



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**05.09.2001 Patentblatt 2001/36**

(51) Int Cl.7: **F22G 1/16**

(21) Anmeldenummer: **01102302.5**

(22) Anmeldetag: **01.02.2001**

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

(71) Anmelder: **MAN Turbomaschinen GmbH,  
GHH BORSIG  
46145 Oberhausen (DE)**

(72) Erfinder: **Gericke, Bernd  
51067 Köln (DE)**

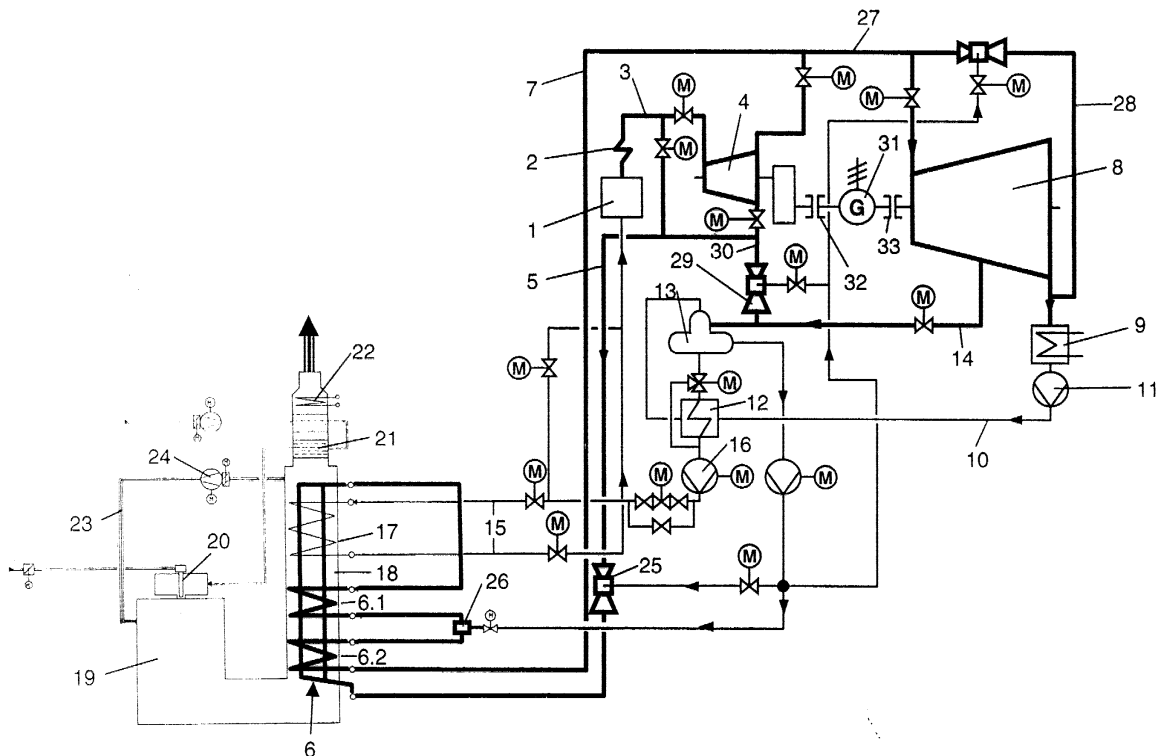
(30) Priorität: **29.02.2000 DE 10009454**

(74) Vertreter: **Radünz, Ingo, Dipl.-Ing.  
Schumannstrasse 100  
40237 Düsseldorf (DE)**

(54) **Hochdruckdampferzeuger**

(57) Ein Hochdruckdampferzeuger (1) enthält einen aus Hochdruckteil (4) und Mittel- oder Niederdruckteil (8) bestehenden Dampfturbinensatz. Der Hochdruckteil (4) und der Mittel- oder Niederdruckteil (8) sind über ei-

nen Zwischenüberhitzer (6) miteinander verbunden, der in einem von dem Hochdruckdampferzeuger (1) getrennten, direkt beheizten Rauchgaskanal (18) angeordnet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Hochdruckdampferzeuger mit einem aus Hochdruckteil und Mittel- oder Niederdruckteil bestehenden Dampfturbinensatz mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1.

**[0002]** Derartige Hochdruckdampferzeuger können dazu dienen, zum Beispiel Hüttengase effizient zu verstromen, was seit jeher ein entscheidender ökonomischer Faktor in Hüttenkraftwerken gewesen ist. In der Regel wurden dabei einfache, aber höherwertigere Kreisprozesse mit hohen Dampfparametern und regenerativer Speisewasservorwärmung neu installiert oder nachgerüstet. Dies hatte zur Folge, dass teilweise neue moderne Hüttengasdampferzeuger mit integrierter, umweltfreundlicher Feuerung den Dampfparametern der vorhandenen älteren Industrie-Dampfturbinen angepasst wurden.

