

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 575 659 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92110887.4**

(51) Int. Cl.⁵: **F01D 9/04**

(22) Anmeldetag: **26.06.92**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.12.93 Patentblatt 93/52

(71) Anmelder: **ASEA BROWN BOVERI AG**

CH-5401 Baden(CH)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU MC
NL PT SE**

(72) Erfinder: **Keller, Jakob, Dr.**
Plattenstrasse 8
CH-5605 Dottikon(CH)

(54) **Einlassgehäuse für Dampfturbine.**

(57) Ein Einlassgehäuse (4) von vorzugsweise symmetrischer Torusform für eine einflutige, axial durchströmte Hochdruckdampfturbine ist mit getrennten tangential in das Gehäuse einmündenden Zuführungen (1, 2) versehen. Die Querschnitte der tangentialen Zuführungen sind für unterschiedlichen Massendurchfluss dimensioniert.

Der Auslass des Gehäuses ist mit einem kreisringförmigen Querschnitt (5) versehen, welcher so bemessen ist, dass das in die Beschaufelung (13) einströmende Arbeitsmittel unabhängig von der gefahrenen Last eine Tangentialkomponente aufweist, die in der Größenordnung der Umfangsgeschwindigkeit des vom Arbeitsmittel beaufschlagten Schau-felsektors der ersten Stufe liegt.

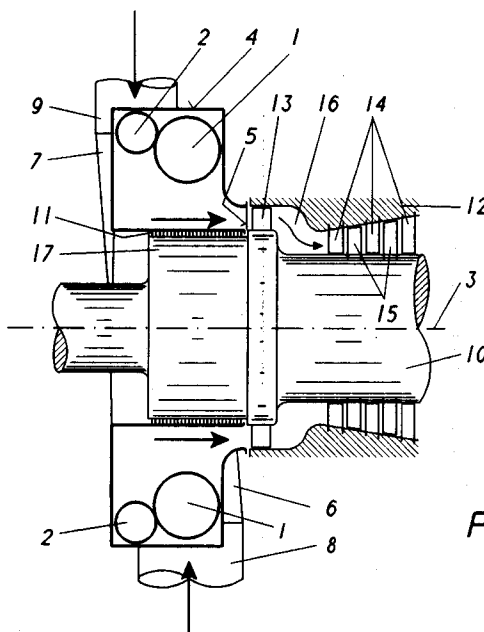


FIG. 1

EP 0 575 659 A1

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Einlassgehäuse für eine einflutige, axial durchströmte Hochdruckdampfturbine mit mindestens zwei getrennten Zuführungen.

Stand der Technik

Die Leistungsregelung von Dampfturbinen geschieht heute entweder über Anpassung oder Drosselung der Frischdampfdrücke, bekannt als Gleitdruckregelung bzw. Drosselregelung, oder durch Teilbeaufschlagung einer speziell dafür konstruierten Gleichdruckstufe über einzelne abschaltbare und regelbare Sektoren eines Düsenkranzes. Diese als Düsengruppenregulierung bekannte Regelungsart zeigt sich zumeist der reinen Drosselregulierung überlegen, führt aber bei Reduktion der Last und damit der Beaufschlagung zu einer Zunahme der unter der Bezeichnung "Teilbeaufschlagungsverluste" bekannten Verlustanteile. Bei nicht vollständiger Durchmischung der Strömung in der anschliessenden Radkammer kann es ebenfalls zu einer Teilbeaufschlagung der nachfolgenden Reaktionsbeschaufelung und damit zu zusätzlichen, grossen Strömungsverlusten kommen.

Eintrittsgehäuse mit konzentrischen Ringkanälen sind aus der FR-A-2 351 249 bekannt. Aus zwei axial gerichteten konzentrischen Ringkanälen, welche einen Düsenkasten bilden, strömt der Dampf in ein Aktionsrad. Die Düsen sind innerhalb der Ringkanäle angeordnet. Es handelt sich dabei um eine klassische Gleichdruck-Regelstufe. Die Ringkanäle werden getrennt angespeist. Einer der beiden Ringkanäle hat zwei Zuflüsse, die zu je einem halben Ringumfang führen. Der zweite Ringkanal weist vier Zuflüsse für seine vier Segmente auf. Die Turbinenleistung wird vom Leerlauf auf Nennlast gesteigert, indem zunächst ein Ringkanal über den ganzen Umfang angespeist wird und dann nacheinander die verschiedenen Sektoren des zweiten Ringkanals geöffnet werden. Mit dieser Anordnung sollen bei Teilbeaufschlagung keine Schwingungsprobleme an der ersten Laufreihe auftreten.

