



**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer : **93250118.2**

Int. Cl.<sup>5</sup> : **F16J 15/00**

Anmeldetag : **21.04.93**

Priorität : **12.05.92 DE 4216006**

Erfinder : **Rothstein, Ernst**  
**Sperlingweg 6**  
**W-4134 Rheinberg 6 (DE)**  
 Erfinder : **Zacharias, Wolfgang**  
**Roonstrasse 35**  
**W-4100 Duisburg 17 (DE)**  
 Erfinder : **Meyer, Franz-Josef**  
**Jahnstrasse 4**  
**W-4240 Emmerich (DE)**

Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**18.11.93 Patentblatt 93/46**

Benannte Vertragsstaaten :  
**CH DE FR GB IT LI NL**

Vertreter : **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**  
**Meissner & Meissner, Patentanwaltsbüro,**  
**Postfach 330130**  
**D-14171 Berlin (DE)**

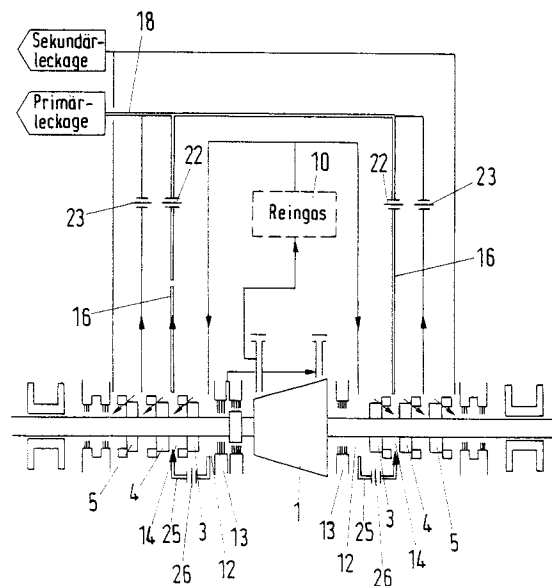
Anmelder : **MANNESMANN**  
**Aktiengesellschaft**  
**Postfach 10 36 41**  
**D-40027 Düsseldorf (DE)**

**Gasgeschmierte Triple-Gleitringdichtung für Turbomaschinen.**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Druckes des Gasleckagemenge, in der mit einer Primärleckageleitung (16) verbundenen Zwischendichtungskammer (14) zwischen der Primär- (3) und Zwischendichtung (4) einer gasgeschmierten Triple-Gleitringdichtung einer Turbomaschine zur Verdichtung von Gasen, insbes. von Prozeßgasen auf ein Druckniveau von > 120 bar.

Um eine mögliche Überlastung des Primär (3) - und/oder Zwischendichtung (4) zu verhindern, wird vorgeschlagen, daß des Zwischendichtungskammer (14) eine mehrfache Menge der durchschnittlichen Gas-Leckagemenge der Primärdichtung (3) geregelt zugeführt wird und die nicht über die Zwischendichtung (4) abfließende Gasmenge auf Fackeldruck in die Primärleckageleitung (18) entspannt wird. Dazu wird die Zwischendichtungskammer (14) über eine ein Drosselorgan (26) aufweisende Bypassleitung (25) mit dem zwischen der Labyrinthdichtung (13) und der Primärdichtung (3) liegenden Gasraum (12) verbunden.

Fig. 1



EP 0 570 086 A1

Turbomaschinen zur Verdichtung von Gasen insbesondere von Prozeßgasen mit Drücken > 100 bar müssen sorgfältig und betriebssicher aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der Sicherheit im Wellenbereich abgedichtet werden. Bekannt sind ölgeschmierte Dichtungen oder gasgeschmierte Gleitringdichtungen. Die letztgenannte Dichtungsart hat den Vorteil, daß das zu fördernde Gas durch Öl nicht verunreinigt wird, die Meßinstrumente durch Ölbenetzung nicht beeinträchtigt werden und die viel Platz wegnehmende Ölversorgungsanlage einschließlich der Wiederaufbereitungsanlage für das gaskontaminierte Leckageöl entfällt.

Üblicherweise wird für einen Differenzdruckbereich zwischen Abdichtdruck Verdichtungsenddruck und Fackeldruck von 120 - 140 bar eine Tandem-Dichtung angeordnet. Diese besteht aus einer Primärdichtung, die bis auf einen Fackeldruckbereich von 1,5 - 5 bar abdichtet. Die nachfolgende Sekundärdichtung ist eine Sicherheitsdichtung, die bis zum Atmosphärendruck abdichtet.

