

(19)



(11)

EP 3 850 194 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.09.2023 Patentblatt 2023/37

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01D 25/26 ^(2006.01) **F01K 7/22** ^(2006.01)
F01K 7/02 ^(2006.01) **F01D 25/14** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19795107.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01K 7/22; F01D 25/14; F01D 25/26; F01K 7/025;
F05D 2220/31; F05D 2260/941

(22) Anmeldetag: **15.10.2019**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2019/077895

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2020/099054 (22.05.2020 Gazette 2020/21)

(54) **DAMPFTURBINE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN DERSELBEN**

STEAM TURBINE AND METHOD FOR OPERATING SAME

TURBINE À VAPEUR ET PROCÉDÉ PERMETTANT DE FAIRE FONCTIONNER CELLE-CI

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **13.11.2018 DE 102018219374**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.07.2021 Patentblatt 2021/29

(73) Patentinhaber: **Siemens Energy Global GmbH & Co. KG**
81739 München (DE)

(72) Erfinder: **PREIBISCH, Stefan**
02828 Görlitz (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 744 017 DE-A1-102010 033 327
DE-T2- 69 000 984 JP-A- H1 089 013

EP 3 850 194 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dampfturbine nach dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Dampfturbine nach dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 7.

[0002] In Dampfkraftwerken wird zum Betreiben von Dampfturbinen als Arbeitsmedium Wasserdampf verwendet. Der Wasserdampf wird in einem Dampfkessel erwärmt und strömt als Prozessdampf über Rohrleitungen in die Dampfturbine. In der Dampfturbine wird die zuvor aufgenommene thermische Energie des Arbeitsmediums in Bewegungsenergie umgewandelt. Mittels der Bewegungsenergie wird üblicherweise ein Generator betrieben, welcher die erzeugte mechanische Leistung in elektrische Leistung umwandelt. Alternativ kann die Bewegungsenergie auch zum Antreiben von Maschinen bspw. Pumpen genutzt werden. Der entspannte und abgekühlte Prozessdampf strömt in einen Kondensator, wo er durch Wärmeübertragung in einem Wärmetauscher kondensiert und als Wasser erneut dem Dampfkessel zum Erhitzen zugeführt wird.

[0003] Übliche Dampfturbinen weisen wenigstens einen Hochdruckteil und wenigstens einen Niederdruckteil auf, die auch als Hochdruck- bzw. Niederdruckstufe bezeichnet werden. Beim Niederdruckteil sinkt die Temperatur des Prozessdampfes stark ab, wodurch es zur teilweisen Kondensation des Prozessdampfes kommen kann. Der Niederdruckteil ist dabei sehr empfindlich hinsichtlich des Nässegehaltes des Prozessdampfes. Erreicht der Prozessdampf den Niederdruckteil der Dampfturbine mit einem Nässegehalt von ca. 8 bis 10 %, sind Maßnahmen zu ergreifen, die den Nässegehalt des Prozessdampfes vor dem Eintritt in den Niederdruckteil auf ein zulässiges Maß reduzieren.

[0004] Um die Effizienz eines Dampfkraftwerkes zu erhöhen, wird der Prozessdampf vor dem Eintritt in den Niederdruckteil einer sogenannten Zwischenüberhitzung zugeführt. In der Zwischenüberhitzung wird der Prozessdampf erneut erhitzt, so dass der Nässegehalt sinkt. Bei dieser Zwischenüberhitzung wird der gesamte Dampfmassenstrom nach dem Hochdruckteil aus der Dampfturbine entnommen, der Zwischenüberhitzung zugeführt und annähernd auf die Temperatur des Frischdampfes angehoben. Anschließend wird der Prozessdampf dem Niederdruckteil zugeführt. Ohne eine solche Zwischenüberhitzung müsste die Dampfturbine gehalten werden, da auskondensierte Wassertropfen auf die sich drehenden Turbinenschaufeln auftreffen könnten und Schäden durch Tropfenerosion an den Turbinenschaufeln verursachen würden.

[0005] Bei mehrstufigen Dampfturbinen wird neben einer Hochdruck- und einer Niederdruckstufe wenigstens eine Mitteldruckstufe verwendet. Hierbei wird zwischen den einzelnen Turbinenstufen jeweils eine solche Zwischenüberhitzung des Prozessdampfes durchgeführt. Dies führt zu einer höheren Effizienz, da mittels des über-

hitzten Wasserdampfes effizienter mechanische Energie in den Turbinenstufen erzeugt werden kann.

[0006] Bei der Implementierung von Zwischenüberhitzungssystemen in Dampfturbinen wird das Material an der Außenwand, insbesondere zwischen den einzelnen Turbinenstufen hoch beansprucht. An der ersten Turbinenstufe wird der kältere Wasserdampf entnommen, dem Zwischenüberhitzer zugeführt und der aufgeheizte Prozessdampf der zweiten Turbinenstufe zugeführt. Dabei treten in der Außenwand im Übergangsbereich zwischen der ersten Turbinenstufe und der zweiten Turbinenstufe hohe Temperaturdifferenzen auf. Da das Ende der ersten Turbinenstufe, aus der der kalte Prozessdampf entnommen wird und der Beginn der zweiten Turbinenstufe, in welchem der heiße Prozessdampf aus dem Zwischenüberhitzer zugeführt wird, eng beieinander liegen, treten dort hohe thermische Spannungen in der Außenwand auf. Dies kann zu Undichtigkeiten oder zu Rissen in der Außenwand führen. Ferner besteht die Gefahr, dass bei Entnahme des kalten Prozessdampfes aus der ersten Turbinenstufe Nassdampfparameter herrschen und sich dadurch an der Innenwand des Außengehäuses Kondensat bildet. Das Kondensat kühlt die Innenseite der Außenwandung zusätzlich ab. Somit wird die thermische Spannung an der Außenwand erhöht. Damit der überhitzte Prozessdampf keine schädlichen thermischen Spannungen verursacht, wird der überhitzte Prozessdampf zur Reduktion der thermischen Spannung abgekühlt. Dies wird üblicherweise in vorgeschalteten Einströmgehäusen durchgeführt. Diese zusätzlichen Einströmgehäuse können allerdings zu Energieverlusten führen.

[0007] Bei einer einschaligen bzw. eingehäusigen Dampfturbine mit Zwischenüberhitzung wird an zwei Stellen stark überhitzter Prozessdampf in die Turbine geleitet. Dabei wird insbesondere das Dampfturbinenaußengehäuse durch die auftretenden Temperaturen und Drücke thermisch stark belastet.

[0008] Die auftretenden erforderlichen Parameter liegen jedoch häufig über den möglichen Parametern einschaliger Turbinengehäuse. Die Patentanmeldung DE 10 2017 211 295 der Anmelderin schlägt daher eine Dampfturbine sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Dampfturbine vor, die die Nachteile weitgehend überwindet. Ähnliche Dampfturbinen sind auch bekannt von DE 690 00 984 T2, EP 1 744 017 A1 und JP H10 89013A.

[0009] Die Dampfturbine weist ein Dampfturbinenaußengehäuse auf. Ferner weist die Dampfturbine ein Hochdruckinnengehäuse mit einem ersten Prozessdampfeintrittsabschnitt und einem ersten Prozessdampfaustrittsabschnitt zum Leiten von Prozessdampf durch das Hochdruckinnengehäuse vom ersten Prozessdampfeintrittsabschnitt zum ersten Prozessdampfaustrittsabschnitt in einer ersten Prozessdampfentspannungseinrichtung auf. Weiterhin weist die Dampfturbine ein Niederdruckinnengehäuse mit einem zweiten Prozessdampfeintrittsabschnitt und einem zweiten Prozess-

dampfaustrittsabschnitt zum Leiten von Prozessdampf durch das Niederdruckkinnengehäuse vom zweiten Prozessdampfeintrittsabschnitt zum zweiten Prozessdampfaustrittsabschnitt in einer zweiten Prozessdampfentspannungsrichtung auf. Außerdem weist die Dampfturbine einen Zwischenüberhitzer auf, der stromabwärts des Hochdruckkinnengehäuses und stromabwärts des Niederdruckkinnengehäuses angeordnet ist, wobei das Hochdruckkinnengehäuse und das Niederdruckkinnengehäuse innerhalb des Dampfturbinenaußengehäuses angeordnet sind.

