



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 982 474 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.03.2000 Patentblatt 2000/09(51) Int. Cl.⁷: F01D 1/16

(21) Anmeldenummer: 98810856.9

(22) Anmeldetag: 28.08.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Asea Brown Boveri AG
5401 Baden (CH)**

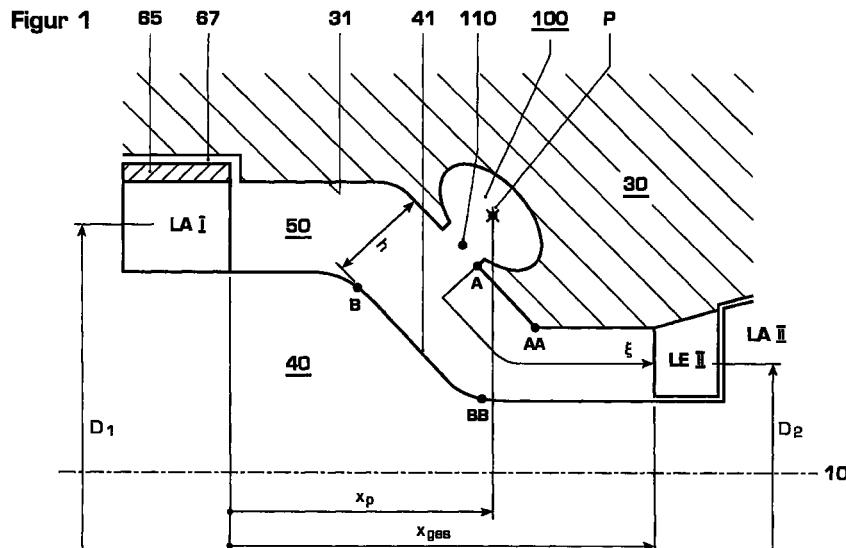
(72) Erfinder:
• Greim, Ralf, Dr.
5413 Birmenstorf (CH)

- Havakechian, Said, Dr.
5400 Baden (CH)
- Leidner, Peter, Dr.
5430 Wettingen (CH)
- Römer, Harald
79761 Waldshut (DE)

(74) Vertreter: Klein, Ernest et al
**Asea Brown Boveri AG
Immaterialgüterrecht(TEI)
Haselstrasse 16/699 I
5401 Baden (CH)**

(54) Dampfturbine

(57) Der Abströmteil eines Turbinen-Regelrades wird so gestaltet, dass die im Teillastbetrieb notwendige, bei Vollast aber unerwünschte Verluste generierende, turbulente Auseinandersetzung von Umfangs-Inhomogenitäten lastabhängig erfolgt. Hierzu wird der Abströmteil, der das Arbeitsfluid zu einer stromab des Regelrades (LA I) folgenden Turbinenstufe (LE II, LA II) leitet, als S-förmiger Ringtorus ausgebildet, der den Übergang zwischen den im allgemeinen unterschiedlichen Nabenhöhen (D₁, D₂) von Regelrad und nachfolgender Stufe ohne Stufen in den Kanalwänden (31, 41) und mit nur mässiger Stromlinienkrümmung bewerkstelligt. An der radial äusseren Wand (31) des Strömungskanals (50) ist eine umlaufende Mischkammer (100) angeordnet, welche ihrerseits auf zweckmässige Weise mit dem Strömungskanal (50) verbunden ist. Eine im Vollastbetrieb drallarme Strömung überströmt die Mischkammer weitgehend. Eine bei Teilbeaufschlagung stark drallbehaftete Strömung tritt durch die Zentifugalkräfte in die Mischkammer ein, wo vorliegende Umfangshomogenitäten ausgemischt werden.



EP 0 982 474 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft den Abströmteil eines Turbinen-Regelrades, gebildet durch eine gehäuseseitige und eine nabenseitige Kanalwand, welche Kanalwände einen Strömungskanal einschliessen, welcher Strömungskanal als Ringtorus ausgebildet ist.

Stand der Technik

[0002] Die erste Stufe des Hochdruckteils von Dampfturbinen wird bevorzugt als Gleichdruckbeschaufelung ausgelegt. Die Gleichdruck-Räder bieten an dieser Stelle trotz der gegenüber einer Überdruckbeschaufelung potentiell höheren Gitterverluste merkliche Vorteile gegenüber den in den folgenden Stufen üblichen Reaktionsstufen.

[0003] Bevorzugt werden sie als Regelstufen eingesetzt, wenn die Maschine in Festdruckfahrweise nicht mit ihrem Auslegungsmassenstrom beaufschlagt wird. Hierzu wird der Leitapparat in Form von im Gehäuse integrierten Düsen realisiert, die segmentweise mit unter hohem Druck stehendem Arbeitsfluid beaufschlagt werden. Es ist damit möglich, die Stufe segmentweise nahe ihrem Auslegungspunkt zu betreiben, wenn die Maschine in Teillast betrieben wird. Über das Laufrad besteht in diesem Fall kein ausgeprägtes Druckgefälle, und schädliche Kurzschluss-Strömungen durch die nicht beaufschlagten Schaufelkanäle werden weitgehend vermieden.

[0004] Die Schaufeln der Regelstufen werden häufig auf einem Durchmesser angeordnet, der deutlich grösser ist, als der Durchmesser der folgenden Überdruckstufen. Somit kann in der ersten Stufe der Hochdruckturbine ein hoher Enthalpieabbau vorgenommen werden, ohne dass ein nennenswerter Axialschub auf den Läufer übertragen wird. Der im Vergleich zu den durchströmten Schaufelkanälen auf einem grossen Durchmesser angeordnete Spalt zwischen Laufrad und Gehäuse kann ohne besondere Massnahmen toleriert werden, da über den Spalt zumindest bei Betrieb im Auslegungspunkt keine nennenswerte Druckdifferenz vorliegt. Als weiterer Vorteil sei angemerkt, dass durch das resultierende geringe Verhältnis von Schaufelhöhe zu mittlerem Schaufelradius der Reaktionsgrad auch ohne dreidimensionale Schaufelkonturierung über den Radius nahezu konstant bleibt, eine echte Gleichdruckbeschaufelung also einfach realisiert werden kann.

[0005] Bei Teilbeaufschlagung einer Regelstufe ist die Abströmung aus dem Laufrad im Teillastbetrieb mit starken Gradienten in Umfangsrichtung behaftet. Es muss vermieden werden, die folgende Überdruckstufe in Umfangsrichtung derart inhomogen anzuströmen, da ansonsten strukturmechanische Probleme wie auch starke Sekundärströmungen in den folgenden Schaufelgittern auftreten.

[0006] Üblicherweise werden die Übergänge der Radurchmesser vom Austritt des Regelstufen-Laufrades zum Eintritt in die folgende Stufe daher nicht kontinuierlich ausgeführt, sondern durch eine Stufe der Nabe unmittelbar am Laufradaustritt, die den Nabendurchmesser sprunghaft auf den des folgenden Schaufelgitters reduziert. Desgleichen wird das Gehäuse zunächst eine Strecke stromab des Regelrades auf dessen Ausendurchmesser weitergeführt, bevor es sprunghaft auf den Aussendurchmesser der stromab folgenden Stufe reduziert wird. Durch die Unstetigkeiten der Kanalkontur entstehen stromab des Regelrades zwei grosse Rezirkulationsgebiete, in denen die Regelrad-Abströmung ausgemischt und in Umfangsrichtung homogenisiert wird. Diese Wirbel sind mit grossen Verlusten behaftet, auch im Vollastbetrieb, wenn ohnehin eine in Umfangsrichtung weitgehend homogene Regelrad-Abströmung gegeben ist, und keine turbulente Mischung notwendig wäre.

[0007] Zugleich wird die Zuströmung zur folgenden Stufe über die Kanalhöhe sehr inhomogen, wodurch weitere Verluste induziert werden.

[0008] Die Verwendung S-förmiger Tori zur Führung einer axialen Hauptströmung einer Strömungsmaschine zwischen Stufen mit stark unterschiedlichen Mittelschnittdurchmessern ist bekannt und auch naheliegend. Insbesondere im vorliegenden Fall ist diese a priori ungeeignet. Es ergeben sich dabei im Teillastbetrieb Probleme in der nachfolgenden Stufe, die aufgrund des Fehlens einer Mischkammer im Strömungspfad in Umfangsrichtung stark inhomogen angeströmt wird, da im Teillastbetrieb die verlustbehaftete turbulente Ausmischung ja ein wichtiges Funktionsprinzip von Regelradmaschinen darstellt.

[0009] Es sei noch anzumerken, dass sich hier gerade in dem Fall, dass die Mittelschnitt-Durchmesser des Regelrades und der stromab folgenden Stufe nicht stark unterschiedlich sind, bei der konventionellen Art der Mischkammergestaltung Probleme ergeben, da auch in einem solchen Fall keine hinreichende Intensität der Ausmischung erreicht wird.

[0010] Die Auslegung des Überströmbereichs von einer Regelstufe einer Turbomaschine zu einem stromab folgenden Schaufelgitter bewegt sich also im Spannungsfeld zwischen einer verlustarmen Strömung bei Vollbeaufschlagung und einer guten - verlustbehafteten - Ausmischung der Umfangsinhomogenitäten bei Teilbeaufschlagung. Beides zu realisieren, und gleichzeitig eine auch über die Kanalhöhe möglichst homogene Anströmung der folgenden Stufe zu erreichen, ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung.

Darstellung der Erfindung

[0011] Die vorliegenden Erfindung betrifft den Abströmteil eines Turbinen-Regelrades, gebildet durch eine gehäuseseitige und eine nabenseitige Kanalwand, welche Kanalwände einen Strömungskanal einschlies-

sen, welcher Strömungskanal als Ringtorus ausgebildet ist.

[0012] Aufgabe der Erfindung ist, die Mischkammer so zu gestalten und im Überströmkanal anzurichten, dass bei Teilbeaufschlagung des Regelrades die notwendige verlustbehaftete Ausmischung mit hinreichen-
5 der Intensität abläuft, um eine in Umfangsrichtung homogene Anströmung der stromab folgenden Turbi-
nenstufe zu gewährleisten. Daneben ist auch darauf zu
achten, dass der Einfluss sich ausbildender Grenz-
schichten in einem vertretbaren Rahmen gehalten und
10 eine radial möglichst gleichförmige Anströmung der fol-
genden Stufe erreicht wird.

