

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 515 911 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.03.1996 Patentblatt 1996/11

(51) Int Cl.⁶: **F01K 23/10**

(21) Anmeldenummer: **92108102.2**

(22) Anmeldetag: **13.05.1992**

(54) **Verfahren zum Betreiben einer Gas- und Dampfturbinenanlage und entsprechende Anlage**

Method of operating a gas and steam turbine plant and corresponding plant

Méthode pour opérer une installation à turbines à gaz et à vapeur et une installation correspondante

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES GB

(30) Priorität: **27.05.1991 DE 4117313**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.12.1992 Patentblatt 1992/49

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
D-80333 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **Finckh, Hermann, Dr.
W-8500 Nürnberg 90 (DE)**
- **Brückner, Hermann
W-8525 Uttenreuth (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 410 111 DE-A- 1 426 443
DE-A- 2 023 748**

- **REVUE ALSTHOM. Nr. 10, 1988, PARIS FR
Seiten 15 - 22; A.CASTANIER ET J.C.BEAU:
'Repowering de centrales par transformation
en cycle combiné vapeur-gaz'**

EP 0 515 911 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Gas- und Dampfturbinenanlage mit einem vom Abgas aus der Gasturbine durchströmten Dampferzeuger zur Erzeugung von Dampf für eine Dampfturbine in einem Wasser-Dampf-Kreislauf gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie richtet sich ferner auf eine nach diesem Verfahren betriebene Gas- und Dampfturbinenanlage.

Bei einer Gas- und Dampfturbinenanlage wird die im Abgas der Gasturbine enthaltene Wärmemenge zur Erzeugung von Dampf für die Dampfturbine genutzt. Dabei umfaßt der Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine üblicherweise zwei Druckstufen, die jeweils aus einem Vorwärmer sowie einem Verdampfer und einem Überhitzer aufgebaut sind. Um einen möglichst hohen Anteil der in dem Abgas der Gasturbine enthaltenen Wärmemenge umzusetzen, sind im Dampferzeuger üblicherweise zusätzlich ein Zwischenüberhitzer zur erneuten Überhitzung des des Hochdruckteils der Dampfturbine verlassenden Dampfes und ein Kondensatvorwärmer zum Aufwärmen des kondensierten Dampfes aus der Dampfturbine vorgesehen. Bei einer hohen Temperatur des in den Dampferzeuger eintretenden Abgases und bei einer großen im Wasser-Dampf-Kreislauf verfügbaren Gesamtwassermenge werden besonders niedrige Temperaturen des den Dampferzeuger verlassenden Abgases erreicht. Dies bedeutet, daß im Vollastbereich der Wirkungsgrad der Anlage besonders hoch ist. Dies gilt insbesondere auch dann, wenn der Dampferzeuger mit einer Zusatzfeuerung betrieben wird.

Aus der DE-A-14 26 443 ist es darüber hinaus bekannt, eine Teilmenge vorzuwärmenden Wassers in einem dem Hochdruck-Vorwärmer außerhalb des Dampferzeugers parallel geschalteten Wärmetauscher vorzuwärmen.

Beim Betrieb einer derartigen Anlage ist allerdings bei verschiedenen Betriebszuständen die in den Dampferzeuger eingebrachte Wärmemenge unterschiedlich. Insbesondere ist im Teillastbereich durch eine Verminderung der Flammentemperatur bei einem Dampferzeuger mit Zusatzfeuerung oder durch eine Reduzierung der Leistung der Gasturbine die in den Dampferzeuger eingebrachte Wärmemenge abgesenkt, auch wenn dabei der Massenstrom der Abgase der Gasturbine annähernd konstant bleibt. Die dadurch bedingte Verminderung der erzeugten Dampfmenge hat eine überproportionale Reduzierung der verfügbaren Gesamtwassermenge oder des Speisewasserstroms zur Folge, so daß die Temperatur der den Dampferzeuger verlassenden Abgase ansteigt. Dadurch ist der Wirkungsgrad der Anlage im Teillastbereich niedriger als im Vollastbereich, so daß der Gesamtwirkungsgrad der Anlage nur begrenzt ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben einer Gas- und Dampfturbinenanlage sowie eine derartige Anlage derart auszubilden, daß bei allen Betriebszuständen, insbesondere

auch im Teillastbereich, ein möglichst hoher Gesamtwirkungsgrad erreicht wird.

