

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 822 320 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.02.1998 Patentblatt 1998/06

(51) Int. Cl.⁶: F01K 23/10

(21) Anmeldenummer: 97117410.7

(22) Anmeldetag: 14.09.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: 27.09.1994 DE 4434526

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
95931137.4 / 0 783 619

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

(72) Erfinder:

- Brückner, Hermann
91080 Uttenreuth (DE)
- Schmid, Erich
91080 Rathsberg (DE)

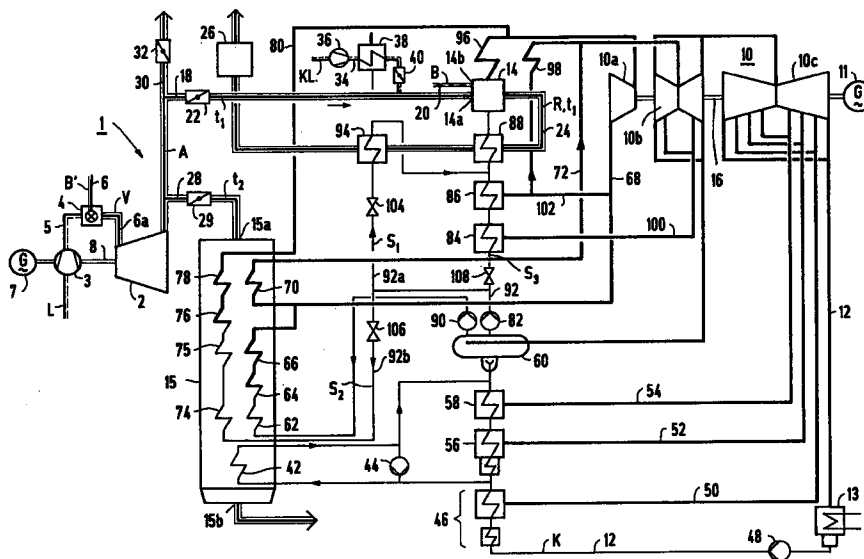
Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 08-10-1997 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Kode 62
erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) Gas- und Dampfturbinenanlage

(57) Beim Betrieb einer Gas- und Dampfturbinenanlage (1) wird das Abgas (A) aus der Gasturbine (2) zur Dampferzeugung genutzt. Um sowohl bei einer Neuanlage als auch bei einer Nachrüstung einer bereits bestehenden Anlage ein Gasturbinen-Modell unabhängig von dessen Leistungsgröße und unter Verminderung von Abgasverlusten frei wählen zu können, werden erfindungsgemäß ein erster Teilstrom (t_1) des Abgases (A) aus der Gasturbine (2) als Verbrennungsluft für die Verbrennung eines fossilen Brennstoffs (B) verwendet, und ein zweiter Teilstrom (t_2) des Abgases

(A) aus der Gasturbine (2) zur Abhitzedampferzeugung genutzt. Dabei wird zur Dampferzeugung eine Kombination aus einem fossil gefeuerten Dampferzeuger (14) und einem Abhitze-Dampferzeuger (15) der Gasturbine (2) abgasseitig über je eine Teilstromleitung (18 bzw. 28) nachgeschaltet, wobei die Dampferzeugung durch Verbrennung des fossilen Brennstoffs (B) und die Abhitze-Dampferzeugung in einem gemeinsamen Wasser-Dampf-Kreislauf (12) der Dampfturbine (10) erfolgt.



EP 0 822 320 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Gas- und Dampfturbinenanlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Eine derartige Anlage ist aus den Patentschriften DE 38 15 536 C1 und US 4,852,344 bekannt.

Bei der Kombination eines Dampfturbinenprozesses und eines Gasturbinenprozesses gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten, das Abgas aus der Gasturbine zur Dampferzeugung zu nutzen. Wie in dem Aufsatz "Kombinierte Gas-/Dampfturbinenprozesse" in Brennstoff-Wärme-Kraft (BWK) 31 (1979), Nr. 5, Mai, beschrieben, dienen bei einem möglichen Kombiprozeß mit nachgeschaltetem Dampferzeuger die sauerstoffreichen Abgase der Gasturbine als Verbrennungsluft für den fossil befeuerten Dampferzeuger. Bei einem anderen Kombiprozeß mit nachgeschaltetem Abhitzedampferzeuger werden Gasturbinen- und Dampfturbinenprozeß kombiniert, indem die Abwärme der Gasturbine im Abhitzedampferzeuger verwertet wird. Ein Gas- und Dampfturbinenkraftwerk mit Abhitzedampferzeuger und solar beheiztem Dampferzeuger sowie mit einem einer Zusatzbrennkammer nachgeschalteten fossil beheizten Wärmetauscher ist aus der DE-OS 41 26 036 bekannt.

