



A standard linear barcode is positioned horizontally across the page, consisting of vertical black bars of varying widths on a white background.

(11)

EP 3 511 535 A1

(12)

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**17.07.2019 Patentblatt 2019/29**

(51) Int Cl.: **F01K 7/02**<sup>(2006.01)</sup>      **F01K 7/20**<sup>(2006.01)</sup>  
**F01K 23/10**<sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **18150977.9**

(22) Anmeldetag: 10.01.2018

(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**

Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD TN**

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**  
**80333 München (DE)**

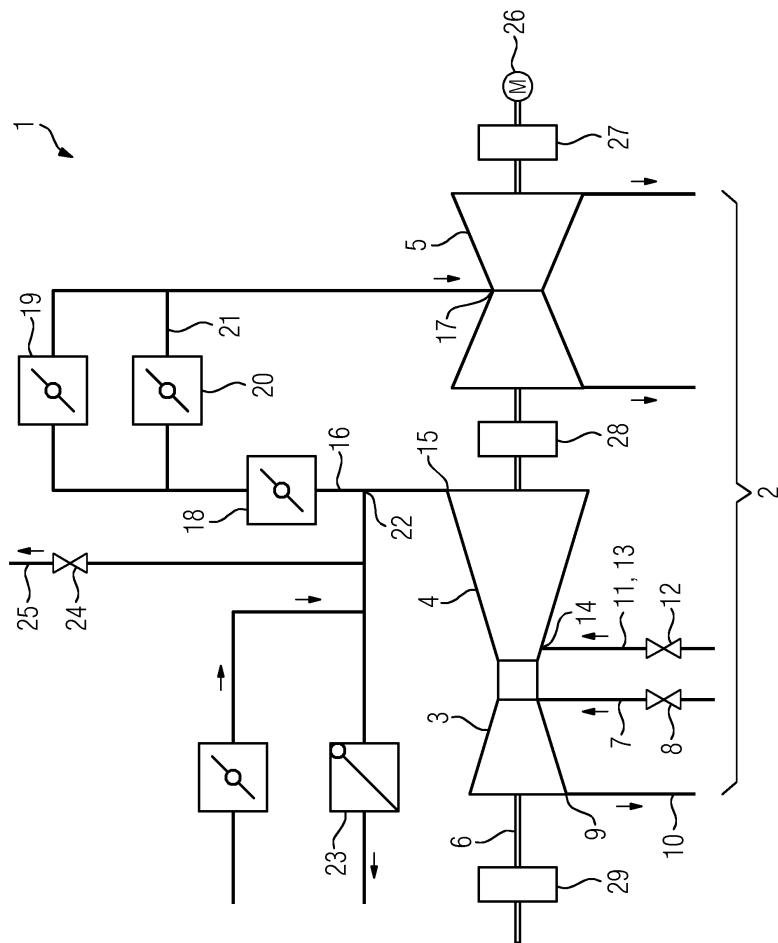
(72) Erfinder:

- **Stür, Carmen**  
**45721 Haltern Hullern (DE)**
- **Zimmer, Gerta**  
**45468 Mülheim an der Ruhr (DE)**

## (54) ANLAGE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER ANLAGE

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Anlage (1), wobei zwischen einer Hoch(3)- und Mitteldruck(4)-Teilturbine und einer Niederdruck-Teilturbine (5) eine Kupplung (28) eingesetzt wird, wobei eine Kopplung zwischen der Hochdruck(3)- und Mittel-

druck(4)-Teilturbine und der Niederdruck-Teilturbine (5) derart erfolgt, dass über einen Turn-Motor (26) die Drehzahl der Niederdruck-Teilturbine (5) derart geändert wird, dass ein mechanisches Koppeln bei einem gewünschten Differenzwinkel erreicht wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Anlage umfassend eine Gasturbine, einen Generator, eine Dampfturbine aufweisend eine Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine und eine Niederdruck-Teilturbine sowie einen Turn-Motor, wobei die Dampfturbine und der Turn-Motor eine gemeinsame Welle aufweisen.

**[0002]** Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Anlage, wobei die Anlage eine Dampfturbine aufweist, wobei die Dampfturbine eine Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine und eine Niederdruck-Teilturbine aufweist, wobei die Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine und die Niederdruck-Teilturbine eine gemeinsame Welle aufweisen.

**[0003]** Bei einer Anlage, insbesondere einer Gas- und Dampfturbinenanlage werden die heißen Abgase aus der Gasturbine dazu benutzt, um einen sogenannten Abhitzedampferzeuger zu beheizen. Der Abhitzedampferzeuger ist zur Bedämpfung von flüssigem Wasser zu Dampf ausgebildet, der zum Betrieb einer Dampfturbine erforderlich ist. Die Dampfturbine und die Gasturbine werden hierbei in der Regel zum Antrieb einer oder mehrerer elektrischen Generatoren zur Erzeugung von elektrischer Energie eingesetzt. Durch die Ausnutzung der im Abgasstrom der Gasturbine enthaltene Restwärme lässt sich bei einer derart kombinierten Gas- und Dampfturbinenanlage ein besonders hoher Gesamtwirkungsgrad erzielen.

**[0004]** Neben der Erzeugung elektrischer Energie kann die Anlage als Kraft-Wärme-Kopplung betrieben werden, bei der die Bereitstellung von Dampf als Heidampf für Fernwärmeanwendungen oder als Prozessdampf in der chemischen oder sonstigen Industrie ein Auslegungsziel ist. Hierbei wird dem WasserDampf-Umwandlungsprozess ein Teil des Dampfes entzogen.

