



(11) **EP 2 419 644 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**11.11.2015 Patentblatt 2015/46**

(51) Int Cl.:  
**F04D 29/10<sup>(2006.01)</sup> F04D 29/12<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **10714231.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2010/054576**

(22) Anmeldetag: **07.04.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2010/118977 (21.10.2010 Gazette 2010/42)**

(54) **MEHRSTUFIGER TURBOVERDICHTER**  
**MULTI-STAGE TURBO COMPRESSOR**  
**TURBOCOMPRESSEUR À PLUSIEURS ÉTAGES**

(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 MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR**

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**  
**80333 München (DE)**

(30) Priorität: **16.04.2009 DE 102009017614**

(72) Erfinder: **ALFES, Ludger**  
**46282 Dorsten (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.02.2012 Patentblatt 2012/08**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 2 411 243 JP-A- 2000 073 990**  
**US-A- 3 795 460**

**EP 2 419 644 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 einen mehrstufigen Turboverdichter mit mindestens einem Rotor und einem Gehäuse, welcher ein Prozessgas von einem Eintrittsdruck am Eintritt einer ersten Stufe auf einen Enddruck am Austritt einer letzten Stufe verdichtet, wobei mindestens der ersten und der letzten Stufe mindestens jeweils eine Gasdichtung zugeordnet ist, welche den Durchtritt einer Rotorwelle durch eine Wand des Gehäuses oder der Gehäuse gegen ein jeweiligen Stufeneintrittsdruck oder Stufenenddruck nach außen abdichtet, wobei die Gasdichtungen mit mindestens einer Sperrgasleitung verbunden sind, mittels derer sie mit Sperrgas versorgt werden, wobei zumindest ein Druckraum auf der Druckseite der Gasdichtung der letzten Stufe, die gegen den Enddruck zur Umgebung abdichtet, mit mindestens einer Entlastungsleitung verbunden ist, die in eine Drucksenke mündet.

**[0002]** Im Bereich von Turboverdichtern haben Gasdichtungen, insbesondere in einer Tandemanordnung die Aufgabe, Wellendurchtritte vom Druckraum innerhalb des Gehäuses zur Atmosphäre abzudichten. Die Gasdichtungen sind berührungslose Dichtungen und werden mit trockenem gefiltertem Sperrgas geschmiert. Dieses Sperrgas wird normalerweise aus dem Druckstutzen der letzten Stufe, die den höchsten Druck hat, entnommen. Danach wird es gefiltert, unter Umständen beheizt, und über Blenden oder Drosselventile im Druck reduziert sowie mittels Versorgungsleitungen zu den einzelnen Gasdichtungen geführt. Da die Stufen von der ersten bis zur letzten Stufe im Druck regelmäßig ansteigend sind, werden an den einzelnen Blenden bzw. Drosselventilen unterschiedliche Differenzdrücke realisiert. Die Stufen werden im Normalfall gegen den Enddruck hinter ihrem Laufrad abgedichtet. Das bedeutet, dass die Blende bzw. das Drosselventil in der Zuleitung des Sperrgases zu der Gasdichtung, die der ersten Prozessstufe zugeordnet ist, eine hohe Druckdifferenz abgebaut wird, während die Blende in der Sperrgaszuleitung zu der Gasdichtung der letzten Stufe des Turboverdichters eine nur sehr niedrige Druckdifferenz abzubauen hat. Dementsprechend ist der Drosselventilöffnungsquerschnitt bzw. der Blendendurchmesser an der ersten Stufe relativ klein und an der letzten verhältnismäßig groß, um dort die erforderliche Sperrgasmenge bereit zu stellen.

**[0003]** Wird der Turboverdichter in seinem Betriebskennfeld an der Schluckgrenze gefahren, fördert er ein hohes Volumen bei nur geringem Druckaufbau. In diesem Fall ist der Differenzdruck zwischen dem Druck im Druckstutzen und dem Enddruck hinter dem Laufrad der letzten Prozessstufe (unter Umständen je nach Prozess der letzten beiden Stufen) derart gering, dass eine ausreichende Sperrgasversorgung über die vorhandenen Blenden bzw. Drosselventileinstellungen nicht mehr möglich ist. In diesem Fall kann ungefiltertes, eventuell feuchtes Prozessgas an die Gasdichtung kommen und diese beschädigen.

