

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Energieerzeugungsanlage die zumindest eine Gasturbine und eine Dampfturbine aufweist, wobei eine der Gasturbine zugeordnete Dampferzeugungsanlage mit Abgasen der Gasturbine betrieben wird, so dass der in der Dampferzeugungsanlage erzeugte Dampf die Dampfturbine antreibt.

[0002] Bekannt ist, entweder Gasturbinen oder Dampfturbinen beispielsweise zur Stromerzeugung für elektrische Antriebsmaschinen bzw. Elektromotoren für den Antrieb von Kompressoren bzw. Verdichtern einzusetzen. Nachteilig bei dem bekannten Stand der Technik ist, dass sich der Gesamtwirkungsgrad der Anlagen auf die Möglichkeiten des Einzelprozesses beschränkt. Dabei liegen die Wirkungsgrade von Gasturbinen etwa bei 40%, von Dampfturbinen etwa bei 45% und von elektrischen Arbeitsmaschinen (z.B. Elektromotoren) etwa bei 98%. Bei den elektrischen Arbeitsmaschinen bzw. den Elektromotoren ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Strom, den diese benötigen von einem Gasprozess (Gasturbine), einem Dampfprozess (Dampfturbine) oder durch eine Kombination beider Prozesse bereitgestellt werden muss. Der Wirkungsgrad für die Stromerzeugung kann dabei mit der heutigen Technik maximal 60% betragen. Weiter ist eine komplizierte Schaltungstechnik erforderlich, um den erzeugten elektrischen Strom zur elektrischen Arbeitsmaschine bzw. zum Elektromotor zu übertragen. Weiter sind Übertragungsverluste bei einem System, das elektrische Energie in einem Frequenzumrichter von einem Frequenzbereich in einen anderen umzusetzen hat ebenfalls nicht vernachlässigbar. Die Übertragungsverluste können beispielsweise bis zu etwa 5% betragen.

[0003] Die elektrischen Arbeitsmaschinen bzw. die Elektromotoren treiben beispielsweise einen Verdichter an, der z.B. als Verdichter einer Gasverflüssigungsanlage einsetzbar ist. Eine solche Gasverflüssigungsanlage ist z.B. als LNG-Anlage (Liquified Natural Gas) bekannt. Hierbei wird Erdgas bis auf ca. -160°C abgekühlt. Dabei wird das Erdgas flüssig und ist (kleineres Volumen) dann auch leichter zu transportieren (üblicherweise in speziellen Transportvorrichtungen). Die Verdichter haben dabei die Aufgabe Betriebsmedien, üblicherweise Betriebsgase zu verdichten, die bei einer späteren Expansion Wärme aufnehmen können. Diese Wärme wird dem Erdgas in der so genannten "Cold Box" der LNG-Anlage entzogen, und das Erdgas auf diese Weise abgekühlt. Das Betriebsmedium bzw. Betriebsgas wird dabei in einem Kreislauf immer wieder verdichtet und entspannt.

[0004] Die Verdichter werden üblicherweise von dem o.g. Elektromotor angetrieben, so dass hier erhebliche (Übertragungs)Verluste entstehen, da der für den Elektromotor zu erzeugende Strom entweder von dem Gasprozess oder dem Dampfprozess erzeugt wird, und da der Elektromotor den Verdichter antreiben muss.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Energieerzeugungsanlage der Eingangs genannten Art

mit einfachen Mitteln dahingehend zu verbessern, dass der Wirkungsgrad verbessert und gleichzeitig schädliche Emissionen reduziert werden.