Bezüglich eines Verfahrens, bei dem eine Teilmenge des vorzuwärmenden Wassers in einer Hochdruckstufe außerhalb des Dampferzeugers vorgewärmt wird, wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Teilmenge in Abhängigkeit von der jeweils verfügbaren Gesamtwassermenge eingestellt und dem im Dampferzeuger vorgewärmten Wasser zugemischt wird, wobei das somit im Dampferzeuger geschaffene Wärmereservoir zur Verdampfung einer weiteren Teilmenge des Wassers in der Niederdruckstufe genutzt wird.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die durch die Nutzung des Wärmereservoirs im Dampferzeuger verdampfte Teilmenge des Wassers dem einem Niederdruckteil der Dampfturbine zuströmenden Niederdruckdampf zugemischt. Dadurch wird unabhängig vom Lastbereich oder Betriebszustand der Anlage zusätzlich Dampf für die Dampfturbine erzeugt.

Gemäß einer weiteren zweckmäßigen Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die einstellbare Teilmenge im indirekten Wärmetausch mit Dampf aus der Dampfturbine vorgewärmt. Dies ermöglicht eine Vorwärmung der einstellbaren Teilmenge auf eine dem im Dampferzeuger vorgewärmten Wasser entsprechenden Temperatur.

Bezüglich der Gas- und Dampfturbinenanlage mit einem vom Abgas der Gasturbine durchströmten Dampferzeuger, der mindestens einen in den Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine geschalteten Hochdruck-Vorwärmer und eine dem Hochdruck-Vorwärmer in Strömungsrichtung des Wasser-Dampf-Kreislaufs nachgeschaltete Hochdruck-Heizeinrichtung umfaßt, und mit einem dem Hochdruck-Vorwärmer außerhalb des Dampferzeugers parallel geschalteten Wärmetauscher zum Vorwärmen einer Teilmenge vorzuwärmenden Wassers wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch eine Einrichtung zur Einstellung der Teilmenge in Abhängigkeit von der verfügbaren Gesamtwassermenge, wobei die Teilmenge dem im Hochdruck-Vorwärmer vorgewärmten Wasser zumischbar ist, und durch einen im Dampferzeuger im Bereich des Hochdruck-Vorwärmers angeordneten Wärmetauscher zum Erzeugen von Niederdruckdampf. Dabei ist der Wärmetauscher vorteilhafterweise eine Niederdruck-Heizeinrichtung, die in Strömungsrichtung der Abgase hinter der Hochdruck-Heizeinrichtung im Dampferzeuger angeordnet ist, und die der Hintereinanderschaltung aus Vorwärmer und Hochdruck-Heizeinrichtung parallel geschaltet ist.

Gemäß einer zweckmäßigen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anlage ist die Durchsatzmenge des Teilkreises in Abhängigkeit von der dem Dampferzeuger zugeführten Wärmemenge regelbar. Mit dieser Regelung wird die Durchsatzmenge jeweils in dem Maße verringert, in dem durch eine verminderte Dampferzeugung

die insgesamt zur Verfügung stehende Wassermenge zurückgeht.

Dabei sollte der verfügbare Regelbereich auf einen Grenzfall, z. B. auf eine Durchsatzmenge von Null im Teillastbereich, ausgelegt sein. Zum Einstellen der Durchsatzmenge ist in den Teilkreis zweckmäßigerweise ein regelbares Ventil geschaltet.

Um die Temperaturen des vorzuwärmenden Wassers im Teilkreis und in dem im Dampferzeuger angeordneten Vorwärmer aneinander anzupassen, ist vorteilhafterweise in den Teilkreis ein von einer einstellbaren Dampfmenge durchströmter Wärmetauscher geschaltet.

Dem im Dampferzeuger angeordneten Vorwärmer kann auch ein zweiter Vorwärmer nachgeschaltet sein. In diesem Fall ist zweckmäßigerweise der Teilkreis ausgangsseitig an den Eingang des zweiten Vorwärmers angeschlossen.

Um eine zusätzliche Kühlung der Abgase zu ermöglichen, sind im Dampferzeuger in Strömungsrichtung der Abgase hinter der Vorwärmaneinrichtung Heizflächen angeordnet, die ausgangsseitig an den Vorwärmer und an den Teilkreis angeschlossen sind.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch einen zusätzlichen, in den Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine geschalteten Teilkreis, dessen Durchsatzmenge einstellbar ist, im Dampferzeuger ein Wärmereservoir geschaffen wird, das unabhängig vom Betriebszustand der Anlage einerseits eine zusätzliche Dampferzeugung und andererseits in allen Lastbereichen eine Absenkung der Temperatur der den Dampferzeuger verlassenden Abgase auf den im Vollastbereich erreichbaren niedrigen Wert ermöglicht. Dadurch wird ein hoher Gesamtwirkungsgrad der Anlage erreicht.