Ein Einlassgehäuse mit ineinandergeschachtelter Doppelspirale führt zu einer Regelungsart, die über dem ganzen Lastbereich bessere Wirkungsgraden als mit reiner Düsengruppenregulierung aufweist. Ein solches Einlassgehäuse ist bekannt aus der CH-A-654 625. Durch die dort über 360° Umfang erfolgende Beaufschlagung mit je nach Last unterschiedlichen Massenströmen kann auf die bei Teillast verlustreiche Regelstufe, bestehend aus Düsenkasten und Gleichdruckrad verzichtet werden. Besondere Vorteile konstruktiver Art sind

darin zu sehen, dass derartige Spiralgehäuse eine kurze axiale Baulänge aufweisen und das lediglich zwei mit Abschluss- und Regelorganen versehene Zudampfleitungen benötigt werden.

Werden die Querschnitte der Spiralgehäuse für unterschiedlichen Massendurchfluss dimensioniert, so können neben der Vollast mindestens zwei Teillastpunkte ungedrosselt und somit verlustarm gefahren werden. Werden die Spiralquerschnitte zudem drallerzeugend ausgelegt, so kann auf ein Umlenkgerüst vor der ersten Laufreihe der Turbinenbeschaufelung verzichtet werden. Höhere Dampfgeschwindigkeiten als üblich sind in den Zuflüssen zulässig, da für die Drallerzeugung kinetische Energie voll verwertbar ist. Hierdurch können die Zuflüsse mit kleinen Querschnitten und somit billiger ausgeführt werden.

Bei dieser bekannten Lösung wird davon ausgegangen, dass im Teillastbetrieb ein Impuls- und Drehimpulsaustausch zweier überkritischen Wirbelströmungen letztlich wieder zu einer unterkritischen Wirbelströmung führt. Weil die einzelnen Spiralströmungen hinsichtlich Vollastauslegung überkritisch sein müssen, sind die infolge ausgedehnter Grenzschichten verursachten Wandreibungsverluste relativ gross.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Einlassgehäuse der eingangs genannten Art unter Vermeidung der Nachteile der Spirallösung deren Vorteile hinsichtlich der einfachen Regelung sowie die bisherige klassische Bauweise mit nach dem Gleichdruckprinzip arbeitenden Regelrad beibehalten zu können.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht,

- dass das Gehäuse von vorzugsweise symmetrischer Torusform ist;
- dass die Zuführungen tangential in das Gehäuse einmünden;
- dass die Querschnitte der tangentialen Zuführungen für unterschiedlichen Massendurchfluss dimensioniert sind;
- und dass der Auslass des Gehäuses mit einem kreisringförmigen Querschnitt versehen ist, welcher so bemessen ist, dass das in die Beschaufelung einströmende Arbeitsmittel unabhängig von der gefahrenen Last eine Tangentialkomponente aufweist, die in der Grössenordnung der Umfangsgeschwindigkeit des vom Arbeitsmittel beaufschlagten Schaufelsektors der ersten Stufe liegt.

Der Vorteil der Erfindung ist insbesondere darin zu sehen, dass die Strömung im Gehäuseinnern stets unterkritisch bleibt. Im Gegensatz zur Doppelspirale, bei welcher der Impulsaustausch erst im Turbineneintritt erfolgt, erfolgt bei der neu-

en Massnahme der Impulsaustausch bereits in der Drallkammer des Torus. Der kritische Querschnitt wird gerade beim Austritt aus dem Gehäuse respektiv beim Eintritt in die Turbinenbeschaufelung durchschritten.

Wird mit der Maschine Teillast gefahren, so ist bei der Drallübertragung ein weiterer Vorteil gegenüber der bekannten unverdrallten Drosselung darin zu sehen, dass bei beispielsweise geöffneter erster Zuführung und stark angedrosselter zweiter Zuführung das Druckgefälle über den im Torus vorherrschenden Wirbel hinweg mitdrosselt, was als nahezu verlustfrei anzusehen ist.

Als weiterer Vorteil kann der bei einflutigen Turbinenteilen erforderliche Ausgleichskolben aufgrund des grossen Durchmessers des Regelrades im freien Raum innerhalb des torusförmigen Gehäuses angeordnet werden kann, was sich günstig auf die axiale Baulänge der Anlage auswirkt.

