

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
3. Oktober 2013 (03.10.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/143877 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

*F01D 13/00* (2006.01) *F01D 15/12* (2006.01)  
*F01D 13/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/055341

(22) Internationales Anmeldedatum:  
15. März 2013 (15.03.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 205 159.7 29. März 2012 (29.03.2012) DE

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: **MÜLLER, Thomas**; Bensheimer Str. 12, 64683 Einhausen (DE). **NEUMANN, Volker**; Auf dem Leimen 14, 67269 Grünstadt (DE). **OVERATH, Marc**; Fröbelstraße 1, 67549 Worms (DE). **SCHLEER, Matthias**; Franz-Liszt-Str. 22D, 67251 Freinsheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

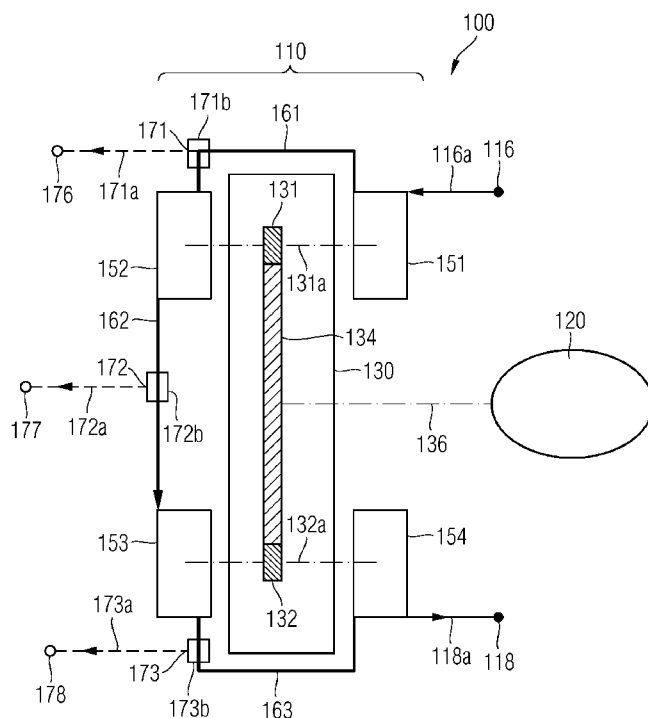
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TURBINE SYSTEM WITH THREE TURBINES COUPLED TO A CENTRAL GEARBOX AND METHOD FOR OPERATING A WORK MACHINE

(54) Bezeichnung : TURBINENSYSTEM MIT DREI AN EINEM ZENTRALEN GETRIEBE ANGEKOPPELTEN TURBINEN UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER ARBEITSMASCHINE

FIG 1



(57) Abstract: The turbine system (110) has: (A) a first turbine (151), (B) a second turbine (152), (C) a third turbine (153), (D) a central gearbox (130) mechanically coupled on the input side to the three turbines and having a mechanical connection on the output side for connecting a work machine (120), (E) a first fluid line (161) for conveying a working fluid from the first turbine (151) to the second turbine (152), (F) a second fluid line (162) for conveying the working fluid from the second turbine (152) to the third turbine (153), (G) a first connecting unit (171) designed such that a first partial mass flow (171a) of the working fluid can be removed from the first fluid line (161) or supplied to the first fluid line (161), and (H) a second connecting unit (172) designed such that a second partial mass flow (172a) of the working fluid can be removed from the second fluid line (162) or supplied to the second fluid line (162). A turbine facility (100) with such a turbine system (110) and a method for operating a work machine (120) are also described.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/143877 A1



GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Ein Turbinensystem (110) weist auf (A) eine erste Turbine (151), (B) eine zweite Turbine (152), (C) eine dritte Turbine (153), (D) ein zentrales Getriebe (130), eingangsseitig mit den drei Turbinen mechanisch gekoppelt und ausgangsseitig aufweisend einen mechanischen Anschluss zum Anschließen einer Arbeitsmaschine (120), (E) eine erste Fluidleitung (161) zum Weiterleiten eines Arbeitsfluids von der ersten Turbine (151) zu der zweiten Turbine (152), (F) eine zweite Fluidleitung (162) zum Weiterleiten des Arbeitsfluids von der zweiten Turbine (152) zu der dritten Turbine (153), (G) eine erste Anschlusseinrichtung (171), derart eingerichtet, dass ein erster Teilmassenstrom (171a) des Arbeitsfluids von der ersten Fluidleitung (161) entnehmbar oder der ersten Fluidleitung (161) zuführbar ist, und (H) eine zweite Anschlusseinrichtung (172), derart eingerichtet ist, dass ein zweiter Teilmassenstrom (172a) des Arbeitsfluids von der zweiten Fluidleitung (162) entnehmbar oder der zweiten Fluidleitung (162) zuführbar ist. Es wird ferner eine Turbinenanlage (100) mit einem derartigen Turbinensystem (110) sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Arbeitsmaschine (120) beschrieben.

Beschreibung

**TURBINENSYSTEM MIT DREI AN EINEM ZENTRALEN  
GETRIEBE ANGEKOPPELTEN TURBINEN UND  
VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER  
ARBEITSMASCHINE**

5

Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein das Gebiet der Turbinentechnik. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere ein Turbinensystem, welches mehrere Turbinen aufweist, die in Bezug zu der Strömung eines Arbeitsfluids hintereinander geschaltet sind und die gemeinsam eine Arbeitsmaschine antreiben können. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner eine Turbinenanlage mit einem derartigen Turbinensystem und einer mechanisch an das Turbinensystem angekoppelten Arbeitsmaschine. Außerdem betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Arbeitsmaschine mittels eines derartigen Turbinensystems.

Zur Umwandlung von thermischer Energie in mechanische Energie werden häufig Turbinen und insbesondere Dampfturbinen eingesetzt. Beim Betrieb bekannter Turbinen- oder Dampfturbinensystemen wird das Arbeitsfluid bzw. der Dampf entlang der Strömungsrichtung typischerweise über eine Turbine mit einer Turbinenwelle entspannt. Die Turbine kann dabei eine sog. Mehrstufenturbine sein, welche mehrere gleiche oder auch verschiedene Anordnungen aus jeweils einer Rotor-Schaufelreihe (Laufschaufelreihe) und einer Stator-Schaufelreihe (Leitschaufelreihe) aufweist. Die Turbinenwelle treibt entweder direkt oder indirekt über ein separat stehendes Getriebe eine Arbeitsmaschine an.

Alternativ ist auch ein Turbinensystem bekannt, bei dem zwei getrennte Turbinen, welche jeweils ein Turbinengehäuse aufweisen, hintereinander von dem Arbeitsfluid durchströmt werden. In diesem Fall sind die beiden Turbinen auf einer oder auf zwei getrennten Getriebewellen angeordnet. Über die Getriebewelle treiben die beiden Turbinen die Arbeitsmaschine an. Aufgrund der üblicherweise geringen Anzahl der Rotor-

Schaufelreihen in beiden Turbinen, die typischerweise für ein derartiges Turbinensystem verwendet werden, ist der thermodynamische Wirkungsgrad eines derartigen Turbinensystems vergleichsweise gering.

5

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einfach zu realisierendes Turbinensystem, eine Turbinenanlage und ein Verfahren zum Betreiben einer Arbeitsmaschine mit einem guten thermodynamischen Wirkungsgrad zu schaffen.

10

Diese Aufgabe wird gelöst durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausführungsformen, weitere Merkmale und Details der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem Turbinensystem beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit der Turbinenanlage sowie dem Verfahren zum Betreiben einer Arbeitsmaschine. Gleiches gilt umgekehrt, so dass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen werden kann.

20

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Turbinensystem beschrieben, welches aufweist (a) eine erste Turbine, (b) eine zweite Turbine, (c) eine dritte Turbine, (d) ein zentrales Getriebe, welches eingangsseitig mit den drei Turbinen mechanisch gekoppelt ist und welches ausgangseitig einen mechanischen Anschluss aufweist, an welchen eine mechanische Energie aufnehmende Arbeitsmaschine anschließbar ist, (e) eine erste Fluidleitung zum Weiterleiten eines Arbeitsfluids von der ersten Turbine zu der zweiten Turbine, (f) eine zweite Fluidleitung zum Weiterleiten des Arbeitsfluids von der zweiten Turbine zu der dritten Turbine, (g) eine erste Anschlusseinrichtung, welche der ersten Fluidleitung zugeordnet ist und welche derart eingerichtet ist, dass ein erster Teilmassenstrom des Arbeitsfluids von der ersten Fluidleitung entnehmbar oder der ersten Fluidleitung zuführbar ist, und (h) eine zweite Anschlusseinrichtung, welche der zweiten Flu-

30

35

idleitung zugeordnet ist und welche derart eingerichtet ist, dass ein zweiter Teilmassenstrom des Arbeitsfluids von der zweiten Fluidleitung entnehmbar oder der zweiten Fluidleitung zuführbar ist.

5

Dem beschriebenen Turbinensystem liegt die Erkenntnis zugrunde, dass bei einem Turbinensystem, welches zumindest drei Turbinen aufweist, nicht alle Turbinen auf einer gemeinsamen Welle angeordnet sein müssen sondern mechanisch an ein zentrales Getriebe angekoppelt werden können. Die Turbinen des beschriebenen Turbinensystems sind hinsichtlich des Strömungspfad des Arbeitsfluids hintereinander geschaltet, wobei die zweite Turbine der ersten Turbine nachgeschaltet und die dritte Turbine der zweiten Turbine nachgeschaltet ist.

10

15

Dabei ist das Arbeitsfluid, welches in der ersten Turbine Arbeit verrichtet hat und danach die erste Turbine verlässt, mittels der ersten Fluidleitung zu der zweiten Turbine transferierbar. In entsprechender Weise ist das Arbeitsfluid, welches in der zweiten Turbine Arbeit verrichtet hat und danach

20

die zweite Turbine verlässt, mittels der zweiten Fluidleitung zu der dritten Turbine transferierbar.