[0010] Das Hochdruckkinnengehäuse und das Niederdruckkinnengehäuse sind derart angeordnet, dass der erste Dampfeintrittsabschnitt des Hochdruckkinnengehäuses dem zweiten Dampfeintrittsabschnitt des Niederdruckkinnengehäuses zugewandt ist. Darunter, dass der erste Dampfeintrittsabschnitt des Hochdruckkinnengehäuses dem zweiten Dampfeintrittsabschnitt des Niederdruckkinnengehäuses zugewandt ist, versteht man, dass der erste Dampfeintrittsabschnitt des Hochdruckkinnengehäuses in die entgegengesetzte Richtung oder im Wesentlichen in die entgegengesetzte Richtung wie der zweite Dampfeintrittsabschnitt des Niederdruckkinnengehäuses zeigt, bzw. ausgerichtet ist. Entsprechend verläuft die erste Prozessdampfentspannungsrichtung entgegen oder im Wesentlichen entgegen zur zweiten Prozessdampfentspannungsrichtung.

[0011] Das Hochdruckkinnengehäuse und das Niederdruckkinnengehäuse sind somit derart angeordnet, dass eine Prozessdampfströmung durch das Hochdruckkinnengehäuse entgegengesetzt, insbesondere um 180° entgegengesetzt, zu einer Prozessdampfströmung durch das Niederdruckkinnengehäuse verläuft.

[0012] Unter Verwendung einer solchen Dampfturbine kann überhitzter Prozessdampf, in Form von Frischdampf, in das entgegen einer Dampfströmung gedrehte Hochdruckkinnengehäuse zugeführt werden und bis auf das Druck- und Temperaturniveau einer sogenannten kalten Zwischenüberhitzung entspannt werden. Nachdem der Prozessdampf aus dem Hochdruckkinnengehäuse ausgetreten ist, kann der Prozessdampf zum Zwischenüberhitzer geführt werden. Zwischenüberhitzter Prozessdampf aus dem Zwischenüberhitzer kann dann in das in eine Hauptströmungsrichtung gewandte Niederdruckkinnengehäuse gleiten und dort bis auf Kondensationsdruck in der Dampfturbine entspannen.

[0013] Unter dem Niederdruckkinnengehäuse ist ein Innengehäuse zu verstehen, in welchem zumindest im Mittel ein niedrigerer Druck als im Hochdruckkinnengehäuse herrscht bzw. entsteht. D.h., unter dem Niederdruckkinnengehäuse kann auch insbesondere ein Mitteldruckkinnengehäuse verstanden werden.

[0014] Unter dem Prozessdampf ist Dampf, insbesondere Wasserdampf, zu verstehen, der während des Betriebs der Dampfturbine durch Bauteile der Dampfturbine strömt.

[0015] Durch die Anordnung des Hochdruckkinnengehäuses und des Niederdruckkinnengehäuses können er-

regende Kräfte im Niederdruckkinnengehäuse minimiert werden, da lediglich die Druckdifferenz aus der Zwischenüberhitzung wirkt. Prozessdampf kann zur weiteren Entspannung direkt in das nächste Bauteil, bspw. ein weiteres Niederdruckkinnengehäuse, geleitet werden und muss nicht erst umgeleitet werden.

[0016] Unter einer Entspannungsrichtung ist eine Richtung zu verstehen, in welcher sich der Prozessdampf im Wesentlichen bewegt bzw. geleitet wird. D.h., wenn sich der Prozessdampf in einen Dampfturbinenabschnitt, bspw. von links nach rechts bewegt, ist darunter vereinfacht betrachtet eine lineare Entspannungsrichtung nach rechts zu verstehen. Ferner ist vorliegend unter einer Entspannungsrichtung eine Druckrichtung von einem Hochdruckbereich in einen Niederdruckbereich bzw. in einen Druckbereich mit einem niedrigeren Druck als im Hochdruckbereich zu verstehen. Entsprechend ist über einen stromaufwärtigen Dampfturbinenabschnitt ein Abschnitt zu verstehen, der entgegen der Entspannungsrichtung angeordnet ist.

[0017] Die Tatsache, dass das Hochdruckkinnengehäuse zunächst vom kalten Dampf, welcher zur Zwischenüberhitzung geführt wird, überströmt wird und anschließend vom heißen von der Zwischenüberhitzung kommenden Dampf durchströmt wird, stellt immer noch eine hohe Herausforderung dar. Des Weiteren besteht die zu verhindernde Möglichkeit, dass der kalte zur Zwischenüberhitzung geführte Dampf aufgrund des Druckverlustes in der Zwischenüberhitzung in das Niederdruckkinnengehäuse eingesaugt wird. Diese Nachteile des Standes der Technik versucht die vorliegende Erfindung zu beseitigen.

[0018] Hinsichtlich der erfindungsgemäßen Dampfturbine wird die Aufgabe gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs 1. Hinsichtlich des Verfahrens zum Betreiben einer solchen Dampfturbine wird die Aufgabe gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs 7.

[0019] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung, die einzeln oder in Kombination miteinander einsetzbar sind, sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0020] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird eine Dampfturbine zur Verfügung gestellt. Die Dampfmaschine weist ein Dampfturbinenaußengehäuse auf. Ferner weist die Dampfturbine ein Hochdruckkinnengehäuse mit einem ersten Prozessdampfeintrittsabschnitt und einem ersten Prozessdampfaustrittsabschnitt zum Leiten von Prozessdampf durch das Hochdruckkinnengehäuse vom ersten Prozessdampfeintrittsabschnitt zum ersten Prozessdampfaustrittsabschnitt in einer ersten Prozessentspannungseinrichtung auf. Des Weiteren weist die Dampfturbine ein Niederdruckkinnengehäuse mit einem zweiten Prozessdampfeintrittsabschnitt und einem zweiten Prozessdampfaustrittsabschnitt zum Leiten von Prozessdampf durch das Niederdruckkinnengehäuse vom zweiten Prozessdampfeintrittsabschnitt zum zweiten Prozessdampfaustrittsabschnitt in einer zweiten Prozessdampfentspannungseinrichtung auf. Des Weiteren