**[0005]** Eine Anlage, insbesondere eine Gas- und Dampfturbinenanlage kann als sogenannte Einwellenanlage ausgeführt werden. Dabei ist die Gasturbine, der Generator und die Dampfturbine mit einer drehmomentübertragenden gemeinsamen Welle ausgeführt. Die Dampfturbine umfasst hierbei eine Hochdruck-, Mitteldruck- und Niederdruck-Teilturbine. Die Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine kann hierbei in einem gemeinsamen Gehäuse ausgeführt sein. Der Ausgang der Hochdruck-Teilturbine wird mit einem Zwischenüberhitzer strömungstechnisch verbunden, um den ausströmenden Dampf aus der Hochdruck-Teilturbine auf eine höhere Temperatur zu erhöhen, der dann anschließend in die Mitteldruck-Teilturbine strömt. Der aus der Mitteldruck-Teilturbine ausströmende Dampf strömt mittels einer Überströmleitung in die Niederdruck-Teilturbine. Zur Entnahme von Heiz- oder Prozessdampf wird in der Regel die Überströmleitung derart ausgebildet, dass ein Teilmassenstrom als Heiz- oder Prozessdampf abgeführt wird. Es ist hierbei beispielsweise aus der EP 1 904 731 bekannt, zwischen der Niederdruckturbine und der Mitteldruckturbine eine Kupplung anzutragen, um die

Niederdruckturbine mechanisch von der Mitteldruckturbine zu entkoppeln.

**[0006]** Problematisch ist hierbei, dass durch das Entkoppeln der Niederdruck-Teilturbine von der Mitteldruck-Teilturbine das Schleppmoment der Kupplung oder eine Dampfleckage in der Stauklappe in der Überströmleitung das Abfahren der Niederdruckturbine verzögert, wodurch sich eine undefinierte Trudeldrehzahl der Niederdruck-Teilturbine einstellen kann. Um die Drehzahl der Niederdruck-Teilturbine weiter zu verringern, wird in der Regel das Vakuum hinter der Niederdruck-Teilturbine gebrochen. Dadurch kann ein negatives Moment durch Ventilation zum schnelleren Abfahren genutzt werden. Allerdings ist in einem unteren Drehzahlbereich dies nicht mehr wirksam.

**[0007]** Des Weiteren ist es aus dem Betrieb von Einwellenanlagen bekannt, dass der Kuppelwinkel zwischen der Gas- und der Dampfturbinenwelle einen starken Einfluss auf das Schwingungsverhalten des Gesamtstranges hat. Daher wurden in der Vergangenheit Anstrengungen unternommen, um einen gewünschten Differenzwinkel zwischen der Gasturbinenwelle und der Dampfturbinenwelle zu erreichen. In den Dokumenten EP 2813675, EP 2910742 A1, EP 3147672 A1, EP 3252281 A1, EP 3246536 A1 und EP 3246538 A1 sind Lösungen beschrieben, mit denen ein gewünschter Differenzwinkel zwischen der Gasturbinenwelle und der Dampfturbinenwelle erreicht werden kann.

**[0008]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine verbesserte Anlage anzugeben.

**[0009]** Gelöst wird dies durch eine Anlage umfassend eine Gasturbine, einen Generator, eine Dampfturbine aufweisend eine Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine und eine Niederdruckturbine sowie einen Turn-Motor, wobei die Dampfturbine und der Turn-Motor eine gemeinsame Welle aufweisen, wobei der Turn-Motor zum Antrieben der gemeinsamen Welle ausgebildet ist.

**[0010]** Die Aufgabe wird ebenfalls gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben einer Anlage, wobei die Anlage eine Dampfturbine aufweist, wobei die Dampfturbine eine Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine und eine Niederdruck-Teilturbine aufweist, wobei die Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine und die Niederdruck-Teilturbine eine gemeinsame Welle aufweisen, wobei die Dampfturbine zur Dampfversorgung oder einen bestimmten Betriebsweise derart betrieben wird, dass die Niederdruck-Teilturbine mechanisch von der Welle mit einer zweiten Kupplung entkoppelt wird.

**[0011]** Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0012]** Der Turn-Motor ist in der Regel ein elektrischer Motor, der im Stillstand eingesetzt wird, um die Welle bei niedrigen Drehzahlen wie beispielsweise 1 Hz zu drehen, um die Dampfturbine so vor einer Verkrümmung zu schützen. Im Stillstand wird die Dampfturbine nicht mit Dampf bestromt.

**[0013]** Der Turn-Motor wird hierbei als Bremse eingesetzt. Dadurch kann die Drehzahl der Welle derart gere-

gelt werden, dass ungünstige Drehzahlfenster nicht bzw. schnell durchfahren werden. Der Turn-Motor wird hierzu nach der Entkopplung des Turn-Motors von der Niederdruck-Teilturbine auf eine vordefinierte Drehzahl hochgefahren. Sobald die Niederdruck-Teilturbine diese Drehzahl erreicht, koppelt die Kupplung zwischen dem Turn-Motor und der Niederdruck-Teilturbine ein. Der Turn-Motor wird dann hierbei in einen Bremsbetrieb umgeschaltet und reduziert hierbei die Drehzahl der Niederdruck-Teilturbine in ein günstigeres Drehzahlfenster, beispielsweise auf 1 Hz, aus dem die Turbine zu einem späteren Zeitpunkt gestartet werden kann.

**[0014]** Erfindungsgemäß wird bei einem Nachstarten der Niederdruck-Teilturbine die Niederdruck-Teilturbine und die Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine derart gekoppelt, dass ein vordefinierter bzw. gewünschter Kuppelwinkel erreicht wird. Um die Niederdruck-Teilturbine wieder mit der Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine zu koppeln, existieren im Wesentlichen zwei Szenarien. Im ersten Szenario wird die Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine in einer Betriebszahl betrieben wie beispielsweise 50 oder 60 Hz und die Niederdruck-Teilturbine wird über Dampfzufuhr gestartet, bis eine Drehzahl erreicht wird, bei der gekuppelt werden kann, wobei ein Verfahren angewendet wird, um den gewünschten Differenzwinkel zwischen der Hochdruck- und Mitteldruckwelle und der Niederdruckwelle zu erreichen.

