



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.01.1998 Patentblatt 1998/02

(51) Int. Cl.⁶: F01K 9/00

(21) Anmeldenummer: 97110651.3

(22) Anmeldetag: 30.06.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

(71) Anmelder:
SAARBERGWERKE AKTIENGESELLSCHAFT
66111 Saarbrücken (DE)

(30) Priorität: 02.07.1996 DE 19626372

(72) Erfinder: Johänttgen, Uwe, Dr.
66797 Wadgassen (DE)

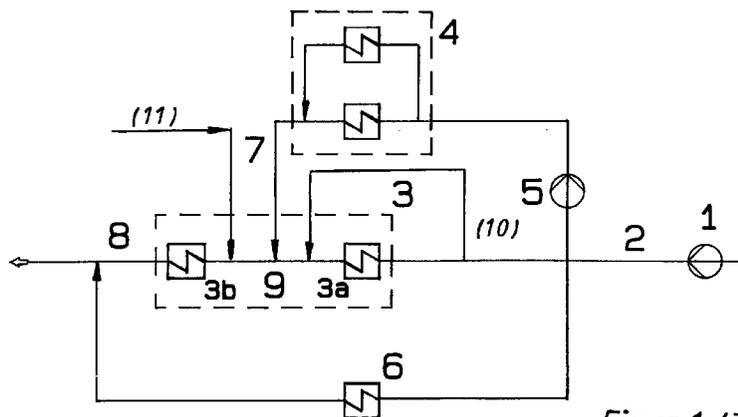
(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Wirkungsgradverbesserung in Dampfkraftwerken**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Wirkungsgradverbesserung in Dampfkraftwerken mit einer Dampfturbinenanlage mit Teilturbinen, deren zugeordnete Teilkondensatoren 3a und 3b in einer Hauptkondensatoranlage 3 zusammengefaßt und kühlwasserseitig in Reihe geschaltet sind.

Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß einzelnen oder allen aus den Teilkondensatoren austretenden Kühlwasserströmen 9 und ggf. 8 vor Eintritt in den nachfolgenden Teilkondensator 3b zusätzliches Kühlwasser 7 und ggf. 10 und 11 beigemischt wird und das beigemischte Kühlwasser vollständig oder teilweise aus dem

Hauptkühlwasserstrom 2 der Kühlwasserpumpe 1 vor Eintritt in die Hauptkondensatoranlage 3 abgezweigt wird.

Die Erfindung beinhaltet weiter, daß die vom Hauptkühlwasserstrom 2 vor Eintritt in die Hauptkondensatoranlage 3 abgezweigten Kühlwasserteilströme z. B. 7 und 10 während der bypassartigen Umfahrung eines oder mehrerer Teilkondensatoren z. B. 3a zumindest vereinzelt an einem Wärmeaustausch - z. B. in einem Nebenkühlwassersystem 4 - beteiligt sind und dadurch die Wärmeaufnahme- und Wärmetransportkapazität für den notwendigen Wärmeabstrom erhöht wird.



Figur 1/3

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Wirkungsgradverbesserung in Dampfkraftwerken mit einer Dampfturbinenanlage mit Teilturbinen, deren zugeordnete Teilkondensatoren in einer Hauptkondensatoranlage zusammengefaßt und kühlwasserseitig in Reihe geschaltet sind.

Gemäß dem Stand der Technik wird das Kühlwasser eines Dampfkraftwerkes mit Hilfe von Kühlwasserpumpen einer Kühlwasserquelle (Kühlturm, Vorfluter, Meer, ...) entnommen und über die Hauptkühlwasserleitung dem Hauptkühlwassersystem, das in der Regel aus einem Hauptkondensator und den hierzu parallel geschalteten Wärmetauschern des Nebenkühlwassersystems besteht, zugeführt.