**[0004]** Aus der DE 24 11 243 A1 ist bereits ein Turboverdichter der eingangs genannten Art bekannt; die US 3 795 460 A und die JP 2000073990 zeigen ebenfalls Turboverdichter mit Sperrgasversorgungen.

**[0005]** Ausgehend von den vorstehend beschriebenen Problemen des Standes der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine verbesserte Abdichtung von mehrstufigen Turboverdichtern zu schaffen, die eine Beaufschlagung der Gasdichtungen mit ungefiltertem Prozessgas verhindert.

**[0006]** Zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe wird ein Turboverdichter der eingangs genannten Art mit den zusätzlichen Merkmalen des Kennzeichens des Anspruchs 1 vorgeschlagen.

**[0007]** Die erfindungsgemäße Entlastung der Druckraums auf der Druckseite der Gasdichtung sorgt insbesondere in Betriebszuständen, die durch einen nur geringen Druckaufbau in dem mehrstufigen Turboverdichter gekennzeichnet sind, für die erforderliche Druckdifferenz, um den Dichtungseffekt zu gewährleisten bzw. einen Einströmen von Sperrgas zur Versorgung der Gasdichtung durch die Sperrgasleitung sicherzustellen. Bevorzugt ist die Entlastungsleitung derart dimensioniert, dass die erreichte Druckabsenkung in dem Druckraum auf der Druckseite der Gasdichtung ausreichend ist, damit hinreichend Sperrgas zuströmt und kein Prozessgas zu der Gasdichtung gelangt. Weiterhin sollte die Dimensionierung derart sein, dass nicht mehr Sperrgas verbraucht wird als zu Erzielung des Dichteffekts und zum sicheren Betrieb erforderlich. Bevorzugt ist als Drucksenke eine Einleitung in eine Stufe des Turboverdichters, wo ein niedrigerer Druck vorliegt als in dem Druckraum. Besonders zweckmäßig ist hier die Einleitung in einen Eintritt in eine Stufe. Auf diese Weise wird das Prozessgas zum Zwecke der angestrebten Druckentlastung zu einem lediglich geringen Anteil im Kreis geführt. Um den Verbrauch an vorgespanntem Prozessgas bzw. den Anteil des durch die Druckentlastung entspannten Prozessgases möglichst gering zu halten ist es zweckmäßig, wenn zwischen dem Druckraum und einem Stufenaustritt der zugeordneten Stufe eine Zusatzwellendichtung vorgesehen ist. Diese ist bevorzugt als Labyrinth ausgebildet. Diese Zusatzwellendichtung kann einen erforderlichen Druckverlust herbeiführen, der benötigt wird, damit das Sperrgas, wenn es aus der druckhöchsten Stufe abgezweigt ist, die Druckdifferenz hat, damit es in die Gasdichtung einströmt.

**[0008]** Weil manche Betriebszustände keine ausreichende Druckdifferenz hervorbringen (z.B. vorgespannter Stillstand), ist es sinnvoll, wenn für diese ein Fremdgas - also ein Gas, welches nicht direkt dem Pfad des Prozessgases durch diesen Turboverdichter entstammt - als Sperrgas zur Verfügung steht.

**[0009]** Ein besonders bevorzugtes Anwendungsgebiet der Erfindung sind Turboverdichter, bei denen mehrere Stufen mindestens jeweils eine Gasdichtung aufweisen, insbesondere dort, wo mehrere Stufen in verschiedenen Gehäusen vorgesehen sind, die jeweils eine Gas-

dichtung an einer Durchführung der Welle durch eine Gehäusewand aufweisen. Zur Minimierung des Sperrgasverbrauchs ist es außerdem zweckmäßig, wenn die jeweils mit der Gasdichtung verbundene Sperrgasleitung ein Drossel- oder ein Einstellventil aufweist, mittels dessen der an der Dichtung im normalen Betrieb anstehende Sperrgasdruck derart eingestellt wird, dass die Gasdichtung ihre Funktion einwandfrei erfüllen kann und der Verbrauch an Sperrgas gleichzeitig minimiert ist. Eine gewisse Druckreserve sollte hierbei vorgehalten werden, um zu erwartende Schwankungen des Betriebszustandes fehlerfrei durchfahren zu können.

