



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 491 134 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91117784.8**

51 Int. Cl.⁵: **F01D 1/02, F01D 1/16, F01D 1/20, F01D 9/02**

22 Anmeldetag: **18.10.91**

30 Priorität: **18.12.90 CH 4045/90**

71 Anmelder: **ASEA BROWN BOVERI AG**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.06.92 Patentblatt 92/26

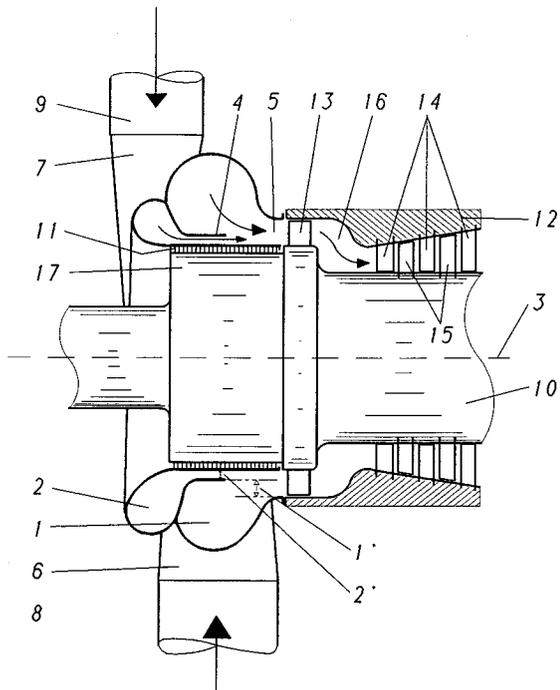
CH-5401 Baden(CH)

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

72 Erfinder: **Puzyrewski, Romuald, Prof.Dr. Partyzantow 95-97 PL-80-254 Gdansk(PL)**

54 **Einlassgehäuse für Dampfturbine.**

57 Bei einer einflutigen Dampfturbine wird das Einlassgehäuse aus zwei ineinander verschlungenen Spiralgehäusen (1, 2) konzipiert. Diese Spiralen weisen zum Beschauelungseintritt hinweisende, konzentrisch angeordnete Ringöffnungen (1', 2') auf, die sich über 360° Umfang erstrecken. Die Spiralen sind abschaltbar und/oder drosselbar, so dass eine stufenlose Teilbeaufschlagung der Reaktionsbeaufschlagung (13, 14, 15) erfolgen kann. Die für den kleineren Durchfluss bemessene Spirale (2) und ihre Ringöffnung (2') ist in radialer Richtung rotorseitig angeordnet. Die aus den Ringöffnungen (1', 2') beaufschlagte erste Beschauelungsreihe ist ein nach dem Aktions-Regelrad (13). Die radial innere Begrenzungswand der für den kleinen Durchfluss bemessenen Spirale ist in der Ebene des Ausgleichskolbens angeordnet.



EP 0 491 134 A1

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Einlassgehäuse für eine einflutige, axial durchströmte Hochdruckdampfturbine, deren erste Stufe aus zwei voneinander getrennten, konzentrischen Ringöffnungen angeströmt ist und wobei jede Ringöffnung mit einer eigenen Zuströmleitung verbunden ist, wobei die Zuströmleitungen zwei konzentrisch angeordnete, getrennt abschaltbare oder drosselbare Spiralgehäuse sind, die austrittsseitig mit sich über 360° erstreckenden Ringöffnungen versehen sind, wobei ferner der Spiralquerschnitt beider Spiralen über den ganzen Umfang drallerzeugend ausgebildet ist, derart, dass das aus den Ringöffnungen abströmende Arbeitsmittel unabhängig von der gefahrenen Last eine Tangentialkomponente aufweist, die in der Grössenordnung der Umfangsgeschwindigkeit des vom Arbeitsmittel beaufschlagten Schaufelsektors der ersten Stufe liegt und wobei schliesslich die Querschnitte der Spiralgehäuse für unterschiedlichen Massendurchfluss dimensioniert sind und die konzentrischen Ringöffnungen entsprechend unterschiedliche Höhen aufweisen.

