

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 365 109 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

26.11.2003 Patentblatt 2003/48

(51) Int Cl.7: **F01K 7/22, F01K 3/26**

(21) Anmeldenummer: **02011282.7**

(22) Anmeldetag: **22.05.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

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

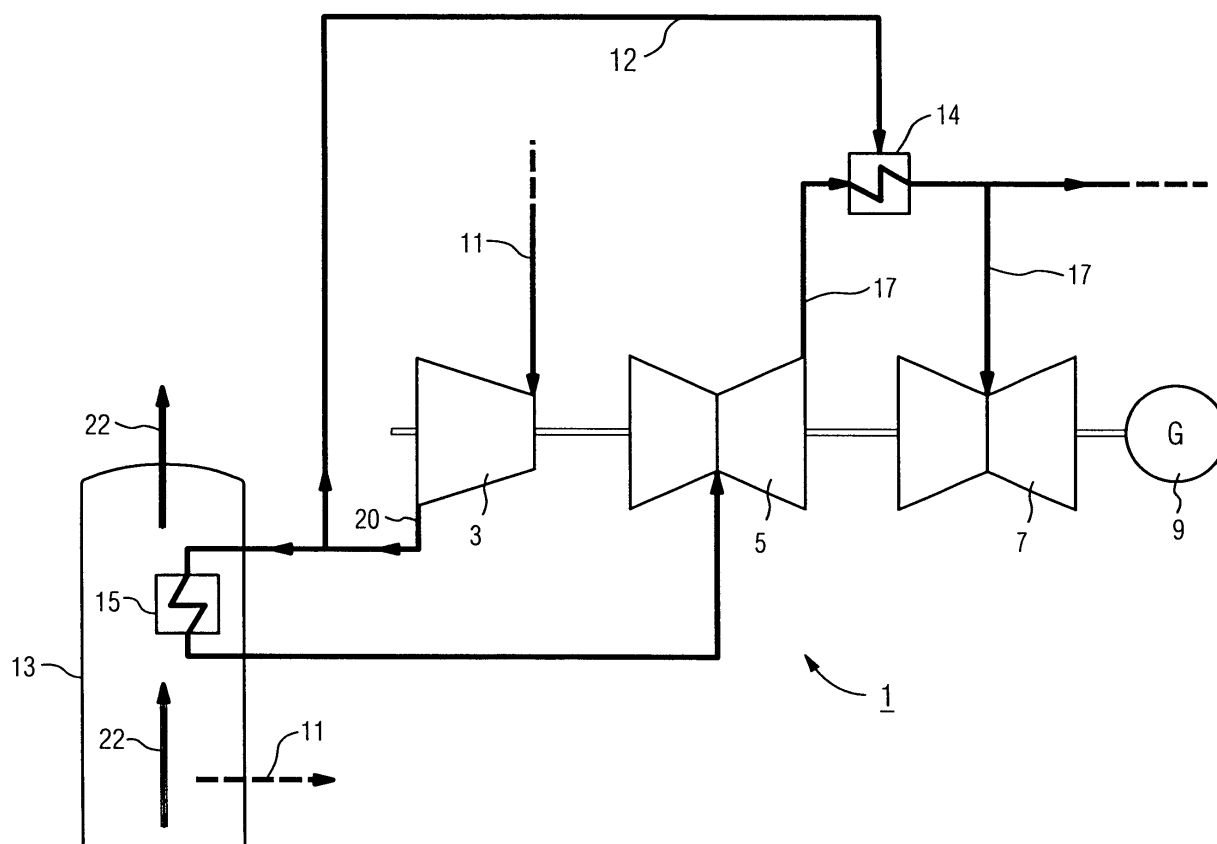
(72) Erfinder: **Wolf, Thorsten
90478 Nürnberg (DE)**

(54) **Dampfturbine**

(57) Bei einer erfindungsgemäßen Dampfturbine (1) ist ein dampfbeheizter Zwischenüberhitzer (14) vorgesehen, welcher in den Dampfkanal (17) zwischen der Mitteldruck- (5) und der Niederdruckstufe (7) der Dampfturbine (1) geschaltet ist.

Der Heizdampf für den Zwischenüberhitzer (14) ist dabei bevorzugt der ersten Zwischenüberhitzung entnommen.

Mittels der Erfindung ist eine Wirkungsgradsteigerung der Dampfturbine (1) erzielbar.