[0006] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine Energieerzeugungsanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Vorteilhaft werden Gasturbinen und Dampfturbinen jeweils separat dazu benutzt jeweils den zumindest einen Verdichter direkt anzutreiben, also ohne Zwischenschaltung einer elektrischen Arbeitsmaschine bzw. eines Elektromotors. Dies führt zu einer Wirkungsgradverbesserung, da die Energieübertragung sowohl von der Gasturbine als auch der Dampfturbine zu dem jeweils zugeordneten zumindest einen Verdichter auf direktem Wege erfolgt, und so Umwandlungsverluste, wie sie bei der Erzeugung von Strom und Antrieb von Verdichtern mittels elektrischer Arbeitsmaschinen bzw. Elektromotoren auftritt, zu vermeiden. Damit wird aber auch gleichzeitig eine Reduzierung schädlicher Emissionen wie z.B. CO₂-Emissionen erreicht, was insbesondere in Hinsicht auf den Handel bzw. den Erwerb von Emissionsrechten vorteilhaft ist. Denn wer weniger Emissionen ausstößt, muss auch weniger Emissionsrechte erwerben.

[0008] Dies ist umso vorteilhafter, als das Abgas der Gasturbine dazu verwendet werden kann eine Dampferzeugungsanlage, bevorzugt einen Abhitzeessel zu beheizen, der wiederum den für die Dampfturbine benötigten Dampf erzeugt. Insofern ist es zweckmäßig im Sinne der Erfindung, wenn die Gasturbine und die Dampfturbine miteinander zu einem Gas- und Dampfprozess (GuD-Prozess) kombiniert werden. Natürlich können mehrere Gasturbinen an einen Abhitzeessel angeschlossen sein, wobei dann zweckmäßiger Weise auch jede Gasturbine jeweils zumindest einen Verdichter direkt antreibt. Die Dampfturbine kann einen Hochdruckteil, einen Mitteldruckteil und/oder einen Niederdruckteil aufweisen, wobei bevorzugt eine Dampfturbine mit allen drei oben genannten Druckteilen vorgesehen ist. Aus dem Abhitzeessel gelangt dabei der Dampf beispielhaft zunächst in den Hochdruckteil, von dort in den Mitteldruckteil und anschließend in den Niederdruckteil, hinter dem der zumindest eine Verdichter angeordnet ist. Natürlich ist die Anordnung des Verdichters hinter dem Niederdruckteil nicht auf diese Anordnung beschränkt. Möglich ist, dass der Verdichter beispielsweise zwischen den Teilturbinen oder auf der Hochdruckseite angeordnet ist.

[0009] Um den Wirkungsgrad weiter zu verbessern, ist es vorteilhaft im Sinne der Erfindung, wenn der zumindest einen Gasturbine und/oder der Dampfturbine jeweils mehrere Verdichter zugeordnet sind, die mit dem zumindest einen Verdichter in Reihe geschaltet oder parallel dazu geschaltet sind.

[0010] Denkbar ist, dass dem zumindest einen Verdichter ein Generator oder eine elektrische Arbeitsmaschine bzw. ein Elektromotor nachgeschaltet ist, um z.B. andere Maschinen anzutreiben.

[0011] Günstig im Sinne der Erfindung ist, wenn der zumindest eine der Gasturbine zugeordnete Verdichter

und die Gasturbine eine gemeinsame Welle aufweisen, so dass der Wirkungsgrad weiter verbessert wird. Natürlich können auch zwei getrennte Wellenteile der jeweiligen Komponente vorgesehen sein, welche mit geeigneten Mitteln miteinander verbunden sind. Auch wenn einen Mehrzahl von Verdichtern in Reihe geschaltet sind, kann einen gemeinsame Welle vorgesehen sein. Natürlich können auch der zumindest eine der Dampfturbine zugeordnete Verdichter und die Dampfturbine eine gemeinsame Welle aufweisen, wobei selbstverständlich auch getrennte Wellenteile wie oben genannt möglich sind.

[0012] Der jeweilige Verdichter, welcher direkt von der Gasturbine bzw. der Dampfturbine angetrieben ist kann beispielsweise als Verdichter einer Gasverflüssigungsanlage, z.B. einer LNG-Anlage eingesetzt werden.

[0013] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der folgenden Figurenbeschreibung offenbart. Es zeigt die einzige

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Energieerzeugungsanlage.