Stand der Technik

Die Leistungsregelung von Dampfturbinen geschieht heute entweder über Anpassung oder Drosselung der Frischdampfdrücke, bekannt als Gleichdruckregelung 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 Zuströmleitungen, die zu je einem halben Ringumfang führen. Der zweite Ringkanal weist vier Zuströmleitungen für seine vier Segmente auf. Die Turbinenleistung wird vom Leer-

lauf 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 eingangs genanntes Einlassgehäuse mit einer Regelungsart, die über dem ganzen Lastbereich zu besseren Wirkungsgraden als mit reiner Düsengruppenregulierung führt, 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 Zuströmröhren zulässig, da für die Drallerzeugung kinetische Energie voll verwertbar ist. Hierdurch können die Zuströmleitungen mit kleinen Querschnitten und somit billiger ausgeführt werden.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Einlassgehäuse der eingangs genannten Art die bisherige klassische Bauweise mit nach dem Gleichdruckprinzip arbeitenden Regelrad beibehalten zu können.

- Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht,
- dass die für den kleineren Durchfluss bemessene Spirale und ihre Ringöffnung in radialer Richtung rotorseitig angeordnet ist,
 - dass die aus den Ringöffnungen beaufschlagte erste Beschaufelungsreihe eine Laufschaufelreihe mit kleinem Reaktionsgrad ist,
 - und dass die radial innere Begrenzungswand der für den kleinen Durchfluss bemessenen Spirale zumindest teilweise in der Ebene des Ausgleichskolbens angeordnet ist und an ihrer Aussenseite mit einer labyrinthartigen Wellendichtung versehen ist.

Der Vorteil der Erfindung ist insbesondere darin zu sehen, dass der bei einflutigen Turbinenteilen

erforderliche Ausgleichskolben aufgrund des grossen Durchmessers des Regelrades im freien Raum innerhalb der Spiralen angeordnet werden kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung vereinfacht dargestellt. Die einzige Figur zeigt einen Teillängsschnitt durch eine Turbine mit doppelspiralem Einlassgehäuse.

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

Das Einlassgehäuse besteht aus zwei Spiralen 1, 2, denen der Dampf über die Rohrbögen 8 resp. 9 zuströmt. Nicht gezeigt sind die in den Rohrbögen 8 und 9 angeordneten Abschluss- und Regelorgane. Austrittsseitig münden die Spiralen in je eine Ringöffnung 1' resp 2'. Diese Ringöffnungen sind konzentrisch zueinander angeordnet und erstrecken sich über 360° Umfang. Die Strömungsbegrenzung beider Ringöffnungen 1', 2' gegeneinander erfolgt über eine axial in den Turbinenströmungskanal auslaufende, kurze gemeinsame Trennwand 4.

Es erfolgt somit aus beiden Spiralen eine in der Projektion axiale Dampfeinströmung in die Turbine. Von der teilweise und sehr 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 Austritt der Spiralen 1, 2 - der durch die Hinterkante der Trennwand 4 gegeben ist - und dem Regelrad 13 ist ein ringförmiger Mischraum 5 angeordnet. Zwischen dem Regelrad 13 und der Leitreihe der ersten Stufe befindet sich der übliche Radraum 16. Die radial innere Begrenzungswand der für den kleinen Durchfluss bemessenen Spirale 2 verläuft in der Ebene des Ausgleichkolbens 17 und ist an ihrer Aussenseite mit einer labyrinthartigen Wellendichtung versehen, welche Teil der genannten Stopfbüchsenpartie 11 ist.

Zwischen den nicht dargestellten Eintrittsquerschnitten der Spiralen, die sich in der horizontalen Trennebene befinden, und den Rohrbögen 8, 9 sind Reduktionsstücke 6, 7 vorgesehen. In ihnen wird das Arbeitsmittel vom beispielsweise 60 m/sec auf die am Turbineneintritt, in diesem Fall vor dem

Regelrad 13 erforderliche Geschwindigkeit von beispielsweise 280 m/sec beschleunigt. Die Drallerzeugung erfolgt in den hierzu entsprechend gestalteten Spiralen. 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. Letztlich handelt es sich um ein Optimierungsproblem, bei welchem die durch erhöhte Geschwindigkeit bedingten höheren Reibungsverluste einer Materialeinsparung aufgrund geringerer Querschnitte entgegenzustellen sind.