Bei noch höheren abzudichtenden Differenzdrücken reicht die Tandem-Gasdichtung nicht aus, da die Primärdichtung überlastet wäre. Man wählt dann eine Triple-Gasdichtung, bei der zwischen der Primärdichtung und der Sekundärdichtung eine Zwischendichtung angeordnet ist, die vom eingestellten Zwischendruck bis auf Fackeldruck abdichtet. Bei dieser Anordnung ist es schwierig, den Druck in der Zwischendichtungskammer einzuregulieren, da dieser vom Verhältnis der Leckagerate der Primär- und der Zwischendichtung abhängig ist. Die Leckagerate wiederum ist stark abhängig vom eingestellten Spalt zwischen dem Rotor und dem federbelasteten Stator einer Gleitringdichtung. Damit die Dichtflächen nicht zu schnell verschleifen, wird während des Betriebes durch eine spezielle Ausbildung der Flächen in Form von Nuten ein Staudruck erzeugt, der zum Abheben der Dichtflächen voneinander führt. Bei dem sich dabei bildenden Spalt im um-Bereich spricht man dann vergleichbar wie bei einer schwimmenden Lagerung von einem Gas-Schmierfilm. Da die Leckagerate mit der Spaltgröße ansteigt, ist es leicht einsehbar, daß die vorkalkulierte durchschnittliche Leckagemenge sich nur auf den Neubauzustand beziehen kann. Im Laufe der Betriebsnutzung ändert sich die Geometrie der Dichtflächen durch den Reststaubanteil des gereinigten Gases und durch die Betriebsweise, d.h. Anzahl der Stillstände im Verhältnis zur Betriebslaufzeit der Turbomaschine. Außerdem wird die Größe des sich einstellenden Dichtspaltes durch die in diesem Bereich herrschenden Temperaturverhältnisse beeinflusst. Die Änderung des Dichtspaltes führt zu Änderungen der Gasleckmenge und damit auch zu einer Veränderung des Druckes in der Zwischendichtungskammer.

Zur Absicherung gegen einen zu hohen Druck in dieser Kammer ist bereits vorgeschlagen worden, in der abführenden Leckageleitung ein Überdruckventil anzuordnen. Dieses wird auf einen Druck eingestellt, der in Relation steht zum abzudichtenden Differenzdruck für die Zwischendichtung. Übersteigt der Druck in der Zwischendichtungskammer den eingestellten Druckwert, dann wird das Ventil geöffnet und die überschüssige Menge abgeblasen. Nachteilig bei diesem Vorschlag ist, daß eine mögliche Überlastung der Primärdichtung nicht verhindert werden kann, wenn beispielsweise das Leckageverhältnis zu Gunsten der Zwischendichtung verschoben und damit das für die Primärdichtung abzudichtende Druckgefälle zu groß wird.

Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren zur Regelung des Druckes der Gasleckagemenge in der Zwischendichtungskammer einer gasgeschmierten Triple-Gleitringdichtung anzugeben, das eine mögliche Überlastung der Primär- und/oder Zwischendichtung verhindert.

Diese Aufgabe wird mit dem im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 angegebenen Merkmal gelöst. Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist Bestandteil eines Nebenanspruches.

Kern der Erfindung ist die Überlegung, der zwar absoluten kleinen, aber schwankenden Leckagemengen der Primär- bzw. Zwischendichtung eine mehrfache Menge an Gas von außen zu überlagern. Vorzugsweise liegt diese Mehrfachmenge im Bereich des 4- bis 10fachen der Gas-Leckagemenge der Primärdichtung. Durch dieses Verfahren wird erreicht, daß beispielsweise eine Leckagemengenänderung der Primärdichtung von 50 % den Zwischendruck in der Zwischendichtungskammer nur noch um 5 - 10 % beeinflusst. Der einzige Nachteil, der in Kauf genommen werden muß, ist, daß eine insgesamt größere Gasmenge über die Primärleckageleitung abgefackelt wird. Konstruktiv wird das vorgeschlagene Verfahren in der Weise realisiert, daß die Zwischendichtungskammer über eine Bypassleitung mit dem zwischen der Labyrinthdichtung und der Primärdichtung liegenden Gasraum der Turbomaschine verbunden ist. Zur Einstellung der zugeführten Menge ist in der Bypassleitung ein Drosselorgan z. B. eine Blende eingebaut.