Bei einem Kombiprozeß sind die Leistungen der Dampfturbine und der Gasturbine sowie des befeuerten Dampferzeugers voneinander abhängig, so daß sie bei einer Auslegung einer derartigen Anlage aufeinander abgestimmt werden müssen. Dies gilt nicht nur bei einer Nachrüstung einer bereits bestehenden Dampfturbinenanlage, sondern auch für eine Neuanlage. Die Abstimmung erfolgt dabei üblicherweise derart, daß bei Nennlastbetrieb der Sauerstoffbedarf des gefeuerten Dampferzeugers durch die Abgase der Gasturbine gedeckt werden kann. Es werden allerdings Gasturbinen mit nur wenigen unterschiedlichen Leistungsgrößen, beispielsweise mit 50 MW, 150 MW oder 200 MW, hergestellt und angeboten, so daß deren Anpassung an die Leistung der Dampfturbine und die des Dampferzeugers äußerst schwierig ist. Daher liefert - bei einer vorgegebenen Anlagengröße - die Gasturbine im Vergleich zur als Verbrennungsluft benötigten Abgasmenge für den gefeuerten Dampferzeuger im Vollastbereich entweder eine zu große oder eine zu kleine Abgasmenge. Bei einer zu kleinen Abgasmenge ist im Vollastbereich nur ein geringer Wirkungsgrad der Anlage zu erreichen, der dann im Teillastbereich besser wird.

Dagegen kann eine zu große Abgasmenge aus der Gasturbine dazu führen, daß im Falle eines Kombiprozesses, bei dem die überschüssigen Abgase aus der Gasturbine an einer Brennkammer des gefeuerten Dampferzeugers vorbei zu einem Kessel- oder Speisewasservorwärmer (Economizer) geleitet werden, dieser durch den zu hohen Wärmeeintrag in unerwünschter Weise bereits in die Verdampfung gerät. Oder es muß bei einer zu großen Abgasmenge im Teillastbereich bereits zu einem frühen Zeitpunkt die Leistung der Gas-

turbine reduziert werden. Mit zunehmender Reduzierung der Leistung der Gasturbine nimmt allerdings der Wirkungsgrad der Anlage im Teillastbereich ab. Mit anderen Worten: In beiden Fällen ist der erzielte Gesamtwirkungsgrad nur begrenzt. Insbesondere bei der Nachrüstung einer bereits bestehenden Dampfturbinenanlage muß daher auf einen Leistungszuwachs aus der Gasturbine verzichtet werden, wenn die Abgaswärme der Gasturbine nicht vollständig genutzt oder ein akzeptables Teillastverhalten nicht erreicht werden kann.

Im Gegensatz zum Kombiprozeß mit nachgeschaltetem gefeuerten Dampferzeuger eignet sich der Kombiprozeß mit nachgeschaltetem Abhitzedampferzeuger besonders zur Nachrüstung einer bereits bestehenden Gasturbinenanlage. Bei einer Neuanlage werden üblicherweise eine Anzahl von Gasturbinen mit einer entsprechenden Anzahl von Abhitzedampferzeugern auf eine gemeinsame Dampfturbine geschaltet. Da sich bei diesem Kombiprozeß die Dampferzeugung auf eine reine Abhitzenutzung beschränkt, ist der Gesamtwirkungsgrad der Anlage ebenfalls nur begrenzt.

Darüber hinaus ist es auch bei diesem Kombiprozeß problematisch, bei einem erforderlichen oder gewünschten Austausch der Gasturbine gegen eine Gasturbine mit vergleichsweise hoher Leistung ein geeignetes Gasturbinen-Modell zu finden. Denn bei einer vorgegebenen Leistung der Dampfturbine und damit vorgegebener Auslegung des Abhitzedampferzeugers wäre der Wärmeeintrag mit dem Abgas aus einer vergleichsweise großen Gasturbine in den Abhitzedampferzeuger zu groß, so daß insbesondere in innerhalb des Dampferzeugers angeordneten Vorwärmern (Economizer) in unerwünschter Weise bereits eine Verdampfung stattfinden würde.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Gas- und Dampfturbinenanlage anzugeben, bei der bei gleichzeitig besonders hohem Gesamtwirkungsgrad der Einsatz einer aus einer Vielzahl von Gasturbinen unterschiedlicher Leistungsgröße frei wählbaren Gasturbine möglich ist.

Bezüglich der Gas- und Dampfturbinenanlage der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

In den Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine ist ein fossil gefeuerter Dampferzeuger geschaltet, dem wasser-/dampfseitig ein Abhitzedampferzeuger parallel geschaltet ist, wobei sowohl der gefeuerte Dampferzeuger über eine erste Teilstromleitung als auch der Abhitzedampferzeuger über eine zweite Teilstromleitung der Gasturbine abgasseitig nachgeschaltet sind. Dabei erfolgt die Vorwärmung des Speisewassers für beide Dampferzeuger mehrstufig.

