

(19)



(11)

EP 2 362 073 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.08.2011 Patentblatt 2011/35

(51) Int Cl.:
F01K 9/02 (2006.01) F01K 17/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10164091.0**

(22) Anmeldetag: **27.05.2010**

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

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT 80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Früh, Tilman 91052 Erlangen (DE)**
• **Haje, Detlef 02828 Görlitz (DE)**
• **Wechsung, Michael 45470 Mülheim an der Ruhr (DE)**

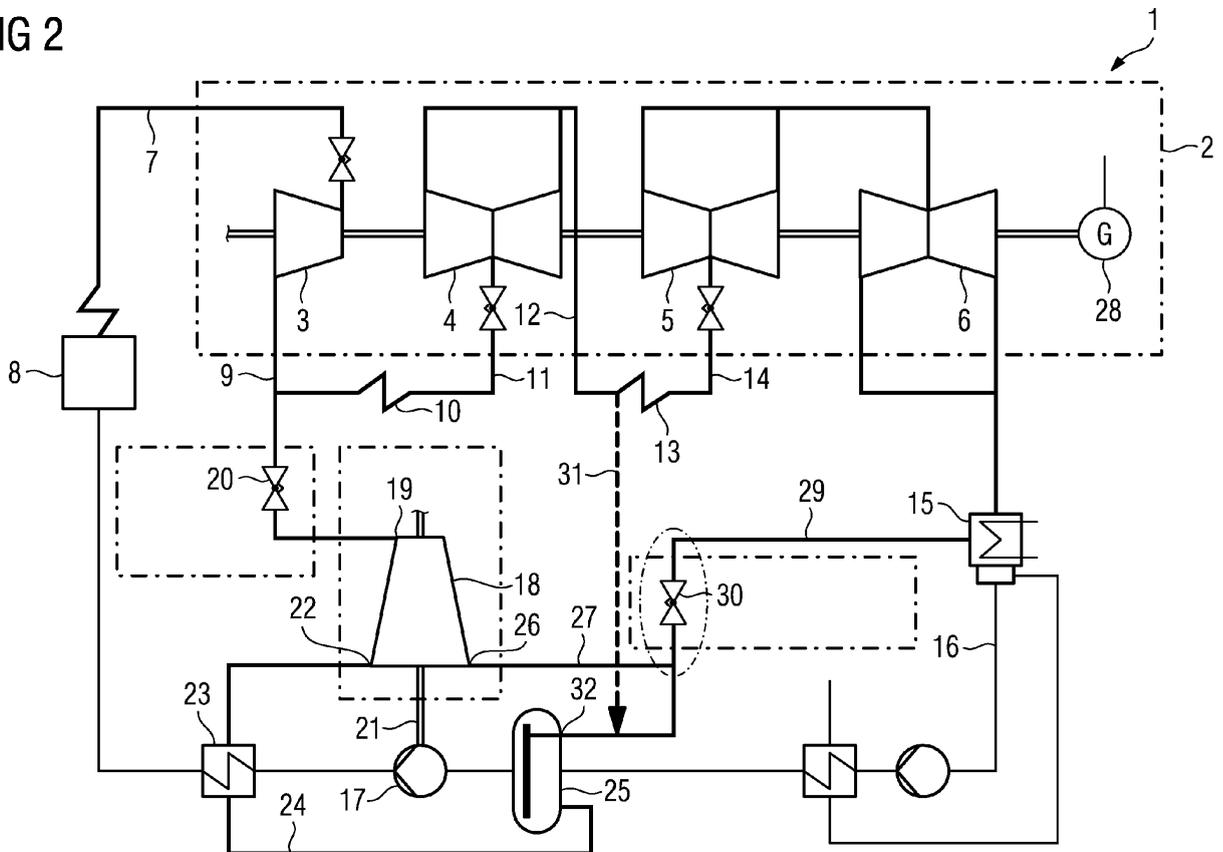
(30) Priorität: **23.02.2010 DE 102010009130**

(54) **Dampfkraftwerk umfassend eine Tuning-Turbine**

(57) Die Erfindung betrifft ein Dampfkraftwerk (1) mit einer Speisepumpen-Antriebsturbine (18), die aus-

gangsseitig zusätzlich mit einem Hauptkondensator (15) verbunden ist.

