



⁽¹⁰⁾ **DE 10 2012 102 368 A1** 2012.09.27

Offenlegungsschrift

**Pang, Raymond, Schenectady, US; Smith, Raub
Warfield, Schenectady, N.Y., US**

(54) Bezeichnung: **Kombikraftwerk**

[illegible]

Beschreibung**ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK**

[0001] Der hier beschriebene Gegenstand betrifft das aktive Temperaturmanagement von Kaminen mittels in einem Kombikraftwerk abgezogenen geregelten Dampfs.

[0002] Ein Kombikraftwerk nutzt zur Erzeugung von Energie die Kombination aus einer Gasturbine und einer Dampfturbine. Das Kraftwerk ist so ausgebildet, dass die Gasturbine über einen Abhitzedampferzeuger (HRSG) thermisch mit der Dampfturbine verbunden ist. Der HRSG ist ein berührungsfreier Wärmeaustauscher, der eine Erwärmung des Speisewassers für den Dampferzeugungsprozess durch Abgabe der Gasturbine ermöglicht. Der HRSG ist eine große Röhre mit Rohrbündeln, die darin so angeordnet sind, dass Wasser von den durch die Röhre strömenden Abgasen bis zur Verdampfung erwärmt wird.

[0003] Moderne Kombizyklen nutzen typischerweise zwei (2) oder drei (3) Dampferzeugungsdrücke, um Energie aus dem Abgas der Gasturbine zu gewinnen. Diese Zyklen umfassen auch häufig eine Wasservorlauftemperaturregelung, um die Rohre zur Vermeidung einer möglichen Korrosion über dem Wassertaupunkt zu halten. Diese Zyklen können die Gasaustrittstemperaturen des HRSG auf einen niedrigen Wert, etwa 66° Celsius, einstellen, obwohl in einigen Fällen eine höhere Gasaustrittstemperatur des HRSG erforderlich ist. Beispielsweise kann je nach örtlich geltender Vorschrift eine höhere HRSG-Gasaustrittstemperatur gefordert sein, um einen kostengünstigeren (kürzeren) Kamin zu ermöglichen, was jedoch zu einem unvermeidlichen Leistungsrückgang und einer damit einhergehenden geringeren Rückgewinnung der Abgasenergie führen kann.

[0004] Höhere HRSG-Gasaustrittstemperaturen wurden bisher erreicht durch Reduzierung des Niederdruck-Oberflächenbereichs, weil die Produktion von Dampf mit niedrigem Druck, die man damit geopfert hat, das geringste Arbeitspotenzial hat. Im Gegensatz dazu wurden in einem kürzlich unternommenen Versuch zur Lösung dieses Problems ein Niederdruck-Dampfzugsrohr und ein Kondensat-Speisewasservorwärmer eingesetzt, um die erforderliche HRSG-Abgastemperatur in einem bestimmten Umgebungstemperaturbereich zu erzielen. In diesem Fall besteht jedoch die Tendenz, dass die heißeste Temperatur im Umgebungsbereich den technischen Entwurf des Abzugsrohrs und des Kondensat-Speisewasservorwärmers bestimmt. Bei kälteren Umgebungstemperaturen würde demnach diese letzte Anordnung dazu führen, dass die HRSG-Abgastemperatur über die geforderte Temperatur ansteigt, wodurch sich die thermische Effizienz in unerwünschter Weise verringert.

KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0005] Gemäß einem Gesichtspunkt der Erfindung wird ein Kombikraftwerk bereitgestellt, in dem eine Gasturbine Energie erzeugt, ein Abhitzedampferzeuger (HRSG) Dampf erzeugt aus energiereichen Fluiden, die bei der Energieerzeugung in der Gasturbine erzeugt werden, und eine Dampfturbine zusätzliche Energie aus dem Dampf erzeugt, der in dem HRSG erzeugt wird, und das ein Heizelement umfasst, welches strömungsmäßig zwischen der Dampfturbine und dem HRSG zwischengeschaltet ist, um das von der Dampfturbine abgegebene Fluid zu erwärmen, das in den HRSG und in ein Steuersystem eingespeist wird, welches regelt, um wie viel das von der Dampfturbine abgegebene Fluid von dem Heizelement erwärmt werden soll, basierend auf den Unterschieden zwischen HRSG- und Umgebungstemperaturen.