Zur Dampferzeugung wird ein erster Teilstrom des Abgases aus der Gasturbine für die Verbrennung eines fossilen Brennstoffs verwendet. Ein zweiter Teilstrom des Abgases aus der Gasturbine wird zur Abhitzedamp-

ferzeugung genutzt, wobei sowohl die Dampferzeugung durch Verbrennung des fossilen Brennstoffs als auch die Abhitzedampferzeugung in einem gemeinsamen Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine erfolgt. Dabei wird vorteilhafterweise unter hohem Druck stehendes Speisewasser des Wasser-Dampf-Kreislaufs in Teilströmen vorgewärmt, wobei die Vorwärmung eines ersten Teilstroms des Speisewassers mittels bei der Verbrennung des fossilen Brennstoffs entstehendem Rauchgas erfolgt. Die Vorwärmung eines zweiten Teilstroms des Speisewassers erfolgt mittels des zweiten, den Abhitzedampferzeuger durchströmenden Teilstroms des Abgases aus der Gasturbine. Ein dritter Teilstrom des Speisewassers wird mittels Anzapfdampf aus der Dampfturbine vorgewärmt. Dabei erfolgt die Vorwärmung der drei Teilströme des Speisewassers zweckmäßigerweise mehrstufig, wobei die Vorwärmung des ersten Teilstroms und des dritten Teilstroms in einer diesen gemeinsamen zweiten Vorwärmstufe mittels des bei der Verbrennung des fossilen Brennstoffs entstehenden Rauchgases erfolgt.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, daß durch die Kombination der reinen Abhitzenutzung und der Nutzung als Verbrennungsluft eine Aufteilung dieser Nutzungsarten des Abgases aus der Gasturbine unabhängig von deren Leistungsgröße hinsichtlich des Gesamtwirkungsgrades der Anlage bestmöglich abstimmbar ist, wenn zusätzlich die im Abgas aus der Gasturbine und im bei der Verbrennung des fossilen Brennstoffs entstehenden Rauchgas enthaltene und zur Dampferzeugung nicht mehr verwertbare Restwärme zur Speisewasservorwärmung genutzt wird.

In dem gefeuerten Dampferzeuger kann vorteilhafterweise ein großes Brennstoffspektrum zum Einsatz kommen. So können beispielsweise als fossiler Brennstoff Öl, Gas, Kohle oder Sonderbrennstoffe, wie z.B. Müll, Holz oder Altöl verwendet werden. Da bei der Verwendung von z.B. Kohle als Brennstoff für den gefeuerten Dampferzeuger die Abgastemperatur hinter der Gasturbine mit etwa 500° C für eine Kohletrocknung unter Umständen zu hoch ist, kann zweckmäßigerweise dem als Verbrennungsluft dienenden ersten Teilstrom des Abgases aus der Gasturbine ein Kaltluftstrom zugemischt werden.

Das noch sauerstoffhaltige Abgas aus der Gasturbine mit beispielsweise 15% Sauerstoffgehalt dient als alleinige Verbrennungsluft für die im gefeuerten Dampferzeuger zu verbrennenden fossilen Brennstoffe, wobei der gefeuerte Dampferzeuger zweckmäßigerweise nur mit der zur Verbrennung erforderlichen Abgasmenge beaufschlagt wird. Eine eventuell vorgesehene Rauchgasreinigungsanlage muß daher nur für den ersten Teilstrom des Abgases aus der Gasturbine und nicht für die gesamte Abgasmenge ausgelegt werden, wobei dieser als Verbrennungsluft dienende erste Teilstrom des Abgases aus der Gasturbine zusammen mit dem bei der Verbrennung des fossilen Brennstoffs entstehenden Rauchgas gereinigt wird.

In zweckmäßiger Ausgestaltung ist dem gefeuerten Dampferzeuger rauchgasseitig eine Rauchgasreinigungsanlage nachgeschaltet. Da die Rauchgasreinigungsanlage lediglich für den ersten Teilstrom des Abgases aus der Gasturbine und für die im fossil gefeuerten Dampferzeuger erzeugte Rauchgasmenge ausgelegt werden muß, treten weder bei einer Neuanlage noch bei einer Nachrüstung einer Altanlage Probleme hinsichtlich einer erforderlichen Begrenzung der Größe der Reinigungsanlage aus Platzgründen auf. Eine unerwünschte Reduzierung der Dampferzeugerleistung im Falle einer nachzurüstenden Reinigungsanlage, die aufgrund der Platzverhältnisse vor Ort nur für ein begrenztes Abgasvolumen ausreichend ist, ist daher nicht erforderlich.

Um die im Rauchgas aus dem gefeuerten Dampferzeuger im ersten Teilstrom des Abgases aus der Gasturbine noch enthaltene Restwärme möglichst vollständig nutzen zu können, ist dem gefeuerten Dampferzeuger eine Hintereinanderschaltung aus zwei rauchgasbeheizten Hochdruckvorwärmern wasser-/dampfseitig vorgeschaltet. Dabei wird in einem ersten Hochdruckvorwärmer oder Kessel-Economizer das gesamte dem gefeuerten Dampferzeuger zugeführte Speisewasser vorgewärmt, während in einem zweiten dem Kessel-Economizer rauchgasseitig nachgeschalteten zweiten Hochdruckvorwärmer oder Kessel-Teileconomizer lediglich der erste Teilstrom des Speisewassers vorgewärmt wird.

