



(11) **EP 2 199 724 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.08.2012 Patentblatt 2012/33

(51) Int Cl.:
F28D 19/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08021916.5**

(22) Anmeldetag: **17.12.2008**

(54) **Verfahren zum Betrieb eines regenerativen Wärmetauschers und regenerativer Wärmetauscher mit verbessertem Wirkungsgrad**

Method for operating a regenerative heat exchanger and regenerative heat exchanger with improved efficiency

Procédé destiné au fonctionnement d'un échangeur thermique régénératif et échangeur thermique régénératif doté d'une efficacité améliorée

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.06.2010 Patentblatt 2010/25

(73) Patentinhaber: **Balcke-Dürr GmbH
40882 Ratingen (DE)**

(72) Erfinder: **Raths, Heinz Günter
57462 Olpe (DE)**

(74) Vertreter: **Tomerius, Isabel et al
Lang & Tomerius
Patentanwälte
Landsberger Strasse 300
80687 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**AT-B- 400 482 DE-A1- 2 634 653
DE-A1- 4 013 484 DE-A1- 4 230 133
GB-A- 676 129 US-A- 2 665 120**

EP 2 199 724 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines regenerativen Wärmetauschers, insbesondere zur Luftvorwärmung in Kraftwerken, nach den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruches 1. Ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 mit ein Regenerativer Wärmetauscher gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10 ist aus DE 4 013 484 bekannt. Die Erfindung betrifft fernerhin einen regenerativen Wärmetauscher nach den Merkmalen des Oberbegriffs des nebengeordneten Patentanspruches.

[0002] Regenerative Wärmetauscher der betreffenden Art (im Folgenden auch nur als Wärmetauscher bezeichnet) dienen der Wärmeübertragung von wenigstens einem Gasvolumenstrom auf wenigstens einen anderen Gasvolumenstrom. Hierzu kann der Wärmetauscher eine drehende (bzw. rotierende oder auch umlaufende) Speichermasse (im Folgenden als Rotor bezeichnet) umfassen, die sich relativ zu feststehenden Strömungsanschlüssen bewegt und hierbei abwechselnd durch den wenigstens einen Gasvolumenstrom aufgewärmt und durch den wenigstens einen anderen Gasvolumenstrom wieder abgekühlt wird, wodurch Wärmeenergie von wenigstens einen auf wenigstens einen anderen Gasvolumenstrom übertragbar ist.

[0003] Der Rotor eines regenerativen Wärmetauschers ist in der Regel als eine im wesentlichen kreiszylindrische Trommel ausgebildet, wobei geringfügige Abweichungen von dieser Form möglich sind. Der Rotor weist eine zentrale Drehachse auf. Die Gasvolumenströme durchströmen den Rotor im wesentlichen parallel zur Drehachse. Die Durchströmung ist meist gegensinnig (so genanntes Gegenstromverfahren). Um genügend Wärmespeichermasse zur Verfügung zu stellen, aber auch um die mechanische Stabilität des Rotors zu erhöhen, weist dieser eine Sektorierung bzw. Segmentierung in mehrere Zellen bzw. Kammern auf, die zugleich auch als Strömungskanäle für die Gasvolumenströme dienen. In diesen Kammern sind in der Regel wärmespeichernde Massen angeordnet, wie bspw. so genannte Heizblechpakete.

[0004] Im Betrieb werden die einzelnen Kammern des Rotors von einem warmen bzw. heißen Gasvolumenstrom durchströmt, wobei es sich bspw. um ein Rauchgas aus einem Verbrennungsprozess handeln kann. Infolge der Durchströmung mit dem warmen bzw. heißen Gasvolumenstrom erwärmen sich die wärmespeichernden Massen der durchströmten Kammern. Hierbei wird dem durchströmenden Gasvolumenstrom Wärme entzogen, so dass dieser beim Austritt aus dem Rotor eine geringere Temperatur aufweist als beim Eintritt. Infolge der Rotordrehung erreichen die aufgewärmten Kammern schließlich den Abschnitt, wo ein kühlerer bzw. kalter Gasvolumenstrom, bspw. Frischluft, den Rotor durchströmt und an den wärmespeichernden Massen dieser Kammern erwärmt wird, wobei die wärmespeichernden Massen wieder abgekühlt werden. Bei dieser Art der

Wärmeübertragung wird sozusagen eine Wärmespeicherfähigkeit des Rotors eingesetzt, um einen ersten Gasvolumenstrom zu erwärmen und einen zweiten Gasvolumenstrom abzukühlen.

5 **[0005]** Alternativ kann ein Rotor bspw. auch feststehend ausgebildet sein und die Strömungsanschlüsse können sich relativ hierzu bewegen.

[0006] Bei Verwendung von Frischluft als aufzuwärmenden Gasvolumenstrom kann der Wärmetauscher zur so genannten Luftvorwärmung verwendet werden. Durch Luftvorwärmung kann der Wirkungsgrad eines Kraftwerkes erhöht und der Schadstoffausstoß reduziert werden.

10 **[0007]** Zur Reduzierung von Massenverlusten bzw. Volumenverlusten bezüglich der Gasvolumenströme ist am Rotor eine aufwändige Abdichtung erforderlich, was seit langem Gegenstand zahlreicher Weiterentwicklungen ist. Das Abdichtsystem für einen Rotor umfasst in der Regel wenigstens eine Umfangsdichtung und wenigstens eine Radialdichtung. Eine Umfangsdichtung dichtet die durch den Rotor durchströmenden Gasvolumenströme am Außenumfang des Rotors nach außen hin ab. Eine Umfangsdichtung kann eine Axialdichtung bzw. Manteldichtung am Außenumfang des Rotors umfassen. Eine Radialdichtung soll einen so genannten Strömungskurzschluss bzw. Kurzschlussvolumenstrom zwischen den einzelnen Gasvolumenströmen an einer Rotorstirnseite verhindern. Infolge der Relativbewegung des Rotors zu den Dichtungen und wegen einer sich verändernden Wärmeausdehnung sind Spalte bzw. Restspalte zwischen den Dichtungen und dem Rotor unvermeidbar, durch die hindurch Leckagevolumenströmungen auftreten, insbesondere zwischen den Gasvolumenströmen (so genannte Strömungskurzschlüsse), typischerweise vom Gasvolumenstrom mit dem höheren Druck zum Gasvolumenstrom mit dem niedrigeren Druck. Dies führt neben Volumenverlusten auch zu energetischen Verlusten und damit zu einem unbefriedigenden Wirkungsgrad.

30 **[0008]** Zur Verbesserung des Wirkungsgrades regenerativer Wärmetauscher sind aus dem Stand der Technik unter anderem Absaug-Verfahren und Absauganlagen bekannt.

35 **[0009]** In der US 2,665,120 ist beschrieben, den Rotor eines regenerativen Wärmetauschers zu kapseln und die Leckagevolumenströme mittels eines Zuggebläses (Ventilator) abzusaugen und dem aufzuwärmenden Gasvolumenstrom zuzuführen bzw. in diesen rückzuführen. Die Rückführung erfolgt entweder vor (stromaufwärts) oder nach (stromabwärts) dem Rotor. Falls die Rückführung stromabwärts des Rotors erfolgt, d.h. in den bereits vom Rotor aufgewärmten Gasvolumenstrom, ist eine vorherige Erwärmung der abgesaugten Leckagevolumenströme mittels einer aufwändigen Wärmetauscherkonstruktion vorgesehen, um eine Abkühlung des Gasvolumenstroms nach dem Rotor zu vermeiden.

40 **[0010]** In der DE 34 37 945 A1 bzw. AT 400 482 B ist die Absaugung der Leckagevolumenströme an der "hei-

ßen Seite" (hierzu unten mehr) des Rotors und deren Rückführung in den aufzuwärmenden Gasvolumenstrom vor dem Rotor beschrieben.

[0011] Die EP 0 588 185 A1 bzw. DE 42 30 133 A1 beschreibt ein Rotorgehäuse das aus einer oberen und aus einer unteren Teilkammer besteht, aus denen gemeinsam oder getrennt Leakagevolumenströme mittels eines Ventilators abgesaugt werden können. Eine Rückführung der abgesaugten Leakagevolumenströme in einen der Gasvolumenströme ist hier nicht beschrieben.

[0012] Die Absaugung von Leakagevolumenströmen ist z. B. auch in der DE 26 34 653 A1 beschrieben. In der GB 676,129 A ist die Rückführung eines Leakagevolumenstroms in den anströmenden, aufzuwärmenden Gasvolumenstrom gezeigt. Aus der nächstliegenden DE 40 13 484 A1 ist die Absaugung von Leakagevolumenströmen an beiden Seiten eines Rotors und die Rückführung in den anströmenden, aufzuwärmenden Gasvolumenstrom (Frischluftevolumenstrom) bekannt.

[0013] Die aus dem Stand der Technik bekannten Absaug-Verfahren und Absauganlagen führen in der Praxis nicht zu Verbesserungen des Wirkungsgrades für die Übertragung der Wärmeenergie. Teilweise ist sogar eine Verschlechterung des Wirkungsgrades beobachtet worden.

[0014] Aufgabe der Erfindung ist es, den Wirkungsgrad eines regenerativen Wärmetauschers zu verbessern.