[0013] Erfindungsgemäß werden diese Ziele dadurch erreicht, dass der Strömungskanal im Längsschnitt stromab des Regelrades eine Krümmung erhält, stromab derer der Kanal mit einer radialen Komponente auf den Durchmesser der stromab folgenden Stufe geführt wird. Im Anschluss an den geneigten Teil erhält der Strömungskanal auf dem Radius der folgenden Stufe eine der ersten Krümmung entgegengerichtete Umlenkung, und wird parallel zur Maschinenachse in das stromab gelegene Leitgitter geführt. Dabei werden die bei nach dem Stand der Technik üblichen Unstetigkeiten der Kanalkonturierung vermieden. Durch die zwei entgegengesetzt verlaufenden Strömungsumlenkungen bildet der Strömungskanal, der selbstverständlich in Umfangsrichtung um die Maschinenachse verläuft, einen im Maschinen-Längsschnitt allgemein S-förmigen Ringtorus. Wie ohne weiteres nachvollziehbar, nähert sich dieser um so mehr einem zylindrischen Ringtorus an, je geringer der Durchmesserunterschied zwischen dem Regelrad und der nachfolgenden Turbinenstufe ist, wobei dieser Grenzfall hier ebenfalls eingeschlossen ist.

[0014] Erfindungsgemäß wird weiterhin an der radial aussen liegenden Kanalwand eine umlaufende Mischkavität angeordnet, die auf geeignete Weise, bevorzugt durch einen Ringspalt, mit dem Strömungskanal verbunden ist. Dabei müssen das Volumen der Mischkavität und der Querschnitt des Eintrittspaltes so abgestimmt werden, dass einerseits eine gute Durchmis-
15 chung einer in Umfangsrichtung inhomogenen Strömung erreicht wird. Andererseits muss die Bildung von Strömungsresonanzen durch die geometrische Anpas-
sung des Volumens der Mischkavität und ihrer Verbin-
dung zum durchströmten Kanal vermieden werden.

[0015] Auch ist die axiale Lage der Mischkavität bzw.
20 des Eintrittspaltes in die Mischkavität zweckmäßig zu wählen, da ansonsten unerwünschte Wechselwirkun-
gen mit der Hauptströmung auftreten.

[0016] Aus dieser Konfiguration resultiert bei zweck-
mäßiger Auslegung der Kanal- und Mischkammer-
Geometrie folgende Wirkung: Bei Vollbeaufschlagung
des Regelrades strömt das Arbeitsfluid nahezu axial,
d.h. ohne signifikanten Drall, aus dem Regelrad aus,
und der Strömungskanal wird ohne nennenswerte
Umfangskomponente durchströmt. Da das Arbeitsfluid

keine wesentliche Geschwindigkeitskomponente nor-
mal zur Kanalwand hat, wird die Mischungskavität weit-
gehend überströmt. In diesem Falle resultieren keine
Mischungsverluste. Bei Teilbeaufschlagung des Regel-
rades hingegen ist die Regelradabströmung mit einer
Umfangskomponente behaftet, die umso stärker ist, je
größer der Abstand des Lastpunktes vom Auslegungs-
punkt, mithin also auch, je inhomogener die Regelrad-
abströmung, ist. Im Falle der drallbehafteten Strömung
tritt nun aufgrund der Zentrifugalkräfte Fluid in die
Mischkammer ein, so, dass in Umfangsrichtung vorlie-
gende Inhomogenitäten ausgemischt werden. Die Aus-
mischung ist umso intensiver, je stärker der Drall der
Regelradabströmung ist. Die Ausmischung der
Umfangshomogenitäten und die hierbei notwendig in
Kauf zu nehmenden Druckverluste werden somit last-
abhängig durch diese Inhomogenitäten selbst gesteu-
ert.

[0017] Aufgrund der speziellen Funktionsweise -
20 Drallsteuerung der Mischintensität - sind Unstetigkeiten
des Verlaufs des Strömungskanals zwischen Regelrad
und folgender Stufe keine Voraussetzung für die bestim-
mungsgemäße Funktion des Regelrad-Abströmeils.
Durch die erfindungsgemäße Ausführung des Regel-
25 rad-Abströmeils wird auch dann eine im Bedarfsfall hin-
reichende Mischintensität erreicht, wenn das Regelrad
und die nachfolgende Stufe den gleichen Mittelschnitt-
Durchmesser aufweisen, und aus dem S-förmigen
Ringtorus ein zylindrischer Ringtorus wird.

[0018] Bei der erfindungsgemäßen Ausführung des
Abströmeils eines Regelrades wird der Strömungskanal
zwischen dem Regelrad und der stromab folgenden
Turbinenstufe gegenüber den Radkammern herkömmli-
35 cher Bauart mit deutlich geringerem turbulentem Quer-
austausch durchströmt. Den hierdurch entstehenden
dicken Grenzschichten kann entgegengewirkt werden,
indem der Strömungskanal insgesamt leicht düsenför-
mig, das heißt mit abnehmender Querschnittsfläche,
40 ausgelegt wird.

[0019] Als weiterer Vorteil der Erfindung ist aufzufüh-
ren, dass der Drehimpuls einer drallbehafteten Strö-
mung vom Regelrad-Austritt zum Eintritt der folgenden
Stufe weitgehend erhalten bleibt, da bei zweckmäßiger
45 Auslegung nur der zur Umfangs-Homogenisierung not-
wendige Teilstrom turbulent vermischt wird. Somit kann
der Drall effizient bei der Auslegung der Stufenkinema-
tik genutzt werden; der bei drallbehafteter Strömung
insbesondere bei einem radial nach innen gerichteten
50 Strömungskanal zwangsläufig entstehende positive
radiale Druckgradient kann durch die Gestaltung der
Kanalkrümmung im Übergang vom gegen die Maschi-
nenachse geneigten zum rein axialen Teil wirkungsvoll
kompensiert werden.

55 Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0020] Im folgenden werden Beispiele für die Ausfüh-
rung der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Im

einzelnen zeigen:

- Fig. 1 die Kanalkonturierung und die Anordnung der Mischkammer bei einer Maschine, bei der das Regelrad auf einem grösseren Durchmesser als die folgende Stufe angeordnet ist.
- Fig. 2 die Kanalkonturierung und die Anordnung der Mischkammer bei einer Maschine, bei der das Regelrad auf einem kleineren Durchmesser als die folgende Stufe angeordnet ist.
- Fig. 3 die Mischkammer und deren Verbindung mit dem Strömungskanal.
- Fig. 4 einen Teil einer Abwicklung der radial äusseren Kanalwand mitsamt dem folgenden Turbinen-Leitrad mit Blickrichtung von der Maschinenachse radial nach aussen.
- Fig. 5 eine Ausführungsvariante der nabenseitigen Kanalwand.
- Fig. 6, 7, 8 Beispiele für weitere zweckmässige Ausführungsformen der nabenseitigen Kanalwand.
- Fig. 9, 10, 11 Beispiele für die Ausführung der Erfindung durch Einbauten in ausgeführten Maschinen.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0021] Die prinzipielle Ausführung der Erfindung ist in den Figuren 1 und 2 der Abbildung dargestellt. Auf der Welle 40 einer Turbomaschine ist der Regelrad-Läufer LA I mit dem Mittelschnitt-Durchmesser D₁ angeordnet. Eine axiale Strecke x_{ges} stromab des Regelrad-Austritts ist eine zweite Turbinenstufe, bestehend aus dem Leitrad LE II und dem Laufrad LA II angeordnet, dessen Mittelschnitt-Durchmesser D₂ im allgemeinen von dem des Regelrades verschieden ist. In Fig. 1 ist der Fall D₂ < D₁ dargestellt, in Fig. 2 der Fall D₂ > D₁. Der Abströmtteil wird durch die gehäuseseitige Kanalwand 31 und die nabenseitige Kanalwand 41 gebildet, die den Strömungskanal 50 einschliessen. In den Figuren 1 und 2 werden die Kanalwände (31, 41) durch die Welle 40 und das Gehäuse 30 gebildet. Der Abströmkanal 50 des Regelrades überführt die Strömung ohne Unstetigkeiten der Kanalwände 31, 41, d.h. ohne sprunghafte Änderungen der Kanalhöhe h, vom Durchmesser D₁ auf den Durchmesser D₂. Bei dieser Durchmesseränderung bleibt der Drehimpuls einer drallbehafteten Regelradabströmung erhalten, weshalb sich bei der in Fig. 1 dargestellten Konfiguration der Drall der Strömung bis vor den Eintritt in das stromab folgende Leitrad LE II signifikant erhöht, wodurch sich wiederum ein starker radialer Druckgradient über der Kanalhöhe ausbildet, dergestalt, dass der Druck von der nabenseitigen Kanalwand zur gehäuseseitigen Kanalwand

ansteigt. Einer radial derart inhomogenen Anströmung des Leitrades LE II kann entgegengewirkt werden durch die Krümmung der Kanalkontur im Bereich AA, BB, die ihrerseits einen Druckanstieg von der gehäuseseitigen Kanalwand 31 zur nabenseitigen Kanalwand 41 induziert, und die bei zweckmässiger Auslegung die radiale Druckverteilung und mithin auch die meridionale- und Umfangskomponente der Geschwindigkeit homogenisiert.

[0022] Bei Teilbeaufschlagung des Regelrades LA I resultiert eine in Umfangsrichtung stark inhomogene und drallbehaftete Abströmung aus dem Regelrad-Läufer LA I. Um eine Ausmischung der Umfangsinhomogenitäten zu erreichen, ist an der gehäuseseitigen Kanalwand die umlaufende Mischkavität 100 angeordnet und mit dem Strömungskanal 50 beispielsweise über einen umlaufenden Ringspalt 110 verbunden. Je stärker der Drall der Regelrad-Abströmung ist, desto mehr Fluid wird durch Zentrifugalkräfte über den Ringspalt 110 in die Mischkavität 100 gefördert und dort turbulent in Umfangsrichtung ausgemischt, wodurch die Umfangs-Inhomogenitäten ausgeglichen werden. Die Förderung von Fluid in die Mischkammer 100 wird weiterhin durch eine über den Strömungskanal gegenüberliegende Nase B der nabenseitigen Kanalwand 41 intensiviert. Es ist zu beachten, dass bei der in Fig. 2 dargestellten Konfiguration die Punkte B und BB der nabenseitigen Kanalwand 41 identisch sein können, bei der in Fig. 1 dargestellten Konfiguration hingegen nicht. Die analoge Aussage kann über die Lage der Punkte A und AA der gehäuseseitigen Kanalwand getroffen werden.