Der Dampfturbinenprozeß kann aus einer oder mehreren Druckstufen aufgebaut sein. Zweckmäßigerweise ist ein Zweidrucksystem mit Zwischenüberhitzung und Kondensatvorwärmung vorgesehen. Dazu umfaßt der Abhitzedampferzeuger einen Kondensatvorwärmer und diesem abgasseitig vorgeschaltete Mitteldruckheizflächen mit einem Zwischenüberhitzer sowie vorteilhafterweise zu diesen abgasseitig mindestens zum Teil parallel angeordnete und wasser-/dampfseitig parallel geschaltete Hochdruckheizflächen. Der im Abhitzedampferzeuger angeordnete Zwischenüberhitzer ist einem zweckmäßigerweise vorgesehenen weiteren Zwischenüberhitzer des gefeuerten Dampferzeugers wasser-/dampfseitig parallel geschaltet.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch die Kombination eines gefeuerten Dampferzeugers und eines Abhitzedampferzeugers bei gleichzeitiger Aufteilung des Abgases aus der Gasturbine in den Dampferzeugern zugeführte Teilströme nicht nur im gefeuerten Dampferzeuger ein großes Brennstoffspektrum, z.B. Kohle, Schweröl, Schwachgase oder Sonderbrennstoffe, wie z.B. Müll, Holz oder Altöl, zum Einsatz kommen kann. Vielmehr kann bei einer sinkenden Kesselleistung des gefeuerten Dampferzeugers infolge eines Brennstoffumbaus von z.B. Öl auf Kohle oder infolge eines Umbaus auf eine stickoxidarme Feuerung dennoch eine besonders hohe Dampfturbinenleistung und damit ein höherer Anlagenwirkungsgrad aufgrund der zusätzlichen Dampferzeug-

erleistung aus dem Abhitzedampferzeuger aufrechterhalten werden.

Da der gefeuerte Dampferzeuger nur mit dem zur Verbrennung erforderlichen Abgas aus der Gasturbine beaufschlagt wird, ist auch bei beengten Platzverhältnissen die Aufstellung oder Nachrüstung einer Rauchgasreinigungsanlage unproblematisch, da die Rauchgasreinigungsanlage nur für einen Teilstrom des Abgases aus der Gasturbine und nicht für die gesamte Abgasmenge ausgelegt werden muß. Darüber hinaus können bei Altanlagen mit hohen Leistungsreserven der Dampfturbinenanlage diese Leistungsreserven über die zusätzliche Dampfproduktion im Abhitzedampferzeuger genutzt werden.

Da die gesamten Abgase der Gasturbine nahezu verlustfrei genutzt werden, wird ein besonders hoher Gesamtnutzungsgrad der Anlage erzielt. Insbesondere kann bei Ersatz eines älteren Gasturbinen-Modells durch ein modernes Aggregat mit einem vergleichsweise hohen Abhitzangebot diese Abhitze oder überschüssige Restwärme bestmöglich im Abhitzedampferzeuger genutzt werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigt die Figur ein Schaltschema einer kombinierten Gas- und Dampfturbinenanlage mit der Gasturbine nachgeschaltet sowohl einem fossil gefeuerten Dampferzeuger als auch einem Abhitzedampferzeuger.

Die Gas- und Dampfturbinenanlage 1 gemäß der Figur umfaßt eine Gasturbinenanlage mit einer Gasturbine 2 mit angekoppeltem Luftverdichter 3 und eine der Gasturbine 2 vorgeschaltete Brennkammer 4, die an eine Frischluftleitung 5 des Luftverdichters 3 angeschlossen ist. In die Brennkammer 4 der Gasturbine 2 mündet eine Brennstoff- oder Brenngasleitung 6. Die Gasturbine 2 und der Luftverdichter 3 sowie ein Generator 7 sitzen auf einer gemeinsamen Welle 8.

Die Gas- und Dampfturbinenanlage 1 umfaßt weiter eine Dampfturbinenanlage mit einer Dampfturbine 10 mit angekoppeltem Generator 11 und in einem Wasser-Dampf-Kreislauf 12 einen der Dampfturbine 10 nachgeschalteten Kondensator 13 sowie einen gefeuerten Dampferzeuger 14 und einen Abhitzedampferzeuger 15.

Die Dampfturbine 10 besteht aus einem Hochdruckteil 10a und einem Mitteldruckteil 10b sowie einem Niederdruckteil 10c, die über eine gemeinsame Welle 16 den Generator 11 antreiben.