Zur näheren Erläuterung der Erfindung wird anhand einer Zeichnung ein Ausführungsbeispiel beschrieben. Darin zeigt die Figur eine schematische Darstellung einer Anordnung und Schaltung eines erfindungsgemäßen Teilkreises im Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine einer Gas- und Dampfturbinenanlage.

Die Gas- und Dampfturbinenanlage gemäß der Figur umfaßt eine Gasturbinenanlage 1a und eine Dampfturbinenanlage 1b. Die Gasturbinenanlage 1a umfaßt eine Gasturbine 2 mit angekoppeltem Luftverdichter 3 und Generator 4 sowie eine der Gasturbine 2 vorgeschaltete Brennkammer 5, die an eine Frischluftleitung 6 des Luftverdichters 3 angeschlossen ist.

Die Dampfturbinenanlage 1b umfaßt eine Dampfturbine 10 mit angekoppeltem Generator 11 und in einem Wasser-Dampf-Kreislauf 12 einen der Dampfturbine 10 nachgeschalteten Kondensator 13 und einen dem Kondensator 13 nachgeschalteten Speisewasserbehälter 14 sowie einen Dampferzeuger 15.

Zum Zuführen der Abgase a aus der Gasturbine 2 in den Dampferzeuger 15 ist eine Abgasleitung 9 an einen Eingang 15a des Dampferzeugers 15 angeschlossen. Das Abgas a verläßt den Dampferzeuger 15 über

dessen Ausgang 15b in Richtung auf einen (nicht dargestellten) Kamin.

Der Dampferzeuger 15 umfaßt einen Kondensatvorwärmer oder Heizflächen 20, eine Niederdruck-Heizeinrichtung 21, zwei hintereinandergeschaltete Vorwärmer 22 und 23, eine Hochdruck-Heizeinrichtung 24 und einen Zwischenüberhitzer 25.

Der Kondensatvorwärmer 20 ist eingangsseitig über eine Leitung 30, in die eine Kondensatpumpe 31 geschaltet ist, an den Kondensator 13 und ausgangsseitig über eine Leitung 32 an den Speisewasserbehälter 14 angeschlossen.

Der Vorwärmer 22 ist eingangsseitig über eine Leitung 33, in die ein Ventil 34 geschaltet ist, an eine Hochdruck-Pumpe 35 angeschlossen, die mit dem Speisewasserbehälter 14 verbunden ist. Der dem Vorwärmer 22 nachgeschaltete zweite Vorwärmer 23 ist ausgangsseitig über einen ersten Teilzweig 36 an einen Wasser-Dampf-Behälter 37 der Hochdruck-Heizeinrichtung 24 angeschlossen. Der Vorwärmer 23 ist außerdem über einen weiteren Teilzweig 38, in den ein Eckventil 39 geschaltet ist, an ein Wasser-Dampf-Trenngefäß 40 angeschlossen.

Die Hochdruck-Heizeinrichtung 24 umfaßt einen Verdampfer 45, der über eine Umlaufleitung 46 an den Wasser-Dampf-Behälter 37 angeschlossen ist. In die Umlaufleitung 46 ist eine Pumpe 47 geschaltet. Die Hochdruck-Heizeinrichtung 24 umfaßt außerdem einen Überhitzer 48, der eingangsseitig an den Wasser-Dampf-Behälter 37 und ausgangsseitig über eine Frischdampfleitung 49 an einen Hochdruckteil 10a der Dampfturbine 10 angeschlossen ist. Der Hochdruckteil 10a der Dampfturbine 10 ist ausgangsseitig über eine Dampfleitung 50 sowohl an den Zwischenüberhitzer 25 als auch an das Wasser-Dampf-Trenngefäß 40 angeschlossen.

Der Zwischenüberhitzer 25 ist ausgangsseitig über eine Dampfleitung 51 an einen Mitteldruckteil 10b der Dampfturbine 10 angeschlossen. Dem Mitteldruckteil 10b ist ein Niederdruckteil 10c der Dampfturbine 10 nachgeschaltet. Die Turbinenteile 10a, 10b und 10c der Dampfturbine 10 treiben über eine gemeinsame Welle 52 den Generator 11 an.