Das beschriebene Turbinensystem mit einem zentralen Getriebe bietet im Vergleich zu einem herkömmlichen Turbinensystem,

25

bei dem alle Turbinen mit einer gemeinsamen relativ langen Welle gekoppelt sind, die Möglichkeit, die einzelnen Turbinen nicht mehr entlang einer länglichen Reihe sondern flexibel in einer räumlich kompakten Bauweise anzuordnen. Damit kann das beschriebene Turbinensystem innerhalb eines vergleichsweise

30

geringen Bauraums realisiert werden. Aufgrund der Möglichkeit die räumliche Anordnung der einzelnen Turbinen flexibel zu wählen, kann das beschriebene Turbinensystem auf relativ einfache Weise an eine von einem Kunden vorgegebene Spezifikation angepasst werden. Außerdem kann das beschriebene Turbinensystem bei Bedarf relativ einfach umgebaut und beispielsweise

35

bei geänderten Betriebsparametern entsprechend angepasst werden. Bei einer Revision, einer Wartung oder einer Instandsetzung kann außerdem eine besonders einfache Zugänglichkeit der

einzelnen Komponenten des beschriebenen Turbinensystems gewährleistet werden. Ferner kann das beschriebene Turbinensystem vergleichsweise kostengünstig realisiert werden.

- 5 Ein weiterer Vorteil des in diesem Dokument beschriebenen Turbinensystems besteht darin, dass im Vergleich zu bekannten Turbinensystemen, bei denen die einzelnen Turbinen mit einer gemeinsamen relativ langen Welle gekoppelt sind, mehrere kurze Einzelturbinenwellen verwendet werden. Dadurch kann auf  
10 vorteilhafte Weise eine besonders hohe sog. Schnellstartfähigkeit erreicht werden.

Bei dem beschriebenen Turbinensystem sind erfindungsgemäß jeweils zwei aufeinanderfolgende Turbinen mittels einer Fluid-  
15 leitung miteinander gekoppelt. Da die Turbinen aufgrund der Ankopplung an das zentrale Getriebe nicht mehr entlang einer Reihe angeordnet sind, weisen die Fluidleitungen jeweils einen Verlauf auf, welcher ein einfaches Zuführen und/oder Abführen von Arbeitsfluid erlaubt. Dies bedeutet, dass die be-  
20 schriebenen Anschlusseinrichtungen, welche jeweils mittels einer einfachen Verzweigung wie beispielsweise eines T-Stücks realisiert sein können, in der entsprechenden Fluidleitung eingebaut werden können, ohne dass Zugänglichkeits- oder Platzprobleme den Einbau der entsprechenden Anschluss-  
25 einrichtung behindern würden. Somit können auf einfache Weise Teilmassenströme des Arbeitsfluids der betreffenden Fluidleitung von außen zugeführt oder von der betreffenden Fluidleitung nach außen abgeführt werden.

- 30 Die beschriebenen Turbinen können insbesondere Turbinen sein, welche jeweils lediglich aufgrund einer Expansion des Arbeitsfluids Energie aus dem Arbeitsfluid entnehmen und welche neben einer Expansionsstufe keine Verdichterstufe aufweisen.

- 35 Das Arbeitsfluid kann jedes beliebiges unter einem Druck stehende Fluid sein, welches in der Lage ist, bei einem Durchgang durch die jeweilige Turbine mechanische Arbeit zu verrichten. Das Arbeitsfluid kann insbesondere Dampf (z.B. Was-

serdampf) sein, welcher von einem Wasserdampfgenerator erzeugt wurde. Dabei kann der Wasserdampfgenerator ein Kraftwerk sein, welches den Wasserdampf in erster Linie zum Zwecke der Nutzung durch das beschriebene Turbinensystem erzeugt.

5 Der Wasserdampfgenerator kann jedoch auch eine Anlage sein, welche den Wasserdampf in erster Linie für andere Prozesse (z.B. zum Zwecke einer Reinigung und/oder einer Sterilisation) erzeugt und welche den Wasserdampf lediglich dann dem beschriebenen Turbinensystem zuführt, wenn der Wasserdampf gerade nicht für diese Prozesse verwendet wird.

Das Arbeitsfluid kann auch ein einfaches Gas sein, welches vorher komprimiert wurde, um Energie zwischen zu speichern. Dabei kann die Gaskompression beispielsweise von einem mit  
15 elektrischer Energie betriebenen Kompressor in einem Zeitraum durchgeführt werden, in dem beispielsweise von regenerativen Energiequellen eine größere Menge an elektrischer Energie bereitgestellt wird als aktuell verbraucht wird.

20 Die beschriebenen Turbinen können beliebige Arten von Turbinen sein, bei denen das Arbeitsfluid einen Rotor antreibt. Selbstverständlich hängt in bekannter Weise die konstruktive Ausgestaltung der Turbinen von dem verwendeten Arbeitsfluid ab. Im Falle der Verwendung von Wasserdampf als Arbeitsfluid  
25 handelt es sich um sog. Dampfturbinen. Falls es sich bei dem Arbeitsmedium um ein unter Druck stehendes Gas handelt, dann spricht man in der Regel von Gasentspannungsturbinen.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung weist das Turbinensystem ferner auf (a) eine erste Regelungseinrichtung, welche der ersten Anschlusseinrichtung zugeordnet ist, zum Einstellen der Stärke des ersten Teilmassenstroms und/oder  
30 (b) eine zweite Regelungseinrichtung, welche der zweiten Anschlusseinrichtung zugeordnet ist, zum Einstellen der Stärke des zweiten Teilmassenstroms.

Die beschriebenen Regelungseinrichtungen können jeweils ein Stellglied aufweisen, welches beispielsweise aufgrund einer

Verengung oder Erweiterung seines Querschnitts die Stärke oder die Höhe des jeweiligen (Teil)Massenstrom bestimmen kann, welcher über die betreffende Anschlusseinrichtung von außen in die betreffende Fluidleitung eingespeist oder von der betreffenden Fluidleitung nach außen abgegeben wird. Ferner können die beschriebenen Regelungseinrichtungen jeweils einen geeigneten Sensor aufweisen, welcher eine Zustandsgröße wie beispielsweise den Druck des Arbeitsfluids in der betreffenden Fluidleitung erfasst, wobei das Stellglied, beispielsweise ein verstellbares Ventil oder eine verstellbare Drossel, basierend auf dem Erfassungswert dieser Zustandsgröße den betreffenden (Teil)Massenstrom so einstellen kann, dass diese Zustandsgröße auch bei veränderlichen Betriebsbedingungen zumindest annähernd konstant bleibt. Somit können durch eine geschickte Regelung der (Teil)Massenströme des Arbeitsfluids für jede Turbine Bedingungen geschaffen bzw. beibehalten werden, welche einen hohen Wirkungsgrad für jede einzelne Turbine und damit natürlich auch für das gesamte Turbinensystem gewährleisten.

Es wird darauf hingewiesen, dass ein Auskoppeln bzw. ein Entnehmen eines Teilmassenstroms nicht zwingend bedeutet, dass dieser Teilmassenstrom für eine Energieerzeugung verloren geht. Dieser Teilmassenstrom kann nämlich beispielsweise an anderer Stelle über eine andere Anschlusseinrichtung wieder dem beschriebenen Turbinensystem zugeführt werden. In entsprechender Weise kann ein von außen in das Turbinensystem eingespeister (Teil)Massenstrom auch an anderer Stelle mittels einer anderen Anschlusseinrichtung aus dem Hauptmassenstrom des beschriebenen Turbinensystems entnommen worden sein. Auch die Verwendung von zumindest einem Zwischenspeicher zum temporären Speichern von Arbeitsfluid ist in diesem Zusammenhang möglich.

Anschaulich ausgedrückt bieten die beiden Regelungseinrichtungen in Verbindung mit den jeweils zugehörigen Anschlusseinrichtungen die Möglichkeit, genau definierte Zwischendruckstufen zu realisieren, von denen das Arbeitsfluid

auf einfache und kontrollierte Weise entnommen und/oder denen das Arbeitsfluid auf einfache und kontrollierte Weise zugeführt werden kann. Dadurch wird die Flexibilität des gesamten Turbinensystems insbesondere bei vorhandenen Lastwechseln erheblich erhöht.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die erste Turbine und die zweite Turbine über eine gemeinsame Welle mit dem zentralen Getriebe gekoppelt, wobei insbesondere eine der beiden Turbinen an einer ersten Seite des zentralen Getriebes und die andere der beiden Turbinen an einer zweiten Seite des zentralen Getriebes angeordnet ist. Dabei ist die erste Seite gegenüberliegend zu der zweiten Seite. Dies hat den Vorteil, dass die beiden genannten Turbinen mittels eines gemeinsamen Kopplungsgliedes und insbesondere mittels eines gemeinsamen Ritzels mit dem zentralen Getriebe mechanisch gekoppelt sind, wobei das gemeinsame Kopplungsglied an der gemeinsamen Welle angebracht ist. Dadurch sind getriebe-  
beseitig lediglich zwei Kopplungsglieder erforderlich, so dass die insgesamt zumindest drei Turbinen mit dem zentralen Getriebe gekoppelt sein können.

Die gemeinsame Welle kann eine einstückige oder eine mehrstückige Welle sein. Im Falle einer mehrstückigen Welle sollten die mehreren Stücke der gemeinsamen Welle jedoch so fest miteinander verbunden sein, dass die Rotoren der beiden Turbinen drehfest miteinander gekoppelt sind.

