



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 049 782 A1** 2010.04.08

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 049 782.7**

(22) Anmeldetag: **30.09.2008**

(43) Offenlegungstag: **08.04.2010**

(51) Int Cl.⁸: **F02B 37/22** (2006.01)
F02C 9/20 (2006.01)

(71) Anmelder:
Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Krätschmer, Stephan, Dipl.-Ing. (FH), 73527 Schwäbisch Gmünd, DE; Löffler, Paul, Dipl.-Ing., 70199 Stuttgart, DE; Müller, Markus, Dr.-Ing., 70374 Stuttgart, DE; Sumser, Siegfried, Dipl.-Ing., 70327 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

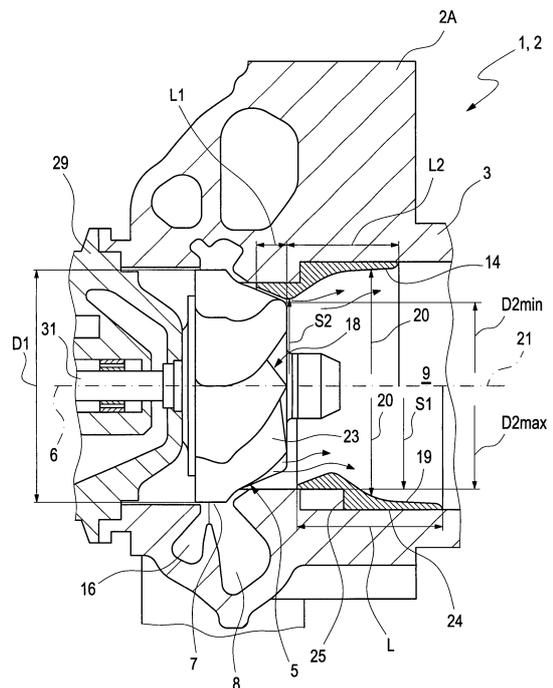
(54) Bezeichnung: **Abgasturbolader für eine Brennkraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Abgasturbolader für eine Brennkraftmaschine (100) mit einem Gehäuse (2A), welches einen Abgasführungsabschnitt (3), einen Luftführungsabschnitt (28) und einen Lagerabschnitt (29) aufweist, mit einem Laufzeug (2B), umfassend ein Turbinenrad (5) mit einer Mehrzahl von Schaufeln (10), ein Verdichterrad (30) und eine das Turbinenrad (5) mit dem Verdichterrad (30) drehfest verbindende Welle (31), wobei das Turbinenrad (5) im Abgasführungsabschnitt (3) und das Verdichterrad (30) im Luftführungsabschnitt (28) drehbar aufgenommen sind und die Welle (31) im Lagerabschnitt (29) drehbar gelagert ist, wobei das Turbinenrad (5) von Abgas aus der Brennkraftmaschine (100) beaufschlagbar ist und das Verdichterrad (30) über die Welle (31) vom Turbinenrad (5) zur Luftansaugung und Verdichtung betreibbar ist und zur Konditionierung des das Turbinenrad (5) beaufschlagenden Abgases ein hülsenförmiges Schiebeelement (14) im Abgasführungsabschnitt (3) positioniert ist.

Erfindungsgemäß ist das hülsenförmige Schiebeelement (14) eine Schaufelaußenkontur (12) des Turbinenrades (5) höchstens teilweise aufnehmbar ausgebildet.

Die einfache Variabilität im Radaußenkontur-Radaustrittsbereich ermöglicht zusammen mit den herkömmlichen Verstellvorrichtungen vor dem Turbinenrad eine vollvariable Turbine. Hierdurch kann der optimale Reaktionsgrad bei Betriebspunkten der Turbine bei kleiner wie auch großer Schluckfähigkeit eingestellt werden.

Die Erfindung wird sowohl im ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Abgasturbolader für eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Eine kontinuierliche Reduktion von Emissionsgrenzwerten, insbesondere der Grenzwerte von NO_x - und Rußemission, von mit Hilfe von Abgasturboladern aufgeladenen Brennkraftmaschinen, führen zu einer Beeinflussung von konstruktiven und thermodynamischen Kennwerten des Abgasturboladers. So erfordert ein hoher Ladedruck, welcher für eine effektive Abgasrückführung bereits im mittleren Lastbereich der Brennkraftmaschine zur Verfügung stehen sollte, eine geometrische Verkleinerung einer Turbine des Abgasturboladers, da aufgrund der dadurch herbeigeführten Steigerung einer Aufstaufähigkeit bzw. Reduzierung einer Schluckfähigkeit der Turbine eine hohe Turbinenleistung bei bereits niedrigen Drehzahlen erzielbar ist.

[0003] Zusätzlich führt ein der Turbine nachgeschalteter Rußfilter zu einer Druckerhöhung stromab der Turbine, welche zur Erzielung einer entsprechend hohen Turbinenleistung durch eine Erhöhung eines Druckes stromauf der Turbine kompensierbar ist. Diese Druckerhöhung ist ebenfalls mit Hilfe einer geometrischen Verkleinerung der Turbine erzielbar.

[0004] Aus der Patentschrift US 4 776 168 geht ein Abgasturbolader für eine Brennkraftmaschine hervor, wobei der Abgasturbolader ein Gehäuse mit einem Abgasführungsabschnitt, einem Luftführungsabschnitt und einem Lagerabschnitt aufweist. Ein Laufzeug ist im Gehäuse positioniert, umfassend ein Turbinenrad mit einer Mehrzahl von Schaufeln, ein Verdichterrad und eine das Turbinenrad mit dem Verdichterrad drehfest verbindenden Welle, wobei das Turbinenrad im Abgasführungsabschnitt und das Verdichterrad im Luftführungsabschnitt drehbar aufgenommen sind und die Welle im Lagerabschnitt drehbar gelagert ist. Das Turbinenrad ist mit Hilfe von Abgas aus der Brennkraftmaschine beaufschlagbar, wobei das Verdichterrad über die Welle vom Turbinenrad zur Luftansaugung und Verdichtung antreibbar ist. Zur Konditionierung des das Turbinenrad beaufschlagenden Abgases ist ein hülsenförmiges Schiebeelement im Abgasführungsabschnitt positioniert.