Die Niederdruck-Heizeinrichtung 21 umfaßt einen Verdampfer 60, der über eine Umlaufleitung 61 mit einer Pumpe 62 an einen Wasser-Dampf-Behälter 63 angeschlossen ist. Die Niederdruck-Heizeinrichtung 21 umfaßt außerdem einen Überhitzer 64, der eingangsseitig über eine Dampfleitung 65 sowohl an den Wasser-Dampf-Behälter 63 als auch an ein Wasser-Dampf-Trenngefäß 86 angeschlossen ist. Der Überhitzer 64 ist ausgangsseitig über eine Dampfleitung 67 an den Niederdruckteil 10c der Dampfturbine 10 angeschlossen. Der Wasser-Dampf-Behälter 63 ist über eine Leitung 66 an den Speisewasserbehälter 14 angeschlossen. In die Leitung 66 ist eine Niederdruckpumpe 68 geschaltet.

Der Wasser-Dampf-Kreislauf 12 der Dampfturbine

10 umfaßt einen außerhalb des Dampferzeugers 15 verlaufenden Teilkreis 70, der dem im Dampferzeuger 15 angeordneten Vorwärmer 22 parallelgeschaltet ist. Dazu ist der Teilkreis 70 eingangsseitig über die Hochdruckpumpe 35 an den Speisewasserbehälter 14 und ausgangssseitig im Bereich zwischen den Vorwärmern 22 und 23 an den Vorwärmer 22 angeschlossen. In den Teilkreis 70 ist ein Wärmetauscher 71 geschaltet. Der Wärmetauscher 71 ist primärseitig über eine Dampfleitung 72 mit dem Niederdruckteil 10c der Dampfturbine 10 und über eine Wasserleitung 73 mit dem Speisewasserbehälter 14 verbunden. In den Teilkreis 70 ist ein Regelventil 74 geschaltet, dem über eine Signalleitung 75 ein Steuersignal *s* zuführbar ist.

Beim Betrieb der Gas- und Dampfturbinenanlage 1 wird der Brennkammer 5 in nicht näher dargestellter Art und Weise Kohle *k* über eine Zuführleitung 7 zugeführt. Die Kohle *k* wird in der Brennkammer 5 mit der verdichteten Frischluft 1 aus dem Luftverdichter 3 verbrannt. Das bei der Verbrennung entstehende heiße Rauchgas *g* wird über eine Rauchgasleitung 8 in die Gasturbine 2 geleitet. Dort entspannt es sich und treibt dabei die Gasturbine 2 an. Diese wiederum treibt den Luftverdichter 3 und den Generator 4 an. Die aus der Gasturbine austretenden heißen Abgase *a* werden über die Abgasleitung 9 in den Dampferzeuger 15 eingeleitet und dort zur Erzeugung von Dampf für die Dampfturbine genutzt.

Der aus dem Niederdruckteil 10c der Dampfturbine 10 austretende Dampf wird über eine Dampfleitung 80 dem Kondensator 13 zugeführt und kondensiert dort. Das Kondensat wird über die Pumpe 31 in den Kondensatvorwärmer 20 gepumpt und dort aufgewärmt. Das aufgewärmte Kondensat strömt aus dem Kondensatvorwärmer 20 über die Leitung 32 in den Speisewasserbehälter 14.

Das Speisewasser aus dem Speisewasserbehälter 14 wird über die Pumpe 35 sowohl in den Vorwärmer 22 als auch in den Teilkreis 70 gepumpt. Dabei ist die den Vorwärmer 22 durchströmende Teilmenge *t2* mit dem Ventil 34 einstellbar. Die den Teilkreis 70 durchströmende Teil- oder Durchsatzmenge *t1* des Speisewassers wird mit dem Regelventil 74 eingestellt und dem im Vorwärmer 22 vorgewärmten Speisewasser zugemischt. Dabei wird die im Teilkreis 70 strömende Teilmenge *t1* des Speisewassers durch indirekten Wärmetausch mit Dampf aus dem Niederdruckteil 10c der Dampfturbine 10 auf die der im Vorwärmer 22 vorgewärmten Teilmenge *t2* der Speisewasser entsprechende Temperatur vorgewärmt.