Die Rotoren der beiden Turbinen können "fliegend", d.h. ohne eine turbinenseitige Lagerung in dem jeweiligen Turbinengehäuse angeordnet sein. Dabei befindet sich der Rotor bzw. die gesamte Turbine außerhalb der Lagerstellen der gemeinsamen Welle. Dies hat den Vorteil, dass lediglich in oder an dem zentralen Getriebe eine geeignete Lagerung der gemeinsamen Welle vorhanden sein muss. Eine geeignete Lagerung kann dabei beispielsweise mittels zweier Lager realisiert werden, wobei eines der beiden Lager an der ersten Seite und das andere der

beiden Lager an der gegenüberliegenden zweiten Seite des zentralen Getriebes angeordnet ist.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung sind  
5 die erste Turbine und die dritte Turbine derart mit dem zentralen Getriebe gekoppelt, dass die erste Turbine mit einer ersten Rotationsfrequenz und die dritte Turbine mit einer zweiten Rotationsfrequenz betreibbar ist, wobei die erste Rotationsfrequenz unterschiedlich ist zu der zweiten Rotationsfrequenz. Dabei kann durch die Wahl von jeweils geeigneten Übersetzungsverhältnissen bei der Kopplung zwischen der  
10 betreffenden Turbine und dem zentralen Getriebe ein bestimmtes Verhältnis zwischen der ersten Rotationsfrequenz und der zweiten Rotationsfrequenz eingestellt werden. Durch eine geeignete Wahl des Übersetzungsverhältnisses kann dann jede  
15 Turbine in einem optimalen Drehzahlbereich betrieben werden. Damit kann ein besonders hoher Wirkungsgrad der einzelnen Turbinen und somit auch des gesamten Turbinensystems erreicht werden.

20 Anschaulich ausgedrückt können die Wellendrehzahlen der ersten Turbine und der zweiten Turbine an die jeweiligen Turbinen und insbesondere an die den jeweiligen Turbinen zugeordneten Druckniveaus angepasst werden. Dadurch kann auf einfache Weise eine Optimierung des beschriebenen Turbinensystems hinsichtlich seiner Effizienz bzw. hinsichtlich seines Wirkungsgrades erreicht werden.

30 Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist zumindest eine der drei Turbinen eine Radialturbine.

Da eine Radialturbine typischerweise ein im Vergleich zu einer Axialturbine kürzere Bauform aufweist, kann das gesamte Turbinensystem damit in einer besonders kompakten Bauform realisiert werden.  
35

Von der Mehrzahl der hintereinander geschalteten Turbinen kann insbesondere diejenige Turbine, welcher das (komprimier-

te) Arbeitsfluid als erstes zugeführt wird, als Radialturbine ausgebildet sein. Dies hat den Vorteil, dass eine Radialturbine dann die erste Regelstufe für das gesamte Turbinensystem darstellt, mittels welcher in kontrollierter Weise der Gesamtmassenstrom an Arbeitsfluid, welches durch das gesamte Turbinensystem strömt, eingestellt wird. Zu diesem Zweck kann diese (erste) Radialturbine mit geeigneten Regelventilen ausgestattet sein, mittels welchen in bekannter Weise der Gesamtmassenstrom an Arbeitsfluid eingestellt werden kann.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist zumindest eine der drei Turbinen eine Axialturbine.

Die Axialturbine, bei der das Arbeitsfluid in axialer Richtung durch das entsprechende Turbinengehäuse strömt und dadurch den Rotor bzw. den Läufer antreibt, kann aus einer Stufe oder bevorzugt aus mehreren Stufen bestehen, wobei jeweils eine Stufe (a) eine Reihe von am Rotor oder am Läufer angebrachten rotierenden Laufschaufeln und (b) eine Reihe von am Gehäuse angebrachten stationären Leitschaufeln aufweist.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der Rotor der Axialturbine mit einer Axialwelle gekoppelt, welche auf der Seite des zentralen Getriebes gelagert ist und welche in einem Gehäuse der Axialturbine lagerfrei angeordnet ist. Dies bedeutet, dass der Rotor bzw. die Axialwelle der Axialturbine auf einer Seite "fliegend" angeordnet ist. Eine Lagerung ist damit nur an dem Abschnitt der Axialwelle vorgesehen, welcher Abschnitt außerhalb der Axialturbine liegt und dem zentralen Getriebe zugeordnet ist. Dabei kann die Lagerung an dem zentralen Getriebe mittels einer oder mehreren axial zueinander versetzten Lager realisiert werden.

Anschaulich ausgedrückt bedeutet dies, dass eine mechanische Verbindung zwischen der Axialturbine und dem zentralen Getriebe ohne zwischengeschaltete Lagerstellen erfolgt. Die Axialwelle ist nicht im Turbinengehäuse sondern lediglich im oder an einem Gehäuse des zentralen Getriebes gelagert.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass eine "fliegende" Lagerung im Gehäuse der Turbine u.a. den Vorteil bietet, dass Ausdehnungsänderungen bei schwankenden Temperaturen, welche insbesondere bei Lastwechseln auftreten, nicht zu Verspannungen der Axialwelle gegenüber Lagerungen im Turbinengehäuse führen.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung weist der Rotor der Axialturbine mehrere Turbinenstufen auf, wobei jede Turbinenstufe um die Axialwelle herum angeordnet (a) eine Reihe von am Rotor angebrachten rotierbaren Laufschaufeln und (b) eine Reihe von am Gehäuse angebrachten stationären Leitschaufeln aufweist. Dies hat den Vorteil, dass im Vergleich zu einer Axialturbine mit lediglich einer Turbinenstufe ein höherer Wirkungsgrad erzielt werden kann.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Laufschaufeln einer Reihe an einem Laufschaufelträger angebracht und die mehreren Laufschaufelträger sind mittels einer Zugeinrichtung auf der Axialwelle fixiert.

Die Zugeinrichtung kann beispielsweise ein sog. Zuganker sein, welcher ein an der Axialwelle ausgebildetes Gewinde und eine in das Gewinde eingreifende Mutter umfasst. Dadurch können auf besonders einfache und trotzdem zuverlässige Weise mehrere Laufschaufelträger drehfest auf der Axialwelle fixiert werden.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung weist das Turbinensystem ferner auf (a) eine vierte Turbine, welche mit dem zentralen Getriebe mechanisch gekoppelt ist, (b) eine dritte Fluidleitung zum Weiterleiten des Arbeitsfluids von der dritten Turbine zu der vierten Turbine und (c) eine dritte Anschlusseinrichtung, welche der dritten Fluidleitung zugeordnet ist und welche derart eingerichtet ist, dass ein dritter Teilmassenstrom des Arbeitsfluids von der dritten Fluidleitung entnehmbar oder der dritten Fluidleitung zuführ-

bar ist. Dies bedeutet, dass der mechanische Anschluss, welcher die Arbeitsmaschine antreiben kann, nunmehr von insgesamt zumindest vier Turbinen angetrieben wird. Dadurch kann die Effizienz des beschriebenen Turbinensystems noch weiter  
5 verbessert werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass auch mehr als vier Turbinen mit dem zentralen Getriebe direkt oder indirekt gekoppelt sein können. Bevorzugt ist dabei jeweils zwischen zwei aus  
10 Sicht der Strömungsrichtung des Arbeitsmediums benachbarten Turbinen eine Fluidleitung vorgesehen, welche mit einer Anschlusseinrichtung versehen ist, so dass ein entsprechender Teilmassenstrom des Arbeitsfluids von der betreffenden Fluid-  
leitung entnehmbar oder der betreffenden Fluidleitung zuführ-  
15 bar ist. Weiter bevorzugt ist der betreffenden Anschlusseinrichtung eine Regelungseinrichtung zugeordnet, so dass die Stärke des betreffenden Teilmassenstroms genau eingestellt werden kann und so ein in Bezug auf den Wirkungsgrad des Turbinensystems optimaler Betrieb gewährleistet werden kann.

20 Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Turbinenanlage beschrieben, welche aufweist (a) ein Turbinensystem des vorstehend beschriebenen Typs und (b) eine Arbeitsmaschine, welche mit dem mechanischen Anschluss des zentralen Getriebes gekoppelt ist.  
25

Der beschriebenen Turbinenanlage liegt die Erkenntnis zugrunde, dass das o.g. Turbinensystem mit einer Arbeitsmaschine mechanisch gekoppelt werden kann, so dass in dem Arbeitsfluid  
30 enthaltene Energie aus dem Arbeitsfluid entnommen und auf mechanische Weise auf die Arbeitsmaschine übertragen werden kann.

Ein Rotor der Arbeitsmaschine kann unter Verwendung einer  
35 Kupplung oder eines Flansches drehfest mit dem mechanischen Anschluss des zentralen Getriebes mechanisch gekoppelt werden.

Die Arbeitsmaschine kann insbesondere ein elektrischer Generator sein, welcher zur Stromerzeugung eingesetzt werden kann. Die Arbeitsmaschine kann jedoch auch eine mechanische Maschine sein, welche die mechanische Energie, die ihr von dem beschriebenen Turbinensystem zugeführt wird, in geeigneter Weise zur Verrichtung von mechanischen Tätigkeiten nutzt. Die Arbeitsmaschine kann beispielsweise eine Pumpe, ein Verdichter, ein Ventilator und/oder eine Presse sein.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben einer Arbeitsmaschine beschrieben. Das beschriebene Verfahren weist auf (a) ein Bereitstellen eines eine Energie enthaltenden Arbeitsfluids, (b) ein Zuführen des Arbeitsfluids zu einem Turbinensystem des vorstehend beschriebenen Typs, wobei das Turbinensystem zumindest einen Teil der Energie des Arbeitsfluids entnimmt und zumindest einen Teil der entnommenen Energie in mechanische Arbeit umwandelt, und (c) ein Betreiben der Arbeitsmaschine mit der umgewandelten mechanischen Arbeit.

Auch dem beschriebenen Verfahren liegt die Erkenntnis zugrunde, dass bei Verwendung des o.g. Turbinensystems die Arbeitsmaschine in effizienter Weise betrieben werden kann. Dabei wird entsprechend allgemein anerkannter Grundprinzipien der Thermodynamik die Energie aus dem Arbeitsfluid entnommen und in mechanische Energie umgewandelt, welche dann mittels einer rein mechanischen Kopplung auf die Arbeitsmaschine übertragen wird.

Unter dem Ausdruck "Energie enthaltendes Arbeitsfluid" kann in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden werden, dass das Arbeitsfluid thermodynamisch mit Energie beaufschlagt worden ist, so dass das Arbeitsfluid insbesondere eine hohe Temperatur und/oder einen hohen Druck aufweist. Falls es sich bei dem Arbeitsfluid um einen Dampf, beispielsweise um Wasserdampf handelt, dann enthält der heiße und/oder unter einem hohen Druck stehende Wasserdampf zusätzlich noch eine Verdampfungsenergie, welche bei einem Kondensieren des Dampfes

zu einem Freisetzen von Kondensationsenergie führt, die dann ebenfalls in mechanische Arbeit umgesetzt werden kann.

