



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 022 440 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.07.2000 Patentblatt 2000/30

(51) Int. Cl.⁷: **F01K 23/10**

(21) Anmeldenummer: **00100593.3**

(22) Anmeldetag: **12.01.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

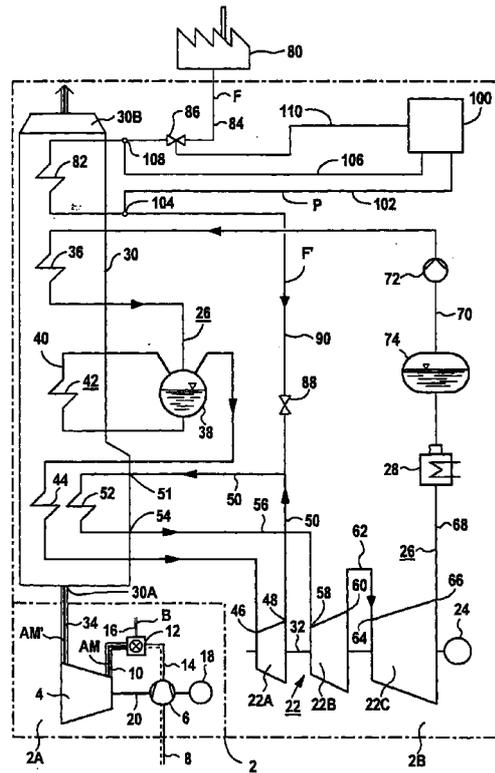
(71) Anmelder:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
**Hinz, Holger, Dipl.-Ing.
91459 Markt Erlbach (DE)**

(30) Priorität: **25.01.1999 DE 19902810**

(54) **Dampfturbinenanlage**

(57) Eine Dampfturbinenanlage (2B) mit einem Dampferzeuger (30), der eine separate Vorwärmheizfläche (82) sowie eine in den Wasser-Dampf-Kreislauf (26) einer Dampfturbine (22) geschaltete Überhitzerheizfläche (52) mit einem Dampfleinlaß (51) aufweist, soll bei einer Einspeisung von Fremddampf (F) in den Wasser-Dampf-Kreislauf (26) einen besonders hohen Gesamtwirkungsgrad aufweisen. Hierzu ist die separate Vorwärmheizfläche (82) eingangsseitig mit einer Einrichtung zur Fremddampferzeugung (80) und ausgangsseitig mit dem Dampfleinlaß (51) der Überhitzerheizfläche (52) verbunden.



EP 1 022 440 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Dampfturbinenanlage mit einem Dampferzeuger. Sie betrifft weiter ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Anlage.

[0002] Eine Dampfturbinenanlage wird üblicherweise zur Erzeugung elektrischer Energie oder auch zum Antrieb einer Arbeitsmaschine eingesetzt. Dabei wird ein in einem Verdampferkreislauf der Dampfturbinenanlage geführtes Arbeitsmedium, üblicherweise ein Wasser-Dampf-Gemisch, in einem Verdampfer verdampft. Der dabei erzeugte Dampf entspannt sich arbeitsleistend in der Dampfturbine und wird anschließend einem Kondensator oder einer Arbeitsmaschine zugeführt. Das im Kondensator kondensierte Arbeitsmedium wird dann über eine Speisewasserpumpe erneut dem Verdampfer zugeführt.

[0003] Aus der DE 41 26 037 A1 und der DE 41 26 038 A1 ist jeweils ein Gas- und Dampfturbinenkraftwerk mit einem solar beheizten Dampferzeuger bekannt, bei dem jeweils die Anlage zur solaren Dampferzeugung an die Speisewasserversorgung des Dampfturbinenkraftwerks angeschlossen ist. Hierbei umfaßt gemäß D1 die Anlage zur solaren Dampferzeugung mindestens einen Mitteldruckdampferzeuger, dessen Dampfleitung an das Mitteldruckdampfsystem des Dampfturbinenkraftwerks angeschlossen ist. Gemäß D2 umfaßt die Anlage zur solaren Dampferzeugung mindestens einen Hochdruckdampferzeuger, dessen Hochdruckdampfleitung an die Hochdrucküberhitzerheizflächen des Abhitze-dampferzeugers angeschlossen ist.