**[0015]** In einem zweiten Szenario wird die Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine herunter gefahren, wobei sich die Drehzahl verringert. Der Turn-Motor würde hierbei als Regelorgan die Funktion des winkelgeregelten Einkoppelns bei niedrigen Drehzahlen übernehmen. Dazu beschleunigt der Turn-Motor die Niederdruck-Teilturbine während des Auslaufens der Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine auf eine vordefinierte Drehzahl. Sobald die Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine eine definiert darüber liegende Drehzahl erreicht hat, wird eingekoppelt, wobei hierbei ein winkelgeregeltes Einkoppeln erfolgt, bei dem ein gewünschter Differenzwinkel zwischen der Mitteldruckwelle und der Niederdruckwelle erreicht wird. Nach dem Einkoppeln wird der Turn-Motor auf Bremsbetrieb umgeschaltet und reduziert die Drehzahl der Niederdruck-Teilturbine in ein günstigeres Drehzahlfenster wie beispielsweise auf 1 Hz, wobei die Turbine dann zu einem späteren Zeitpunkt gestartet werden kann.

**[0016]** Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden.

**[0017]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll das Ausführungsbeispiel nicht maßgeblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dientlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der in der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den

einschlägigen Stand der Technik verwiesen.

**[0018]** Gleiche Bauteile oder Bauteile mit gleicher Funktion sind dabei mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

5 **[0019]** Es zeigen:

Figur eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anlage

10 **[0020]** Die Figur zeigt eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Anlage 1. Die Anlage 1 umfasst eine Dampfturbine 2. Die Dampfturbine 2 weist eine Hochdruck-Teilturbine 3, eine Mitteldruck-Teilturbine 4 und eine Niederdruck-Teilturbine 5 auf. Die Hochdruck-Teilturbine 3, die Mitteldruck-Teilturbine 4 und die Niederdruck-Teilturbine 5 sind auf einer gemeinsamen Welle 6 angeordnet.

15 **[0021]** Des Weiteren ist an diese gemeinsame Welle 6 ein nicht näher dargestellter Generator und eine nicht näher dargestellte Gasturbine drehmomentübertragend gekoppelt.

20 **[0022]** Die Hochdruck-Teilturbine 3 und die Mitteldruck-Teilturbine 4 können in einem gemeinsamen Gehäuse ausgebildet sein. Über eine Frischdampfleitung 7 und ein Frischdampfventil 8 strömt ein Frischdampf zunächst in die Hochdruck-Teilturbine 3 und von dort über einen Ausgang 9 als kalter Zwischenüberhitzerdampf 10 zu einem nicht näher dargestellten Zwischenüberhitzer, wobei der kalte Zwischenüberhitzerdampf 10 im Zwischenüberhitzer erwärmt wird und als heißer Zwischenüberhitzerdampf 11 in einer Zugangsleitung 13 mit einem Ventil 12 zum Eingang der Mitteldruck-Teilturbine 4 strömt. In der Mitteldruck-Teilturbine 4 wird der Dampf weiter entspannt. Die Temperatur und der Druck des Dampfes werden verringert.

25 **[0023]** Anschließend strömt der Mitteldruckdampf aus einem Ausgang 15 der Mitteldruck-Teilturbine 4 in eine Überströmleitung 16 zu einem Eingang 17 der Niederdruck-Teilturbine 5. In der Überströmleitung 16 ist ein erstes Ventil 18, das als Butterfly-Ventil ausgebildet ist, angeordnet. In Serie zum ersten Ventil 18 ist ein drittes Ventil 19 angeordnet. Parallel zum dritten Ventil 19 ist ein zweites Ventil 20 in einer Umgehungsleitung 21 angeordnet. Die Überströmleitung 16 weist eine Abzweigung 22 zur Entnahme von Heiz- oder Prozessdampf auf, wobei das Verhältnis der beiden auf diese Weise erzeugten Teilmassenströme durch zwei im jeweiligen Leitungszweig angeordnete Ventile 18 und 23 bzw. 24 regelbar ist. Der in der Abzweigung 22 je nach Bedarf entnehmbare Heiz- oder Prozessdampf wird über eine Dampfleitung 25 einer hier nicht dargestellten technischen Anlage oder einem Industriebetrieb zugeführt.

30 **[0024]** Falls kein Heiz- oder Prozessdampf benötigt wird, wird das Ventil 24 bzw. 23 geschlossen, wodurch dann der gesamte die Mitteldruck-Teilturbine 4 verlassende Dampfmassenstrom bei geöffnetem Ventil 18, 19 und 20 der Niederdruck-Teilturbine 5 zugeführt wird.

35 **[0025]** In der Überströmleitung 16 ist ein zweites Ventil 20 in einer Umgehungsleitung 21 angeordnet. Die Überströmleitung 16 weist eine Abzweigung 22 zur Entnahme von Heiz- oder Prozessdampf auf, wobei das Verhältnis der beiden auf diese Weise erzeugten Teilmassenströme durch zwei im jeweiligen Leitungszweig angeordnete Ventile 18 und 23 bzw. 24 regelbar ist. Der in der Abzweigung 22 je nach Bedarf entnehmbare Heiz- oder Prozessdampf wird über eine Dampfleitung 25 einer hier nicht dargestellten technischen Anlage oder einem Industriebetrieb zugeführt.

40 **[0026]** Falls kein Heiz- oder Prozessdampf benötigt wird, wird das Ventil 24 bzw. 23 geschlossen, wodurch dann der gesamte die Mitteldruck-Teilturbine 4 verlassende Dampfmassenstrom bei geöffnetem Ventil 18, 19 und 20 der Niederdruck-Teilturbine 5 zugeführt wird.

45 **[0027]** In der Überströmleitung 16 ist ein zweites Ventil 20 in einer Umgehungsleitung 21 angeordnet. Die Überströmleitung 16 weist eine Abzweigung 22 zur Entnahme von Heiz- oder Prozessdampf auf, wobei das Verhältnis der beiden auf diese Weise erzeugten Teilmassenströme durch zwei im jeweiligen Leitungszweig angeordnete Ventile 18 und 23 bzw. 24 regelbar ist. Der in der Abzweigung 22 je nach Bedarf entnehmbare Heiz- oder Prozessdampf wird über eine Dampfleitung 25 einer hier nicht dargestellten technischen Anlage oder einem Industriebetrieb zugeführt.

50 **[0028]** Falls kein Heiz- oder Prozessdampf benötigt wird, wird das Ventil 24 bzw. 23 geschlossen, wodurch dann der gesamte die Mitteldruck-Teilturbine 4 verlassende Dampfmassenstrom bei geöffnetem Ventil 18, 19 und 20 der Niederdruck-Teilturbine 5 zugeführt wird.