**[0010]** Mit Vorteil sind die Sperrgasleitungen der einzelnen Gasdichtungen mit einer Sperrgaszuleitung bzw. einem Sperrgassammler verbunden. Erfindungsgemäß ist diese Sperrgaszuleitung zwischen den einzelnen Einmündungen der Sperrgasleitungen mit Regelventilen versehen sein, die in Abhängigkeit von dem Betriebszustand den Druck in den stromabwärtigen Sperrgasleitungen absenken. Auf diese Weise gibt es Bevorzugt neben der statischen Drossel in der Sperrgasleitung eine Anpassungsmöglichkeit der Sperrgaszufuhr, die in gewissen Betriebszuständen einem übermäßigen Verbrauch an Sperrgas entgegenwirkt. Andererseits ermöglicht dieser Einsatz von Regelventilen das Vorhalten einer Reserve, welche im Bedarfsfall die Betriebssicherheit der Gasdichtungen gewährleistet. Insbesondere in der Kombination mit den erfindungsgemäßen Entlastungsleitungen kann so einerseits der Sperrgasverbrauch minimiert werden und andererseits die Betriebssicherheit der Gasdichtungen erhöht werden.

**[0011]** Mit besonderem Vorteil kann in den Entlastungsleitungen ein Ventil vorgesehen werden, welches im Bedarfsfall öffnet. Dieses Ventil kann mit einer binären Stellungsoption ausgebildet sein oder auch als Regelventil graduell verstellbar sein, welche zweite Option zusätzlich die Möglichkeit bietet, bei einem Entlastungserfordernis das Ausmaß der Druckentlastung dem tatsächlichen Erfordernis anzupassen und gleichzeitig den Wirkungsgrad der Gesamtanordnung nicht zu stark zu beeinträchtigen.

**[0012]** Eine bevorzugte zentrale Regelung kann zweckmäßig sowohl die Stellung der Regelventile in der Sperrgaszuleitung als auch diejenigen der Ventile in der Entlastungsleitung insbesondere in Abhängigkeit von dem Volumenstrom in der Sperrgasleitung steuern. Zu diesem Zweck ist es sinnvoll, den Volumenstrom in den Sperrgasleitungen direkt oder indirekt zu messen. Eine zuverlässige Messung kann mittels einer Messanordnung an den Drosseln oder Einstellventilen in den Sperrgasleitungen erfolgen, welche die dortige Druckdifferenz feststellen, welche einen eindeutigen Rückschluss auf den Volumenstrom zulassen. Die Regelung öffnet das Regelventil oder die Regelventile in der Sperrgaszuleitung, wenn das Maß für den Volumenstrom durch die Sperrgasleitung mindestens einer Gasdichtung unter einen ersten Volumenstromgrenzwert fällt. Weiterhin öffnet die Regelung die Ventile in den Entlastungsleitungen

kollektiv oder individuell, wenn an dem jeweiligen Messpunkt in der Sperrgasleitung ein zu niedriger Volumenstrom festgestellt wird oder an mindestens einem Messpunkt in einer Sperrgasleitung ein zu niedriger Volumenstrom festgestellt wird.

**[0013]** Damit sich die Regelungen für die Regelventile in der Sperrgaszuleitung und für die Ventile in den Entlastungsleitungen nicht gegenseitig beeinflussen, ist es zweckmäßig, wenn die einzuregelnden Sollwerte für die Druckdifferenz über die Blenden bzw. das Maß für den Volumenstrom hinsichtlich der Ansteuerung der Regelventile und der Ventile einen Mindestabstand zueinander haben. Bevorzugt öffnen zunächst die Regelventile bis zur vollständigen Öffnung schrittweise bei einer Annäherung an einen ersten Volumenstromgrenzwert und bei einem weiteren Abfall des Volumenstroms öffnen die Entlastungsventile bis zur vollständigen Öffnung, um so die Betriebssicherheit der Gasdichtungen zu gewährleisten.

**[0014]** Im Folgenden ist die Erfindung anhand eines speziellen Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf eine Zeichnung verdeutlicht. Die Erfindung ist nicht auf die spezielle Ausgestaltung dieses Beispiels beschränkt, vielmehr ergeben sich dem Fachmann insbesondere und bei Erwägung jeder möglichen Kombination der Patentsprüche weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten der Erfindung.

**[0015]** Es zeigt:

Figur 1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen mehrstufigen Turboverdichters.