Ein weiterer Vorteil des vorgeschlagenen Verfahrens ist darin zu sehen, daß der Druck in der Zwischendichtungskammer unmittelbar einer Änderung des Abdichtdruckes der Turbomaschine folgen kann. Bei der alten Verfahrensweise war es so, daß eine Änderung des Abdichtdruckes nur ganz allmählich zu einer Änderung der Leckagemenge führt und in der Zwischenzeit die Überlastung der Primärdichtung bereits eingetreten sein kann.

In der Zeichnung wird das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 2 eine Prinzipskizze einer bereits bekannten Lösung,

Figur 1 eine gleiche Prinzipskizze wie Figur 2, jedoch mit der erfindungsgemäßen Lösung,

Figur 3 die graphische Darstellung der Änderung des Zwischendruckes bei Änderung des Abdicht-

druckes gemäß dem Stand der Technik,

Figur 4 eine graphische Darstellung wie Figur 3, jedoch mit dem erfindungsgemäßen Verfahren.

In Figur 2 ist in Form einer Prinzipskizze eine bereits bekannte Lösung für die Druckregelung in der Zwischendichtungskammer dargestellt. Zur Veranschaulichung ist die Turbomaschine 1 übertrieben klein und die Wellendichtungsbereiche übertrieben groß dargestellt. Beide Bereiche sind fast identisch aufgebaut und weisen als wesentliches Element eine gasgeschmierte Triple-Gleitringdichtung 2 auf. In bekannter Weise setzt sich eine solche Triple-Gleitringdichtung 2 zusammen aus einer Primärdichtung 3, einer Zwischendichtung 4 und einer Sekundärdichtung 5. Den Abschluß bildet ein Trennlabyrinth 6, das zwischen der Sekundärdichtung 5 und dem Lager 7 angeordnet ist. Vom Austrittsstutzen 8 der Turbomaschine 1 oder von einer Zwischendruckstufe zweigt eine Leitung 9 ab, die mit einer Gasreinigungsanlage 10 verbunden ist. Das gereinigte Gas wird über eine Leitung 11 der Kammer 12 zwischen der Labyrinth-Dichtung 13 und der Primärdichtung 3 zugeführt. Die Kammern 14, 15 zwischen der Primärdichtung 3 und der Zwischendichtung 4 einerseits und zwischen der Zwischendichtung 4 und der Sekundärdichtung 5 andererseits sind über Leitungen 16, 17 mit der Primärleckageleitung 18 verbunden. Die letzte Kammer 19 zwischen Sekundärdichtung und dem Trennlabyrinth 6 ist über eine Leitung 20 mit der Sekundärleckageleitung 21 verbunden. Die Messung der Gasleckagemengen in den mit der Primärleckageleitung 18 verbundenen Leitungen 16, 17 erfolgt über eine Blende 22, 23. In der mit der Zwischendichtungskammer 14 verbundenen Leitung 16 ist ein Überdruckventil 24 angeordnet. Dieses ist so eingestellt, daß bei einem Anstieg des Druckes in der Zwischendichtungskammer 14 über einen festgelegten Wert, die überschüssige Menge abgeblasen wird, um den Druck wieder zu senken.

Figur 1 zeigt in einer gleichen Prinzipskizze wie Figur 2 die erfindungsgemäße Anordnung zur Durchführung des vorgeschlagenen Verfahrens. Um den Blick auf die wesentlichen konstruktiven Unterschiede zur Anordnung gemäß Figur 2 zu lenken, ist ein Teil der identischen Bezugszeichen weggelassen worden. Bei der erfindungsgemäßen Anordnung ist die Zwischendichtungskammer 14 über eine Bypassleitung 25 mit der zwischen der Primärdichtung 3 und der Labyrinthdichtung 13 liegenden Kammer 12 verbunden. Um die zugeführte Menge von der an der Turbomaschine 1 liegenden Kammer 12 zur Zwischendichtungskammer 14 regeln zu können, ist in der Bypassleitung 25 eine Blende 26 angeordnet. Die Blende 22 in der Leitung 16 hat in diesem Ausführungsbeispiel die Funktion, die Gasleckagemenge in der mit der Primärleckageleitung 18 verbundenen Leitung 16 zu begrenzen. Im Vergleich zu Figur 2 ist die mit der Zwischendichtungskammer 14 verbundene abführende Leitung 16 im Querschnitt dicker gezeichnet, um zu veranschaulichen, daß gegenüber der bekannten Lösung insgesamt mehr Gas der Fackelstelle zugeführt wird.

