

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 926 316 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**03.12.2003 Patentblatt 2003/49**

(51) Int Cl.7: **F01D 25/24**

(21) Anmeldenummer: **97811024.5**

(22) Anmeldetag: **24.12.1997**

(54) **Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine**

Combined multi-pressure steam turbine

Turbine à vapeur combinée à pressions multiples

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE IT**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.06.1999 Patentblatt 1999/26**

(73) Patentinhaber: **ALSTOM (Switzerland) Ltd**  
**5401 Baden (CH)**

(72) Erfinder:  
• **Graf, Peter**  
**79787 Lauchringen (DE)**

• **Lewandowski, Daniel**  
**82-300 Elblag (PL)**  
• **Birke, Werner, Dr.**  
**13086 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 394 894 WO-A-97/25521**  
**US-A- 2 823 891 US-A- 3 189 320**

**EP 0 926 316 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine mit einem Hochdruck- und einem Mitteldruckbereich, einer einachsigen Rotoranordnung, die den Hochdruck- und Mitteldruckbereich einseitig begrenzt, einem Außengehäuse, das über Ein- und Auslaßöffnungen verfügt und die Rotoranordnung sowie den Hochdruck- und Mitteldruckbereich wenigstens teilweise umgibt, sowie einer Trennvorrichtung, die den Hochdruckbereich vom Mitteldruckbereich axial zur Rotoranordnung abdichtet sowie mit einem zwischen der Rotoranordnung und dem Außengehäuse vorgesehenen kombinierten Zwischengehäuse, das mit seiner von der Rotoranordnung abgewandten Seite zusammen mit dem Außengehäuse ein Kühlvolumen einschließt.

### Stand der Technik

**[0002]** Aus der US 5 411 365 geht eine gattungsgemäße kombinierte Hochdruck-/Mitteldruck-Dampfturbine hervor, die aus Gründen vereinfachter konstruktiver Auslegung und Kostenersparnis eine Trennvorrichtung 142 (siehe hierzu Fig. 2 der US-Druckschrift) aufweist, durch die der Hochdruck-(HP) vom Mitteldruckbereich (IP) abgetrennt wird. Bei der kombinierten Dampfturbine handelt es sich um die Kombination eines Hochdruck- und Mitteldruckdampfturbinenteils, die von einer einzigen Rotorwelle durchragt werden und jeweils entgegengesetzt gerichtete Dampfströmungsrichtungen aufweisen. Durch einen mittig angeordneten Dampfzuführungskanal 116 gelangt Dampf mit hohem Druck in den Hochdruckbereich der Dampfturbine, der einerseits durch die Rotoranordnung begrenzt ist und andererseits unmittelbar von dem Außengehäuse der Dampfturbine umgeben ist. Der am Ende der Hochdruckdampfturbine austretende Dampfstrom wird durch eine Auslaßöffnung und über eine entsprechende Zuleitung dem Mitteldruckbereich direkt oder über einen Zwischenüberhitzer der kombinierten Dampfturbine zugeführt. Der Mitteldruckbereich ist axial gegen den Hochdruckbereich durch die Trennvorrichtung 142 und radial einerseits durch die Rotoranordnung und andererseits durch die Außenwandung begrenzt. Nachteilhaft bei dieser Konstruktion einer kombinierten Dampfturbine ist jedoch, daß die unter Druck stehenden, heißen Dampfströme unmittelbar in thermischen Kontakt mit dem Außengehäuse treten, wodurch die mechanische und insbesondere die thermische Belastung des Materials des Außengehäuses in diesen Bereichen sehr hoch ist. Zur Gewährleistung einer langen Lebensdauer der Dampfturbine sind daher insbesondere jene Bereiche des Außengehäuses entsprechend stark auszulegen, die den vorstehend genannten starken Belastungen ausgesetzt sind. Auch werden für

diese Gehäuseteile hochwertige Werkstoffe verwendet, die nicht zuletzt auch in beträchtlichem Maße zu den Gesamtkosten der Dampfturbine beitragen.

**[0003]** Demgegenüber sieht die Druckschrift WO 97/25521 eine Turbinenwelle einer Dampfturbine mit interner Kühlung hervor, die ein Außengehäuse 22 sowie ein Innengehäuse 21 vorsieht. Das Innengehäuse 21 umgibt einhäusig sowohl den Hochdruckteil 23, den Mitteldruckteil 25 sowie eine, beide Druckbereiche voneinander abdichtende Wellendichtung 24. Der Hauptaspekt der Druckschrift liegt jedoch auf der Kühlung der Rotorwelle, gleichwohl das Außengehäuse der dargestellten Dampfturbine nicht unmittelbar dem Dampfstrom im Hoch- und Mitteldruckbereich ausgesetzt ist.