[0014] Figur 1 zeigt eine Energieerzeugungsanlage 1, die zumindest eine Gasturbine 2 und eine Dampfturbine 3 aufweist. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind beispielhaft drei Gasturbinen 2 vorgesehen.

[0015] Die Abgase der Gasturbine 2 befeuern eine Dampferzeugungsanlage 4, welche als Abhitzeessel ausgeführt ist. Der in der Dampferzeugungsanlage 4 erzeugte Dampf wird der Dampfturbine 3 zugeführt und treibt diese an.

[0016] Den dargestellten Gasturbinen 2 ist ein Starter-Helfermotor-Generator (SHMG) 10 zugeordnet. Der Starter-Helfermotor-Generator (SHMG) 10 kann sowohl als Helfermotor (Hilfsmotor) als auch als Generator eingesetzt werden. Der Starter ist im Sinne der Erfindung derart zu verstehen, dass der Motor - ähnlich wie bei einem Automotor - den Anlasser darstellt, und dafür Sorge trägt, die Gasturbine auf eine Drehzahl zu bringen, dass die Gasturbine dazu in der Lage ist, den Wellenstrang allein zu betreiben.

[0017] In der in Figur 1 dargestellten beispielhaften Energieerzeugungsanlage 1 ist der Gasprozess (Gasturbine 2) und der Dampfprozess (Dampfturbine 3) zu einem Gas- und Dampfprozess (GuD-Prozess) kombiniert.

[0018] Die Dampfturbine 3 gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist einen Hochdruckteil 6, einen Mitteldruckteil 7 und einen Niederdruckteil 8 auf.

[0019] Sowohl der zumindest einen Gasturbine 2 als auch der Dampfturbine 3 ist jeweils zumindest ein Verdichter 9 zugeordnet. Die jeweiligen Verdichter 9 sind jeweils direkt mit der zumindest einen Gasturbine 2 und der Dampfturbine 3 verbunden, wobei der zumindest eine der Dampfturbine 3 zugeordnete Verdichter 9 hinter dem Niederdruckteil 8 der Dampfturbine 3 angeordnet ist. Die jeweils der zumindest einen Gasturbine 2 und der Dampfturbine 3 zugeordneten Verdichter 9 werden so

jeweils direkt von der Gasturbine 2 und der Dampfturbine 3, ohne Zwischenschaltung einer elektrischen Arbeitsmaschine bzw. eines Elektromotors angetrieben, wobei den Gasturbinen allerdings der Starter-Helfermotor-Generator (SHMG) 10 zuzuordnen ist.

[0020] Nicht dargestellt ist in dem Ausführungsbeispiel zu Figur 1, dass einem oder mehreren Verdichtern 9 eine elektrische Arbeitsmaschine bzw. ein Elektromotor und/oder ein Generator nachgeschaltet sein kann. Selbstverständlich soll die Positionierung des Verdichters 9 in den Wellensträngen nicht auf die offenbarte Position beschränkt sein, sondern kann variabel gestaltet werden.

[0021] Möglich ist, dass der der Gasturbine 2 zumindest eine Verdichter 9 und die zumindest eine Gasturbine 2 eine gemeinsame Welle (Linie 11) aufweisen. Weiter können der zumindest eine der Dampfturbine 3, bzw. dessen Niederdruckteil 8 zugeordnete Verdichter 9 und die Dampfturbine 3 bzw. Niederdruckteil 8 eine gemeinsame Welle 12 aufweisen.

[0022] Der jeweilige Verdichter 9 kann beispielsweise eine Betriebsmedium bzw. ein Betriebsgas verdichten, so dass das Betriebsmedium bei einer späteren Expansion Wärme aufnehmen kann. Denkbar ist beispielsweise, dass das in dem jeweiligen Verdichter 9 verdichtete Betriebsmedium einer Gasverflüssigungsanlage, zum Beispiel einer LNG-Anlage (Liquified Natural Gas) zugeführt wird um Erdgas abzukühlen.