Die beiden Spiralen 1, 2 sind wie ihre Ringöffnungen 1', 2' konzentrisch angeordnet und verlaufen umfangsmässig ebenfalls über 360°. Ihre Eintrittsquerschnitte sind um 180° gegeneinander versetzt, und zwar derart, dass die Spiralen 1, 2 im gleichen Drehsinn durchströmt sind. Diese Querschnitte befinden sich in der Horizontalachse 3 der Turbine, also in der Ebene, in der üblicherweise die Trennflächen der Maschine verlaufen.

Die Spiralquerschnitte der zwei konzentrisch angeordneten Spiralen 1, 2 sind für ungleichen Durchfluss ausgelegt, was die unterschiedlichen Eintrittsquerschnitte 1'', 2'' und die unterschiedlichen Höhen des Kanals resp. der Ringöffnungen 1', 2' erklärt.

Bei der Wahl der Querschnittsform sind neben strömungstechnischen Gesichtspunkten auch konstruktive und herstellungstechnische Aspekte zu berücksichtigen. Man wird bestrebt sein, kompakte Spiralformen anzuwenden, die eine möglichst homogene Abströmung aus den Ringöffnungen gewährleisten.

Bezüglich dieser homogenen Abströmung wurde bereits weiter oben ausgeführt, dass die Drallerzeugung in der Spirale selbst erfolgt. Durch die Abnahme des Radius in Strömungsrichtung wird dem Arbeitsmittel in der Spirale aufgrund des "Gesetzes über die Erhaltung des Dralls" eine zusätzliche Beschleunigung aufgezwungen. Unter Berücksichtigung dieser Beschleunigung sind die Spiralenquerschnitte in jedem Punkt für eine mittlere Geschwindigkeit von beispielsweise 120 m/sec auszulegen. Man erzielt dann an den entsprechend dimensionierten Ringöffnungen 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.

Weiter oben wurde bereits ausgeführt, dass die sonst in der Düse der Regelstufe vorgenommene Beschleunigung hauptsächlich im Reduktionsstück stromaufwärts der Spirale erfolgt und zum geringen Teil in letzterer selbst erfolgt. Der mit dieser Beschleunigung verbundene Abbau des Stufengefäl-

les entspricht dem Gefälleanteil, der in dem nunmehr fortgelassenen Düsenkasten zu verarbeiten wäre.

Andererseits gilt es zu berücksichtigen, dass - im Gegensatz zur in CH-A-654 625 gezeigten Lösung - 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 Spiralanwendung erkennbar, d.h. der bisherige Rotor kann unverändert übernommen werden. Dies ist besonders wichtig im Hinblick auf das "Retrofitting" von bestehenden Turbinen.

Die als "Drallmomententregelung" zu bezeichnende Spirallösung 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 Spiralen. Im gezeigten Ausführungsbeispiel - bei dem die "kleine" Spirale 2 die rotornahen Schaufelpartien und die "grosse" Spirale 1 die den Schaufelträger 13 nächstliegenden Schaufelpartien beaufschlagt - strömen bei Vollbeaufschlagung 70% des Arbeitsmittels aus der Ringöffnung 1' und 30% aus der Ringöffnung 2'. Damit können mit der Maschine folgende Lasten gefahren werden:

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

Die sorgfältige Auslegung des Spiralenquerschnitts 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 den Spiralen ermöglichen eine Lastregelung wie bei der Düsengruppenregelung.

Im Gegensatz zu dieser klassischen Düsengruppenregelung, bei der die Teilbeaufschlagung in Umfangsrichtung erfolgt, wird im vorliegenden Fall eine Teilbeaufschlagung in radialer Richtung durchgeführt. Hierdurch wird eine stets volle Beaufschlagung in Umfangsrichtung bewirkt, welche eine ebenfalls gleichmässige Temperaturverteilung über dem Umfang zur Folge hat. 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.

Ein zusätzlicher, jedoch bedeutend geringerer Verlust entsteht bei Teillast lediglich an der Trennfront der aus den Ringöffnungen 1' und 2' mit unterschiedlicher Geschwindigkeit austretenden Massenströme. Es handelt sich hierbei um Reibungs- und Mischverluste an den Strahlgrenzen. Andererseits gewährleistet das Zurückversetzen der Trennwand 4 gegenüber der bisherigen Lösung nach CH-A-654 625 bei Vollast eine gute Durchmischung der Teilströme im Mischraum 5. Auch wenn eine der Spiralen ganz abgeschaltet ist, so ist dennoch der Ventilationsverlust im gegebenenfalls nicht beaufschlagten Teil der Beschaufelung vernachlässigbar. Diesen entweder nicht oder anders beaufschlagten Schaufelanteil so gering wie möglich zu halten, bezweckt das Zurückversetzen der Trennwand 4 und damit die Bildung der bereits erwähnten Kammer 5. Ihre axiale Erstreckung ist so bemessen, dass der Ausgleich der Strömung in radialer Richtung gefördert ist.