EP 1 365 109 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Dampfturbine mit mindestens einer Hochdruck-, mindestens einer Mittel- und mindestens einer Niederdruckstufe.

[0002] Bekannte Dampfkraftwerke umfassen in der Regel mehrere Dampfturbinen, welchen aus einem Dampfkessel Betriebsdampf hoher Temperatur zugeführt wird. Die in diesem Betriebsdampf enthaltene Energie wird von der Dampfturbine umgesetzt in Rotationsenergie, welche wiederum mittels mindestens eines, mit der oder den Dampfturbinen verbundenen Generators in elektrische Energie umgesetzt wird.

[0003] Um die im Betriebsdampf enthaltene Energie möglichst gut ausnutzen zu können, umfassen bekannte Dampfturbinen oftmals mehrere Turbinenstufen, beispielsweise eine Hochdruck-, eine Mittel- und eine Niederdruckstufe. Bei derartigen Dampfturbinen wird die Restenergie, welche sich im Dampf befindet, nachdem dieser eine Turbinenstufe verlässt, in der darauf folgenden Turbinenstufe ausgenutzt, so dass sich ein möglichst hoher Wirkungsgrad der Dampfturbine ergibt.

[0004] Der Wirkungsgrad von Dampfkraftwerken ist hauptsächlich bestimmt durch den Druck und die Temperatur des den Turbinenstufen zuströmenden Dampfes sowie der Anzahl von Zwischenüberhitzungsstufen sowie deren jeweiliger Überhitzungstemperatur.

[0005] Die Zwischenüberhitzungsstufen bekannter Dampfkraftanlagen sind üblicherweise im Dampfkessel angeordnet, so dass der gesamte Dampf, welcher aus einer Turbinenstufe austritt, im Dampfkessel überhitzt und der nachfolgenden Turbinenstufe zugeführt wird.

[0006] Um die Flexibilität insbesondere im Hinblick auf das Verhalten der Dampfturbinen bei einem Lastsprung zu steigern, werden oftmals die Frischdampfventile von bekannten Dampfturbinen angedrosselt, um im Bedarfsfall diese Ventile innerhalb kurzer Zeit weiter oder komplett öffnen zu können, so dass eine schnelle Turbinenstellreserve realisiert ist, insbesondere um Netzeinbrüche stabilisieren zu können, welche sich beispielsweise in einer (plötzlichen) Abweichung der aktuellen von einer gewünschten Netzfrequenz äußern.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bekannte Dampfturbinen zu verbessern, insbesondere im Hinblick auf den zu erzielenden Wirkungsgrad und ferner im Hinblick auf eine verbesserte Lebensdauer der Laufschaufeln der Dampfturbine, insbesondere der Laufschaufeln des Niederdruckteils.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Dampfturbine mit mindestens einer Hochdruck-, mindestens einer Mittel- und mindestens einer Niederdruckstufe, sowie mindestens einem Dampfkanal, welcher zwischen der Mittel- und der Niederdruckstufe angeordnet ist, so dass Dampf aus der Mittel- und der Niederdruckstufe zugeführbar ist, wobei in den Dampfkanal mindestens ein Zwischenüberhitzer geschaltet ist, welcher mittels Dampf beheizbar ist.

[0009] Im Stand der Technik ist eine ein- und mehrfache Zwischenüberhitzung bekannt, bei der der Gesamtdampf nach Austritt aus der Hochdruckstufe im Dampfkessel mittels einer Zwischenüberhitzungsstufe überhitzt wird. Derartige Zwischenüberhitzungsstufen sind folglich nicht mit Dampf, sondern mit Heißgas beheizt, welches im Dampfkessel geführt wird. Der derart zwischenüberhitzte Dampf wird dann dem Mittel- und dem Niederdruckteil der Turbine zugeleitet.

[0010] Bei derartigen bekannten Dampfturbinen ist es weiterhin üblich, dass der die Mittel- und die Niederdruckstufe verlassende Dampf in einer Überströmungsleitung geführt und dem Niederdruckteil zugeführt wird.

[0011] Ausgehend von diesem Stand der Technik schlägt die Erfindung vor, in den Dampfkanal zwischen dem Mittel- und dem Niederdruckteil einen dampfbeheizten Zwischenüberhitzer zu schalten.

[0012] Der Dampfkanal kann beispielsweise als eine Überströmungsleitung ("Cross over pipe") oder als ein Strömungskanal innerhalb des Turbinengehäuses (z.B. ein Ringkanal) ausgebildet sein.