FIG 2



EP 2 362 073 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Dampfkraftwerk umfassend einen Hauptturbosatz, einen Kondensator, eine Speisewasserpumpe, eine Tuning-Turbine zum Antreiben der Speisewasserpumpe, wobei die Tuning-Turbine als Dampfturbine ausgebildet ist, wobei ein Dampfauslaß mit einer Dampfzuführung aus dem Turbosatz strömungstechnisch verbunden ist.

[0002] In Dampfkraftwerken bzw. in Kraftwerksprozessen wird Speisewasser verwendet, um in einem Dampferzeuger zu komprimierten und hoch temperierten Dampf umzuwandeln, der anschließend in einem Dampf-Hauptturbosatz thermisch umgewandelt wird. Das Speisewasser wird mit Hilfe von sogenannten Kesselspeisepumpen gegen den Widerstand des Frischdampf-Druckes in den Kessel bzw. Dampferzeuger gepumpt. Häufig werden diese Kesselspeisepumpen durch Dampfturbinen angetrieben und als Speisepumpen-Antriebsturbine (SPAT) bezeichnet. Bei der Auslegung dieser Pumpen-Antriebssysteme muss berücksichtigt werden, dass die Kesselspeisepumpe in Extremfällen einen 20% bis 30% erhöhten Leistungsbedarf benötigt (Bypass-Betrieb des Hauptturbosatzes). Dieser erhöhte Leistungsbedarf muss durch die Speisepumpen-Antriebsturbine bereitgestellt werden. Dazu wird bei der Konstruktion bzw. Schaltung der Speisepumpen-Antriebsturbine eine entsprechende Reserve berücksichtigt und vorgehalten.

[0003] In herkömmlichen oder typischen Kraftwerksprozessen mit einer einfachen oder doppelten Zwischenüberhitzereinheit wird die Speisepumpen-Antriebsturbine aus einer Anzapfung der Hauptdampfturbine gespeist (bei einem Druckniveau zwischen 10 und 15 bar) und anschließend auf ein Kondensatorniveau expandiert. Die Speisepumpen-Antriebsturbine kann hierbei einen eigenen Kondensator haben oder der Abdampf der Speisepumpen-Antriebsturbine wird auf den Kondensator der Hauptdampfturbine geleitet. Im Falle einer erhöhten Leistungsanforderung wird die Speisepumpen-Antriebsturbine zusätzlich aus einer Anzapfung gespeist, die einen höheren Druck aufweist (typischerweise aus der kalten Zwischenüberhitzung).

[0004] Problematisch ist, wenn die Speisepumpen-Antriebsturbine als sogenannte Tuning-Turbine mit einer Speisung aus einer obersten Anzapfung der Hauptdampfturbine und Abdampf auf einen Regenerativ-Vorwärmer ausgeführt ist. Denn in diesem Fall ist eine Steigerung der Leistung durch ein Umschalten auf eine im Druck höhere Anzapfung nicht möglich. Eine mögliche technische Lösung zur Sicherstellung der Leistungsreserve ist eine ausreichende Vordrosselung der Speisepumpen-Antriebsturbine im Nennbetrieb. Solch eine Androsselung ist aber vom Standpunkt des Wirkungsgrades her im Dauerbetrieb ein Nachteil.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Speisepumpen-Antriebsturbine besser auszulasten.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Dampfkraftwerk gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren

zum Betreiben einer Tuning-Turbine in einem Dampfkraftwerk gemäß Anspruch 4.

[0007] Eine erhöhte Leistungsanforderung an die Speisepumpen-Antriebsturbine erfolgt in dem Falle, dass Drosselorgane vor der Speisepumpen-Antriebsturbine bereits komplett bzw. voll geöffnet sind, durch Umschalten des Abdampfes auf den Hauptkondensator. Dabei muss wiederum ein Drosselorgan zwischen der Speisepumpen-Antriebsturbine-Abdampf und Kondensator den Gegendruck so einstellen, dass entweder dieses Drosselorgan die Leistungs- bzw. Drehzahlregelung übernimmt oder der Druck am Speisepumpen-Antriebsturbine-Abdampf so abgesenkt wird, dass zum einen die Beschaulung der Speisepumpen-Antriebsturbine nicht überlastet wird und zum anderen die Drosselorgane vor der Speisepumpen-Antriebsturbine wieder eine Regelreserve aufweisen. Dadurch ist es möglich, für die Speisepumpen-Antriebsturbine ein erhöhtes Enthalpiegefälle bereitzustellen, so dass eine höhere Leistung erreicht werden kann. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass der Abdampfdruck abgesenkt wird. Im Stand der Technik wird dies durch eine Anhebung des Zudampfdruckes erreicht, welcher bei der vorgesehenen Anwendung aufgrund der vorteilhaften Verschaltung der Speisepumpen-Antriebsturbine auf die oberen Anzapfungen des Hauptturbosatzes nicht mehr möglich ist.