[0015] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 und durch einen regenerativen Wärmetauscher mit den Merkmalen des nebengeordneten Patentanspruches. Vorteilhafte Weiterbildungen sind durch die Merkmale der jeweils abhängigen Patentansprüche gekennzeichnet.

[0016] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb eines regenerativen Wärmetauschers wird der bevorzugt drehbar gelagerte Rotor von wenigstens einem ersten, aufzuwärmenden Gasvolumenstrom, wie insbesondere Frischluft, durchströmt wobei sich der Gasvolumenstrom beim Durchströmen des Rotors an den wärmespeichernden Massen erwärmt. Dies dient insbesondere der Luftvorwärmung von Frischluft für ein Kraftwerk. Fernerhin wird der Rotor von wenigstens einem zweiten, abzukühlenden Gasvolumenstrom durchströmt, wie insbesondere ein Rauchgas bzw. Verbrennungsgas oder Abgas, das seine Wärme an die wärmespeichernden Massen des Rotors abgibt und hierdurch selbst abgekühlt wird.

[0017] Der Rotor weist eine erste Stirnseite bzw. Stirnfläche auf, an der der anströmende erste, aufzuwärmende Gasvolumenstrom in den Rotor eintritt. Der ersten Stirnseite gegenüberliegend weist der Rotor eine zweite Stirnseite bzw. Stirnfläche auf, an der der abströmende erste, aufzuwärmende Gasvolumenstrom wieder aus dem Rotor austritt. Üblicherweise wird die erste Stirnseite auch als "kalte Seite" und die zweite Stirnseite als "heiße Seite" bezeichnet.

[0018] Der erste Gasvolumenstrom und der zweite

Gasvolumenstrom sind am Rotor mittels wenigstens einer Rotordichtung abgedichtet, um Volumenverluste und insbesondere Strömungskurzschlüsse zu begrenzen. Bei einer Rotordichtung handelt es sich insbesondere um eine Umfangsdichtung, welche einen Gasvolumenstrom am Außenumfang des Rotors abdichtet, und/oder um eine Radialdichtung, welche die Gasvolumenströme relativ zueinander abdichtet und Strömungskurzschlüsse bzw. Kurzschlussvolumenströme unterbinden soll.

[0019] Da im Bereich einer Rotordichtung Leakagevolumenströme auftreten, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass wenigstens ein Leakagevolumenstrom an der ersten Stirnseite, oder im Bereich dieser Stirnseite, des Rotors erfasst bzw. aufgefangen und dem anströmenden ersten Gasvolumenstrom zugeführt wird und/oder dass wenigstens ein Leakagevolumenstrom an der zweiten Stirnseite, oder im Bereich dieser Stirnseite, des Rotors erfasst bzw. aufgefangen und dem abströmenden ersten Gasvolumenstrom zugeführt wird.

[0020] Ein Leakagevolumenstrom ist insbesondere ein Kurzschlussvolumenstrom vom ersten Gasvolumenstrom in den zweiten Gasvolumenstrom, der im Bereich einer Radialdichtung an der ersten Stirnseite des Rotors oder an der zweiten Stirnseite des Rotors auftritt. In diesem Fall handelt es sich somit genau genommen um eine Rückführung eines aufgefangenen Leakagevolumenstroms in den ersten, aufzuwärmenden Gasvolumenstrom.

[0021] Dass Erfassen bzw. Auffangen eines Leakagevolumenstroms der im Bereich einer Rotordichtung auftritt, kann technisch bedingt meist nicht vollständig erfolgen, so dass sich ein Erfassen bzw. Auffangen eines Leakagevolumenstroms im Rahmen dieser Erfindung auf einen wesentlichen Teil des Leakagevolumenstroms bezieht, der unter den jeweiligen technischen Bedingungen erfassbar bzw. auffangbar ist. Erfassen und Auffangen sind im Rahmen dieser Erfindung weit auszulegen und beinhalten alle Maßnahmen die geeignet sind, einem Leakagevolumenstrom habhaft zu werden.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren unterscheidet sich zum oben angegebenen Stand der Technik zunächst dadurch, dass ein Leakagevolumenstrom jeweils nur im Bereich einer der Stirnseiten oder beider Stirnseiten des Rotors aufgefangen wird. Damit kann unterschieden werden, welches Temperaturniveau ein Leakagevolumenstrom jeweils aufweist. Weiterhin unterscheidet sich das erfindungsgemäße Verfahren zum Stand der Technik dadurch, dass in Abhängigkeit von dem Temperaturniveau des Leakagevolumenstroms eine entsprechende Zuführung bzw. Rückführung in den anströmenden und noch kühlen ersten Gasvolumenstrom oder den abströmenden und bereits aufgewärmten ersten Gasvolumenstrom erfolgt (sozusagen strömungstechnisch stets auf der selben Seite des Rotors). Damit werden energetische Vorteile erreicht, die den Wirkungsgrad gegenüber dem Stand der Technik erhöhen, was nachfolgend näher erläutert wird.

[0023] Bei einem regenerativen Wärmetauscher der

in einem Kraftwerk bspw. zur Wärmeübertragung von einem heißen Rauchgasvolumenstrom (aus einem Verbrennungsprozess) auf einen Frischluftvolumenstrom verwendet wird, ist in der Regel im Bereich einer Radialdichtung ein Leakagevolumenstrom (Kurzschlussvolumenstrom) vom Frischluftvolumenstrom in den Rauchgasvolumenstrom gegeben. Bei der Bestimmung der Betriebsparameter und der Ausgestaltung des regenerativen Wärmetauschers werden solche Leakagevolumenströme berücksichtigt, da der Leakagevolumenstrom vom Frischluftvolumenstrom in den Rauchgasvolumenstrom zu einer zusätzlichen Abkühlung des Rauchgasvolumenstroms um etwa 3 bis 7 K führt (so genannte "korrigierte" Rauchgas- bzw. Abgastemperatur). Es besteht somit Gefahr, dass die Säuretaupunkttemperatur eines Bestandteils des abzukühlenden Rauchgases unterschritten wird und es zu einer Beschädigung (insbesondere Korrosion) nachfolgender Anlagenkomponenten (bspw. Entstaubungsanlagen und Filteranlagen) im Rauchgasstrang kommt. Es muss daher sichergestellt werden, dass die Temperatur des Rauchgasvolumenstroms am Austritt des Rotors bzw. beim Austreten aus dem regenerativen Wärmetauscher, trotz der zusätzlichen Abkühlung durch den Leakagevolumenstrom aus dem Frischluftvolumenstrom, höher ist als eine kritische Säuretaupunkttemperatur. Die zusätzliche Abkühlung des Rauchgasvolumenstroms durch den Leakagevolumenstrom aus dem Frischluftvolumenstrom muss daher bei der Auslegung des regenerativen Wärmetauschers und dessen Betriebsparameter berücksichtigt werden. Andererseits steht diese zusätzliche Abkühlung des Rauchgasvolumenstroms für die Wärmeübertragung vom Rauchgasvolumenstrom an den Frischluftvolumenstrom energetisch nicht zur Verfügung. Wünschenswert ist demnach eine niedrigere "unkorrigierte" Rauchgastemperatur.

[0024] Durch die getrennte Erfassung eines warmen bzw. heißen Leckagenvolumenstroms und dessen Zuführung bzw. Rückführung in den abströmenden und bereits aufgewärmten Frischluftvolumenstrom, und/oder eines kühlen bzw. kalten Leakagevolumenstroms und dessen Zuführung, bzw. Rückführung in den anströmenden und (noch) kühlen Frischluftvolumenstrom kann der negative zusätzliche Abkühlungseffekt weitgehend vermieden werden. In anderen Worten: die nunmehr im wesentlichen "unkorrigierte" Rauchgastemperatur kann auf ein ähnliches Niveau wie die ehemals "korrigierte" Abgastemperatur gesenkt werden. Bei unveränderter Eintrittstemperatur der Gasvolumenströme in den Rotor und bei unveränderten Gasvolumenströmen kann im Ergebnis die Wärmeübertragung vom Rauchgasvolumenstrom auf den Frischluftvolumenstrom erhöht werden, ohne dass eine kritische Säuretaupunkttemperatur im Rauchgasvolumenstrom unterschritten wird. Die Erhöhung der Wärmeübertragung ist bspw. durch konstruktive Auslegung der wärmespeichernden Massen möglich.

[0025] Infolge der definierten Rückführung wird zugleich eine ungewollte Abkühlung des Rauchgasvolu-

menstroms vor dem Rotor und auch eine ungewollte Abkühlung des Rauchgasvolumenstroms nach dem Rotor weitgehend vermieden, was den Wirkungsgrad des regenerativen Wärmetauschers zusätzlich erhöht.

[0026] Im Ergebnis erhöht sich die abströmseitige Temperatur (d.h. die Temperatur nach dem Rotor bzw. nach dem Regenerativ-Wärmetauscher) des Frischluftvolumenstroms und somit die Wärmemenge in der Verbrennungsluft für den Kraftwerk-Verbrennungsprozess.