Zum Zuführen von in der Gasturbine 2 entspanntem Arbeitsmittel oder Abgas A in den gefeuerten Dampferzeuger 14 ist eine erste Teilstromleitung 18 an einen Eingang 14a des gefeuerten Dampferzeugers 14 angeschlossen. Ein über die Teilstromleitung 18 geführter erster Teilstrom t_1 des Abgases A aus der Gasturbine 2 mit einem Sauerstoffgehalt von ca. 15% dient als Verbrennungsluft bei der Verbrennung eines gasförmigen, flüssigen oder festen Brennstoffs B. Dieser wird über eine mit einem Eingang 14b des gefeuerten

Dampferzeugers 14 verbundene Brennstoffleitung 20 in den gefeuerten Dampferzeuger 14 geführt. Zum Einstellen des ersten Teilstroms t_1 ist eine in die Teilstromleitung 18 geschaltete Steuerklappe 22 vorgesehen. Bei der Verbrennung des fossilen Brennstoffs B entstehendes Rauchgas R sowie der als Verbrennungsluft dienende Teilstrom t_1 des Abgases A aus der Gasturbine 2 verlassen den gefeuerten Dampferzeuger 14 über eine Rauchgasleitung 24 und nach deren Reinigung in einer Reinigungsanlage 26 in Richtung auf einen (nicht dargestellten) Kamin. Die Rauchgasreinigungsanlage 26 umfaßt in nicht näher dargestellter Art eine Rauchgasentschwefelungseinrichtung und eine Entstickungseinrichtung (DeNO_x-Anlage) sowie eine Entstaubungseinrichtung. Zum Zuführen eines zweiten Teilstroms t_2 des Abgases A aus der Gasturbine 2 in den Abhitzedampferzeuger 15 ist eine zweite Teilstromleitung 28 mit einer Steuerklappe 29 an einen Eingang 15a des Abhitzedampferzeugers 15 angeschlossen. Der Teilstrom t_2 des entspannten Abgases A aus der Gasturbine 2 verläßt den Abhitzedampferzeuger 15 über dessen Ausgang 15b in Richtung auf den Kamin.

Über eine dritte Teilstromleitung oder Bypassleitung 30 mit einer Klappe 32 wird - z.B. beim An- und Abfahren der Anlage 1 - das weder für den gefeuerten Dampferzeuger 14 noch für den Abhitzedampferzeuger 15 benötigte Abgas A aus der Gasturbine 2 geführt. Insbesondere dient diese Bypassleitung 30 jedoch zum Abführen des Abgases A aus der Gasturbine 2, wenn diese im sogenannten Single-Cycle-Betrieb allein betrieben wird.

In die Teilstromleitung t_1 mündet eine Frischluftleitung 34, in die ein Gebläse 36 und ein dampfbeheizter Wärmetauscher 38 sowie eine Klappe 40 geschaltet sind. Über diese Frischluftleitung 34 kann im Vergleich zum Abgas A aus der Gasturbine 2 kalte Frischluft KL dem Teilstrom t_1 des Abgases A aus der Gasturbine 2 zugemischt werden.

Der Abhitzedampferzeuger 15 umfaßt als Heizflächen einen Vorwärmer 42, zwischen dessen Ein- und Ausgang eine Umwälzpumpe 44 geschaltet ist. Der Vorwärmer 42 ist eingangsseitig mit dem Ausgang eines Kondensatvorwärmers 46 verbunden, der seinerseits eingangsseitig über eine Kondensatpumpe 48 mit dem Kondensator 13 verbunden ist. Der Kondensatvorwärmer 46 wird über eine mit dem Niederdruckteil 10c der Dampfturbine 10 verbundene Anzapfleitung 50 mit Dampf beheizt. Zwei dem Kondensatvorwärmer 46 nachgeschaltete und ebenfalls über mit dem Niederdruckteil 10c verbundene Anzapfleitungen 52 und 54 beheizte Vorwärmer 56 bzw. 58 sind dem im Abhitzedampferzeuger 15 angeordneten Vorwärmer 42 parallel geschaltet und ausgangsseitig mit einem Speisewasserbehälter 60 verbunden. Der Abhitzedampferzeuger 15 umfaßt weiter als Heizflächen einen Mitteldruckvorwärmer oder -Economizer 62 und einen Mitteldruckverdampfer 64 sowie einen Mitteldrucküberhitzer 66, der ausgangsseitig an eine mit dem Hochdruckteil 10a der

Dampfturbine 10 verbundene Dampfleitung 68 und mit einem Zwischenüberhitzer 70 verbunden ist. Die Mitteldruckheizflächen 62, 64, 66 sind über den Zwischenüberhitzer 70 an eine in den Mitteldruckteil 10b der Dampfturbine 10 mündende Dampfleitung 72 angeschlossen. Die Mitteldruckheizflächen 62, 64, 66 sowie der Zwischenüberhitzer 70 und der Mitteldruckteil 10b der Dampfturbine 10 bilden somit eine Mitteldruckstufe des Wasser-Dampf-Kreislaufs 12.

Der Abhitzedampferzeuger 15 umfaßt ferner in einer Hochdruckstufe als Heizflächen zwei hintereinander geschaltete Hochdruckvorwärmer oder -Economizer 74 und 75 sowie einen Hochdruckverdampfer 76 und einen Hochdrucküberhitzer 78. Der Hochdrucküberhitzer 78 ist ausgangsseitig über eine Dampfleitung 80 mit dem Eingang des Hochdruckteils 10a der Dampfturbine 10 verbunden.