[0023] Im Interesse der Strömungsführung und der Verlustminimierung ist es von Vorteil, wenn das Gehäuse 30 den Kopfbereich 65 des Regelrad-Läufers LA I und somit den Leckagespalt 67 überdeckt.

[0024] Die bevorzugte Dimensionierung der Mischkavität 100 und deren bevorzugte Lage werden im folgenden anhand der Figuren 1 bis 4 erläutert. Fig. 3 zeigt eine vergrösserte Darstellung der Mischkavität, wie sie sich bei einem Längsschnitt durch die Maschine darstellt. Die Kammergeometrie, die in diesem Fall ellipsenförmig dargestellt ist, ist hierbei von untergeordneter Bedeutung; prinzipiell ist hier eine beliebige Form, beispielsweise Polygonform, möglich. Das Volumen der Mischkammer muss hinreichend viel Arbeitsfluid aufnehmen, um eine gute Ausmischung der Umfangsinhomogenitäten zu ermöglichen. Andererseits darf hier auch nicht so viel Arbeitsfluid zirkulieren, dass die Verluste über ein notwendiges Mass in die Höhe getrieben werden. Zweckmässig erweist es sich, wenn die mit A_{Kammer} bezeichnete hier dargestellte Querschnittsfläche zwischen 70% und 130% der Fläche entspricht, die sich ergäbe, wenn die Kanalhöhe h quadriert würde.

[0025] Der Ringspalt 110 ist durch die Erstreckung in Hauptströmungsrichtung b definiert, sowie durch die Tiefe des sich so ergebenden Halses L. Das Mass b beträgt, ebenfalls aus den oben angestellten Überle-

gungen, zweckmässig das 0,5 - 1,5 - fache der Kanalhöhe h . Das Mass L kann dann bei ansonsten festgelegter Dimensionierung aus der Forderung bestimmt werden, dass die Eigenfrequenz ω_{Kammer} der Mischkavität grösser sein soll, als die grösste in der Außenströmung vorkommende Anregungsfrequenz. Hieraus ergibt sich die Bestimmungsgleichung zur Dimensionierung des Eintrittshalses 110:

$$\frac{b}{L} = \left(\frac{\omega_{\text{Kammer}}}{a} \right)^2 \cdot A_{\text{Kammer}}$$

worin a die Schallgeschwindigkeit des Arbeitsfluides ist.

[0026] Die Lage der Mischkavität in axialer Richtung bzw. im Strömungskanal ist in Fig. 1 und 2 durch die axiale Lage des Flächenschwerpunktes P der Mischkavität im Maschinen-Längsschnitt, x_P und den Abstand der Austrittskante A vom stromab gelegenen Gittereintritt entlang einer Hauptstromlinie, ξ , definiert. Wesentlich ist hier, dass die Wechselwirkung zwischen der Mischkammerströmung und der Stromaufwirkung des folgenden Schaufelgitters weitgehend vermieden wird. Der Abstand ξ entlang einer Hauptstromlinie von der Austrittskante A der Mischkavität bis zum Eintritt ins Schaufelgitter LE II sollte mit Vorteil mehr als eine Sehnenlänge s , definiert in Fig. 4, der Schaufeln LE II betragen. Unter konstruktiven und fluidmechanischen Gesichtspunkten erweist sich weiterhin ein Mass x_P zwischen 40% und 80% des axialen Masses x_{ges} als zweckmässig.

[0027] In den Ausführungsbeispielen, die in Fig. 1 und 2 dargestellt sind, sind die Schaufeln des Regelradläufers LA I direkt auf der Welle 40 befestigt, wobei die Welle eine solche Form hat, dass sie gleichzeitig die nabenseitige Kontur des Strömungskanals 50 bildet. Gerade in dem häufigen Fall, dass der Nabendurchmesser des Regelrad-Läufers grösser ist als der der folgenden Stufen, resultiert aus dieser Ausführung ein extrem hoher Fertigungs- und Materialaufwandaufwand durch die Bearbeitung eines Wellen-Rohlings mit grossem Durchmesser. Es sei auch darauf verwiesen, dass die Figuren 1 und 2 in erster Linie dazu dienen, dem Fachmann die Idee der Erfindung nahezubringen, obschon die gezeigten Ausführungsvarianten der Erfindung bei entsprechend grossem Aufwand durchaus realisierbar sind.

[0028] Wesentlich häufiger ist in der Praxis der Fall, dass das Regelrad als einzelnes Bauteil gefertigt - beispielsweise gegossen - wird, wobei eine Nabe des Regelrad-Läufers die Durchmesser-Differenz überbrückt. Das Regelrad wird in diesem Fall auf geeignete Weise so auf der Welle befestigt, dass das Moment des Regelrad-Läufers übertragen werden kann.

[0029] In den nachfolgend herangezogenen Figuren 5 bis 8 ist die Nabe 60 des Regelrad-Läufers LA I radial auf der Welle aufgefügt, beispielsweise aufgeschweisst oder aufgepresst, wobei die Fügestelle 66 sich axial

erstreckt. Dies darf jedoch nicht in einschränkendem Sinne verstanden werden, da für den Fachmann eine Reihe anderer Verbindungsmöglichkeiten naheliegen. So könnten hier prinzipiell eine Anzahl formschlüssiger Verbindungen Verwendung finden, ebenso ein Kegelsitz, oder eine axiale Verbindung mittels Zuganker oder einer Flanschverbindung, und dergleichen mehr. Dies berührt jedoch in keinem Falle das Wesen der Erfindung, weshalb es an dieser Stelle weder angebracht noch möglich ist, die Ausführungsalternativen vollzählig darzulegen.

[0030] Zur konstruktiven Ausgestaltung der Nabe, zum Beispiel hohlgegossen, sowie der Art der Verbindung von Nabe und Welle ist jede problemangepasste Lösung vorstellbar. Insbesondere kann der Regelrad-Läufer ohne Einschränkung der erfindungsgemässen Funktion aus mehreren Umfangs-Segmenten bestehen, um die Montage auf der Welle zu erleichtern, oder es können aus Fertigungsgründen radial mehrere Segmente zusammengebaut sein. All diese konstruktiven Details berühren das Wesen der Erfindung ebenfalls nicht.

[0031] In Fig. 5 ist eine Ausführungsvariante dargestellt, bei der der Regelrad-Läufer LA I auf einer verdickten Welle 40 montiert ist. Dabei bildet wiederum die Welle 40 die nabenseitige Kanalwand 41. Kennzeichnend für diese Ausführungsvariante ist die nabenseitige Stufe des Strömungskanals 50 unmittelbar stromab des Regelrad-Läufers LA I. Das hier entstehende Rezirkulationsgebiet wird im Wesentlichen überströmt; daher halten sich die generierten Verluste in einem vertretbaren Mass. Im Gegenzug sinkt der Fertigungsaufwand erheblich.

[0032] In Fig. 6 ist die Nabe 60 des Regelrad-Läufers LA I 35 40 45 50 55 60 66 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450 9455 9460 9465 9470 9475 9480 9485 9490 9495 950

Mischkavität 100 unabhängig vom Gehäuse 30 entstehen.

[0035] Selbstverständlich können die Einbauteile 35, 45 in dem zwischen Wellenabdeckung 45 und Welle 40 bzw. Gehäuseabdeckung entstehenden Hohlräumen 36, 46 über Versteifungsrippen verfügen; ebenso können sie jeweils mit einer oder mehreren Druckausgleichbohrungen zwischen Strömungskanal 50 und dem Hohlraum 36 bzw. 46 versehen sein.

[0036] Bei den in Fig. 10 und 11 dargelegten Ausführungsvarianten der Erfindung wird die erfindungsgemäße Strömungsführung durch zwei relativ zum Gehäuse feststehende umfangssymmetrische Einbauteile realisiert. Dabei wird die Gehäuseabdeckung 35 auf geeignete Weise im Gehäuse 30 befestigt. Vom Gehäuse 30 weisen Streben 38 in den Strömungskanal 50 hinein, an denen die Rotorabdeckung 45 befestigt ist. Anzahl und Position der Streben 38 werden dabei in erster Linie durch die Festigkeit bestimmt, die notwendig ist, um die Rotorabdeckung 45 sicher zu fixieren; daneben auch durch den Strömungswiderstand, den die Streben 38 induzieren, respektive deren Funktion zur zusätzlichen Strömungsführung, so diese angestrebt wird. Aus den gleichen Überlegungen resultiert deren vorzugsweise Querschnittsgestaltung, und die Streben 38 können beispielsweise als einfache Stäbe, Leitbleche oder schaufelförmig ausgeführt werden. Zu dieser Ausführungsvariante wäre anzumerken, dass bei einem zur Maschinenachse 10 hin orientierten Strömungsverlauf zwischen Regelrad LA I und einem stromab folgenden Leitrad LE II eine möglicherweise durch Zentrifugalkräfte induzierte Rückströmung in der Grenzschicht vermieden werden kann.

[0037] In Fig. 11 ist die in Fig. 10 dargestellte Ausführung insofern ergänzt, dass am stromab gelegenen Ende das Leitgitter LE II unmittelbar zwischen die Abdeckungen 35, 45 integriert ist, und die Leitschaufeln LE II auch eine Funktion als Streben erfüllen. In diesem Falle kann zwischen der Rotorabdeckung 45 und der Welle 40 bzw. der Nabe 60 eine Abdichtung vorgenommen werden, was zweckmäßig in dem Ringspalt 48 geschehen könnte. Weiterhin ist eine in den Hohlraum 46 hineinragende Versteifungsrippe der Rotorabdeckung dargestellt.