Diese zusätzliche Wärmemenge reduziert den Brennstoffbedarf. Bezogen auf eine Kesselleistung von 700 bis 800 MW lassen sich ohne Reduzierung der Leistung Einsparungen an Betriebskosten in Höhe von 150.000,- bis 400.000,- Euro pro Jahr errechnen, wobei die Ersparnisse aufgrund der steigenden Brennstoffpreise in den nächsten Jahren noch zunehmen dürfte. Als weiterer und wesentlicher Vorteil ergibt sich auch eine Verminderung des Ausstoßes von Schadgasen, wie insbesondere CO₂.

[0027] Erfindungsgemäß ist bevorzugt vorgesehen, dass wenigstens ein Leakagevolumenstrom an der ersten Stirnseite des Rotors aufgefangen und dem anströmenden ersten Gasvolumenstrom zugeführt wird, und dort genau genommen in diesen eingeleitet bzw. eingespeist wird, und dass wenigstens ein Leakagevolumenstrom an der zweiten Stirnseite des Rotors aufgefangen und dem abströmenden ersten Gasvolumenstrom zugeführt wird, und dort genau genommen in diesen eingeleitet bzw. eingespeist wird. Durch diese beidseitige Erfassung (bezogen auf die Stirnseiten des Rotors) und separate Zuführung bzw. Rückführung von Leakagevolumenströmen verbessert sich der Wirkungsgrad des regenerativen Wärmetauschers in erheblichem Maße. Dessen ungeachtet ist selbstverständlich auch eine Erfassung und Zuführung bzw. Rückführung an nur einer Stirnseite des Rotors möglich und vorteilhaft.

[0028] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Zuführung bzw. Rückführung des von der ersten Stirnseite des Rotors aufgefangenen Leakagevolumenstrom in den ersten Gasvolumenstrom nicht unmittelbar, sondern stromaufwärts des Rotors erfolgt. Mit "stromaufwärts" ist gemeint, dass die Zuführung in Strömungsrichtung vor dem Rotor erfolgt. Alternativ oder ergänzend ist vorgesehen, dass die Rückführung des von der zweiten Stirnseite des Rotors aufgefangenen Leakagevolumenstrom in den ersten Gasvolumenstrom nicht unmittelbar, sondern stromabwärts des Rotors erfolgt. Mit "stromabwärts" ist gemeint, dass die Zuführung in Strömungsrichtung nach dem Rotor erfolgt. Damit ist das Erfassen bzw. Auffangen eines Leakagevolumenstroms und dessen Zuführung bzw. Rückführung in den ersten Gasvolumenstrom konstruktiv und baulich getrennt.

[0029] Hierbei ist insbesondere vorgesehen, dass die Zuführung bzw. Rückführung eines aufgefangenen Leakagevolumenstroms in den ersten Gasvolumenstrom jeweils in räumlicher Nähe, bevorzugt in unmittelbarer Nähe des Rotors erfolgt. Damit können die Strömungswege baulich kurz gehalten werden. Ein zugeführter bzw. rück-

geführter Leckagevolumenstrom unterliegt dabei einer nur geringen Temperaturbeeinflussung.

[0030] Vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass wenigstens ein an der ersten Stirnseite des Rotors und wenigstens ein an der zweiten Stirnseite des Rotors erfasster bzw. aufgefangener Leckagevolumenstrom auf separaten Pfaden jeweils stromaufwärts in den anströmenden ersten Gasvolumenstrom und stromabwärts in den abströmenden ersten Gasvolumenstrom rückgeführt wird. Ein Pfad bzw. Rückführfpfad ist jegliche Einrichtung die geeignet ist einen Gasvolumenstrom zu transportieren oder durchzuleiten. Ein Pfad bzw. Rückführungspfad ist insbesondere ein Leitungssystem aus Rohren und Rohrabschnitten oder dgl.

[0031] Es ist hierbei bevorzugt vorgesehen, dass pro Pfad wenigstens eine Gebläseeinrichtung eingesetzt wird. Mittels der Gebläseeinrichtung kann ein Unterdruck erzeugt werden, mit dem ein Leckagevolumenstrom an einer Stirnseite des Rotors durch Absaugen erfasst bzw. aufgefangen werden kann. Zugleich kann mit der Gebläseeinrichtung ein Überdruck erzeugt werden, mit dem der abgesaugte Leckagevolumenstrom entlang des Pfades bzw. Rückführfpfades dem ersten Gasvolumenstrom zugeführt bzw. rückgeführt, und dort in diesen eingeleitet bzw. eingespeist werden kann. Eine Gebläseeinrichtung ist insbesondere ein Ventilator der bevorzugt in einem Leitungssystem angeordnet ist.

[0032] Es fernerhin bevorzugt, dass wenigstens ein Leckagevolumenstrom an der ersten Stirnseite und/oder der zweiten Stirnseite des Rotors im Bereich einer Radialdichtung erfasst oder aufgefangen wird, vorzugsweise mittels absaugen. Diese Maßnahme betrifft somit einen besonders nachteiligen Kurzschlussvolumenstrom, insbesondere vom ersten Gasvolumenstrom in den zweiten Gasvolumenstrom.

[0033] Ebenso ist ergänzend oder alternativ bevorzugt, dass wenigstens ein Leckagevolumenstrom an der ersten Stirnseite und/oder der zweiten Stirnseite des Rotors im Bereich einer Umfangsdichtung erfasst bzw. aufgefangen wird, vorzugsweise durch absaugen. Dies führt ebenfalls zu einer Verbesserung des Wirkungsgrades.

[0034] Nach einer besonders bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass wenigstens ein erster, aufzuwärmender Gasvolumenstrom und wenigstens ein zweiter, abzukühlender Gasvolumenstrom gegensinnig, d.h. im Gegenstromverfahren, den Rotor durchströmen. Hierbei weisen beide Gasvolumenströme an der ersten Stirnseite ("kalte Seite") ein geringeres Temperaturniveau auf als an der zweiten Stirnseite ("heiße Seite"). Es ist somit leicht zu unterscheiden, welches Temperaturniveau ein erfasster bzw. aufgefangener Leckagevolumenstrom aufweist. Ein an der heißen Stirnseite des Rotors erfasster Leckagevolumenstrom wird dem abströmenden ersten Gasvolumenstrom zugeführt bzw. in diesen rückgeführt und ein an der kalten Stirnseite des Rotors erfasster Leckagevolumenstrom wird dem anströmenden ersten Gasvolumenstrom zugeführt bzw. in diesen rückgeführt.

Alternativ kann der Rotor, zumindest von wenigstens zweit Gasvolumenströmen, auch gleichsinnig durchströmt sein.

[0035] Bei einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens sind wenigstens zwei erste Gasvolumenströme vorgesehen, wobei das Zuführen wenigstens eines aufgefangenen Leckagevolumenstroms, bevorzugt aller aufgefangenen Leckagevolumenströme, in lediglich einen dieser beiden ersten Gasvolumenströme erfolgt. Hierauf wird im Zusammenhang mit den Figuren noch näher eingegangen. Alternativ ist auch eine separate Rückführung in zwei oder mehrere erste Gasvolumenströme möglich.

[0036] Der erfindungsgemäße regenerative Wärmetauscher umfasst einen von wenigstens zwei Gasvolumenströmen durchströmten Rotor, wobei der Rotor eine erste Stirnseite aufweist an der ein anströmender erster, aufzuwärmender Gasvolumenstrom in den Rotor eintritt und wobei der Rotor weiterhin eine der ersten Stirnseite gegenüberliegende zweite Stirnseite aufweist an welcher der abströmende erste, aufzuwärmender Gasvolumenstrom wieder aus dem Rotor austritt. Fernerhin ist wenigstens eine Rotordichtung, wie insbesondere eine Radialdichtung und/oder eine Umfangsdichtung, am Rotor umfasst, zur Abdichtung des ersten und des zweiten Gasvolumenstroms. Der erfindungsgemäße Regenerativ-Wärmetauscher umfasst zudem eine Erfassungseinrichtung bzw. Auffangeinrichtung für einen Leckagevolumenstrom der im Bereich einer Rotordichtung auftritt, sowie wenigstens eine dieser Erfassungseinrichtung bzw. Auffangeinrichtung zugeordneten Zuführung bzw. Zuführeinrichtung oder Rückführeinrichtung für den erfassten bzw. aufgefangenen Leckagevolumenstrom in den ersten Gasvolumenstrom.

[0037] Erfindungsgemäß ist wenigstens eine Auffangeinrichtung an der ersten Stirnseite des Rotors mit wenigstens einer zugeordneten Zuführung bzw. Zuführeinrichtung für den an der ersten Stirnseite aufgefangenen Leckagevolumenstrom in den anströmenden ersten Gasvolumenstrom vorgesehen, und/oder wenigstens eine Auffangeinrichtung an der zweiten Stirnseite mit wenigstens einer zugeordneten Zuführung bzw. Zuführeinrichtung für den an der zweiten Stirnseite aufgefangenen Leckagevolumenstrom in den abströmenden ersten Gasvolumenstrom.

[0038] Der erfindungsgemäße regenerative Wärmetauscher ist bevorzugt zur Anwendung des oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet. Die oben beschriebenen Verfahrensmerkmale und deren Vorteile sind daher entsprechend auf den erfindungsgemäßen regenerativen Wärmetauscher übertragbar.