[0013] Da der Zwischenüberhitzer gemäß der Erfindung nicht mit Heißgas des Dampfkessels, sondern mit Dampf beheizbar ist, wird dieser Zwischenüberhitzer bevorzugt nicht im Dampfkessel, sondern unmittelbar an oder nahe bei der Dampfturbine (z.B. im Turbinengehäuse, wobei der Dampfkanal ein Ringkanal sein kann) angeordnet, so dass die Dampfführung zum erfindungsgemäßen Zwischenüberhitzer, sowohl im Hinblick auf den mittels des Zwischenüberhitzers aufzuheizenden Dampf, als auch dessen Heizdampf gemäß der Erfindung vereinfacht ist.

[0014] Mittels eines derartigen in den Dampfkanal geschalteten dampfbeheizten Zwischenüberhitzers zwischen der Mittel- und der Niederdruckstufe wird daher im Vergleich zum Stand der Technik eine weitere Zwischenüberhitzung erzielt, wodurch der Wirkungsgrad der Dampfturbine verbessert ist.

[0015] Als erfindungsgemäßer Zwischenüberhitzer können in einer Ausführungsform die vorhandenen Laufschaufeln der Dampfturbine genutzt werden.

[0016] Die Verbesserung hat ihre Ursache u.a. darin, dass der Energieumwandlungsprozess der Dampfturbine mittels des erfindungsgemäßen dampfbeheizten Zwischenüberhitzers näher an den idealen Carnot-Kreisprozess herangeführt wird. Außerdem wird mittels des erfindungsgemäßen dampfbeheizten Zwischenüberhitzers die Dampfnässe des Dampfes reduziert.

[0017] Ferner wird die Flexibilität des Betriebes einer erfindungsgemäßen Dampfturbine erhöht, da beispielsweise mittels einer Abschaltung der Dampfversorgung des dampfbeheizten Zwischenüberhitzers eine relativ schnell erreichbare Leistungssteigerung der Dampfturbine erzielbar ist. Ferner wird durch die oben genannte reduzierte Dampfnässe im Dampf, welche der Niederdruckstufe zugeführt ist, die Lebensdauer der Laufschaufeln der Niederdruckstufe erhöht.

[0018] Vorteilhaft ist der Dampf, mittels welchem der

Zwischenüberhitzer beheizbar ist, einem Dampfstrom entnehmbar, welcher einem weiteren Zwischenüberhitzer zugeführt ist.

[0019] Ein derartiger weiterer Zwischenüberhitzer kann beispielsweise im Dampfkessel angeordnet sein. Bei dieser Ausführung der Erfindung ist nun vorgesehen, den Heizdampf für den dampfbeheizten Zwischenüberhitzer dem Dampfstrom zu entnehmen, welcher dem weiteren Zwischenüberhitzer zur Zwischenüberhitzung zugeführt ist.

[0020] In bekannten Dampfkraftanlagen finden sich oftmals mehrere Zwischenüberhitzer, welche auf einem jeweils unterschiedlichen Temperaturniveau arbeiten, so dass daraus leicht ein geeigneter Zwischenüberhitzer ausgewählt werden kann, dessen ihm zugeführter Dampf zum Zweck des Einsatzes als Heizdampf gemäß der Erfindung eine geeignete Temperatur aufweist.

[0021] Der weitere Zwischenüberhitzer kann z.B. derjenige Zwischenüberhitzer sein, mittels welchem die bekannte, so genannte erste Zwischenüberhitzung realisiert ist. Der Dampf, der einem derartigen weiteren Zwischenüberhitzer zugeführt ist, eignet sich besonders für einen Einsatz als Heizdampf im Zusammenhang mit der Erfindung, so dass diesem Dampf vorteilhaft ein Dampfstrom entnommen und dem dampfbeheizten Zwischenüberhitzer als Heizdampf zugeführt ist. Das bei der erfindungsgemäßen dampfbeheizten Zwischenüberhitzung anfallende Kondensat wird vorteilhaft einer vorhandenen dampfseitigen Nebenkondensat-Einspeisung eines Vorwärmers einer Turbinenstufe zugeführt.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist mittels des weiteren Zwischenüberhitzers Dampf aufheizbar, welcher die Hochdruckstufe verlässt und der Mitteldruckstufe zuleitbar ist.