[0005] Das hülsenförmige Schiebeelement ist stromauf des Turbinenrades positioniert, derart, dass eine im Abgasführungsabschnitt einem Spiralkanal zugeordnete Flut in ihrem Strömungsquerschnitt veränderbar ist. Mit Hilfe dieses Schiebeelementes ist ein Enthalpiegefälle des Strömungsmediums, in diesem Falle Abgas, am Turbinenrad einstellbar, wobei das Enthalpiegefälle sich als Differenz der Enthalpie vor dem Turbinenrad und der Enthalpie nach dem

Turbinenrad darstellen lässt. Mit Hilfe des hülsenförmigen Schiebeelementes kann somit auf die Enthalpie vor dem Turbinenrad Einfluss genommen werden.

[0006] Ein Kennwert der Turbine des Abgasturboladers ist ein sogenannter Reaktionsgrad der Turbine, im Weiteren als Turbinenreaktionsgrad bezeichnet, welcher mit dem Quotient der Strömungsgeschwindigkeitsveränderung im Turbinenrad zum Gesamtenthalpiegefälle der Turbine in Verbindung steht. Üblicherweise wird zur Optimierung der Turbine der Strömungsquerschnitt der Flut bzw. der Spirale und der nachfolgenden Düse dem Strömungsquerschnitt des Turbinenradaustritts derart angepasst, dass eine erste Hälfte einer Exergie des Strömungsmediums vor dem Turbinenrad in Geschwindigkeitsenergie und eine zweite Hälfte der Exergie in einem von jeweils zwei Turbinenschaufeln begrenzten Turbinenrad-schaufelkanal in Geschwindigkeitsenergie umgesetzt wird, wobei ein Anteil der Exergie die Enthalpie ist.

[0007] Aufgrund der hohen Anforderungen an das Beschleunigungsverhalten bzw. transiente Verhalten des Abgasturboladers, tendierte die Entwicklung der Turbine in der Vergangenheit unter Einsatz variabler Elemente, wie beispielsweise ein hülsenförmiges Schiebeelement oder verdrehbare Leitschaufeln, stromauf des Turbinenrades dahin, dass der Teil der Exergie des Strömungsmediums, welche vor dem Turbinenrad in Geschwindigkeitsenergie umgewandelt wird, einen größeren Betrag aufweist als der Teil der Exergie, welche im Turbinenradschaufelkanal in Geschwindigkeitsenergie umgewandelt wird. Somit liegt der Turbinenreaktionsgrad der heute insbesondere im Automobilbau eingesetzter Turbinen üblicherweise bei einem Wert unterhalb von 0,5. Ein maximaler Turbinenwirkungsgrad ist allerdings im Bereich eines Turbinenreaktionsgrades von 0,5 zu erzielen.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Abgasturbolader bereitzustellen, welcher ein verbesserten Turbinenwirkungsgrad bei gleichzeitiger Variabilität des Turbinenreaktionsgrades mit Hilfe einer Beeinflussung der im Turbinenradschaufelkanal in Geschwindigkeitsenergie umwandelbaren Exergie aufweist.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Abgasturbolader mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen und nichttrivialen Weiterbildungen sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

[0010] Ein Abgasturbolader, welcher ein verbessertes transientes Verhalten bei gleichzeitiger Variabilität eines Turbinenreaktionsgrades mit Hilfe einer Beeinflussung der im Turbinenradschaufelkanal in Geschwindigkeitsenergie umwandelbaren Exergie auf-

weist, ist erfindungsgemäß dadurch geschaffen, dass das hülsenförmige Schiebeelement eine Schaufelaußenkontur des Turbinenrades höchstens teilweise aufnehmbar ausgebildet ist. Somit ist ein freier Strömungsquerschnitt im Turbinenradschaufelkanal beeinflussbar. Der freie Strömungsquerschnitt im Turbinenradschaufelkanal ist die geometrische Größe, mit Hilfe derer thermodynamische Größen, wie bspw. Druck, Geschwindigkeit vor und im Turbinenradschaufelkanal beeinflussbar sind. Damit ist auf den Anteil der Exergie Einfluss zu nehmen, welcher im Turbinenradschaufelkanal in Geschwindigkeitsenergie umwandelbar ist, sodass der Turbinenreaktionsgrad über die Geschwindigkeitsenergie im Turbinenradschaufelkanal variierbar ist. Es kann ein Turbinenreaktionsgrad eingestellt werden, welcher einen Wert von mindestens 0,5 aufweist. Vorteilhafterweise können somit kleine Turbinen im Betrieb einer Brennkraftmaschine eingesetzt werden, wodurch das Beschleunigungsverhalten des Abgasturboladers gesteigert werden kann und sich z. B. eine Reduzierung des bekannten „Turbolochs“ ergibt. Dies führt zu einer Wirkungsgradsteigerung des Gesamtsystems Abgasturbolader-Brennkraftmaschine, wodurch eine Kraftstoffverbrauchsreduktion der Brennkraftmaschine erreicht werden kann. Sofern die Brennkraftmaschine eine Abgasrückführvorrichtung aufweist, ist auch bei hohen Lasten der Brennkraftmaschine eine effektive Abgasrückführung bei gleichzeitiger ausreichenden Frischluftversorgung der Brennkraftmaschine mit Hilfe eines von der Turbine angetriebenen Verdichters des Abgasturboladers möglich, so dass auch hier eine Verbrauchsreduktion der Brennkraftmaschine erzielbar ist.

[0011] In einer Ausgestaltung ist das hülsenförmige Schiebeelement die Schaufelaußenkontur in einem Austrittsbereich des Turbinenrades aufnehmbar ausgebildet ist, wodurch eine weitere Steigerung des Turbinenreaktionsgrades herbeiführbar ist.