55 **[0029]** In der Überströmleitung 16 ist ein zweites Ventil 20 in einer Umgehungsleitung 21 angeordnet. Die Überströmleitung 16 weist eine Abzweigung 22 zur Entnahme von Heiz- oder Prozessdampf auf, wobei das Verhältnis der beiden auf diese Weise erzeugten Teilmassenströme durch zwei im jeweiligen Leitungszweig angeordnete Ventile 18 und 23 bzw. 24 regelbar ist. Der in der Abzweigung 22 je nach Bedarf entnehmbare Heiz- oder Prozessdampf wird über eine Dampfleitung 25 einer hier nicht dargestellten technischen Anlage oder einem Industriebetrieb zugeführt.

60 **[0030]** Falls kein Heiz- oder Prozessdampf benötigt wird, wird das Ventil 24 bzw. 23 geschlossen, wodurch dann der gesamte die Mitteldruck-Teilturbine 4 verlassende Dampfmassenstrom bei geöffnetem Ventil 18, 19 und 20 der Niederdruck-Teilturbine 5 zugeführt wird.

65 **[0031]** In der Überströmleitung 16 ist ein zweites Ventil 20 in einer Umgehungsleitung 21 angeordnet. Die Überströmleitung 16 weist eine Abzweigung 22 zur Entnahme von Heiz- oder Prozessdampf auf, wobei das Verhältnis der beiden auf diese Weise erzeugten Teilmassenströme durch zwei im jeweiligen Leitungszweig angeordnete Ventile 18 und 23 bzw. 24 regelbar ist. Der in der Abzweigung 22 je nach Bedarf entnehmbare Heiz- oder Prozessdampf wird über eine Dampfleitung 25 einer hier nicht dargestellten technischen Anlage oder einem Industriebetrieb zugeführt.

70 **[0032]** Falls kein Heiz- oder Prozessdampf benötigt wird, wird das Ventil 24 bzw. 23 geschlossen, wodurch dann der gesamte die Mitteldruck-Teilturbine 4 verlassende Dampfmassenstrom bei geöffnetem Ventil 18, 19 und 20 der Niederdruck-Teilturbine 5 zugeführt wird.

75 **[0033]** In der Überströmleitung 16 ist ein zweites Ventil 20 in einer Umgehungsleitung 21 angeordnet. Die Überströmleitung 16 weist eine Abzweigung 22 zur Entnahme von Heiz- oder Prozessdampf auf, wobei das Verhältnis der beiden auf diese Weise erzeugten Teilmassenströme durch zwei im jeweiligen Leitungszweig angeordnete Ventile 18 und 23 bzw. 24 regelbar ist. Der in der Abzweigung 22 je nach Bedarf entnehmbare Heiz- oder Prozessdampf wird über eine Dampfleitung 25 einer hier nicht dargestellten technischen Anlage oder einem Industriebetrieb zugeführt.

80 **[0034]** Falls kein Heiz- oder Prozessdampf benötigt wird, wird das Ventil 24 bzw. 23 geschlossen, wodurch dann der gesamte die Mitteldruck-Teilturbine 4 verlassende Dampfmassenstrom bei geöffnetem Ventil 18, 19 und 20 der Niederdruck-Teilturbine 5 zugeführt wird.

85 **[0035]** In der Überströmleitung 16 ist ein zweites Ventil 20 in einer Umgehungsleitung 21 angeordnet. Die Überströmleitung 16 weist eine Abzweigung 22 zur Entnahme von Heiz- oder Prozessdampf auf, wobei das Verhältnis der beiden auf diese Weise erzeugten Teilmassenströme durch zwei im jeweiligen Leitungszweig angeordnete Ventile 18 und 23 bzw. 24 regelbar ist. Der in der Abzweigung 22 je nach Bedarf entnehmbare Heiz- oder Prozessdampf wird über eine Dampfleitung 25 einer hier nicht dargestellten technischen Anlage oder einem Industriebetrieb zugeführt.

90 **[0036]** Falls kein Heiz- oder Prozessdampf benötigt wird, wird das Ventil 24 bzw. 23 geschlossen, wodurch dann der gesamte die Mitteldruck-Teilturbine 4 verlassende Dampfmassenstrom bei geöffnetem Ventil 18, 19 und 20 der Niederdruck-Teilturbine 5 zugeführt wird.

95 **[0037]** In der Überströmleitung 16 ist ein zweites Ventil 20 in einer Umgehungsleitung 21 angeordnet. Die Überströmleitung 16 weist eine Abzweigung 22 zur Entnahme von Heiz- oder Prozessdampf auf, wobei das Verhältnis der beiden auf diese Weise erzeugten Teilmassenströme durch zwei im jeweiligen Leitungszweig angeordnete Ventile 18 und 23 bzw. 24 regelbar ist. Der in der Abzweigung 22 je nach Bedarf entnehmbare Heiz- oder Prozessdampf wird über eine Dampfleitung 25 einer hier nicht dargestellten technischen Anlage oder einem Industriebetrieb zugeführt.

100 **[0038]** Falls kein Heiz- oder Prozessdampf benötigt wird, wird das Ventil 24 bzw. 23 geschlossen, wodurch dann der gesamte die Mitteldruck-Teilturbine 4 verlassende Dampfmassenstrom bei geöffnetem Ventil 18, 19 und 20 der Niederdruck-Teilturbine 5 zugeführt wird.

**[0039]** Endseitig zur Niederdruck-Teilturbine 5 ist ein

Turn-Motor 26 angeordnet. Der Turn-Motor 26 kann ein elektrischer Motor sein, der über eine erste Kupplung 27, insbesondere SSS-Kupplung ein Drehmoment auf die Welle 6 überträgt. Zwischen der Mitteldruck-Teilturbine 4 und der Niederdruck-Teilturbine 5 ist eine zweite Kupplung 28, insbesondere SSS-Kupplung angeordnet. Zwischen der Hochdruck-Teilturbine 3 und der nicht näher dargestellten Gasturbine und Generator ist eine dritte Kupplung 29 angeordnet.