**[0016]** Figur 1 zeigt einen mehrstufigen Turboverdichter TC, der sechs Stufen ST1 bis ST6 umfasst. Prozessgas PG tritt in jede Stufe ST1 bis ST6 ein und wird dort von einem Eintrittsdruck  $p_1$  bis  $p_6$  auf einen jeweiligen Austrittsdruck  $p_2$  bis  $p_7$  verdichtet. Die einzelnen Stufen ST1 bis ST6 weisen jeweils einen Rotor R auf, auf dem ein Laufrad einer jeweils als Radialverdichter ausgebildeten Stufe ST1 bis ST6 angeordnet ist. Die Stufen sind jeweils von einem Gehäuse C umgeben, durch dessen Gehäusewand die Welle des Rotors R hindurchgeführt ist zum Zwecke der Anbindung an den nicht näher dargestellten Antrieb. Im Bereich der Durchführung ist eine Gasdichtung DGS1 bis DGS6 vorgesehen, die den jeweiligen Stufenenddruck  $p_2$  bis  $p_7$  gegenüber der Umgebung abdichtet. Die Gasdichtung DGS1 bis DGS6 ist jeweils als Trockengasdichtung ausgebildet und wird mit einem Sperrgas SG mittels einer Sperrgasleitung SGL 1 bis SGL6 versorgt. Die Gasdichtungen DGS1 bis DGS6 sind jeweils in einer Tandemanordnung vorgesehen, wobei auf der Druckseite, zwischen den beiden einzelnen Dichtungen der Tandemanordnung der Gasdichtung DGS1 bis DGS6 und auf der Umgebungsseite zusätzlich jeweils eine Labyrinthdichtung LS vorgesehen ist.

**[0017]** Die beiden Dichtelemente der Gasdichtungen DGS1 bis DGS6 weisen jeweils eine nicht im Detail bezeichnete und in radialer Richtung verlaufende Dichte-

bene auf. Das Sperrgas wird dem Austritt EX an der letzten Stufe ST6 entnommen und nach Durchlauf durch einen Filter FI und einer Heizung HAT in einer Sperrgaszuleitung SGC eingeleitet. Die Sperrgaszuleitung SGC speist das aufbereitete Sperrgas SG in die verbundenen Sperrgasleitungen SGL1 bis SGL6 zur Versorgung der Gasdichtungen DGS1 bis DGS6 ein. Die Sperrgasleitungen SGL1 bis SGL 6 sind mit individuellen Drosseln TH1 bis TH6 versehen, die einen an dem jeweiligen Druck der Stufe ST1 bis ST6 im Bereich der Gasdichtung DGS1 bis DGS6 angepassten Sperrgasdruck bereitstellen. Die letzte Stufe ST6 weist einen separaten Druckraum PR vor der Gasdichtung DGS6 auf, der mit einer zusätzlichen Rotordichtung ARS, die als Labyrinthdichtung LS ausgebildet ist, von dem Stufenenddruck p7 getrennt ist. Der in der Zusatzwellendichtung ARS abgebaute Differenzdruck kann erhöht werden durch Öffnung eines Ventils CV2 in einer Entlastungsleitung RL, welche den Druckraum PR mit einer Drucksenke verbindet - hier dem Eintritt in die Stufe ST6 mit dem Druck p6 des Eintritts, der unter dem Druck p7 des Austritts EX liegt.

**[0018]** Der Bereich des Einmündens der Sperrgasleitungen SGL4 bis SGL6, die der vierten, fünften und sechsten Stufe ST4 bis ST6 zugeordnet sind, ist von dem übrigen Bereich der Sperrgaszuleitung SGC mittels eines Regelventils CV12 abgetrennt. Ein weiteres Regelventil CV11 trennt die Sperrgasleitungen SGL1 bis SGL3 für die erste, zweite und dritte Stufe ST1 bis ST3 von der Sperrgaszuleitung SGC ab. Die beiden Regelventile CV11, CV12 in der Sperrgaszuleitung SGC ermöglichen einen bedarfsgerechten Abbau des Drucks vor den Drosseln TH1 bis TH6, der ersten, zweiten und dritten Stufe ST1 bis ST3 bzw. der vierten, fünften und sechsten Stufe ST4 bis ST6 angepasst an verschiedene Betriebszustände. Die jeweils im Druck höchste Stufe St3, ST6 in dem von dem jeweiligen Regelventil CV11, CV12 kontrollierten Abschnitt der Sperrgaszuleitung SGC ist maßgeblich für die Regelung der Stellung des Regelventils CV11, CV12. Dies beruht auf der Erkenntnis, dass solange, wie durch die Blende TH6 der letzten Stufe ST6 ein ausreichender Volumenstrom strömt, insbesondere die Gasdichtungen DGS4 und DGS5 der vierten und fünften Stufe ST4, ST5 hinreichend mit Sperrgas SG versorgt sind. Entsprechend liegt diese Erkenntnis auch der Steuerung des Regelventils CV11 für die erste, zweite und dritte Stufe ST1 bis ST 3 zugrunde. Eine Messung des Differenzdrucks pdt1, pdt2, einer dritten Stufe und einer sechsten Stufe über die dortige Drossel TH3, TH6 in der Sperrgasleitung SGL3, SGL6 wird als Maß für den dortigen Volumenstrom an einer Regelung CR übermittelt. Diese Regelung CR steuert die Regelventile CV11, CV12 derart, dass ein erster Volumenstromgrenzwert VL1, VL2 jeweils nicht unterschritten wird. Sollte die Druckreserve in der Sperrgaszuleitung SGC keine zusätzliche Steigerung des Drucks des Sperrgases SG hinter den Regelventilen CV11, CV12 zulassen, öffnet die Regelung CR zusätzlich das Ventil CV2, um den Druckraum PR auf der Druckseite der Gasdichtung DGS6 der letzten Stufe