[0006] Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der Erfindung wird ein Kombikraftwerk bereitgestellt, umfassend eine Gasturbine zur Erzeugung von Energie, einen Abhitzedampferzeuger (HRSG) zur Erzeugung von Dampf aus energiereichen Fluiden, die bei der Energieerzeugung in der Gasturbine erzeugt werden, eine Dampfturbine zur Erzeugung zusätzlicher Energie aus dem Dampf, der in dem HRSG erzeugt wird, ein Heizelement, welches strömungsmäßig zwischen der Dampfturbine und dem HRSG zwischengeschaltet ist, um das von der Dampfturbine abgegebene Fluid zu erwärmen, das in den HRSG und in ein Steuersystem eingespeist wird, welches regelt, um wie viel das von der Dampfturbine abgegebene Fluid von dem Heizelement erwärmt werden soll, basierend auf den Unterschieden zwischen der HRSG-Gasaustrittstemperatur und einem eingegebenen Temperatur-Sollwert.

[0007] Diese und andere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden besser erkennbar anhand der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0008] Der als Erfindung betrachtete Gegenstand wird in den Ansprüchen am Ende der Patentbeschreibung besonders hervorgehoben und ausdrücklich beansprucht. Die vorgenannten und andere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden ausführlichen Beschreibung in Verbindung mit der beiliegenden Zeichnung offensichtlich, die: Eine schematische Darstellung eines Kombikraftwerks ist.

[0009] Die ausführliche Beschreibung erläutert Ausführungsbeispiele der Erfindung mit Vorteilen und Merkmalen anhand eines Beispiels und unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

auch für ein Brennstoffvorwärmsystem **52** verwendet werden.

[0010] Bezugnehmend auf die Zeichnung wird ein Kombikraftwerk **10** bereit gestellt. Das Kraftwerk **10** umfasst ein Gasturbinensystem **12** mit einem Verbrennungssystem **14** und einem Turbinenabschnitt **16**. Das Kraftwerk **10** umfasst weiter ein Dampfturbinensystem **18**. Das Dampfturbinensystem **18** umfasst einen Hochdruckabschnitt **20**, einen Zwischen-druckabschnitt **22** und einen oder mehrere Niederdruckabschnitte **24** mit mehreren Dampfeinlasspunkten bei unterschiedlichen Drücken. Der Abdampf aus dem Niederdruckabschnitt **24** wird einem Kondensator **26** zugeführt. Das Dampfturbinensystem **18** treibt einen Generator **28** an, der elektrische Energie erzeugt. Das Gasturbinensystem **12**, das Dampfturbinensystem **18** und der Generator **28** können auf einer einzigen Welle **30** angeordnet sein. Es können auch andere Konfigurationen verwendet werden.

[0011] Das Dampfturbinensystem **18** ist verbunden mit einem Mehrdruck-Abhitzedampferzeuger (HRSG) **32**. Der HRSG **32** ist ein Gegenstrom-Wärmeaustauscher, in dem Speisewasser, das durch den HRSG **32** strömt, erwärmt wird, während Abgas aus dem Gasturbinensystem **12** Wärme abgibt und abgekühlt wird. Der HRSG **32** hat drei (3) verschiedene Betriebsdrücke (hoch, mittel und niedrig), wobei die Komponenten Dampf bei verschiedenen Drücken und Temperaturen erzeugen. Dieser Dampf wird in die entsprechenden Stufen des Dampfturbinensystems **18** eingespeist. Der HRSG **32** kann beispielsweise einen Niederdruckabschnitt **34**, einen Zwischendruckabschnitt **36** und einen Hochdruckabschnitt **38** umfassen, die jeweils einen oder mehrere Vorwärmer, Verdampfer und/oder Überhitzer umfassen können.