**[0004]** In ähnlicher Form beschreibt die Druckschrift US 3,189,320 eine kombinierte Dampfturbine mit einem Hochdruckteil und einen Mitteldruckteil, die beide von einem Außengehäuse umgeben sind. Innerhalb des Außengehäuses umgibt ein Innengehäuse die gesamte Rotoranordnung, so dass das Außengehäuse vollständig vom heißen Dampfstrom getrennt ist.

**[0005]** Auch die in der FR 0 394 894 A1 beschriebene Hochdruck-Mitteldruck-Dampfturbine weist ein durch Innengehäuse und Außengehäuse eingeschlossenes Kühlvolumen auf, das zudem von Dampfanteilen aus dem Hochdruckbereich durchströmt wird.

**[0006]** Allen drei vorstehend beschriebenen, bekannten HD/MD-Dampfturbinen ist gemeinsam, dass die Rotoranordnung vollständig von einem ein- oder mehrstückigen Innengehäuse umgeben ist, das zwar zu einer reduzierten thermischen Belastung des Außengehäuses beiträgt, jedoch auch mit einem hohen konstruktions- und kostenbedingten Aufwand verbunden ist.

### Darstellung der Erfindung

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine kombinierte Hochdruck-/Mitteldruck-Dampfturbine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 derart weiterzubilden, daß konstruktive Maßnahmen getroffen werden sollen, die mechanische und insbesondere thermische Belastung des Außengehäuses der Dampfturbine zu mindern, um die Stabilitätsanforderungen an die Gehäusewandung herabsetzen zu können. Die konstruktiven Maßnahmen sollen zudem zur Material- und Kosteneinsparung beitragen. Überdies soll es möglich sein, bei der Materialwahl für das Außengehäuse auch Werkstoffe minderer Qualität und somit kostengünstigere Gehäusekomponenten verwenden zu können.

**[0008]** Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0009]** Erfindungsgemäß ist eine kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine mit einem Hochdruck- und einem Mitteldruckbereich, einer einachsigen Rotoranordnung, die den Hochdruck- und Mitteldruckbereich einseitig begrenzt, einem Außengehäuse, das über Ein- und Aus-

laßöffnungen verfügt und die Rotoranordnung sowie den Hochdruck- und Mitteldruckbereich wenigstens teilweise umgibt, einer Trennvorrichtung, die den Hochdruckbereich vom Mitteldruckbereich axial zur Rotoranordnung abdichtet, sowie mit einem zwischen der Rotoranordnung und dem Außengehäuse vorgesehenen kombinierten Zwischengehäuse, das mit seiner von der Rotoranordnung abgewandten Seite zusammen mit dem Außengehäuse ein Kühlvolumen einschließt, derart weitergebildet, daß das Zwischengehäuse nur Teile einer Beschaukelung der Rotoranordnung im Mitteldruck- und Hochdruckbereich umgibt, daß die übrigen Teile der Beschaukelung der Rotoranordnung, die jeweils im Hochdruck- und Mitteldruckbereich in Dampfströmungsrichtung dem Zwischengehäuse nachgeordnet sind, unmittelbar von dem Außengehäuse umgeben werden und dass dem, den Mitteldruckbereich teilweise umgebenden Zwischengehäuse in Dampfströmungsrichtung ein Durchgangskanal nachgeordnet ist, der den Mitteldruckbereich mit dem Kühlvolumen verbindet.

**[0010]** Das erfindungsgemäße Zwischengehäuse dient zur thermischen Abtrennung der heißen Dampfströme, die sich innerhalb des Hoch- und Mitteldruckbereiches ausbreiten, von dem die Gesamtturbine ein kapselnden Außengehäuses. Insbesondere wird zur aktiven Kühlung der Innenseite des Außengehäuses durch den Expansionsvorgang innerhalb der Mitteldruckturbine abgekühlter Dampf aus dem Mitteldruckbereich entnommen und in den sich zwischen dem Zwischengehäuse und dem Außengehäuse bildenden Zwischenraum eingeleitet. Auf diese Weise ist es möglich, die Temperatur des Außengehäuses durch gezielte Unterströmung mit Kühleddampf um ca. 100° C und mehr zu senken, als im Falle der herkömmlichen, unmittelbaren Beaufschlagung des Außengehäuses mit Dampfströmungen, die in die jeweiligen Bereiche der Hoch- und Mitteldruckturbine eingeleitet werden.