ST6 mittels der Entlastungsleitung RL zu entlasten. Der so abfallende Druck stellt sicher, durch die Sperrgasleitung SGL6 der letzten Stufe ST6 bzw. der dortigen Gasdichtung DGS6 ausreichend ist und sich in der dortigen Drossel TH6 wieder eine entsprechende Druckdifferenz einstellt. Für das verhältnismäßig niedrige Druckniveau der übrigen Stufen ST1 bis ST5 ist eine derartige Entlastungsleitung RL nicht erforderlich, weil das Druckniveau des Austritts EX aus der letzten Stufe ST6 stets höher ist.

**[0019]** Zur Versorgung mit einem Fremdgas FSG - also ein Gas, welches nicht direkt dem Pfad des Prozessgases durch diesen Turboverdichter entstammt - als Sperrgas in bestimmten Betriebszustände, in denen keine ausreichende Druckdifferenz in dem Turboverdichter TC vorherrscht (z.B. vorgespannter Stillstand), ist eine Zuleitung in die Sperrgaszuleitung SGC vorgesehen.

### Patentansprüche

1. Mehrstufiger Turboverdichter (TC) mit mindestens einem Rotor (R) und einem Gehäuse (C), welcher ein Prozessgas (PG) von einem Eintrittsdruck (p1) am Eintritt einer ersten Stufe (ST1) auf einen Enddruck (p7) am Austritt (EX) einer letzten Stufe (ST6) verdichtet, wobei mindestens der ersten Stufe (ST1) und der letzten Stufe (ST6) mindestens jeweils eine Gasdichtung (DGS1 - DGS6) zugeordnet ist, welche den Durchtritt einer Rotorwelle durch eine Wand des Gehäuses (C) oder der Gehäuse (C) gegen einen jeweiligen Stufeneintrittsdruck oder Stufenenddruck abdichtet, wobei die Gasdichtungen (DGS1 - DGS6) mit mindestens einer Sperrgasleitung (SGL1 - SGL6) verbunden sind, mittels derer sie mit Sperrgas (SG) versorgt werden, wobei zumindest ein Druckraum (PR) auf der Druckseite der Gasdichtung (DGS1 - DGS6) der letzten Stufe (ST6), die gegen den Enddruck zur Umgebung abdichtet, mit mindestens einer Entlastungsleitung (RL) verbunden ist, die in eine Drucksenke mündet, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Sperrgasleitungen (SGL1 - SGL6) mit einer Sperrgaszuleitung (SGC) verbunden sind, in der mindestens ein Regelventil (CV11, CV12) zwischen Einmündungen verschiedener Sperrgasleitungen (SGL1 - SGL6) angeordnet ist.
2. Turboverdichter (TC) nach Anspruch 1, wobei die Drucksenke eine Einleitung in eine Stufe (ST1 - ST6) des Turboverdichters (TC) ist, wo ein niedrigerer Druck vorliegt oder in einen Eintritt in eine Stufe (ST1 - ST6).
3. Turboverdichter (TC) nach mindestens den vorhergehenden Ansprüchen 1, 2, wobei zwischen dem Druckraum (PR) und einem Stufenaustritt der zugeordneten Stufe (ST1 - ST6) eine

Zusatzwellendichtung (ARS) vorgesehen ist.