[0008] In einer alternativen Ausführungsform kann anstelle des Hauptkondensators eine Umschaltung auch auf einen (hinsichtlich des Druckes) tiefer liegenden Vorwärmer erfolgen.

[0009] In einer weiteren alternativen Ausführungsform kann der Abdampf der Speisepumpen-Antriebsturbine in einen Leitungsabschnitt oder einem Turbinengehäuse der Hauptdampfturbine eingeleitet werden. In diesem Falle sind regelungstechnische Maßnahmen zu treffen, die im Falle eines Schnellschlusses der Hauptdampfturbine ein sicheres Abfahren gewährleisten, z. B. durch doppelte Absperrungen, leittechnische Ausführung entsprechend der sicherheitstechnischen Bedeutung.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird der Vorwärmer bzw. die Einspeisestelle als Funktion der Speisepumpen-Leistungsanforderung gezielt ausgewählt. Dies könnte auch als "Wanderabdampf" bezeichnet werden.

[0011] In einer Ausgestaltung der Erfindung wird die Tuning-Turbine bzw. Speisepumpen-Antriebsturbine mit Anzapfungen ausgeführt, welche zur regenerativen Speisewasservorwärmung der Dampfkraftanlage dienen. Dadurch wird eine angepasste Temperatur des Anzapfdampfes erreicht und ein Exergieverlust für die Speisewasservorwärmung vermieden, was sich vorteilhaft auf den Gesamtwirkungsgrad der Gesamtanlage auswirkt.

[0012] Ein wesentlicher Vorteil ist, dass die neue Lösung einen Wirkungsgrad optimierten Schaltung für den Nennbetrieb anbietet, bei dem die Tuning-Turbine bzw. Speisepumpen-Antriebsturbine ohne eine wesentliche Drosselung betrieben werden kann (dadurch hoher Wir-

kungsgrad im lang andauernden Nennbetrieb bzw. im oberen Teillastbetrieb). Dieser Vorteil stellt zudem eine Wahrung der sicheren Betreibbarkeit des Hauptturbosatzes und der Tuning-Turbine bzw. Speisepumpen-Antriebsturbine bei Sonderlastfällen wie Bypassbetrieb der Hauptdampfturbine dar.

[0013] In einem sogenannten letzteren Betriebspunkt wird aufgrund der Umschaltung eine Mehrleistung erreicht, die allerdings mit einem geringeren Wirkungsgrad verbunden ist, was aufgrund der kurzen Betriebsdauer im Bypassbetrieb durchaus akzeptiert werden kann.

[0014] Um einen sicheren und zuverlässigen Betrieb der Tuning-Turbine bzw. Speisepumpen-Antriebsturbine auch bei unterschiedlichen Anforderungen des Hauptturbosatzes zu ermöglichen, ist eine parallele Stützung einzelner oder mehrerer Vorwärmer inklusive des Speisewasserbehälters, welche durch Anzapfungen bzw. Abdampf der Speisepumpen-Antriebsturbine versorgt werden, aus dem Hauptturbosatz oder dem Wasser-Dampf-Kreislauf vorzusehen. Im Falle einer moderaten Erhöhung der Leistungsanforderung der Speisepumpen-Antriebsturbine bzw. Tuning-Turbine können Anzapfmassenströme reduziert werden und durch Stützungsmassenströme ersetzt werden. Vorteilhaft ist die Tuning-Turbine bzw. Speisepumpen-Antriebsturbine mit einer Drosselreserve ausgelegt, die typische lange langzeitige Betriebsarten ohne Umschaltung auf den Kondensator abdecken können.