Bezugszeichenliste

[0023]

1. Energieerzeugungsanlage
2. Gasturbine
3. Dampfturbine
4. Dampferzeugungsanlage
5. Hochdruckteil
6. Mitteldruckteil
7. Niederdruckteil
8. Verdichter
9. Starter-Helfermotor-Generator
10. Welle
11. Welle

Patentansprüche

1. Energieerzeugungsanlage, die zumindest eine Gasturbine (2) und eine Dampfturbine (3) aufweist, wobei eine der Gasturbine (2) zugeordnete Dampferzeugungsanlage (4) mit Abgasen der Gasturbine (2) betrieben wird, so dass der in der Dampferzeugungsanlage (4) erzeugte Dampf die Dampfturbine (3) antreibt, und wobei sowohl der Gasturbine (2) als auch der Dampfturbine (3) jeweils zumindest ein Verdichter (9) zugeordnet ist, die jeweils direkt mit der Gasturbine (2) und der Dampfturbine (3) verbunden sind, so dass die jeweils zugeordneten Verdich-

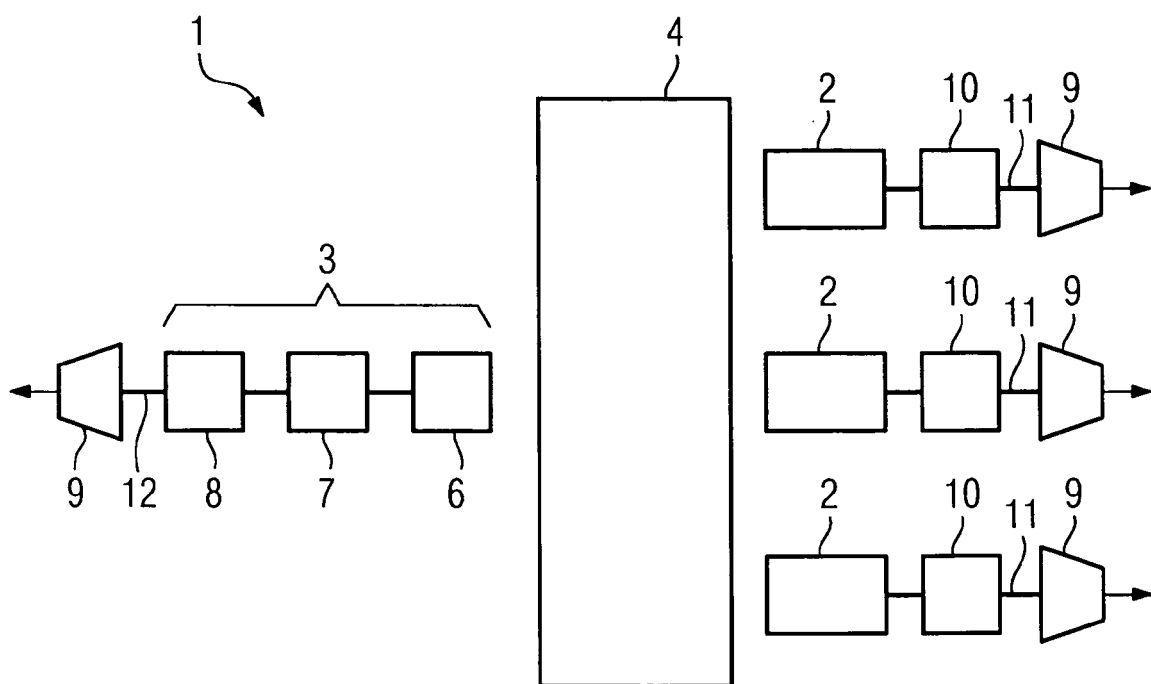
ter (9) jeweils direkt von der Gasturbine (2) und der Dampfturbine (3) antreibbar sind.