Es wird darauf hingewiesen, dass Ausführungsformen der Erfindung mit Bezug auf unterschiedliche Erfindungsgegenstände beschrieben wurden. Insbesondere sind einige Ausführungsformen der Erfindung mit Vorrichtungsansprüchen und andere Ausführungsformen der Erfindung mit Verfahrensansprüchen beschrieben. Dem Fachmann wird jedoch bei der Lektüre dieser Anmeldung sofort klar werden, dass, sofern nicht explizit anders angegeben, zusätzlich zu einer Kombination von Merkmalen, die zu einem Typ von Erfindungsgegenstand gehören, auch eine beliebige Kombination von Merkmalen möglich ist, die zu unterschiedlichen Typen von Erfindungsgegenständen gehören.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden beispielhaften Beschreibung derzeit bevorzugter Ausführungsformen.

Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Turbinenanlage mit vier Dampfturbinen, welche über ein gemeinsames Getriebe eine Arbeitsmaschine antreiben.

Figur 2 zeigt in einer perspektivischen Darstellllung eine Turbinenanlage mit drei Dampfturbinen, welche gemeinsam einen elektrischen Generator antreiben.

Figur 3 zeigt ein Turbinensystem mit einer Radialturbine und zwei Axialturbinen, welche über ein gemeinsames Getriebe eine Arbeitsmaschine antreiben können.

Figur 4 zeigt ein Turbinensystem mit einer Radialturbine und drei Axialturbinen, welche über ein gemeinsames Getriebe eine Arbeitsmaschine antreiben können.

Es wird darauf hingewiesen, dass Merkmale bzw. Komponenten von unterschiedlichen Ausführungsformen, die mit den entsprechenden Merkmalen bzw. Komponenten der Ausführungsform nach gleich oder zumindest funktionsgleich sind, mit den gleichen Bezugszeichen oder mit anderen Bezugszeichen versehen sind, welche sich lediglich in ihrer ersten Ziffer von dem Bezugs-

zeichnen eines (funktional) entsprechenden Merkmals oder einer (funktional) entsprechenden Komponente unterscheiden. Zur Vermeidung von unnötigen Wiederholungen werden bereits anhand einer vorher beschriebenen Ausführungsform erläuterte Merkmale bzw. Komponenten an späterer Stelle nicht mehr im Detail erläutert.

Ferner wird darauf hingewiesen, dass die nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen lediglich eine beschränkte Auswahl an möglichen Ausführungsvarianten der Erfindung darstellen. Insbesondere ist es möglich, die Merkmale einzelner Ausführungsformen in geeigneter Weise miteinander zu kombinieren, so dass für den Fachmann mit den hier explizit dargestellten Ausführungsvarianten eine Vielzahl von verschiedenen Ausführungsformen als offensichtlich offenbart anzusehen sind.

Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Turbinenanlage 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Turbinenanlage 100 weist ein Turbinensystem 110 auf, welches eine Arbeitsmaschine 120 antreibt. Die Arbeitsmaschine 120 kann insbesondere ein elektrischer Generator sein, welcher zur Stromerzeugung eingesetzt werden kann. Die Arbeitsmaschine 120 kann jedoch auch eine beliebige mechanische Maschine sein, welche die mechanische Energie, die ihr von dem Turbinensystem 110 zugeführt wird, in geeigneter Weise zur Verrichtung von mechanischen Tätigkeiten, beispielsweise zum Pumpen, zum Verdichten, und/oder für Pressvorgänge, nutzt.

Das Turbinensystem 110 weist vier Dampfturbinen, eine erste Dampfturbine 151, eine zweite Dampfturbine 152, eine dritte Dampfturbine 153 und eine vierte Dampfturbine 154, auf. Wie aus Figur 1 ersichtlich, sind diese Dampfturbinen 151, 152, 153 und 154 in Bezug zu der allgemeinen Strömungsrichtung eines Arbeitsfluids hintereinander geschaltet. Das Arbeitsfluid, welches gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel Wasserdampf ist, strömt, von einem Wasserdampfgenerator stark überhitzt, in einen Fluideinlass 116 ein. Ein entsprechender

Einlassmassenstrom 116a von Wasserdampf strömt dann in die erste Dampfturbine 151, in welcher der Wasserdampf in bekannter Weise mechanische Arbeit verrichtet und dabei einen in Figur 1 nicht dargestellten Rotor der ersten Dampfturbine 151 antreibt.

Der aus der ersten Dampfturbine 151 austretende Wasserdampf, welcher noch eine beträchtliche Menge an Energie enthält, die von der vergleichsweise kurzen ersten Dampfturbine 151 nicht in mechanische Arbeit umgewandelt wurde, strömt dann über eine erste Fluidleitung 161 in die zweite Dampfturbine 152, in welcher ebenfalls in dem Wasserdampf enthaltene Energie in mechanische Arbeit umgewandelt wird.

Die erste Fluidleitung 161 weist eine erste Anschlusseinrichtung 171 auf, welche gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel eine einfache Verzweigung ist, beispielsweise ein sog. T-Stück. Über die Anschlusseinrichtung 171 kann ein erster Teilmassenstrom 171a an Arbeitsfluid aus dem gesamten Massenstrom zu einen ersten Fluidanschluss 176 angekoppelt oder ein zusätzlicher Massenstrom an Arbeitsfluid kann von dem ersten Fluidanschluss 176 in die erste Fluidleitung eingespeist werden. Auf diese Weise kann die Energie, welche der zweiten Dampfturbine 152 zugeführt wird, eingestellt und damit die Leistung des gesamten Turbinensystems 110 angepasst werden.

Der ersten Anschlusseinrichtung 171 bzw. der ersten Fluidleitung 161 ist eine erste Regelungseinrichtung 171b zugeordnet, welche einen nicht dargestellten Drucksensor aufweist, mit dem der Druck des Arbeitsfluids in der Fluidleitung 161 erfasst wird. Mittels eines ebenfalls nicht dargestellten verstellbaren Ventils kann basierend auf dem erfassten Druck der (Teil)Massenstrom so eingestellt werden, dass der Druck auch bei veränderlichen Betriebsbedingungen zumindest annähernd konstant bleibt. Somit kann durch eine geschickte Regelung der (Teil)Massenströme des Arbeitsfluids die Dampfturbine 152 in einem optimalen Betriebsmodus betrieben werden. Auf diese

Weise kann ein hoher Wirkungsgrad für die Dampfturbine 152 und damit natürlich auch für das gesamte Turbinensystem 110 gewährleistet werden.

5 Der aus der zweiten Dampfturbine 152 austretende Wasserdampf, welcher immer noch eine beträchtliche Menge an Energie enthält, die bisher noch nicht genutzt wurde, strömt dann über eine zweite Fluidleitung 162 in die dritte Dampfturbine 153. Genauso wie bei der ersten Fluidleitung 161 ist auch in der  
10 zweiten Fluidleitung 162 eine (zweite) als T-Stück ausgebildete Anschlusseinrichtung 172 sowie eine (zweite) Regelungseinrichtung 172b angeordnet, so dass ebenfalls in kontrollierter Weise ein zweiter Teilmassenstrom 172 zu einem zweiten Fluidanschluss 177 transferiert oder von dem zweiten Flu-  
15 idanschluss 177 in die zweite Fluidleitung 162 eingespeist werden kann.

In entsprechender Weise sind die dritte Dampfturbine 153 und die der dritten Dampfturbine 153 nachgeschaltete vierte  
20 Dampfturbine 154 über eine dritte Fluidleitung 163 miteinander verbunden. Ferner befindet sich in der dritten Fluidleitung eine dritte Anschlusseinrichtung 173, über welche ein dritter Teilmassenstrom 173a an Wasserdampf von der dritten Fluidleitung 163 abgezweigt und einem dritten Fluidanschluss  
25 178 zugeführt werden kann und/oder über welche zusätzlicher Wasserdampf von dem dritten Fluidanschluss 178 in die dritte Fluidleitung 163 eingespeist werden kann. Eine dritte Regelungseinrichtung 173b sorgt dafür, dass die entsprechende Entnahme oder Zufuhr an Wasserdampf in geregelter Weise er-  
30 folgt.

Es wird darauf hingewiesen, dass der Drucksensor der jeweiligen Regelungseinrichtung 171b, 172b, 173b in Bezug zu der Verzweigung der jeweiligen Anschlusseinrichtung 171, 172, 173  
35 bevorzugt stromaufwärts in der jeweiligen Fluidleitung 161, 162, 163 angeordnet ist. Ferner ist das verstellbare Ventil der jeweiligen Regelungseinrichtung 171b, 172b, 173b in Bezug zu der Verzweigung der jeweiligen Anschlusseinrichtung 171,

172, 173 bevorzugt stromabwärts in der jeweiligen Fluidleitung 161, 162, 163 angeordnet ist. Insbesondere kann das verstellbare Ventil unmittelbar vor oder an dem Gehäuse der nächsten Turbine angeordnet sein.

5

An einem Fluidauslass 118 tritt ein Auslassmassenstrom 118a an Wasserdampf aus, welcher sämtliche Turbinen 151, 152, 153 und 154 durströmt hat oder welcher über einen der Fluidanschlüsse 176, 177 oder 178 in das Turbinensystem 110 eingespeist wurde. Der austretende Wasserdampf kann dann in bekannter Weise einem Erhitzer (nicht dargestellt) zugeführt werden. Dieser Erhitzer kann wiederum mit dem Fluideinlass 116 gekoppelt sein, so dass ein geschlossener Kreislauf an Arbeitsfluid bzw. Wasserdampf realisiert werden kann.