[0015] Erfindungsgemäß wird die Leistungsanforderung durch Erhöhung des Gefälles nicht durch erhöhten Druck am Eintritt realisiert, sondern durch Absenkung des Gegendrucks. Eine Erhöhung des Druckes am Eintritt wäre nur möglich durch Stützen der Speisepumpen-Antriebsturbine aus dem Frischdampf, was aber zur Folge haben würde, dass die Speisepumpen-Antriebsturbine einen großen Temperatursprung verkraften müsste und für vergleichsweise hohe Eintrittstemperaturen ausgelegt werden müsste.

[0016] Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Bauteilbeanspruchung und der Wirkungsgrad sowie die Betreibbarkeit einer Dampfkraftanlage verbessert wird. Die Erfindung ist in besonderer Weise für die Anwendung in Wirkungsgrad kritischen Großkraftwerksanlagen mit einfacher oder doppelter Zwischenüberhitzung einsetzbar.

[0017] Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Figuren zeigen in schematischer Weise folgendes dar:

- Figur 1 ein Dampfkraftwerk gemäß dem Stand der Technik;
 Figur 2 ein erfindungsgemäßes Dampfkraftwerk;
 Figur 3 eine graphische Darstellung der Leistung über den Ventilhub.

[0018] Die Figur 1 zeigt ein Dampfkraftwerk 1 gemäß dem Stand der Technik. Das Dampfkraftwerk 1 umfasst einen Hauptturbosatz 2, der eine Hochdruck-Teilturbine

3, eine erste Mitteldruck-Teilturbine 4 und eine zweite Mitteldruck-Teilturbine 5 sowie eine Niederdruck-Teilturbine 6 umfasst. Die Hochdruck-Teilturbine 3 wird über eine Frischdampfleitung 7 mit einem Dampferzeuger bzw. Kessel 8 mit Frischdampf versorgt. Der aus der Hochdruck-Teilturbine 3 ausströmende Dampf wird in einer kalten Zwischenüberhitzerleitung 9 zu einem ersten Zwischenüberhitzer 10 geführt. In dem ersten Zwischenüberhitzer 10 wird der Dampf erhitzt und anschließend über eine heiße Zwischenüberhitzerleitung 11 zur ersten Mitteldruck-Teilturbine 4 geführt. Der aus der ersten Mitteldruck-Teilturbine 4 ausströmende Dampf wird über eine weitere kalte Zwischenüberhitzerleitung 12 in einen zweiten Zwischenüberhitzer 13 geführt. Dieser Dampf wird wiederum erhitzt und über eine weitere heiße Zwischenüberhitzerleitung 14 zur zweiten Mitteldruck-Teilturbine 5 geführt. Der aus der zweiten Mitteldruck-Teilturbine 5 ausströmende Dampf entspannt in einer Niederdruck-Teilturbine 6 und strömt anschließend in einen Hauptkondensator 15. Im Hauptkondensator 15 kondensiert der entspannte Dampf zu Wasser und wird über eine erste Leitung 16 zu einer Speisewasserpumpe 17 geführt. Durch die Speisewasserpumpe 17 wird das Wasser gegen den Frischdampfdruck in den Dampferzeuger bzw. Kessel 8 gedrückt. Angetrieben wird die Speisewasserpumpe durch eine Speisepumpen-Antriebsturbine (SPAT), die auch als Tuning-Turbine bezeichnet werden kann.

[0019] Die Speisepumpen-Antriebsturbine 18 ist als eine Dampfturbine ausgebildet und wird frischdampfseitig 19 über ein Drosselorgan 20 mit der kalten Zwischenüberhitzerleitung 19 strömungstechnisch verbunden. Die thermische Energie des in der kalten Zwischenüberhitzerleitung 9 befindlichen kalten Zwischenüberhitzerdampfes entspannt in der Speisepumpen-Antriebsturbine 18 und treibt einen nicht näher dargestellten Rotor 21, der schließlich die Speisewasserpumpe 17 antreibt. Die Speisepumpen-Antriebsturbine 18 weist eine Anzapfung 22 auf, aus der Dampf zu einem weiteren Kondensator 23 geführt wird. Der in diesem weiteren Kondensator 23 geleitete Dampf kondensiert zu Wasser und strömt über eine zweite Leitung 24 zu einem Vorwärmer 25. Der ausgangsseitige Abdampf 26 strömt über eine Abdampfleitung 27 ebenfalls zum Vorwärmer 25 und wärmt das Speisewasser vor. Das Drosselorgan 22 ist im Stand der Technik für eine Leistungs- bzw. Drehzahlregelung im Normalbetrieb stark angedrosselt. Der Abdampf der Speisepumpen-Antriebsturbine 18 wird im Normalbetrieb auf den Vorwärmer 25 geleitet. Der Hauptturbosatz 2 treibt schließlich einen elektrischen Generator 28 zur Erzeugung von elektrischer Energie an.