[0012] In einer weiteren Ausgestaltung ist das hülsenförmige Schiebeelement derart im Abgasführungsabschnitt positioniert, dass in einem Bereich eines engsten Turbinenradquerschnitts das Abgas konditionierbar ist. Der engste Turbinenradquerschnitt ist maßgebend für eine Durchsatzfähigkeit der Turbine, da hier der Schalldurchgang im Turbinenrad erfolgt. Vorteilhafterweise ist hierdurch der Turbinenreaktionsgrad und mit ihm das Turbinenschluckverhalten wesentlich beeinflussbar, derart, dass Einfluss auf eine Ladungswechselarbeit der Brennkraftmaschine genommen werden kann. Durch ein Öffnen des engsten Turbinenradquerschnitts kann die Ladungswechselarbeit reduziert werden.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist das hülsenförmige Schiebeelement einen freien Strömungsquerschnitt auf, welcher integriert über eine erste Länge kegelstumpfförmig, entsprechend

einer Düse, ausgebildet ist, wobei ein erster Strömungsquerschnitt um einen Bewegungsspalt größer ist als ein erster Turbinenradaustrittsdurchmesser und ein zweiter Strömungsquerschnitt um den Bewegungsspalt größer ist als ein zweiter Turbinenradaustrittsdurchmesser, wobei der erste Turbinenradaustrittsdurchmesser zum zweiten Turbinenradaustrittsdurchmesser in einem ersten Verhältnis zueinander stehen, und das zweite Verhältnis quadriert einen Wert aufweist, welcher größer als 1,1 ist. Mit Hilfe des über die erste Länge integriert kegelstumpfförmig ausgebildeten Strömungsquerschnitts des Schiebeelementes kann quasi ein für die Strömungsquerschnittsveränderung charakteristischer Austrittsdurchmesser des Turbinenrades variiert werden, wobei der entsprechende Turbinenradaustrittsdurchmesser einem Betriebspunkt der Abgasturboladers entsprechend anpassbar ist, so dass eine Steigerung des Wirkungsgrades der Turbine als Resultat einer Steigerung des Turbinenreaktionsgrades z. B. bei niedrigeren Motordrehzahlen und hohen Lasten, erzielbar ist.

[0014] In einer weiteren Ausgestaltung stehen der zweite Turbinenradaustrittsdurchmesser zu einem Turbinenradeintrittsdurchmesser in einem zweiten Verhältnis zueinander, wobei das zweite Verhältnis quadriert einen Wert aufweist, welcher kleiner als 0,66 ist, so dass positiver Einfluss auf den spezifischen Durchmesser der Turbine in Abhängigkeit des Gesamt-Turbinengefälles und dem Austrittsvolumenstrom des Abgases genommen werden kann und eine daraus resultierende Steigerung des Wirkungsgrades erzielbar ist.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist ein freier Strömungsquerschnitt des hülsenförmigen Schiebeelementes entlang einer Längsachse des Schiebeelementes lavaldüsenförmig ausgestaltet ist, wodurch das Strömungsmedium beim Austritt aus dem Turbinenrad beeinflussbar ist und Strömungsverluste beim Austritt des Strömungsmediums aus dem Turbinenrad reduzierbar sind.

[0016] In einer weiteren Ausgestaltung ist in einer Schließposition des hülsenförmigen Schiebeelementes ein kleinster freier Strömungsquerschnitt außerhalb des Turbinenrades in unmittelbarer Nähe des zweiten Turbinenradaustrittsdurchmessers positioniert ist. Dadurch bleibt eine axiale Abströmung des Strömungsmediums im Bereich des engsten Turbinenradquerschnittes erhalten. Zur Vermeidung mechanischer Probleme ist somit eine Turbinenradschaufelgestaltung möglich, welche eine günstige Drallverteilung der Strömung im Absolutsystem auch bei hohen Massendurchsätzen des Abgases erlaubt. Bevorzugt ist die Turbinenradschaufelgestaltung in radialer Ausrichtung ausgestaltet, wodurch Biegemomente vermeidbar sind und somit eine Lebensdauererhöhung erzielbar ist.

[0017] In einer weiteren Ausgestaltung weist der Abgasführungsabschnitt zur Anströmung des Turbinenrades einen ersten Spiralkanal und einen zweiten Spiralkanal auf, wodurch sich eine Verbesserung des Betriebsverhaltens des Abgasturboladers, insbesondere bei Brennkraftmaschine mit mehr als vier Zylindern, erzielen lässt. Mit Hilfe des Schiebeelementes kann selbst bei hohen Durchsätzen ein Turbinenreaktionsgrad von mindestens 0,5 für den Abgasturbolader mit einem ersten Spiralkanal und einem zweiten Spiralkanal erzielt werden.

[0018] In einer weiteren Ausgestaltung sind vorteilhafterweise der erste Spiralkanal und der zweite Spiralkanal asymmetrisch ausgestaltet, wobei eine erste Flut des ersten Spiralkanals und eine zweite Flut des zweiten Spiralkanals unterschiedliche Strömungsquerschnitte aufweisen. Mit Hilfe der asymmetrischen Ausgestaltung der Spiralkanäle sind die Spiralkanäle ihrem maximalen Durchsatz entsprechend einsetzbar. So kann z. B. bei einem geringen Durchsatz von Abgas eine hohe Abgasturboladerdrehzahl erzielt werden, wenn das Abgas durch den kleineren Spiralkanal geleitet wird. Mit Hilfe des Schiebeelementes ist der Turbinenreaktionsgrad für jede Flut anpassbar, so dass eine Verbesserung von Verbrauchs- und Emissionswerten der Brennkraftmaschine erreicht werden kann.

[0019] In einer weiteren Ausgestaltung ist der erste Spiralkanal oder der zweite Spiralkanal mit einer Abgasrückführleitung verbunden. Zur verbesserten Abgasrückführung wird üblicherweise die kleinere der beiden Fluten genutzt, wobei hier mittlerweile auslegungsbedingt kleine Strömungsquerschnitte erreicht sind, deren Strömungsverluste aufgrund hoher Strömungsgeschwindigkeiten überwiegend durch Reibung an Wänden der Spiralkanal erwirkt werden. Mit Hilfe des Schiebeelementes ist es nun möglich diese Strömungsverluste durch eine entsprechende Auslegung des Turbinengehäuses zu reduzieren, so dass auch bei einer Abgasrückführung eine Verbesserung von Verbrauchs- und Emissionswerten der Brennkraftmaschine erzielbar ist.

[0020] In einer weiteren Ausgestaltung sind zur Verbesserung des Ansprechverhaltens und der Abgasrückführungsfunktionen des Abgasturboladers der erste Spiralkanal und/oder der zweite Spiralkanal das Turbinenrad segmentartig umfassend ausgestaltet.