[0012] Kondensat wird über eine oder mehrere Leitungen **40** mit Hilfe einer Kondensatpumpe **42** vom Kondensator **26** in den HRSG **32** eingespeist. Ein Stopfbüchsenkondensator **44**, der hinter der Kondensatpumpe **42** angeordnet ist, kann ebenfalls für sekundäre Kondensationsvorgänge verwendet werden. Das Kondensat strömt anschließend von der Kondensatpumpe **42** durch den Niederdruckabschnitt **34** des HRSG **32**. In einer bekannten Art und Weise wird Dampf aus dem Niederdruckabschnitt **34** über die Leitung **46** zum Niederdruckabschnitt **24** des Dampfturbinensystems **18** geführt. Das Kondensat und/oder Speisewasser strömen durch den Zwischenabschnitt **36** und werden über die Leitung **48** zum Zwischendruckabschnitt **22** des Dampfturbinensystems **18** zurückgeführt. Schließlich wird das Kondensat durch den Hochdruckabschnitt **38** des HRSG **32** geführt und über die Leitung **50** zum Hochdruckabschnitt **20** des Dampfturbinensystems **18** zurückgeführt. Das im HRSG **32** erzeugte heiße Wasser kann

[0013] Zusätzlich wird ein Heizelement, beispielsweise ein Niederdruckabzugs-Speisewasservorwärmer **56**, bereitgestellt. Der Speisewasservorwärmer **56** ist um die Leitung **40** positioniert und betriebsfähig hinter dem Kondensator **26** angeordnet. Eine weitere Leitung **58**, beispielsweise ein Niederdruck-Dampfzugsrohr, kann den Speisewasservorwärmer **56** direkt mit dem Niederdruckabschnitt **24** des Dampfturbinensystems **18** verbinden, wodurch Niederdruckdampf aus dem Niederdruckabschnitt **24** des Dampfturbinensystems **18** abgezogen, in den Speisewasservorwärmer **56** eingespeist und somit verwendet wird, um die Temperatur des in den HRSG **32** eingespeisten Kondensats anzuheben. Der Speisewasservorwärmer **56** ist also darauf ausgerichtet, die Vorlauftemperatur des Kondensats zum HRSG **32** zu erhöhen.

[0014] Ein Ventil **60**, beispielsweise ein Proportionalventil oder ein anderes, ähnliches Ventil, ist entlang der weiteren Leitung **58** angeordnet, um eine Niederdruckdampfmenge, die aus dem Niederdruckabschnitt **24** des Dampfturbinensystems **18** abgezogen wurde, zu regeln. Das Ventil **60** wird von einem Steuersystem betätigt, das einen Ventil-Stellantrieb **70**, eine Verarbeitungseinheit **80** und einen Temperaturfühler **90** umfasst. Der Ventil-Stellantrieb **70** ist betriebsfähig mit der Verarbeitungseinheit **80** verbunden. Die Verarbeitungseinheit **80** empfängt HRSG-Temperaturmesswerte, beispielsweise HRSG-Abgastemperaturmesswerte, vom Temperaturfühler **90**, beispielsweise einem Thermoelement, das betriebsfähig innerhalb des HRSG **32** angeordnet ist.

[0015] In Fällen, in denen eine Anpassung der HRSG-Abgastemperatur an einen Sollwert wünschenswert ist, der höher als die natürlich vorhandene Temperatur ist, ohne einen Mechanismus zur aktiven Temperaturregelung, beispielsweise wenn die örtlichen Vorschriften eine HRSG-Mindest-Abgastemperatur verlangen, vergleicht die Verarbeitungseinheit **80** die gemessene HRSG-Abgastemperatur mit einem eingegebenen Temperatursollwert und/oder einem gewünschten Temperatursollwert und überträgt ein Steuersignal, beispielsweise ein Signal zur Anpassung des Proportionalventils, das auf den Ergebnissen dieses Vergleichs basiert, an den Ventil-Stellantrieb **70**. Der Ventil-Stellantrieb **70** öffnet oder schließt dann das Ventil **60**, um den Abzug des Niederdruckdampfs dementsprechend zu regeln.