4. Turboverdichter (TC) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, wobei an mehreren Stufen (ST1 - ST6) eine Gasdichtung (DG1 - DG6) vorgesehen ist und die jeweils verbundene Sperrgasleitung (SGL1 - SGL6) eine Drossel (TH1 - TH6) aufweist, die den Sperrgasdruck an den Abdichtdruck anpasst.
5. Turboverdichter (TC) nach Anspruch 4, wobei eine Regelung (CR) vorgesehen ist, die derart ausgebildet ist, dass bei Unterschreitung eines ersten Volumenstromgrenzwertes (VL1) durch eine Drossel (TH1 - TH6) das Regelventil (CV11, CV12), welches stromaufwärts der Sperrgasleitung (SGL1 - SGL6) angeordnet ist, öffnet.
6. Turboverdichter (TC) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, wobei ein Ventil (CV2) in der Entlastungsleitung (RL) vorgesehen ist, welches von einer Regelung (CR) gesteuert wird, welche Regelung (CR) derart ausgebildet ist, dass das Ventil (CV2) öffnet, wenn ein zweiter Volumenstromgrenzwert (VL2) unterschritten ist.
7. Turboverdichter (TC) nach mindestens dem vorhergehenden Anspruch 6, wobei die Regelung (CR) derart ausgebildet ist, dass der erste Volumenstromgrenzwert (VL1) kleiner ist als der zweite Volumenstromgrenzwert (VL2).
8. Turboverdichter (TC) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, wobei eine Messeinrichtung (PDT1, PDT2) vorgesehen ist, die den Differenzdruck über die Drossel (TH1 - TH6) bestimmt und als Maß für den Volumenstrom an die Regelung (CR) übermittelt.

#### Claims

1. Multistage turbocompressor (TC), having at least one rotor (R) and at least one casing (C), which compresses a process gas (PG) from an inlet pressure (p1) at the inlet of a first stage (ST1) to a discharge pressure (p7) at the exit (EX) of a last stage (ST6), wherein at least one gas seal (DGS1 - DGS6) is associated in each case with at least the first stage (ST1) and the last stage (ST6) and seals the penetration of a rotor shaft through a wall of the casing (C), or casings (C), against a respective stage inlet pressure or stage discharge pressure, wherein the gas seals (DGS1 - DGS6) are connected to at least one sealing gas line (SGL1 - SGL6), by means of which they are supplied with sealing gas (SG), wherein at least one pressure chamber (PR) on the

pressure side of the gas seal (DGS1 - DGS6) of the last stage (ST6) which provides sealing against pressure discharge to the environment is connected to at least one relief line (RL) which opens into a pressure sink,