[0004] Bei einer derartigen Dampfturbinenanlage kann die Einspeisung von Fremddampf aus einer Einrichtung zur Fremddampferzeugung in den Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine vorgesehen sein. Bei der Einspeisung von Fremddampf aus einer Einrichtung zur Fremddampferzeugung in den Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine sollte der Fremddampf an der Einspeisestelle in den Wasser-Dampf-Kreislauf Parameter, wie beispielsweise Temperatur und Druck, aufweisen, die an entsprechende Parameter im Wasser-Dampf-Kreislauf an dieser Stelle angepaßt sind. Deswegen ist üblicherweise eine besonders aufwendige Vorwärmung des in den Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine einzuspeisenden Fremddampfs vorgesehen. Dadurch fällt aber die mit der Fremddampfeinspeisung erwünschte Steigerung des Gesamtwirkungsgrads der Dampfturbinenanlage vergleichsweise gering aus.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Dampfturbinenanlage der oben genannten Art anzugeben, die bei einer Einspeisung von Fremddampf in den Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine eine besonders gute Anpassung der Dampfparameter des Fremddampfs an die des Wasser-Dampf-Kreislaufs der Dampfturbinenanlage gewährleistet, und die einen besonders hohen Gesamtwirkungs-

grad aufweist. Zudem soll ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Dampfturbinenanlage angegeben werden, mit dem ein besonders hoher Gesamtwirkungsgrad erreichbar ist.

[0006] Diese Aufgabe wird für eine Dampfturbinenanlage der oben genannten Art erfindungsgemäß gelöst, indem der Dampferzeuger eine separate Vorwärmheizfläche sowie eine in den Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine geschaltete Überhitzerheizfläche mit einem Dampfeinlaß aufweist, wobei die Vorwärmheizfläche eingangsseitig mit einer Einrichtung zur Fremddampferzeugung und ausgangsseitig mit dem Dampfeinlaß der Überhitzerheizfläche verbunden ist.

[0007] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, daß für einen besonders hohen Gesamtwirkungsgrad im Anlagenprozeß anfallende Wärme in größtmöglichem Umfang nutzbar gemacht werden sollte. Dabei sollte auch Wärme des Dampferzeugers, die üblicherweise nicht in den Wasser-Dampf-Kreislauf eingekoppelt wird, zumindest teilweise in den Anlagenprozeß eingebunden werden. Mit Restwärme des Dampferzeugers kann eine zusätzliche Vorwärmung von in den Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine einzuspeisendem vergleichsweise kaltem Fremddampf erfolgen. Dadurch ist eine Einspeisung des nun vorgewärmten Fremddampfs in den Dampfeinlaß einer Überhitzerheizfläche des Dampferzeugers möglich, die einen vergleichsweise hohen Temperaturwert aufweist. Um eine besonders gute Anpassung der Dampfparameter dabei zu gewährleisten, ist für die Vorwärmung des Fremddampfs eine separate Heizfläche vorgesehen. Der in der separaten Vorwärmheizfläche vorgewärmte Fremddampf weist nach seiner Vorwärmung Dampfparameter auf, die eine Zuführung des vorgewärmten Fremddampfs in eine in den Wasser-Dampf-Kreislauf geschaltete Überhitzerheizfläche in der Weise ermöglichen, daß dabei der Gesamtwirkungsgrad der Dampfturbinenanlage besonders hoch ist. Es erfolgt also eine zweistufige Erwärmung des Fremddampfs vor Einspeisung in die Dampfturbine.

[0008] Vorteilhafterweise weist die Dampfturbine eine Hochdruckstufe auf, die dampfausgangsseitig mit dem Dampfeinlaß der Überhitzerheizfläche verbunden ist. Auf diese Weise ist eine Überhitzung des vorgewärmten Fremddampfs gemeinsam mit dem Dampf, der die Hochdruckstufe der Dampfturbine passiert hat, gewährleistet. Dadurch ist in einfacher Weise eine besonders günstige Stelle für die Einspeisung des Fremddampfs in den Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbinenanlage gewählt, wodurch der Gesamtwirkungsgrad der Anlage besonders zuverlässig gesteigert wird.

[0009] Die Dampfturbinenanlage weist vorteilhafterweise eine Regelungseinrichtung auf, die die Menge des der separaten Vorwärmheizfläche zuströmenden Fremddampfs in Abhängigkeit von ausgangsseitig nach der separaten Vorwärmheizfläche ermittelten Dampfpa-

rametern einstellt. Hierdurch ist eine besonders günstige Ausnutzung der Restwärme des Dampferzeugers gewährleistet, da für den Wärmübergang besonders günstige Parameter, wie beispielsweise die Temperatur, einstellbar sind.

[0010] Vorteilhafterweise ist eine derartige Dampfturbinenanlage Teil einer Gas- und Dampfturbinenanlage, wobei der Dampferzeuger als Abhitzedampferzeuger ausgebildet ist. Der rauchgasseitig einer Gasturbine nachgeschaltete Abhitzedampferzeuger weist dabei im Austrittsbereich für das Rauchgas die Vorwärmheizfläche auf, wodurch in besonders einfacher Weise eine besonders günstige Ausnutzung des Restdampfs des Abhitzedampferzeugers gewährleistet ist.