15

Wie aus Figur 1 ersichtlich, sind die Rotoren der Dampfturbinen 151 und 152 über eine gemeinsame Welle 131a miteinander verbunden. Dies bedeutet, dass die Rotationsfrequenz der Dampfturbinen 151 und 152 gleich ist. Alternativ könnte auch ein Getriebe (nicht dargestellt) zwischen den beiden Rotoren der Dampfturbinen 151 und 152 geschaltet sein, so dass eine erste Rotationsfrequenz des Rotors der ersten Dampfturbine 151 und eine zweite Rotationsfrequenz des Rotors der zweiten Dampfturbine 152 in einem festen Verhältnis zueinander stehen. In entsprechender Weise sind die beiden Rotoren der Dampfturbinen 153 und 154 über eine gemeinsame Welle 132a miteinander verbunden oder ggf. über ein zusätzliches Getriebe mechanisch miteinander gekoppelt.

30

Zentraler Bestandteil des hier beschriebenen Turbinensystems 110 ist ein zentrales Getriebe 130, welches ein Zahnrad 134 und zwei Ritzel aufweist. Ein erstes Ritzel 131 der beiden Ritzel ist an der Welle 131a angebracht. Das zweite Ritzel 132 ist an der Welle 132a angebracht. Beide Ritzel 131 und 132 stehen im Eingriff mit dem Zahnrad 134. Das zentrale Getriebe 130 weist ferner eine zentrale Antriebswelle 136 auf, welche das Zahnrad 134 und die Antriebsmaschine 120 miteinander verbindet.

35

Figur 2 zeigt in einer perspektivischen Darstellllung eine Turbinenanlage 200 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Turbinenanlage 200 weist eine Grundplatte 202 auf, auf welcher zumindest die Hauptkomponenten der Turbinenanlage 200 angebracht oder montiert sind. Die Turbinenanlage 200 weist auf (a) eine als Radialturbine ausgebildete erste Dampfturbine 251, (b) eine als Axialturbine ausgebildete zweite Turbine 252 und (c) eine ebenfalls als Axialturbine 253 ausgebildete dritte Dampfturbine 253 auf. Alle Turbinen 251, 252 und 253 bzw. die Rotoren dieser Turbinen 251, 252 und 253 sind über ein zentrales Getriebe 230 miteinander gekoppelt. Das zentrale Getriebe 230 ist ausgangsseitig über eine Antriebswelle 236 mit einer als elektrischer Generator ausgebildeten Arbeitsmaschine 220 mechanisch gekoppelt.

Der ersten Dampfturbine 251 wird ein Einlassmassenstrom 216a an Arbeitsfluid zugeführt. Die Stärke dieses Einlassmassenstroms 216a, welcher mittels einer Mehrzahl von Regelventilen 251a geregelt wird, bestimmt damit wesentlich die Leistung der gesamten Turbinenanlage 200. Aus der ersten Dampfturbine 251 austretendes Arbeitsfluid wird über eine erste Fluidleitung 261 der zweiten Dampfturbine 252 zugeführt. Aus der zweiten Dampfturbine 252 austretendes Arbeitsfluid wird über eine zweite Fluidleitung 262 der dritten Dampfturbine 253 zugeführt.

Um den Massenstrom an Arbeitsfluid zwischen jeweils zwei in Bezug auf die Strömungsrichtung des Arbeitsfluids benachbarten Dampfturbinen 251 und 252 oder 252 und 253 zu regeln, befindet sich in der ersten Fluidleitung 261 eine erste Anschlusseinrichtung 271 zusammen mit einer in Figur 2 nicht dargestellten ersten Regelungseinrichtung, so dass ein erster Teilmassenstrom 271a aus der ersten Fluidleitung 261 ausgekoppelt oder alternativ ein nicht dargestellter Massenstrom in die erste Fluidleitung 261 eingespeist werden kann. In entsprechender Weise befindet sich in der zweiten Fluidleitung 262 eine zweite Anschlusseinrichtung 272 zusammen mit

einer in Figur 2 nicht dargestellten zweiten Regelungseinrichtung, so dass ein zweiter Teilmassenstrom 272a aus der zweiten Fluidleitung 262 ausgekoppelt oder alternativ ein nicht dargestellter Massenstrom in die zweite Fluidleitung 262 eingespeist werden kann.

Ein Auslassmassenstrom 218a an Arbeitsfluid, welches sämtliche Turbinen 251, 252 und 253 durströmt hat oder welches über eine der Anschlusseinrichtungen 271 oder 272 in die Turbinenanlage 200 eingespeist wurde, wird dann einem Erhitzer (nicht dargestellt) zugeführt. Dieser Erhitzer kann wiederum den Einlassmassenstrom 216a bereitstellen, so dass ein geschlossener Kreislauf an Arbeitsfluid bzw. Wasserdampf realisiert werden kann.

Figur 3 zeigt ein Turbinensystem 310 mit einer als Radialturbine ausgebildeten ersten Dampfturbine 351, mit einer als Axialturbine ausgebildeten zweiten Dampfturbine 352 und mit einer ebenfalls als Axialturbine ausgebildeten dritten Dampfturbine 353. Die erste Dampfturbine 351 und die zweite Dampfturbine 352 sind über eine nicht dargestellte erste Fluidleitung miteinander verbunden. Die erste Dampfturbine 351 weist ein erstes Gehäuse 351a, die zweite Dampfturbine 352 weist ein zweites Gehäuse 352a und die dritte Dampfturbine 353 weist ein drittes Gehäuse 353a auf.

Wie bei den zuvor dargestellten Ausführungsbeispielen sind der ersten Fluidleitung eine ebenfalls nicht dargestellte erste Anschlusseinrichtung sowie eine ebenfalls nicht dargestellte erste Regeleinrichtung zugeordnet. Die zweite Dampfturbine 352 und die dritte Dampfturbine 353 sind über eine nicht dargestellte zweite Fluidleitung miteinander verbunden, welcher eine ebenfalls nicht dargestellte zweite Anschlusseinrichtung sowie eine ebenfalls nicht dargestellte zweite Regeleinrichtung zugeordnet sind.

Mittels eines zentralen Getriebes 330 sind die drei Dampfturbinen miteinander mechanisch gekoppelt. Bei dem Getriebe 330

befinden sich sowohl ein erstes Ritzel 331 als auch ein zweites Ritzel 332 in Eingriff mit einem Zahnrad 334. Dabei bestimmt ein Verhältnis zwischen (a) einer ersten Anzahl an Zähnen des ersten Ritzels 331, welches auf einer Welle 331a angeordnet ist, welche die Rotoren der beiden Dampfturbinen 351 und 352 miteinander verbindet, und (b) einer zweiten Anzahl an Zähnen des zweiten Ritzels 332, welches auf einer Welle 332a des Rotors der dritten Dampfturbine 353 angeordnet ist, das Verhältnis zwischen der Rotationsfrequenz der Rotoren der ersten und der zweiten Dampfturbine 351 und 352 und der Rotationsfrequenz des Rotors der dritten Dampfturbine 353. Gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel hat das erste Ritzel 331 mehr Zähne als das zweite Ritzel 332, so dass die Rotationsfrequenz der Rotoren der ersten und der zweiten Dampfturbine 351 und 352 größer ist als die Rotationsfrequenz des Rotors der dritten Dampfturbine 353.

Das Zahnrad 334 ist auf einer zentralen Antriebswelle 336 angeordnet, welche mittels zweier Lager 338 in einem Gehäuse des zentralen Getriebes 330 gelagert ist. In Figur 3 ist am rechten Ende der zentralen Antriebswelle 336 ein als Flansch ausgebildeter mechanischer Anschluss 337 vorgesehen, an welchen eine in Figur 3 nicht dargestellte Antriebsmaschine angeschlossen werden kann.

Wie aus Figur 3 ersichtlich, weisen die beiden Axialturbinen 352 und 353 jeweils eine mehr-stufige Konfiguration von jeweils einer Leitschaufel und ggf. einer Rotorscheaufel auf. Dabei ist eine Rotorscheaufel 381a und eine Leitschaufel 381b einer ersten Stufe 381 der mehr-stufigen Axialturbine 353 zugeordnet. Eine Rotorscheaufel 382a und eine Leitschaufel 382b sind einer zweiten Stufe 382 der mehr-stufigen Axialturbine 353 zugeordnet. Eine Rotorscheaufel 383a und eine Leitschaufel 383b sind einer dritten Stufe 383 der mehr-stufigen Axialturbine 353 zugeordnet.

Die Rotorscheaufeln 381a, 382a und 383a sind auf einer Axialwelle 385 der Dampfturbine 353 angeordnet. Die Axialwelle 385 ist drehfest mit der Welle 332a verbunden.

5 Gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel sind benachbarte Rotorscheaufeln, d.h. die Rotorscheaufeln 381a und 382a sowie die Rotorscheaufeln 382a und 383a, mittels einer Axialstirn-Verzahnung drehfest zueinander auf der Axialwelle 385 angeordnet. Eine Zugankerverbindung, welche mittels einer  
10 Mutter 386 in Verbindung mit einem an der Axialwelle 385 ausgebildeten Außengewinde realisiert ist, sorgt für eine feste Arretierung der Rotorscheaufeln 381a, 381b und 381c auf der Axialwelle 385.

15 An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass aus Gründen der Übersichtlichkeit in Figur 3 die verschiedenen Stufen 381, 382 und 383 und die jeweils zugehörigen Komponenten nur in der Dampfturbine 353 mit Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

20 Wie aus Figur 3 ferner ersichtlich, sind die Rotoren der beiden Axialturbinen 352 und 353 fliegend gelagert. Dies bedeutet, dass die Rotoren der beiden Dampfturbinen 352 und 353 nicht in dem jeweiligen Turbinengehäuse 352a bzw. 353a sondern lediglich (mittels der Welle 332a) an dem Gehäuse des  
25 zentralen Getriebes 330 gelagert sind. Zu diesem Zweck ist links und rechts an dem Gehäuse des zentralen Getriebes 330 jeweils ein Lager 332b vorgesehen. In dem Turbinengehäuse 352a bzw. 353a sind entsprechend einer "fliegenden Anordnung"  
30 des jeweiligen Rotors keine Lagerelemente vorhanden.