Das Zwischengehäuse erstreckt sich vorzugsweise aus Bereichen der Mitteldruckturbine über die axiale Trennvorrichtung, die zur dampfdichten Trennung zwischen Hochdruck- und Mitteldruckbereich ringförmig um die Rotoranordnung vorgesehen ist, bis hin in den Hochdruckdampfturbinenbereich. Dabei ist das Zwischengehäuse vorzugsweise konstruktiv mit der Trennvorrichtung als Einheit ausgebildet und umschließt ebenso wie die Trennvorrichtung beidseitig die angrenzenden Bereiche der Rotoranordnung.

**[0011]** Sowohl im Hochdruck- als auch im Mitteldruckbereich der kombinierten Dampfturbine weist das Zwischengehäuse Abschnitte auf, an denen Leitschaufeln angebracht sind, die mit den an der Rotoranordnung angebrachten Laufschaufeln der Hochdruck- bzw. Mitteldruckturbine in Eingriff stehen. Auf der Seite der Hochdruckdampfturbine ist das Zwischengehäuse zudem mit dem Außengehäuse dampfdicht verfügt, so daß der Hochdruckbereich der Hochdruckdampfturbine auf der einen Seite von der Rotoranordnung selbst und auf der anderen Seite von Teilen des Zwischengehäu-

ses sowie dem Außengehäuse begrenzt wird.

**[0012]** Auf der Seite der Mitteldruckturbine umgibt das Zwischengehäuse einen in Dampfströmungsrichtung vorderen Teil der Rotoranordnung derart, daß Leitschaufeln fest am Zwischengehäuse angeordnet sind, die zwischen die an der Rotoranordnung integrierten Laufschaufeln hineinragen. Das den Mitteldruckbereich umschließende Zwischengehäuse umfaßt die Rotoranordnung soweit, daß sich der durch die Rotoranordnung expandierende Dampf soweit abgekühlt hat, bis sich die Dampftemperatur deutlich unter der Eintrittstemperatur des Dampfes in den Mitteldruckbereich absenkt. Typischerweise betragen Dampfeintrittstemperaturen im Mitteldruckbereich etwa 500 - 600° C, die im Laufe der Expansion beim Durchtritt durch die Rotoranordnung der Mitteldruckturbine auf weit unter 500° C fallen.

**[0013]** In Dampfrichtung dem Zwischengehäuse nachgeordnet umschließen Teile des Außengehäuses die Mitteldruckturbine, sind jedoch getrennt durch einen engen Durchgangskanal vom Zwischengehäuse in Abstand gehalten. Durch den engen Durchgangskanal gelangt stärker abgekühlter Dampf in das Kühlvolumen zwischen dem Zwischen- und Außengehäuse. Der auf unter 500 °C expandierte Dampf vermag das Außengehäuse auf das untere Temperaturniveau zu kühlen, wodurch das Material des Außengehäuses geringeren thermischen Belastungen ausgesetzt ist.

**[0014]** Das Kühlvolumen weist ferner wenigstens eine großdimensionierte Ausgangsöffnung auf, durch die der Kühleddampf aus der Dampfturbine abgeleitet werden kann. Die Dimensionierung der Ausgangsöffnung ist deutlich größer gewählt als der Strömungsquerschnitt des Durchgangskanals zwischen dem Zwischengehäuse und dem Außengehäuse, so daß im Kühlvolumen ein deutlich geringerer Druck vorherrscht als im Mitteldruckbereich der Dampfturbine. Aus diesem Grund wird neben der geringeren Temperaturbelastung das Außengehäuse auch weniger stark mit hohem Druck von der Innenseite der Dampfturbine belastet, so daß auch die mechanische Belastung des Materials des Außengehäuses geringer ist als bei herkömmlichen kombinierten Dampfturbinen.

**[0015]** Durch die vorliegende Erfindung ist es möglich, die konstruktive Auslegung des Außengehäuses materialsparend zu dimensionieren und überdies Werkstoffe zu verwenden, die nur noch den geringeren Temperatur- und Druckbedingungen standhalten müssen. Eine erhebliche Kostenreduzierung beim Bau derartiger Dampfturbinen ist dadurch zu erreichen.