Das Nebenkühlwassersystem, nimmt als geschlossener Kühlkreislauf an einer Vielzahl von Kühlstellen (Ölkühler der Speisepumpen-Antriebsturbine, Kühleinrichtungen an Saugzug, Frischlüfter, Mühlen, ...) über Zwischenkühler Wärme von den Hilfsaggregaten auf, um diese dann im Wärmeaustausch mit einem Kühlwasserteilstrom des Hauptkühlwassersystems in diesen Kreislauf einzukoppeln und abzuführen.

Die Verteilung des die Kühlwasserpumpe verlassenden Hauptkühlwasserstromes zwischen Hauptkondensator und Nebenkühlwassersystem erfolgt dabei in der Regel über die hydraulische Auslegung der Systeme oder ggf. zusätzlich zwangsweise mit Hilfe einer Druckerhöhungspumpe. Oft ist zusätzlich auch eine Speisepumpenantriebsturbine vorhanden, deren Kondensator dann ebenfalls zum Hauptkondensator parallel geschaltet ist.

In den im Hauptkondensator in Reihe geschalteten Teilkondensatoren kondensiert der Abdampf der Teilturbinen jeweils bei einem Druck, der insbesondere von der jeweiligen Kühlwasseraustrittstemperatur am betreffenden Teilkondensator abhängt.

In Stromrichtung des die Teilkondensatoren durchströmenden Kühlwasserstromes steigen die Kühlwasseraustrittstemperaturen mit jedem Wärmetausch in einem Teilkondensator zwangsläufig an. Das dem Abdampf der Teilturbinen zur Verfügung stehende Druckgefälle, das durch den jeweiligen Kondensatordruck bestimmt wird und sich unmittelbar auf die nutzbare Enthalpie auswirkt, wird somit bei dem zuerst durchströmten Teilkondensator am größten sein und sich in den nachfolgenden Teilkondensatoren verringern.

Des weiteren kann durch die Zusammenführung und Mischung der unterschiedlich temperierten Kühlwasserteilströme hinter dem Hauptkondensator das mögliche Exergiepotential für die einzelnen Teilturbinen nicht gleichmäßig aufrecht erhalten werden.

Die Temperaturunterschiede an der Mischstelle sind auch systembedingt, da insbesondere im Sommer bei Rückkühlung über einen Kühlturm die Kaltwassertemperaturen bis ungefähr 30 °C ansteigen können.

Damit bei diesen hohen Kalt wassertemperaturen keine unzulässig hohen Austrittstemperaturen im Nebenkühlwassersystem auftreten, werden die Wärmetauscher des Nebenkühlwassersystems für eine deutlich geringere Aufwärmspanne ausgelegt als die der Hauptkondensatoranlage. Die Wassertemperatur beim Kühlwasseraustritt aus dem Nebenkühlwassersystem ist deshalb stets deutlich niedriger als die Wassertemperatur beim Kühlwasseraustritt aus dem Hauptkondensator.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, auch bei schwankenden ggf. relativ ungünstigen Umgebungsbedingungen für das Hauptkühlwassersystem, optimale Exergie- und Wirkungsgradverhältnisse an den seriell geschalteten Teilturbinen zu erreichen und dabei trotzdem die mit dem Kühlwasser mögliche Transportkapazität für den Wärmeabstrom zu nutzen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß einzelnen oder allen aus den Teilkondensatoren austretenden Kühlwasserströmen vor Eintritt in den nachfolgenden Teilkondensator zusätzliches Kühlwasser beigemischt wird.

Dadurch wird der Wärmeaustausch im zweiten durchströmten Teilkondensator - und ggf. einem weiteren seriell nachgeschalteten Teilkondensator - verbessert, so daß günstigere Kondensationsverhältnisse an der zugeordneten Teilturbine zustande kommen.