[0020] Die Figur 2 zeigt eine erfindungsgemäße Dampfkraftwerksanlage 1. Der Unterschied zur Dampfkraftanlage 1 gemäß dem Stand der Technik besteht darin, dass die Dampfleitung 27 zusätzlich über eine Kondensatorabdampfleitung 29 zum Hauptkondensator 15 geführt wird. Das bedeutet, dass der aus der Speisepumpen-Antriebsturbine 18 ausströmende Dampf sowohl

zum Vorwärmer 25 als auch zum Hauptkondensator 15 strömen kann. In der Kondensatorabdampfleitung 29 ist ein zweites Drosselorgan 30 angeordnet.

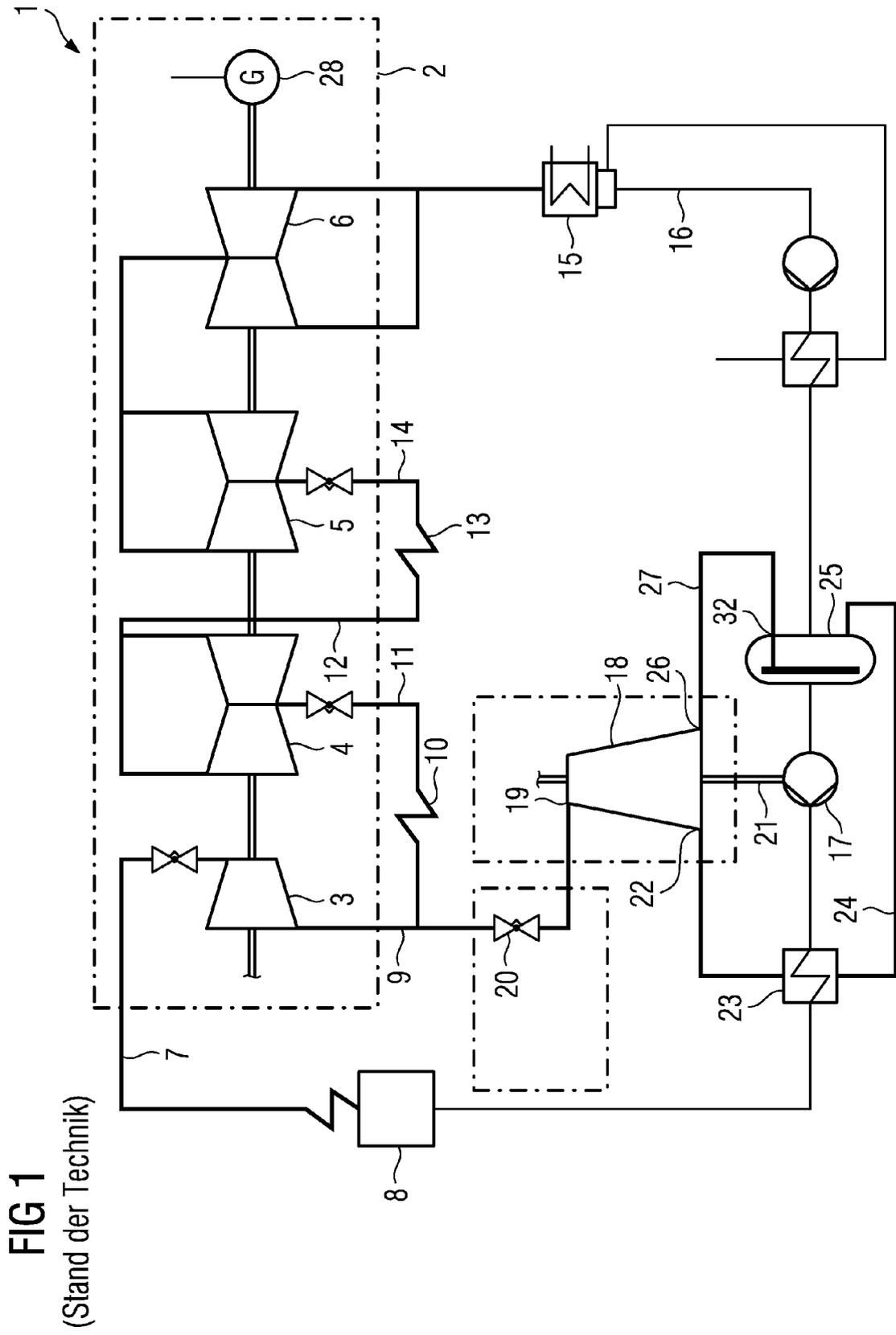
[0021] Das Drosselorgan 30 öffnet zu 100% in einem bestimmten Betriebszustand und gibt damit dem ersten Drosselorgan 20 vor der Speisepumpen-Antriebsturbine 18 einen größeren Regelspielraum. Der Abdampf der Speisepumpen-Antriebsturbine 18 wird bei einem erhöhten Leistungsbedarf der Speisewasserpumpe auf den Hauptkondensator 15 geleitet. 5
10