ren weist die Dampfturbine einen Zwischenüberhitzer zum Zwischenüberhitzen von Prozessdampf, welcher stromabwärts des Hochdruckkinnengehäuses und stromaufwärts des Niederdruckkinnengehäuses entnehmbar ist, auf. Wobei das Hochdruckkinnengehäuse und das Niederdruckkinnengehäuse innerhalb des Dampfturbinenaußengehäuses angeordnet sind und das Hochdruckkinnengehäuse und das Niederdruckkinnengehäuse derart angeordnet sind, dass der erste Dampfeintrittsabschnitt des Hochdruckkinnengehäuses dem zweiten Dampfeintrittsabschnitt des Niederdruckkinnengehäuses zugewandt ist und wobei ferner stromabwärts des Hochdruckkinnengehäuses ein Prozessdampfumlenkabschnitt zum Umlenken von Prozessdampf aus den ersten Dampfaustrittsabschnitt in eine Richtung entgegen der ersten Dampfentspannungseinrichtung in einen Spalt, welcher sich zwischen einer Innenwandung des Dampfturbinenaußengehäuses und einer Außenwandung des Hochdruckkinnengehäuses und zumindest abschnittsweise zwischen der Innenwandung des Dampfturbinenaußengehäuses und einer Außenwandung des Niederdruckkinnengehäuses erstreckt, ausgebildet ist. Und wobei an einem stromaufwärtigen Endabschnitt des Hochdruckkinnengehäuses, an welchem der erste Prozessdampfeintrittsabschnitt ausgestaltet ist, eine Hochdruckdichtschale zum zumindest teilweisen Abdichten des stromaufwärtigen Endabschnittes des Hochdruckkinnengehäuses und an einem stromaufwärtigen Endabschnitt des Niederdruckkinnengehäuses, an welchem der zweite Prozessdampfendabschnitt ausgestaltet ist, eine Niederdruckdichtschale zum zumindest teilweisen Abdichten des stromaufwärtigen Endabschnittes des Niederdruckkinnengehäuses angeordnet sind, und wobei die Hochdruckdichtschale und die Niederdruckdichtschale benachbart zueinander angeordnet sind. Wobei das Hochdruckkinnengehäuse erfindungsgemäß derart ausgebildet ist, dass Prozessdampf dem Hochdruckkinnengehäuse entnehmbar und in einem Bereich zwischen der Hochdruckdichtschale und der Niederdruckdichtschale leitbar ist. Der Prozessdampf, der dem Hochdruckkinnengehäuse entnehmbar ist, wird direkt auf Zwischenüberhitzungsparameter gedrosselt, ohne Arbeit zu verrichten. Hierdurch ist der Dampf deutlich wärmer als der Prozessdampf, der innerhalb der ersten Dampfentspannungseinrichtung entspannt wurde. Der entnommene Prozessdampf kann dadurch dazu genutzt werden, um ihn in einen Bereich der Hochdruckdichtschale und der Niederdruckdichtschale zu leiten, um dort den Bereich und insbesondere das zweite Innengehäuse lokal zu erwärmen. Hierdurch kann es nicht zu sogenannten Cold Spots am Rotor und im Bereich des zweiten Dampfeintrittsabschnittes des Niederdruckkinnengehäuses kommen. Hierdurch ergibt sich eine sowohl rotormechanisch als auch rotordynamisch positive Temperaturverteilung. Aufgrund der geringeren thermisch getriebenen Verformung am Niederdruckkinnengehäuse können die Spiele zwischen dem Rotor der Dampfturbine und dem Innengehäuse kleiner eingestellt werden. Dies erhöht den Wir-

kungsgrad der Dampfturbine. Durch das aufgeprägte Temperaturfeld können zudem höhere absolute Temperaturdifferenzen der Zwischenüberhitzung realisiert werden, was wiederum den Prozesswirkungsgrad der Gesamtanlage steigert. Der Einsatzbereich der Single-Case-Reheat-Turbine, d.h. der Turbine mit einem einzigen Außengehäuse wird hierdurch vergrößert. Dies hat deutliche Kostenvorteile im Vergleich zur alternativen Multicase-Turbine, bei der mehrere Außengehäuse eingesetzt werden. Somit können kostengünstigere Turbinen in einem breiteren Leistungsbereich angeboten werden.

[0021] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Hochdruckdichtschale so ausgebildet ist, dass ein vorgebbare Leckage-Massenstrom über die Hochdruckdichtschale in einem Bereich zwischen der Hochdruckdichtschale und der Niederdruckdichtschale leitbar ist. Dadurch, dass die Hochdruckdichtschale so ausgebildet ist, dass ein hinreichend großer Dampfmassenstrom (Leckage-Strom) durch die Hochdruckdichtschale in den Bereich zwischen der Hochdruckdichtschale und der Niederdruckdichtschale leitbar ist, kann der Zwischenraum zwischen den beiden Dichtschalen entsprechend erwärmt werden, so dass die rotormechanischen und rotordynamischen Eigenschaften hinsichtlich der Temperatur positiv beeinflusst werden, so dass keine Cold Spots am Rotor entstehen und der Bereich des zweiten Prozessdampfeintrittsabschnitts entsprechend vorgewärmt wird. Auf die zusätzliche Ausbildung von Leitungen und Durchbrüchen innerhalb der ersten Entspannungseinrichtung kann somit verzichtet werden, wodurch sich der konstruktive Aufwand deutlich verringert. Im Prinzip wird der an sich vorhandene Leckage-Strom der Hochdruckdichtschale zum Erwärmen verwendet, wobei die Hochdruckdichtschale so ausgelegt werden muss, dass der Leckage-Massenstrom höher ist, als dies technisch bedingt notwendig wäre. Der Leckage-Massenstrom lässt sich dabei einfach über eine entsprechende Vergrößerung des Spaltes zwischen den Dichtschalen und dem Rotor bestimmen bzw. einstellen.

[0022] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Hochdruckdichtschale und die Niederdruckdichtschale derart ausgebildet und aufeinander abgestimmt sind, dass der Leckage-Massenstrom über die Hochdruckdichtschale größer ist, als der Leckage-Massenstrom über die Niederdruckdichtschale. Vorzugsweise ist dabei der Leckage-Massenstrom über die Hochdruckdichtschale mindestens 30 %, vorzugsweise mindestens 50 % größer als der Leckage-Massenstrom über die Niederdruckdichtschale. Durch die Differenz der Massenströme ergibt sich ein Sperrmassenstrom, der ein Eindringen des kalten Zwischenüberhitzungsdampfes in die Niederdruckdichtschale und damit in die zweite Entspannungseinrichtung verhindert. Der heiße Leckage-Massenstrom aus der ersten Entspannungseinrichtung sorgt dabei für ein Vorheizen des Rotors zwischen der ersten Dichtschale und der zweiten Dichtschale und für ein Vorheizen, insbesondere des zweiten Prozessdampfeintrittsabschnitts an der zweiten Entspannungs-

einrichtung.

[0023] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass an einem stromabwärtigen Endabschnitt des Niederdruckkinnengehäuses ein Dichtsteg zum Abdichten eines Dampfturbinenbereiches zwischen dem stromabwärtigen Endabschnitt des Niederdruckkinnengehäuses und dem Dampfturbinenaußengehäuse ausgestaltet ist. Bei der vorliegenden Dampfturbine wird das Niederdruckkinnengehäuse während eines Betriebs mit Prozessdampf umströmt. Während das Hochdruckkinnengehäuse zum Niederdruckkinnengehäuse durch den Dichtsteg getrennt ist, der vorzugsweise als integrierter Dichtsteg am stromabwärtigen Endabschnitt des Niederdruckkinnengehäuses ausgestaltet ist. Unter Verwendung des Dichtstegs kann auf eine innere Dichtschale am stromabwärtigen Endabschnitt des Niederdruckkinnengehäuses verzichtet werden. Der Dichtsteg weist einen deutlich weniger komplexen Aufbau wie eine Dichtschale auf. An dieser Stelle sei erwähnt, dass vorliegend unter einer Dichtschale eine dem Stand der Technik übliche Dichtschale zu verstehen ist, welche vorliegend deshalb nicht im Detail beschrieben wird.

[0024] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Zwischenüberhitzer außerhalb des Dampfturbinenaußengehäuses angeordnet ist. Dies ist insbesondere mit Blick auf die Montage, Demontage, Wartung und Reparatur von Vorteil.