**[0025]** Die Anlage 1 wird wie nachfolgend beschrieben, betrieben. Im Regelbetrieb wird die Dampfturbine 2 mit einem Frischdampf über die Frischdampfleitung 7 beströmt, wobei die thermische Energie des Dampfes in Rotationsenergie des Rotors umgewandelt wird und durch die Hochdruck-Teilturbine 3, die Mitteldruck-Teilturbine 4 und die Niederdruck-Teilturbine 5 strömt. Neben dem Regelbetrieb ist ein Betrieb möglich, bei dem über die Dampfleitung 25 ein Prozess- oder Heizdampf ausgekoppelt wird. Die Dampfentnahmemenge aus der Dampfleitung 25 hängt von der Einstellung der Ventile 24, 23, 18, 19 und 21 ab. Sollte die maximale Dampfmenge für den Heiz- oder Prozessdampf zur Verfügung gestellt werden, ist es erfahrungsgemäß möglich, die Niederdruck-Teilturbine 5 über die zweite Kupplung 28 von der Welle 6 zu entkoppeln. Die Niederdruck-Teilturbine 5 wird dann auf eine niedrige Turn-Drehzahl, die bei 1 Hz liegen kann, heruntergefahren. Der Dampf aus dem Ausgang 15 der Mitteldruck-Teilturbine 4 strömt dann vollständig in die Dampfleitung 25.

**[0026]** Nach dem Entkoppeln der Niederdruckteilturbine 5 verringert sich die Drehzahl der Niederdruckteilturbine 5 von der Betriebsdrehzahl (beispielsweise 60 oder 50 Hz) auf eine niedrigere Drehzahl. Das Problem hierbei ist, dass durch das natürliche Auslaufen der Niederdruck-Teilturbine 5 Schwingungen entstehen, die zu Schäden führen können. Daher ist es erstrebenswert, bestimmte Drehzahlen möglichst zu vermeiden bzw. schnell zu durchfahren. Dazu wird erfahrungsgemäß der Turn-Motor 26, der über die erste Kupplung 27 drehmomentübertragend mit der Niederdruckteilturbine 5 gekoppelt ist, als Bremse eingesetzt. Darüber hinaus kann eine Regelung den Turn-Motor 26 derart betreiben, dass das übertragende Bremsdrehmoment von dem Turn-Motor 26 auf die Niederdruck-Teilturbine 5 mit der Zeit variiert.

**[0027]** Der Turn-Motor 26 wird daher derart betrieben, dass die Änderung der Drehzahl derart erfolgt, dass störende Schwingungen der Niederdruck-Teilturbine 5 vermieden werden.

**[0028]** Im Regelbetrieb ist die erste Kupplung 27 ausgerückt, das bedeutet, dass kein Drehmoment vom Turn-Motor 26 auf die Niederdruck-Teilturbine 5 übertragen wird. Nach der Entkopplung mittels der zweiten Kupplung 28 läuft die Niederdruck-Teilturbine 5 von der Betriebsdrehzahl auf eine Zieldrehzahl aus. Die Zieldrehzahl ist eine Drehzahl, die der Turn-Motor 26 erreichen kann. Der Turn-Motor 26 wird auf diese Zieldrehzahl beschleunigt und sobald die Drehzahl der Niederdruck-Teilturbine 5 die Drehzahl des Turn-Motors 26 erreicht hat, greift die

erste Kupplung 27 derart ein, dass eine mechanische Kopplung zwischen der Niederdruck-Teilturbine 5 und des Turn-Motors 26 erfolgt. Der Turn-Motor 26 wird dann derart betrieben, dass die Drehzahl des Turn-Motors 26 und der Niederdruck-Teilturbine 5 auf eine Turn-Drehzahl reduziert wird, die beispielsweise bei 1 Hz liegen kann.

**[0029]** In dieser Betriebsweise wird die Anlage 1 derart betrieben, dass der Frischdampf nach wie vor über die Frischdampfleitung 7 in die Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine 4 strömt und dort die thermische Energie des Dampfes in Rotationsenergie umgewandelt wird sowie am Ausgang 15 der Mitteldruck-Teilturbine 4 der austromende Dampf, der eine niedrigere thermische Energie aufweist als am Eingang der Hochdruck-Teilturbine 3 (als Prozessdampf) über die Dampfleitung 25 zu einer nicht näher beschriebenen technischen Anlage oder einem Industriebetrieb zugeführt.

**[0030]** Die Niederdruck-Teilturbine 5 wird hierbei bei der Turn-Drehzahl gedreht. Das erste Ventil 18, das zweite Ventil 20 und das dritte Ventil 19 sind hierbei geschlossen.

**[0031]** Um die Anlage 1 von diesem Betrieb wieder in den Regelbetrieb zu überführen, ist es erforderlich, dass die zweite Kupplung 28 zwischen der Niederdruck-Teilturbine 5 und der Mitteldruck-Teilturbine 4 wieder eingreift. Hierzu sind zwei Szenarien möglich. In einem ersten Szenario wird über geeignete Stellungen der Ventile 24, 23, 18, 19 und 20 wieder ein Dampf aus dem Ausgang 15 der Mitteldruck-Teilturbine zur Mitteldruck-Teilturbine geführt, die erste Kupplung 27 vom Turn-Motor 26 gelöst. Die Folge ist, dass die Drehzahl der Niederdruck-Teilturbine 5 sich erhöht und bei Erreichen der Drehzahl der Mitteldruck-Teilturbine 4 die zweite Kupplung 28 derart eingreift, dass ein gewünschter Differenzwinkel zwischen der Niederdruck-Teilturbine 5 und der Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine 4 erreicht wird.