Figur 3 zeigt in einer graphischen Darstellung die Veränderung des Druckes in der Zwischendichtungskammer 14 bei Normalbetrieb und bei Anstieg des Abdichtdruckes. Auf der Ordinate ist der Druck P und auf der Abszisse die Zeit t aufgetragen. Im ersten Feld 30 werden die Verhältnisse beim Normalbetrieb wiedergegeben. Der Abdichtdruck  $P_e$  liegt bei einem Wert x und der Druck  $P_z$  in der Zwischendichtungskammer 14 bei einem Wert y. Das schraffierte Feld unterhalb  $P_z$  soll die mögliche Schwankungsbreite des Druckes in der Zwischendichtungskammer 14 widerspiegeln. Beispielsweise beträgt der Druck  $P_{z1}$  in der Zwischendichtungskammer 14 nur noch 50 % des üblichen Druckes  $P_z$ . Dies bedeutet, daß der von der Primärdichtung 3 abzudichtende Differenzdruck nicht mehr  $\Delta P = x - y$  ist, sondern  $\Delta P_1 = x - y_1$ . Je nach Auslegung der Primärdichtung 3 kann dieser erhöhte Differenzdruck schon zur Überlastung der Primärdichtung 3 führen. Diese Darstellung ist aber primär nicht darauf gerichtet, sondern sie soll zeigen, wie der Druck in der Zwischendichtungskammer 14 sich ändert, wenn der Abdichtdruck  $P_e$  sich beispielsweise wegen einer Störung ändert. Die Verhältnisse sind in den anschließenden Feldern 31 bis 34 wiedergegeben. Beispielsweise soll der Abdichtdruck  $P_e$  von x auf  $x_1$  steigen. Dann beträgt der abzudichtende Differenzdruck  $\Delta P_2 = x_1 - y$ . Der mögliche Differenzdruck  $\Delta P_3$  kann unter Berücksichtigung der Schwankungsbreite aber auch  $x_1 - y_2$  betragen, wobei  $y_2$  nur ganz geringfügig höher liegt als  $y_1$ , da die Gasleckagemenge sich anfänglich nur ganz geringfügig ändert, wenn der Abdichtdruck von x auf  $x_1$  ansteigt. Etwa erst nach der 100-fachen Zeit nach Änderung des Abdichtdruckes  $P_e$  von x auf  $x_1$  ist der unterste Wert des Zwischendruckes  $P_z$  von  $y_1$  auf  $y_3$  angestiegen (siehe Feld 34).

Im Unterschied dazu sind in Figur 4 die Verhältnisse gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren dargestellt. Bei gleichem Abdichtdruck  $P_e$  mit einem Wert x ist der abzudichtende Differenzdruck  $\Delta P_4$  geringer, da durch die zugeführte Menge in der Zwischendichtungskammer 14 mittels der Bypassleitung 25 der Druck  $P_z$  in der Zwischendichtungskammer 14 höher liegt im Vergleich zu den Verhältnissen in Figur 3. Durch die Überlagerung von zugeführter Menge zur absoluten Gasleckagemenge der Primärdichtung 3 ist hier die mögliche Schwankungsbreite erheblich geringer und der unterste Wert  $y_5$  beträgt hier beispielsweise 13 % des Wertes  $y_4$  für den Neubauzustand. Bei einem Druckanstieg des Abdichtdruckes  $P_e$  von einem Wert x auf  $x_1$  folgt der Druck  $P_z$  in der Zwischendichtungskammer 14 schon nach wenigen Sekunden nach Veränderung (siehe Feld 36) und nach der doppelten Zeit erreicht er den neuen Wert  $y_6$  bzw.  $y_7$  (siehe Feld 38). Auch bei diesem Verfahren steigt der Differenzdruck  $\Delta P_6$  etwas gegenüber dem Ausgangswert  $\Delta P_4$  an, da die Veränderung des Verdichtungsdruckes  $P_e$  von x auf  $x_1$  nicht genau im Verhältnis 1 : 1 zu einer Änderung des Zwischen-

druckes  $P_z$  führt. Dennoch ist im Vergleich zu den Verhältnissen in Figur 3 eine Überlastungsgefahr nicht gegeben, da der Anstieg des Differenzdruckes klein gegenüber dem Anstieg des Abdichtdruckes  $P_e$  ist.