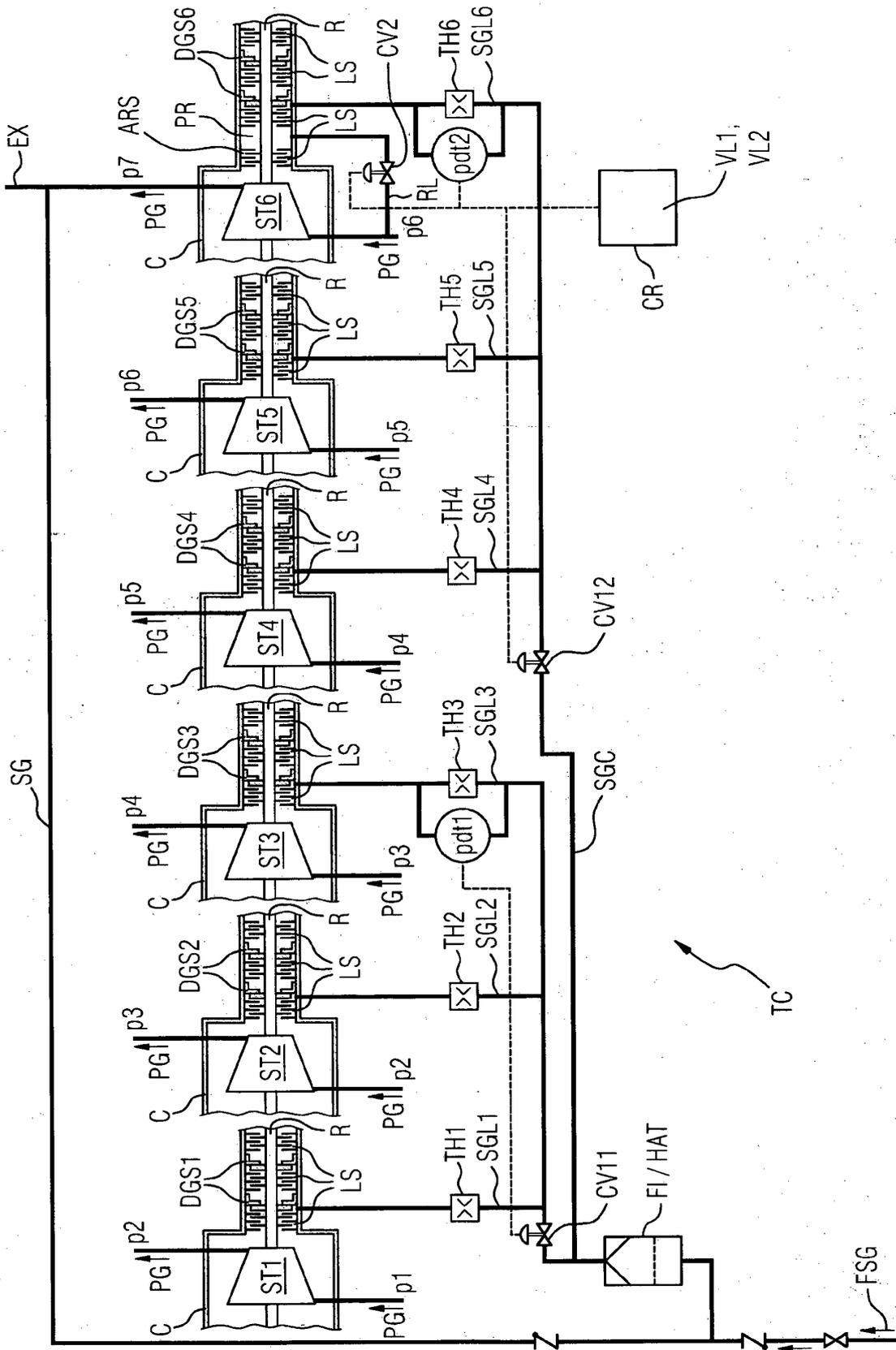
**characterized in that** a plurality of sealing gas lines (SGL1 - SGL6) are connected to a sealing gas feed line (SGC) in which at least one control valve (CV11, CV12) is arranged between junctions of different sealing gas lines (SGL1 - SGL6).

2. Turbocompressor (TC) according to Claim 1, wherein the pressure sink is a discharge into a stage (ST1 - ST6) of the turbocompressor (TC) where a lower pressure exists, or into an inlet into a stage (ST1 - ST6).
3. Turbocompressor (TC) according to at least the preceding Claims 1, 2, wherein an additional shaft seal (ARS) is provided between the pressure chamber (PR) and a stage exit of the associated stage (ST1 - ST6).
4. Turbocompressor (TC) according to at least one of the preceding Claims 1 to 3, wherein a gas seal (DG1 - DG6) is provided at a plurality of stages (ST1 - ST6) and the respectively associated sealing gas line (SGL1 - SGL6) has a throttle (TH1 - TH6) which adjusts the sealing gas pressure to the sealing pressure.
5. Turbocompressor (TC) according to Claim 4, wherein provision is made for a control unit (CR) which is designed in such a way that when a first volumetric-flow limit value (VL1) is fallen short of as a result of a throttle (TH1 - TH6), the control valve (CV11, CV12) - which is arranged upstream of the sealing gas line (SGL1 - SGL6) - opens.
6. Turbocompressor (TC) according to at least one of the preceding Claims 1 to 5, wherein provision is made in the relief line (RL) for a valve (CV2) which is controlled by a control unit (CR), which control unit (CR) is designed in such a way that the valve (CV2) opens if a second volumetric-flow limit value (VL2) is fallen short of.
7. Turbocompressor (TC) according to at least the preceding Claim 6, wherein the control unit (CR) is designed in such a way that the first volumetric-flow limit value (VL1) is lower than the second volumetric-flow limit value (VL2).
8. Turbocompressor (TC) according to at least one of the preceding Claims 1 to 7, wherein provision is made for a measuring device (PDT1, PDT2) which determines the differential

pressure across the throttle (TH1 - TH6) and is transmitted to the control unit (CR) as a measurement for the volumetric flow.

