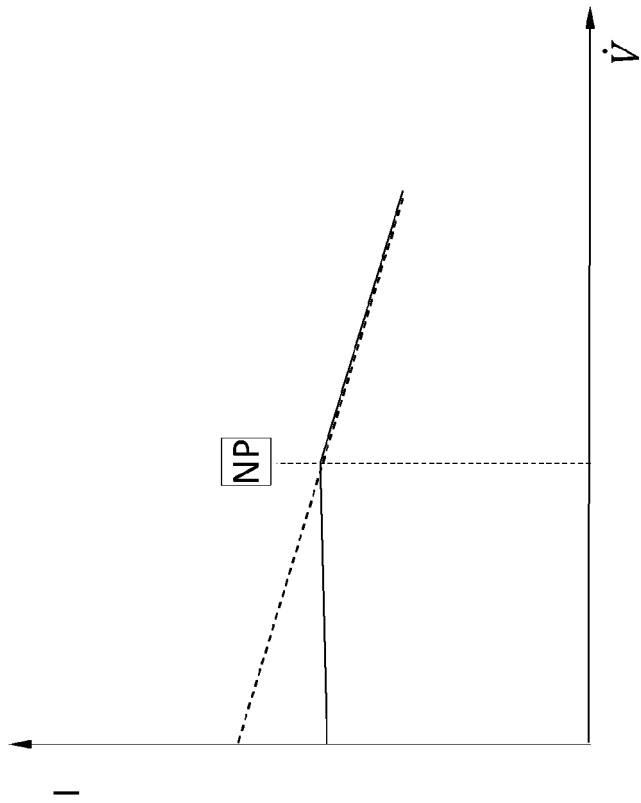


Fig. 28

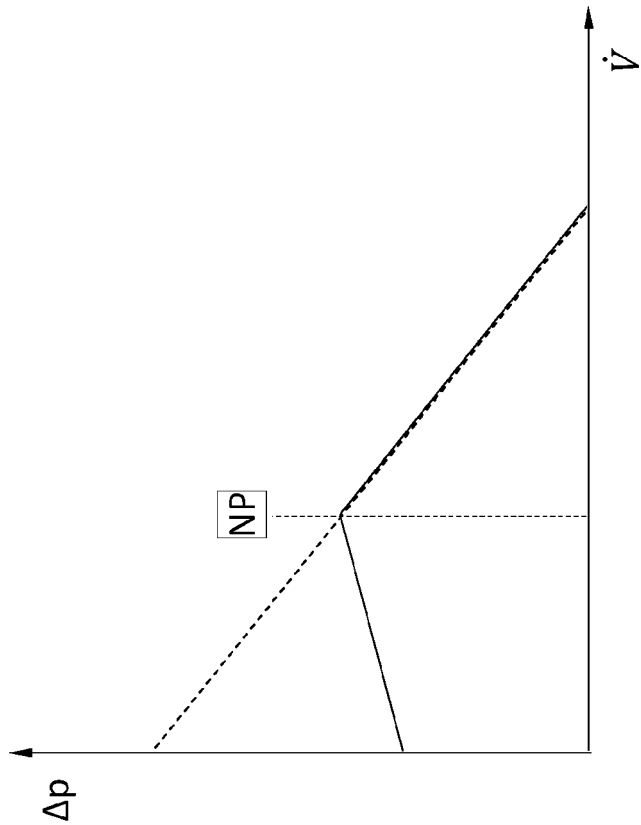


Fig. 27



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 18 8197

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	DE 19 45 979 A1 (WERNER RIETSCHLE MASCHINEN U A) 25. März 1971 (1971-03-25) * Seite 1, zweiter Absatz - Seite 2, dritter Absatz * * Seite 4, dritter Absatz - Seite 6, letzter Absatz * * Abbildungen 1-5 *	1,6,7, 10-13,15 2-5,8,9, 14	INV. F04D23/00
X,D	US 2007/160456 A1 (PETERSON TODD R [US] ET AL) 12. Juli 2007 (2007-07-12) * Absätze [0002], [0022] - [0033] * * Abbildungen 1-7 *	1,4, 6-10,14, 15	
X	JP S49 95213 A (HITACHI [JP]) 10. September 1974 (1974-09-10) * Abbildungen 1,2,5-11 *	1-3,5, 10,15	
X	DE 199 58 064 A1 (DENSO CORP [JP]) 21. Juni 2000 (2000-06-21) * Spalte 1, Zeilen 3-7 * * Spalte 4, Zeile 48 - Spalte 7, Zeile 44 * * Spalte 5, Zeilen 47-65 * * Abbildungen 1-9 *	1-3,5, 14,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04D
X	US 6 422 808 B1 (MOSS NORMAN [US] ET AL) 23. Juli 2002 (2002-07-23) * Spalte 1, Zeilen 19-21 * * Spalte 5, Zeile 49 - Spalte 7, Zeile 9 * * Spalte 8, Zeile 6 - Spalte 9, Zeile 24 * * Spalte 10, Zeilen 28-52 * * Abbildungen 2,3,7,11-15,18 *	1,6-8, 10,15	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 24. November 2020	Prüfer Gombert, Ralf
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 : nichtschriftliche 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	

 3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 18 8197

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 41 01 027 A1 (ORPU GMBH [DE]) 16. Juli 1992 (1992-07-16) * Spalte 1, Zeile 63 - Spalte 2, Zeile 13 * * Anspruch 1 * * Abbildungen 1-3 *	1,6-8, 10,15	
X	JP H07 174262 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 11. Juli 1995 (1995-07-11) * Absätze [0002], [0003], [0006], [0007] * * Abbildungen 1,3,4 *	1,10,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 24. November 2020	Prüfer Gombert, Ralf
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 : nichtschriftliche 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			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 20 18 8197

5 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.

24-11-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 1945979	A1	25-03-1971	KEINE	

15	US 2007160456	A1	12-07-2007	CN 101535655 A	16-09-2009
				DE 112007002719 T5	28-01-2010
				JP 2010511826 A	15-04-2010
				KR 20090086062 A	10-08-2009
				US 2007160456 A1	12-07-2007
				WO 2008066915 A1	05-06-2008

20	JP S4995213	A	10-09-1974	KEINE	

	DE 19958064	A1	21-06-2000	DE 19958064 A1	21-06-2000
				JP 2000170683 A	20-06-2000

25	US 6422808	B1	23-07-2002	KEINE	

	DE 4101027	A1	16-07-1992	KEINE	

30	JP H07174262	A	11-07-1995	KEINE	

35					
40					
45					
50					
55					

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

- DE 19709903 A1 [0006] [0018]
- DE 19740582 A1 [0006] [0018]
- DE 102011108763 B4 [0007]
- US 3280752 B [0008]
- DE 2121280 A [0008]
- US 20070160456 A1 [0009]