### Kurze Beschreibung der Erfindung

**[0016]** Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die einzige Zeichnung exemplarisch beschrieben.

## Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

**[0017]** In der einzigen Figur ist ein Längsschnitt durch eine kombinierte Dampfturbine dargestellt, die einen Hochdruckbereich (HD) 1 und einen Mitteldruckbereich (MD) 2 aufweist. Die Begriffe Hochdruckbereich und Mitteldruckbereich sollen die Bereiche der Dampfturbinenanordnung definieren, durch die der Dampf nach Eintritt in die Dampfturbine durchströmt. So gelangt heißer und unter hohem Druck stehender Dampf durch den Einströmkanal 3 in das Innere der Dampfturbine, die von einem Außengehäuse 4 umgeben ist. Im Inneren der Dampfturbine ist eine einachsige Rotoranordnung 5 vorgesehen, die zwei voneinander getrennte Laufschaufelbereiche 5' (HD) und 5'' (MD) vorsieht. Der Laufschaufelbereich 5' der Rotoranordnung 5 begrenzt einseitig das Durchströmungsvolumen 6 des Hochdruckbereiches, das sich unmittelbar am Ausgang 7 des Einströmkanal 3 anschließt. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel erfolgt die Dampfströmung im Hochdruckbereich 1 von rechts nach links durch das mit Leit- 8 und Laufschaufeln 9 durchsetzte Durchströmungsvolumen 6. Über eine in der Figur dargestellte Hochdruckaustrittsöffnung 6' sowie Zuleitung und Einlaßöffnung gelangt der den Hochdruckbereich durchströmte Dampf in das Eingangsvolumen 10 des Mitteldruckbereiches 2 und durchströmt den Mitteldruckbereich von links nach rechts bis zum Austritt 11 des Mitteldruckbereiches. Aufgrund der zum Hochdruckbereich 1 entgegengesetzten Dampfströmungsrichtung innerhalb des Mitteldruckbereiches werden derartige kombinierte Dampfturbinen auch als in Gegenrichtung durchströmte Dampfturbinen bezeichnet. Der die Leit- 8 und Laufschaufeln 9 im Mitteldruckbereich 2 passierende Dampf entweicht in üblicher Weise über eine Auslaßöffnung 12.

**[0018]** Für eine Dampfdruckangleichung zwischen dem Durchströmungsvolumen 6 des Hochdruckbereiches 1 und dem Durchströmungsvolumen 11 des Mitteldruckbereiches 2 ist eine Trennvorrichtung 13 vorgesehen, die radial die Rotoranordnung 5 im Mittenbereich mittels einer Wellendichtung 14 umgibt. Beidseitig zur Trennvorrichtung erstreckt sich ein Zwischengehäuse 15, das giesstechnisch mit der Trennvorrichtung 13 verbunden ist.

**[0019]** Zur Seite des Hochdruckbereichs 1 begrenzt ein Fortsatz des Zwischengehäuses 15 den Eintrittsbereich des Durchströmungsvolumens 6. Das Zwischengehäuse 15 überragt dabei einen Teil der Rotoranordnung 5' und weist die in Dampfströmungsrichtung ersten Leitschaufeln 8 auf, die in den Zwischenraum der Laufschaufeln der Rotoranordnung 5' hineinragen. Das Zwischengehäuse 15 ist im Hochdruckbereich 1 überdies dampfdicht mit dem Außengehäuse 4 verbunden.

**[0020]** In den Mitteldruckbereich 2 erstreckt sich das Zwischengehäuse 15 in einer torusartigen Form und schließt mit seiner, der Rotoranordnung 5" zugewandten Seite, das Eingangsvolumen 10 ein.

Auch im Mitteldruckbereich ist das Zwischengehäuse 15 derart ausgebildet, daß es in Dampfströmungsrichtung mit den ersten Leitschaufeln 8 verbunden ist, die in die Zwischenräume der Laufschaufeln 9 der Rotoranordnung 5" eingreifen. In Dampfströmungsrichtung, dem Zwischengehäuse 15 im Mitteldruckbereich nachgeordnet, umschließt ein Teil des Außengehäuses 4 die Rotoranordnung 5". Der die Rotoranordnung 5" umschließende Teil des Außengehäuses ist jedoch mit Abstand vom Zwischengehäuse 15 angebracht, so daß ein Durchgangskanal 16 eingeschlossen ist, durch den ein Dampfaustritt radial zur Rotoranordnung 5" in das Kühlvolumen 17 erfolgt, wobei das Kühlvolumen einerseits von dem Zwischengehäuse 15 und andererseits von der Innenseite des Außengehäuses 4 eingeschlossen ist. Durch den Durchgangskanal 16 tritt der den Mitteldruckbereich anfangs durchströmte, expandierte und deshalb abgekühlte Dampf teilweise in das Kühlvolumen 17 ein und vermag die Innenseite des Außengehäuses 4 und die Aussenfläche des Zwischengehäuses 15 zu kühlen. Das Kühlvolumen 17 erstreckt sich radial um das gesamte Zwischengehäuse und erfaßt auch Bereiche auf der Seite des Hochdruckbereiches. Über eine Ausgangsöffnung 18 kann der das Außengehäuse 4 kühlende Kühleampf entweichen.