[0021] In einer weiteren Ausgestaltung ist das hülsenförmige Schiebeelement bevorzugt mit Hilfe einer Regel- und Steuereinheit verstellbar, so dass eine Positionierung des Schiebeelements programmierbar und automatisch einstellbar ist. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist das hülsenförmige Schiebeelement vorteilhafterweise in Abhängigkeit von Motorbetriebsparameter verstellbar. Die Regelung kann beispielsweise in Abhängigkeit eines La-

dedruckes, welcher sich stromab des Verdichters einstellt, und/oder in Abhängigkeit eines Turbineneintrittsdruckes, welcher sich stromauf des Turbinenrades einstellt, erfolgen.

[0022] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibungen mehrerer Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen, in welchen gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen sind.

[0023] Dabei zeigen:

[0024] [Fig. 1](#) in einem Längsschnitt einen Ausschnitt einer Turbine eines erfindungsgemäßen Abgasturboladers,

[0025] [Fig. 2](#) in einem Längsschnitt die Turbine des erfindungsgemäßen Abgasturboladers in einer ersten Variante,

[0026] [Fig. 3](#) in einer Prinzipdarstellung eine Brennkraftmaschine mit dem erfindungsgemäßen Abgasturbolader in einer zweiten Variante und

[0027] [Fig. 4](#) ein Durchsatz-Kennfeld einer Turbine des erfindungsgemäßen Abgasturboladers gem. [Fig. 2](#).

[0028] Eine in [Fig. 1](#) dargestellte Turbine **1** eines erfindungsgemäßen Abgasturboladers **2**, bevorzugt für eine Brennkraftmaschine **100** (wie in [Fig. 3](#) dargestellt) gemäß einem Otto- oder Dieselmotor, weist ein Gehäuse **2A** mit einem Abgasführungsabschnitt **3** mit einer Radkammer **4** auf, in welche ein Turbinenrad **5** der Turbine **1** mit einer Drehachse **6** drehbar aufgenommen ist. Der Abgasturbolader **2** umfasst weiterhin als Teile des Gehäuses **2A** einen Luftführungsabschnitt **28** und einen Lagerabschnitt **29**, sowie ein Laufzeug **2B**, umfassend das Turbinenrad **5**, ein Verdichterrad **30** und eine das Turbinenrad **5** mit dem Verdichterrad **30** drehfest verbindende Welle **31**. Das Verdichterrad **30** ist im Luftführungsabschnitt **28** drehbar aufgenommen und die Welle **31** ist im Lagerabschnitt **29** drehbar gelagert. Das Turbinenrad **5** ist von Abgas aus der Brennkraftmaschine **100** beaufschlagbar, wodurch das Turbinenrad **5** in eine Rotationsbewegung versetzt wird und das Verdichterrad **30** mit Hilfe der Welle **31** vom Turbinenrad **5** zur Luftansaugung und Verdichtung angetrieben wird.

[0029] Stromauf der Radkammer **4** ist im Abgasführungsabschnitt **3** eine erste Flut **7** eines in [Fig. 1](#) nicht näher dargestellten ersten Spiralkanals **8** angeordnet. Stromab der Radkammer **4** weist der Abgasführungsabschnitt **3** einen Austrittskanal **9** auf. Eine Mehrzahl von Turbinenschaufeln **10** sind auf einer Nabe **11** des Turbinenrades **5** positioniert, wobei eine

Schaufelaußenkontur **12** des Turbinenrades **5** von einer Wandung **13** des Abgasführungsabschnitts **3** im Bereich der Radkammer **4** überwiegend begrenzt ist.

[0030] Das Turbinenrad **5** bzw. zwischen jeweils zwei Turbinenschaufeln **10** ausgebildete Turbinenradschaufelkanäle **23** sind in Richtung der Pfeile von einem gasförmigen Strömungsmedium, in diesem Falle Abgas der Brennkraftmaschine **100**, durchströmbar. Ein hülsenförmiges Schiebeelement **14** ist im Bereich des Austrittskanals **9** die Schaufelaußenkontur **12** teilweise aufnehmbar ausgebildet, wobei das hülsenförmige Schiebeelement **14** die Schaufelaußenkontur **12** in einem Austrittsbereich des Turbinenrades **5** aufnehmbar ausgebildet ist. Das hülsenförmige Schiebeelement **14** ist axial verschiebbar.

[0031] In der [Fig. 1](#) ist eine Zwischenposition des hülsenförmigen Schiebeelementes **14** dargestellt, wobei ein ringförmiger Querschnitt **15** zwischen einem dem Abgasführungsabschnitt **3** zugewandt positionierten axialen Ende des Schiebeelementes **14** und dem Abgasführungsabschnitt **3** ausgebildet ist. Eine Schließposition des Schiebeelementes **14** ist dann eingestellt, wenn dieser ringförmige Querschnitt **15** aufgrund einer axialen Bewegung des Schiebeelementes **14** in Richtung des Turbinenrades **5** geschlossen ist. Eine vollständige Öffnungsposition zeichnet sich dadurch aus, dass der ringförmige Querschnitt **15** die Schaufelaußenkontur **12** vollständig freigibt, das heißt, das Schiebeelement **14** ist aufgrund einer dem Turbinenrad **5** abgewandten axialen Bewegung in den Austrittskanal **9** positioniert.

[0032] In [Fig. 2](#) ist eine erste Variante des erfindungsgemäßen Abgasturboladers **2** dargestellt, wobei der Abgasführungsabschnitt **3** den ersten Spiralkanal **8** sowie einen zweiten Spiralkanal **16** aufweist. Die Spiralkanäle **8**, **16** sind in diesem Ausführungsbeispiel asymmetrisch ausgebildet, insbesondere zur effektiven Abgasrückführung. Der zweite, kleinere der beiden Spiralkanäle **8**, **16** ist, wie in [Fig. 3](#) prinzipiell dargestellt, mit einer Abgasrückführeinrichtung **17**, umfassend eine Abgasrückführleitung **17A**, ein Abgasrückführventil **17B** sowie ein Abgaskühler **17C**, verbunden. Das hülsenförmige Schiebeelement **14** ist dabei so im Abgasführungsabschnitt **3** positioniert, dass in einem Bereich eines engsten Turbinenradquerschnitts **18** das Abgas konditionierbar ist.