[0025] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben einer wie vorstehend im Detail dargestellten Dampfturbine zur Verfügung gestellt. Damit bringt ein erfindungsgemäßes Verfahren die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf die erfindungsgemäße Dampfturbine beschrieben worden sind. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

- Leiten von Prozessdampf von einer Prozessdampfquelle durch den ersten Prozessdampfeintrittsabschnitt in das Hochdruckkinnengehäuse,
- Leiten des Prozessdampfes vom ersten Prozessdampfeintrittsabschnitt zum ersten Prozessdampfaustrittsabschnitt, und
- Leiten des Prozessdampfes durch den ersten Prozessdampfaustrittsabschnitt aus dem Hochdruckkinnengehäuse über den Prozessdampfumlenkabschnitt und den Spalt zum Zwischenüberhitzer sowie,
- Entnehmen eines Teiles des Prozessdampfes aus dem Hochdruckkinnengehäuse entspannen dieses Teils des Prozessdampfes auf Zwischenüberhitzungsparameter und Einleiten des entnommenen Prozessdampfes in dem Bereich zwischen der Hochdruckdichtschale und der Niederdruckdichtschale.

[0026] Durch das Verfahren ergibt sich eine rotormechanische und rotordynamische positive Temperaturverteilung. Durch das aufgeprägte Temperaturfeld können

höhere absolute Temperaturdifferenzen der Zwischenüberhitzung realisiert werden und damit der Gesamtwirkungsgrad erhöht werden.

[0027] Eine Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass der entnommene Prozessdampf (Leckage-Dampfes), über die Hochdruckdichtschale in den Bereich zwischen der Hochdruckdichtschale und der Niederdruckdichtschale geleitet wird. Hierdurch kann das erfindungsgemäße Verfahren mit geringem konstruktivem Aufwand und damit kostengünstig realisiert werden. Die Umrüstung bestehender Dampfturbinen auf den beschriebenen Prozess ist mit einfachen Mitteln zu bewerkstelligen.

[0028] Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen ergeben sich aus den nachfolgenden Beschreibungen zu verschiedenen Ausführungsbeispielen der Erfindung, welche in den Figuren schematisch dargestellt sind. Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung oder der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und/oder Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten und räumlicher Anordnungen können sowohl für sich als auch in den verschiedenen Kombinationen erfindungswesentlich sein. Es zeigt:

Figur 1 den prinzipiellen Aufbau einer erfindungsgemäßen Dampfturbine;

Figur 2 die Detailansicht Z, in der das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert wird.

[0029] Figur 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer erfindungsgemäßen Dampfturbine 1. Die Dampfturbine 1 weist ein Dampfturbinenaußengehäuse 20 auf, in welchem sich ein Hochdruckkinnengehäuse 30, ein Niederdruckkinnengehäuse 40 in Form eines Mitteldruckkinnengehäuses sowie ein weiteres Niederdruckkinnengehäuse 90 befindet. Stromaufwärts zum Hochdruckkinnengehäuse 30 ist eine Frischdampf- bzw. Prozessdampfquelle 10 zum Zuführen von Prozessdampf zum Hochdruckkinnengehäuse 30 angeordnet. Das Hochdruckkinnengehäuse 30 weist einen ersten Prozessdampfeintrittsabschnitt 31 und einen ersten Prozessdampfaustrittsabschnitt 32 zum Leiten von Prozessdampf durch das Hochdruckkinnengehäuse 30 vom ersten Prozessdampfeintrittsabschnitt 31 zum ersten Prozessdampfaustrittsabschnitt 32 in einer ersten Prozessdampfentspannungseinrichtung 33 auf. Das Niederdruckkinnengehäuse 40 weist einen zweiten Prozessdampfeintrittsabschnitt 41 und einen zweiten Prozessdampfaustrittsabschnitt 42 zum Leiten von Prozessdampf durch das Niederdruckkinnengehäuse 40 vom zweiten Prozessdampfeintrittsabschnitt 41 zum zweiten Prozessdampfaustrittsabschnitt 42 in einer zweiten Prozessdampfentspannungseinrichtung 43 auf. Die Dampfturbine 1 weist ferner einen Zwischenüberhitzer 50 auf, der stromabwärts des Hochdruckkinnengehäuses 30 und stromaufwärts des Niederdruckkinnengehäuses 40 angeordnet ist. Die Anordnung bezieht sich dabei nicht auf eine räumliche, sondern auf eine strömungstechnische Anordnung.

[0030] Wie in Figur 1 dargestellt, sind das Hoch-

druckinnengehäuse 30 und das Niederdruckinnengehäuse 40 derart angeordnet, dass der erste Dampfeintrittsabschnitt 31 des Hochdruckinnengehäuses 30 dem zweiten Dampfeintrittsabschnitt 41 des Niederdruckinnengehäuses 40 zugewandt ist.

[0031] Stromabwärts des Hochdruckinnengehäuses 30 weist die Dampfturbine 1 einen Prozessdampfumlenkabschnitt 60 zum Umlenken von Prozessdampf aus dem ersten Dampfaustrittsabschnitt 32 in eine Richtung entgegen der ersten Dampfentspannungseinrichtung 33 in einen Spalt 70 der Dampfturbine 1 auf. Der Spalt 70 erstreckt sich zwischen dem Dampfturbinenaußengehäuse 20 und dem Hochdruckinnengehäuse 30 sowie zumindest abschnittsweise zwischen dem Dampfturbineninnengehäuse 20 und dem Niederdruckinnengehäuse 40. An einem stromabwärtigen Endabschnitt des Niederdruckinnengehäuses 40 ist ein Dichtsteg 80 zum Abdichten eines Dampfturbinenbereichs zwischen dem stromabwärtigen Endabschnitt des Niederdruckinnengehäuses 40 und dem Dampfturbinenaußengehäuse 20 ausgestaltet. Der Zwischenüberhitzer 50 ist außerhalb des Dampfturbinenaußengehäuses 20 angeordnet. Das Hochdruckinnengehäuse 30 und das Niederdruckinnengehäuse 40 sind als separate Bauteile in einem gemeinsamen Dampfturbinenaußengehäuse 20 bereitgestellt.

[0032] Am stromaufwärtigen Endabschnitt des Hochdruckinnengehäuses 30, an welchem der erste Prozessdampfeintrittsabschnitt 31 ausgestaltet ist, ist eine Hochdruckdichtschale 34 zum teilweise Abdichten des stromabwärtigen Endabschnittes des Hochdruckinnengehäuses 30 angeordnet. Außerdem ist am stromaufwärtigen Endabschnitt des Niederdruckinnengehäuses 40, an welchem der zweite Prozessdampfeintrittsabschnitt 41 ausgestaltet ist, eine weitere Hochdruckdichtschale 35 zum zumindest teilweise Abdichten des stromabwärtigen Endabschnittes des Hochdruckinnengehäuses 30 angeordnet. Die Hochdruckdichtschale 34 ist derart ausgelegt und ausgebildet, dass über sie ein vorgebbbarer Leckage-Massenstrom austreten und in den Bereich 110 zwischen der Hochdruckdichtschale 34 und der Niederdruckdichtschale 44 leitbar ist. Bei vorgegebenem Dampfdruck und Dampftemperatur kann die Dichtschale bzw. der Dichtspalt so ausgelegt werden, dass ein vorgebbbarer Leckage-Massenstrom durch die Dichtschale hindurchtritt. Die Hochdruckdichtschale 34 und die Niederdruckdichtschale 44 sind so aufeinander abgestimmt, dass der Leckage-Massenstrom über die Hochdruckdichtschale 34 größer ist als der Leckage-Massenstrom über die Niederdruckdichtschale 44. Vorzugsweise ist der Leckage-Massenstrom über die Hochdruckdichtschale 34 mindestens 30 %, vorzugsweise

mindestens 50 % größer als der Leckage-Massenstrom über die Niederdruckdichtschale 44.