Dabei ist es sinnvoll, wenn das beigemischte Kühlwasser möglichst vollständig aus dem Hauptkühlwasserstrom vor Eintritt in den ersten Teilkondensator abgezweigt wird. Dieses Verfahren wird dann besonders vorteilhaft, wenn die vom Hauptkühlwasserstrom vor Eintritt in den ersten Teilkondensator abgezweigten Kühlwasserteilströme während der bypassartigen Umfahrung eines oder mehrerer Teilkondensatoren zumindest vereinzelt an einem Wärmeaustausch beteiligt sind, da dadurch die Kühlwassertemperaturen der Nebenströme zum Hauptkühlwasserstrom hin angeglichen werden, bevor sie anschließend wieder dem Hauptkühlwasserstrom beigemischt werden. Der vorgesehene Wärmeaustausch findet dabei besonders vorteilhaft in den Wärmetauschern des Nebenkühlwassersystems statt, um in diesem Kraftwerksbereich keine leistungsbegrenzenden Faktoren aufkommen zu lassen.

Die Erfindung trägt damit auch der Erkenntnis Rechnung, daß bei der Vermischung zweier unterschiedlich temperierter Kühlwasserströme, die Zumischung möglichst an einer Stelle erfolgen sollte, an der die Temperaturen der Kühlwasserströme nicht zu stark voneinander abweichen.

Ausgehend von einer Anlage gemäß Figur 2/3, die dem Stand der Technik entspricht, wird die Erfindung an einer Anlage gemäß Figur 1/3 erläutert.

Am Beispiel dieser aus zwei Teilkondensatoren bestehenden Anlage verfährt man dabei erfindungsgemäß so, daß der die Kühlwasserpumpe (1) verlassende Hauptkühlwasserstrom (2) vor Eintritt in den ersten Teil-

kondensator (3a) geteilt wird, so daß nur ein Teil des Hauptkühlwasserstromes (2) in den ersten Teilkondensator (3a) eintritt, während zumindest ein Teil des verbleibenden Teilstromes - ggf. über eine Druckerhöhungspumpe (5) geführt - den ersten Teilkondensator (3a) umfährt, das Nebenkühlwassersystem (4) durchströmt und als Kühlwasserteilstrom (7) das System verläßt, um anschließend unmittelbar hinter dem ersten Teilkondensator (3a) mit dem dort austretenden Kühlwasserteilstrom (9) gemischt zu werden. Dieser tritt dann - ggf. mit einer weiteren Kühlwasserzuzugmischung (10 und/oder 11) - was von der Kühlwassertemperatur (7) abhängt - in den seriell folgenden Teilkondensator (3b) ein.

Durch diese erfindungsgemäße Beimischung vor dem zweiten Teilkondensator (3b) wird zum einen der Kühlwasserdurchsatz (8) durch den zweiten Teilkondensator (3b) erhöht und demzufolge dessen Kühlwasseraustrittstemperatur abgesenkt. Zum anderen ist zufolge des vorangegangenen Wärmeaustausches im ersten Teilkondensator (3a), der Temperaturanstieg im Hauptkühlwasserstrom (9) auf ein in der Regel etwas über dem des Kühlwasserstromes (7) vergleichbares Maß angestiegen.

Durch die verringerte Kühlwasseraustrittstemperatur am Teilkondensator (3b) wird das nutzbare Druckgefälle durch den verminderten Kondensatordruck in der dem Teilkondensator (3b) zugeordneten Teilturbine vergrößert und der Wirkungsgrad dieser Teilturbine kann verbessert und somit der Gesamtwirkungsgrad der Anlage entsprechend gewichtet erhöht werden. Andererseits werden die im Nebenkühlwassersystem bereits erwärmten Kühlwasserteilströme noch zu einem wirksamen Wärmeaustausch in den Teilkondensatoren hinter dem ersten Teilkondensator herangezogen.

Aus Figur 3/3 ist ersichtlich, wie bei einer Anlage bei der weder ein externer Kühlwasserzusatz (11) noch ein Bypass (10) vorgesehen ist, der Kühlwasserteilstrom (7) durch das Nebenkühlwassersystem (4) auf die Teilkondensatoren (3b) und (3c) geführt wird.

Weitere Möglichkeiten durch Umfahrung, Verzweigung oder ggf. vorzeitige Auskoppelung aus dem Nebenkühlwassersystem (4) die Verhältnisse zu verbessern richten sich nach dem noch wirtschaftlichen baulichen Aufwand für die Vorrichtungen. Jedoch sind die prinzipiellen Varianten schon in Figur 1/3 konkret dargestellt.