**[0032]** Gemäß einem zweiten Szenario erfolgt die Kopplung mittels der zweiten Kupplung 28 zwischen der Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbine 3, 4 und der Niederdruck-Teilturbine 5 bei niedrigen Drehzahlen. Hierbei liegt die Anlage 1 in einer ersten Betriebsphase vor, bei der die Niederdruck-Teilturbine 5 mechanisch von der Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine 3, 4 entkoppelt ist. Die Drehzahl der Niederdruck-Teilturbine 5 ist vergleichsweise niedrig und entspricht einer Turn-Drehzahl, die mittels des Turn-Motors 26 erreicht wird. Die Drehzahl liegt hierbei bei ca. 1 Hz. Nach der ersten Betriebsphase folgt die zweite Betriebsphase, in der die Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine 3, 4 über die zweite Kupplung 28 mit der Niederdruckteilturbine 5 gekoppelt wird. Die Drehzahl der Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine 3, 4 wird von der Betriebsdrehzahl auf eine niedrige Drehzahl geändert. Dies erfolgt im Wesentlichen durch ein Auslaufen der Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine 3, 4. Die Drehzahl der Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine 3, 4 läuft hierbei von der Betriebsdrehzahl auf eine niedrigere Drehzahl wie z. B. einer vordefinierten Koppel-Drehzahl aus. Die Koppel-

Drehzahl liegt zwischen der Betriebsdrehzahl und der Turn-Drehzahl. In einem nächsten Schritt wird die Drehzahl der Niederdruck-Teilturbine 5 von der Turn-Drehzahl mit Hilfe des Turn-Motors 26 auf die vordefinierte Koppel-Drehzahl erhöht. Sobald die Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine 3, 4 eine definierte Start-Drehzahl erreicht hat, die über der Koppel-Drehzahl liegt, wird die Niederdruck-Teilturbine 5 mit der Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine 3, 4 derart mechanisch miteinander gekoppelt, dass ein vordefinierter Winkel zwischen dem Rotor der Niederdruck-Teilturbine 5 und dem Rotor der Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine 3, 4 erzielt.

**[0033]** Danach kann die gesamte nunmehr gekoppelte Welle 6 auf eine niedrige Park-Drehzahl heruntergefahren werden und zu einem späteren Zeitpunkt von dieser Park-Drehzahl aus hochgefahren werden.

**[0034]** Der Turn-Motor 26 wird hierbei als Regler eingesetzt.

**[0035]** Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Varianten können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzmfang der Erfindung zu verlassen.