Es wird darauf hingewiesen, dass gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel die Lager 332b Radiallager sind. Eine  
35 axiale Lagerung wird hier mittels des zweiten Ritzels 332 realisiert, welches, wie in Figur 3 ersichtlich, links und rechts jeweils eine Schulter aufweist, wobei die beiden Schultern in axialer Richtung mit dem Zahnrad 334 in Eingriff stehen. Damit wird eine im Betrieb der Dampfturbine 353 er-

zeugter Axialschub nach links über die beiden Schultern des Ritzels 332 und das Zahnrad 334 auf das Lager 338 übertragen und von diesem aufgenommen.

5

Figur 4 zeigt ein Turbinensystem 410, welches sich von dem in Figur 3 dargestellten Turbinensystem 310 lediglich darin unterscheidet, dass an der Welle 332a zusätzlich eine vierte als Axialturbine ausgebildete Dampfturbine 454 angeordnet ist, welche ein Gehäuse 454a aufweist. Damit wird bei diesem Ausführungsbeispiel die zentrale Antriebswelle 336 von insgesamt vier Dampfturbinen angetrieben, wobei die vierte Dampfturbine 454 mittels einer nicht dargestellten dritten Fluidleitung der dritten Dampfturbine 353 nachgeschaltet ist. Dabei sind der dritten Fluidleitung in entsprechender Weise eine nicht dargestellte zweite Anschlusseinrichtung sowie eine ebenfalls nicht dargestellte zweite Regeleinrichtung zur Regelung der Menge des aus der dritten Fluidleitung entnommenen Arbeitsfluids und/oder zur Regelung der Menge des in die dritte Fluidleitung zusätzlich eingespeisten Arbeitsfluids zugeordnet.

10

15

20

## Patentansprüche

1. Turbinensystem (110, 310, 410), aufweisend  
eine erste Turbine (151, 251, 351),  
5 eine zweite Turbine (152, 252, 352),  
eine dritte Turbine (153, 253, 353),  
ein zentrales Getriebe (130, 230, 330), welches ein-  
gangsseitig mit den drei Turbinen (151, 251, 351; 152, 252,  
352; 153, 253, 353) mechanisch gekoppelt ist und welches aus-  
gangsseitig einen mechanische Anschluss (337) aufweist, an  
10 welchen eine mechanische Energie aufnehmende Arbeitsmaschine  
(120, 220) anschließbar ist,  
eine erste Fluidleitung (161, 261) zum Weiterleiten ei-  
nes Arbeitsfluids von der ersten Turbine (151, 251, 351) zu  
15 der zweiten Turbine (152, 252, 352),  
eine zweite Fluidleitung (162, 262) zum Weiterleiten des  
Arbeitsfluids von der zweiten Turbine (152, 252, 352) zu der  
dritten Turbine (153, 253, 353),  
eine erste Anschlusseinrichtung (171, 271), welche der  
20 ersten Fluidleitung (161, 261) zugeordnet ist und welche der-  
art eingerichtet ist, dass ein erster Teilmassenstrom (171a)  
des Arbeitsfluids von der ersten Fluidleitung (161, 261) ent-  
nehmbar oder der ersten Fluidleitung (161, 261) zuführbar  
ist, und  
25 eine zweite Anschlusseinrichtung (172, 272), welche der  
zweiten Fluidleitung (162, 262) zugeordnet ist und welche  
derart eingerichtet ist, dass ein zweiter Teilmassenstrom  
(172a) des Arbeitsfluids von der zweiten Fluidleitung (162,  
262) entnehmbar oder der zweiten Fluidleitung (162, 262) zu-  
30 führbar ist.
2. Turbinensystem (110, 310, 410) gemäß dem vorangehenden An-  
spruch, ferner aufweisend  
eine erste Regelungseinrichtung (171b), welche der ers-  
35 ten Anschlusseinrichtung (171) zugeordnet ist, zum Einstellen  
der Stärke des ersten Teilmassenstroms (171a) und/oder

eine zweite Regelungseinrichtung (172b), welche der zweiten Anschlusseinrichtung (172, 272) zugeordnet ist, zum Einstellen der Stärke des zweiten Teilmassenstroms (172a).

5 3. Turbinensystem (110, 310, 410) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei  
die erste Turbine (151, 251, 351) und die zweite Turbine (152, 252, 352) über eine gemeinsame Welle (131a, 331a) mit dem zentralen Getriebe (130, 230, 330) gekoppelt sind, wobei  
10 insbesondere eine der beiden Turbinen (151, 251, 351; 152, 252, 352) an einer ersten Seite des zentralen Getriebes (130, 230, 330) und die andere der beiden Turbinen (151, 251, 351; 152, 252, 352) an einer zweiten Seite des zentralen Getriebes (130, 230, 330) angeordnet ist, wobei die erste Seite gegenüberliegend zu der zweiten Seite ist.  
15

4. Turbinensystem (110, 310, 410) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die erste Turbine (151, 251, 351) und die dritte Turbine (153, 253, 353) derart mit dem zentralen  
20 Getriebe (130, 230, 330) gekoppelt sind, dass die erste Turbine (151, 251, 351) mit einer ersten Rotationsfrequenz und die dritte Turbine (153, 253, 353) mit einer zweiten Rotationsfrequenz betreibbar ist, wobei die erste Rotationsfrequenz unterschiedlich ist zu der zweiten Rotationsfrequenz.  
25

5. Turbinensystem (110, 310, 410) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei  
zumindest eine der drei Turbinen (151, 251, 351; 152, 252, 352; 153, 253, 353) eine Radialturbine ist.  
30

6. Turbinensystem (110, 310, 410) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei  
zumindest eine der drei Turbinen (151, 251, 351; 152, 252, 352; 153, 253, 353) eine Axialturbine ist.  
35

7. Turbinensystem (110, 310, 410) gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei

der Rotor der Axialturbine (353) mit einer Axialwelle (385) gekoppelt ist, welche auf der Seite des zentralen Getriebes (330) gelagert ist und welche in einem Gehäuse (353a) der Axialturbine (353) lagerfrei angeordnet ist.

5

8. Turbinensystem (110, 310, 410) gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei

der Rotor der Axialturbine (353) mehrere Turbinenstufen (381, 382, 383) aufweist, wobei jede Turbinenstufe (381, 382, 383)

10 um die Axialwelle (385) herum angeordnet

(a) eine Reihe von am Rotor angebrachten rotierbaren Laufschaufeln (381a, 382a, 383a) und

(b) eine Reihe von am Gehäuse (353a) angebrachten stationären Leitschaufeln (381a, 381b) aufweist.

15

9. Turbinensystem (110, 310, 410) gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei

die Laufschaufeln (381a, 382a, 383a) einer Reihe an einem Laufschaufelträger angebracht sind und wobei

20 die mehreren Laufschaufelträger mittels einer Zugeinrichtung (386) auf der Axialwelle (385) fixiert sind.

10. Turbinensystem (110, 410) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, ferner aufweisend

25 eine vierte Turbine (154, 454), welche mit dem zentralen Getriebe (130, 330) mechanisch gekoppelt ist,

eine dritte Fluidleitung (163) zum Weiterleiten des Arbeitsfluids von der dritten Turbine (153, 353) zu der vierten Turbine (154, 454 und

30 eine dritte Anschlusseinrichtung (173), welche der dritten Fluidleitung (163) zugeordnet ist und welche derart eingerichtet ist, dass ein dritter Teilmassenstrom (173a) des Arbeitsfluids von der dritten Fluidleitung (163) entnehmbar oder der dritten Fluidleitung (163) zuführbar ist.

35

11. Turbinenanlage (100), 200 aufweisend

ein Turbinensystem (110, 310, 410) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, und

eine Arbeitsmaschine (120, 220), welche mit dem mechanischen Anschluss des zentralen Getriebes (130, 230) gekoppelt ist.

- 5 12. Verfahren zum Betreiben einer Arbeitsmaschine (120, 220), das Verfahren aufweisend
- Bereitstellen eines eine Energie enthaltenden Arbeitsfluids,
- 10 Zuführen des Arbeitsfluids zu einem Turbinensystem (110, 310) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 10, wobei das Turbinensystem (110, 310) zumindest einen Teil der Energie des Arbeitsfluids entnimmt und zumindest einen Teil der entnommenen Energie in mechanische Arbeit umwandelt, und
- 15 Betreiben der Arbeitsmaschine (120, 220) mit der umgewandelten mechanischen Arbeit.