[0033] Figur 2 zeigt eine Detailansicht Z aus Figur 1. An Hand der Figur 2 und mit Bezugnahme auf Figur 1 und den dazu gemachten Beschreibungen wird nachfolgend ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Dampfturbine erläutert.

[0034] Um den Spalt zwischen der Welle 100 und den stromaufwärtigen Endabschnitt des Hochdruckinnengehäuses 30 abzudichten, ist eine Hochdruckdichtschale 34 am Endabschnitt des Hochdruckinnengehäuses 30 angeordnet. Zur Abdichtung des Spaltes zwischen dem stromaufwärtigen Endabschnitt des Niederdruckinnengehäuses 40 und der Welle 100 ist eine Niederdruckdichtschale 44 angeordnet. Die Hochdruckdichtschale 34 und die Niederdruckdichtschale 44 sind benachbart zueinander angeordnet. Während des Betriebs der Dampfturbine wird zunächst Prozessdampf von der Prozessdampfquelle 10 durch den ersten Prozessdampfeintrittsabschnitt 31 in das Hochdruckinnengehäuse 30 geleitet. Anschließend wird der Prozessdampf vom ersten Prozessdampfeintrittsabschnitt 31 zum ersten Prozessdampfaustrittsabschnitt 32 geleitet und danach durch den ersten Prozessdampfaustrittsabschnitt 32 aus dem Hochdruckinnengehäuse 30 über den Prozessdampfumlenkabschnitt 60 in den Spalt 70 zum Zwischenüberhitzer 50 geleitet. Hierbei wird der Prozessdampf durch den Spalt 70 zum Kühlen des Dampfturbinenaußengehäuses 20 bzw. der Dampfturbine 1 entlang des Hochdruckinnengehäuses 30 sowie entlang des Niederdruckinnengehäuses 40 geleitet. Nachdem der Prozessdampf im Zwischenüberhitzer 50 bei gleichem Druck auf eine vordefinierte Temperatur erhitzt wurde, wird der erhitzte bzw. überhitzte Prozessdampf aus dem Zwischenüberhitzer 50 durch den zweiten Prozessdampfeintrittsabschnitt 41 in das Niederdruck- bzw. Mitteldruckinnengehäuse geleitet. Von dort wird der Prozessdampf bei gleichbleibender Entspannungsrichtung in das weitere Niederdruckinnengehäuse 90 gleitet. Dort kann der Prozessdampf weiter entspannen und schließlich kondensieren. Um zu verhindern, dass der abgekühlte Dampf, welcher der Zwischenüberhitzung 50 zugeführt wird aufgrund des Druckverlustes in der Zwischenüberhitzung in den Spalt zwischen der Hochdruckdichtschale 34 und der Niederdruckdichtschale 44 sowie in das Niederdruckinnengehäuse 40 eingesaugt wird, wird Dampf aus dem ersten Hochdruckinnengehäuse 30 Dampf entnommen und direkt auf Zwischenüberhitzungsparameter gedrosselt, ohne Arbeit zu verrichten und dieser Dampf direkt in den Spalt zwischen der Hochdruckdichtschale 34 und der Niederdruckdichtschale 44 geleitet.

[0035] Hierdurch kann lokal das Niederdruckinnengehäuse 40 sowie der Bereich 110 der Welle 100, welcher zwischen der Hochdruckdichtschale 34 und der Niederdruckdichtschale 44 liegt, lokal erwärmt werden. Um den heißen Dampf dem Hochdruckinnengehäuse 30 zu entnehmen, kann eine Öffnung im Hochdruckinnengehäuse 30 und eine entsprechende Rohrleitung vorgesehen wer-

den. Besonders einfach und ohne konstruktiven zusätzlichen Aufwand kann der Dampf dem Innengehäuse allerdings über die Hochdruckdichtschale 34 entnommen werden. Hierzu muss der Spalt der Hochdruckdichtschale 34 entsprechend ausgelegt sein. Der heiße Dampf kann dann aus dem Hochdruckinnengehäuse 30 direkt in den Zwischenraum zwischen der ersten Hochdruckdichtschale 34 und der zweiten Niederdruckdichtschale 44 gelangen. Da der Dampf, der über die Hochdruckdichtschale 34 ausströmt nahezu Frischdampfparameter aufweist, kann er dazu genutzt werden, den Bereich 110 zwischen der Hochdruckdichtschale 34 und der Niederdruckdichtschale 44 zu erwärmen. Hierdurch ergibt sich rotordynamisch und rotormechanisch eine positive Temperaturverteilung. Auf der Außenseite des Niederdruckinnengehäuses 40 ist der Druck höher, als auf der Innenseite, Grund hierfür ist der Druckverlust im Spalt, welcher zur Zwischenüberhitzung 50 führt. Der Prozessdampf, der dem Hochdruckinnengehäuse 30 entnommen wird und in dem Bereich 110 zwischen der Hochdruckdichtschale 34 und der Niederdruckdichtschale 44 geleitet wird, wird somit in das Niederdruckinnengehäuse 40 eingesaugt und sorgt dabei für eine Erwärmung des Niederdruckinnengehäuses 40. Die Hochdruckdichtschale 34 und die Niederdruckdichtschale 44 sind so aufeinander abgestimmt, dass der Prozessdampf, welcher über die Hochdruckdichtschale 34 ausströmt mindestens 30 %, vorzugsweise mindestens 50 % größer ist als der Leckage-Massenstrom über die Niederdruckdichtschale 44. Die Differenz der Massenströme führt dazu, dass ein Sperrmassenstrom entsteht, welcher das Eindringen von kaltem, zum Zwischenüberhitzer 50 strömenden Dampf in die Hochdruckdichtschale 34 verhindert.

Patentansprüche

1. Dampfturbine (1), aufweisend ein Dampfturbinenaußengehäuse (20), ein Hochdruckinnengehäuse (30) mit einem ersten Prozessdampfeintrittsabschnitt (31) und einem ersten Prozessdampfaustrittsabschnitt (32) zum Leiten von Prozessdampf durch das Hochdruckinnengehäuse (30) vom ersten Prozessdampfeintrittsabschnitt (31) zum ersten Prozessdampfaustrittsabschnitt (32) in einer ersten Prozessdampfentspannungsrichtung (33), ein Niederdruckinnengehäuse (40) mit einem zweiten Prozessdampfeintrittsabschnitt (41) und einem zweiten Prozessdampfaustrittsabschnitt (42) zum Leiten von Prozessdampf durch das Niederdruckinnengehäuse (40) vom zweiten Prozessdampfeintrittsabschnitt (41) zum zweiten Prozessdampfaustrittsabschnitt (42) in einer zweiten Prozessdampfentspannungsrichtung (43), und einen Zwischenüberhitzer (50), zum zwischenüberhitzen von Prozessdampf welcher stromabwärts des Hochdruckinnengehäuses (30) und stromaufwärts des Niederdruckinnengehäuses (40) entnehmbar ist, wobei

- das Hochdruckinnengehäuse (30) und das Niederdruckinnengehäuse (40) innerhalb des Dampfturbinenaußengehäuses (20) angeordnet sind,

- das Hochdruckinnengehäuse (30) und das Niederdruckinnengehäuse (40) derart angeordnet sind, dass der erste Dampfeintrittsabschnitt (31) des Hochdruckinnengehäuses (30) dem zweiten Dampfeintrittsabschnitt (41) des Niederdruckinnengehäuses (40) zugewandt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- stromabwärts des Hochdruckinnengehäuses (30) ein Prozessdampfumlenkabschnitt (60) zum Umlenken von Prozessdampf aus dem ersten Dampfaustrittsabschnitt (32) in eine Richtung entgegen der ersten Dampfentspannungsrichtung (33) in einen Spalt (70), welcher sich zwischen einer Innenwandung des Dampfturbinenaußengehäuses (20) und einer Außenwandung des Hochdruckinnengehäuses (30) und zumindest abschnittsweise zwischen der Innenwandung des Dampfturbinenaußengehäuses (20) und einer Außenwandung des Niederdruckinnengehäuses (40) erstreckt, ausgebildet ist,

