



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.04.2002 Patentblatt 2002/14

(51) Int Cl.7: **F01K 23/10, B01F 3/08,
B01F 5/04**

(21) Anmeldenummer: **00121502.9**

(22) Anmeldetag: **29.09.2000**

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

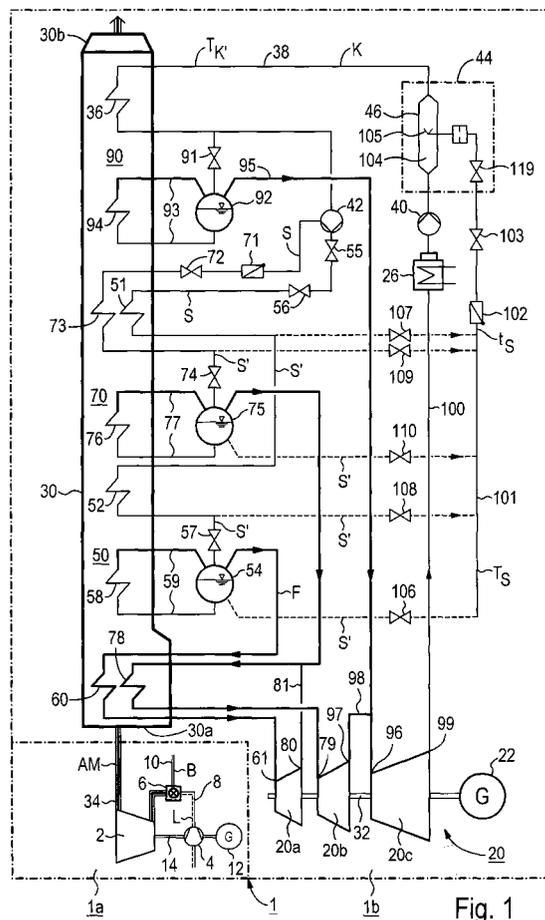
(72) Erfinder:
• **Schmid, Erich**
91080 Marloffstein (DE)
• **Schwarzott, Werner**
91091 Grossenseebach (DE)

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

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

(57) Bei einem Verfahren zum Betreiben einer Gas- und Dampfturbinenanlage (1) mit einer sowohl mit Gas als auch mit Öl betreibbaren Gasturbine (2) wird bei einem Betriebswechsel von Gas auf Öl zur Kondensatvorwärmung ein Teilstrom (tS) von aufgeheiztem Spei-

sewasser (S') in das kalte Kondensat (K) eingedüst. Dazu umfasst die Anlage (1) eine Mischeinrichtung (44,46), in der mindestens ein mit einer Heißwasserleitung (101) zum Zuführen des Teilstroms (tS) verbundener Sprühkopf (105) angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben einer Gas- und Dampfturbinenanlage, bei dem das aus einer sowohl mit Gas als auch mit Öl betreibbaren Gasturbine austretende Rauchgas über einen Abhitzedampferzeuger geführt wird, dessen Heizflächen in den Wasser-Dampf-Kreislauf einer eine Anzahl von Druckstufen aufweisenden Dampfturbine geschaltet sind, wobei im Abhitzedampferzeuger vorgewärmtes Kondensat als im Vergleich zu diesem unter hohem Druck stehendes Speisewasser aufgeheizt und als Dampf der Dampfturbine zugeführt wird.

[0002] Bei einer Gas- und Dampfturbinenanlage wird die im entspannten Arbeitsmittel oder Rauchgas aus der Gasturbine enthaltene Wärme zur Erzeugung von Dampf für die in einen Wasser-Dampf-Kreislauf geschaltete Dampfturbine genutzt. Die Wärmeübertragung erfolgt dabei in einem der Gasturbine nachgeschalteten Abhitzedampferzeuger oder -kessel, in dem Heizflächen in Form von Rohren oder Rohrbündeln angeordnet sind. Diese wiederum sind in den Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine geschaltet. Der Wasser-Dampf-Kreislauf umfaßt dabei üblicherweise mehrere, beispielsweise zwei oder drei, Druckstufen, wobei in jeder Druckstufe als Heizflächen ein Vorwärmer und ein Verdampfer sowie ein Überhitzer vorgesehen sind. Eine derartige Gas- und Dampfturbinenanlage ist beispielsweise aus der EP 0 523 467 B1 bekannt.