FIG 1

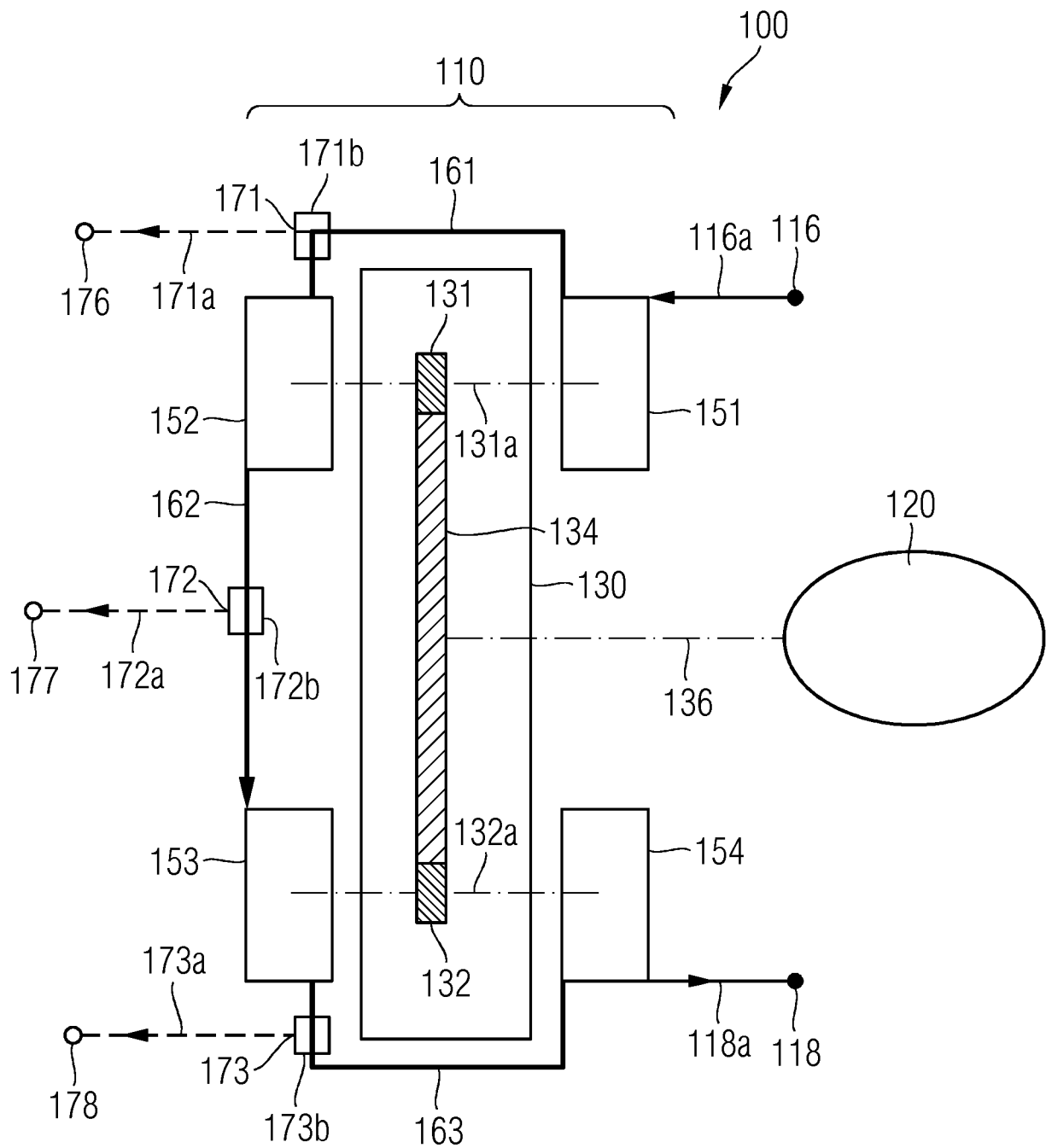


FIG 2

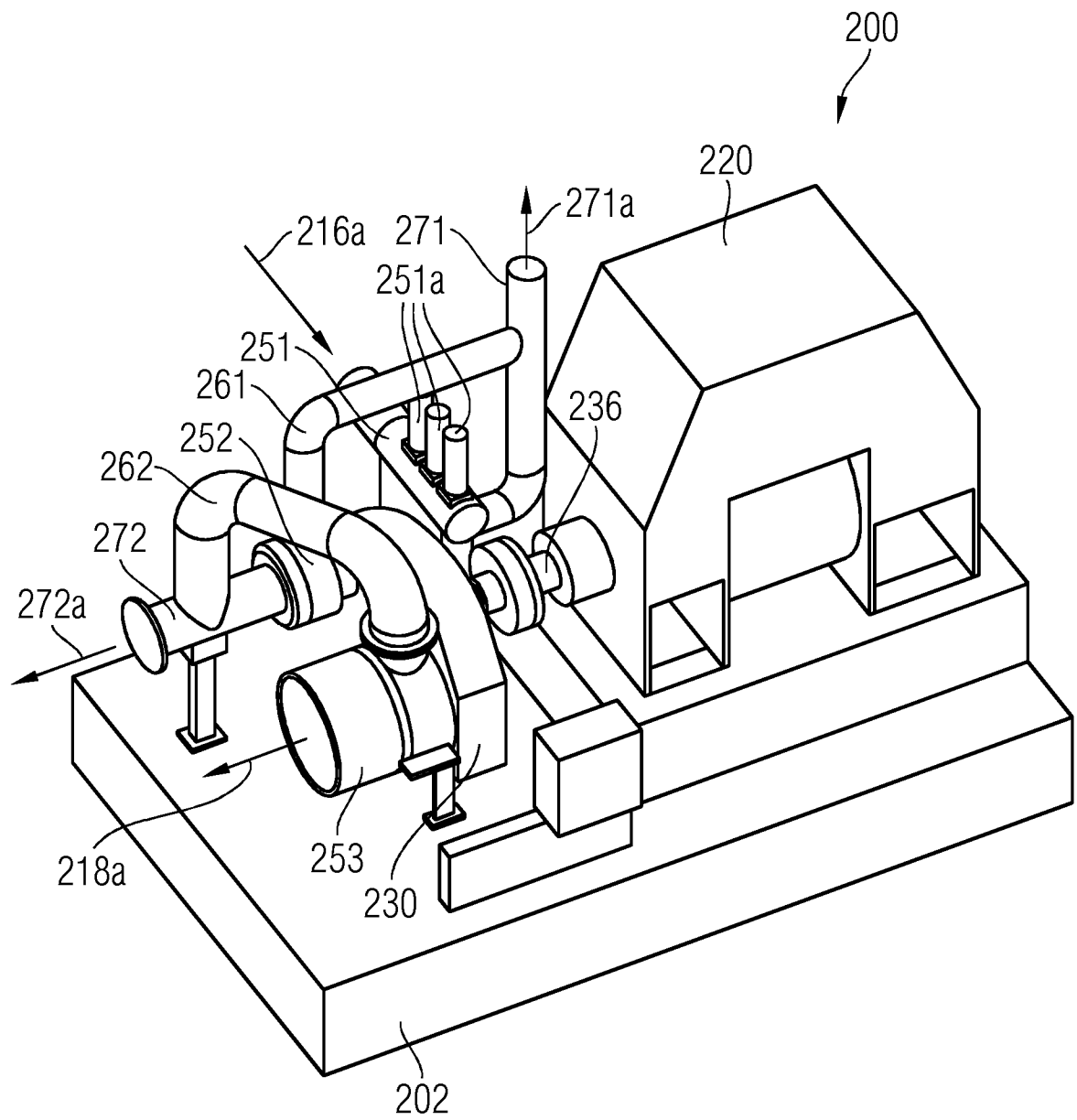


FIG 3

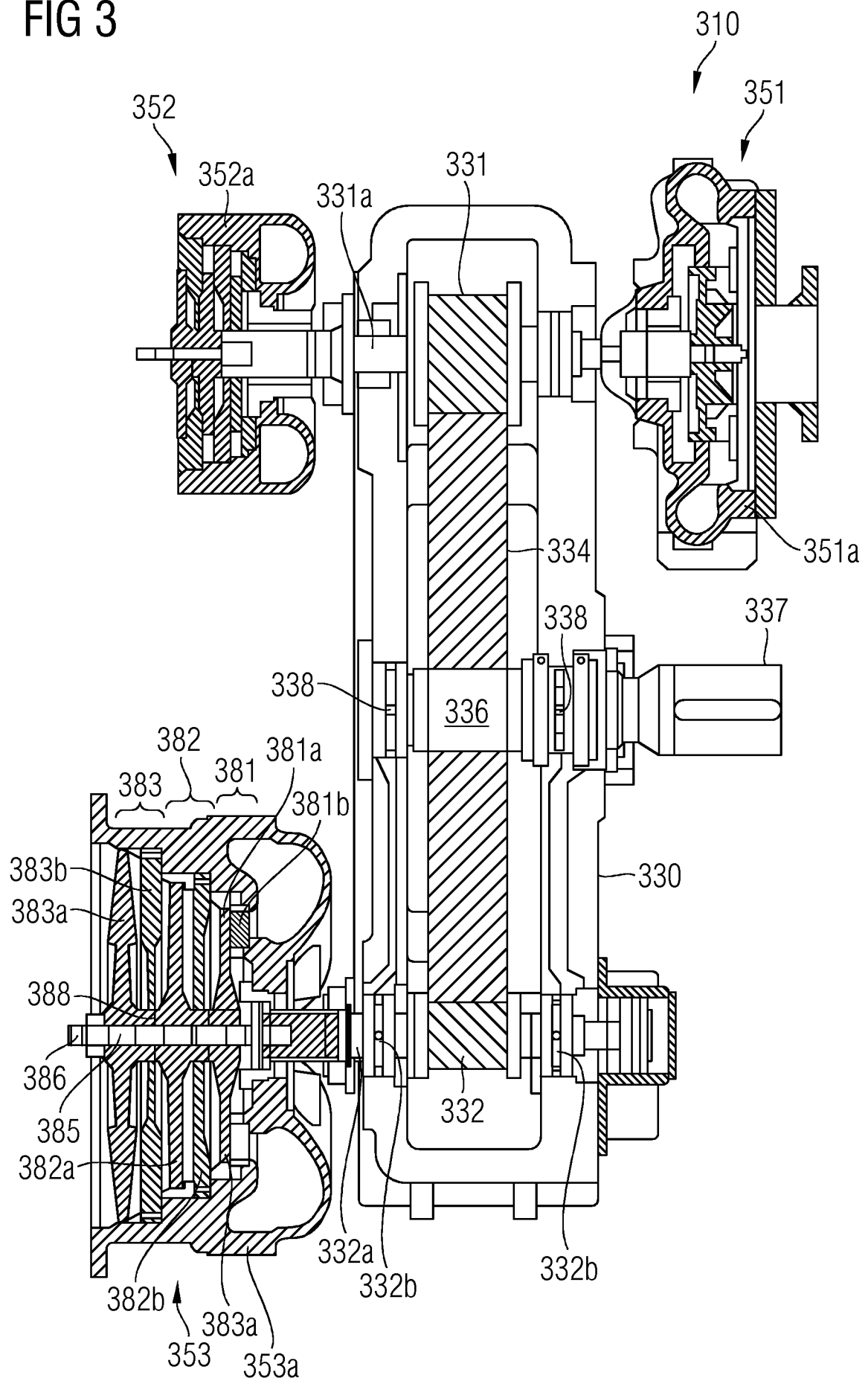
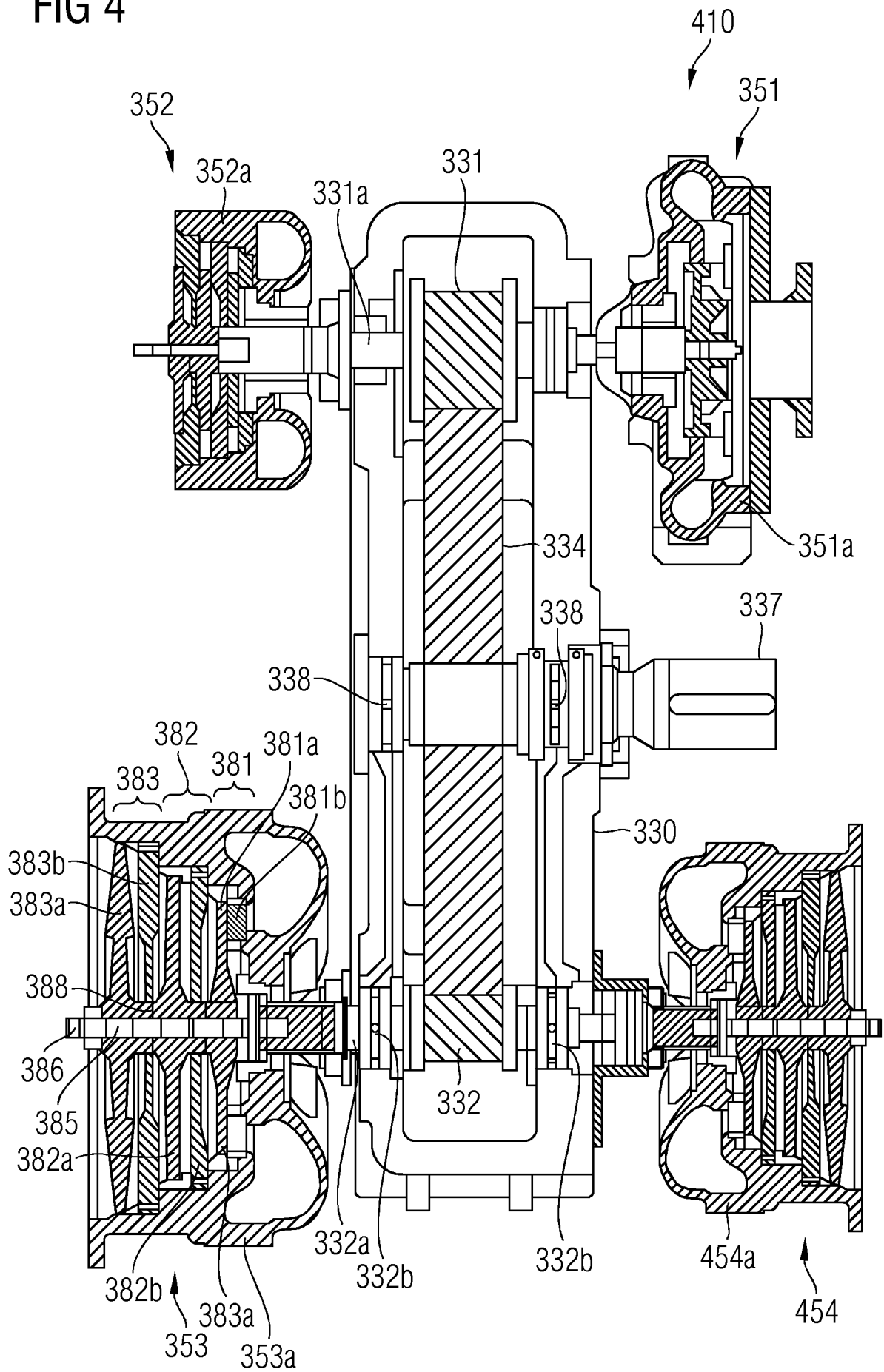