[0033] Das hülsenförmige Schiebeelement **14** weist in diesem Ausführungsbeispiel eine bevorzugt ausgebildete Innenkontur **19** auf, wobei ein freier Strömungsquerschnitt **20** des hülsenförmigen Schiebeelementes **14** entlang einer Längsachse **21** des Schiebeelementes **14** lavaldüsenförmig ausgestaltet ist. Der Strömungsquerschnitt **20** ist sich zunächst entlang der Längsachse **21** bis zu einer ersten Länge **L1** des Schiebeelementes **14** bevorzugt kontinuierlich verengend ausgebildet, wodurch der Strömungs-

querschnitt **20** über die erste Länge **L1** integriert kegelstumpfförmig ausgestaltet ist. Ab dieser ersten Länge **L1** ist der Strömungsquerschnitt **20** sich ebenfalls bevorzugt kontinuierlich über eine zweite Länge **L2** weitend ausgebildet. Die Summe der ersten Länge **L1** und der zweiten Länge **L2** entspricht einer Gesamtlänge **L** des Schiebeelementes **14**. Strömungsbegünstigend ist der Strömungsquerschnitt **20** integriert über die erste Länge **L1** in der Form eines stumpfen Kegelstumpfes ausgebildet.

[0034] Weiterhin stehen ein erster Turbinenradaustrittsdurchmesser **D2max** zu einem zweiten Turbinenradaustrittsdurchmesser **D2min**, welcher dem kleinsten Turbinenradaustrittsdurchmesser entspricht, in einem ersten Verhältnis **V1** zueinander, wobei das erste Verhältnis **V1** quadriert einen Wert aufweist, welcher **1,4** ist. Bevorzugt soll das erste Verhältnis **V1** einen Wert größer als **1,1** aufweisen.

[0035] Weiterhin stehen in diesem Ausführungsbeispiel der zweite Turbinenradaustrittsdurchmesser **D2min** des Turbinenrades **5** zu einem Turbinenrad-eintrittsdurchmesser **D1** des Turbinenrades **5** in einem zweiten Verhältnis **V2** zueinander, welches quadriert einen Wert von **0,6** aufweist. Bevorzugt sollte der erfindungsgemäße Abgasturbolader **2** das zweite Verhältnis **V2** mit einem Wert, welcher kleiner als **0,66** aufweisen.

[0036] In der [Fig. 2](#) sind zwei unterschiedliche Positionierungen des Schiebeelementes **14** dargestellt. Oberhalb der Drehachse **6** ist das Schiebeelement **14** in seiner Schließposition dargestellt, wobei ein kleinster freier Strömungsquerschnitt in **S2** unmittelbarer Nähe des Austrittsbereiches des Turbinenrades **5** aufweisend den zweiten Turbinenradaustrittsdurchmessers **D2min**, das heißt des kleinsten Turbinenradaustrittsdurchmesser positioniert ist. Dabei entspricht der kleinste freie Strömungsquerschnitt **S2** nahezu einem Strömungsquerschnitt mit dem zweiten Turbinenradaustrittsdurchmessers **D2min**, wobei aufgrund der Rotationsbewegung des Turbinenrades **5** der kleinste freie Strömungsquerschnitt **S2** um einen Flächenbetrag eines Bewegungsspalt größer sein muss, da ansonsten im Betrieb des Abgasturboladers **2** und in der Schließposition Reibung bzw. eine Kollision auftreten kann. Die Strömung des Abgases kann, durch Pfeile angedeutet, axial erst ab dem zweiten Turbinenradaustrittsdurchmessers **D2min** aus den Turbinenschaufelkanälen **23** in den Austrittskanal **9** strömen.

[0037] Unterhalb der Drehachse **6** ist das Schiebeelement **14** in seiner vollständigen Öffnungsposition dargestellt. Das Schiebeelement **14** ist dabei soweit axial vom Turbinenrad **5** entfernt verschoben positioniert, dass die Strömung bereits ab der von der Wandung **13** des Abgasführungsabschnitts **3** freigegebenen Schaufelaußenkontur **12**, bzw. bereits ab dem

ersten Turbinenradaustrittsdurchmesser **D2max** aus den Turbinenschaufelkanälen **23** in den Austrittskanal **9** strömen kann.

[0038] Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist eine Außenkontur **24** des Schiebeelementes **14** zur Begrenzung der maximalen Verschiebung in Richtung auf das Turbinenrad **5** eine Sicherungsvorrichtung **25** in Form eines ringförmigen Absatzes auf, wobei dieser ringförmige Absatz **25** korrespondierend zur Wandung **13** des Abgasführungsabschnitts **3** im Bereich des Austrittskanals **9** ausgebildet ist. Mit Hilfe des Absatzes **25** ist die maximale Verschiebung des Schiebeelementes **14** in Richtung auf das Turbinenrad **5** somit einfachst sichergestellt.

[0039] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist der erste Spiralkanal **8** segmentartig ausgestaltet, wie in [Fig. 3](#) prinzipiell dargestellt ist. Zur Abgasnachbehandlung ist der Brennkraftmaschine **100** in einem Abgasstrang **101** der Brennkraftmaschine **100** stromab der Turbine **3**, welche im Abgasstrang **101** der Brennkraftmaschine **100** angeordnet ist, eine Abgasnachbehandlungseinheit **102** zugeordnet. Eine Umschaltung zwischen den einzelnen Segmenten erfolgt dabei mit Hilfe einer Umblasevorrichtung **26**. Die Brennkraftmaschine **100** weist eine Regel- und Steuereinheit **27** zur Regelung und Steuerung auf, mit Hilfe derer unter anderem die Umblasevorrichtung **26** einstellbar und das Schiebeelement **14** axial verschiebbar ist. Bevorzugt ist das Schiebeelement **14** in Abhängigkeit von Motorbetriebsparameter verstellbar. Statt der dargestellten Segmentturbine ist auch eine einflutige Turbine mit herkömmlich verstellbaren Leitgittern vor dem Turbinenrad denkbar, wodurch die vollständige Variabilität am Radeintritt und erfindungsgemäß auch am Radaustritt für die optimale Reaktionsgradanwahl der Turbine ermöglicht ist.