Das vorgewärmte Speisewasser durchströmt den zweiten Vorwärmer 23 und wird über die Leitung 36 in den Wasser-Dampf-Behälter 37 der Hochdruck-Heizeinrichtung 24 geleitet. Dort durchströmt das im Wasser-Dampf-Behälter 37 gesammelte vorgewärmte Speisewasser den vom heißen Abgas *a* beheizten Verdampfer 45 und wird dabei verdampft. Der im Wasser-Dampf-Behälter 37 abgetrennte Dampf durchströmt den vom Abgas *a* beheizten Überhitzer 48 und wird über

die Frischdampfleitung 49 in überhitztem Zustand bei einem Druck von etwa 110 bar dem Hochdruckteil 10a der Dampfturbine 10 zugeführt. Der im Hochdruckteil 10a entspannte Dampf durchströmt bei einem Druck von etwa 30 bar den Zwischenüberhitzer 25 und wird anschließend im Mitteldruckteil 10b der Dampfturbine 10 auf einen Druck von etwa 3 bar entspannt. Ein Teil des im Hochdruckteil 10a entspannten Dampfes strömt über die Dampfleitung 50 als sogenannter Naßdampf in das Wasser-Dampf-Trenngefäß 40. Dort wird der noch unter einem Druck von etwa 30 bar stehende Dampf vom Wasser getrennt. Das Wasser kann über eine Leitung 81, in die ein Ventil 82 geschaltet ist, in das Wasser-Dampf-Trenngefäß 86 eingeleitet werden. Der Druck im Wasser-Dampf-Trenngefäß 86 beträgt etwa 3 bar, so daß das über die Leitung 81 einströmende Wasser sofort verdampft. Das im Wasser-Dampf-Trenngefäß 86 abgetrennte Wasser wird über eine Leitung 83 dem Speisewasserbehälter 14 zugeführt. Der im Wasser-Dampf-Trenngefäß 86 abgetrennte Dampf wird der Niederdruck-Heizeinrichtung 21 zugeführt.

Eine weitere Teilmenge *t3* des Speisewassers wird über die Niederdruckpumpe 68 aus dem Speisewasserbehälter 14 in den Wasser-Dampf-Behälter 63 der Niederdruck-Heizeinrichtung 21 gepumpt. Dort wird das Speisewasser über die Pumpe 62 durch den Verdampfer 60 und wieder zurück in den Wasser-Dampf-Behälter 63 gepumpt. Der dabei erzeugte Dampf wird zusammen mit dem aus dem Wasser-Dampf-Trenngefäß 86 abströmenden Dampf im Überhitzer 64 überhitzt und über die Dampfleitung 67 dem Niederdruckteil 10c der Dampfturbine 10 zugeführt. Dort wird der Dampf zusammen mit dem aus dem Mitteldruckteil 10b abströmenden Dampf entspannt und über die Dampfleitung 80 dem Kondensator 13 zugeführt.

Durch den erfindungsgemäß zusätzlich vorgesehenen Teilkreis 70 im Wasser-Dampf-Kreislauf 12 der Dampfturbine 10 wird im Dampferzeuger 15, der entweder in nicht näher dargestellter Art und Weise als Dampferzeuger mit Zusatzfeuerung oder - wie im Ausführungsbeispiel dargestellt - als reiner Abhitzeessel ausgebildet ist, im Bereich des Vorwärmers 22 ein Wärmereservoir geschaffen. Dieses Wärmereservoir wird vorteilhafterweise zur Erzeugung von Dampf für den Niederdruckteil 10c der Dampfturbine 10 genutzt.

Die den im Dampferzeuger 15 angeordneten Vorwärmer 22 durchströmende Teilmenge *t2* des Speisewassers wird auf die bei Teillastbetrieb verfügbare Wassermenge eingestellt, so daß die bei Vollastbetrieb zusätzlich verfügbare Teilmenge *t1* über den Teilkreis 70 geführt wird. Mit anderen Worten: Die Teil- oder Durchsatzmenge *t1* des Teilkreises 70 wird derart eingestellt, daß bei allen Betriebszuständen die durch den Vorwärmer 22 strömende Teilmenge *t2* annähernd konstant ist. Die im Teilkreis 70 strömende Durchsatzmenge *t1* wird daher zweckmäßigerweise in Abhängigkeit von der verfügbaren Gesamtwassermenge eingestellt. Eine weitere zweckmäßige Regelgröße ist die mit den Abgasen *a* und

gegebenenfalls mit den bei einem Dampferzeuger mit Zusatzfeuerung zusätzlich erzeugten Rauchgasen in den Dampferzeuger 15 eingebrachte Wärmemenge. Ein diesen Regelgrößen entsprechendes Signal s wird dem Regelventil 74 über eine Steuerleitung 75 in nicht näher dargestellter Art und Weise zugeführt.