FIG 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/055341

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F01D13/00 F01D13/02 F01D15/12  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | FR 633 903 A (BOLTSHAUSER)<br>6 February 1928 (1928-02-06)<br>page 2, line 31 - page 3, line 14; figure 1                         | 1,2,4-6,<br>11,12     |
| Y         | -----<br>FR 2 518 644 A1 (CIT ALCATEL [FR]<br>INTELAUTOMATISME [FR])<br>24 June 1983 (1983-06-24)<br>page 2, lines 2-27; figure 1 | 1                     |
| A         | -----<br>GB 370 371 A (SIEMENS AG)<br>7 April 1932 (1932-04-07)<br>page 1, lines 55-87; figure 1                                  | 1                     |
| Y         | -----<br>EP 0 355 545 A1 (ALSTHOM GEC [FR])<br>28 February 1990 (1990-02-28)<br>column 2, line 28 - column 3, line 8;<br>figure 3 | 1                     |
|           | -----<br>-/-                                                                                                                      |                       |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 July 2013

Date of mailing of the international search report

15/07/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Steinhauser, Udo

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/055341

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                       |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category*                                            | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                      | Relevant to claim No. |
| A                                                    | FR 555 683 A (BBC BROWN BOVERI & CIE)<br>4 July 1923 (1923-07-04)<br>page 2, lines 65-84; figure 1<br>-----                                                                                                                                                             | 1                     |
| A                                                    | MECH C: "A NEW CONCEPT IN MEDIUM STEAM<br>TURBINES: THE TM RANGE",<br>TECHNICAL REVIEW GEC ALSTHOM, GEC ALSTHOM,<br>PARIS, FR,<br>no. 18, 1 October 1995 (1995-10-01), pages<br>1-08, XP000552046,<br>ISSN: 1148-2893<br>The TM turbine principle;<br>figure 2<br>----- | 1-12                  |
| A                                                    | GB 575 812 A (BBC BROWN BOVERI & CIE)<br>6 March 1946 (1946-03-06)<br>page 1, lines 69-98; figures 1,2<br>-----                                                                                                                                                         | 1-12                  |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/055341

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date       |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|
| FR 633903                                 | A                   | 06-02-1928                 | NONE                      |
| FR 2518644                                | A1                  | 24-06-1983                 | NONE                      |
| GB 370371                                 | A                   | 07-04-1932                 | NONE                      |
| EP 0355545                                | A1                  | 28-02-1990                 | DE 68902198 D1 27-08-1992 |
|                                           |                     |                            | DE 68902198 T2 21-01-1993 |
|                                           |                     |                            | EP 0355545 A1 28-02-1990  |
|                                           |                     |                            | ES 2034532 T3 01-04-1993  |
|                                           |                     |                            | FR 2635561 A1 23-02-1990  |
|                                           |                     |                            | JP H0281906 A 22-03-1990  |
|                                           |                     |                            | US 4953355 A 04-09-1990   |
| FR 555683                                 | A                   | 04-07-1923                 | NONE                      |
| GB 575812                                 | A                   | 06-03-1946                 | NONE                      |

| <b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b><br>INV. F01D13/00 F01D13/02 F01D15/12<br>ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                |                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                |                                                       |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b><br>Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)<br>F01D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                |                                                       |
| Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                |                                                       |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)<br>EPO-Internal, WPI Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                |                                                       |
| <b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                |                                                       |
| Kategorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                             | Betr. Anspruch Nr.                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | FR 633 903 A (BOLTSHAUSER)<br>6. Februar 1928 (1928-02-06)<br>Seite 2, Zeile 31 - Seite 3, Zeile 14;<br>Abbildung 1            | 1,2,4-6,<br>11,12                                     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | FR 2 518 644 A1 (CIT ALCATEL [FR]<br>INTELAUTOMATISME [FR])<br>24. Juni 1983 (1983-06-24)<br>Seite 2, Zeilen 2-27; Abbildung 1 | 1                                                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | GB 370 371 A (SIEMENS AG)<br>7. April 1932 (1932-04-07)<br>Seite 1, Zeilen 55-87; Abbildung 1                                  | 1                                                     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | EP 0 355 545 A1 (ALSTHOM GEC [FR])<br>28. Februar 1990 (1990-02-28)<br>Spalte 2, Zeile 28 - Spalte 3, Zeile 8;<br>Abbildung 3  | 1                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -----<br>-/-                                                                                                                   |                                                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                |                                                       |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist<br>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |                                                                                                                                |                                                       |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts   |
| 1. Juli 2013                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                | 15/07/2013                                            |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Steinhauser, Udo |

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Kategorie*                                            | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                                                                                                                           | Betr. Anspruch Nr. |
| A                                                     | FR 555 683 A (BBC BROWN BOVERI & CIE)<br>4. Juli 1923 (1923-07-04)<br>Seite 2, Zeilen 65-84; Abbildung 1<br>-----                                                                                                                                                            | 1                  |
| A                                                     | MECH C: "A NEW CONCEPT IN MEDIUM STEAM<br>TURBINES: THE TM RANGE",<br>TECHNICAL REVIEW GEC ALSTHOM, GEC ALSTHOM,<br>PARIS, FR,<br>Nr. 18, 1. Oktober 1995 (1995-10-01),<br>Seiten 1-08, XP000552046,<br>ISSN: 1148-2893<br>The TM turbine principle;<br>Abbildung 2<br>----- | 1-12               |
| A                                                     | GB 575 812 A (BBC BROWN BOVERI & CIE)<br>6. März 1946 (1946-03-06)<br>Seite 1, Zeilen 69-98; Abbildungen 1,2<br>-----                                                                                                                                                        | 1-12               |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/055341

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| FR 633903                                          | A                             | 06-02-1928                        | KEINE                         |
| FR 2518644                                         | A1                            | 24-06-1983                        | KEINE                         |
| GB 370371                                          | A                             | 07-04-1932                        | KEINE                         |
| EP 0355545                                         | A1                            | 28-02-1990                        | DE 68902198 D1 27-08-1992     |
|                                                    |                               |                                   | DE 68902198 T2 21-01-1993     |
|                                                    |                               |                                   | EP 0355545 A1 28-02-1990      |
|                                                    |                               |                                   | ES 2034532 T3 01-04-1993      |
|                                                    |                               |                                   | FR 2635561 A1 23-02-1990      |
|                                                    |                               |                                   | JP H0281906 A 22-03-1990      |
|                                                    |                               |                                   | US 4953355 A 04-09-1990       |
| FR 555683                                          | A                             | 04-07-1923                        | KEINE                         |
| GB 575812                                          | A                             | 06-03-1946                        | KEINE                         |