[0022] In einer vorteilhaften Weiterbildung kann eine Stützleitung 31, die die kalte Zwischenüberhitzerleitung 12 mit einem Eingang 32 des Vorwärmers 25 verbindet, angeordnet werden.

[0023] Die Figur 3 zeigt das Verhältnis zwischen der Leistung 33 und dem Ventilhub 34. Die erste Gerade 35 zeigt den Verlauf der Leistung über den Ventilhub 34, wenn die Kondensatorumschaltung geöffnet ist. Die zweite Gerade 36 zeigt die Leistung über den Ventilhub 34, wenn die Kondensatorumschaltung geschlossen ist. 15
20

Patentansprüche

1. Dampfkraftwerk (1) umfassend einen Hauptturbo- 25
satz (2), einen Kondensator (15), eine Speisewas-
serpumpe (17), eine Tuning-Turbine (18) zum An-
treiben der Speisewasserpumpe (17),
wobei die Tuning-Turbine (18) als Dampfturbine
ausgebildet ist, 30
wobei eine Frischdampfseite (19) mit einer Dampf-
zuführung (9) aus dem Hauptturbosatz (2) strö-
mungstechnisch verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Abdampfleitung (27) der Tuning-Turbine (18) 35
mit dem Hauptkondensator (15) verbunden ist.
2. Dampfkraftwerk (1) nach Anspruch 1,
wobei zwischen der Abdampfleitung (27) und dem
Hauptkondensator (15) ein Drosselorgan (30) ange- 40
ordnet ist.
3. Dampfkraftwerk (1) nach Anspruch 1 oder 2,
wobei die Abdampfleitung (27) mit einem zweiten
Kondensator (23) verbunden ist. 45
4. Verfahren zum Betreiben einer Tuning-Turbine (18)
in einem Dampfkraftwerk (1),
wobei die Tuning-Turbine (18) eine Speisewasser- 50
pumpe (17) antreibt,
wobei die Tuning-Turbine (18) als Dampfturbine
ausgebildet wird und
eine Abdampfleitung (27) der Tuning-Turbine (18)
mit einem Hauptkondensator (15) eines Hauptturbo-
satzes (2) strömungstechnisch verbunden wird. 55