Grundsätzlich ist jedoch jede Leitungsanordnung, die der Lösung der gestellten Aufgabe dient, als spezielle Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verfahrens zu sehen, und dies unabhängig von der Anzahl der hintereinander geschalteten Teilkondensatoren, der Art des Kühlwasserbezuges und der Größe der jeweiligen Kühlwasserteilströme.

So macht die spezielle Ausführung gemäß Figur 3/3 deutlich, daß allein die Umfahrung des ersten Teilkondensators (3a) schon genügen kann, um die Kondensationsverhältnisse in den nachfolgenden

Teilkondensatoren (3b) und ggf. (3c) zu verbessern, die Temperaturen der zu mischenden Teilströme anzugleichen und damit zusätzliche Wärmeaufnahme- und Wärmetransportkapazität für den notwendigen Wärmeabstrom zu sichern und zu nutzen.

Derartige Maßnahmen werden jedoch auch durch das volumetrische Verhältnis der Kühlwasserteilströme untereinander und die in den einzelnen Wärmeaustauschsystemen erfolgenden Temperaturerhöhungen mitbestimmt.

Bezugszeichenliste:

- | | |
|----|--|
| 1 | Kühlwasserpumpe |
| 2 | Hauptkühlwasserleitung - Austrittsleitung der Kühlwasserpumpe |
| 3 | Kondensatoranlage 3a, 3b, 3c, Teilkondensatoren der Hauptkondensatoranlage |
| 4 | Nebenkühlwassersystem |
| 5 | Druckerhöhungspumpe |
| 6 | Kondensator der Speisepumpenantriebsturbine |
| 7 | Austrittsleitung Nebenkühlwassersystem |
| 8 | Austrittsleitung der Hauptkondensatoranlage |
| 9 | Austrittsleitung am ersten Teilkondensator 3a |
| 10 | ggf. hinter der Druckerhöhungspumpe abgezweigter Kühlwasserteilstrom |
| 11 | ggf. extern zugeführter Kühlwasserstrom |

Patentansprüche

- Verfahren zur Wirkungsgradverbesserung in Dampfkraftwerken mit einer Dampfturbinenanlage mit Teilturbinen, deren zugeordnete Teilkondensatoren in einer Hauptkondensatoranlage zusammengefaßt und kühlwasserseitig in Reihe geschaltet sind,
dadurch gekennzeichnet, daß einzelnen oder allen aus den Teilkondensatoren austretenden Kühlwasserströmen vor Eintritt in den nachfolgenden Teilkondensator zusätzliches Kühlwasser beigemischt wird.
- Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß das beigemischte Kühlwasser möglichst vollständig aus dem Hauptkühlwasserstrom vor Eintritt in die Hauptkondensatoranlage abgezweigt wird.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß die vom Hauptkühlwasserstrom vor Eintritt in den ersten Teilkondensator abgezweigten Kühlwasserteilströme während der bypassartigen Umfahrung eines oder mehrerer Teilkondensatoren zumindest vereinzelt an einem Wärmeaustausch beteiligt sind.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3

dadurch gekennzeichnet, daß

der Wärmeaustausch zumindest teilweise in den Wärmetauschern eines Nebenkühlwassersystem erfolgt.

5

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, daß

an einzelne oder alle die Teilkondensatoren 3a und ggf. 3b verlassende Kühlwasserleitungen vor Eintritt in den nachfolgenden Teilkondensator weitere, Kühlwasser zuführende Leitung angeschlossen sind.

10

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,

15

dadurch gekennzeichnet, daß

die angeschlossenen, Kühlwasser zuführenden Leitungen alle oder teilweise an der die Kühlwasserpumpe verlassende Hauptkühlwasserleitung 2 vor Eintritt in die Hauptkondensatoranlage 3 abgezweigt werden.