**[0021]** Zusätzlich zur Austrittsöffnung ist optional eine Kühlleitung 21 vorgesehen, die mit dem Kühlvolumen 17 derart verbunden ist, daß durch diese Leitung zur regelbaren Steigerung der Durchströmung des Kühlvolumens 17 Kühleampf direkt aus dem Kühlvolumen 17 nach Außen strömen kann, ohne daß der Kühleampf die Auslaßöffnung 18 passieren muß. Die zusätzliche Kühlleitung 21 ist insbesondere bei Anfahrprozessen in Fällen von großen Lastwechseln bei der Dampfturbine von Vorteil, da auf diese Weise der Kühleampfdurchsatz durch das Kühlvolumen 17 in weiten Grenzen variiert werden kann. Für eine gezielte Regelung des Kühlmitteldampfdurchsatzes dient wenigstens ein Regelventil 22, das in der Kühlleitung eingebaut ist. Die Kühlleitung mündet vorzugsweise im Auslaßbereich 12 des Mitteldruckbereiches.

**[0022]** Die Innenkontur des Kühlvolumens 17 ist vorzugsweise derart ausgebildet, daß keine in Durchströmungsrichtung des Kühleampfes vorhandene Toträume gebildet werden.

Durch geeignete Maßnahmen, bspw. durch Gleichrichter, die in Form von Durchströmungsöffnungen 20 ausgebildet sind, wird eine gleichförmige Durchströmung des Kühlvolumens erreicht, bevor der Kühleampf durch die Auslaßöffnung 18 weitergeführt wird.

**[0023]** Das Zwischengehäuse 15 ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel lösbar fest mit einer Verhakung 19 mit dem Außengehäuse 4 verbunden.

**[0024]** Durch das erfindungsgemäß vorgesehene Zwischengehäuse 15 kann in dem sich dadurch gebildeten Kühlvolumen 17 abgekühlter Kühleampf bei Temperaturen von unter 500° C, vorzugsweise 450° C aus dem Mitteldruckbereich 16 abgezweigt werden und auf

diese Weise das Außen- und Zwischengehäuse der Dampfturbine entscheidend gekühlt werden. Die vorstehend genannten Vorteile hinsichtlich der geringeren Anforderungen an Materialwahl sowie Wandstärke sind die Folge.

## BEZUGSZEICHENLISTE

### [0025]

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | Hochdruckbereich                                    |    |
| 2  | Mitteldruckbereich                                  |    |
| 3  | Einströmungskanal                                   |    |
| 4  | Außengehäuse  |    |
| 5  | Rotoranordnung                                      | 5  |
| 5' | Rotoranordnung im Hochdruckbereich                  |    |
| 5" | Rotoranordnung im Mitteldruckbereich                |    |
| 6  | Durchströmungsvolumen des Hochdruckbereiches        |    |
| 6' | Auslaßöffnung im Hochdruckbereich                   | 10 |
| 7  | Austrittsöffnung                                    |    |
| 8  | Leitschaufeln                                       |    |
| 9  | Laufschaukeln                                       |    |
| 10 | Eingangsvolumen                                     |    |
| 11 | Durchströmungsvolumen des Mitteldruckbereiches      | 15 |
| 12 | Auslaßöffnung im Mitteldruckbereich                 |    |
| 13 | Trennvorrichtung                                    |    |
| 14 | Wellendichtung                                      |    |
| 15 | Zwischengehäuse                                     | 20 |
| 16 | Durchgangskanal                                     |    |
| 17 | Kühlvolumen   |    |
| 18 | Ausgangsöffnung                                     |    |
| 19 | Innengehäusefixierung am Außengehäuse               |    |
| 20 | Gleichrichterbohrungen für gleichförmige Umströmung | 25 |
| 21 | Regelbare Kühltampfleitung                          |    |
| 22 | Regelventil   | 30 |

### Patentansprüche

1. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine mit einem Hochdruck- (1) und einem Mitteldruckbereich (2), einer einachsigen Rotoranordnung (5), die den Hochdruck- (1) und Mitteldruckbereich (2) einseitig begrenzt, einem Außengehäuse (4), das über Ein- und Auslaßöffnungen (3, 18, 12) verfügt und die Rotoranordnung (5) sowie den Hochdruck- (1) und Mitteldruckbereich (2) wenigstens teilweise umgibt, einer Trennvorrichtung (13), die den Hochdruckbereich (1) vom Mitteldruckbereich (2) axial zur Rotoranordnung (5) abdichtet, sowie mit einem zwischen der Rotoranordnung (5) und dem Außengehäuse (4) vorgesehenen kombinierten Zwischengehäuse (15), das mit seiner von der Rotoranordnung (5) abgewandten Seite zusammen mit dem Außengehäuse (4) ein Kühlvolumen (17) ein-