[0038] Wie für den Fachmann ohne weiteres nachvollziehbar ist, können die Rotorabdeckung 45 und die Gehäuseabdeckung 35 selbstverständlich auch ohne das Gegenstück eingesetzt werden, wobei dann die jeweils gegenüberliegende Kanalwand auf eine andere Art und Weise konturiert werden muss. Ebenso können Rotorabdeckung 45 und Gehäuseabdeckung 35 aus mehreren Einzelteilen zusammengefügt werden, wo dies aus Gründen der Montagefreundlichkeit oder der Fertigung erforderlich ist.

Bezugszeichenliste

[0039]

5	10	Maschinenachse
	30	Gehäuse
	31	gehäuseseitig strömungsbegrenzende Wand
	35	gehäuseseitiges Einbauteil
10	36	zwischen gehäuseseitigem Einbauteil und Gehäuse gebildeter Hohlraum
	38	Stützstreben
	40	Welle
	41	nabenseitig strömungsbegrenzende Wand
	45	Wellenabdeckung
	46	zwischen Wellenabdeckung und Gehäuse gebildeter Hohlraum
	48	Leckagespalt zwischen Rotorabdeckung und Welle
20	50	Strömungskanal
	60	Nabe des Regelrad-Läufers
	64	Regelrad-Laupschaufeln
	65	Kopfbereich des Regelrad-Läufers
	66	Fügeverbindung
25	67	Regelrad-Leckagespalt
	100	Mischkammer
	110	Verbindung zwischen Mischkammer und Strömungskanal
	A	Austrittsebene der Mischkammer
30	AA	Gegenknickstelle der gehäuseseitig strömungsbegrenzenden Wand
	A _{Kammer}	Fläche der Mischkammer im Maschinen-Längsschnitt
	B	Nase der nabenseitig strömungsbegrenzenden Wand
35	BB	Gegenknickstelle der nabenseitig strömungsbegrenzenden Wand
	D ₁	Mediandurchmesser der Regelrades
	D ₂	Mediandurchmesser der dem Regelrad stromab nachfolgenden Stufe
40	L	Tiefe der Mischkammer-Öffnung
	LA I	Regelrad-Läufer
	LA II	Laufgitter der dem Regelrad stromab nachfolgenden Stufe
45	LE II	Leitgitter der dem Regelrad stromab nachfolgenden Stufe
	P	Schwerpunkt der Mischkammer
	b	Erstreckung der Mischkammer-Öffnung entlang der Kanalwand
50	h	Kanalhöhe
	s	Sehnenlänge der Leitschaufeln der dem Regelrad stromab folgenden Stufe
	x _P	axiale Lage des Mischkammer-Schwerpunktes
55	x _{ges}	axialer Abstand zwischen Regelrad-Austritt und stromab folgendem Stufen-Eintritt
	ξ	Stromlinien-anangepasste Koordinate