5

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Druckes der Gasleckagemenge in der mit einer Primärleckageleitung verbundenen Zwischendichtungskammer zwischen der Primär- und Zwischendichtung einer gasgeschmierten Triple-Gleitringdichtung einer Turbomaschine zur Verdichtung von Gasen insbesondere von Prozeßgasen auf ein Druckniveau von  $>120$  bar, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischendichtungskammer aus dem Raum vor der Primärdichtung eine mehrfache Menge der durchschnittlichen Gas-Leckagemenge der Primärdichtung gesteuert zugeführt wird und die nicht über die Zwischendichtung abfließende Gasmenge auf Fackeldruck in die Primärleckageleitung entspannt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zugeführte Mehrfachmenge im Bereich des 4- bis 10-fachen der Gas-Leckagemenge der Primärdichtung liegt.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einer Turbomaschine, deren aus dem Gehäuse sich erstreckende Wellen mit einer gasgeschmierten Triple-Gleitringdichtung abgedichtet sind und die Zwischendichtungskammern zwischen der Primär- und Zwischendichtung mit einer eine Blende aufweisenden Primärleckageleitung verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischendichtungskammer (14) über eine ein Drosselorgan (26) aufweisende Bypassleitung (25) mit dem zwischen der Labyrinth-Dichtung (13) und der Primärdichtung (3) liegenden Gasraum (12) verbunden ist.