20

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 6,

dadurch gekennzeichnet, daß

die an der Hauptkühlwasserleitung 2 vor Eintritt in die Hauptkondensatoranlage 3 abgezweigten, Kühlwasser zuführenden Leitungen 7 und 10 während der bypassartigen Umfahrung eines oder mehrerer Teilkondensatoren zumindest vereinzelt durch eines oder mehrere Wärmeaustauschsysteme 4 geführt werden.

25

30

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7,

dadurch gekennzeichnet, daß

ein Wärmeaustauschsystem 4 aus einem Nebenkühlwassersystem besteht.

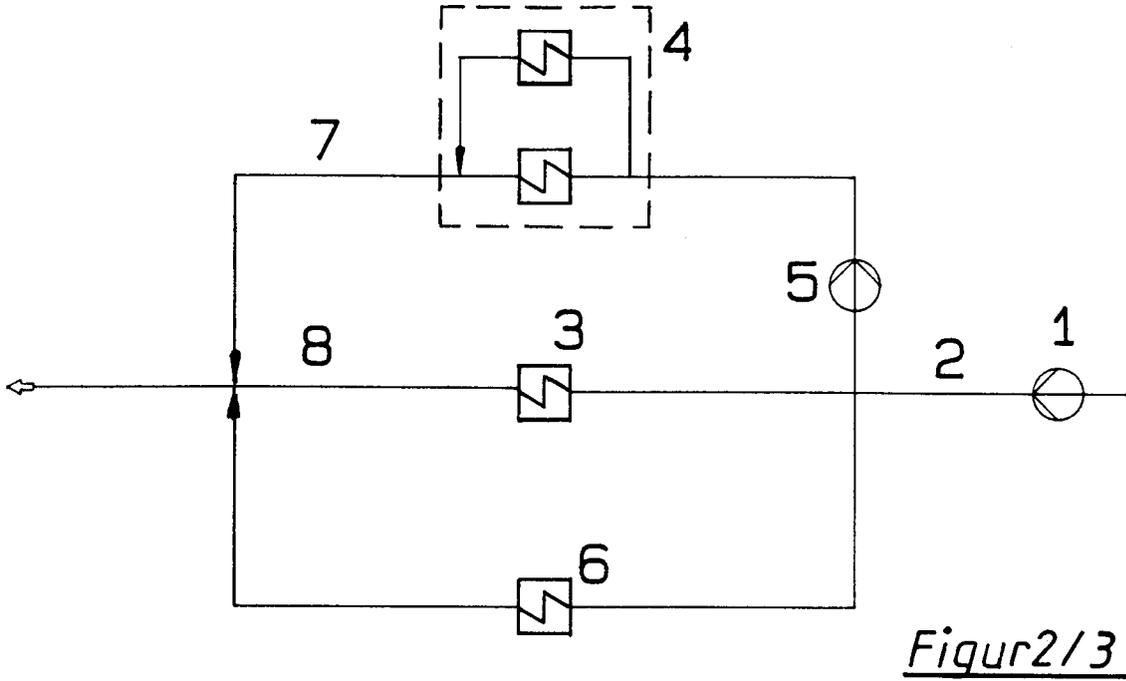
35

40

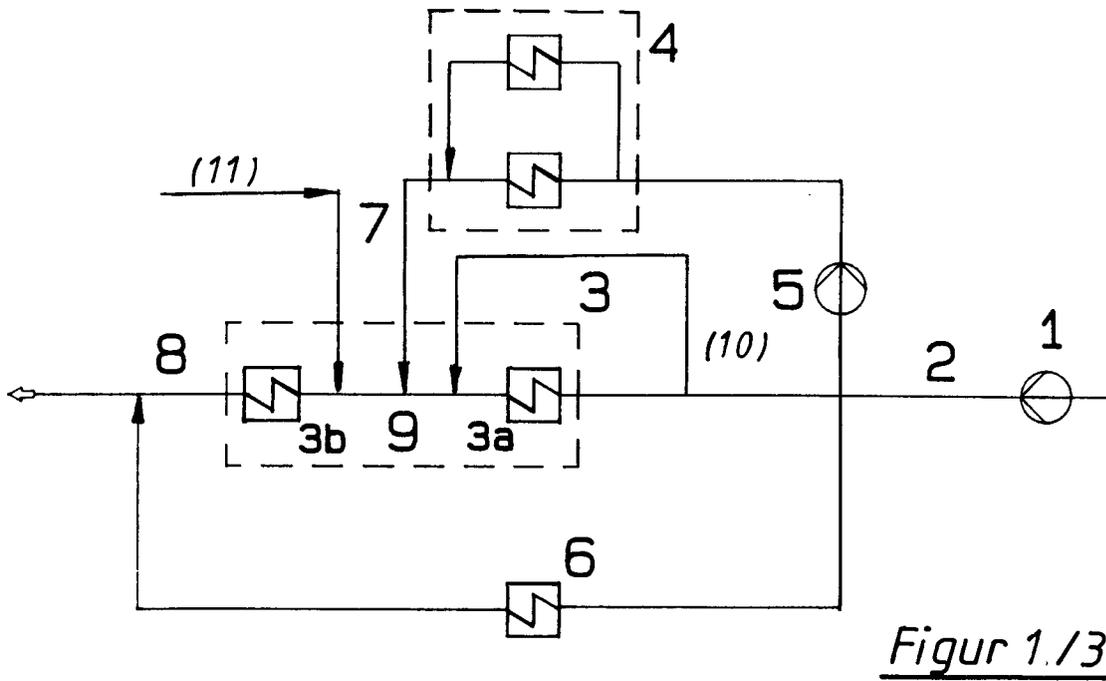
45

50

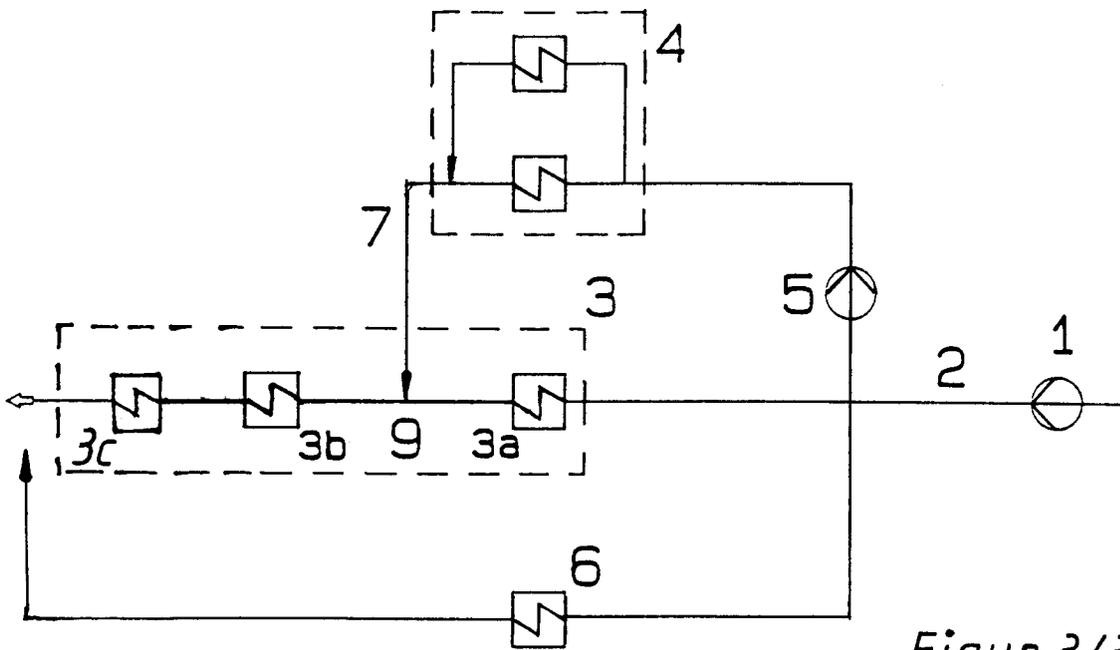
55



Figur 2/3



Figur 1/3



Figur 3/3