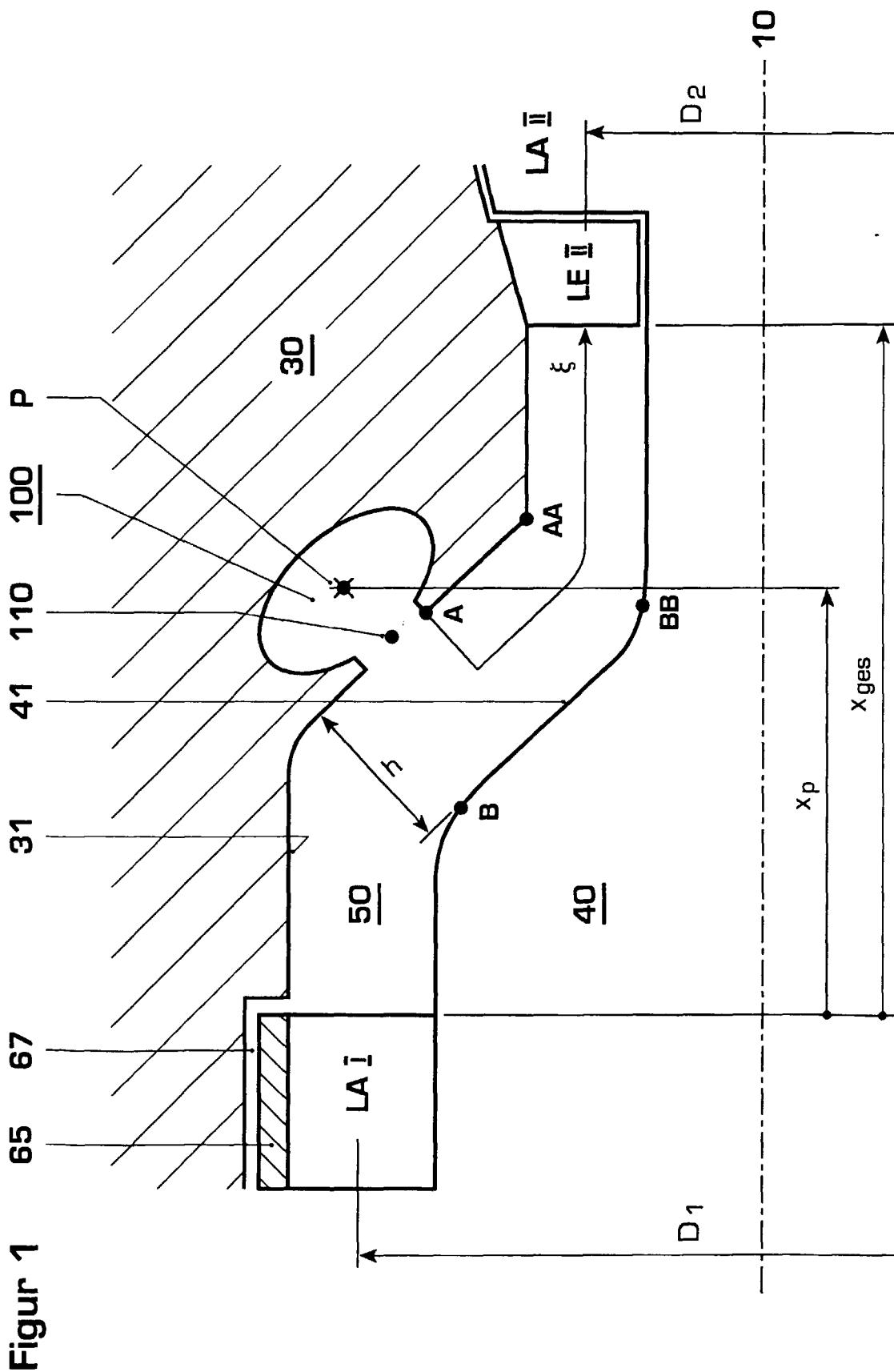
Patentansprüche

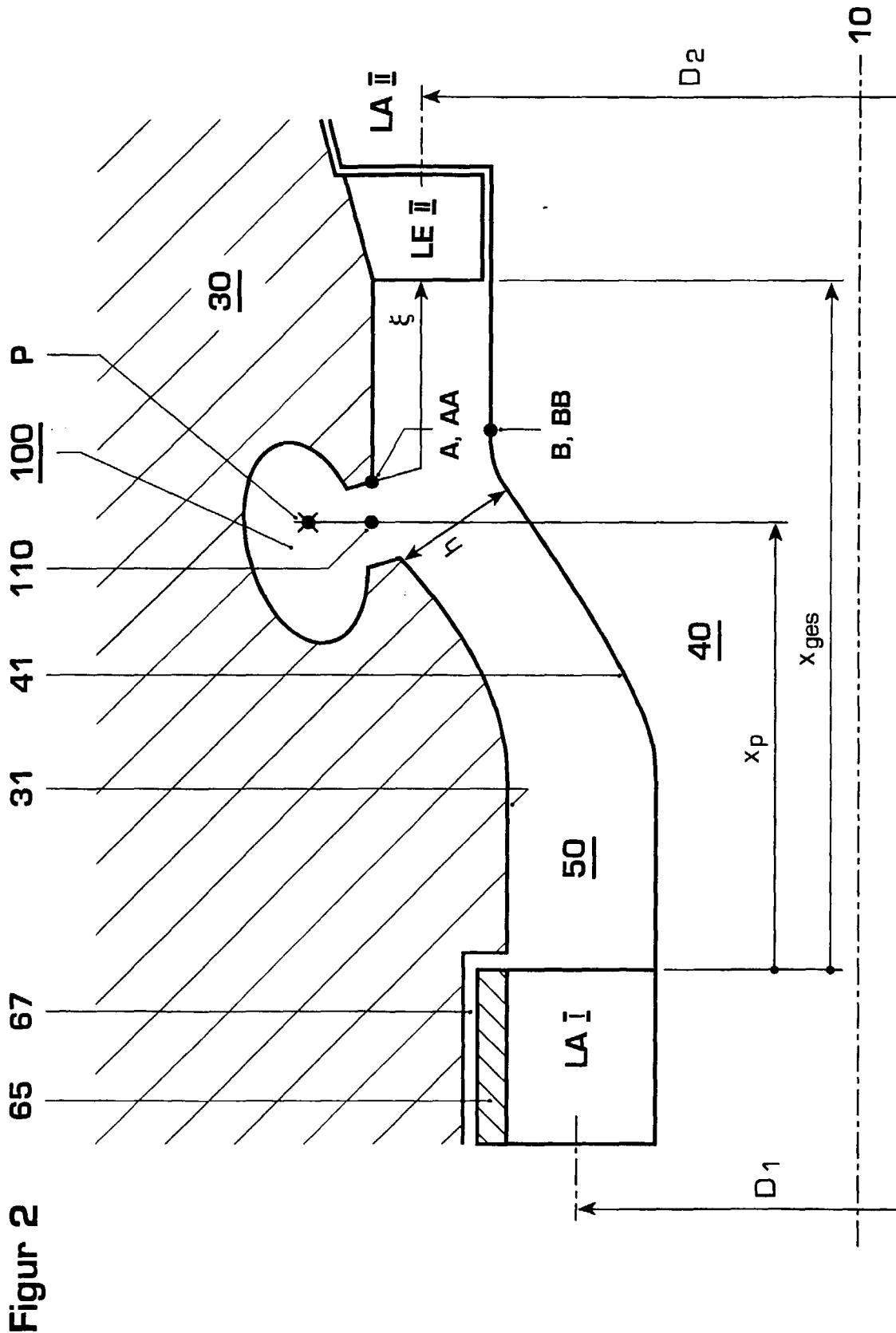
1. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades (LA I), gebildet durch eine gehäuseseitige (31) und eine nabenseitige (41) Kanalwand, welche Kanalwände (31, 41) einen Strömungskanal (50) einschliessen, welcher Strömungskanal als Ringtorus ausgebildet ist, wobei dieser Abströmteil zugleich die Zuströmung zu einer stromab angeordneten Turbinenstufe (LE II, LA II) darstellt, dadurch gekennzeichnet, dass eine umlaufende Mischkammer (100) an der radial äusseren Wand (31) des Strömungskanals (50) angeordnet ist, welche Mischkammer mit dem Strömungskanal verbunden ist. 5
2. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungskanal (50) stromab des Regelrades steigende Wandkonturen aufweist. 10
3. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Austrittsquerschnitt des Strömungskanals weniger als 110% des Eintrittsquerschnitts beträgt. 15
4. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Regelrad (LA I) auf einem grösseren Durchmesser als eine nachfolgende Stufe (LE II, LA II) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungskanal (50) in einem Mittelteil zur Maschinenachse (10) hin geneigt ist. 20
5. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungskanal (50) an einem stromabwärtigen Teil (AA, BB) so gekrümmmt ist, dass eine Linie von jeder Strömungskanalwand (31, 41) zum Zentrum der Krümmung von der Maschinenachse (10) weg weist. 25
6. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Regelrad (LA I) auf einem kleineren Durchmesser als eine nachfolgende Stufe (LE II, LA II) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungskanal (50) in einem Mittelteil von der Maschinenachse (10) weg weist. 30
7. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungskanal (50) an einem stromabwärtigen Teil (AA, BB) so gekrümmmt ist, dass eine Linie von jeder Strömungskanalwand (31, 41) zum Zentrum der Krümmung zur Maschinenachse (10) hin weist. 35
8. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine im Längsschnitt der Maschine sich ergebende Schnittfläche (A_{Kammer}) der Mischkavität (100) zwischen 70% und 130% der Fläche beträgt, die sich bei Quadrierung der Kanalhöhe (h) ergibt. 40
9. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Flächenschwerpunkt (P) der Mischkavität (100) zwischen 40% und 80% des axialen Abstandes (x_{ges}) zwischen Regelradaustritt und folgendem Leitrad-Eintritt stromab des Regelrad-Austritts angeordnet ist. 45
10. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischkammer (100) mit dem Strömungskanal (50) durch einen umlaufenden Ringspalt (110) verbunden ist. 50
11. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die stromabwärtige Kante des Ringspaltes (A) mehr als eine Sehnenlänge (s) einer folgenden Leitschaufel (LE II) stromauf des Eintritts in eine folgende Stufe (LE II, LA II) angeordnet ist. 55
12. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Erstreckung des Ringspaltes (b) auf der Kanalwand (31) in Hauptströmungsrichtung zwischen 50% und 150% der Kanalhöhe (h) beträgt. 60
13. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Volumen der Mischkammer (100) und die Verbindung (110) zum Strömungskanal (50) so aufeinander abgestimmt sind, dass eine resultierende Eigenfrequenz grösser als eine durch die Aussenströmung aufgeprägte Erregerfrequenz ist. 65
14. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die radial innen liegende Kanalwand (41) an der Stelle, die im Strömungskanal (50) der Mischkammer (100) gegenüberliegt, eine Nase (B) in den Strömungskanal hinein aufweist. 70
15. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Läufer des Turbinen-Regelrades (LA I) mindestens aus einem Schaufelkranz (64) und einer Nabe (60) besteht, welche Nabe (60) mit einer Welle (40) verbunden ist. 75
16. Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die

nabenseitige Kanalwand (41) unmittelbar am Regelrad-Austritts eine radial nach innen gerichtete Stufe aufweist.

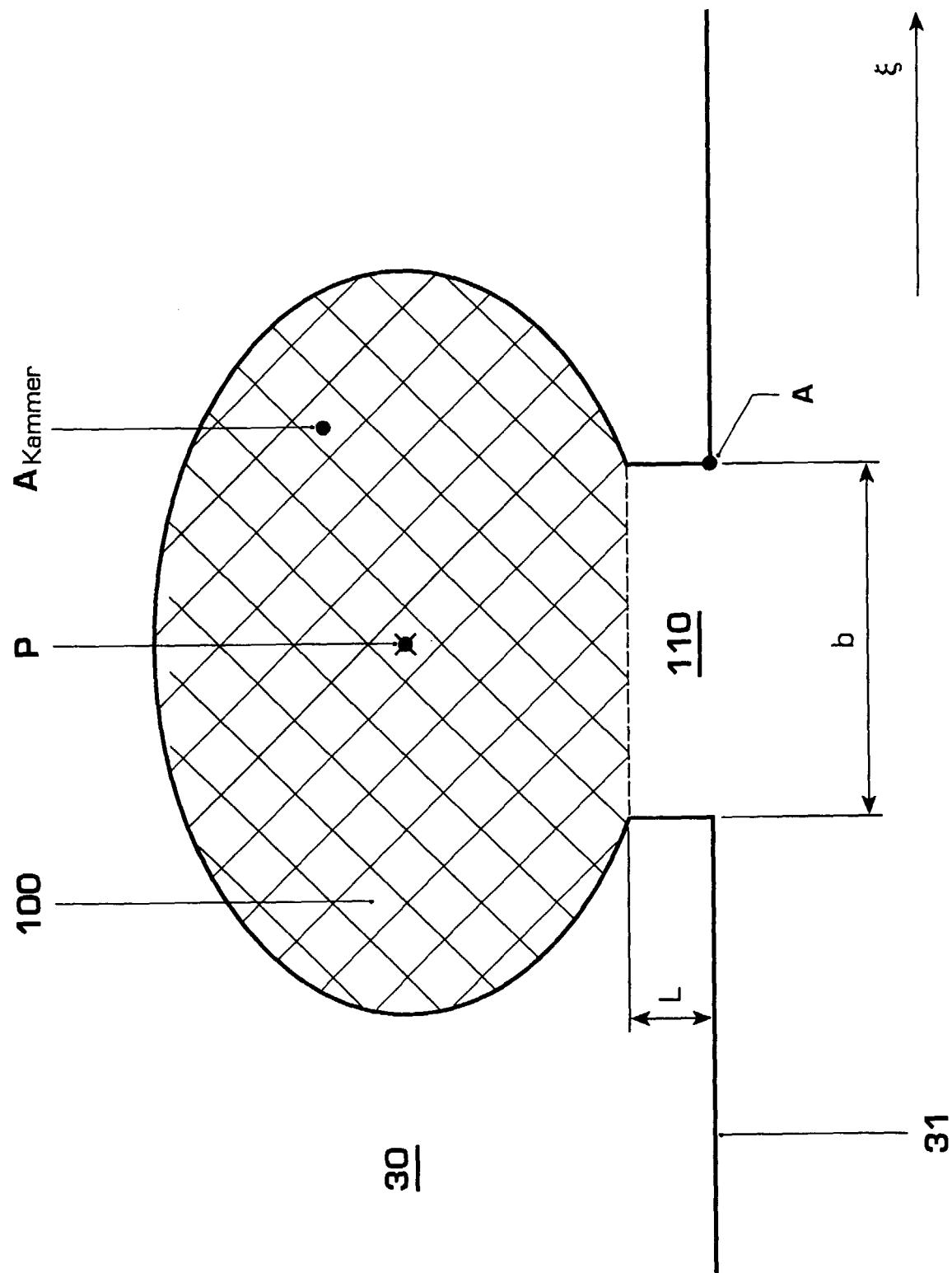
bereich (65) des Regelrad-Läufers (LA I) überdeckt.

- 17.** Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die nabenseitige Kanalwand (41) durch eine Welle (40) der Turbine gebildet wird. 5
- 18.** Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die nabenseitige Wand (41) des Strömungskanals (50) durch die stromab des Regelrad-Austritts axial fortgeführte Nabe (60) des Regelrad-Läufers (LA I) gebildet wird. 10 15
- 19.** Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die nabenseitige Wand (41) des Strömungskanals (50) durch eine umfangssymmetrische Rotorabdeckung (45) gebildet wird. 20
- 20.** Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorabdeckung (45) an den rotierenden Teilen der Maschine (40, 60) befestigt ist. 25
- 21.** Abströmteil eines Turbinenregelrades nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorabdeckung (45) mit der gehäuseseitigen Kanalwand (31) fest verbunden ist. 30
- 22.** Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorabdeckung (45) durch Stützstreben (38) an der gehäuseseitigen Kanalwand (31) befestigt ist. 35
- 23.** Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorabdeckung (45) durch im Wesentlichen radial nach innen gerichtete Platten an der gehäuseseitigen Kanalwand (31) befestigt ist. 40
- 24.** Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, die Rotorabdeckung (45) durch Schaufelprofile an der gehäuseseitigen Kanalwand (31) befestigt ist. 45
- 25.** Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitschaufeln (LE II) der stromab folgenden Turbinenstufe (LE II, LA II) zwischen gehäuseseitiger Kanalwand (31) und Rotorabdeckung (45) integriert sind. 50 55
- 26.** Abströmteil eines Turbinen-Regelrades nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die gehäuseseitige Kanalwand (31) den Kopf-