Während der Mitteldruck-Economizer 62 und die Hochdruck-Economizer 74, 75 innerhalb des Abhitzedampferzeugers 15 im Bereich gleicher Abgastemperatur angeordnet sind, sind der Hochdruckverdampfer 76 und der Hochdrucküberhitzer 78 in Strömungsrichtung des Teilstroms t_2 des Abgases A aus der Gasturbine 2 vor der Hintereinanderschaltung aus dem Mitteldruckverdampfer 64 und dem Mitteldrucküberhitzer 66 angeordnet, wobei der Zwischenüberhitzer 70 und der Hochdrucküberhitzer 78 im Bereich gleicher Abgastemperatur angeordnet sind.

Der Speisewasserbehälter 60 ist über eine Hochdruckpumpe 82 und eine Wärmetauscheranordnung mit einer Hintereinanderschaltung aus drei Vorwärmern 84, 86, 88 mit dem gefeuerten Dampferzeuger 14 verbunden. Der Speisewasserbehälter 60 ist außerdem über eine Mitteldruckpumpe 90 mit dem Mitteldruck-Economizer 62 verbunden.

Auf der Druckseite der Hochdruckpumpe 82 ist an eine in den gefeuerten Dampferzeuger 14 führende Speisewasserleitung 92 eine Teilstromleitung 92a angeschlossen, die über einen Kessel-Teileconomizer 94 zwischen den Vorwärmern 86 und 88 an die Speisewasserleitung 92 angeschlossen ist. Diese ist außerdem über eine weitere Teilstromleitung 92b mit dem Hochdruck-Economizer 74 verbunden. Der Kessel-Teileconomizer 94 und der Vorwärmer oder Kessel-Economizer 88 sind in die Rauchgasleitung 24 des gefeuerten Dampferzeugers 14 geschaltet.

Ausgangsseitig ist der gefeuerte Dampferzeuger 14 über einen Hochdrucküberhitzer 96, an den ausgangsseitig die Dampfleitung 80 angeschlossen ist, mit dem Eingang des Hochdruckteils 10a der Dampfturbine 10 verbunden. Ein dem im Abhitzedampferzeuger 15 angeordneten Zwischenüberhitzer 70 parallel geschalteter Zwischenüberhitzer 98 ist eingangsseitig über die Dampfleitung 68 mit dem Ausgang des Hochdruckteils 10a und ausgangsseitig mit dem Mitteldruckteil 10b der Dampfturbine 10 verbunden. Die Vorwärmer 84 und 86 werden über Dampfleitungen 100 und 102 mittels Anzapfdampf aus dem Mitteldruckteil 10b bzw. dem

Hochdruckteil 10a der Dampfturbine 10 beheizt.

Beim Betrieb der kombinierten Gas- und Dampfturbinenanlage 1 wird der Brennkammer 4 der Gasturbine 2 in nicht näher dargestellter Art und Weise ein Brennstoff B' über die Brennstoffleitung 6 zugeführt. Der Brennstoff B' wird in der Brennkammer 4 mit verdichteter Frischluft L aus dem Luftverdichter 3 verbrannt. Das bei der Verbrennung entstehende heiße Verbrennungsgas V wird über eine Gasleitung 6a in die Gasturbine 2 geleitet. Dort entspannt es sich und treibt dabei die Gasturbine 2 an, die wiederum den Luftverdichter 3 und den Generator 7 antreibt. Das aus der Gasturbine 2 austretende heiße Abgas A wird im ersten Teilstrom t_1 über die Teilstromleitung 18 als Verbrennungsluft in den gefeuerten Dampferzeuger 14 geleitet. Der zweite Teilstrom t_2 des heißen Abgases A aus der Gasturbine 2 wird über die Teilstromleitung 28 und durch den Abhitzedampferzeuger 15 geführt.

Das unter Zufuhr des Teilstroms t_1 des Abgases A aus der Gasturbine 2 bei der Verbrennung des fossilen Brennstoffs B entstehende heiße Rauchgas R dient dort zur Dampferzeugung und verläßt anschließend den gefeuerten Dampfturbine 14 über die Rauchgasleitung 24 in Richtung auf die Rauchgasreinigungsanlage 26, wobei es zuvor zunächst im Kessel-Economizer 88 und anschließend im Kessel-Teileconomizer 94 durch Wärmetausch mit Speisewasser aus dem Speisewasserbehälter 60 abgekühlt worden ist.

Die Vorwärmung des Speisewassers erfolgt in drei Teilstromen S_1 bis S_3 . Dabei wird ein erster, mittels eines in die Teilstromleitung 92a geschalteten Ventils 104 einstellbarer Teilstrom S_1 des unter hohem Druck stehenden Speisewassers durch den Kessel-Teileconomizer 94 geführt und mittels des Rauchgases R und des Teilstroms t_1 des Abgases A der Gasturbine 2 vorgewärmt. Ein zweiter, mittels eines in die Teilstromleitung 92b geschalteten Ventils 106 einstellbarer Teilstrom S_2 wird durch die Hochdruck-Economizer 74 und 75 geführt und durch Wärmetausch mit dem zweiten Teilstrom t_2 des Abgases A aus der Gasturbine 2 vorgewärmt. Die Vorwärmung eines dritten, mittels eines in die Speisewasserleitung 92 geschalteten Ventils 108 einstellbaren Teilstroms S_3 des unter hohem Druck stehenden Speisewassers erfolgt in den Vorwärmern 84 und 86 mittels Anzapfdampf aus der Dampfturbine 10.