Bei Vollastbetrieb beträgt die Teil- oder Durchsatzmenge t_1 im Teilkreis 70 etwa 30 bis 50%, vorzugsweise 40%, der Gesamtwassermenge. Bei abnehmender Last wird bei einem Dampferzeuger mit Zusatzfeuerung zunächst die Zusatzfeuerung zurückgenommen und erst als weitere Maßnahme die Leistung der Gasturbine 2 abgesenkt. Bei Verwendung eines reinen Abhitzekessels als Dampferzeuger 15 wird bei Lastabnahme sofort die Leistung der Gasturbine 2 zurückgenommen. In beiden Fällen sinkt die in den Dampferzeuger 15 eingebrachte Wärmemenge, so daß aufgrund der geringeren Dampferzeugung die insgesamt verfügbare Speise-Wassermenge zurückgeht.

Mit der erfindungsgemäßen Einschaltung des Teilkreises 70 wird nun erreicht, daß über einen großen Lastbereich, also auch bei Vollast- und Teillastbetrieb, die den Vorwärmer 22 im Dampferzeuger 15 durchströmende Teilmenge t_2 konstant bleibt, obwohl insgesamt die Speisewassermenge zurückgenommen wird. Dabei wird das Regelventil 74 mit abnehmender Last kontinuierlich geschlossen. Gleichzeitig wird die dem Wärmetauscher 71 primärseitig zugeführte Dampfmenge im Teillastbereich bis auf Null zurückgenommen. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß die Niederdruck-Heizeinrichtung 21 kontinuierlich Dampf erzeugt, so daß über den gesamten Lastbereich die Temperatur der Abgase a in Strömungsrichtung hinter dem Verdampfer 60 annähernd konstant bleibt. Dies hat insgesamt den Vorteil, daß sowohl bei einem Dampferzeuger 15 mit Zusatzfeuerung als auch bei einem als Abhitzekessel ausgebildeten Dampferzeuger 15 bei allen Betriebszuständen der Anlage eine optimale Nutzung der in den Dampferzeuger 15 eingebrachten Wärmemenge bei gleichzeitig niedriger Temperatur der den Dampferzeuger 15 verlassenden Abgase a ermöglicht wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Gas- und Dampfturbinenanlage (1) mit einem vom Abgas (a) aus der Gasturbine (2) durchströmten Dampferzeuger (15) zur Erzeugung von Dampf für eine Dampfturbine (10) in einem eine Hochdruckstufe und eine Niederdruckstufe aufweisenden Wasser-Dampf-Kreislauf (12), bei dem das Wasser in der Hochdruckstufe vorgewärmt und anschließend verdampft wird, wobei eine Teilmenge (t_1) des vorzuwärmenden Wassers in der Hochdruckstufe außerhalb des Dampferzeugers (15) vorgewärmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teilmenge (t_1) in Abhängigkeit von der jeweils verfügbaren

Gesamtwassermenge eingestellt und dem im Dampferzeuger (15) vorgewärmten Wasser zugemischt wird, wobei das somit im Dampferzeuger (15) geschaffene Wärmereservoir zur Verdampfung einer weiteren Teilmenge (t_3) des Wassers in der Niederdruckstufe genutzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die einstellbare Teilmenge (t_1) im indirekten Wärmetausch mit Dampf aus der Dampfturbine (10) vorgewärmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die durch die Nutzung des Wärmereservoirs im Dampferzeuger (15) verdampfte Teilmenge (t_3) des Wassers dem einem Niederdruckteil (10c) der Dampfturbine (10) zuströmenden Niederdruckdampf zugemischt wird.
4. Gas- und Dampfturbinenanlage mit einem vom Abgas (a) aus der Gasturbine (2) durchströmten Dampferzeuger (15), der mindestens einen in den Wasser-Dampf-Kreislauf (12) der Dampfturbine (10) geschalteten Hochdruck-Vorwärmer (22) und eine dem Hochdruck-Vorwärmer (22) in Strömungsrichtung des Wasser-Dampf-Kreislaufs nachgeschaltete Hochdruck-Heizeinrichtung (24) umfaßt, und mit einem dem Hochdruck-Vorwärmer (22) außerhalb des Dampferzeugers (15) parallel geschalteten Wärmetauscher (72) zum Vorwärmen einer Teilmenge (t_1) vorzuwärmenden Wassers, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung (74) zur Einstellung der Teilmenge (t_1) in Abhängigkeit von der jeweils verfügbaren Gesamtwassermenge, wobei die Teilmenge (t_1) dem im Hochdruck-Vorwärmer (22) vorgewärmten Wasser zumischbar ist, und einen im Dampferzeuger (15) im Bereich des Hochdruck-Vorwärmers (22) angeordneten Wärmetauscher (21) zum Erzeugen von Niederdruckdampf.
5. Gas- und Dampfturbinenanlage nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Wärmetauscher (21) eine Niederdruck-Heizeinrichtung (21) vorgesehen ist, die in Strömungsrichtung der Abgase (a) hinter der Hochdruck-Heizeinrichtung (24) im Dampferzeuger (15) angeordnet ist, und die der Hintereinanderschaltung aus Vorwärmer (22) und Hochdruck-Heizeinrichtung (24) parallel geschaltet ist.
6. Gas- und Dampfturbinenanlage nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Durchsatzmenge (t_1) im Teilkreis (70) in Abhängigkeit von der dem Dampferzeuger (15) zugeführten Wärmemenge regelbar ist.