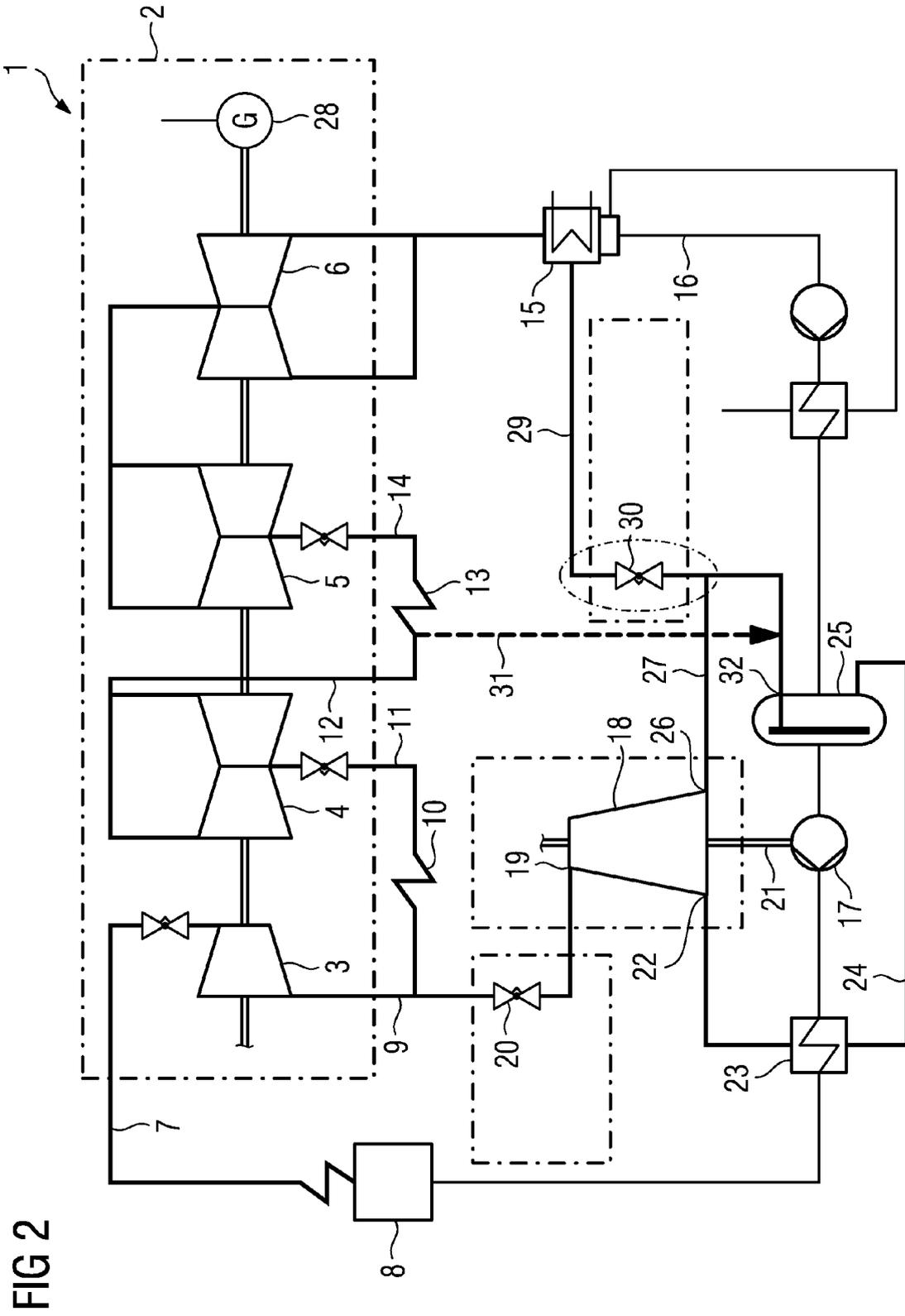
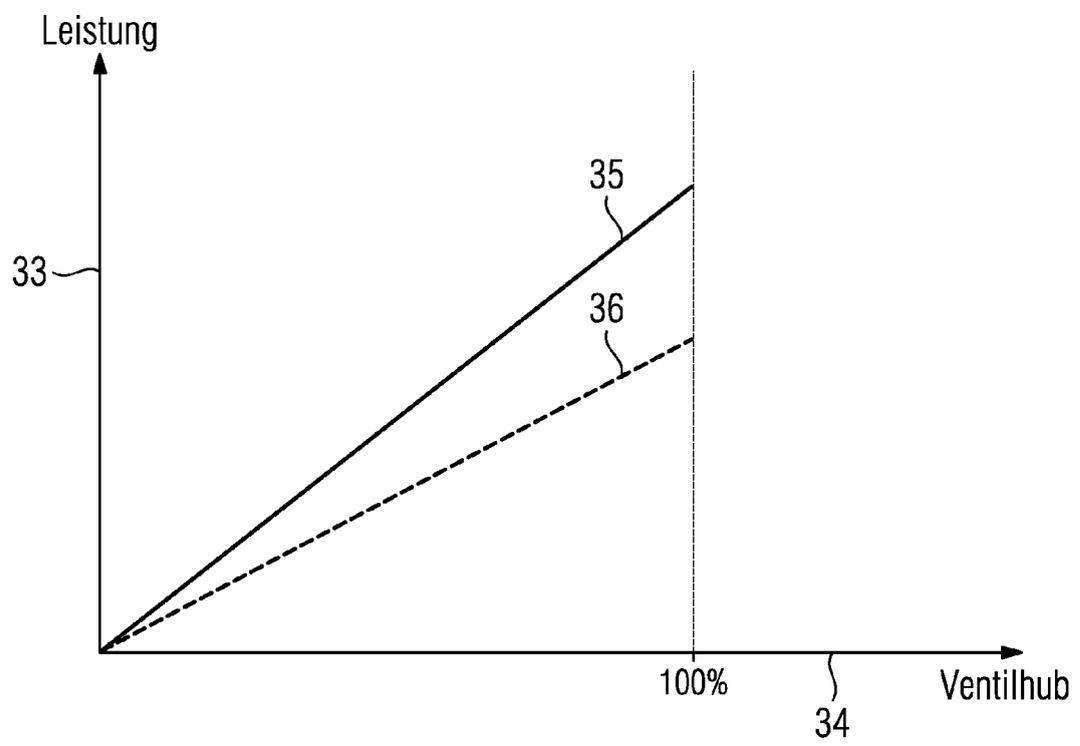