Die Vorwärmung des Speisewassers sowohl für den gefeuerten Dampferzeuger 14 als auch für den Abhitzedampferzeuger 15 erfolgt somit jeweils mehrstufig. Dabei erfolgt eine zweistufige Vorwärmung des Speisewasserteilstroms S_2 innerhalb des Abhitzedampferzeugers 15 in den wasser-/dampfseitig hintereinander geschalteten Hochdruck-Economizern 74 und 75. Das Speisewasser für den gefeuerten Dampferzeuger 15 wird in drei Stufen vorgewärmt. Dabei wird der zunächst in den Vorwärmern 84 und 86 zweistufig vorgewärmte dritte Teilstrom S_3 anschließend zusammen mit dem im Kessel-Teileconomizer 94 parallel vorge-

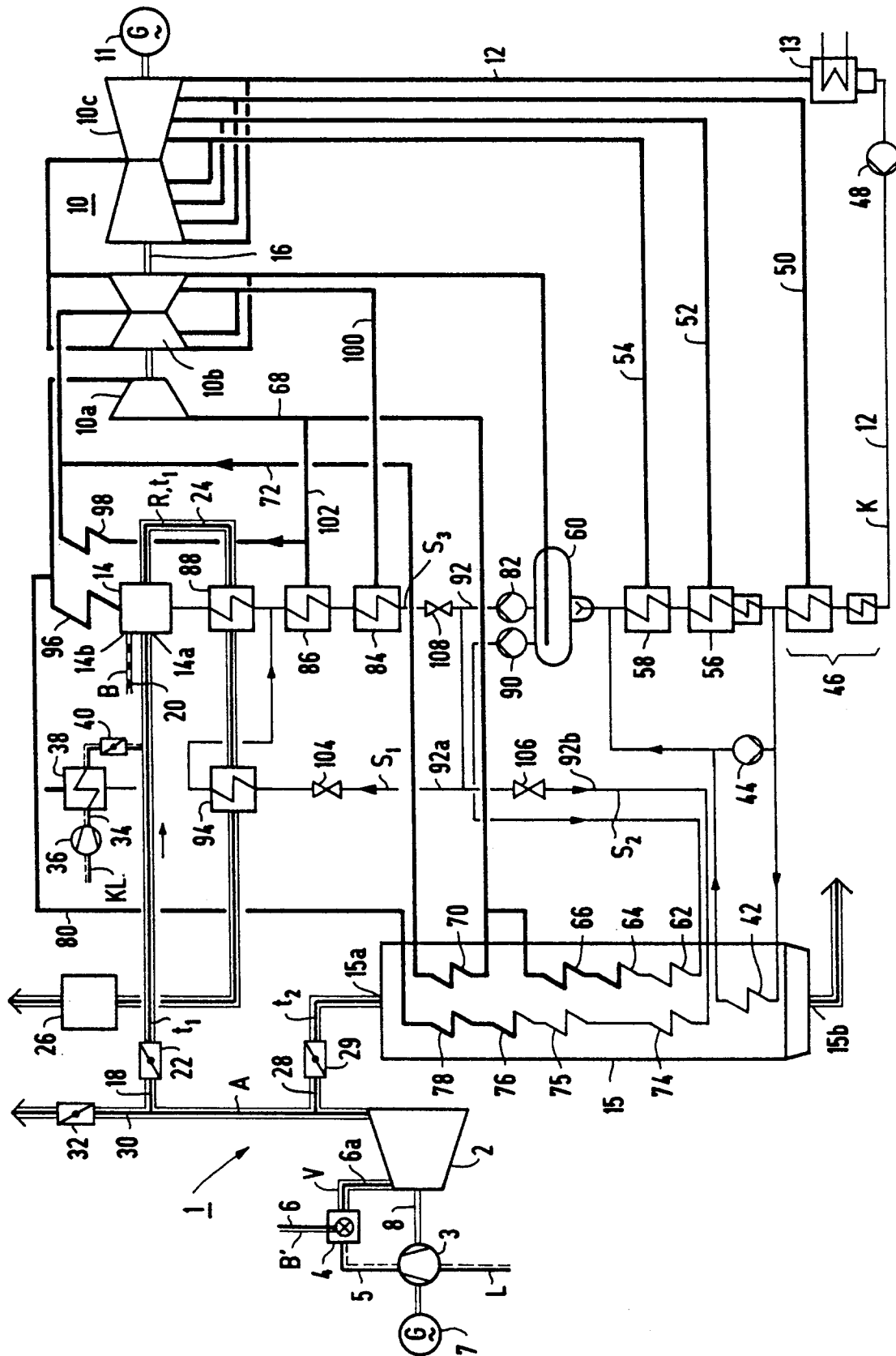
wärmten Teilstrom S_1 im Kessel-Economizer 88 in der gemeinsamen dritten Stufe vorgewärmt. Diese mehrstufige Vorwärmung des Speisewassers in drei Teilstromen S_1 bis S_3 ermöglicht eine besonders vorteilhafte Verteilung oder Aufteilung des Speisewassers auf die beiden Dampferzeuger 14 und 15, so daß eine unerwünschte Verdampfung innerhalb deren gasbeheizten Vorwärmern 74, 75 bzw. 88, 94 infolge eines erhöhten Wärmeeintrags aus den Teilstromen t_1 und t_2 des Abgases A aus der Gasturbine 2 sowie aus dem Rauchgas R auch bei Einsatz einer besonders leistungsstarken Gasturbine 2 praktisch vermieden ist.