7. Gas- und Dampfturbinenanlage nach einem der Ansprüche 4 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß dem Vorwärmer (22) ein zweiter Vorwärmer (23) nachgeschaltet ist.
8. Gas- und Dampfturbinenanlage nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß der Teilkreis (70) ausgangsseitig an den Eingang des zweiten Vorwärmers (23) angeschlossen ist.
9. Gas- und Dampfturbinenanlage nach einem der Ansprüche 4 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß in den Teilkreis (70) ein regelbares Ventil (74) geschaltet ist.
10. Gas- und Dampfturbinenanlage nach einem der Ansprüche 4 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß im Dampferzeuger (15) in Strömungsrichtung der Abgase (a) hinter dem Vorwärmer (22) Heizflächen (20) angeordnet sind, die ausgangsseitig an den Vorwärmer (22) und an den Teilkreis (70) angeschlossen sind.

Claims

1. A method for operating a gas and steam turbine plant (1) having a steam generator through which exhaust gas (a) from the gas turbine (2) flows for the production of steam for a steam turbine (10) in a water-steam loop (12) having a high-pressure stage and a low-pressure stage, wherein in the high-pressure stage the water is preheated and then evaporated, a partial quantity (t_1) of the water to be preheated being preheated in the high-pressure stage outside the steam generator (15), characterised in that the partial quantity t_1 is adjusted as a function of the total quantity of water currently available and is admixed with the water preheated in the steam generator (15), and that the heat reservoir thus created in the steam generator (15) is utilized for evaporation of a further partial quantity (t_3) of the water in the low-pressure stage.
2. A method according to claim 1, characterised in that the adjustable partial quantity (t_1) is preheated by indirect heat exchange with steam from the steam turbine (10).
3. A method according to claim 1 or claim 2, characterised in that the partial quantity (t_3) of the water evaporated by the utilization of the heat reservoir in the steam generator (15) is admixed with the low-pressure steam flowing into a low-pressure part (10c) of the steam turbine (10).
4. A gas and steam turbine plant having a steam gen-

erator (15) through which the exhaust gas (a) from the gas turbine (2) flows, which has at least one high-pressure preheater (22) incorporated in the water-steam loop (12) of the steam turbine (10) and includes a high-pressure heater (24) connected downstream of the high-pressure preheater (22) in the direction of flow of the water-steam loop, and having a heat exchanger (72) for preheating a partial quantity (t_1) of the water to be preheated connected in parallel with the high-pressure preheater (22) outside the steam generator (15), characterised by a device (74) for adjusting the partial quantity (t_1) as a function of the total quantity of water currently available, the partial quantity (t_1) being capable of being admixed with the water preheated in the high-pressure preheater (22), and by a heat exchanger (21) for the generation of low-pressure steam disposed in the steam generator (15) in the region of the high-pressure preheater (22).

5. A gas and steam turbine plant according to claim 4, characterised in that as the heat exchanger (21) a low-pressure heater (21) is provided which is disposed in the steam generator (15) after the high-pressure heating device (24) in the direction of flow of the exhaust gases (a) and which is connected in parallel with the series arrangement consisting of the preheater (22) and the high-pressure heating device (24).
6. A gas and steam turbine plant according to claim 4 or claim 5, characterised in that the throughput quantity (t_1) in the partial loop (70) can be adjusted as a function of the quantity of heat supplied to the steam generator (15).
7. A gas and steam turbine plant according to one of claims 4 to 6, characterised in that a second preheater (23) is connected downstream of the preheater (22).
8. A gas and steam turbine plant according to claim 7, characterised in that the partial loop (70) is connected at its outlet side to the inlet to the second preheater (23).
9. A gas and steam turbine plant according to one of claims 4 to 8, characterised in that a regulating valve (74) is incorporated in the partial loop (70).
10. A gas and steam turbine plant according to one of claims 4 to 9, characterised in that in the steam generator (15) heating surfaces (20) are incorporated after the preheater (22), in the direction of flow of the exhaust gases (a), and are connected at their outlet side to the preheater (22) and to the partial loop (70).