[0011] Bezüglich des Verfahrens zum Betreiben der Dampfturbinenanlage oder der Gas- und Dampfturbinenanlage wird die genannte Aufgabe gelöst, indem Fremddampf aus einer Einrichtung zur Fremddampferzeugung einer im Dampferzeuger angeordneten separaten Vorwärmheizfläche zugeführt wird, wobei der in der separaten Vorwärmheizfläche erwärmte Fremddampf dampfeingangsseitig in eine Überhitzerheizfläche des Dampferzeugers eingespeist wird. Dabei wird vorteilhafterweise eine Einstellung der in die separate Vorwärmheizfläche einzubringenden Menge an Fremddampf in Abhängigkeit von einer Anzahl von Dampfparametern durchgeführt, die ausgangsseitig nach der separaten Vorwärmheizfläche ermittelt werden.

[0012] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch die Nutzung der Restwärme des Dampferzeugers diese Wärme für den Anlagenprozeß der Dampfturbinenanlage nutzbar gemacht wird. Dies gilt auch dann, wenn diese Form der Restwärmenutzung auf eine Gas- und Dampfturbinenanlage übertragen wird. Durch die Einspeisung von Fremddampf in den Dampferzeugungsprozeß der Dampfturbinenanlage gekoppelt mit einer zweistufigen Erwärmung desselben bevor er in die Dampfturbine gelangt, ist der Gesamtwirkungsgrad der Anlage besonders hoch.

[0013] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigt die Figur schematisch eine Dampfturbinenanlage, die Teil einer Gas- und Dampfturbinenanlage ist.

[0014] Die in der Figur schematisch dargestellte Gas- und Dampfturbinenanlage 2 umfaßt eine Gasturbinenanlage 2A und eine Dampfturbinenanlage 2B. Die Gasturbinenanlage 2A umfaßt eine Gasturbine 4 mit angekoppeltem Luftverdichter 6. Der Luftverdichter 6 ist eingangsseitig an eine Ansaugluftleitung 8 angeschlossen. Der Gasturbine 4 ist über eine für Arbeitsmedium AM vorgesehene Zufuhrleitung 10 eine Brennkammer 12 vorgeschaltet, die an eine Frischluftleitung 14 des Luftverdichters 6 angeschlossen ist. In die Brennkammer 12 der Gasturbine 4 mündet eine für Brennstoff B vorgesehene Brennstoffleitung 16. Die Gasturbine 4 und der Luftverdichter 6 sowie ein Generator 18 sitzen

auf einer gemeinsamen Welle 20.

[0015] Die Dampfturbinenanlage 2B umfaßt eine Dampfturbine 22 mit angekoppeltem Generator 24 und in einem Wasser-Dampf-Kreislauf 26 einen der Dampfturbine 22 nachgeschalteten Kondensator 28 sowie einen als Abhitzedampferzeuger ausgebildeten Dampferzeuger 30. Die Dampfturbine 22 besteht aus einer ersten Druckstufe oder einem Hochdruckteil 22A und einer zweiten Druckstufe oder einem Mitteldruckteil 22B sowie einer dritten Druckstufe oder einem Niederdruckteil 22C, die über eine gemeinsame Welle 32 den Generator 24 antreiben.

[0016] Zum Zuführen von in der Gasturbine 4 entspanntem Arbeitsmedium AM' oder Rauchgas in den Dampferzeuger 30 ist eine Abgasleitung 34 an einen Eingang 30A des Dampferzeugers 30 angeschlossen. Das entspannte Arbeitsmedium AM' aus der Gasturbine 4 verläßt den Dampferzeuger 30 über dessen Ausgang 30B in Richtung auf einen nicht näher dargestellten Kamin.

[0017] Der Dampferzeuger 30 umfaßt in einer ersten Druckstufe oder Hochdruckstufe des Wasser-Dampf-Kreislaufs 26 einen Hochdruckvorwärmer oder Economizer 36, der an eine Wasser-Dampf-Trommel 38 angeschlossen ist. Die Wasser-Dampf-Trommel 38 ist mit einer im Dampferzeuger 30 angeordneten Verdampferheizfläche 40 zur Bildung eines Wasser-Dampf-Umlaufs 42 verbunden. Die Hochdrucktrommel 38 ist an einen im Dampferzeuger 30 angeordneten Hochdrucküberhitzer 44 angeschlossen, der ausgangsseitig mit dem Dampfeinlaß 46 des Hochdruckteils 22A der Dampfturbine 22 verbunden ist.