## Revendications

1. Turbocompresseur ( TC ) à plusieurs étages ayant au moins un rotor ( R ) et une carcasse ( C ), qui comprime un gaz ( PG ) de processus d'une pression ( p1 ) d'entrée à l'entrée d'un premier étage ( ST1 ) à une pression ( p7 ) finale à la sortie ( EX ) d'un dernier étage ( ST6 ), dans lequel il est associé au moins au premier étage ( ST1 ) et au dernier étage ( ST6 ) au moins respectivement une étanchéité ( DGS1 à DGS6 ) au gaz qui rend étanche le passage d'un arbre rotorique dans une paroi de la carcasse ( C ) ou la carcasse vis-à-vis d'une pression d'entrée dans un étage ou d'une pression finale dans un étage, les étanchéités DGS1 à DGS6 ) au gaz communiquant avec au moins un conduit ( SGL1 à SGL6 ) pour du gaz d'arrêt au moyen duquel elles sont alimentées en gaz ( SG ) d'arrêt, dans lequel au moins un espace ( PR ) sous pression, du côté pression de l'étanchéité ( DGS1 à DGS6 ) au gaz du dernier étage ( ST6 ), qui rend étanche vis-à-vis de la pression finale par rapport à l'atmosphère extérieure, communique au moins avec un conduit ( RL ) de décharge qui débouche dans un puits de pression, **caractérisé en ce que** plusieurs conduits ( SGL1 à SGL6 ) pour du gaz d'arrêt communiquent avec un conduit ( SGC ) d'apport de gaz d'arrêt, dans lequel est monté au moins un robinet ( CV11, CV12 ) de réglage entre des embouchures de conduits ( SGL1 à SGL6 ) différents pour du gaz d'arrêt.
2. Turbocompresseur ( TC ) suivant la revendication 1, dans lequel le puits de pression est un conduit d'entrée dans un état ( ST1 à ST6 ) du turbocompresseur ( TC ) où il règne une pression assez basse ou dans une entrée dans un étage ( ST1 à ST6 ).
3. Turbocompresseur ( TC ) suivant l'une des revendications 1,2, dans lequel il est prévu entre l'espace ( PR ) sous pression et une sortie de l'étage ( ST1 à ST6 ) associé, une étanchéité ( ARS ) d'arbre supplémentaire.
4. Turbocompresseur ( TC ) suivant l'une des revendications 1 à 3, dans lequel il est prévu sur plusieurs étages ( ST1 à ST6 ) une étanchéité ( DG1 à DG6 ) au gaz et le conduit ( SGL1 à SGL6 ) pour du gaz d'arrêt, communiquant respectivement, a un étranglement ( TH1 à TH6 ), qui adapte la pression du gaz d'arrêt à la pression d'étanchéité.
5. Turbocompresseur ( TC ) suivant la revendication 4, dans lequel il est prévu une régulation ( CR ) qui est constituée de manière à ce que, si une première valeur ( VL1 ) limite du courant en volume passant dans un étranglement ( TH1 à TH6 ) est dépassée par le bas, le robinet ( CV11, CV12 ) de réglage, qui est monté en amont du conduit ( SGL1 à SGL6 ) pour du gaz d'arrêt, s'ouvre.
6. Turbocompresseur ( TC ) suivant l'une des revendications précédentes 1 à 5, dans lequel il est prévu dans le conduit ( RL ) de décharge un robinet ( CV2 ) qui est commandé par une régulation ( CR ), laquelle régulation ( CR ) est constituée de manière à ouvrir le robinet ( CV2 ) si l'on passe en dessous d'une deuxième valeur ( VL2 ) limite de courant en volume.
7. Turbocompresseur ( TC ) suivant au moins la revendication précédente 6, dans lequel la régulation ( CR ) est constituée de manière à ce que la première valeur ( VL1 ) limite de courant en volume soit plus petite que la deuxième valeur ( VL2 ) limite de courant en volume.
8. Turbocompresseur ( TC ) suivant l'une des revendications précédentes 1 à 7, dans lequel il est prévu un dispositif ( PDT1, PDT2 ) de mesure, qui détermine la différence de pression sur l'étranglement ( TH1 à TH6 ) et la transmet à la régulation ( CR ) comme valeur du courant en volume.



**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 2411243 A1 [0004]
- US 3795460 A [0004]
- JP 2000073990 B [0004]