- an einem stromaufwärtigen Endabschnitt des Hochdruckinnengehäuses (30), an welchem der erste Prozessdampfeintrittsabschnitt (31) ausgestaltet ist, eine Hochdruckdichtschale (34) zum zumindest teilweisen Abdichten des stromaufwärtigen Endabschnitts des Hochdruckinnengehäuses (30) und an einem stromaufwärtigen Endabschnitt des Niederdruckinnengehäuses (40), an welchem der zweite Prozessdampfeintrittsabschnitt (41) ausgestaltet ist, eine Niederdruckdichtschale (44) zum zumindest teilweisen Abdichten des stromaufwärtigen Endabschnitts des Niederdruckinnengehäuses (40) angeordnet sind, und wobei die Hochdruckdichtschale (34) und die Niederdruckdichtschale (44) benachbart zueinander angeordnet sind,

wobei das Hochdruckinnengehäuse (30) derart ausgebildet ist, dass Prozessdampf dem Hochdruckinnengehäuse (30) entnehmbar und in einen Bereich (110) zwischen der Hochdruckdichtschale (34) und der Niederdruckdichtschale (44) leitbar ist.

2. Dampfturbine (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruckdichtschale so ausgebildet ist, dass ein vorgebbbarer Leckagemassenstrom über die Hochdruckdichtschale (34) in einen Bereich (110) zwischen der Hochdruckdichtschale (34) und der Niederdruckdichtschale (44) leitbar ist.

3. Dampfturbine (1) nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Hochdruckdichtschale (34) und der Niederdruckdichtschale (44) derart ausgebildet und aufeinander abgestimmt sind, dass der Leckagemassenstrom über die Hochdruckdichtschale (34) größer ist als ein Leckagemassenstrom über die Niederdruckdichtschale (44).

4. Dampfturbine (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leckagemassenstrom über die Hochdruckdichtschale (34) mindestens 30% vorzugsweise mindestens 50% größer ist als der Leckagemassenstrom über die Niederdruckdichtschale (44).
5. Dampfturbine (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einem stromabwärtigen Endabschnitt des Niederdruckinnengehäuses (40) ein Dichtsteg (80) zum Abdichten eines Dampfturbinenbereichs zwischen dem stromabwärtigen Endabschnitt des Niederdruckinnengehäuses (40) und dem Dampfturbinenaußengehäuse (20) ausgestaltet ist.
6. Dampfturbine (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenüberhitzer außerhalb des Dampfturbinenaußengehäuses (20) angeordnet ist.
7. Verfahren zum Betreiben einer Dampfturbine (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, aufweisend die Schritte:
 - Leiten von Prozessdampf von einer Prozessdampfquelle (10) durch den ersten Prozessdampfeintrittsabschnitt (31) in das Hochdruckinnengehäuse (30),
 - Leiten des Prozessdampfes vom ersten Prozessdampfeintrittsabschnitt (31) zum ersten Prozessdampfaustrittsabschnitt (32), und
 - Leiten des Prozessdampfes durch den ersten Prozessdampfaustrittsabschnitt (32) aus dem Hochdruckinnengehäuse (30) über den Prozessdampfumlenkabschnitt und den Spalt (70) zum Zwischenüberhitzer (50)
 - entnehmen eines Teils des Prozessdampf aus dem Hochdruckinnengehäuse (30), entspannen dieses Teils des Prozessdampfes auf Zwischenüberhitzungsparameter und einleiten des entnommenen Prozessdampfes in den Bereich (110) zwischen der Hochdruckdichtschale (34) und der Niederdruckdichtschale (44).
8. Verfahren zum Betreiben einer Dampfturbine (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**

der entnommene Prozessdampf Leckagedampf ist, welcher über die Hochdruck-Dichtschale (34) in den Bereich (110) zwischen der Hochdruckdichtschale (34) und der Niederdruckdichtschale (44) geleitet wird.

Claims

1. Steam turbine (1), having a steam turbine outer housing (20), a high-pressure inner housing (30) with a first process steam inlet section (31) and with a first process steam outlet section (32) for conducting process steam through the high-pressure inner housing (30) from the first process steam inlet section (31) to the first process steam outlet section (32) in a first process steam expansion direction (33), a low-pressure inner housing (40) with a second process steam inlet section (41) and with a second process steam outlet section (42) for conducting process steam through the low-pressure inner housing (40) from the second process steam inlet section (41) to the second process steam outlet section (42) in a second process steam expansion direction (43), and an intermediate superheater (50) for intermediate superheating of process steam which can be extracted downstream of the high-pressure inner housing (30) and upstream of the low-pressure inner housing (40), wherein
 - the high-pressure inner housing (30) and the low-pressure inner housing (40) are arranged within the steam turbine outer housing (20),
 - the high-pressure inner housing (30) and the low-pressure inner housing (40) are arranged such that the first steam inlet section (31) of the high-pressure inner housing (30) faces toward the second steam inlet section (41) of the low-pressure inner housing (40), **characterized in that**
 - downstream of the high-pressure inner housing (30), there is formed a process steam diverting section (60) for diverting process steam from the first steam outlet section (32) in a direction counter to the first steam expansion direction (33) into a gap (70) which extends between an inner wall of the steam turbine outer housing (20) and an outer wall of the high-pressure inner housing (30) and at least in certain sections between the inner wall of the steam turbine outer housing (20) and an outer wall of the low-pressure inner housing (40),
 - at an upstream end section of the high-pressure inner housing (30), at which the first process steam inlet section (31) is formed, there is arranged a high-pressure sealing shell (34) for at least partially sealing off the upstream end section of the high-pressure inner housing (30),

and, at an upstream end section of the low-pressure inner housing (40), at which the second process steam inlet section (41) is formed, there is arranged a low-pressure sealing shell (44) for at least partially sealing off the upstream end section of the low-pressure inner housing (40), and wherein the high-pressure sealing shell (34) and the low-pressure sealing shell (44) are arranged adjacent to one another,

wherein

the high-pressure inner housing (30) is designed such that process steam can be extracted from the high-pressure inner housing (30) and conducted into a region (110) between the high-pressure sealing shell (34) and the low-pressure sealing shell (44) .

2. Steam turbine (1) according to Claim 1, **characterized in that**

the high-pressure sealing shell is designed such that a predefinable leakage mass flow can be conducted via the high-pressure sealing shell (34) into a region (110) between the high-pressure sealing shell (34) and the low-pressure sealing shell (44) .

3. Steam turbine (1) according to Claim 2, **characterized in that**

the high-pressure sealing shell (34) and the low-pressure sealing shell (44) are designed and coordinated with one another such that the leakage mass flow via the high-pressure sealing shell (34) is greater than a leakage mass flow via the low-pressure sealing shell (44).

4. Steam turbine (1) according to Claim 3, **characterized in that**

the leakage mass flow via the high-pressure sealing shell (34) is at least 30%, preferably at least 50%, greater than the leakage mass flow via the low-pressure sealing shell (44).

5. Steam turbine (1) according to any of the preceding claims,

characterized in that,

at a downstream end section of the low-pressure inner housing (40), there is formed a sealing web (80) for sealing off a steam turbine region between the downstream end section of the low-pressure inner housing (40) and the steam turbine outer housing (20) .

6. Steam turbine (1) according to any of the preceding claims,

characterized in that

the intermediate superheater is arranged outside the steam turbine outer housing (20).