[0016] Zwar ist der Speisewasservorwärmer **56** so konzipiert, dass in einem gegebenen Umgebungstemperaturbereich eine HRSG-Mindest-Abgastemperatur erreicht werden kann, doch würde die HRSG-Mindest-Abgastemperatur typischerweise am

wärmsten Tag des Umgebungstemperaturbereichs erreicht werden, während bei jeder kälteren Umgebungstemperatur der Niederdruckdampfabzug ohne entsprechende Regelung durch das Ventil **60**, wie sie vom hierin beschriebenen Steuersystem bereitgestellt wird, übermäßig stark wäre. Durch den zu starken Niederdruck-Dampfabzug könnte es sein, dass die HRSG-Abgastemperatur zu stark über das geforderte Minimum ansteigen und dadurch die Wärmeeffizienz des Kombikraftwerks **10** reduzieren würde. Da jedoch das Ventil **60**, das von der Verarbeitungseinheit **80** gesteuert wird, in der Lage ist, den Niederdruckdampfabzug so anzupassen, dass nur die benötigte Mindestmenge Niederdruckdampf abgezogen wird, die erforderlich ist, um die HRSG-Abgastemperatur an einem gegebenen Tag mit einer gegebenen Umgebungstemperatur, beispielsweise dem eingegebenen Temperatursollwert, über dem geforderten Minimum zu halten, wird sich der restliche Dampfstrom in dem Niederdruckabschnitt **24** des Dampfturbinensystems **18** ausdehnen und dadurch die Wärmeeffizienz des Kombikraftwerks **10** erhöhen.

[0017] Gemäß alternativen Ausführungsbeispielen kann der für den Speisewasservorwärmer **56** verwendete Dampf aus den Hoch- oder Zwischendruckabschnitten **20**, **22** des Dampfturbinensystems **18** abgezogen werden. Eine andere Alternative wäre, die Verarbeitungseinheit **80** die HRSG-Abgastemperatur ableiten zu lassen, basierend auf einer Niederdruck-Vorwärmer-Eintrittstemperatur, wobei eine Beziehung zwischen der Eintrittstemperatur am Niederdruck-Vorwärmer und der HRSG-Abgastemperatur vorausgesetzt wird. Die Verarbeitungseinheit **80** würde dann das Signal zur Anpassung der Durchflussmenge basierend auf der Eintrittstemperatur des Niederdruck-Vorwärmers übertragen.

[0018] Noch andere alternative Ausführungsbeispiele umfassen das Hinzufügen von Ventilen und Leitungen oder die Modifizierung vorhandener Ventile und Leitungen, um das Dampfturbinensystem **18** zu umgehen. In diesen Ausführungsbeispielen wird abgezogener Dampf zur Verwendung im Speisewasservorwärmer **56** aus den Leitungen **46**, **48** und **50** direkt abgezogen. Auch strömt der Dampf, nachdem er aus dem Hochdruckabschnitt **20** des Dampfturbinensystems **18** ausgetreten ist, durch ein Kalt-Nacherwärmungsrohr **471** und vermischt sich mit überhitztem Zwischendruckdampf aus der Leitung **472**. Dampf, der entweder aus dem Kalt-Nacherwärmungsrohr **471** oder der Leitung **472** abgezogen wird, könnte ebenfalls zur Versorgung des Speisewasservorwärmers **56** eingesetzt werden.

[0019] Der Speisewasservorwärmer **56** kann in jeder Wärmeaustauscherkonfiguration bereitgestellt werden und kann zusätzliche oder alternative Heizelemente umfassen.