[0039] Eine Auffangeinrichtung ist jede Einrichtung die dazu geeignet ist, einen Leckagevolumenstrom zu erfassen bzw. aufzufangen. Eine Auffangeinrichtung kann ein System aus einzelnen Komponenten sein. Eine Auffangvorrichtung ist bevorzugt eine Absaugeinrichtung.

[0040] Eine Zuführung bzw. Zuführungseinrichtung dient dem Zuführen bzw. Rückführen eines mit einer Auf-

fangeinrichtung erfassten bzw. aufgefangenen Leckagevolumenstroms in den ersten Gasvolumenstrom. Eine Zuführung bzw. eine Zuführeinrichtung ist bevorzugt durch ein Leitungssystem realisiert, durch welches der an einer Rotordichtung erfasste bzw. aufgefangene Leckagevolumenstrom definiert dem ersten Gasvolumenstrom zugeführt wird. Falls der Leckagevolumenstrom vom ersten Gasvolumenstrom ausgeht so handelt es sich bei der Zuführung bzw. Zuführeinrichtung genau genommen um eine Rückführung bzw. Rückführeinrichtung.

[0041] Bevorzugt umfasst das Leitungssystem wenigstens einer Zuführung bzw. Zuführeinrichtung wenigstens eine Gebläseeinrichtung mit welcher eine definierte Strömung in diesem Leitungssystem erzeugt werden kann.

[0042] Die Gebläseeinrichtung ist derart gestaltet, dass in einer Verbindungsleitung die zwischen dieser Gebläseeinrichtung und einer Rotordichtung angeordnet ist ein Unterdruck erzeugt werden kann, mit dem der Leckagevolumenstrom an der betreffenden Rotordichtung abgesaugt werden kann. Insbesondere handelt es sich bei der Rotordichtung um wenigstens eine Radialdichtung und/oder wenigstens eine Umfangsdichtung die über die Verbindungsleitung strömungstechnisch mit der Gebläseeinrichtung verbunden ist. Wenigstens eine Radialdichtung und/oder wenigstens eine Umfangsdichtung ist bevorzugt geteilt ausgebildet und/oder weist mehrere Öffnungen auf, so dass ein an dieser Rotordichtung auftretender Leckagevolumenstrom mittels Unterdruck vereinfacht abgesaugt werden kann.

[0043] Dieselbe Gebläseeinrichtung erzeugt fernerhin in einer Verbindungsleitung, die zwischen dieser Gebläseeinrichtung und dem ersten Gasvolumenstrom angeordnet ist, einen Überdruck, mit dem der an der Rotordichtung abgesaugte Leckagevolumenstrom dem ersten Gasvolumenstrom zugeführt bzw. in diesen rückgeführt, genau genommen in diesen eingeleitet bzw. eingespeist werden kann.

[0044] Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass an der ersten Stirnseite des Rotors, insbesondere im Bereich einer Radialdichtung und/oder einer Umfangsdichtung, wenigstens eine Absaugung bzw. Absaugeinrichtung für einen Leckagevolumenstrom vorgesehen ist, mit einer zugeordneten Zuführung bzw. Zuführeinrichtung für den abgesaugten Leckagevolumenstroms in den anströmenden ersten Gasvolumenstrom. Ebenso ist vorgesehen, dass an der zweiten Stirnseite des Rotors, insbesondere im Bereich einer Radialdichtung und/oder einer Umfangsdichtung, wenigstens eine Absaugeinrichtung für einen Leckagevolumenstrom vorgesehen ist, mit einer zugeordneten Zuführung bzw. Zuführeinrichtung für den abgesaugten Leckagevolumenstrom in den abströmenden ersten Gasvolumenstrom. Die Zuführungen bzw. Zuführeinrichtungen sind separat voneinander ausgebildet und umfassen jeweils wenigstens eine Gebläseeinrichtung. Dies entspricht einem bevorzugten und besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung.

dung.

[0045] Die Erfindung lässt sich in sinngemäßer Weise auch an einem Wärmetauscher mit stationäre wärmespeichernden Massen realisieren.

[0046] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren. Es zeigen:

Fig. 1 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer schematischen Darstellung, und

Fig. 2 ein alternatives Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer schematischen Darstellung.

[0047] Die Figur 1 zeigt einen insgesamt mit 1 bezeichneten regenerativen Wärmetauscher der in einem Kraftwerk eingesetzt ist. Dieser umfasst einen kreiszylindrischen Rotor 2 der horizontal ausgerichtet und um eine vertikale Achse 3 drehbar gelagert ist. Im Inneren des Rotors 2 befinden sich Wärmespeicher 4 (bspw. Heizblechpakete wie eingangs beschrieben). Der Rotor weist eine erste, untere Stirnseite 5a, eine zweite, obere Stirnseite 5b und eine Mantelwand (Umfangswand) 7 auf. An den Stirnseiten 5a und 5b befinden sich nicht näher spezifizierte Radialdichtungen 8a und 8b sowie nicht näher spezifizierte Umfangsdichtungen 9a und 9b.

[0048] Gemäß der Darstellung wird der Rotor 2 auf der linken Seite von einem ersten Gasvolumenstrom 10 von unten nach oben durchströmt, wobei es sich hierbei um einen Frischluftvolumenstrom handelt. Der Frischluftvolumenstrom 10 wird von einer Gebläseeinrichtung 14 angesaugt und dem Rotor 2 zugeführt. Der Frischluftvolumenstrom 10 tritt an der unteren Stirnseite 5a des Rotors 2 in diesen ein und an der oberen Stirnseite 5b wieder aus und wird während des Durchströmens des Rotors 2 an den Wärmespeichern 4 erwärmt, die sich hierbei im selben Maße abkühlen (wie eingangs beschrieben). Bezogen auf den Rotor 2 ist der anströmende Frischluftvolumenstrom mit 10a und der abströmende Frischluftvolumenstrom mit 10b bezeichnet.

[0049] Auf der rechten Seite wird der Rotor 2 von einem zweiten Gasvolumenstrom 11 von oben nach unten durchströmt, wobei es sich hierbei um einen Rauchgasvolumenstrom aus einem Verbrennungsprozess handelt. Der Rauchgasvolumenstrom 11 tritt an der oberen Stirnseite 5b in den Rotor 2 ein und an der unteren Stirnseite 5a wieder aus dem Rotor 2 aus und wird während des Durchströmens des Rotors 2 an den kühlen Wärmespeichern 4 abgekühlt, die sich hierbei im selben Maße aufheizen und anschließend der Erwärmung des Frischluftvolumenstroms 10 zur Verfügung stehen (wie eingangs beschrieben). Nach dem Verlassen des Rotors 2 wird der bereits abgekühlte Rauchgasvolumenstrom Rauchgasreinigungsanlagen und/oder Filtereinrichtungen 20 zugeführt.

[0050] Infolge der gegensinnigen Durchströmung sind die Temperaturen beider Gasvolumenströme 10 und 11 an der oberen, zweiten Stirnseite 5b des Rotors 2 höher,

als an der unteren, ersten Stirnseite 5a. Von daher kann die obere Stirnseite 5b auch als "heiße Seite" und die untere Stirnseite 5a auch als "kalte Seite" bezeichnet werden.

[0051] Um die beiden Gasvolumenströme 10 und 11 am Rotor 2 abzudichten sind die Radialdichtungen 8a und 8b, sowie die Umfangsdichtungen 9a und 9b vorgesehen. Die Umfangsdichtungen 9a und 9b sollen die Gasvolumenströme 10 und 11 am Außenrand bzw. Außenumfang des Rotors 2 abdichten, während die Radialdichtungen 8a und 8b eine Durchmischung der Gasvolumenströme 10 und 11 durch Strömungskurzschlüsse bzw. Kurzschlussvolumenströme unterbinden sollen. Infolge wechselnder thermischer und mechanischer Beanspruchung sind zwischen den Dichtungen 8a, 8b, 9a und 9b und dem Rotor 2 stets Spalte bzw. Restspalte vorhanden, durch die hindurch Leckagevolumenströme auftreten. Insbesondere im Bereich der Radialdichtungen 8a und 8b werden Leckagevolumenströme zudem durch Druckunterschiede in den Gasvolumenströmen 10 und 11 begünstigt, wobei der Frischluftvolumenstrom 10 wegen der Gebläseeinrichtung 14 meist einen höheren Druck als der Rauchgasvolumenstrom 11 aufweist. Dies führt zu Frischluft-Leckagevolumenströmen 12a und 12b sodass Frischluft mit einem geringeren Temperaturniveau in den Rauchgasvolumenstrom 11 übertritt bzw. überströmt, was zu einem unerwünschten und nachteiligen Abkühlungseffekt im Rauchgasvolumenstrom 11 führt (wie oben ausführlich beschrieben).