Es ist zweckmässig, wenn zwei Paare von tangentialen Dampfzuführungen angeordnet sind, und wenn die Mündungen der beiden Paare im Gehäuse um 180° in Umfangsrichtung gegeneinander versetzt sind. Dadurch kann die Anfachung von stehenden Trägheitswellen im Gehäuseinnern praktisch vermieden werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung sind zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung vereinfacht dargestellt.

Es zeigen:

- Fig. 1 einen Teillängsschnitt durch eine Turbine mit torusförmigem Einlassgehäuse;
 Fig. 2 eine Ausführungsvariante des torusförmigen Einlassgehäuses.

Die Strömungsrichtung des Arbeitsmediums, hier Hochdruckdampf, ist mit Pfeilen bezeichnet. Die Figur erhebt keinerlei Anspruch auf Genauigkeit und ist lediglich der besseren Verständlichkeit wegen auf die notwendigsten Konturen beschränkt.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Dem Einlassgehäuse strömt der Dampf über die Rohrbögen 8 resp. 9 zu. Nicht gezeigt sind die in den Rohrbögen 8 und 9 angeordneten Abschluss- und Regelorgane. Das Einlassgehäuse besteht im wesentlichen aus einem rotationssymmetrischen Torus 4. In den Torus münden zwei je in Umfangsrichtung gegeneinander versetzte Paare von Dampfzuführungen 1, 2. Das Arbeitsmittel strömt tangential in den Torus ein. Die Querschnitte der tangentialen Zuführungen 1, 2 sind für unterschiedlichen Massendurchfluss dimensioniert; Die Zuführungen 1 sind beispielsweise für 30%, die Zuführungen 2 für 70% der Dampfmenge ausge-

legt. Der Torusinnenraum bildet eine Wirbelkammer für das tangential zuströmende Arbeitsmittel.

Der Auslass des Torus ist mit einem kreisringförmigen Querschnitt 5 versehen. Dieser ist so bemessen, dass das in die Beschaufelung einströmende Arbeitsmittel unabhängig von der gefahrenen Last eine Tangentialkomponente aufweist, die in der Grössenordnung der Umfangsgeschwindigkeit des vom Arbeitsmittel beaufschlagten Schaufelsektors der ersten Stufe liegt. Es erfolgt somit aus der Wirbelkammer eine in der Projektion axiale Dampfeinströmung in die Turbine.

In einem solchen Einlassgehäuse herrschen Strömungsbedingungen vor, wie sie bei den bekannten DUPLEX-Zerstäubern ähnlich vorliegen. Dadurch, dass die Wirbelkammer austrittsseitig in einen kritischen Querschnitt 5 mündet, können insbesondere die massgeblichen Grössen wie Impuls und "Sprühwinkel" für grosse und für kleine Durchflussmengen gleich gehalten werden.

Von der teilweise und nur schematisch skizzierten Turbine, bei der es sich um den einflutigen Hochdruckteil handelt, sind nur der Rotor 10 mit Stopfbüchsenpartie 11 auf dem Ausgleichkolben 17, der Schaufelträger 12, das Regelrad 13, sowie die im Schaufelträger befestigten Leitschaufeln 14 der drei ersten Reaktionsstufen und die im Rotor befestigten Laufschaufeln 15 der zwei ersten Reaktionsstufen dargestellt.

Zwischen dem Regelrad 13 und der Leitreihe der ersten Stufe befindet sich der übliche Radraum 16. Die radial innere Begrenzungswand des torusförmigen Gehäuses verläuft in der Ebene des Ausgleichskolbens 17 und ist an ihrer Aussenseite mit einer labyrinthartigen Wellendichtung versehen, welche Teil der genannten Stopfbüchsenpartie 11 ist.

Zwischen den Eintrittsmündungen der beiden Zuführungen, die sich in der horizontalen Trennebene befinden (im Gegensatz zur Darstellung in Fig. 1, wo sie aus Gründen der Übersichtlichkeit in der Zeichnungsebene liegen) und den Rohrbögen 8, 9 sind Reduktionsstücke 6, 7 vorgesehen. In ihnen wird das Arbeitsmittel vom beispielsweise 60 m/sec auf ca. 150 m/sec beschleunigt. Es versteht sich, dass in den Rohrbögen 8 und 9 auch höhere Geschwindigkeiten als die genannten 60 m/sec zulässig sind. Dies gilt insbesondere deswegen, weil die kinetische Energie für die Drallerzeugung voll nützlich ist. Letzlich handelt es sich um ein Optimierungsproblem, bei welchem die durch erhöhte Geschwindigkeit bedingten höheren Reibungsverluste einer Materialeinsparung aufgrund geringere Querschnitte entgegenzustellen sind.