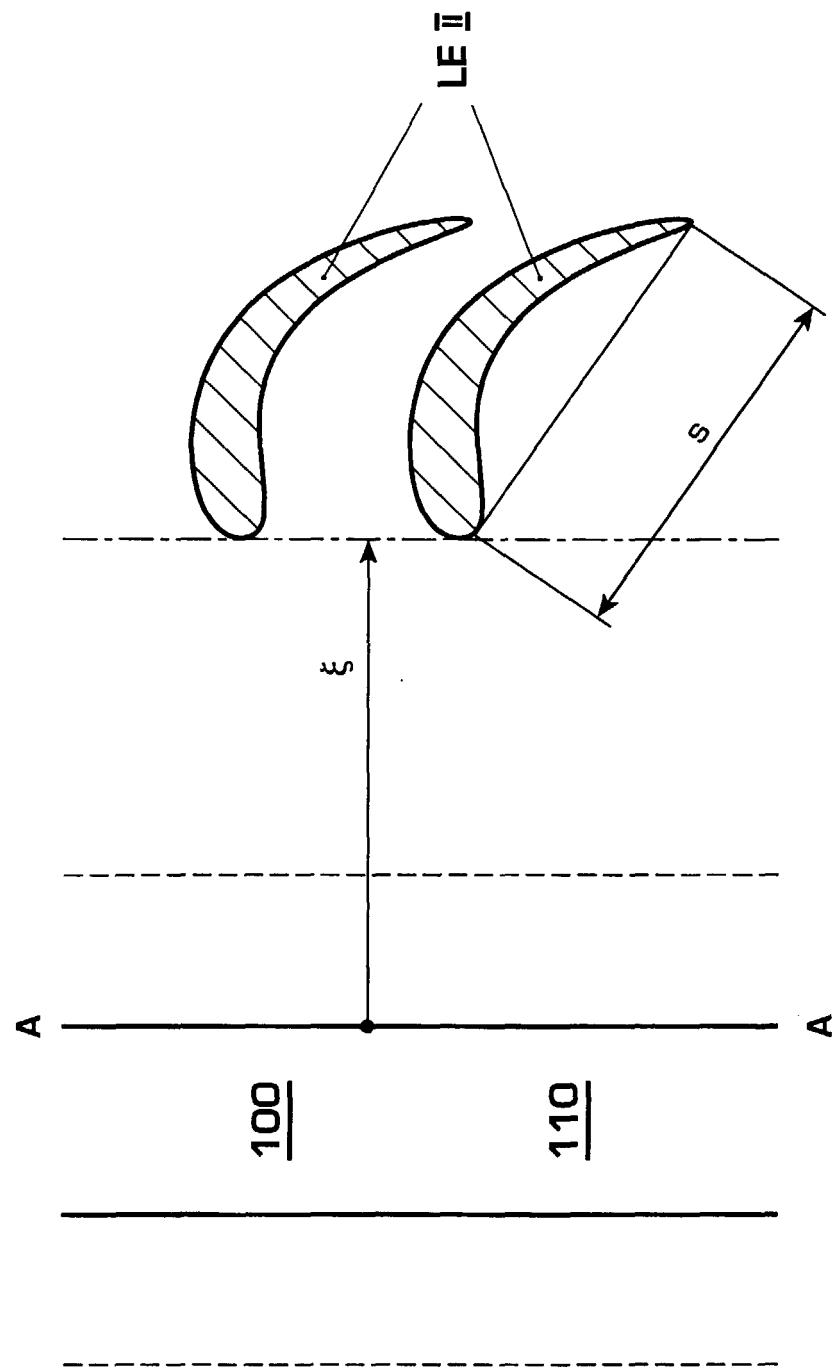




Figur 2

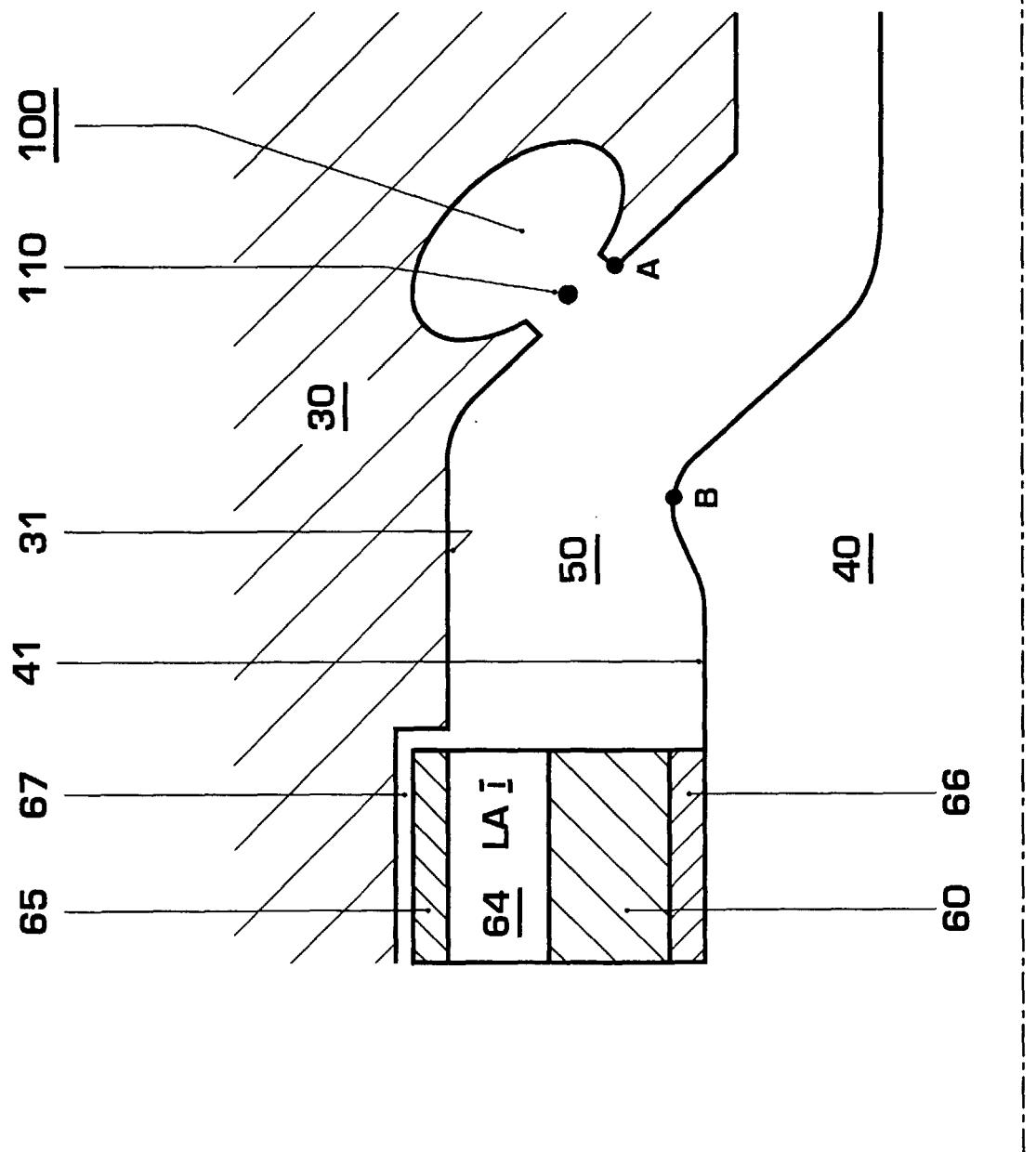


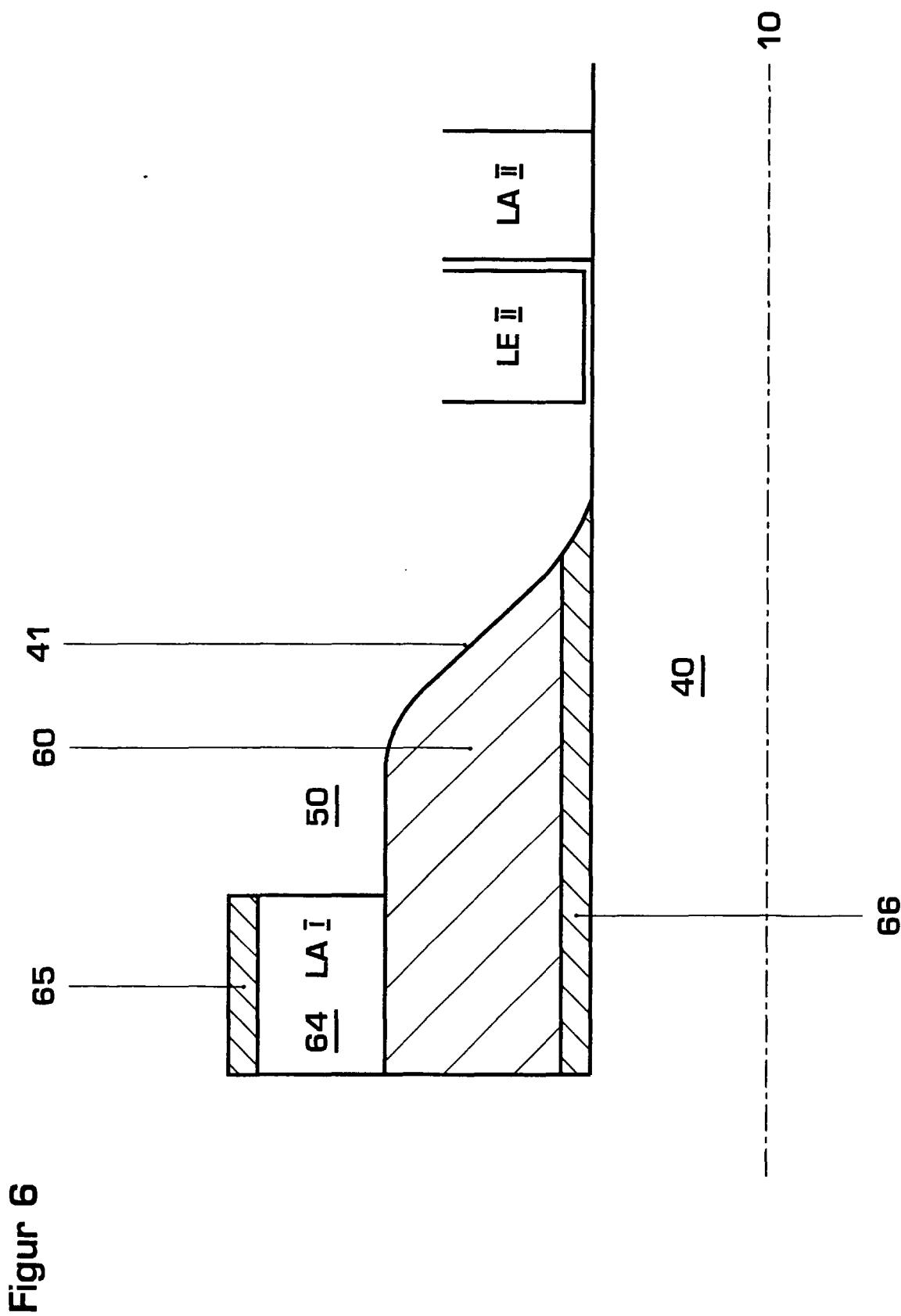
Figur 3



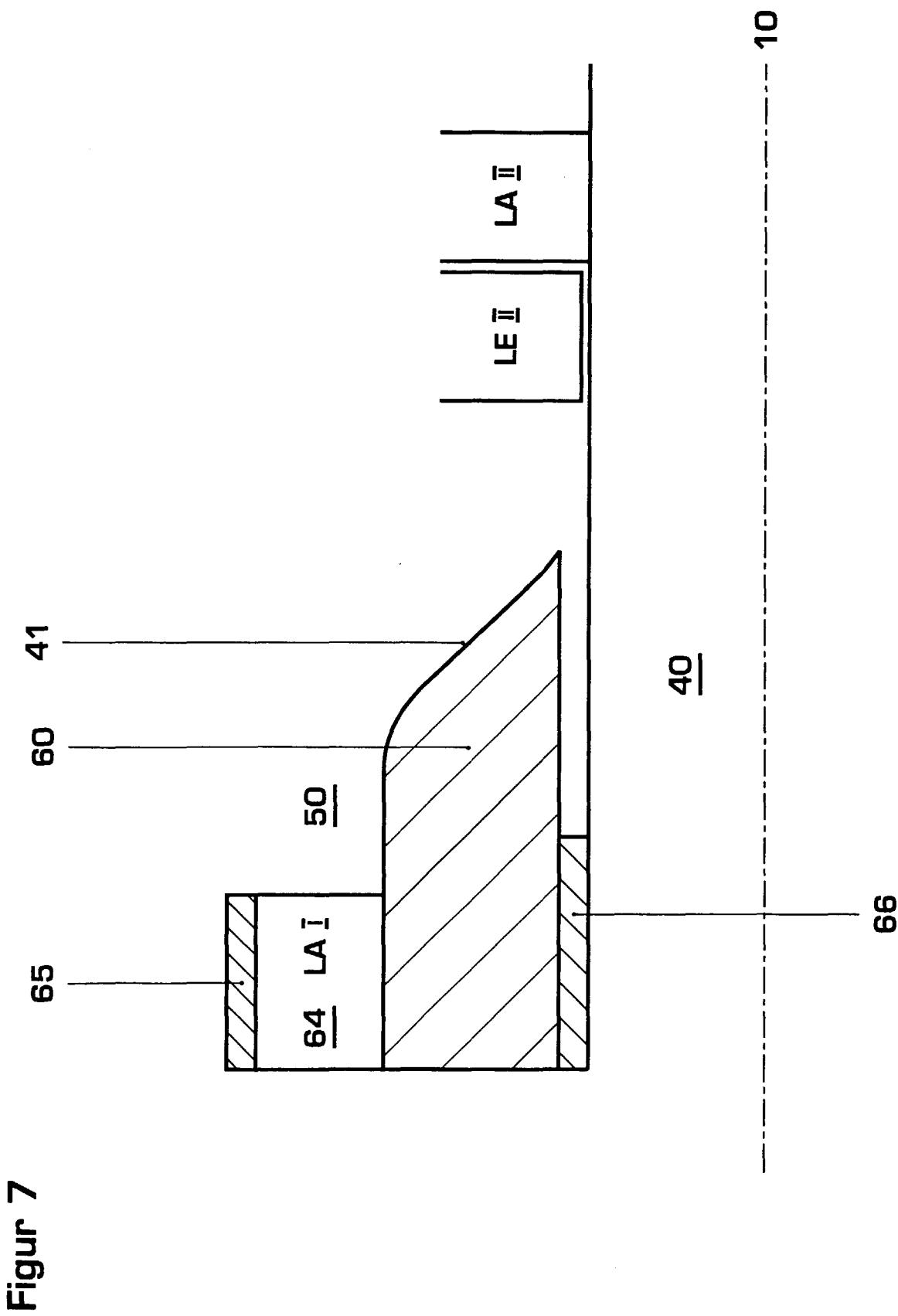
Figur 4

Figur 5

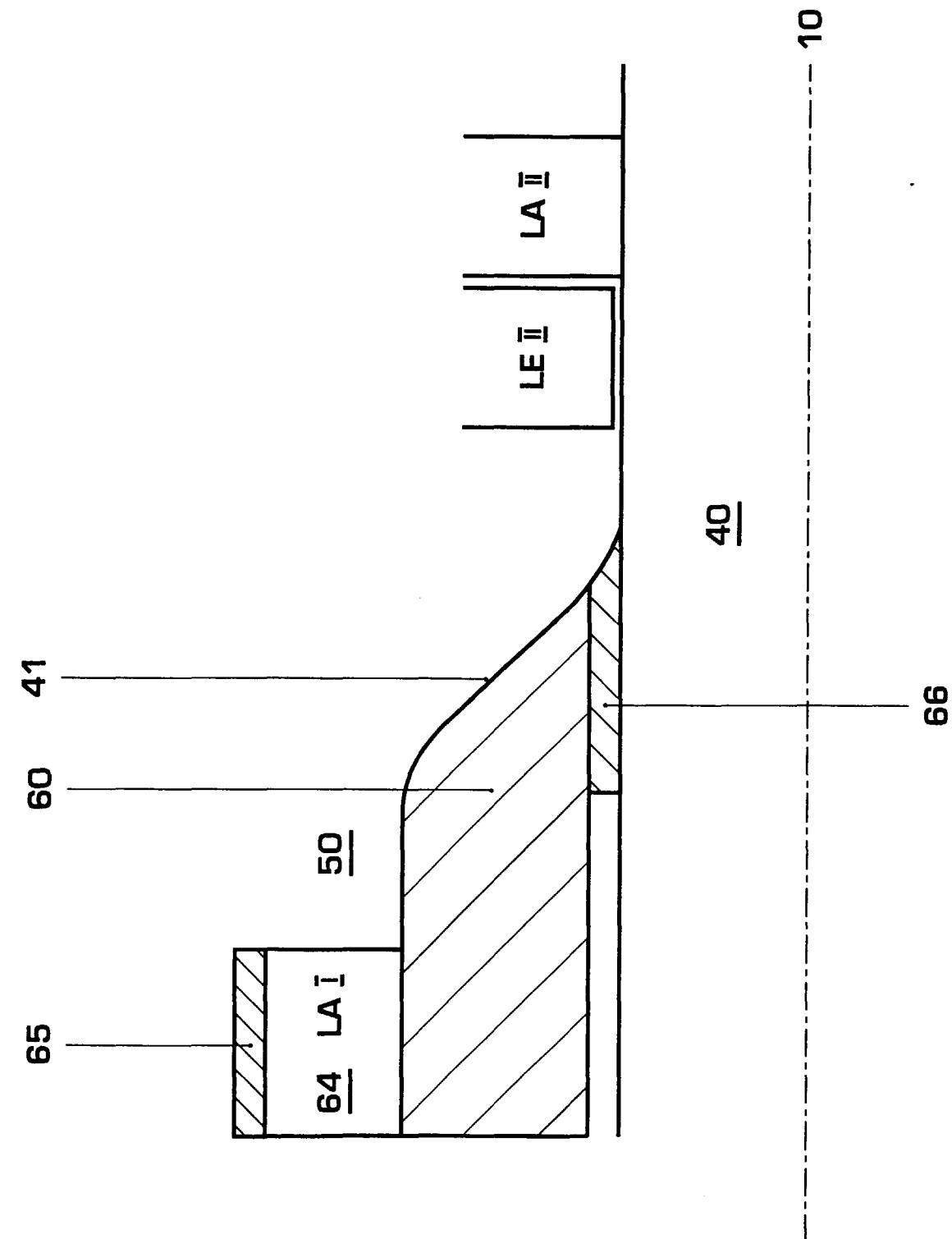




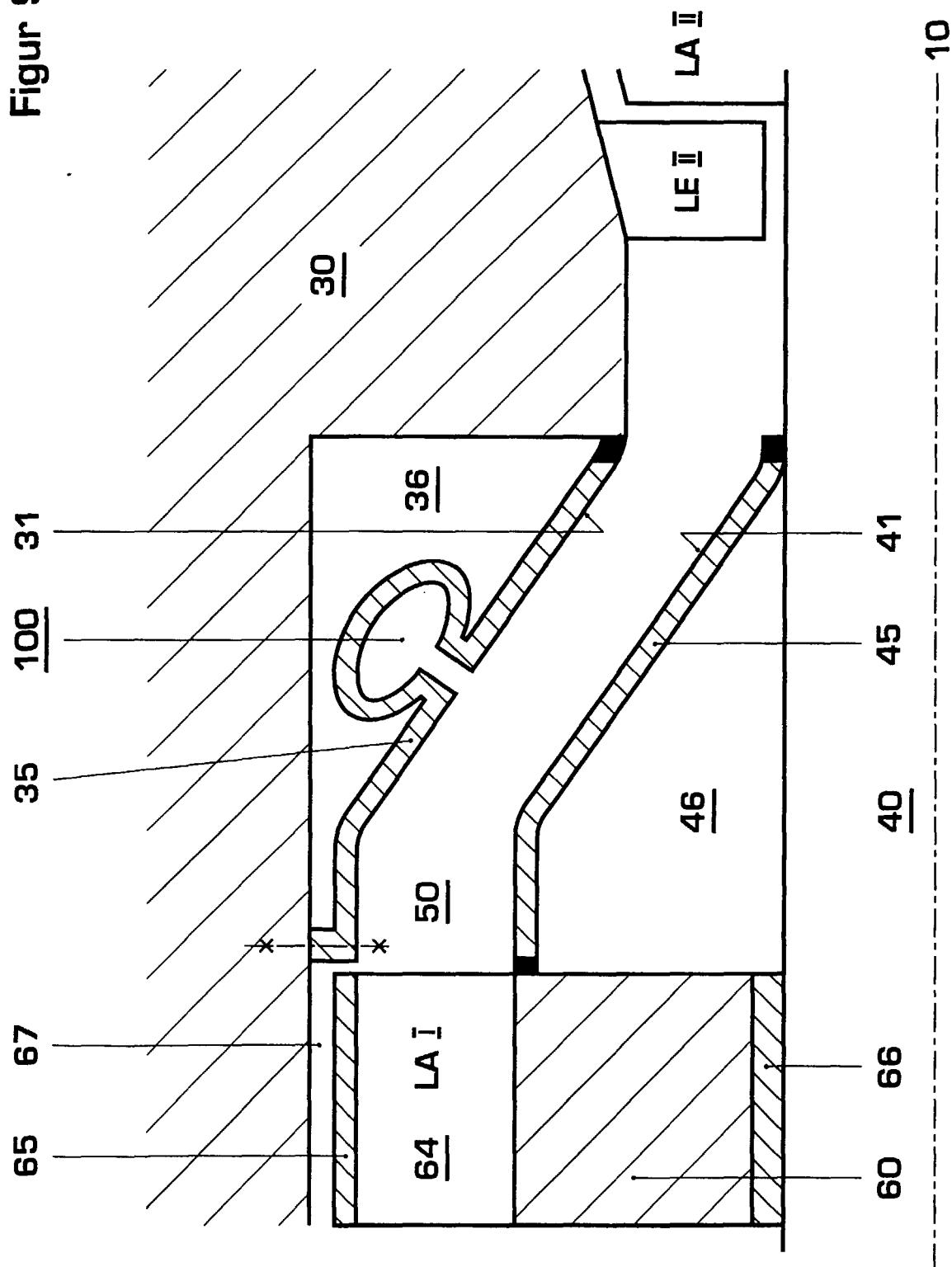
Figur 6



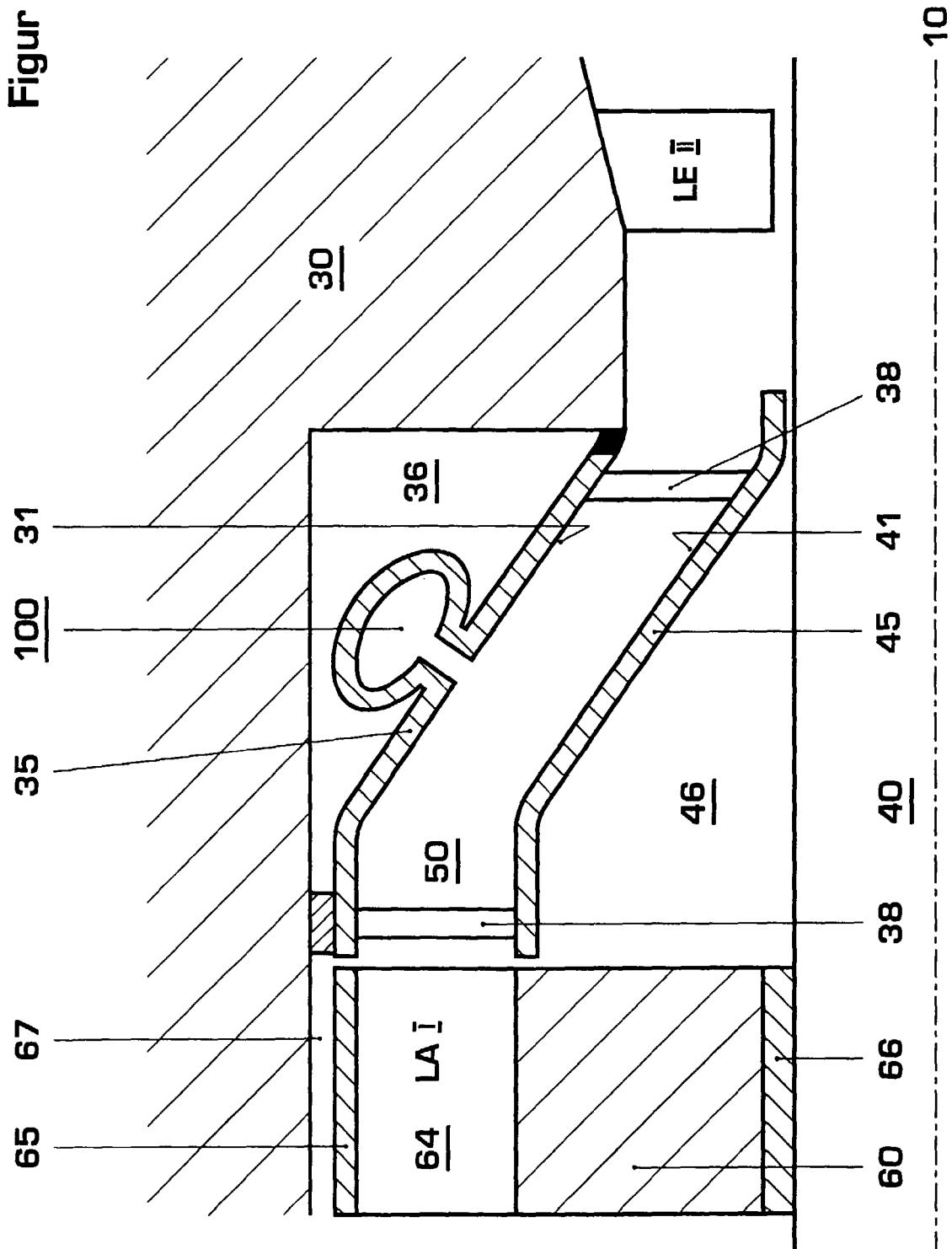
Figur 7



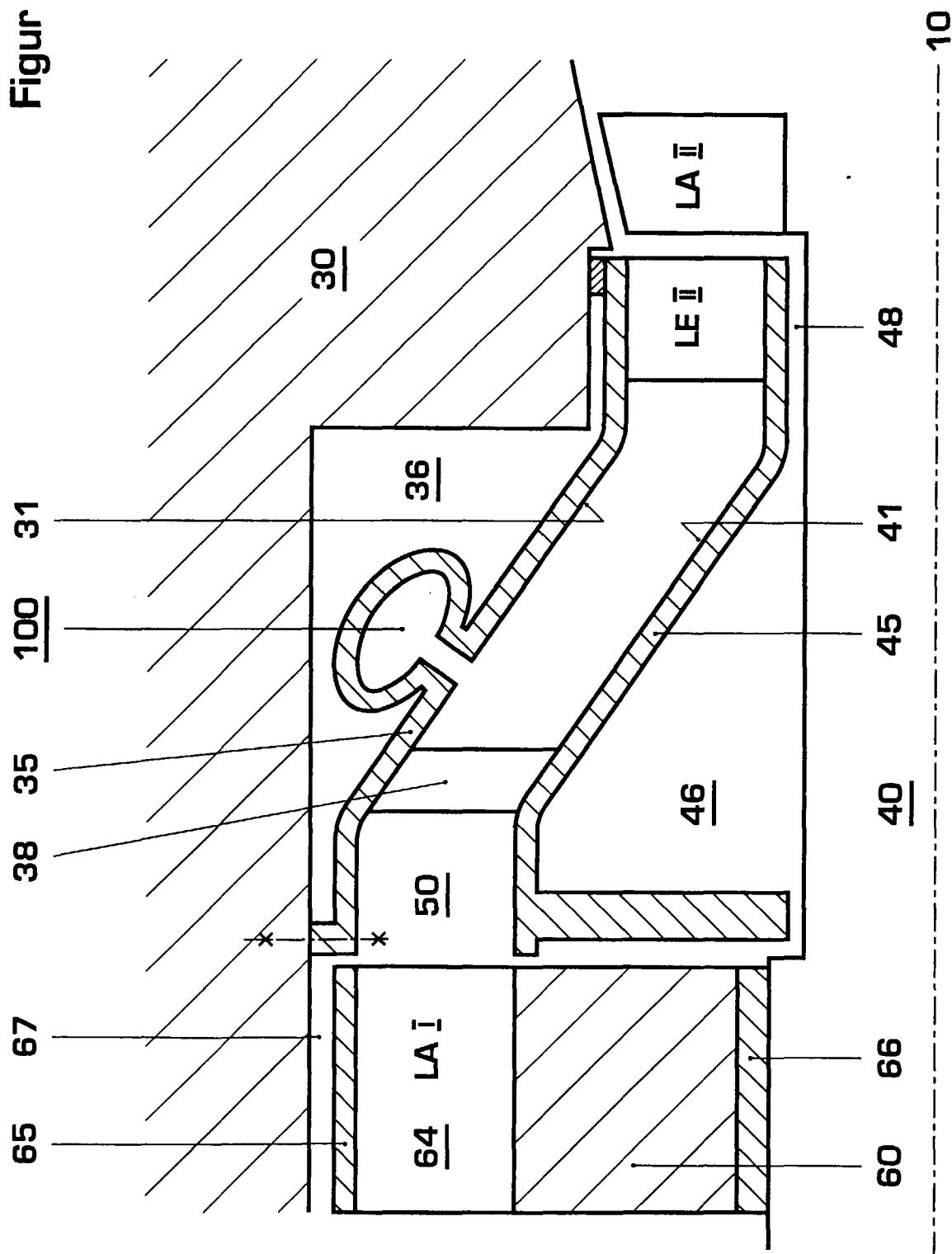
Figur 8

Figur 9

Figur 10



Figur 11





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 81 0856

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP 0 296 440 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 28. Dezember 1988 * Spalte 4, Zeile 20 – Zeile 51; Abbildungen 2-4 * --- DE 713 016 C (DICKINSON) 30. Oktober 1941 * Seite 2, Zeile 29 – Zeile 62; Abbildung 1 * --- DE 599 042 C (SIEMENS-SCHUCKERT) 25. Juni 1934 * Abbildung 3 * -----	1,2,4,5, 8,19, 21-26 1,4	F01D1/16
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	26. Januar 1999	Iverus, D	
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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 81 0856

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-01-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0296440 A	28-12-1988	CH 672817 A DE 3877839 A US 4881872 A	29-12-1989 11-03-1993 21-11-1989
DE 713016 C		KEINE	
DE 599042 C		KEINE	