[0052] Es ist daher vorgesehen, die Leckagevolumenströme 12a und 12b im Bereich der Radialdichtungen 8a und 8b aufzufangen und die Leckagevolumenströme von der "heißen" Stirnseite 5b des Rotors 2 dem abströmenden Frischluftvolumenstrom 10b zuzuführen bzw. in diesen einzuleiten und von der "kalten" Stirnseite 5a des Rotors 2 dem anströmenden Gasvolumenstrom 10a zuzuführen bzw. in diesen einzuleiten. Durch diese getrennte Rückführung der Leckagevolumenströme von der "heißen" Stirnseite in den bereits aufgewärmten, abströmenden Frischluftvolumenstrom 10b und von der "kalten" Seite in den noch kühlen, anströmenden Frischluftvolumenstrom 10a kann der oben beschriebene unerwünschte und nachteilige Abkühlungseffekt im Rauchgasvolumenstrom 11 vermieden werden, wodurch im Ergebnis der Wirkungsgrad des Wärmetauschers und damit auch des Kraftwerks erhöht werden kann (wie oben ausführlich dargelegt). Auch kann im abzukühlenden Rauchgas die Kondensation von kritischen Rauchgasbestandteilen in kalten Temperaturstrahlen verhindert oder zumindest vermindert werden.

[0053] Das Auffangen der Leckagevolumenströme bzw. Frischluft-Leckagevolumenströme 12a und 12b erfolgt durch Absaugen an den Radialdichtungen 8a und 8b. Um das Absaugen zu vereinfachen können die Radialdichtungen 8a und 8b geteilt und/oder mit einer Vielzahl von Öffnungen (nicht dargestellt) ausgebildet sein, durch die ein Unterdruck wirksam im Spalt bzw. Restspalt zwischen den Radialdichtung 8a und 8b und dem Rotor

2 aufgebracht und dadurch die Leckagevolumenströme aufgefangen werden können. Der Unterdruck wird jeweils von einer Gebläseeinrichtung 16a und 16b erzeugt die bspw. ein Ventilator oder dgl. sein kann. Zwischen den Gebläseeinrichtungen 16a und 16b und den Radialdichtungen 8a und 8b ist jeweils eine Verbindungsleitung 17a und 17b angeordnet, über welche die aufgefangenen bzw. abgesaugten Leckagevolumenströme 12a und 12b weggeführt werden. Von den Gebläseeinrichtungen 16a und 16b reicht jeweils eine Verbindungsleitung 18a bzw. 18b in den anströmenden Frischluftvolumenstrom 10a bzw. in den abströmenden Frischluftvolumenstrom 10b. Diese Verbindungsleitungen 18a bzw. 18b dienen der Zuführung bzw. Rückführung der aufgefangenen und weggeführten Leckagevolumenströme 12a und 12b in den Frischluftvolumenstrom 10. Die Gebläseeinrichtungen 16a und 16b sind derart gestaltet, dass sie in den Verbindungsleitungen 17a und 17b einen Unterdruck und in den Verbindungsleitungen 18a und 18b einen Überdruck erzeugen.

[0054] Die Verbindungsleitungen 17a und 18a bilden, hier zusammen mit der Gebläseeinrichtung 16a, ein Leitungssystem für die Zuführung bzw. Rückführung eines an der ersten Stirnseite ("kalte Seite") 5a des Rotors 2 aufgefangenen bzw. abgesaugten Leckagevolumenstroms 12a in den anströmenden Frischluftvolumenstrom 10a. Hiervon unabhängig bilden die Verbindungsleitungen 17b und 18b, hier zusammen mit der Gebläseeinrichtung 16b, ein zweites separates Leitungssystem für die Zuführung bzw. Rückführung eines an der zweiten Stirnseite ("heiße Seite") 5b des Rotors 2 aufgefangenen bzw. abgesaugten Leckagevolumenstroms 12b in den abströmenden Frischluftvolumenstrom 10b. Die Leitungsquerschnitte und die Gebläseleistung sind entsprechend dimensioniert. Auch ist es möglich die Verbindungsleitungen zu segmentieren oder mehrere Verbindungsleitungen parallel anzuordnen. Auch ist es möglich mehrere Gebläseeinrichtungen parallel oder in Reihe vorzusehen.

[0055] Alternativ zu dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel ist es auch möglich, eine Absaugung und Zuführung bzw. Rückführung an nur einer der Stirnseiten 5a und 5b des Rotors 2 vorzusehen (nicht dargestellt), wodurch sich bei geringerem baulichen Aufwand bereits eine deutliche Verbesserung des Wirkungsgrades ergibt. Alternativ oder ergänzend können auch die Leckagevolumenströme an den Umfangsdichtungen 9a und 9b aufgefangen und jeweils dem anströmenden Frischluftvolumenstrom 10a oder dem abströmenden Frischluftvolumenstrom 10b zugeführt und in diesen eingespeist bzw. eingeleitet werden. Dies ist in der Figur 1 auf der linken Seite des Rotors 2 exemplarisch mit einer gestrichelten Linie für die Umfangsdichtung 9a dargestellt. Für die Absaugung und Zuführung bzw. Rückführung (in diesem Fall in den anströmenden Frischluftvolumenstrom 10a) kann eine weitere Gebläseeinrichtung verwendet werden oder es kann die Gebläseeinrichtung 16a für die Absaugung des Leckagevolumenstroms 12a an der unteren

ren Stirnseite 5a mit verwendet werden. Um auch an den Umfangsdichtungen 9a und 9b das Absaugen zu vereinfachen, können die Radialdichtungen 8a und 8b geteilt und/oder mit einer Vielzahl von Öffnungen ausgebildet sein. Durch die Absaugung eines Leckagevolumenstroms an wenigstens einer der Umfangsdichtungen 9a und 9b kann der Wirkungsgrad des Regenerativ-Wärmetauschers 1 weiterhin verbessert werden. Erfindungsgemäß erfolgt die Zuführung bzw. Rückführung eines an einer Umfangsdichtung 9a an der unteren Stirnseite ("kalte Seite") 5a erfassten Leckagevolumenstroms in den anströmenden, noch kühlen Frischluftvolumenstrom 10a und die Zuführung bzw. Rückführung eines an einer Umfangsdichtung 9b an der oberen Stirnseite ("heiße Seite") 5b erfassten Leckagevolumenstroms in den abströmenden, aufgewärmten Frischluftvolumenstrom 10b.

[0056] Die Figur 2 zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel der Erfindung. Nachfolgend wird nur auf die Unterschiede zu dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 (siehe obige Ausführungen) eingegangen. Von daher gelten die obigen Ausführungen zum Ausführungsbeispiel der Figur 1 sinngemäß.

[0057] Der wesentliche Unterschied zum Ausführungsbeispiel der Figur 1 ist darin gegeben, dass der Rotor 2 auf seiner linken Seite von zwei separaten Gasvolumenströmen 100 und 101 in gleicher Richtung durchströmt wird, die während ihrer Durchströmung des Rotors jeweils aufgewärmt werden. Der Gasvolumenstrom 100 kann bspw. ein Sekundärluft-Volumenstrom sein und der Gasvolumenstrom 101 kann bspw. ein Primärluft-Volumenstrom sein. Diese Gasvolumenströme 100 und 101 dienen unterschiedlichen Verwendungszwecken in einem Kraftwerk. Abweichend von der Darstellung, in welcher die beiden Gasvolumenströme 100 und 101 den Rotor 2 nebeneinander durchströmen, können diese den Rotor auch an verschiedenen Stellen, bezogen auf den Rotorquerschnitt, durchströmen. Die separate Zuführung bzw. Rückführung der an den Radialdichtungen 8a und 8b aufgefangen bzw. abgesaugten Leckagevolumenströme erfolgt hier, beidseitig des Rotors 2 gemäß den obigen Ausführungen, jeweils in denselben Gasvolumenstrom 100 (Sekundärluft-Volumenstrom). Alternativ ist es auch möglich die aufgefangenen Leckagevolumenströme dem anderen Gasvolumenstrom 101 (Primärluft-Volumenstrom) zuzuführen.

[0058] Bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 ist es ebenso denkbar, die Absaugung eines Leckagevolumenstroms an nur einer Stirnseite 5a oder 5b des Rotors 2 vorzusehen. Ebenso kann die Absaugung eines Leckagevolumenstroms auch an einer Umfangsdichtung 9a und/oder 9b erfolgen, wie oben beschrieben.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0059]

1 Regenerativer Wärmetauscher

2	Rotor
3	Drehachse
4	Wärmespeicher
5a	erste Stirnseite (Unterseite)
5b	zweite Stirnseite (Oberseite)
7	Mantelwand
8a	Radialdichtung(en) an der ersten Stirnseite
8b	Radialdichtung(en) an der zweiten Stirnseite
10	Umfangsdichtung(en) an der ersten Stirnseite
9b	Umfangsdichtung(en) an der zweiten Stirnseite
10	Frischluftvolumenstrom (erster Gasvolumenstrom)
10a	anströmender Frischluftvolumenstrom
10b	abströmender Frischluftvolumenstrom
11	Rauchgasvolumenstrom (zweiter Gasvolumenstrom)
12a	Leckagevolumenstrom an der ersten Stirnseite
12b	Leckagevolumenstrom an der zweiten Stirnseite
14	Gebläseeinrichtung für den Frischluftvolumenstrom
16a	Gebläseeinrichtung an der ersten Stirnseite
16b	Gebläseeinrichtung an der zweiten Stirnseite
17a	Verbindungsleitung zur Radialdichtung an der ersten Stirnseite
17b	Verbindungsleitung zur Radialdichtung an der zweiten Stirnseite
18a	Verbindungsleitung in den Frischluftvolumenstrom
18b	Verbindungsleitung in den Frischluftvolumenstrom
20	Filtereinrichtungen
100	Gasvolumenstrom (Sekundärluft)
101	Gasvolumenstrom (Primärluft)
140, 141	Gebläseeinrichtung für Gasvolumenströme 100 und 101