schließt,

**dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischengehäuse (15) nur Teile einer Beschaukelung der Rotoranordnung (5) im Mitteldruck- (2) und Hochdruckbereich (1) umgibt, dass die restlichen Teile der Beschaukelung der Rotoranordnung, die jeweils im HD- und MD-Bereich in Dampfströmungsrichtung dem Zwischengehäuse nachgeordnet sind, unmittelbar von dem Außengehäuse (4) umgeben werden und dass dem, den Mitteldruckbereich (2) teilweise umgebenden Zwischengehäuse (15) in Dampfströmungsrichtung ein Durchgangskanal (16) nachgeordnet ist, der den Mitteldruckbereich (2) mit dem Kühlvolumen (17) verbindet.

2. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Zwischengehäuse (15) ein kombiniertes Hochdruck/Mitteldruck-Gehäuse ist.

3. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Zwischengehäuse (15) als Verbundkonstruktion mit der Trennvorrichtung (13) verbunden ist.

4. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Zwischengehäuse (15) im Bereich der Hoch- (1) und Mitteldruckbereiche (2) Leitschaufeln (8) vorsieht, die zwischen rotorseitig angebrachte Laufschaukeln (9) eingreifen.

5. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Zwischengehäuse (15) auf der Mitteldruckseite (2) der Dampfturbine ein zum Mitteldruckbereich geöffnetes Dampfvolumen (10) einschließt, das über wenigstens eine Einlaßöffnung mit heißem Dampf gespeist wird, der sich in Dampfströmungsrichtung entlang der Rotoranordnung abkühlt und ein Teil des abgekühlten Dampfes durch den Durchgangskanal (16) in das Kühlvolumen (17) gelangt.

6. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der heiße Dampf Temperaturen Ober 500°C, vorzugsweise größer 540°C, und der in das Kühlvolumen (17) abgeleitete, abgekühlte Dampf Temperaturen unter 500°, vorzugsweise unter 450°C, aufweist.

7. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Außengehäuse

se (4) im Bereich des Kühlvolumens (17) wenigstens eine Auslaßöffnung (18) aufweist.

8. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine nach Anspruch 7,  
5  
**dadurch gekennzeichnet, daß** das Kühlvolumen (17) eine Innenkontur aufweist, die für den das Kühlvolumen (17) durchströmenden Dampf keine Toträume aufweist. 10
9. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** das Zwischengehäuse (15) mit dem Außengehäuse (4) lösbar fest, aber wärmeelastisch verbunden ist. 15
10. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** im Hochdruckbereich das Zwischengehäuse (15) und das Außengehäuse (4) gasdicht aneinander gefügt sind. 20
11. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** die Innenkontur des Kühlvolumens (17) derart ausgebildet ist, daß der das Kühlvolumen (17) durchströmende Dampf, das Kühlvolumen (17) gleichförmig und ohne Turbulenzbildung durchströmt. 25  
30
12. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens eine geeignete Durchströmungsöffnung (20) vorgesehen ist, wodurch der Dampf das Kühlvolumen (17) gleichförmig durchströmt, bevor der Kühleddampf durch die Auslaßöffnung (18) des Außengehäuses (4) strömt. 35
13. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** eine Kühleleitung (21) vorgesehen ist, die mit dem Kühlvolumen (17) verbunden ist, durch die zur regelbaren Steigerung der Durchströmung des Kühlvolumens (17) bei transienten Betriebszuständen Kühleddampf direkt aus dem Kühlvolumen (17) nach Außen strömen kann, ohne die Auslaßöffnung (18) zu durchströmen. 40  
45  
50
14. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine nach Anspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** in der Kühleleitung (21) ein Regelventil vorgesehen ist, durch das der Durchsatz des Kühleddampfes im Kühlvolumen steuerbar ist. 55
15. Kombinierte Mehrdruck-Dampfturbine nach An-