[0018] Der Dampfauslaß 48 des Hochdruckteils 22A der Dampfturbine 22 ist über eine Dampfleitung 50 mit dem Dampfeinlaß 51 einer Überhitzerheizfläche 52 verbunden. Der Ausgang 54 der Überhitzerheizfläche 52 ist über eine Dampfleitung 56 an den Dampfeinlaß 58 des Mitteldruckteils 22B der Dampfturbine 22 angeschlossen. Dessen Dampfauslaß 60 ist über eine Überströmleitung 62 mit dem Dampfeinlaß 64 des Niederdruckteils 22C der Dampfturbine 22 verbunden. Der Dampfauslaß 66 des Niederdruckteils 22C der Dampfturbine 22 ist über eine Dampfleitung 68 an den Kondensator 28 angeschlossen. Dieser ist über eine Speisewasserleitung 70, in die eine Speisewasserpumpe 72 und ein Speisewasserbehälter 74 geschaltet sind, mit dem Economizer 36 so verbunden, daß ein geschlossener Wasser-Dampf-Kreislauf 26 entsteht.

[0019] Im Ausführungsbeispiel gemäß der Figur ist somit lediglich die erste Druckstufe des Wasser-Dampf-Kreislaufs 26 detailliert dargestellt. Im Dampferzeuger 30 sind jedoch noch weitere, nicht näher dargestellte Heizflächen angeordnet, die jeweils einer Mittel- oder einer Niederdruckstufe des Wasser-Dampf-Kreislaufs 26 zugeordnet sind. Diese Heizflächen sind in geeigneter Weise mit dem Dampfeinlaß 58 des Mitteldruckteils 22B der Dampfturbine 22 oder mit dem Dampfeinlaß 60 des Niederdruckteils 22C der Dampfturbine 22 verbun-

den.

[0020] Bei der Dampfturbinenanlage 2B ist für einen besonders hohen Gesamtwirkungsgrad eine Einspeisung von Fremddampf F aus einer Einrichtung 80 zur Fremddampferzeugung vorgesehen. Hierfür weist der Dampferzeuger 30 eine separate Vorwärmheizfläche 82 auf, die in der Umgebung des Ausgangs 30B des Dampferzeugers 30 im Dampferzeuger 30 angeordnet ist. Die separate Vorwärmheizfläche 82 ist über eine Zufuhrleitung 84, die eingangsseitig vor der Vorwärmheizfläche 82 mit einem Ventil 86 absperrbar ist, mit der Einrichtung 80 zur Fremddampferzeugung verbunden. Ausgangsseitig ist an die separate Vorwärmheizfläche 82 eine mit einem Ventil 88 absperrbare Dampfleitung 90 angeschlossen, die in die Dampfleitung 50 mündet. Somit ist die Vorwärmheizfläche 82 ausgangsseitig mit dem Dampfeinlaß 51 der Überhitzerheizfläche 52 verbunden. Der aus der Vorwärmheizfläche 82 abströmende vorgewärmte Fremddampf F' wird somit mit dem aus der Hochdruckstufe 22A der Dampfturbine 22 abströmenden Dampf zusammengeführt.

[0021] Zur Regelung der Menge von Fremddampf F, die der separaten Vorwärmheizfläche 82 aus der Einrichtung 80 zur Fremddampferzeugung zugeführt wird, weist die Dampfturbinenanlage 2B eine Regelungseinrichtung 100 auf. Die Regelungseinrichtung 100 ist über eine Meßleitung 102 mit einer Anzahl von Sensoren 104 verbunden, die in nicht näher dargestellter Weise ausgangsseitig nach der separaten Vorwärmheizfläche 82 Dampfparameter P des in der separaten Vorwärmheizfläche 82 vorgewärmten Fremddampfs F' ermitteln. Außerdem ist die Regelungseinrichtung 100 über eine weitere Meßleitung 106 mit einem Sensor 108 verbunden, der in nicht näher dargestellter Weise eingangsseitig vor der separaten Vorwärmheizfläche 82 zur Messung der Menge des der separaten Vorwärmheizfläche 82 zugeführten Fremddampfs F ausgelegt ist. Zur Regelung der der separaten Vorwärmheizfläche 82 zugeführten Menge an Fremddampf F ist die Regelungseinrichtung 100 über eine Steuerleitung 110 mit dem eingangsseitig vor der separaten Vorwärmheizfläche 82 angeordneten Ventil 86 der Zufuhrleitung 84 für Fremddampf F verbunden.