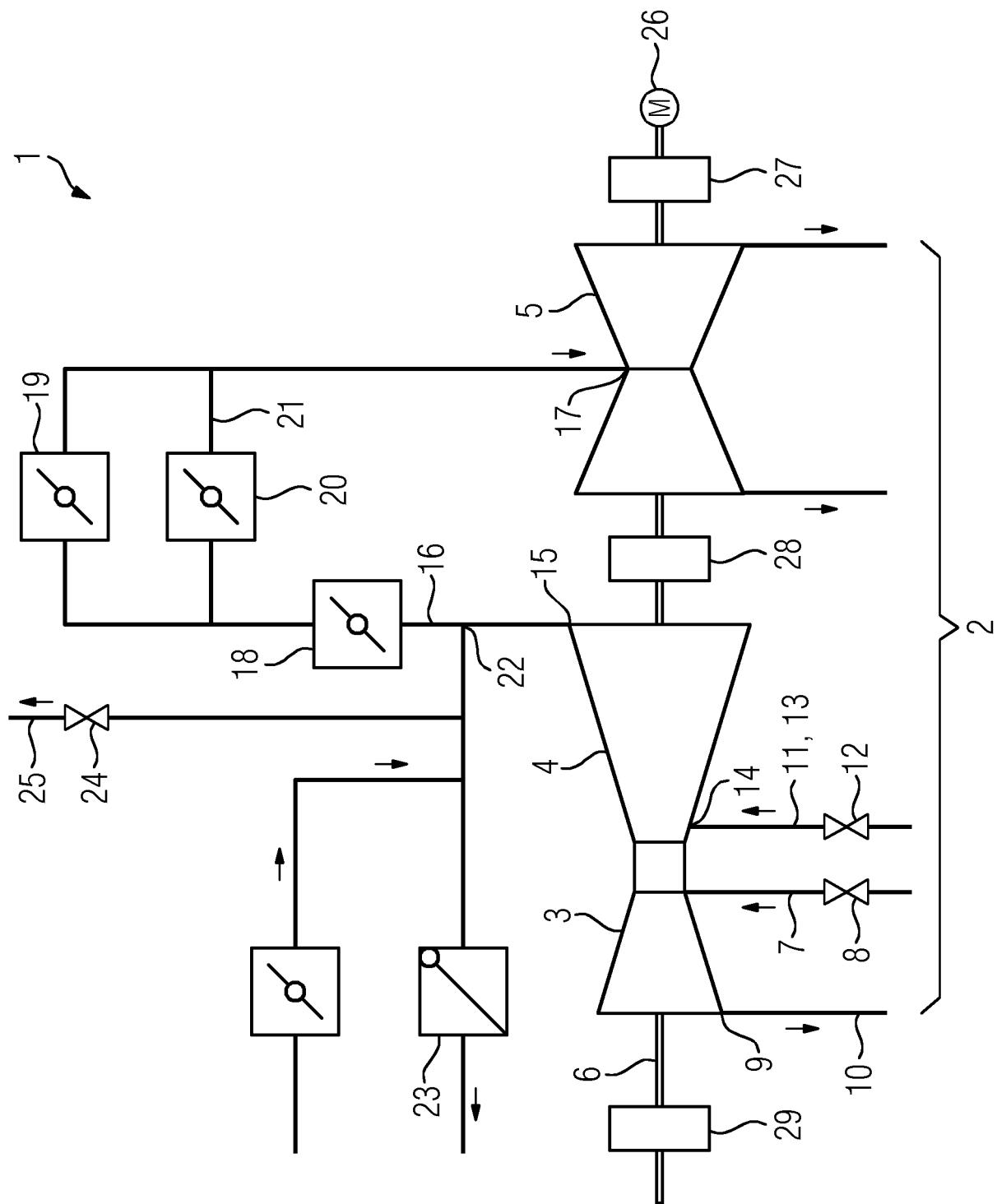
## Patentansprüche

1. Anlage (1)  
umfassend eine Gasturbine,  
einen Generator,  
eine Dampfturbine (2) aufweisend eine  
Hoch(3)- und Mitteldruck(4)-Teilturbine und eine  
Niederdruck-Teilturbine (5) sowie  
einen Turn-Motor (26),  
wobei die Dampfturbine (2) und der Turn-Motor (26)  
eine gemeinsame Welle (6) aufweisen,  
wobei der Turn-Motor (26) zum Antreiben der ge-  
meinsamen Welle (6) ausgebildet ist.
2. Anlage (1) nach Anspruch 1,  
wobei zwischen der Dampfturbine (2) und dem Turn-  
Motor (26) eine erste Kupplung (27) angeordnet ist.
3. Anlage (1) nach Anspruch 1 oder 2,  
wobei zwischen der Hoch (3) - und Mittel-  
druck(4)-Teilturbine und der Niederdruck-Teilturbi-  
ne (5) eine zweite Kupplung (28) angeordnet ist.
4. Anlage (1) nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3,  
wobei zwischen der Hoch (3) - und Mittel-  
druck(4)-Teilturbine und der Niederdruck-Teilturbi-  
ne (6) eine Überströmleitung (16) angeordnet ist,  
wobei in der Überströmleitung (16) ein erstes Ventil  
(18) und ein zweites Ventil (20) angeordnet sind.
5. Anlage (1) nach Anspruch 4,  
wobei die Überströmleitung (16) eine Umgehungs-

leitung (21) aufweist, die zur Umgehung des zweiten Ventils (20) ausgebildet ist,  
wobei in der Umgehungsleitung (21) ein drittes Ventil (19) angeordnet ist.

- 5
6. Anlage (1) nach Anspruch 5,  
wobei die Überströmleitung (16) eine Anzapfleitung  
aufweist, die zum Abzweigen eines im Betrieb in der  
Überströmleitung (16) von der Mitteldruck-Teilturbi-  
ne (4) zur Niederdruck-Teilturbine (5) strömenden  
Dampfes ausgebildet ist.
- 10
7. Verfahren zum Betreiben einer Anlage (1)  
wobei die Anlage (1) eine Dampfturbine (2) aufweist,  
wobei die Dampfturbine (2) eine Hoch (3) - und Mittel-  
druck(4)-Teilturbine und eine Niederdruck-Teilturbi-  
ne (5) aufweist,  
wobei die Hoch (3) - und Mitteldruck(4)-Teilturbine  
und die Niederdruck-Teilturbine (5) eine gemeinsa-  
me Welle (6) aufweisen,  
wobei die Dampfturbine (2) zur Dampfversorgung  
oder einer bestimmten Betriebsweise derart be-  
trieben wird, dass die Niederdruck-Teilturbine (5)  
mechanisch von der Welle mit einer zweiten Kupp-  
lung (28) entkoppelt wird.
- 15
8. Verfahren nach Anspruch 7,  
wobei zwischen der Hoch (3) - und Mittel-  
druck(4)-Teilturbine und der Niederdruck-Teilturbi-  
ne (5) eine Überströmleitung (16) mit einem ersten  
Ventil (18) angeordnet wird,  
wobei die Überströmleitung (16) einen Ausgang (15)  
der Mitteldruck-Teilturbine (4) mit einem Eingang  
(17) der Niederdruck-Teilturbine (5) verbindet,  
wobei das erste Ventil (18) dampfdicht geschlossen  
wird.
- 20
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,  
wobei zwischen der Mitteldruck-Teilturbine (4) und  
der Niederdruck-Teilturbine (5) die zweite Kupplung  
(28) angeordnet wird, mit der die Niederdruck-Teil-  
turbine (5) von der Mitteldruck-Teilturbine (4) me-  
chanisch entkoppelt wird.
- 25
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9,  
wobei die Drehzahl der Niederdruck-Teilturbine (5)  
nach dem mechanischen Entkoppeln von einer Be-  
triebsdrehzahl auf eine niedrigere Drehzahl verrin-  
gert wird,  
wobei an der Niederdruck-Teilturbine (5) ein Turn-  
Motor (26) drehmomentübertragend gekoppelt wird,  
der als Bremse betrieben wird.
- 30
11. Verfahren nach Anspruch 10,  
wobei der Turn-Motor (26) derart betrieben wird,  
dass die Änderung der Drehzahl derart erfolgt, dass  
störende Schwingungen der Niederdruck-Teilturbi-  
ne (5) vermieden werden.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

- 12.** Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,  
 wobei die Niederdruck-Teilturbine (5) nach der mechanischen Entkopplung von der Hoch (3) - und Mitteldruck(4)-Teilturbine von der Betriebsdrehzahl auf eine Zieldrehzahl ausläuft, wobei der Turn-Motor (26) auf die Zieldrehzahl beschleunigt wird, 5  
 wobei sobald die Drehzahl der Niederdruck-Teilturbine (5) die Drehzahl des Turn-Motors (26) erreicht hat, eine erste Kupplung (27) eingreift, so dass eine mechanische Kopplung zwischen der Niederdruck-Teilturbine (5) und des Turn-Motors (26) erfolgt, 10  
 wobei der Turn-Motor (26) dann derart betrieben wird, dass die Drehzahl des Turn-Motors (26) und der Niederdruck-Teilturbine (5) auf eine Turn-Drehzahl reduziert wird. 15
- 13.** Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12 ,  
 wobei in einer ersten Betriebsphase die Niederdruck-Teilturbine mechanisch von der Hoch (3) - und Mitteldruck(4)-Teilturbine entkoppelt wird, 20  
 wobei nach der ersten Betriebsphase eine zweite Betriebsphase folgt in der die Niederdruck-Teilturbine (5) mit der Hoch - (3) und Mitteldruck(4)-Teilturbine mechanisch gekoppelt wird,  
 wobei in der zweiten Betriebsphase zunächst in einem ersten Schritt die Niederdruck-Teilturbine (5) und die Hoch (3) - und Mitteldruck(4)-Teilturbine mechanisch entkoppelt sind und die Drehzahl der Hoch (3) - und Mitteldruck(4)-Teilturbine bei der Betriebsdrehzahl liegt und die Drehzahl der Niederdruck-Teilturbine (5) bei der niedrigeren Turn-Drehzahl liegt, 25  
 wobei in einem zweiten Schritt die Drehzahl der Hoch (3) - und Mitteldruck(4)-Teilturbine von der Betriebsdrehzahl auf eine niedrigere Drehzahl ausläuft, 30  
 wobei die Drehzahl der Niederdruck-Teilturbine (5) mit dem Turn-Motor (26) auf eine vordefinierte Koppel-Drehzahl erhöht wird und sobald die Hoch (3) - und Mitteldruck(4)-Teilturbine eine definierte Start-Drehzahl erreicht hat, die über der Koppel-Drehzahl 35  
 liegt, die Niederdruck-Teilturbine (5) mit der Hoch (3) - und Mitteldruck(4)-Teilturbine mechanisch gekoppelt wird. 40
- 14.** Verfahren nach Anspruch 13, 45  
 wobei die Niederdruck-Teilturbine (5) mit der Hoch (3) - und Mitteldruck(4)-Teilturbine derart gekoppelt wird, dass ein vordefinierter Winkel zwischen dem Rotor der Niederdruck-Teilturbine (5) und dem Rotor der Hoch (3) - und Mitteldruck(4)-Teilturbine erzielt 50  
 wird.
- 15.** Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 14,  
 wobei in einem dritten Schritt nach der mechanischen Kopplung der Niederdruck-Teilturbine (5) mit der Hoch (3) - und Mitteldruck(4)-Teilturbine die Dampfturbine (2) auf eine niedrigere Park-Drehzahl runtergefahren wird. 55