[0020] Gemäß weiteren Gesichtspunkten der Erfindung wird ein Verfahren zum Betrieb eines Kombikraftwerks **10** bereitgestellt. Das Verfahren umfasst das Zuführen kondensierten Niederdruckdampfs vom Dampfturbinensystem **18** und vom Kondensator **26** zum HRSG **32**, das Erwärmen des kondensierten Niederdruckdampfs vor dem Eintritt desselben in den HRSG **32** und die Regelung eines Erwärmungsgrads des kondensierten Niederdruckdampfs. Das Erwärmen wird erreicht, indem in einem Speisewasservorwärmer **56** der kondensierte Turbinenabdampf mit einer Menge Niederdruckdampf in Kontakt gebracht wird, der aus dem Dampfturbinensystem **18** abgezogen wird. Die Regelung, wie oben beschrieben, wird erreicht durch Anpassen der Niederdruckdampfmenge, mit der der kondensierte Turbinenabdampf in Kontakt gebracht wird, basierend auf einem Vergleich einer Temperaturmessung des HRSG **32**, einer Umgebungstemperaturmessung und einer vorher festgelegten Temperatureinstellung, die entsprechend der Umgebungstemperaturmessung festgelegt werden kann.

[0021] Zwar wurde die Erfindung hier in Zusammenhang mit nur einer eingeschränkten Zahl von Ausführungsbeispielen ausführlich beschrieben, doch dürfte ohne Weiteres nachvollziehbar sein, dass die Erfindung nicht auf diese beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt ist. Vielmehr kann die Erfindung mit einer Reihe von Varianten, Veränderungen, Ersetzungen oder gleichwertigen Anordnungen abgewandelt werden, die bisher nicht beschrieben wurden, die jedoch mit dem Gedanken und Umfang der Erfindung im Einklang stehen. Außerdem ist nachvollziehbar, dass, obwohl verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben wurden, Gesichtspunkte der Erfindung nur einige der beschriebenen Ausführungsbeispiele enthalten können. Dementsprechend ist die Erfindung nicht als durch die vorangehende Beschreibung begrenzt zu betrachten, sondern nur durch den Umfang der anhängenden Ansprüche.

[0022] Ein Kombikraftwerk **10**, in dem eine Gasturbine **12** Energie erzeugt, ein Abhitzedampferzeuger (HRSG) **32** Dampf aus energiereichen Fluiden erzeugt, die bei der Erzeugung von Energie in der Gasturbine **12** entstehen, und eine Dampfturbine **18** zusätzliche Energie aus dem im HRSG **32** erzeugten Dampf erzeugt. Das Kombikraftwerk **10** umfasst ein Heizelement, das strömungsmäßig zwischen die Dampfturbine **18** und den HRSG **32** geschaltet ist, um das von der Dampfturbine **18** abgegebene Fluid, das in den HRSG **32** eingespeist werden soll, zu erwärmen, und ein Steuersystem **70**, **80**, **90**, um zu regeln, um wie viel das von der Dampfturbine **18** abgegebene Fluid von dem Heizelement erwärmt wird, basierend auf Unterschieden zwischen HRSG- und Umgebungstemperaturen.

Bezugszeichenliste

10	Kombikraftwerk
12	Gasturbinensystem
14	Verbrennungssystem
16	Turbinenabschnitt
18	Dampfturbinensystem
20	Hochdruckabschnitt
22	Zwischendruckabschnitt
24	Niederdruckabschnitt
26	Kondensator
28	Generator
30	Welle
32	HRSG
34	Abschnitt mit niedrigerem Druck
36	Zwischendruckabschnitt
38	Hochdruckabschnitt
40	Leitungen
42	Kondensatpumpe
44	Stopfbuchsenkondensator
46, 48, 50	Leitung
52	Brennstoffvorwärmsystem
56	Speisewasservorwärmer
58	Weitere Leitung
60	Ventil
70	Ventil-Stellantrieb
80	Verarbeitungseinheit
90	Temperaturfühler
471	Kalt-Nachwärmrohr
472	Leitung