**[0003]** Im Zuge von Wirkungsgradsteigerungen und CO<sub>2</sub>-Reduktionspotentialen bieten sich in industriellen Hüttenkraftwerken unter Wiederverwendung der vorhandenen Hochdruckdampferzeuger Lösungen mit einem Zwischenüberhitzer an. Der Einsatz von Zwischenüberhitzern stellt eine bekannte und erprobte Technologie zur Steigerung des elektrischen Wirkungsgrades im Dampfprozess dar. Hierbei werden die Heizflächen der Zwischenüberhitzer als Mitteldruckteil im Hochdruckdampferzeuger integriert, wobei die beiden Dampfturbinenstufen auf einer gemeinsamen Welle angeordnet werden. Der Hochdruckteil und der Mittel- oder Niederdruckteil des Hochdruckdampferzeugers und des Dampfturbinensatzes sind daher betriebsmäßig stark miteinander verknüpft.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den gattungsgemäßen Hochdruckdampferzeuger derart zu gestalten, dass eine Wirkungsgradsteigerung durch den Einsatz eines Zwischenüberhitzers möglich wird, ohne dass Umbaumaßnahmen an einem bereits vorhandenen Hochdruckdampferzeuger notwendig sind.

**[0005]** Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Hochdruckdampferzeuger erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0006]** Das erfindungsgemäße Konzept der Zwischenüberhitzer-Schaltung lässt sich sowohl auf konventionelle Kraftwerke mit anderen Brennstoffen als Hüttengase als auch auf kombinierte Gas-Dampf-Kraftanlagen anwenden. Im letzteren Fall bieten sich Zwischenüberhitzer-Lösungen mit Zusatzverdampfer und Zusatzfeuerung zum Beispiel mit Gichtgas oder ungefeuerten Abhitzeanlagen an.

**[0007]** Durch die Anordnung des den Wirkungsgrad steigernden Zwischenüberhitzers in einem getrennten Rauchgaskanal kann der Hochdruckdampferzeuger in seiner vorhandenen Form bestehen bleiben. Sind darüber hinaus in Ausgestaltung der Erfindung der Hochdruckteil und der Mittel- oder Niederdruckteil des

Dampfturbinensatzes jeweils über eine Kupplung mit einem Generator verbunden, so können im Stör- oder Bedarfsfall die Hochdruckteile und die Mittel- oder Niederdruckteile von Hochdruckdampferzeuger und Dampfturbinensatz unabhängig voneinander betrieben werden. Weitere Vorteile der Erfindung werden im Zusammenhang mit der Erläuterung des Ausführungsbeispiels genannt.

**[0008]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher erläutert. Die Zeichnung zeigt das Schaltbild eines Hochdruckdampferzeugers mit einem Zwischenüberhitzer.

**[0009]** Ein vorzugsweise in einem Hüttenwerk angeordneter und mit Gichtgas beheizter Hochdruckdampferzeuger 1 ist mit einem Überhitzer 2 versehen. Eine sich an der Überhitzer 2 anschließende Hochdruckdampfleitung 3 ist zu dem Hochdruckteil 4 eines Dampfturbinensatzes geführt. Der Abdampfaustritt des Hochdruckteiles 4 ist über eine Verbindungsleitung 5 mit einem Zwischenüberhitzer 6.

**[0010]** Der Zwischenüberhitzer 6 ist austrittsseitig über eine Zwischendampfleitung 7 mit dem Mittel- oder Niederdruckteil 8 des Dampfturbinensatzes verbunden. Der Abdampfaustritt des Mittel- oder Niederdruckteiles 8 ist zu einem Kondensator 9 geführt. An den Kondensator 9 ist eine Kondensatleitung 10 angeschlossen, in der sich eine Kondensatpumpe 11 befindet. Die Kondensatleitung 10 ist über einen Wasser/Wasser-Wärmetauscher 12 zu einem thermischen Speisewasserentgaser 13 geführt, der über eine Anzapfleitung 14 mit Anzapfdampf aus dem Mittel- oder Niederdruckteil 8 des Dampfturbinensatzes beheizt wird. An den Speisewasserentgaser 13 schließt sich eine Speisewasserleitung 15 an, die durch den Wasser/Wasser-Wärmetauscher 12 geführt ist und in der eine Druckerhöhungspumpe 16 angeordnet ist. Die Speisewasserleitung 15 mündet in einen Hochdruckspeisewasservorwärmer 17 ein, dessen Austritt mit dem Hochdruckdampferzeuger 1 verbunden ist. Insoweit ist der Hochdruckdampferzeuger 1 bekannt.