Die am Turbineneintritt, in diesem Fall vor dem Regelrad 13, erforderliche Geschwindigkeit von beispielsweise 280 m/sec wird im kritischen Querschnitt unmittelbar vor Turbineneintritt erreicht.

Die Drallerzeugung erfolgt in der Wirbelkammer der Torus. Hierzu sind die Eintrittsquerschnitte der paarweise angeordneten tangetialen Zuführungen 1, 2 um 180° gegeneinander versetzt und so gerichtet, dass der Torus im gleichen Drehsinn durchströmt ist. Der Wirbel, der die Vorverdrallung der Strömung vor dem Turbineneintritt besorgt, wird aufgebaut, wenn eine der Zuführungen geöffnet ist.

Bei der Wahl der Querschnittsform von torusförmigem Gehäuse und Zuführungen sind neben strömungstechnischen Gesichtspunkten auch konstruktive und herstellungstechnische Aspekte zu berücksichtigen. Man wird bestrebt sein, Formen anzuwenden, die eine möglichst homogene Abströmung in den kritischen Querschnitt gewährleisten.

Man erzielt dann am entsprechend dimensionierten kritischen Querschnitt 5 absolute Abströmgeschwindigkeiten von ca. 280 m/sec bei einem Abströmwinkel von ca. 18°. Bei einer entsprechenden Umfangsgeschwindigkeit des Rotors am massgeblichen Rotordurchmesser ergibt dies eine ideale Anströmung des Regelrades 13.

Es gilt noch zu berücksichtigen, dass - im Gegensatz zur in CH-A-654 625 gezeigten Lösung mit der Doppelspirale - im vorliegenden Fall die erste vom Dampf beaufschlagte Laufreihe jene einer normalen Regelstufe ist. Bei der bekannten Lösung ist durch den Wegfall der Regelstufe und bei vorgegebenem Gesamtgefälle über den Hochdruckteil der Turbine das Druckniveau beim Eintritt in die Reaktionsbeschaufelung so hoch, dass zu dessen Abbau eine zusätzliche Reaktionsstufe mit üblichem Gefälle vorgesehen werden muss. Dies ist dadurch bedingt, dass in einer Reaktionsstufe üblicherweise nur etwa halb so viel Gefälle umgesetzt wird als in einer für Regelzwecke angeordneten Aktionsstufe.

Hiermit ist bereits einer der Hauptvorteile der neuen Massnahme erkennbar, d.h. der bisherige Rotor kann unverändert übernommen werden. Dies ist besonders wichtig im Hinblick auf das "Retrofitting" von bestehenden Turbinen.

Die als "Duplexregelung" zu bezeichnende Massnahme eignet sich besonders im Teillastverhalten der Turbine, wo sie ganz erhebliche Vorteile gegenüber der klassischen Düsengruppenregelung aufweist. Dies, weil die Zuströmung zur ersten Schaufelreihe bei jeder gefahrenen Last immer über 360° Umfang erfolgt.

Als besonders günstig zeigt sich hier die Anordnung von zwei für unterschiedlichen Massendurchfluss ausgelegten Zuführungen. Im gezeigten Ausführungsbeispiel strömen bei Vollbeaufschlagung 70% des Arbeitsmittels aus der grossen Zuführung 1 und 30% aus der kleinen Zuführung 2. Damit können mit der Maschine folgende Lasten gefahren werden:

- Vollast mit offenen Zuführungen 1, 2 und offenen Stellventilen (nicht gezeigt) in den Rohrbögen 8, 9;
- 70% Teillast mit offener Zuführung 1 und geschlossener Zuführung 2;
- 30% Teillast mit offener Zuführung 2 und geschlossener Zuführung 1;
- beliebige Teillasten durch Öffnen einer oder beider Zuführungen und durch Drosseln eines der beiden nicht gezeigten Ventile.