35

40

45

50

55

Fig. 1

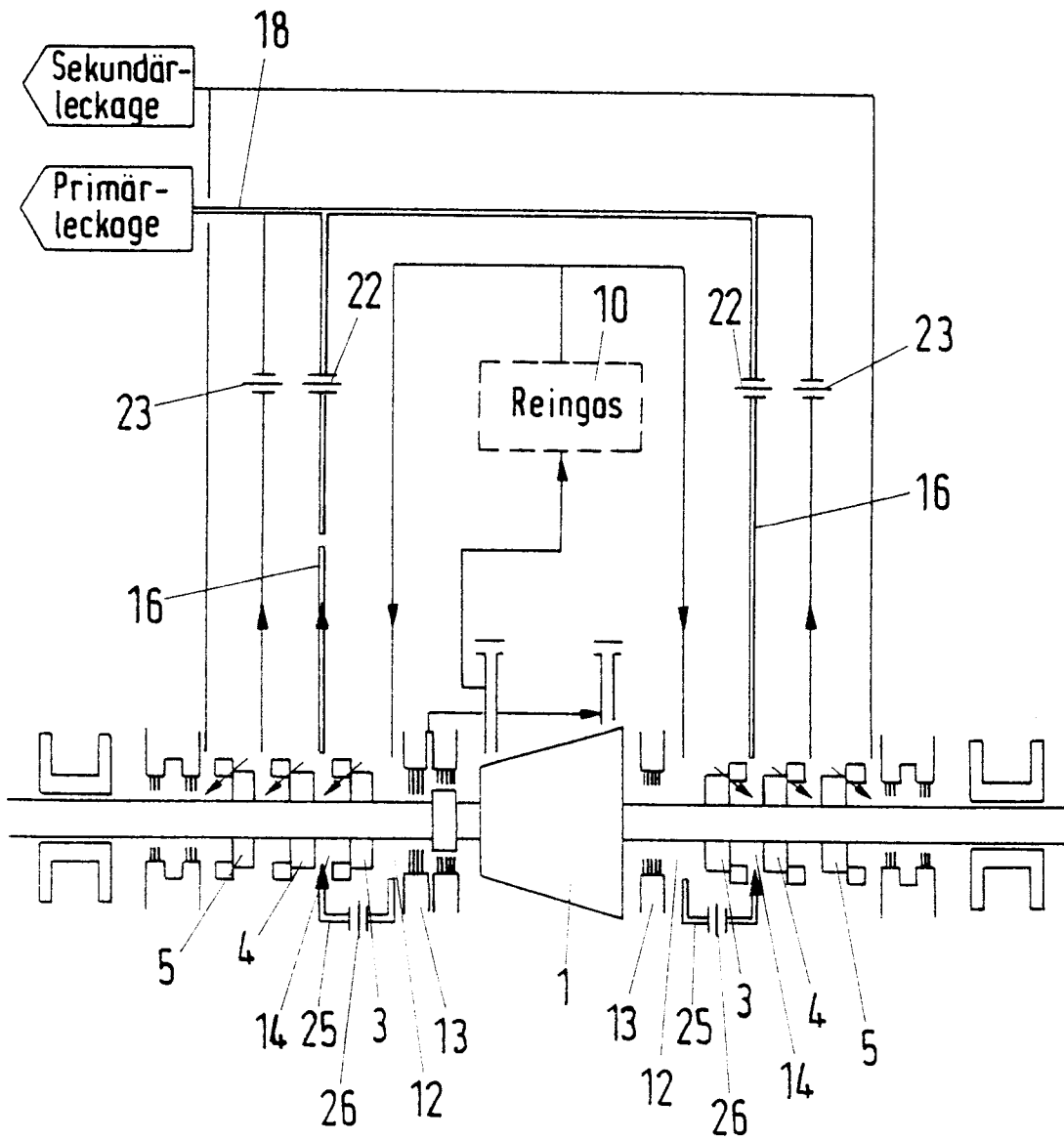


Fig. 2

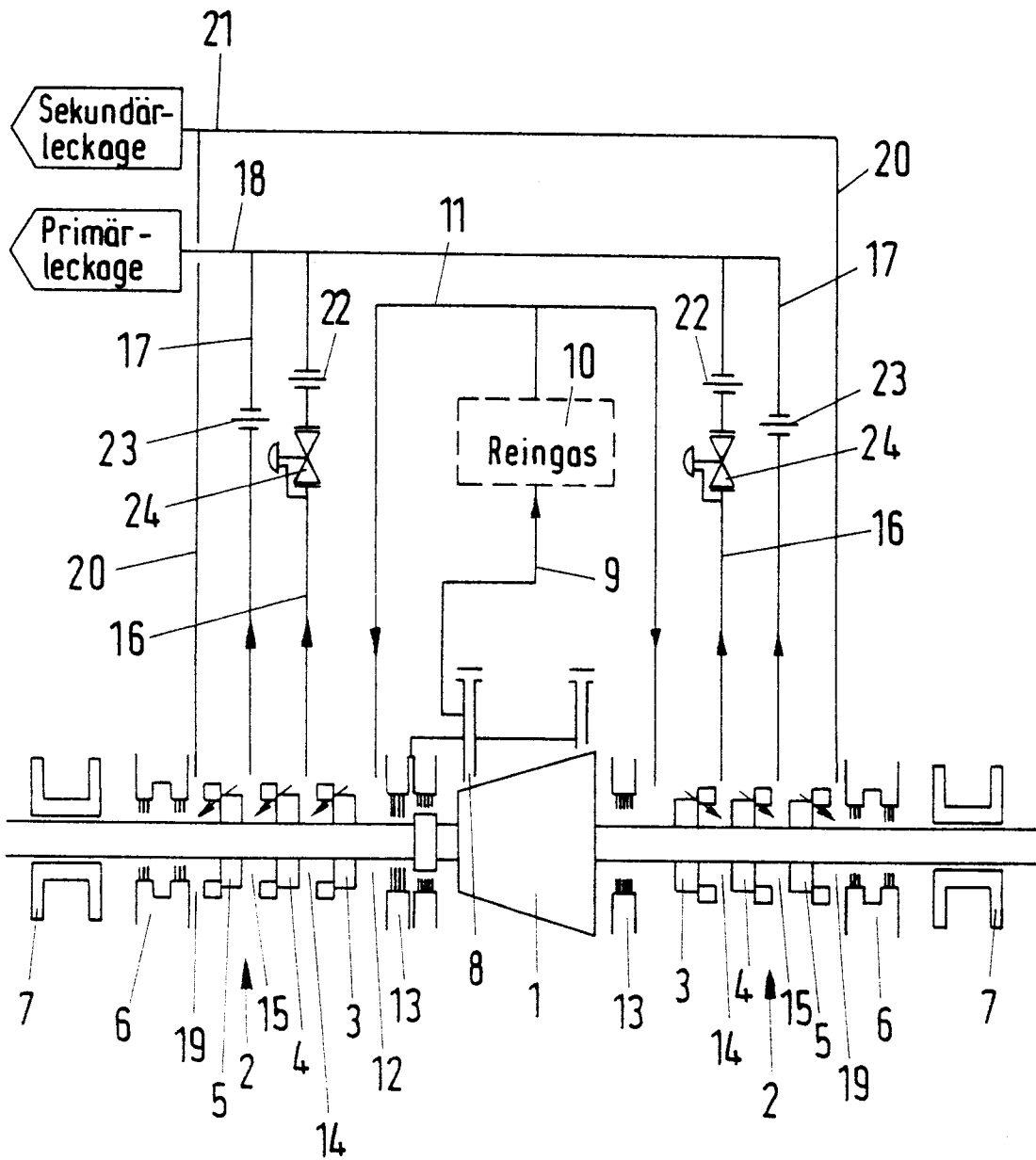


Fig. 3

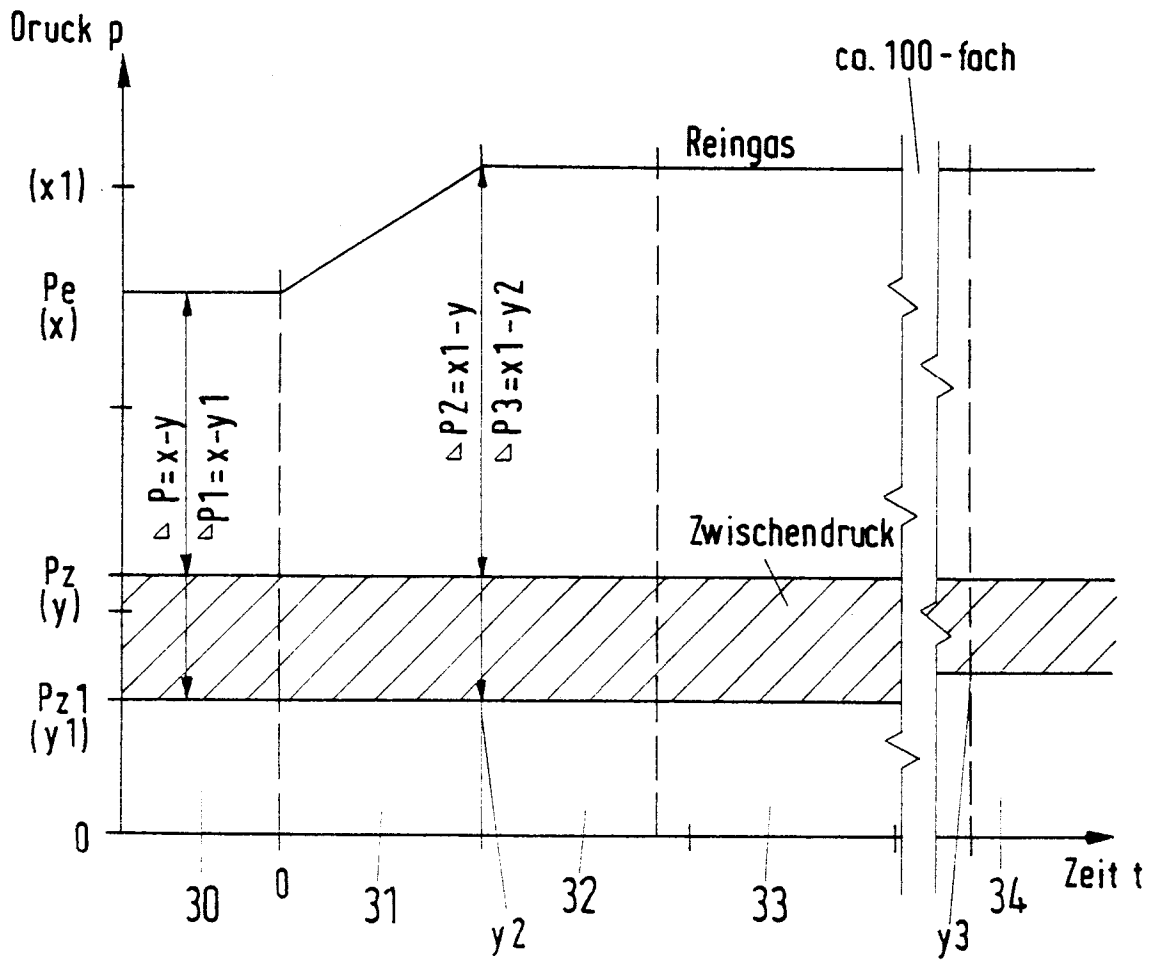
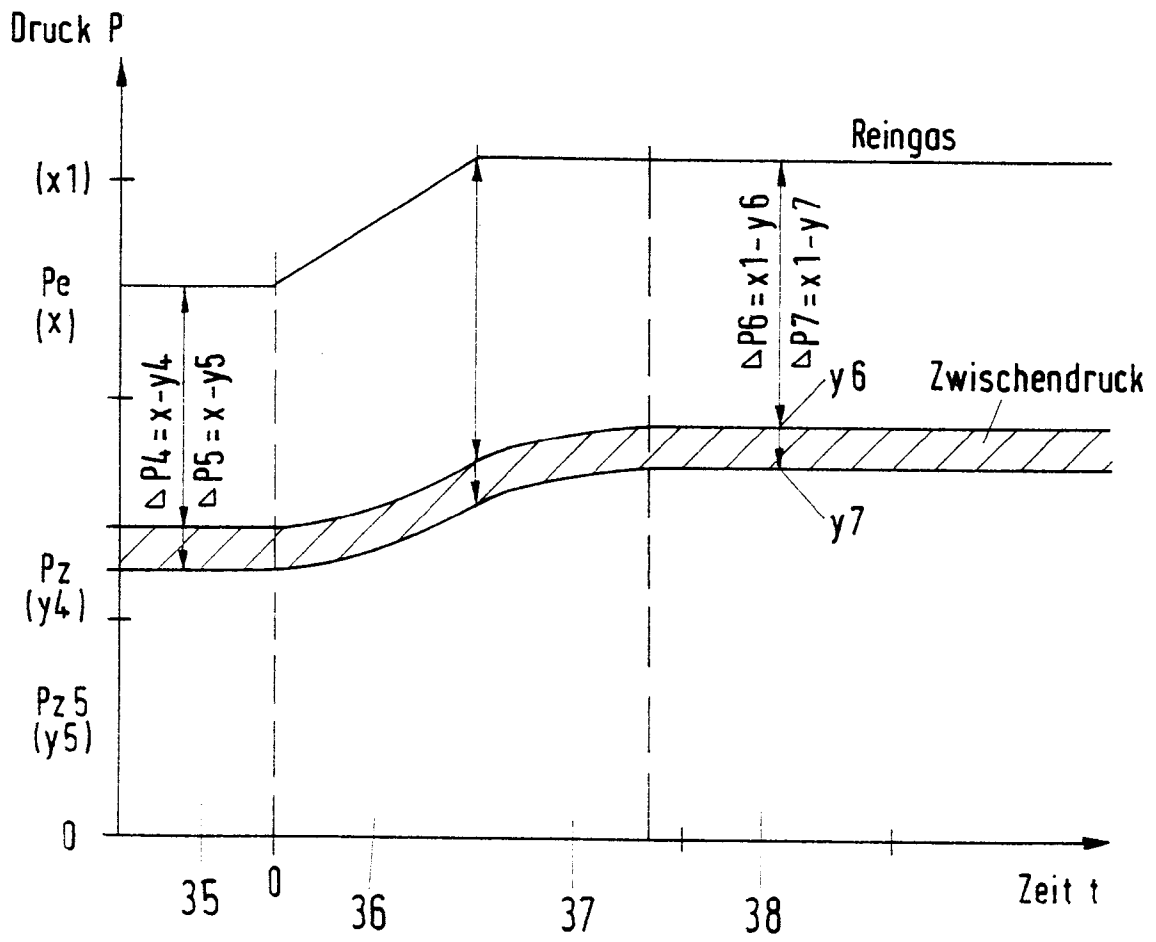


Fig. 4







Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 25 0118

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	DE-C-706 180 (I.G. FARBEN) * das ganze Dokument * ---	1-3	F16J15/00
A	DE-A-2 143 736 (ERNO RAUMFAHRTTECHNIK) * das ganze Dokument * ---	1-3	
A	EP-A-0 426 041 (JOHN CRANE) * das ganze Dokument * ---	1	
A	US-A-2 175 868 (BENTLEY) ---		
A	CH-A-364 580 (SULZER) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F16J F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 06 JULI 1993	Prüfer IVERUS D.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		I : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P0403)