2. Energieerzeugungsanlage nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass 5
 der Gasturbine (2) und/oder der Dampfturbine (3)
 jeweils mehrere Verdichter (9) zugeordnet sind, die
 direkt von der jeweiligen Turbine (2; 3) antreibbar
 sind. 10
3. Energieerzeugungsanlage nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 dem zumindest einen Verdichter (9) eine elektrische
 Arbeitsmaschine und/oder ein Generator nachge- 15
 schaltet ist.
4. Energieerzeugungsanlage nach einem der vorher-
 gehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der zumindest eine der Gasturbine (2) zuge- 20
 ordnete Verdichter (9) und die Gasturbine (2) eine
 gemeinsame Welle aufweisen.
5. Energieerzeugungsanlage nach einem der vorher-
 gehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der zumindest eine der Dampfturbine (3) zu- 25
 geordnete Verdichter (9) und die Dampfturbine (3)
 eine gemeinsame Welle aufweisen.
6. Energieerzeugungsanlage nach einem der vorher-
 gehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** 30
dass die Dampferzeugungsanlage (4) als Abhitze-
 kessel ausgeführt ist.
7. Energieerzeugungsanlage nach einem der vorher-
 gehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** 35
dass der jeweils der Gasturbine (2) und Dampftur-
 bine (3) zugeordnete zumindest eine Verdichter (9)
 als Verdichter (9) einer Gasverflüssigungsanlage
 einsetzbar ist. 40

45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 06 01 9355

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 21 02 770 A1 (RASTALSKY O) 3. August 1972 (1972-08-03) * Seite 3, Absatz 3 - Seite 9, Absatz 1; Ansprüche; Abbildungen *	1-6	INV. F01K13/00 F01K23/06 F01K23/10
X	WO 2005/024188 A (ORMAT TECHNOLOGIES INC [US]; BRONICKI LUCIEN Y [IL]; SINAI JOSEPH [IL]) 17. März 2005 (2005-03-17) * Seite 8, Zeile 2 - Seite 27, Absatz 1; Ansprüche; Abbildungen * * Zusammenfassung *	1,3-6	
X	US 4 321 790 A (VADAS ZOLTAN ET AL) 30. März 1982 (1982-03-30) * Spalte 2, Zeile 33 - Zeile 63; Ansprüche; Abbildungen * * Zusammenfassung *	1,4-6	
X	US 3 552 122 A (PARMEGIANI MARIO ET AL) 5. Januar 1971 (1971-01-05) * das ganze Dokument *	1,4-6	
A	US 2 012 967 A (ULRICH MEININGHAUS) 3. September 1935 (1935-09-03) * Seite 2, Zeile 21 - Zeile 50; Ansprüche; Abbildung *	1-7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01K
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. Juli 2007	Prüfer Zerf, Georges
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 Patentdokument, 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 06 01 9355

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.

18-07-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2102770	A1	03-08-1972	KEINE	

WO 2005024188	A	17-03-2005	BR PI0414326 A	07-11-2006
			CA 2538185 A1	17-03-2005
			CN 1867754 A	22-11-2006
			EP 1709303 A2	11-10-2006
			MX PA06002592 A	05-06-2006

US 4321790	A	30-03-1982	CH 643033 A5	15-05-1984
			DE 2924160 A1	14-05-1980
			FR 2440482 A1	30-05-1980
			GB 2036879 A	02-07-1980
			HU 182479 B	30-01-1984
			IT 1166328 B	29-04-1987
			JP 1402722 C	28-09-1987
			JP 55060614 A	07-05-1980
			JP 62006083 B	09-02-1987
			NL 7907906 A	02-05-1980

US 3552122	A	05-01-1971	BE 719161 A	16-01-1969
			CH 509301 A	30-06-1971
			DE 1793095 A1	30-05-1973
			GB 1175500 A	23-12-1969
			JP 51032604 B	14-09-1976
			LU 56620 A1	14-11-1968
			NL 6811142 A	11-02-1969
			PL 87055 B1	30-06-1976

US 2012967	A	03-09-1935	KEINE	

EPO FORM P0461

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