Patentansprüche

- Verfahren zum Betrieb eines regenerativen Wärmetauschers (1) nach Anspruch 10 der einen Rotor (2) umfasst, der von wenigstens einem ersten, aufzuwärmenden Gasvolumenstrom (10) und wenigstens einem zweiten, abzukühlenden Gasvolumenstrom (11) durchströmt wird; wobei der anströmende erste Gasvolumenstrom (10a) an einer ersten Stirnseite (5a) des Rotors (2) in den Rotor (2) eintritt und an einer zweiten Stirnseite (5b) des Rotors (2) als abströmender erster Gasvolumenstrom (10b) wieder aus dem Rotor (2) austritt; wobei der erste (10) und/oder der zweite (11) Gasvolumenstrom am Rotor (2) mittels wenigstens einer

Rotordichtung abgedichtet ist/sind, und wobei wenigstens ein an einer Rotordichtung auftretender Leckagevolumenstrom aufgefangen und dem ersten Gasvolumenstrom (10) zugeführt wird, wobei der Leckagevolumenstrom an der ersten Stirnseite (5a) des Rotors (2) aufgefangen und dem anströmenden ersten Gasvolumenstrom (10a) zugeführt wird und **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leckagevolumenstrom an der zweiten Stirnseite des Rotors (2) aufgefangen und dem abströmenden ersten Gasvolumenstrom (10b) zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein an der ersten Stirnseite (5a) des Rotors (2) aufgefangener Leckagevolumenstrom stromaufwärts des Rotors (2) in den anströmenden ersten Gasvolumenstrom (10a) eingeleitet wird und/oder dass wenigstens ein an der zweiten Stirnseite (5b) des Rotors (2) aufgefangener Leckagevolumenstrom stromabwärts des Rotors (2) in den abströmenden ersten Gasvolumenstrom (10b) eingeleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einleiten wenigstens eines aufgefangenen Leckagevolumenstroms in den ersten Gasvolumenstrom (10) nahe des Rotors (2) und bevorzugt in unmittelbarer Nähe des Rotors (2) erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils wenigstens ein Leckagevolumenstrom an der ersten Stirnseite (5a) des Rotors (2) und an der zweiten Stirnseite (5b) des Rotors (2) aufgefangen wird, die dann auf getrennten Pfaden jeweils dem anströmenden ersten Gasvolumenstrom (10a) und dem abströmenden ersten Gasvolumenstrom (10b) zugeführt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** pro Pfad jeweils wenigstens eine Gebläseeinrichtung (16a, 16b) zur Erzeugung einer Strömung eingesetzt wird.
6. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Leckagevolumenstrom (12a, 12b) an der ersten Stirnseite (5a) und/oder an der zweiten Stirnseite (5b) des Rotors (2) im Bereich einer Radialdichtung (8a, 8b) aufgefangen wird, wobei das Auffangen bevorzugt durch ein Absaugen erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Leckagevolumenstrom an der ersten Stirnseite (5a) und/oder an der zweiten Stirnseite (5b) des Rotors (2) im Bereich einer Umfangsdichtung (9a, 9b) aufgefangen wird, wobei das Auffangen bevorzugt durch ein Absaugen erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein erster Gasvolumenstrom (10) und wenigstens ein zweiter Gasvolumenstrom (11) den Rotor (2) gegensinnig durchströmen.
9. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei erste Gasvolumenströme vorgesehen sind und das Zuführen aller aufgefangenen Leckagevolumenstroms in lediglich einen dieser beiden ersten Gasvolumenströme erfolgt.
10. Regenerativer Wärmetauscher (1) umfassend:
 - einen von wenigstens zwei Gasvolumenströmen (10, 11) durchströmten Rotor (2), wobei der Rotor (2) eine erste Stirnseite (5a) aufweist an der ein anströmender erster, aufzuwärmender Gasvolumenstrom (10) in den Rotor (2) eintritt, und wobei der Rotor (2) eine zweite Stirnseite (5b) aufweist an der der abströmende erste Gasvolumenstrom (10) wieder aus dem Rotor (2) austritt; und
 - wenigstens eine Rotordichtung, insbesondere Radialdichtung (8a, 8b) und/oder Umfangsdichtung (9a, 9b), zur Abdichtung des ersten (10) und/oder des zweiten (11) Gasvolumenstroms am Rotor (2); und
 - wenigstens einer Auffangeinrichtung für wenigstens einen Leckagevolumenstrom an einer Rotordichtung und wenigstens einer Zuführeinrichtung für den aufgefangenen Leckagevolumenstroms in den ersten Gasvolumenstrom (10), wobei

wenigstens eine Auffangeinrichtung an der ersten Stirnseite (5a) mit wenigstens einer zugeordneten Zuführeinrichtung für den an der ersten Stirnseite (5a) aufgefangenen Leckagevolumenstrom in den anströmenden ersten Gasvolumenstrom (10a) und **gekennzeichnet durch**, wenigstens eine Auffangeinrichtung an der zweiten Stirnseite (5b) mit wenigstens einer zugeordneten Zuführeinrichtung für den an der zweiten Stirnseite (5b) aufgefangenen Leckagevolumenstrom in den abströmenden ersten Gasvolumenstrom (10b).

11. Regenerativer Wärmetauscher (1) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Zuführung aus einem Leitungssystem (17a, 18a; 17b, 18b) gebildet ist, durch welches der aufgefangene Leckagevolumenstrom definiert dem ersten Gasvolumenstrom zugeführt wird. 5
12. Regenerativer Wärmetauscher (1) nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Leitungssystem (17a, 18a; 17b, 18b) wenigstens eine Gebläseeinrichtung (16a, 16b) angeordnet ist. 10
13. Regenerativer Wärmetauscher (1) nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens eine Verbindungsleitung (17a, 17b) von einer Gebläseeinrichtung (16a, 16b) zu wenigstens einer Rotordichtung, insbesondere zu einer Radialdichtung (8a, 8b) und/oder einer Umfangsdichtung (9a, 9b), umfasst ist. 15
14. Regenerativer Wärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens eine Radialdichtung (8a, 8b) und/oder wenigstens eine Umfangsdichtung (9a, 9b) geteilt ausgebildet und/oder mit mehreren Öffnungen versehen ist. 20
15. Regenerativer Wärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass an der ersten Stirnseite (5a) des Rotors (2), insbesondere im Bereich einer Radialdichtung (8a) und/oder einer Umfangsdichtung (9a), wenigstens eine Absaugeinrichtung für einen Leckagevolumenstrom (12a) vorgesehen ist, mit einer zugeordneten Zuführeinrichtung für den abgesaugten Leckagevolumenstrom in den anströmenden ersten Gasvolumenstrom (10a), und dass an der zweiten Stirnseite (5b) des Rotors (2), insbesondere im Bereich einer Radialdichtung (8b) und/oder einer Umfangsdichtung (9b), wenigstens eine Absaugeinrichtung für einen Leckagevolumenstrom (12b) vorgesehen ist, mit einer zugeordneten Zuführeinrichtung für den abgesaugten Leckagevolumenstrom in den abströmenden ersten Gasvolumenstrom (10b), wobei die Zuführeinrichtungen separat voneinander ausgebildet sind und jeweils wenigstens eine Gebläseeinrichtung (16a, 16b) umfassen. 25

Claims

1. A method for operating a regenerative heat exchang-

er (1) according to claim 10, which comprises a rotor (2), which has at least one first gas volume flow (10) to be heated and at least one second gas volume flow (11) to be cooled flowing through it; wherein the inflowing first gas volume flow (10a) enters the rotor (2) at a first front side (5a) of the rotor (2) and exits the rotor (2) again at a second front side (5b) of the rotor (2) as the outflowing first gas volume flow (10b); wherein the first (10) and/or the second (11) gas volume flows is/are sealed on the rotor (2) using at least one rotor seal, and wherein at least one leakage volume flow, which occurs at a rotor seal, is captured and supplied to the first gas volume flow (10), wherein the leakage volume flow is captured at the first front side (5a) of the rotor (2) and supplied to the inflowing first gas volume flow (10a) and **characterized in that** the leakage volume flow is captured at the second front side of the rotor (2) and supplied to the outflowing first gas volume flow (10b). 30

2. The method according to claim 1,
characterized in that at least one leakage volume flow captured at the first front side (5a) of the rotor (2) is introduced into the inflowing first gas volume flow (10a) upstream from the rotor (2) and/or at least one leakage volume flow captured at the second front side (5b) of the rotor (2) is introduced into the outflowing first gas volume flow (10b) downstream from the rotor (2). 35
3. The method according to claim 2,
characterized in that the introduction of at least one captured leakage volume flow into the first gas volume flow (10) is performed close to the rotor (2) and preferably in direct proximity to the rotor (2). 40
4. The method according to one of the preceding claims,
characterized in that at least one leakage volume flow is captured in each case at the first front side (5a) of the rotor (2) and at the second front side (5b) of the rotor (2), which are then each supplied on separate paths to the inflowing first gas volume flow (10a) and the outflowing first gas volume flow (10b). 45
5. The method according to Claim 4,
characterized in that at least one fan unit (16a, 16b) is used per path to generate a flow. 50
6. The method according to one of the preceding claims,
characterized in that at least one leakage volume flow (12a, 12b) is captured at the first front side (5a) and/or at the second front side (5b) of the rotor (2) in the area of a radial seal (8a, 8b), whereby the capturing is preferably performed by suctioning. 55

7. The method according to one of the preceding claims,
characterized in that at least one leakage volume flow is captured at the first front side (5a) and/or at the second front side (5b) of the rotor (2) in the area of a peripheral seal (9a, 9b), whereby the capturing is preferably performed by suctioning.