spruch 13 oder 14,

**dadurch gekennzeichnet, daß** die Kühleleitung im Bereich der Auslaßöffnung (12) des Mitteldruckbereiches mündet.

## Claims

1. Combined multi-pressure steam turbine having a high-pressure region (1) and an intermediate-pressure region (2), a single-shaft rotor arrangement (5) which defines the high-pressure region (1) and the intermediate-pressure region (2) on one side, an outer casing (4) which has inlet and outlet openings (3, 18, 12) and at least partly surrounds the rotor arrangement (5) and the high-pressure region (1) and the intermediate-pressure region (2), a separating device (13) which seals off the high-pressure region (1) from the intermediate-pressure region (2) axially relative to the rotor arrangement (5), and also a combined intermediate casing (15) which is provided between the rotor arrangement (5) and the outer casing (4) and which, with its side remote from the rotor arrangement (5), encloses together with the outer casing (4) a cooling volume (17), **characterized in that** the intermediate casing (15) surrounds only sections of the blading of the rotor arrangement (5) in the intermediate-pressure region (2) and high-pressure region (1), **in that** the remaining sections of the blading of the rotor arrangement which are arranged downstream of the intermediate casing in the direction of steam flow in each case in the HP and IP regions are directly surrounded by the outer casing (4), and **in that** a through-passage (16) is arranged downstream of the intermediate casing (15), partly surrounding the intermediate-pressure region (2), in the direction of steam flow, this through-passage (16) connecting the intermediate-pressure region (2) to the cooling volume (17).
2. Combined multi-pressure steam turbine according to Claim 1, **characterized in that** the intermediate casing (15) is a combined high-pressure/intermediate-pressure casing.
3. Combined multi-pressure steam turbine according to Claim 1, **characterized in that** the intermediate casing (15) is connected as a composite structure to the separating device (13).
4. Combined multi-pressure steam turbine according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the intermediate casing (15) provides guide blades (8) in the region of the high-pressure region (1) and intermediate-pressure region (2), these guide blades (8) engaging between moving blades (9) attached to the rotor.

5. Combined multi-pressure steam turbine according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the intermediate casing (15), on the intermediate-pressure side (2) of the steam turbine, encloses a steam volume (10) which is open towards the intermediate-pressure region and which is fed with superheated steam via at least one inlet opening, the superheated steam being cooled in the direction of steam flow along the rotor arrangement, and some of the cooled steam passes through the through-passage (16) into the cooling volume (17). 5 10
6. Combined multi-pressure steam turbine according to Claim 5, **characterized in that** the superheated steam has temperatures over 500°C, preferably greater than 540°C, and the cooled steam diverted into the cooling volume (17) has temperatures below 500°C, preferably below 450°C. 15
7. Combined multi-pressure steam turbine according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the outer casing (4) has at least one outlet opening (18) in the region of the cooling volume (17). 20
8. Combined multi-pressure steam turbine according to Claim 7, **characterized in that** the cooling volume (17) has an inner contour which has no dead spaces for the steam flowing through the cooling volume (17). 25 30
9. Combined multi-pressure steam turbine according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the intermediate casing (15) is releasably connected to the outer casing (4) in a fixed position but in a thermally elastic manner. 35
10. Combined multi-pressure steam turbine according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the intermediate casing (15) and the outer casing (4) are joined together in a gas-tight manner in the high-pressure region. 40
11. Combined multi-pressure steam turbine according to one of Claims 1 to 10, **characterized in that** the inner contour of the cooling volume (17) is designed in such a way that the steam flowing through the cooling volume (17) flows through the cooling volume (17) uniformly and without turbulence formation. 45 50
12. Combined multi-pressure steam turbine according to Claim 11, **characterized in that** at least one suitable throughflow opening (20) is provided, as a result of which the steam flows uniformly through the cooling volume (17) before the cooling steam flows through the outlet opening (18) of the outer casing (4). 55

13. Combined multi-pressure steam turbine according to one of Claims 1 to 12, **characterized in that** a cooling line (21) is provided which is connected to the cooling volume (17), through which cooling line (21), for the controllable increase in the flow through the cooling volume (17) in transient operating states, cooling steam can flow directly to the outside from the cooling volume (17) without flowing through the outlet opening (18). 5 10
14. Combined multi-pressure steam turbine according to Claim 13, **characterized in that** a control valve which can control the rate of flow of the cooling steam in the cooling volume is provided in the cooling line (21). 15
15. Combined multi-pressure steam turbine according to Claim 13 or 14, **characterized in that** the cooling line opens out in the region of the outlet opening (12) of the intermediate-pressure region. 20