Bei voller Beaufschlagung der ersten Zuführung 1 und schwacher Beaufschlagung der zweiten Zuführung 2 bildet die vom Wirbel der ersten Zuführung aufgebaute radiale Druckdifferenz eine "Wirbelventil-Sperre" für die zweite Zuführung. Da somit über dem Regelorgan der zweiten Zuführung nur eine kleine Druckdifferenz vorhanden ist, können Drosselverluste im Teillastbetrieb niedrig gehalten werden. Ausserdem findet in der Wirbelkammer aufgrund des Drehimpulsaustausches eine Vergleichsmässigung der Enthalpie statt.

Die sorgfältige Auslegung der durchströmten Querschnitte zwecks Drallerzeugung und homogener Abströmung in Umfangsrichtung garantiert auch in Teillastpunkten der Turbine einen gleichen Anströmwinkel zum Regelrad 13 wie bei Vollast. Die je nach Teillast unterschiedlichen Abströmgeschwindigkeiten aus dem kritischen Querschnitt ermöglichen eine Lastregulierung wie bei der Düsengruppenregelung.

Im Gegensatz zu dieser klassischen Düsengruppenregelung, bei der die Teilbeaufschlagung in Umfangsrichtung erfolgt, wird im vorliegenden Fall eine stets volle Beaufschlagung in Umfangsrichtung bewirkt. Dies hat eine ebenfalls gleichmässige Temperaturverteilung über dem Umfang zur Folge. Die sonst bei Teilbeaufschlagung bekannte, verlustintensive intermittierende Füllung und Entleerung der Schaufelkanäle entfällt somit, so dass die Verlustzunahme bei abnehmender Last kleiner ist als bei der Düsengruppenregelung. Ausserdem ist die dynamische Beanspruchung der ersten Laufschaufelreihe günstiger.

Die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsvariante zeichnet sich dadurch aus, dass im radial inneren Teil der Wirbelkammer ein Totraum 20 für eine Ausgleichströmung vorgesehen ist. Es entsteht dort ein unterkritischer Hohlwirbel mit einem Kern in Form einer Ablöseblase mit Sekundärströmung.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|--|
| 1 | "grosse" Zuführung |
| 2 | "kleine" Zuführung |
| 3 | Längsachse der Turbine |
| 4 | Gehäuse |
| 5 | kreisringförmiger "kritischer" Querschnitt |
| 10 | Rotor |

11	Stopfbüchsenpartie	
12	Schaufelträger	
13	Regelrad	
14	Leitschaufel	
15	Laufschaukel	5
16	Radkammer	
17	Ausgleichkolben	
20	Totvolumen	

Patentansprüche 10

1. Einlassgehäuse für eine einflutige, axial durchströmte Hochdruckdampfturbine mit mindestens zwei getrennten Zuführungen, dadurch gekennzeichnet, 15
dass das Gehäuse (4) von vorzugsweise symmetrischer Torusform ist,
dass die Zuführungen (1, 2) tangential in das Gehäuse einmünden,
dass die Querschnitte der tangentialen Zuführungen für unterschiedlichen Massendurchfluss dimensioniert sind. und dass der Auslass des Gehäuses mit einem kreisringförmigen Querschnitt (5) versehen ist, welcher so bemessen ist, dass das in die Beschaukelung (13) einströmende Arbeitsmittel unabhängig von der gefahrenen Last eine Tangentialkomponente aufweist, die in der Größenordnung der Umfangsgeschwindigkeit des vom Arbeitsmittel beaufschlagten Schaufelsektors der ersten Stufe liegt. 20
25
30
2. Einlassgehäuse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, 35
dass die aus dem kreisringförmigen Querschnitt (5) beaufschlagte erste Beschaukelungsreihe eine Laufschaukelreihe (13) mit kleinem Reaktionsgrad ist.
3. Einlassgehäuse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, 40
dass die Mündungen der tangentialen Dampfzuführungen (1, 2) im Gehäuse in der gleichen Axialebene liegen. 45
4. Einlassgehäuse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, 50
dass zwei Paare von tangentialen Dampfzuführungen (1, 2) angeordnet sind, und dass die Mündungen der beiden Paare im Gehäuse um 180° in Umfangsrichtung gegeneinander versetzt sind.
5. Einlassgehäuse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, 55
dass die tangentialen Dampfzuführungen (1, 2) über Reduktionsstücke (6, 7) mit den zuströmseitigen Rohrbögen (8, 9) verbunden sind.