Patentansprüche

1. Ein Kombikraftwerk (10), in dem eine Gasturbine (12) Energie erzeugt, ein Abhitzedampferzeuger (HRSG) (32) Dampf aus energiereichen Fluiden erzeugt, die bei der Erzeugung von Energie in der Gasturbine (12) entstehen, und eine Dampfturbine (18) zusätzliche Energie aus dem im HRSG (32) erzeugten Dampf erzeugt, wobei das Kombikraftwerk (10) folgendes umfasst:

ein Heizelement, das strömungsmäßig zwischen die Dampfturbine (18) und den HRSG (32) geschaltet ist, um die von der Dampfturbine (18) abgegebene Fluidmenge, die in den HRSG (32) eingespeist werden soll, zu erwärmen; und
ein Steuersystem (70, 80, 90), das basierend auf Unterschieden zwischen HRSG- (32) und Umgebungstemperaturen regelt, um wie viel die von der Dampfturbine (18) abgegebene Fluidmenge von dem Heizelement erwärmt wird.

2. Das Kombikraftwerk (10) nach Anspruch 1, bei dem das Heizelement einen Niederdruck-Dampf-abzugs-Speisewasservorwärmer (56) umfasst.

3. Das Kombikraftwerk (10) nach Anspruch 1 oder 2, weiter umfassend:

ein Dampfabzugsrohr (58) zum Abzug von Dampf aus der Dampfturbine (18) und um den abgezogenen Dampf zum Heizelement zu befördern; und
ein Ventil (60), das betriebsmäßig an einer Stelle des Dampfabzugsrohrs (58) angeordnet ist, um eine Menge des abgezogenen Dampfes zu regeln, die zu dem Heizelement strömt.

4. Das Kombikraftwerk (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Dampfabzugsrohr (58) Dampf von einem Niederdruckabschnitt (24) der Dampfturbine (18) abzieht.

5. Das Kombikraftwerk (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Steuersystem folgendes umfasst:
einen Temperaturfühler (90), um eine HRSG-Gasaustrittstemperatur zu ermitteln; und
eine Verarbeitungseinheit (80), um die HRSG-Gasaustrittstemperatur mit einem eingegebenen Temperatursollwert zu vergleichen und entsprechend einem Ergebnis des Vergleichs ein Steuersignal auszugeben, das bestimmt, um wie viel das von der Dampfturbine abgegebene Fluid erwärmt wird.

6. Das Kombikraftwerk (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die HRSG-Gasaustrittstemperatur eine oder mehrere Abgastemperaturen und abgeleitete Abgastemperaturen umfasst.

7. Das Kombikraftwerk (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, weiter umfassend einen Ventil-Stellantrieb (70), der betriebsmäßig zur Steuerung des Ventils (60) in Antwort auf das Steuersignal eingerichtet ist.

8. Ein Kombikraftwerk (10), umfassend:
eine Gasturbine (12) zur Erzeugung von Energie;
einen Abhitzedampferzeuger (HRSG) (32) zur Erzeugung von Dampf aus energiereichen Fluiden, die bei der Erzeugung von Energie in der Gasturbine (12) entstehen;
eine Dampfturbine (18) zur Erzeugung zusätzlicher Energie aus dem im HRSG (32) erzeugten Dampf;
ein Heizelement, das strömungsmäßig zwischen die Dampfturbine (18) und den HRSG (32) geschaltet ist, um die von der Dampfturbine (18) abgegebene Fluidmenge, die in den HRSG eingespeist werden soll, zu erwärmen; und
ein Steuersystem (70, 80, 90), um basierend auf Unterschieden zwischen einer HRSG-Gasaustrittstemperatur und einem eingegebenen Temperatur-Sollwert zu regeln, um wie viel die von der Dampfturbine (18) abgegebene Fluidmenge von dem Heizelement erwärmt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