[0040] In [Fig. 4](#) ist beispielhaft ein Durchsatz-Kennfeld der Turbine **1** des erfindungsgemäßen Abgasturbinoladers **2** dargestellt, wobei ein Durchsatzparameter über einem Turbinendruckverhältnis aufgetragen ist. Die Linien LD1 sind zu erwartende Durchsatzparameter bei geschlossener Flut **7**, d. h. beispielsweise in einem Betrieb der Brennkraftmaschine **100**, bei geringen Durchsätzen. Ist der zweite Spiralkanal **16** gesperrt, bzw. wird nicht von Abgas durchströmt, ergibt sich eine Beaufschlagung des Turbinenrades **5** ausschließlich von Abgas aus dem ersten Spiralkanal **B**. Ist dabei das Schiebeelement **14** in seiner Schließposition, ergeben sich als Durchsatzparameter Werte über dem Turbinendruckverhältnis gemäß der Linien LD2. Eine axiale Verschiebung des Schiebeelementes **14** zur Öffnung des ringförmigen Querschnitts **15** führt zu Durchsatzparameter gemäß der Linien LD3. Eine gleichzeitige Beaufschlagung beider Spiralkanäle **8**, **16** sowie eine Positionierung des Schiebeelementes **14** in seiner Schließposition ergibt Durchsatzparameter gemäß den Linien LD4, wobei

eine axiale Verschiebung des Schiebeelementes **14** zur Öffnung des ringförmigen Querschnitts **15** zu Durchsatzparameter gemäß der Linien LD5 führt und eine wesentliche Steigerung der Durchsatzparameter ergibt.

[0041] Neben der Entwicklung von aufwändigen Regelungsvorrichtungen des Schiebeelements **14** können aus Kostengründen auch sehr einfache Steuerungsvorrichtungen zur Positionierung des Schiebeelementes, z. B. unter Zuhilfenahme von herkömmlichen kostengünstigen Druckdosen, herangezogen werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 4776168 [\[0004\]](#)

Patentansprüche

1. Abgasturbolader für eine Brennkraftmaschine (100) mit einem Gehäuse (2A), welches einen Abgasführungsabschnitt (3), einen Luftführungsabschnitt (28) und einen Lagerabschnitt aufweist (29), mit einem Laufzeug (2B), umfassend ein Turbinenrad (5) mit einer Mehrzahl von Schaufeln (10), ein Verdichterrad (30) und eine das Turbinenrad (5) mit dem Verdichterrad (30) drehfest verbindende Welle (31), wobei das Turbinenrad (5) im Abgasführungsabschnitt (3) und das Verdichterrad (30) im Luftführungsabschnitt (28) drehbar aufgenommen sind und die Welle (31) im Lagerabschnitt (29) drehbar gelagert ist, wobei das Turbinenrad (5) von Abgas aus der Brennkraftmaschine (100) beaufschlagbar ist, und das Verdichterrad (30) über die Welle (31) vom Turbinenrad (5) zur Luftansaugung und Verdichtung antreibbar ist, und zur Konditionierung des das Turbinenrad (5) beaufschlagende Abgas ein hülsenförmiges Schiebeelement (14) im Abgasführungsabschnitt (3) positioniert ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das hülsenförmige Schiebeelement (14) eine Schaufelaußenkontur (12) des Turbinenrades (5) höchstens teilweise aufnehmbar ausgebildet ist.

2. Abgasturbolader nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das hülsenförmige Schiebeelement (14) die Schaufelaußenkontur (12) in einem Austrittsbereich des Turbinenrades (5) aufnehmbar ausgebildet ist.

3. Abgasturbolader nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das hülsenförmige Schiebeelement (14) derart im Abgasführungsabschnitt (3) positioniert ist, dass in einem Bereich eines engsten Turbinenradquerschnitts (18) das Abgas konditionierbar ist.

4. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das hülsenförmige Schiebeelement (14) einen freien Strömungsquerschnitt (20) aufweist, welcher integriert über eine erste Länge (L1) kegelstumpfförmig ausgebildet ist, wobei ein erster Strömungsquerschnitt (S1) um einen Bewegungsspaltquerschnitt größer ist als ein Strömungsquerschnitt mit einem ersten Turbinenradaustrittsdurchmesser (D2max) und ein zweiter Strömungsquerschnitt (S2) um den Bewegungsspaltquerschnitt größer ist als ein Strömungsquerschnitt mit einem zweiten Turbinenradaustrittsdurchmesser (D2min), wobei der erste Turbinenradaustrittsdurchmesser (D2max) zum zweiten Turbinenradaustrittsdurchmesser (D2min) in einem ersten Verhältnis (V1) zueinander stehen, und das zweite Verhältnis (V1) quadriert einen Wert aufweist, welcher größer als 1,1 ist.

5. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Tur-

binenradaustrittsdurchmesser (D2min) zu einem Turbinenradeintrittsdurchmesser (D1) in einem zweiten Verhältnis (V2) zueinander stehen, wobei das zweite Verhältnis (V2) quadriert einen Wert aufweist, welcher kleiner als 0,66 ist.

6. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein freier Strömungsquerschnitt (20) des hülsenförmigen Schiebeelementes (14) entlang einer Längsachse (21) des Schiebeelementes (14) lavaldüsenförmig ausgestaltet ist.

7. Abgasturbolader nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Schließposition ein kleinster freier Strömungsquerschnitt (S2) des hülsenförmigen Schiebeelementes (14) in unmittelbarer Nähe des zweiten Turbinenradaustrittsdurchmessers (D2min) positioniert ist.

8. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Abgasführungsabschnitt (3) zur Anströmung des Turbinenrades (5) einen ersten Spiralkanal (8) und einen zweiten Spiralkanal (16) aufweist.

9. Abgasturbolader nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Spiralkanal (8) und der zweite Spiralkanal (16) asymmetrisch ausgestaltet sind.

10. Abgasturbolader nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Spiralkanal (8) oder der zweite Spiralkanal (16) mit einer Abgasrückführung (17A) verbunden ist.

11. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Spiralkanal (8) und/oder der zweite Spiralkanal (16) das Turbinenrad (5) segmentartig umfassend ausgestaltet sind.

12. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Außenkontur (24) des hülsenförmigen Schiebeelementes (14) eine Sicherungsvorrichtung (25) zur Begrenzung einer maximalen Verschiebung des hülsenförmigen Schiebeelementes (14) aufweist.

13. Abgasturbolader nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Sicherungsvorrichtung (25) in Form eines ringförmigen Absatzes ausgebildet ist, wobei der Absatz mit einer Wandung des Abgasführungsabschnitts (3) korrespondierbar ausgebildet ist.

14. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das hülsenförmige Schiebeelement (14) mit Hilfe einer Regel- und Steuereinheit (27) verstellbar ist.

15. Abgasturbolader nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das hülsenförmige Schiebement (**14**) in Abhängigkeit von Motorbetriebsparameter verstellbar ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

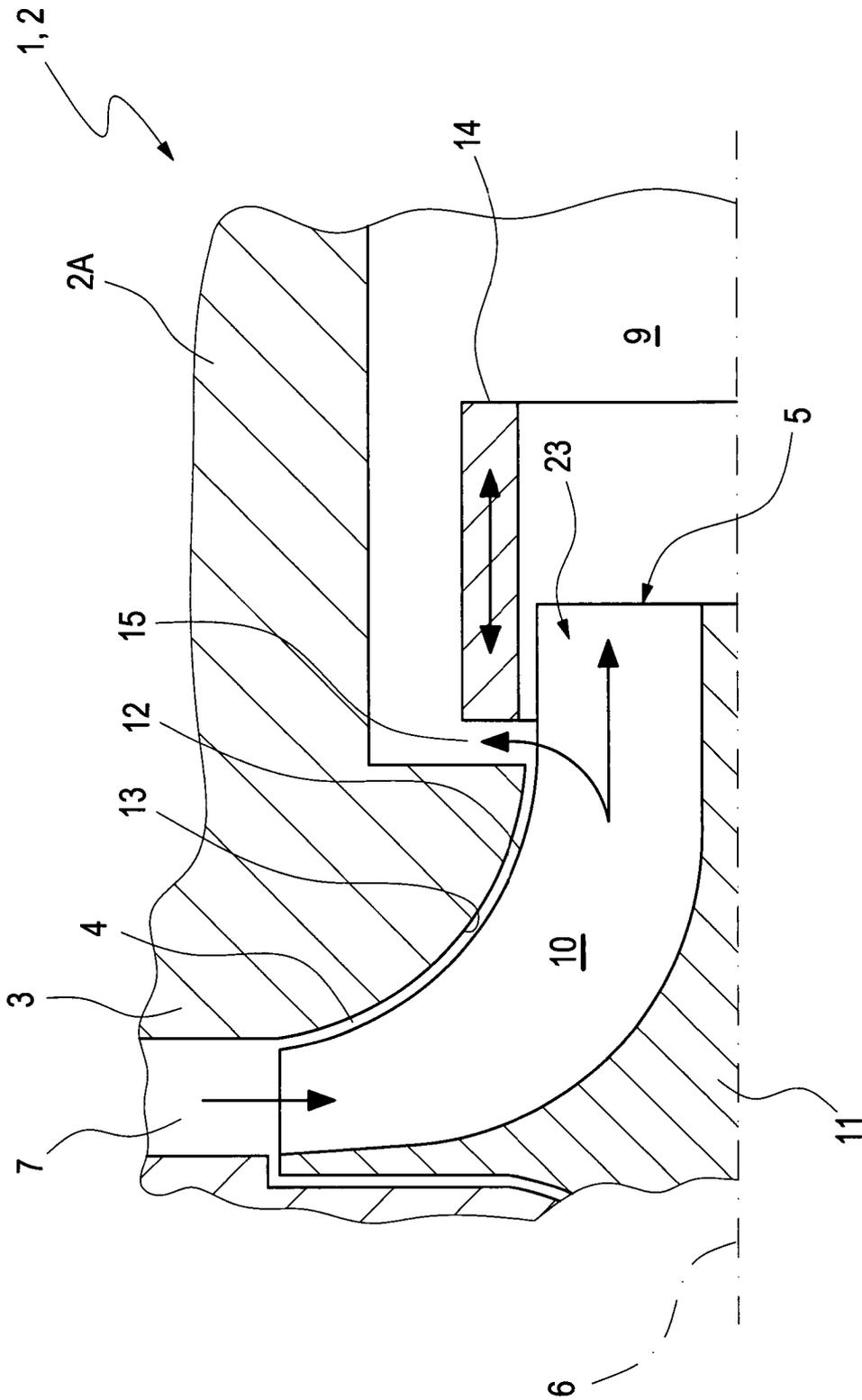


Fig. 1

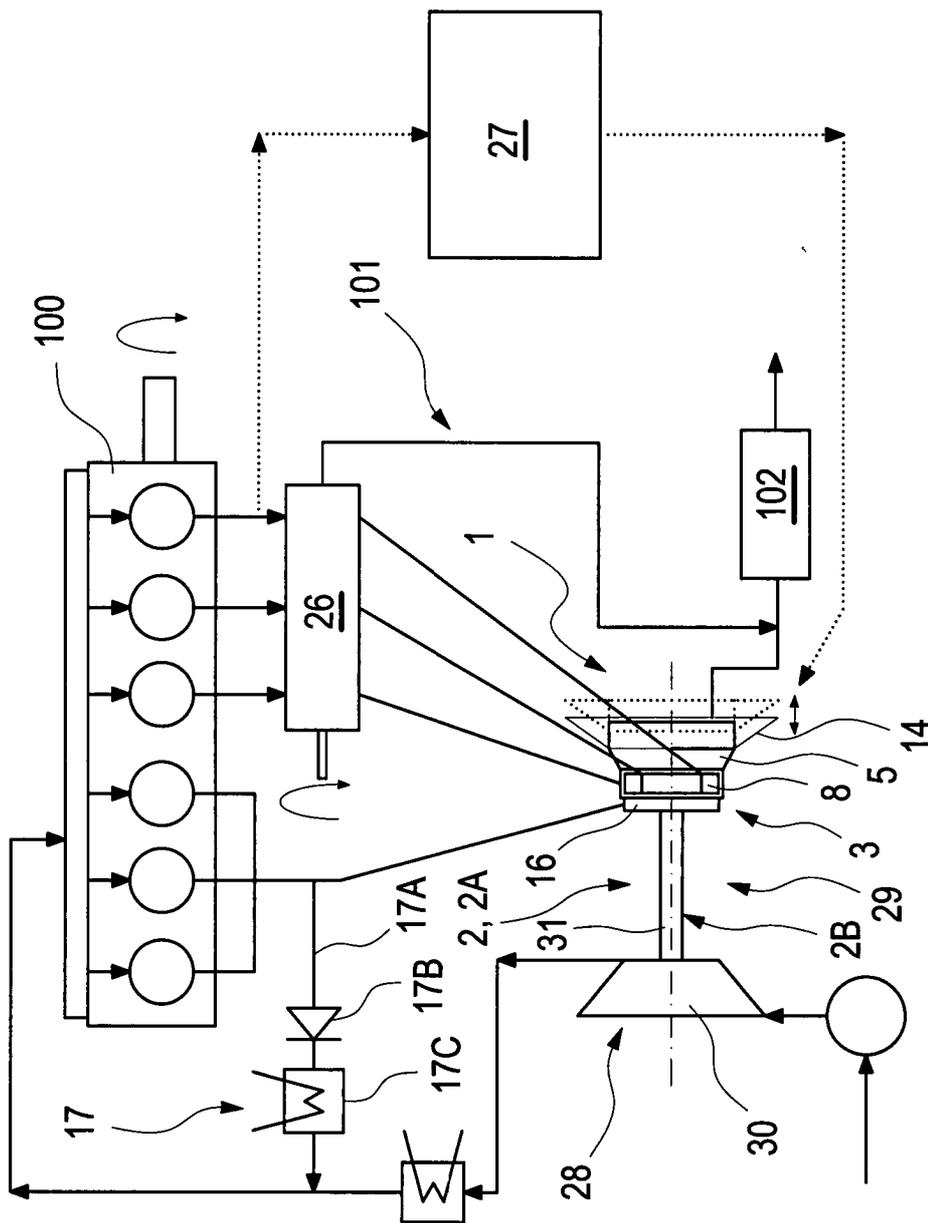


Fig. 3

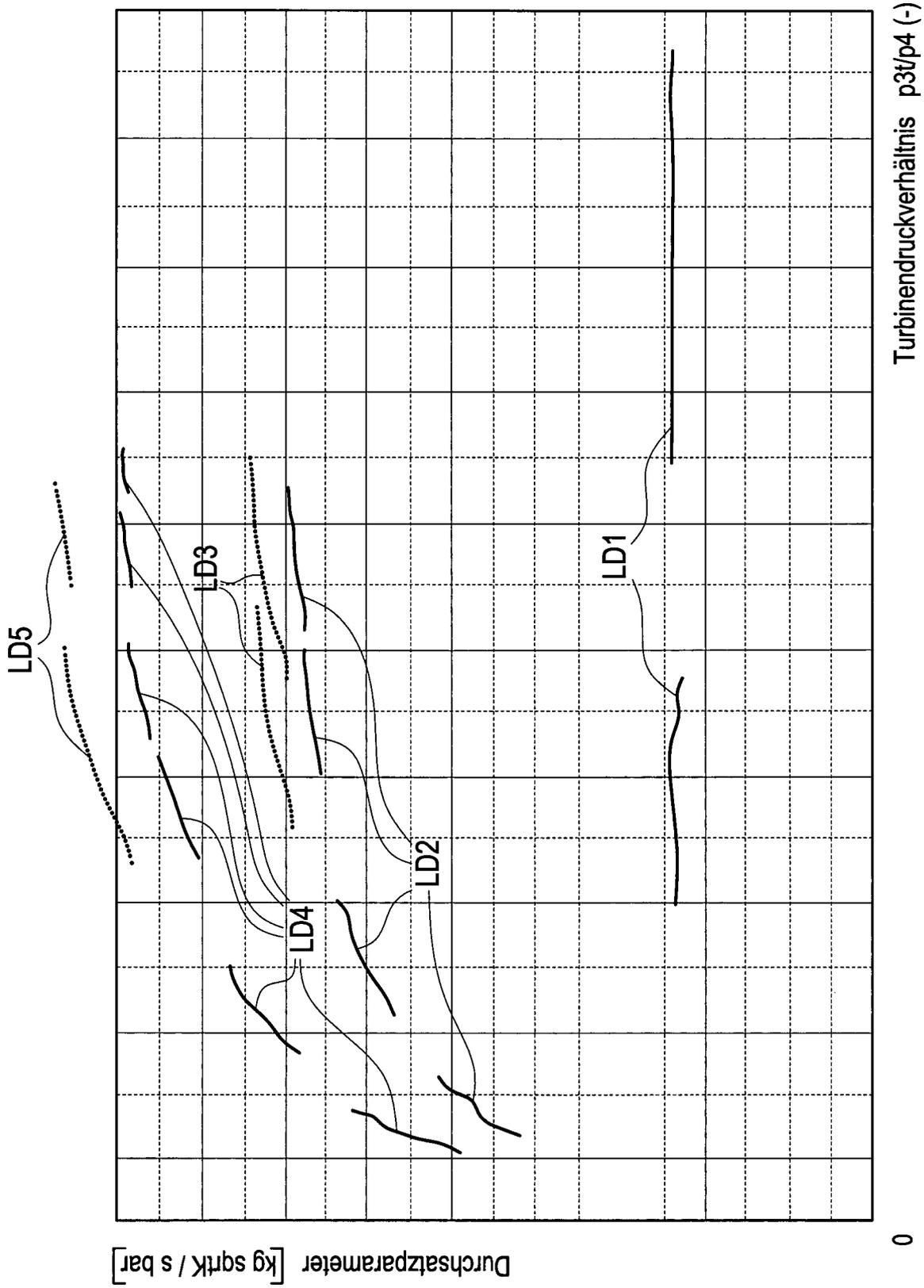


Fig. 4