Der im Abhitzedampferzeuger 15 im Hochdruckverdampfer 76 erzeugte und im Hochdrucküberhitzer 78 überhitzte Dampf wird zusammen mit dem im gefeuerten Dampferzeuger 14 erzeugten und im Überhitzer 96 überhitzten Dampf in den Hochdruckteil 10a der Dampfturbine 10 geführt. Der in dem Hochdruckteil 10a entspannte Dampf wird zum Teil in dem im Abhitzedampferzeuger 15 angeordneten Überhitzer 70 und zum Teil im Zwischenüberhitzer 98 des gefeuerten Dampferzeugers 14 erneut überhitzt und anschließend dem Mitteldruckteil 10b der Dampfturbine 10 zugeführt. Der im Mitteldruckteil 10b weiter entspannte Dampf wird zum Teil zur Aufwärmung des Speisewassers im Speisewasserbehälter 60 und zum Teil zur Vorwärmung des durch den Vorwärmer 84 geführten Speisewasserteilstroms S_3 genutzt sowie zum Teil direkt in den Niederdruckteil 10c der Dampfturbine 10 geführt. Der im Niederdruckteil 10c entspannte Dampf wird über die Anzapfleitungen 50 bis 54 zur Vorwärmung von in den Speisewasserbehälter 60 geführtem Kondensat K genutzt. Der aus dem Niederdruckteil 10c austretende Dampf wird im Kondensator 13 kondensiert und als Kondensat K über die Kondensatpumpe 48 und die Vorwärmer 46, 56 und 58 in den Speisewasserbehälter 60 gefördert. Somit ist der dem gefeuerten Dampferzeuger 14 und dem Abhitzedampferzeuger 15 gemeinsame Wasser-Dampf-Kreislauf 12 geschlossen.

Patentansprüche

1. Gas- und Dampfturbinenanlage mit einem in einen Wasser-Dampf-Kreislauf (12) der Dampfturbine (10) geschalteten fossil gefeuerten Dampferzeuger (14), dem wasser-/dampfseitig ein Abhitzedampferzeuger (15) parallel geschaltet ist, wobei sowohl der gefeuerte Dampferzeuger (14) über eine erste Teilstromleitung (18) als auch der Abhitzedampferzeuger (15) über eine zweite Teilstromleitung (28) der Gasturbine (2) abgasseitig nachgeschaltet sind,
gekennzeichnet durch eine Anzahl von Vorwärmern (74, 75, 84, 86, 88, 94) zur mehrstufigen Vorwärmung von Speisewasser (S_1 bis S_3) sowohl für den gefeuerten Dampferzeuger (14) als auch für den Abhitzedampferzeuger (15).

2. Gas- und Dampfturbinenanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem gefeuerten Dampferzeuger (14) rauchgasseitig eine Rauchgasreinigungsanlage (26) nachgeschaltet ist.
3. Gas- und Dampfturbinenanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem gefeuerten Dampferzeuger (14) eine Hintereinanderschaltung aus zwei rauchgasbeheizten Kessel-Vorwärmern (88, 94) wasser-/dampfseitig vorgeschaltet ist.
4. Gas- und Dampfturbinenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abhitzedampferzeuger (15) Heizflächen (42) zur Kondensatvorwärmung und diesen abgasseitig vorgeschaltete Mitteldruck-Heizflächen (62, 64, 66) mit einem Zwischenüberhitzer (70) sowie zu diesen abgasseitig mindestens zum Teil parallel angeordnete und wasser-/dampfseitig parallel geschaltete Hochdruckheizflächen (74, 75, 76, 78) umfaßt.
5. Gas- und Dampfturbinenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der gefeuerte Dampferzeuger (14) über mindestens einen mittels Dampf aus der Dampfturbine (10) beheizten Vorwärmer (84, 86) mit einem Speisewasserbehälter (60) verbunden ist.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 11 7410

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 233 (M-1407), 12.Mai 1993 & JP 04 362207 A (TOSHIBA CORP), 15.Dezember 1992, * Zusammenfassung *	1,5	F01K23/10
A	US 4 852 344 A (WARNER) * Spalte 6, letzter Absatz - Spalte 7, Absatz 1; Abbildungen 3,4 *	1,2	
A	DE 38 15 536 C (WALSRÖDE) * Seite 4, Zeile 48 - Zeile 65; Abbildungen *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F01K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10.Dezember 1997	Prüfer Van Gheel, J
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			

EPO FORM 1503 03 82 (P4C03)