**[0011]** Der Zwischenüberhitzer 6 ist in einem von dem Hochdruckdampferzeuger 1 getrennten Rauchgaskanal 18 angeordnet, der sich an eine Brennkammer 19 anschließt. Die Brennkammer 19 ist mit einem Brenner 20 versehen, der mit Gichtgas betrieben wird. Die Brennkammer 19 ist als eine mit feuerfesten Steinen ausgemauerte Verbrennungsmuffel ausgebildet und stellt eine adiabatische Kammer dar. Durch die Rückstrahlung der heißen Wände der Verbrennungsmuffel wird eine selbstgängige Verbrennung des Gichtgases ermöglicht. Auf Erdgas als Stützfeuer kann daher auch bei Heizwertschwankungen des Gichtgases im Dauerbetrieb verzichtet werden. Lediglich im Anfahrbetrieb zum Aufheizen der Steine der Brennkammer 19 bis auf Betriebstemperatur wird Erdgas benötigt.

**[0012]** Innerhalb des Rauchgaskanals 18 ist in Strömungsrichtung der Rauchgase hinter dem Zwischen-

überhitzer 6 der bereits erwähnte Hochdruckspeisewasservorwärmer 17 angeordnet. Auf diese Weise kann auf eine regenerative Speisewasservorwärmung mittels Anzapfdampf des Dampfturbinensatzes verzichtet werden. Es ist damit nur die zu dem thermischen Speisewasserentgaser 13 führende Dampfanzapfung notwendig.

**[0013]** In Strömungsrichtung der Rauchgase ist innerhalb des Rauchgaskanals 18 hinter dem Hochdruckspeisewasservorwärmer 17 ein Luftvorwärmer 21 zur Bereitstellung von vorgewärmter Verbrennungsluft für den Brenner 20 der Brennkammer 19 angeordnet. Zur weiteren Absenkung der Temperatur des Rauchgases kann in dem Rauchgaskanal 18 ein Kondensatvorwärmer 22 installiert werden.

**[0014]** Von dem Rauchgaskanal 18 ist zwischen dem Hochdruckspeisewasservorwärmer 17 und dem Luftvorwärmer 21 eine Rauchgasrückführungsleitung 23 abgezweigt, die in die Brennkammer 19 einmündet. Ein in der Rauchgasrückführungsleitung 23 angeordnetes Gebläse 24 entnimmt aus dem Rauchgaskanal 18 geregelt Rauchgas und bläst es in die Brennkammer 19.

**[0015]** Mit Hilfe der Rauchgasrezirkulation wird die Austrittstemperatur des in dem Hochdruckspeisewasservorwärmer 17 erwärmten Speisewassers geregelt, wodurch der Hochdruckdampferzeuger 1 mit einer von der Dampferzeugerlast unabhängigen, konstanten Speisewassertemperatur betrieben werden kann. Durch die Rezirkulation des Rauchgases wird weiterhin die Temperatur vor den Heizflächen des Zwischenüberhitzers 6 so weit reduziert (auf etwa 950°C), dass trotz der direkten Feuerung geringe dampfseitige Druckabfälle zur Kühlung der Heizflächen wie in konventionellen Anlagen realisiert werden können.

**[0016]** In dem Wasser/Wasser-Wärmetauscher 12 wird die Temperatur des entgasten Speisewassers durch den Wärmetausch mit dem zurückgeführten, kälteren Kondensat erniedrigt. Dadurch wird sowohl die Grädigkeit an den Heizflächen des Hochdruckspeisewasservorwärmers 17 als auch der rauchgasseitige Wärmetausch erhöht.