7. Method for operating a steam turbine (1) according

to any of the preceding claims, having the steps of:

- conducting process steam from a process steam source (10) through the first process steam inlet section (31) into the high-pressure inner housing (30),
- conducting the process steam from the first process steam inlet section (31) to the first process steam outlet section (32), and
- conducting the process steam through the first process steam outlet section (32) from the high-pressure inner housing (30) via the process steam diverting section and the gap (70) to the intermediate superheater (50),
- extracting a proportion of the process steam from the high-pressure inner housing (30), expanding said proportion of the process steam to intermediate superheating parameters, and introducing the extracted process steam into the region (110) between the high-pressure sealing shell (34) and the low-pressure sealing shell (44).

8. Method for operating a steam turbine (1) according to Claim 7,

characterized in that

the extracted process steam is leakage steam which is conducted via the high-pressure sealing shell (34) into the region (110) between the high-pressure sealing shell (34) and the low-pressure sealing shell (44).

Revendications

1. Turbine (1) à vapeur, comportant une enveloppe (20) extérieure de turbine à vapeur, une enveloppe (30) intérieure de haute pression, ayant une première partie (31) d'entrée de vapeur de processus et une première partie (32) de sortie de vapeur de processus pour conduire de la vapeur de processus dans l'enveloppe (30) intérieure de haute pression de la première partie (31) d'entrée de vapeur de processus à la première partie (32) de sortie de vapeur de processus dans un premier sens (33) de détente de la vapeur de processus, une enveloppe (40) intérieure de basse pression, ayant une deuxième partie (41) d'entrée de vapeur de processus et une deuxième partie (42) de sortie de vapeur de processus pour conduire de la vapeur de processus dans l'enveloppe (40) intérieure de basse pression de la deuxième partie (41) d'entrée de vapeur de processus à la deuxième partie (42) de sortie de vapeur de processus dans un deuxième sens (43) de détente de la vapeur de processus, et un surchauffeur (50) intermédiaire pour la surchauffe intermédiaire de vapeur de processus, qui peut être prélevée en aval de l'enveloppe (30) intérieure de haute pression et en amont de l'enveloppe (40) intérieure de basse pres-

sion, dans laquelle

- l'enveloppe (30) intérieure de haute pression et l'enveloppe (40) intérieure de basse pression sont disposées à l'intérieur de l'enveloppe (20) extérieure de la turbine à vapeur, 5
- l'enveloppe (30) intérieure de haute pression et l'enveloppe (40) intérieure de basse pression sont disposées, de manière à ce que la première 10
- partie (31) d'entrée de la vapeur de l'enveloppe (30) intérieure de haute pression soit tournée vers la deuxième partie (41) d'entrée de la vapeur de l'enveloppe (40) intérieure de basse 15
- pression, **caractérisée en ce que**
- en aval de l'enveloppe (30) intérieure de haute 20
- pression est constituée une partie (60) de déviation de la vapeur de processus pour la déviation de vapeur de processus de la première partie (32) de sortie de la vapeur dans un sens contraire au premier sens (33) de détente de la vapeur, dans un intervalle (70), qui s'étend entre 25
- une paroi intérieure de l'enveloppe (20) extérieure de la turbine à vapeur et une paroi extérieure de l'enveloppe (30) intérieure de haute 30
- pression et, au moins par endroits, entre la paroi intérieure de l'enveloppe (20) extérieure de la turbine à vapeur et une paroi extérieure de l'enveloppe (40) intérieure de basse pression, 35
- il est disposé, à une partie d'extrémité en amont de l'enveloppe (30) intérieure de haute pression, sur laquelle la première partie (31) d'entrée de vapeur de processus est conformée, une coque (34) d'étanchéité de haute pression, pour rendre étanche, au moins en partie, la partie d'extrémité 40
- en amont de l'enveloppe (30) intérieure de haute pression, et sur une partie d'extrémité en amont de l'enveloppe (40) intérieure de basse pression, sur laquelle la deuxième partie (41) d'entrée de vapeur de processus est conformée, une coque (44) d'étanchéité de basse pression, pour rendre étanche, au moins en partie, la partie d'extrémité en amont de l'enveloppe (40) intérieure de basse pression, et dans laquelle la coque (34) d'étanchéité de haute pression et la coque (44) d'étanchéité de basse pression sont disposées au voisinage l'une de l'autre, 45

dans laquelle

l'enveloppe (30) intérieure de haute pression est conformée de manière à pouvoir prélever de la vapeur de processus de l'enveloppe (30) intérieure de haute pression et à pouvoir l'envoyer dans une partie (110) comprise entre la coque (34) d'étanchéité de haute pression et la coque (44) d'étanchéité de basse pression. 50 55

2. Turbine (1) à vapeur suivant la revendication 1, **caractérisée en ce que**

la coque d'étanchéité de haute pression est constituée de manière à pouvoir envoyer un courant massique de fuite pouvant être donné à l'avance par l'intermédiaire de la coque (34) d'étanchéité de haute pression dans une partie (110) comprise entre la coque (34) d'étanchéité de haute pression et la coque (44) d'étanchéité de basse pression.

3. Turbine (1) à vapeur suivant la revendication 2, **caractérisée en ce que** 10
la coque (34) d'étanchéité de haute pression et la coque (44) d'étanchéité de basse pression sont constituées et adaptées l'une à l'autre, de manière à ce que le courant massique de fuite par la coque (34) d'étanchéité de haute pression soit plus grand qu'un courant massique de fuite par la coque (44) d'étanchéité de basse pression.
4. Turbine (1) à vapeur suivant la revendication 3, **caractérisée en ce que** 20
le courant massique de fuite par la coque (34) d'étanchéité de haute pression est plus grand d'au moins 30 %, de préférence d'au moins 50 %, que le courant massique de fuite par la coque (44) d'étanchéité de basse pression.
5. Turbine (1) à vapeur suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'** 30
il est conformé, sur une partie d'extrémité en aval de l'enveloppe (40) intérieure de basse pression, une entretoise (80) d'étanchéité pour rendre étanche une partie de la turbine à vapeur, entre la partie d'extrémité en aval de l'enveloppe (40) intérieure de basse pression et l'enveloppe (20) extérieure de la turbine à vapeur. 35
6. Turbine (1) à vapeur suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** 40
le surchauffeur intermédiaire est disposé à l'extérieur de l'enveloppe (20) extérieure de la turbine à vapeur.
7. Procédé pour faire fonctionner une turbine (1) à vapeur suivant l'une des revendications précédentes, comportant les stades : 45

- on envoie de la vapeur de processus d'une source (10) de vapeur de processus à l'enveloppe (30) intérieure de haute pression, en passant par la partie (31) d'entrée de vapeur de processus,
- on envoie de la vapeur de processus de la première partie (31) d'entrée de vapeur de processus à la première partie (32) de sortie de vapeur de processus, et
- on envoie, par la partie (32) de sortie de vapeur

de processus, de la vapeur de processus de l'enveloppe (30) intérieure de haute pression au surchauffeur (50) intermédiaire, en passant par la partie de déviation de la vapeur de processus et par l'intervalle (70),

5

- on prélève une partie de la vapeur de processus de l'enveloppe (30) intérieure de haute pression, on détend cette partie de la vapeur de processus, en fonction d'un paramètre de surchauffe intermédiaire et on envoie la vapeur de processus prélevée dans la partie (110) comprise entre la coque (34) d'étanchéité de haute pression et la coque (44) d'étanchéité de basse pression.

10

15

8. Procédé pour faire fonctionner une turbine (1) à vapeur suivant la revendication 7,

caractérisé en ce que

la vapeur de processus prélevée est de la vapeur de fuite, que l'on envoie, en passant par la coque (34) d'étanchéité de haute pression, dans la partie (110) comprise entre la coque (34) d'étanchéité de haute pression et la coque (44) d'étanchéité de basse pression.