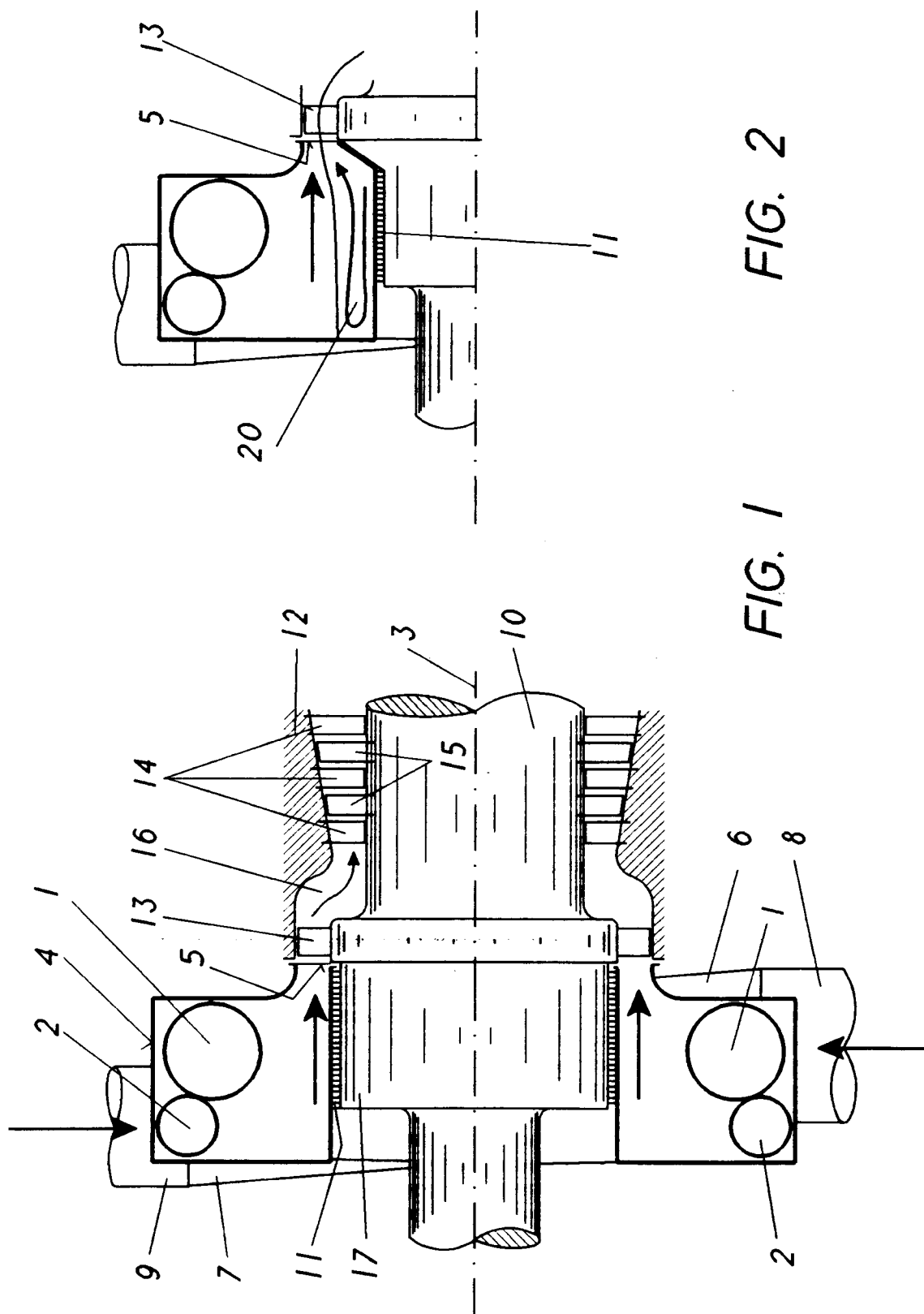


FIG. 1

FIG. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 0887

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A,D	CH-A-654 625 (BBC AKTIENGESELLSCHAFT BROWN, BOVERY & CIE) * das ganze Dokument * ---	1,3,4,5	F01D9/04
A,D	FR-A-2 351 249 (GROUPE EUROPEEN POUR LA TECHNIQUE DES TURBINES A VAPEUR G.E.T.T.) * das ganze Dokument * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 17 FEBRUAR 1993	Prüfer SERRANO GALARRAGA J.
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 T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, 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			