[0022] Beim Betrieb der Gas- und Dampfturbinenanlage 2 wird der in der Einrichtung 80 zur Fremddampferzeugung erzeugte Fremddampf F über die Dampfleitung 84 der separaten Vorwärmheizfläche 82 des Dampferzeugers 30 zugeführt. Der im Dampferzeuger 30 vorgewärmte Fremddampf F' gelangt dann ausgangsseitig nach der separaten Vorwärmheizfläche 82 über die Dampfleitung 90 in die Dampfleitung 50, die in den Dampfeinlaß 51 der Überhitzerheizfläche 52 mündet. In der Überhitzerheizfläche 52 wird sowohl der vorgewärmte Fremddampf F' als auch der aus der Hochdruckstufe 22A der Dampfturbine 22 abströmende Dampf überhitzt. Der überhitzte Dampf gelangt dann über die Dampfleitung 56 in die Mitteldruckstufe 22B der Dampfturbine 22.

[0023] Um hierbei eine besonders günstige Nutzung der Restwärme des Dampferzeugers 30 zu erzielen, regelt die Regelungseinrichtung 100 die Menge des der separaten Vorwärmheizfläche 82 zugeführten Fremddampfs F in Abhängigkeit von ausgangsseitig nach der separaten Vorwärmheizfläche 82 über die Sensoren 104 ermittelten Dampfparametern P. Dazu mißt die Regelungseinrichtung 100 über den Sensor 108 die Menge des der separaten Vorwärmheizfläche 82 zugeführten Fremddampfs F. In Abhängigkeit von den durch die Sensoren 104 ermittelten Dampfparametern P führt dann die Regelungseinrichtung 100 eine Öffnung bzw. teilweise Schließung des Ventils 86 herbei.

[0024] Die Vorwärmung und Überhitzung des Fremddampfs F gewährleistet, daß der in den Wasser-Dampf-Kreislauf 26 der Dampfturbinenanlage 2B eingespeiste Fremddampf F eine besonders hohe Steigerung des Gesamtwirkungsgrads der Anlage bewirkt. Hierbei ist eine Regelungseinrichtung 100 vorgesehen, die eine besonders günstige Ausnutzung der Restwärme des Dampferzeugers 30 bewirkt.

Patentansprüche

1. Dampfturbinenanlage (2B) mit einem Dampferzeuger (30), der eine separate Vorwärmheizfläche (82) sowie eine in den Wasser-Dampf-Kreislauf (26) einer Dampfturbine (22) geschaltete Überhitzerheizfläche (52) mit einem Dampfeinlaß (51) aufweist, wobei die Vorwärmheizfläche (82) eingangsseitig mit einer Einrichtung (80) zur Fremddampferzeugung und ausgangsseitig mit dem Dampfeinlaß (51) der Überhitzerheizfläche (52) verbunden ist.
2. Dampfturbinenanlage (2B) nach Anspruch 1, bei der die Dampfturbine (22) eine Hochdruckstufe (22A) aufweist, die dampfausgangsseitig mit dem Dampfeinlaß (51) der Überhitzerheizfläche (52) verbunden ist.
3. Dampfturbinenanlage (2B) nach Anspruch 2 mit einer Regelungseinrichtung (100), die die Menge des der separaten Vorwärmheizfläche (82) zuströmenden Fremddampfs (F) in Abhängigkeit von ausgangsseitig nach der separaten Vorwärmheizfläche (82) ermittelten Dampfparametern (P) einstellt.
4. Dampfturbinenanlage (2B) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Dampferzeuger (30) als Abhitzedampferzeuger (30) ausgebildet und rauchgasseitig einer in einer Gas- und Dampfturbinenanlage (2) angeordneten Gasturbine (4) nachgeschaltet ist.
5. Verfahren zum Betreiben einer Dampfturbinenan-

lage (2B) mit einem Dampferzeuger (30), der eine in einen Wasser-Dampf-Kreislauf (26) einer Dampfturbine (22) geschaltete Überhitzerheizfläche (52) aufweist, wobei Fremddampf (F) aus einer Einrichtung (80) zur Fremddampferzeugung einer im Dampferzeuger (30) angeordneten separaten Vorwärmheizfläche (82) zugeführt wird, und wobei der in der separaten Vorwärmheizfläche (82) erwärmte Fremddampf (F') dampfeingangsseitig in die Überhitzerheizfläche (52) eingespeist wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5,
bei dem die Dampfparameter (P) Druck und Temperatur ausgangsseitig nach der Vorwärmheizfläche (82) ermittelt werden, anhand derer die in die separate Vorwärmheizfläche (82) einzubringende Menge an Fremddampf (F) eingestellt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