[0023] Dieser Ausführungsform der Erfindung ist der weitere Zwischenüberhitzer derjenige Zwischenüberhitzer, welcher den Dampf aus der Hochdruckstufe zwischenüberhitzt und der Mitteldruckstufe zuleitet. Der Dampf, welcher einem derartigen weiteren Zwischenüberhitzer zugeleitet ist, weist besonders günstige Temperatureigenschaften im Hinblick auf dessen Verwendung als Heizdampf für den erfindungsgemäßen Zwischenüberhitzer auf.

[0024] Der weitere Zwischenüberhitzer ist vorteilhaft innerhalb eines Dampfkessels angeordnet.

[0025] Ein derartiger weiterer Zwischenüberhitzer ist folglich mittels des im Dampfkessel geführten Heizgases beheizt.

[0026] Weiterhin kann der Dampfkessel vorteilhaft mittels eines fossilen Brennstoffs beheizt oder als Abhitzekessel ausgebildet sein, der mittels Abgas einer Gasturbine beheizbar ist.

[0027] Erstgenannte Ausführungsform umfasst aktiv beheizte Dampfkessel, welche Brenner aufweisen, denen fossiler Brennstoff zugeführt ist.

[0028] Letztgenannter Dampfkessel umfasst einen nicht aktiv mittels Brenner und Brennstoff beheizten Kessel, sondern einen Kessel, dem bereits heißes Heiz-

gas zugeführt sind.

[0029] Besonders geeignet für derartige Heizzwecke eines Dampfkessels ist das Abgas einer Gasturbine, welches eine Temperatur aufweist, welche zur Erzeugung von Betriebsdampf für eine Dampfturbine in einem Abhitzekessel geeignet ist.

[0030] Derartige Abhitzekessel sind bevorzugt in Kraftwerken einsetzbar, welche mindestens eine Gas- und eine Dampfturbine umfassen, beispielsweise Gas- und -Dampfkraftwerke. Dabei wird das heiße Abgas der Gasturbine zur Erzeugung von Betriebsdampf für die Dampfturbine ausgenutzt, wobei oftmals die zusätzliche aktive Aufheizung des Abgases entfallen kann.

[0031] Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher dargestellt. Es zeigt:

[0032] FIG eine erfindungsgemäße Dampfturbine.

[0033] Die erfindungsgemäße Dampfturbine 1 umfasst eine Hochdruckstufe 3, eine Mitteldruckstufe 5 sowie mindestens eine Niederdruckstufe 7.

[0034] Zur Erzeugung von elektrischer Energie ist die Dampfturbine 1 an einen Generator 9 gekoppelt, welcher sich auf der selben Welle wie die Turbinenstufen befinden kann.

[0035] Zum Betrieb der erfindungsgemäßen Dampfturbine 1 wird der Hochdruckstufe 3 mittels einer Dampfeinspeisung 11 Frischdampf zugeführt, welcher bevorzugt mittels eines Dampfkessels 13 erzeugt ist.

[0036] Im Dampfkessel 13 sind üblicherweise mehrere Überhitzungsstufen angeordnet, welche mittels eines Heizgases 22 beheizt werden.

[0037] In der Figur wurde zugunsten einer besseren Übersichtlichkeit auf die Darstellung dieser verschiedenen Überhitzerstufen verzichtet und nur diejenigen Details dargestellt, welche im Zusammenhang mit der Erfindung von Bedeutung sind.

[0038] Ein Dampfstrom 20, welcher nach Verrichtung von Arbeit in der Hochdruckstufe 3 diese verlässt, wird mittels eines im Dampfkessel 13 angeordneten weiteren Zwischenüberhitzers 15 überhitzt und der Mitteldruckstufe 5 zugeführt.

[0039] Die Mitteldruckstufe 5 ist durch eine Überströmungsleitung 17 mit der Niederdruckstufe 7 verbunden. In diese Überströmungsleitung 17 ist erfindungsgemäß ein Zwischenüberhitzer 14 geschaltet, der mit Dampf beheizbar ist. Der dazu benötigte Heizdampf ist bevorzugt dem Dampfstrom 20 entnommen, welcher die Hochdruckstufe 3 verlässt. Der Heizdampf für den Zwischenüberhitzer 14 wird mittels einer Heizdampfleitung 12 dem Zwischenüberhitzer 14 zugeführt. Die Überströmungsleitung 17 kann, wie in der Figur durch Punkte dargestellt, von der Niederdruckstufe 7 zu einer weiteren Niederdruckstufe weitergeführt sein.