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 18 15 0977

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
	Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betriefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	Y	US 6 047 548 A (BRUECKNER HERMANN [DE] ET AL) 11. April 2000 (2000-04-11) * Spalte 3, Zeile 20 - Spalte 5, Zeile 47; Abbildung 1 *	1,2,4, 10,11 5,6	INV. F01K7/02 F01K7/20 F01K23/10
15	Y	JP 2004 137912 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 13. Mai 2004 (2004-05-13) * Absatz [0003]; Abbildung 5 *	1-3	
20	Y	EP 1 591 628 A1 (SIEMENS AG [DE]) 2. November 2005 (2005-11-02) * Absätze [0023] - [0025]; Abbildung 1 *	1,3,4	
25	Y	DE 44 26 354 A1 (ABB MANAGEMENT AG [CH]) 1. Februar 1996 (1996-02-01) * Spalte 1, Zeile 65 - Spalte 2, Zeile 11; Abbildung 1 *	1-4	
30	X	EP 2 700 790 A1 (SIEMENS AG [DE]) 26. Februar 2014 (2014-02-26)	7-9	
	Y	* Absätze [0017] - [0024]; Abbildung 1 *	10,11 12-15	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
35	A	-----		F01K
X,D	EP 1 904 731 A1 (SIEMENS AG [DE]) 2. April 2008 (2008-04-02)	7-9		
Y	* Absätze [0012] - [0014]; Ansprüche 1-12; Abbildung 1 *	10,11		
40	X	US 2012/223532 A1 (HERZOG MAURUS [CH] ET AL) 6. September 2012 (2012-09-06) * Absätze [0020] - [0023]; Abbildungen 1,2 *	7-9	
45		-----		
50	2	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
	München	3. September 2018	Röberg, Andreas	
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
	A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
	O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
	P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		



Nummer der Anmeldung

EP 18 15 0977

5

**GEBÜHRENPFlichtIGE PATENTANSPRÜCHE**

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

10

- Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

15

- Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

20

**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG**

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

25

Siehe Ergänzungsblatt B

30

- Alle weiteren Recherchengebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

35

- Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

- Nur ein Teil der weiteren Recherchengebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchengebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

40

45

- Keine der weiteren Recherchengebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung, nämlich Patentansprüche:

50

55

- Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).



5

**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT  
DER ERFINDUNG  
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 18 15 0977

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

10

**1. Ansprüche: 1-6**

Eine kombinierte Gas- und Dampfturbinenanlage wobei ein Turm-Motor auf die Dampfturbinenwelle angeordnet ist.

---

15

**2. Ansprüche: 7-15**

Eine kombinierte Gas- und Dampfturbinenanlage, wobei die Dampfturbine eine Hoch- und Mitteldruck-Teilturbine und eine Niederdruck-Teilturbine auf eine gemeinsame Welle umfasst. Die Niederdruck-Teilturbine kann durch eine Kupplung von der Welle getrennt werden.

---

25

30

35

40

45

50

55

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

EP 18 15 0977

5 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.

03-09-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 6047548 A	11-04-2000	AR AT AU CN DE DK EP ES HK JP KR RU TW US WO	007063 A1 219818 T 709786 B2 1218537 A 19619470 C1 0898641 T3 0898641 A1 2179340 T3 1018638 A1 2000510213 A 20000010927 A 2153081 C1 368547 B 6047548 A 9743523 A1	13-10-1999 15-07-2002 09-09-1999 02-06-1999 25-09-1997 14-10-2002 03-03-1999 16-01-2003 20-09-2002 08-08-2000 25-02-2000 20-07-2000 01-09-1999 11-04-2000 20-11-1997
20	JP 2004137912 A	13-05-2004		KEINE	
25	EP 1591628 A1	02-11-2005	CN EP EP US WO	1977090 A 1591628 A1 1740799 A1 2008190094 A1 2005106214 A1	06-06-2007 02-11-2005 10-01-2007 14-08-2008 10-11-2005
30	DE 4426354 A1	01-02-1996		KEINE	
35	EP 2700790 A1	26-02-2014		KEINE	
40	EP 1904731 A1	02-04-2008	CN EP EP PL WO	101218426 A 1744032 A1 1904731 A1 1904731 T3 2007009874 A1	09-07-2008 17-01-2007 02-04-2008 31-08-2017 25-01-2007
45	US 2012223532 A1	06-09-2012	CN DE IT JP US	102383881 A 102011111707 A1 1402377 B1 2012057615 A 2012223532 A1	21-03-2012 08-03-2012 04-09-2013 22-03-2012 06-09-2012
50					
55					

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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**

- EP 1904731 A [0005]
- EP 2813675 A [0007]
- EP 2910742 A1 [0007]
- EP 3147672 A1 [0007]
- EP 3252281 A1 [0007]
- EP 3246536 A1 [0007]
- EP 3246538 A1 [0007]