8. The method according to one of the preceding claims,
characterized in that at least one first gas volume flow (10) and at least one second gas volume flow (11) pass through the rotor (2) in opposite directions.

9. The method according to one of the preceding claims,
characterized in that at least two first gas volume flows are provided and the supply of all captured leakage volume flows is performed into only one of these two first gas volume flows.

10. A regenerative heat exchanger (1) comprising:

- a rotor (2) having at least two gas volume flows (10, 11) flowing through it, the rotor (2) having a first front side (5a), at which an inflowing first gas volume flow (10) to be heated enters the rotor (2), and the rotor (2) having a second front side (5b), at which the outflowing first gas volume flow (10) exits the rotor (2) again; and
- at least one rotor seal, in particular a radial seal (8a, 8b) and/or peripheral seal (9a, 9b), for sealing the first (10) and/or the second (11) gas volume flow on the rotor (2); and
- at least one capture unit for at least one leakage volume flow at a rotor seal and at least one supply unit for the captured leakage volume flow into the first gas volume flow (10), wherein at least one capture unit on the first front side (5a), having at least one associated supply unit for the leakage volume flow captured at the first front side (5a) into the inflowing first gas volume flow (10a) and

characterized by at least one capture unit on the second front side (5b), having at least one associated supply unit for the leakage volume flow captured at the second front side (5b) into the outflowing first gas volume flow (10b).

11. The regenerative heat exchanger (1) according to claim 10,
characterized in that a supply is formed from a line system (17a, 18a; 17b, 18b), through which the captured leakage volume flow is supplied in a defined manner to the first gas volume flow.

12. The regenerative heat exchanger (1) according to

claim 11,

characterized in that at least one fan unit (16a, 16b) is situated in the line system (17a, 18a; 17b, 18b).

13. The regenerative heat exchanger (1) according to claim 12,
characterized in that it comprises at least one connection line (17a, 17b) from a fan unit (16a, 16b) to at least one rotor seal, in particular to a radial seal (8a, 8b) and/or a peripheral seal (9a, 9b).

14. The regenerative heat exchanger (1) according to one of claims 10 through 13,
characterized in that at least one radial seal (8a, 8b) and/or at least one peripheral seal (9a, 9b) is implemented as divided and/or is provided with multiple openings.

15. The regenerative heat exchanger (1) according to one of claims 10 through 14,
characterized in that, on the first front side (5a) of the rotor (2), in particular in the area of a radial seal (8a) and/or a peripheral seal (9a), at least one suction unit for a leakage volume flow (12a) is provided, having an associated supply unit for the suctioned leakage volume flow into the inflowing first gas volume flow (10a), and, on the second front side (5b) of the rotor (2), in particular in the area of a radial seal (8b) and/or a peripheral seal (9b), at least one suction unit is provided for a leakage volume flow (12b), having an associated supply unit for the suctioned leakage volume flow into the outflowing first gas volume flow (10b), the supply units being implemented separately from one another and each comprising at least one fan unit (16a, 16b).

Revendications

1. Procédé pour le pilotage d'un échangeur de chaleur à régénération (1) selon la revendication 10 comprenant un rotor (2) qui est parcouru par au moins un premier flux volumique de gaz (10) à chauffer et au moins un deuxième flux volumique de gaz (11) à refroidir, dans lequel le premier flux volumique de gaz entrant (10a) entre dans le rotor (2) par une première face d'extrémité (5a) du rotor (2) et ressort du rotor (2) par une deuxième face d'extrémité (5b) du rotor (2) sous la forme d'un premier flux volumique de gaz sortant (10b) ;
 dans lequel le premier flux volumique de gaz (10) et/ou le deuxième (11) sont isolés au niveau du rotor (2) au moyen d'au moins un joint de rotor, et
 dans lequel au moins un flux volumique de fuite se produisant au niveau du joint du rotor est capté et amené dans le premier flux volumique de gaz (10), le flux volumique de fuite étant capté sur la première face d'extrémité (5a) du rotor (2) et amené dans le

- premier flux volumique de gaz entrant (10a),
caractérisé en ce que le flux volumique de fuite est capté sur la deuxième face d'extrémité du rotor (2) et amené dans le premier flux volumique de gaz sortant (10b).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moins un flux volumique de fuite capté sur la première face d'extrémité (5a) du rotor (2) est introduit en amont du rotor (2) dans le premier flux volumique de gaz entrant (10a) et/ou **en ce qu'**au moins un flux volumique de fuite capté sur la deuxième face d'extrémité (5b) du rotor (2) est introduit en aval du rotor (2) dans le premier flux volumique de gaz sortant (10b).
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'introduction d'au moins un flux volumique de fuite capté dans le premier flux volumique de gaz (10) s'effectue près du rotor (2) et de préférence à proximité immédiate du rotor (2).
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un flux volumique de fuite est capté sur la première face d'extrémité (5a) du rotor (2) et un autre sur la deuxième face d'extrémité (5b) du rotor (2) et ils sont ensuite amenés dans le premier flux volumique de gaz entrant (10a) et le premier flux volumique de gaz sortant (10b) par des chemins séparés.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'**au moins une installation de soufflerie (16a, 16b) est utilisée pour chaque chemin pour créer une circulation.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un flux volumique de fuite (12a, 12b) est capté sur la première face d'extrémité (5a) et/ou sur la deuxième face d'extrémité (5b) du rotor (2) au niveau d'un joint radial (8a, 8b), le captage étant de préférence effectué par aspiration.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un flux volumique de fuite est capté sur la première face d'extrémité (5a) et/ou sur la deuxième face d'extrémité (5b) du rotor (2) au niveau d'un joint circumférentiel (9a, 9b), le captage étant de préférence effectué par aspiration.
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un premier flux volumique de gaz (10) et au moins un deuxième flux volumique de gaz (11) parcourent le rotor (2) en sens contraire.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins deux premiers flux volumiques de gaz sont prévus et tous les flux volumiques de fuite captés sont amenés dans un seul de ces deux flux volumiques de gaz.
10. Échangeur de chaleur à régénération (1) comprenant :
- un rotor (2) parcouru par au moins deux flux volumiques de gaz (10, 11), lequel rotor (2) présente une première face d'extrémité (5a) au niveau de laquelle un premier flux volumique de gaz (10) à réchauffer entre dans le rotor (2), et lequel rotor (2) présente une deuxième face d'extrémité (5b) au niveau de laquelle un premier flux volumique de gaz sortant (10) ressort du rotor (2) ; et
 - au moins un joint de rotor, en particulier un joint radial (8a, 8b) et/ou un joint circumférentiel (9a, 9b), pour isoler le premier flux volumique de gaz (10) et/ou le deuxième (11) au niveau du rotor (2) ; et
 - au moins un dispositif de captage pour au moins un flux volumique de fuite sur un joint de rotor et au moins un dispositif d'amenée pour amener le flux volumique de fuite capté dans le premier flux volumique de gaz (10) ;
- dans lequel au moins un dispositif de captage est prévu sur la première face d'extrémité (5a) avec au moins un dispositif d'amenée pour amener le flux volumique de fuite capté sur la première face d'extrémité (5a) dans le premier flux volumique de gaz entrant (10a),
caractérisé en ce qu'il est prévu au moins un dispositif de captage sur la deuxième face d'extrémité (5b) avec au moins un dispositif d'amenée correspondant pour amener le flux volumique de fuite capté sur la deuxième face d'extrémité (5b) dans le premier flux volumique de gaz sortant (10b).
11. Échangeur de chaleur à régénération (1) selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'**une aménée est formée par un système de conduites (17a, 18a ; 17b, 18b), par lequel le flux volumique de fuite capté est amené de manière définie dans le premier flux volumique de gaz.
12. Échangeur de chaleur à régénération (1) selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'**au moins un dispositif de soufflerie (16a, 16b) est prévu dans le système de conduites (17a, 18a ; 17b, 18b).
13. Échangeur de chaleur à régénération (1) selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'**au moins une conduite de communication (17a, 17b) est comprise entre un dispositif de soufflerie (16a, 16b) et

au moins un joint de rotor, en particulier un joint radial (8a, 8b) et/ou un joint circonférentiel (9a, 9b).