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

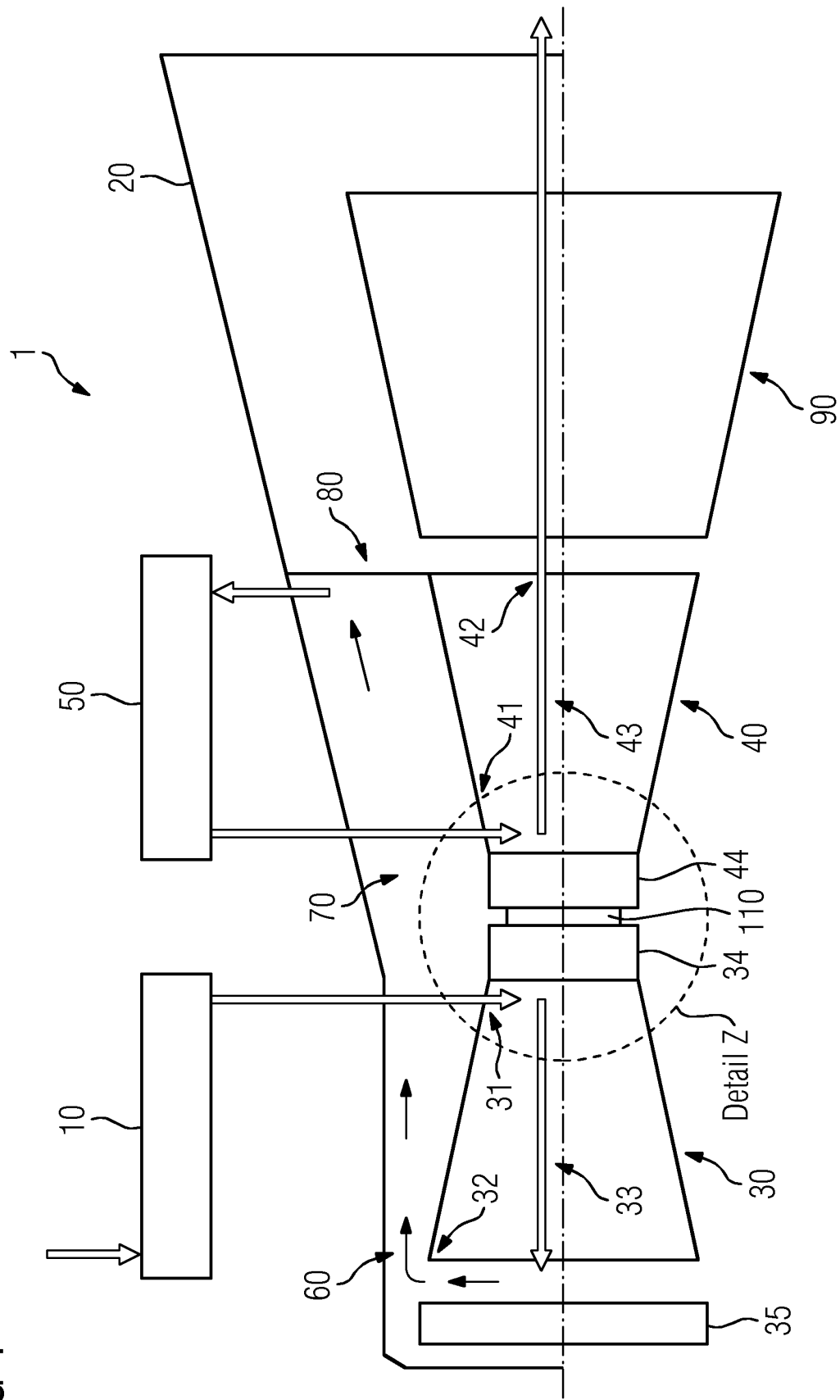
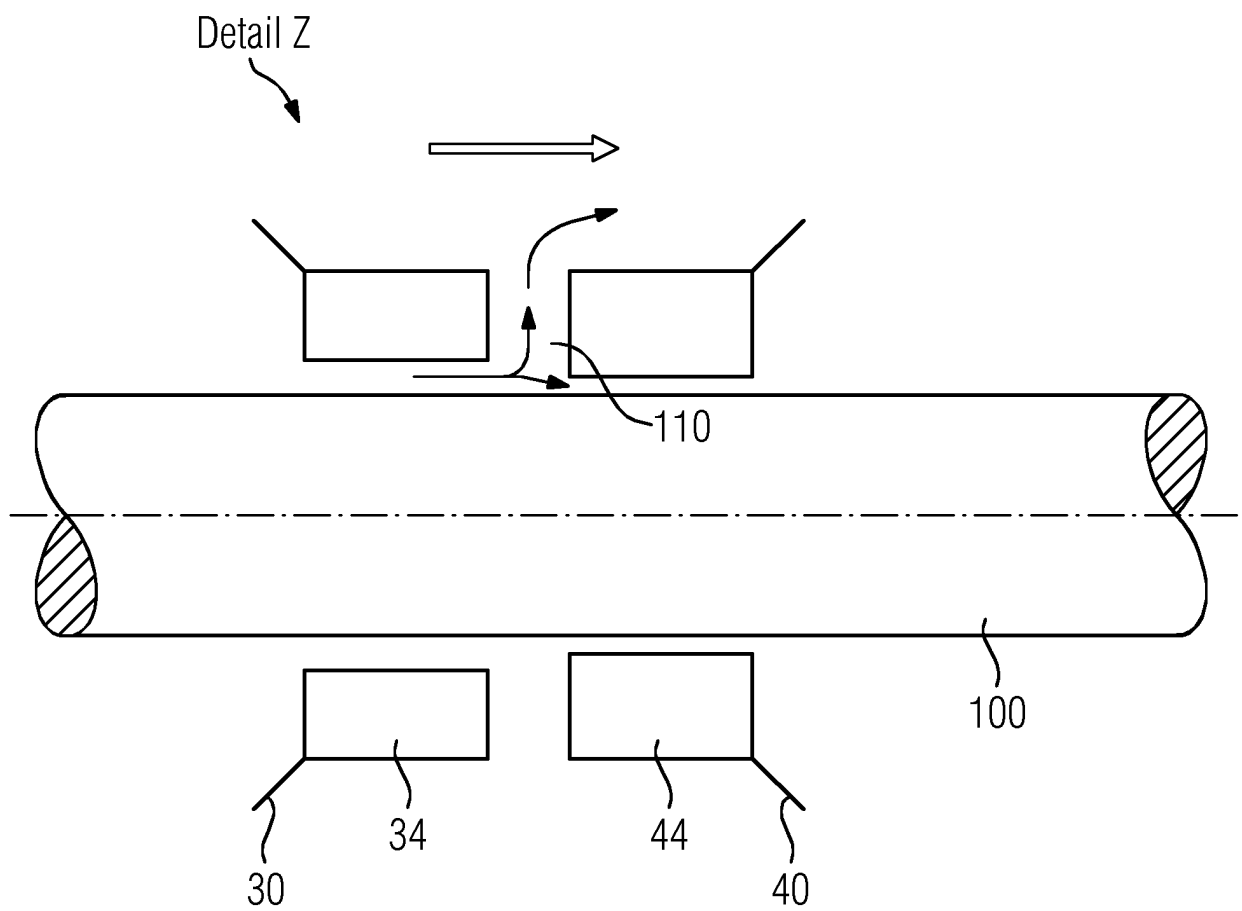


FIG 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102017211295 [0008]
- DE 69000984 T2 [0008]
- EP 1744017 A1 [0008]
- JP H1089013 A [0008]