[0040] Analog zur erfindungsgemäßen Dampfturbine 1 ist in einer Abwandlung der Erfindung denkbar, in einer Überströmungsleitung zwischen der Niederdruckstufe und einer weiteren Niederdruckstufe einer Dampfturbine ebenfalls einen dampfbeheizten Zwischenüberhitzer vorzusehen. Der Heizdampf dafür kann beispielsweise

einem Dampfstrom entnommen werden, welcher einem der im Dampfkessel angeordneten Überhitzungsstufen zugeführt ist, einschließlich dem dargestellten weiteren Zwischenüberhitzer 15. Die Auswahl eines geeigneten Zwischenüberhitzers erfolgt vorteilhaft aufgrund des Temperaturbereichs, in welchem der jeweilige weitere Zwischenüberhitzer arbeitet.

[0041] Wesentliche Aspekte der Erfindung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

[0042] Bei einer erfindungsgemäßen Dampfturbine 1 ist ein dampfbeheizter Zwischenüberhitzer 14 vorgesehen, welcher in die Überströmungsleitung 17 zwischen der Mitteldruck- 5 und der Niederdruckstufe 7 der Dampfturbine 1 geschaltet ist.

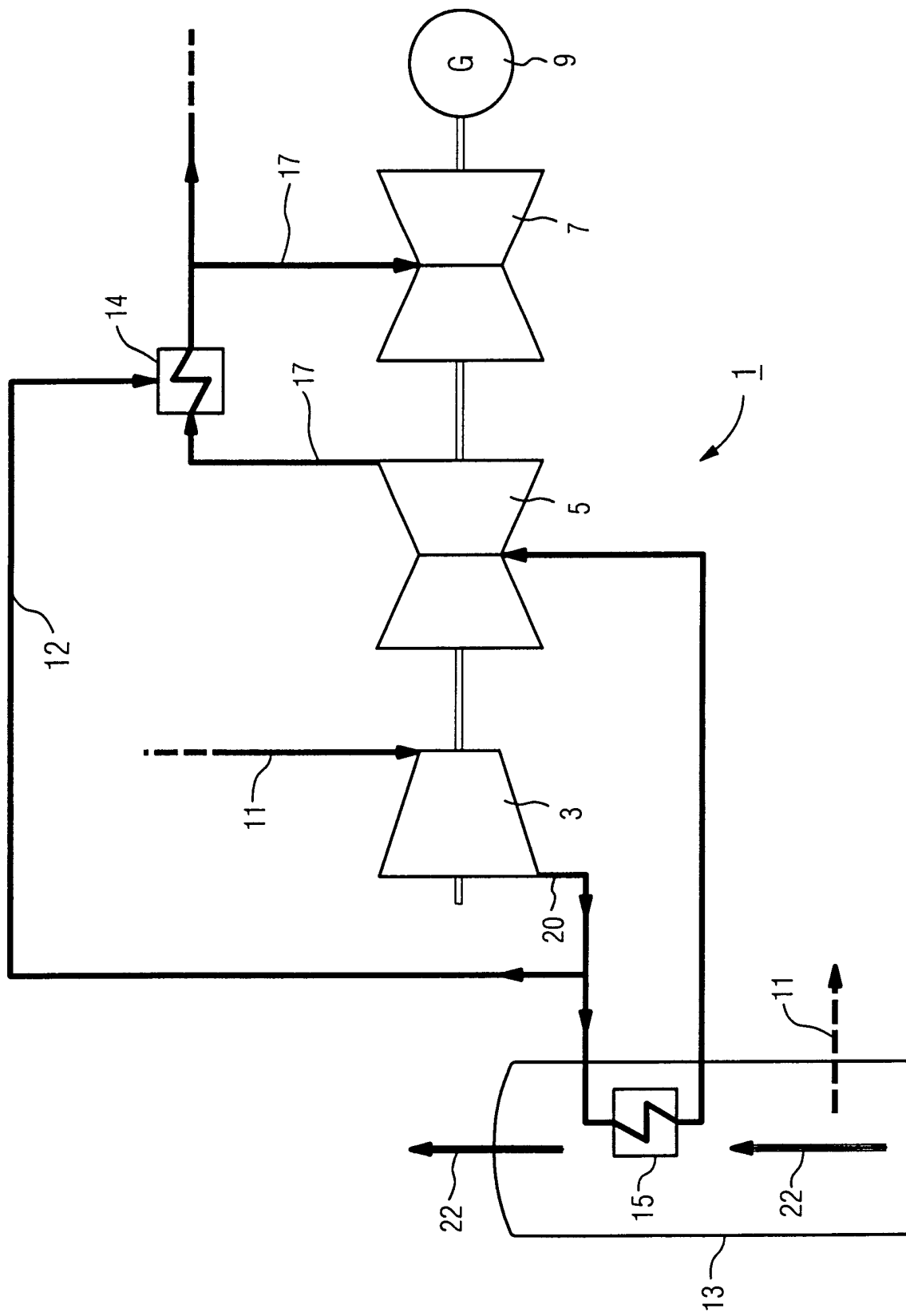
Der Heizdampf für den Zwischenüberhitzer 14 ist dabei bevorzugt der sogenannten kalten ersten Zwischenüberhitzung entnommen.