14. Échangeur de chaleur à régénération (1) selon l'une des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** 5
l'au moins un joint radial (8a, 8b) et/ou l'au moins un joint circonférentiel (9a, 9b) est partagé et/ou muni de plusieurs ouvertures.
15. Échangeur de chaleur à régénération (1) selon l'une des revendications 10 à 14, **caractérisé en ce qu'il** 10
est prévu sur la première face d'extrémité (5a) du rotor (2), en particulier au niveau d'un joint radial (8a) et/ou d'un joint circonférentiel (9a), au moins un dispositif d'aspiration pour un flux volumique de fuite 15
(12a), avec un dispositif d'amenée associé pour amener le flux volumique de fuite dans le premier flux volumique de gaz entrant (10a), et **en ce qu'il**
est prévu sur la deuxième face d'extrémité (5b) du rotor (2), en particulier au niveau d'un joint radial (8b) 20
et/ou d'un joint circonférentiel (9b), au moins un dispositif d'aspiration pour un flux volumique de fuite (12b), avec un dispositif d'amenée associé pour amener le flux volumique de fuite dans le premier flux volumique de gaz sortant (10b), les dispositifs 25
d'amenée étant construits séparément l'un de l'autre et comprenant chacun au moins un dispositif de soufflerie (16a, 16b).

30

35

40

45

50

55

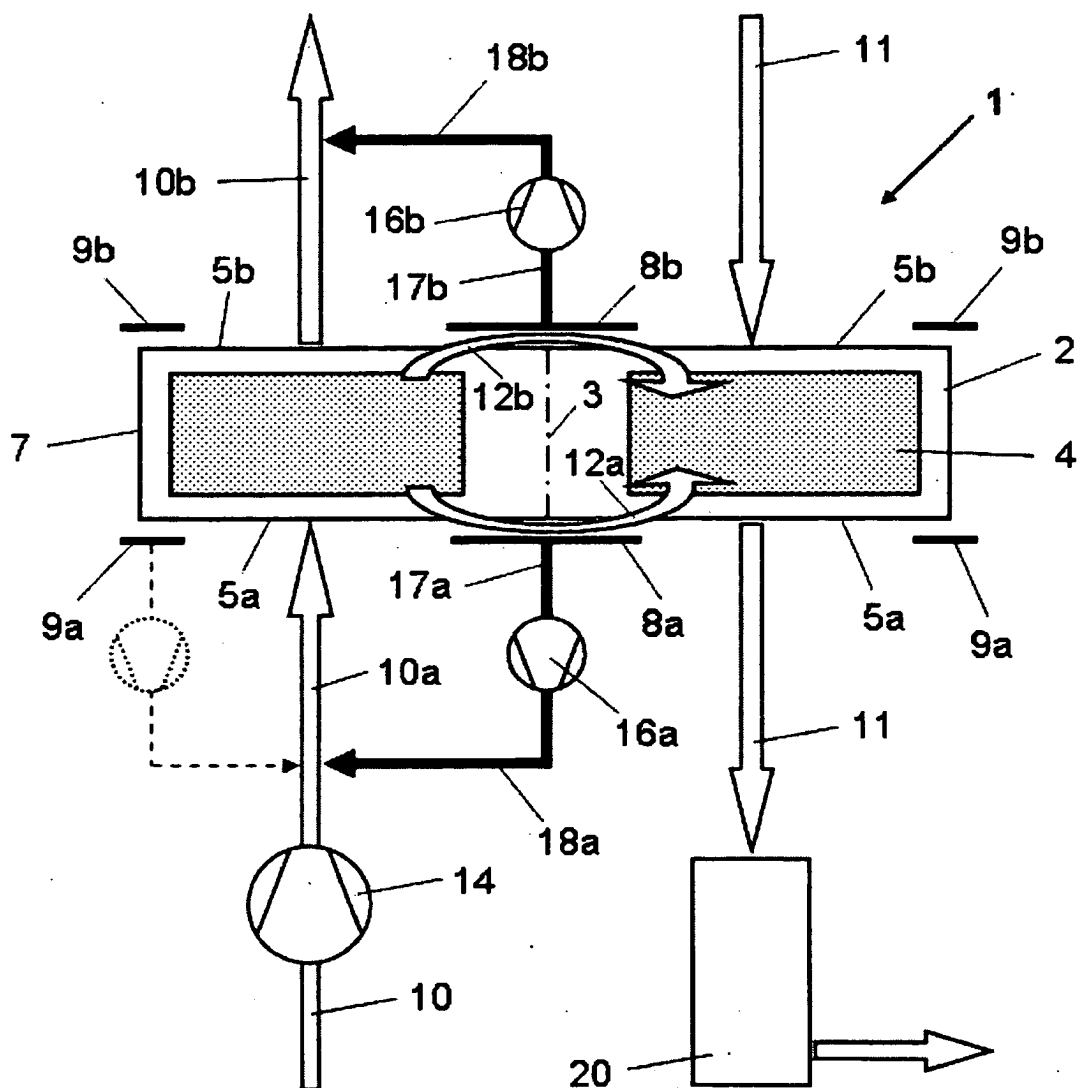


Fig. 1

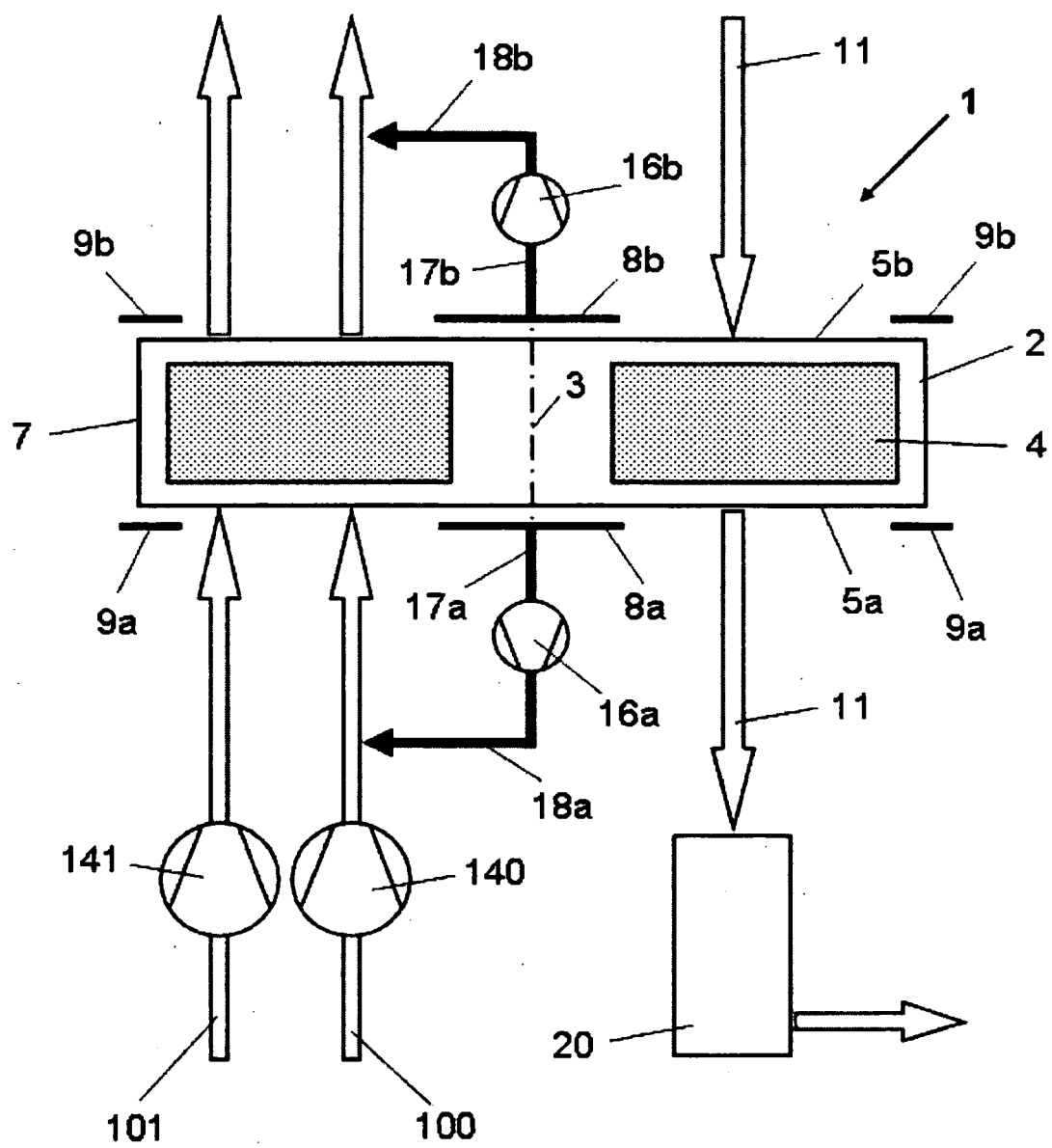


Fig. 2

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 4013484 [0001]
- US 2665120 A [0009]
- DE 3437945 A1 [0010]
- AT 400482 B [0010]
- EP 0588185 A1 [0011]
- DE 4230133 A1 [0011]
- DE 2634653 A1 [0012]
- GB 676129 A [0012]
- DE 4013484 A1 [0012]