**[0017]** Der Zwischenüberhitzer 6 besteht aus zwei Zwischenüberhitzerstufen 6.1, 6.2. Vor dem Eintritt in die erste Zwischenüberhitzerstufe 6.1 ist in der Verbindungsleitung 5 ein Dampfumformventil 25 vorgesehen. Dieses Dampfumformventil 25 befindet sich nur dann in Eingriff, wenn an dem Hochdruckteil 4 des Dampfturbinensatzes Störungen auftreten und zum Beispiel ein Schnellschluss erfolgt. Zwischen den beiden Zwischenüberhitzerstufen 6.1, 6.2 ist ein Einspritzkühler 26 angeordnet. Die Regelung der Austrittstemperatur des Zwischendampfes erfolgt über die Feuerung der Brennkammer 19. Dabei hält der Einspritzkühler 26 bei Laständerungen die für die Dampfturbine zulässigen Temperaturen ein. Der Vorteil dieser Regelung liegt in der lastunabhängigen Konstanz der Austrittstemperatur des Zwischendampfes ohne Änderung auf der Einspritzwasserseite im Gegensatz zu konventionellen

Dampferzeugern mit Zwischenüberhitzung. Eine Reduzierung des elektrischen Wirkungsgrads durch höhere Einspritzwassermengen auf der Zwischenüberhitzerseite ist daher bei dem oben beschriebenen Verfahren nicht gegeben.

**[0018]** Der Abdampfaustritt des Hochdruckteiles 4 des Dampfturbinensatzes ist über eine Zweigleitung 27 unter Umgehung des Zwischenüberhitzers 6 direkt mit dem Dampfeintritt des Mittel- oder Niederdruckteil 8 des Dampfturbinensatzes verbunden. Eine von dieser Zweigleitung 27 ausgehende Leitung 28 ist unter Umgehung des Mittel- oder Niederdruckteiles 8 zu dem Kondensator 9 geführt. Ferner ist der Abdampfaustritt des Hochdruckteiles 4 über eine mit einem Dampfumformventil 29 versehene Leitung 30 mit dem Speisewasserentgaser 13 verbunden.

**[0019]** Dem Dampfturbinensatz ist ein Generator 31 nachgeschaltet. Dieser Generator 31 ist als gemeinsamer Generator über jeweils eine als Schnellkupplung ausgebildete Kupplung 32, 33 mit dem Hochdruckteil 4 und dem Mittel- oder Niederdruckteil 8 des Dampfturbinensatzes verbunden. Konstruktiv können die Gehäuse der beiden Dampfturbinenstufen einflutig mit axialer Abströmung ausgeführt werden. In Verbindung mit der zuvor beschriebenen Schaltung ist dadurch eine betriebsmäßige Entkopplung der beiden Dampfturbinenstufen möglich. Der Hochdruckteil und der Mittel- oder Niederdruckteil des Hochdruckdampferzeugers 1 und des Dampfturbinensatzes können daher im Stör- und Bedarfsfall unabhängig voneinander betrieben werden.

### Patentansprüche

1. Hochdruckdampferzeuger mit einem aus Hochdruckteil (4) und Mittel- oder Niederdruckteil (8) bestehenden Dampfturbinensatz, wobei der Hochdruckteil (4) und der Mittel- oder Niederdruckteil (8) über einen Zwischenüberhitzer-Kreislauf miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zwischenüberhitzer (6) in einem von dem Hochdruckdampferzeuger (1) getrennten, direkt beheizten Rauchgaskanal (18) angeordnet ist.
2. Hochdruckdampferzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hochdruckteil (4) und der Mittel- oder Niederdruckteil (8) des Dampfturbinensatzes jeweils über eine Kupplung (32, 33) mit einem gemeinsamen Generator (31) verbunden sind.
3. Hochdruckdampferzeuger nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rauchgaskanal (18) an eine Brennkammer (19) angeschlossen ist, die als eine mit feuerfesten Steinen ausgemauerte Verbrennungsmuffel ausgebildet ist.
4. Hochdruckdampferzeuger nach Anspruch 3, **da-**

**durch gekennzeichnet**, dass die Brennkammer (19) mit Gichtgas befeuert ist.

5. Hochdruckdampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zwischenüberhitzer (6) aus zwei Zwischenüberhitzerstufen (6.1, 6.2) besteht, zwischen denen ein Einspritzkühler (26) angeordnet ist. 5
6. Hochdruckdampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Rauchgaskanal (18) in Strömungsrichtung der Rauchgase hinter dem Zwischenüberhitzer (6) ein zu dem Hochdruckdampferzeuger (1) gehörender Hochdruckspeisewasservorwärmer (17) angeordnet ist. 10 15
7. Hochdruckdampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Rauchgaskanal (18) in Strömungsrichtung der Rauchgase hinter dem Hochdruckspeisewasservorwärmer (17) des Hochdruckdampferzeugers (1) ein Luftvorwärmer (21) zur Vorwärmung der Verbrennungsluft für die Brennkammer (19) angeordnet ist. 20 25
8. Hochdruckdampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass von dem Rauchgaskanal (18) eine Rauchgasrückführungsleitung (23) zu der Brennkammer (19) geführt ist. 30

35

40

45

50

55