#### Revendications

1. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples comprenant une partie à haute pression (1) et une partie à moyenne pression (2), un agencement de rotor à axe unique (5), qui délimite d'un côté la partie à haute pression (1) et la partie à moyenne pression (2), un carter extérieur (4), qui dispose d'ouvertures d'entrée et de sortie (3, 18, 12) et qui entoure au moins partiellement l'agencement de rotor (5) ainsi que les parties à haute pression (1) et à moyenne pression (2), un dispositif de séparation (13), qui sépare hermétiquement la partie à haute pression (1) de la partie à moyenne pression (2) axialement par rapport à l'agencement de rotor (5), ainsi qu'un carter intermédiaire (15) combiné, prévu entre l'agencement de rotor (5) et le carter extérieur (4), qui renferme, avec son côté opposé à l'agencement de rotor (5), conjointement avec le carter extérieur (4), un volume de refroidissement (17), **caractérisée en ce que** le carter intermédiaire (15) n'entoure que des parties d'un aubage de l'agencement de rotor (5) dans la partie à moyenne pression (2) et la partie à haute pression (1), **en ce que** les parties restantes de l'aubage de l'agencement de rotor, qui sont placées après le carter intermédiaire dans la région à HP et la région à MP respectivement dans le sens de l'écoulement de la vapeur, sont directement entourées par le carter extérieur (4) et **en ce qu'un** canal de passage (16) est placé après le carter intermédiaire (15) entourant partiellement la partie à moyenne pression (2), dans le sens de l'écoulement de la vapeur, lequel raccorde la partie à moyenne pression (2) au volume de refroidissement (17). 25 30 35 40 45 50 55

2. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples selon la revendication 1,  
**caractérisée en ce que** le carter intermédiaire (15) est un carter combiné à haute pression/moyenne pression.
3. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples selon la revendication 1,  
**caractérisée en ce que** le carter intermédiaire (15) est raccordé, en tant que construction composite, au dispositif de séparation (13).
4. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,  
**caractérisée en ce que** le carter intermédiaire (15) prévoit, dans la région des parties à haute pression (1) et à moyenne pression (2), des aubes directrices (8), qui viennent en prise entre les aubes mobiles (9) montées du côté du rotor.
5. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,  
**caractérisée en ce que** le carter intermédiaire (15) renferme, du côté de la moyenne pression (2) de la turbine à vapeur, un volume de vapeur (10) ouvert vers la partie à moyenne pression, lequel est alimenté en vapeur chaude par le biais d'au moins une ouverture d'entrée, cette vapeur se refroidissant dans le sens de l'écoulement de la vapeur le long de l'agencement de rotor et une partie de la vapeur refroidie parvenant à travers le canal de passage (16) dans le volume de refroidissement (17).
6. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** la vapeur chaude présente des températures supérieures à 500°C, de préférence supérieures à 540°C, et la vapeur refroidie déviée dans le volume de refroidissement (17) présente des températures en dessous de 500°C, de préférence en dessous de 450°C.
7. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,  
**caractérisée en ce que** le carter extérieur (4) présente, dans la région du volume de refroidissement (17), au moins une ouverture de sortie (18).
8. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples selon la revendication 7,  
**caractérisée en ce que** le volume de refroidissement (17) présente un contour intérieur qui ne présente aucun espace mort pour la vapeur traversant le volume de refroidissement (17).
9. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,  
**caractérisée en ce que** le carter intermédiaire (15) est raccordé de manière fixe et desserrable mais élastique vis-à-vis de la chaleur, au carter extérieur (4).
10. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples selon l'une quelconque des revendications 1 à 9,  
**caractérisée en ce que** le carter intermédiaire (15) et le carter extérieur (4) sont unis l'un à l'autre de manière étanche aux gaz dans la partie à haute pression.
11. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples selon l'une quelconque des revendications 1 à 10,  
**caractérisée en ce que** le contour intérieur du volume de refroidissement (17) est réalisé de telle sorte que la vapeur traversant le volume de refroidissement (17) traverse le volume de refroidissement (17) de manière uniforme et sans créer de turbulences.
12. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples selon la revendication 11, **caractérisée en ce qu'**au moins une ouverture de passage appropriée (20) est prévue, à travers laquelle la vapeur traverse de manière uniforme le volume de refroidissement (17), avant que la vapeur refroidie s'écoule à travers l'ouverture de sortie (18) du carter extérieur (4).
13. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples selon l'une quelconque des revendications 1 à 12,  
**caractérisée en ce qu'il** est prévu une conduite de refroidissement (21) qui est raccordée au volume de refroidissement (17), à travers laquelle la vapeur refroidie peut s'écouler directement hors du volume de refroidissement (17) vers l'extérieur, aux fins d'une augmentation réglable de l'écoulement du volume de refroidissement (17) dans le cas d'états de fonctionnement transitoires, sans traverser l'ouverture de sortie (18).
14. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples selon la revendication 13,  
**caractérisée en ce que** l'on prévoit dans la conduite de refroidissement (21) une soupape de régulation permettant de commander le débit de la vapeur refroidie dans le volume de refroidissement.
15. Turbine à vapeur combinée à pressions multiples selon la revendication 13 ou 14,  
**caractérisée en ce que** la conduite de refroidissement débouche dans la région de l'ouverture de sortie (12) de la partie à moyenne pression.