Bezugszeichenliste

1	"grosse" Spirale
2	"kleine" Spirale
1'	Ringöffnung von 1
2'	Ringöffnung von 2
3	Längsachse der Turbine
4	Trennwand
5	Mischraum
6	Reduktionsstück
7	Reduktionsstück
8	Rohrbogen
9	Rohrbogen
10	Rotor
11	Stopfbüchsenpartie
12	Schaufelträger
13	Regelrad
14	Leitschaufel
15	Laufschaufel
16	Radkammer
17	Ausgleichkolben

Patentansprüche

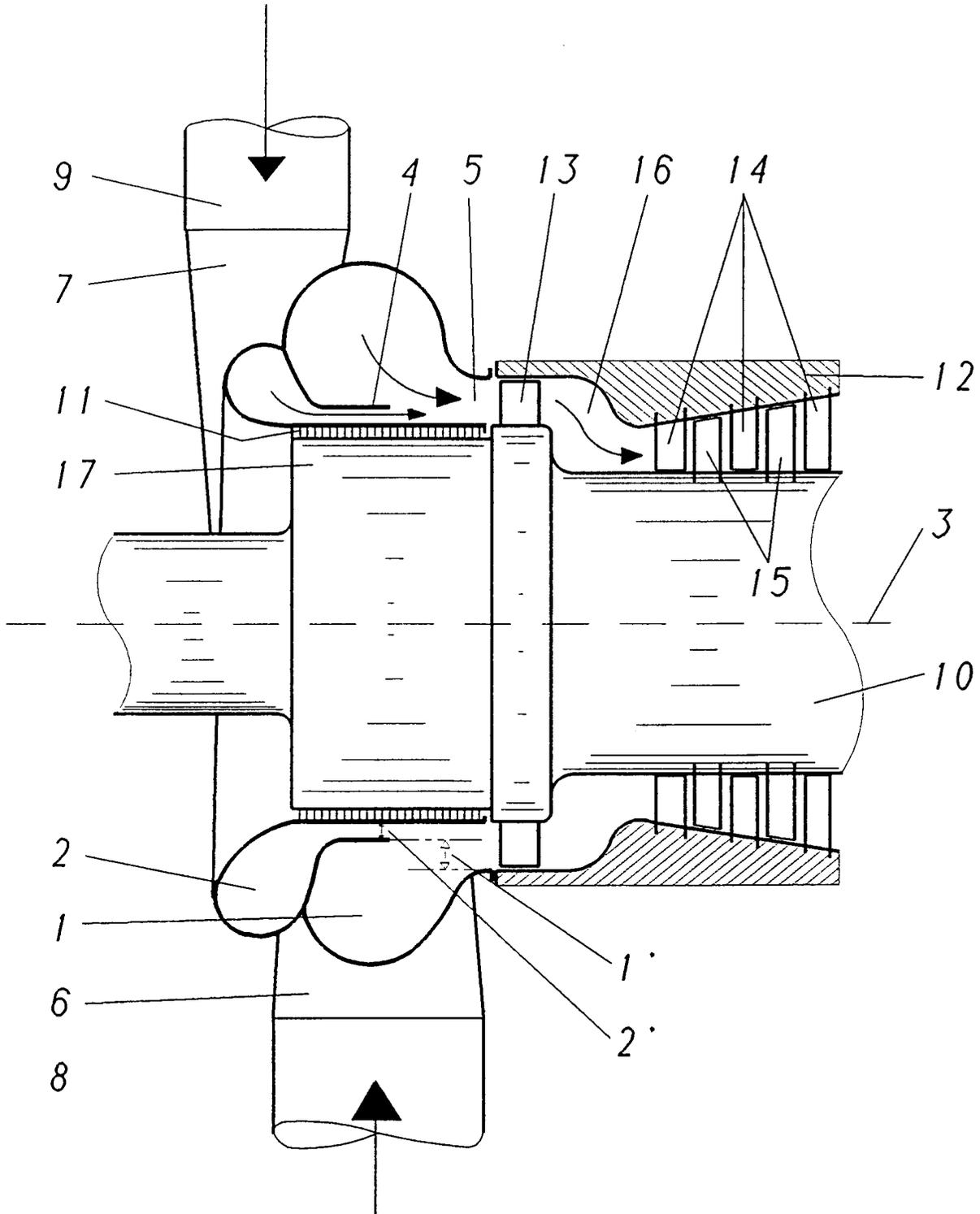
den sind.