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 10 16 4091

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 58 143106 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 25. August 1983 (1983-08-25) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1,2,4	INV. F01K9/02 F01K17/06
X	US 4 087 860 A (BEATTY JOHN M ET AL) 2. Mai 1978 (1978-05-02) * Abbildung 1 *	1,4	
A	US 4 043 130 A (BROWN ROBERT O ET AL) 23. August 1977 (1977-08-23) * Abbildung 1 *	1,4	
X	US 3 972 196 A (SILVESTRI JR GEORGE J) 3. August 1976 (1976-08-03) * Abbildung 2 *	1,4	
X	WO 94/27033 A1 (SEVILLANA DE ELECTRICIDAD S A [ES]; DIEZ VALLEJO LUIS E [ES]; MENDOZA) 24. November 1994 (1994-11-24) * Abbildungen 1,3 *	1,4	
X	US 5 404 724 A (SILVESTRI JR GEORGE J [US]) 11. April 1995 (1995-04-11) * Abbildung 6 *	1,4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01K
X	US 5 533 337 A (KUSAYAMA YOSIO [JP]) 9. Juli 1996 (1996-07-09) * Abbildungen 1,2 *	1,4	
A	DE 195 07 167 C1 (SIEMENS AG [DE]) 2. Mai 1996 (1996-05-02) * Abbildung 1 *	1-4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Oktober 2010	Prüfer Coquau, Stéphane
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
 EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 10 16 4091

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

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

28-10-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 58143106	A	25-08-1983	KEINE	

US 4087860	A	02-05-1978	AU 518402 B2	01-10-1981
			AU 3740378 A	03-01-1980
			BR 7804237 A	06-03-1979
			CA 1101104 A1	12-05-1981
			ES 471576 A1	01-10-1979
			GB 1598160 A	16-09-1981
			IT 1097471 B	31-08-1985
			JP 1516579 C	07-09-1989
			JP 54039702 A	27-03-1979
			JP 63065841 B	19-12-1988
			MX 144379 A	05-10-1981
			ZA 7803103 A	27-06-1979

US 4043130	A	23-08-1977	KEINE	

US 3972196	A	03-08-1976	IT 1037889 B	20-11-1979
			JP 50149845 A	01-12-1975

WO 9427033	A1	24-11-1994	EP 0652352 A1	10-05-1995
			ES 2116139 A1	01-07-1998

US 5404724	A	11-04-1995	CH 692629 A5	30-08-2002
			DE 19513285 A1	12-10-1995
			JP 8100605 A	16-04-1996

US 5533337	A	09-07-1996	CN 1104744 A	05-07-1995
			JP 3279740 B2	30-04-2002
			JP 7035309 A	07-02-1995

DE 19507167	C1	02-05-1996	WO 9627074 A1	06-09-1996

EPO FORM P0461

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