[0043] Mittels der Erfindung ist eine Wirkungsgradsteigerung der Dampfturbine 1 erzielbar.

6. Dampfturbine (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dampfkessel (13) als Abhitzekessel ausgebildet ist, welcher mittels Abgas einer Gasturbine beheizbar ist.

Patentansprüche

1. Dampfturbine (1) mit mindestens einer Hochdruck- (3), mindestens einer Mitteldruck- (5) und mindestens einer Niederdruckstufe (7) sowie mindestens einen Dampfkanal (17), welcher zwischen der Mitteldruck- und der Niederdruckstufe angeordnet ist, so dass Dampf aus der Mitteldruckstufe (5) der Niederdruckstufe (7) zuführbar ist, **gekennzeichnet durch** mindestens einen in den Dampfkanal (17) geschalteten Zwischenüberhitzer (14), welcher mittels Dampf beheizbar ist.
2. Dampfturbine (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dampf, mittels welchem der Zwischenüberhitzer (14) beheizbar ist, einem Dampfstrom (20) entnehmbar ist, welcher einem weiteren Zwischenüberhitzer (15) zugeführt ist.
3. Dampfturbine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels des weiteren Zwischenüberhitzers (15) Dampf aufheizbar ist, welcher die Hochdruckstufe (3) verlässt und der Mitteldruckstufe (5) zuleitbar ist.
4. Dampfturbine (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der weitere Zwischenüberhitzer (15) innerhalb eines Dampfkessels (13) angeordnet ist.
5. Dampfturbine (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dampfkessel (13) mittels eines fossilen Brennstoffs beheizt ist.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 01 1282

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 10 29 010 B (ESCHER WYSS GMBH) 30. April 1958 (1958-04-30) * Spalte 3, Zeile 25 - Spalte 4, Zeile 28; Abbildung 1 *	1-5	F01K7/22 F01K3/26
X	DE 196 19 470 C (SIEMENS AG) 25. September 1997 (1997-09-25) * Spalte 4, letzter Absatz - Spalte 5, Absatz 1; Abbildung 1 *	1-4,6	
X	FR 1 266 810 A (SULZER AG) 17. Juli 1961 (1961-07-17) * das ganze Dokument *	1-5	
X	GB 757 293 A (SULZER AG) 19. September 1956 (1956-09-19) * Seite 2, Zeile 63 - Zeile 100; Abbildung 1 *	1	
X	CH 344 426 A (EICKEMEYER HELLMUT DIPL ING) 15. Februar 1960 (1960-02-15) * Abbildungen 1,3 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F01K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25. Februar 2003	Prüfer Van Gheel, J
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>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</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 02 01 1282

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

25-02-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1029010	B	30-04-1958	KEINE
DE 19619470	C	25-09-1997	DE 19619470 C1 25-09-1997
		AT 219818 T	15-07-2002
		AU 709786 B2	09-09-1999
		AU 2949997 A	05-12-1997
		CN 1218537 A ,B	02-06-1999
		WO 9743523 A1	20-11-1997
		DE 59707601 D1	01-08-2002
		DK 898641 T3	14-10-2002
		EP 0898641 A1	03-03-1999
		ES 2179340 T3	16-01-2003
		HK 1018638 A1	20-09-2002
		JP 2000510213 T	08-08-2000
		KR 2000010927 A	25-02-2000
		RU 2153081 C1	20-07-2000
		US 6047548 A	11-04-2000
FR 1266810	A	17-07-1961	KEINE
GB 757293	A	19-09-1956	KEINE
CH 344426	A	15-02-1960	KEINE

EPO FORM P0461

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