1. Einlassgehäuse für eine einflutige, axial durchströmte Hochdruckdampfturbine, deren erste Stufe aus zwei voneinander getrennten, konzentrischen Ringöffnungen angeströmt ist und wobei jede Ringöffnung mit einer eigenen Zuströmleitung verbunden ist, wobei die Zuströmleitungen zwei konzentrisch angeordnete, getrennt abschaltbare oder drosselbare Spiralgehäuse (1, 2) sind, die austrittsseitig mit sich über 360° erstreckenden Ringöffnungen (1', 2') versehen sind, wobei ferner der Spiralquerschnitt beider Spiralen (1, 2) über den ganzen Umfang drallerzeugend ausgebildet ist, derart, dass das aus den Ringöffnungen (1', 2') abströmende Arbeitsmittel unabhängig von der gefahrenen Last eine Tangentialkomponente aufweist, die in der Grössenordnung der Umfangsgeschwindigkeit des vom Arbeitsmittel beaufschlagten Schaufelsektors der ersten Stufe liegt, und wobei schliesslich die Querschnitte der Spiralgehäuse (1, 2) für unterschiedlichen Massendurchfluss dimensioniert sind und die konzentrischen Ringöffnungen (1', 2') entsprechend unterschiedliche Höhen aufweisen, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die für den kleineren Durchfluss bemessene Spirale (2) und ihre Ringöffnung (2') in radialer Richtung rotorseitig angeordnet ist,
 - dass die aus den Ringöffnungen (1', 2') beaufschlagte erste Beschauelungsreihe eine Laufschaufelreihe (13) mit kleinem Reaktionsgrad ist,
 - und dass die radial innere Begrenzungswand der für den kleinen Durchfluss bemessenen Spirale zumindest teilweise in der Ebene des Ausgleichskolbens angeordnet ist und an ihrer Aussenseite mit einer labyrinthartigen Wellendichtung versehen ist.

2. Einlassgehäuse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiralgehäuse (1, 2) sich über 360° Umfang erstrecken und mit um 180° versetzten Eintrittsquerschnitten versehen sind.

3. Einlassgehäuse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Eintrittsquerschnitte der Spiralen (1, 2) in der Turbinen-Horizontalachse (3) angeordnet sind.

4. Einlassgehäuse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiralgehäuse (1, 2) eintrittsseitig über Reduktionsstücke (6, 7) mit den zuströmseitigen Rohrbögen (8, 9) verbun-





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 11 7784

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
D, Y	CH-A-654 625 (BBC AKTIENGESELLSCHAFT BROWN BOVERI & CIE.) Seite 3, rechte Spalte, Zeilen 31-33, 46-54 ---	1-4	F01D1/02 F01D1/16 F01D1/20 F01D9/02
D, Y	FR-A-2 351 249 (GROUPE EUROPEEN POUR LA TECHNIQUE DES TURBINES A VAPEUR G.E.T.T.) * Seite 3, Zeile 1 - Zeile 2 * * Abbildungen *	1-4	
A	DE-C-895 293 (LITENTIA PATENTS-VERWALTUNGS-GMBH) * Anspruch 2; Abbildung *	1	
A	"Eingehäusige Dampfturbinen mittlerer Leistung für Kraftwerke und Industriebetriebe. Baureihe KT.", BBB BROWN BOVERI, BADEN, SCHWEIZ Seite 10, rechte Spalte, "Regelstufenbeschaukelung" * Abbildungen 6, 11 *	1	
A	GB-A-16 249 (SOCIETE D'EXPLOITATION DES APPAREILS RATEAU) * das ganze Dokument *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
A	DE-C-172 375 (OSKAR RICHTER) * Abbildung 1 *	1	F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 15 JANUAR 1992	
		Prüfer CRIADO Y JIMENEZ, F.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : 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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			