Revendications

1. Procédé pour faire fonctionner une installation à turbines à gaz et à vapeur (1) comprenant un générateur de vapeur (15) dans lequel passe les gaz (a) sortant de la turbine à gaz (2), en vue de produire de la vapeur pour une turbine à vapeur (10) dans un circuit eau-vapeur (12) qui comporte un étage haute pression et un étage basse pression, dans lequel l'eau est préchauffée dans l'étage haute pression et est ensuite évaporée, une quantité partielle (t1) de l'eau à préchauffer, étant préchauffée dans l'étage haute pression, à l'extérieur du générateur de vapeur (15), caractérisé par le fait que la quantité partielle (t1) est réglée en fonction de la quantité totale d'eau disponible et est mélangée à l'eau préchauffée dans le générateur de vapeur (15), le réservoir de chaleur ainsi ménagé dans le générateur de vapeur (15) étant utilisé pour évaporer une autre quantité partielle (t3) de l'eau dans l'étage basse pression.

5
10
15
20
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la quantité partielle (t1) réglable est préchauffée par échange de chaleur indirect avec la vapeur en provenance de la turbine à vapeur (10).

25
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que la quantité partielle (t3) de l'eau, qui a été évaporée en utilisant le réservoir de chaleur dans le générateur de vapeur (15), est mélangée à la vapeur basse pression qui est envoyée à une partie basse pression (10c) de la turbine à vapeur (10).

30
4. Installation à turbines à gaz et à vapeur, comportant un générateur de vapeur (15), dans lequel passe les gaz (a) sortant de la turbine à gaz (2), et qui comporte au moins un préchauffeur haute pression (22) monté dans le circuit eau-vapeur (12) de la turbine à vapeur (10) ainsi qu'un dispositif de chauffage haute pression (24) monté en aval du préchauffeur haute pression (22) du circuit eau-vapeur, et comportant un échangeur de chaleur (72) monté en parallèle avec le préchauffeur haute pression (22), à l'extérieur du générateur de vapeur (15), en vue du préchauffage d'une quantité partielle (t1) de l'eau à préchauffer, caractérisée par un dispositif (74) pour régler la quantité partielle (t1) en fonction de la quantité d'eau totale disponible, la quantité partielle (t1) étant susceptible d'être mélangée à l'eau préchauffée dans le préchauffeur haute pression (22), et par un échangeur de vapeur (21) qui est disposé dans le générateur de vapeur (15), dans la zone du préchauffeur haute pression (22) et qui est destiné à produire de la vapeur basse pression.

35
40
45
50
55
5. Installation à turbines à gaz et à vapeur selon la revendication 4, caractérisée par le fait qu'il est prévu, en tant qu'échangeur de chaleur (21), une installation de chauffage basse pression (21), qui est disposée, dans la direction de l'écoulement des gaz de sortie (a), en aval du dispositif de chauffage haute pression (24) dans le générateur de vapeur (15), ledit dispositif (21) étant monté en parallèle dans le montage en série constitué du préchauffeur (22) et du dispositif de chauffage haute pression (24).

5
6. Installation à turbines à gaz et à vapeur selon la revendication 4 ou 5, caractérisée par le fait que le débit (tl) dans le circuit partiel (70), est susceptible d'être réglé en fonction de la quantité de chaleur envoyée par le générateur de vapeur (15).

10
7. Installation à turbines à gaz et à vapeur selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisée par le fait qu'en aval du préchauffeur (22) est monté un second préchauffeur (23).

15
20
8. Installation à turbines à gaz et à vapeur selon la revendication 7, caractérisée par le fait que le circuit partiel (70), côté sortie, est relié à l'entrée du second préchauffeur (23).

25
9. Installation à turbines à gaz et à vapeur selon l'une des revendications 4 à 8, caractérisée par le fait que dans le circuit partiel (70), est montée une vanne réglable (74).

30
10. Installation à turbines à gaz et à vapeur selon l'une des revendications 4 à 9, caractérisée par le fait que dans le générateur de vapeur (15), il est prévu, dans la direction de l'écoulement des gaz de sortie (a) en aval du préchauffeur (22), des surfaces de chauffage (20) qui sont reliées, côté sortie, au préchauffeur (22) et au circuit partiel (70).

35
40
45
50
55