[0003] Die im Wasser-Dampf-Kreislauf geführte Gesamtwassermenge ist dabei derart bemessen, dass das den Abhitzedampferzeuger verlassende Rauchgas infolge der Wärmeübertragung auf eine Temperatur von ca. 70°C bis 100°C abgekühlt wird. Dies bedeutet insbesondere, dass die dem heißen Rauchgas ausgesetzten Heizflächen und für eine Wasser-Dampf-Trennung vorgesehene Druck-Trommeln für Vollast- oder Nennbetrieb ausgelegt sind, bei dem ein Anlagenwirkungsgrad von derzeit etwa 55% bis 60% erreicht wird. Aus thermodynamischen Gründen wird dabei auch angestrebt, dass die Temperaturen des in den einzelnen Heizflächen geführten und unter unterschiedlichem Druck stehenden Speisewassers möglichst nahe am Temperaturverlauf des sich entlang des Abhitzedampferzeugers infolge des Wärmetausches abkühlenden Rauchgases liegen. Ziel dabei ist, die Temperaturdifferenz zwischen dem über die einzelnen Heizflächen geführten Speisewassers und dem Rauchgas in jedem Bereich des Abhitzedampferzeugers möglichst gering zu halten. Um dabei einen möglichst hohen Anteil der im Rauchgas enthaltenen Wärmemenge umzusetzen, ist im Abhitzedampferzeuger zusätzlich ein Kondensatvorwärmer zum Aufwärmen von kondensiertem Wasser aus der Dampfturbine vorgesehen.

[0004] Die Gasturbine einer derartigen Gas- und Dampfturbinenanlage kann für den Betrieb mit verschiedenen Brennstoffen ausgelegt sein. Ist die Gasturbine für Heizöl und für Erdgas ausgelegt, so ist Heizöl als

Brennstoff für die Gasturbine nur für eine kurze Betriebsdauer, beispielsweise für 100 bis 500h/a, als sogenanntes Backup zum Erdgas vorgesehen. Dabei wird die Gas- und Dampfturbinenanlage üblicherweise vorzugsweise für Erdgasbetrieb der Gasturbine ausgelegt und optimiert. Um dann bei Heizölbetrieb, insbesondere bei einem Wechsel vom Gasbetrieb auf den Ölbetrieb, eine ausreichend hohe Eintrittstemperatur des in den Abhitzedampferzeuger einströmenden Kondensats sicherzustellen, kann die notwendige Wärme auf verschiedene Weise aus dem Abhitzedampferzeuger selbst entnommen werden.

[0005] Eine Möglichkeit besteht darin, den Kondensatvorwärmer ganz oder teilweise zu umföhren und das Kondensat in einem in den Wasser-Dampf-Kreislauf geschalteten Speisewasserbehälter durch Zuführen von Niederdruck-Dampf aufzuheizen. Eine solche Methode erfordert jedoch bei geringen Dampfdrücken ein großvolumiges und unter Umständen mehrstufiges Heizdampfsystem im Speisewasserbehälter, was bei großen Aufheizspannen eine üblicherweise im Speisewasserbehälter stattfindende Entgasung gefährden kann.

[0006] Insbesondere um eine wirkungsvolle Entgasung des Kondensats sicherzustellen, wird die Kondensattemperatur im Speisewasserbehälter üblicherweise in einem Temperaturbereich zwischen 130°C und 160°C gehalten. Dabei wird in der Regel eine Vorwärmung des Kondensats über einen mit Niederdruck-Dampf oder Heißwasser aus einem Economizer bespeisten Vorwärmer vorgesehen, damit die Aufwärmspanne des Kondensats im Speisewasserbehälter möglichst klein gehalten wird. Dabei ist insbesondere bei Zwei- oder Dreidruckanlagen eine Heißwasserentnahme aus dem Hochdruck-Economizer erforderlich, um genügend Wärme zur Verfügung zu stellen. Dies hat jedoch insbesondere bei Drei-Druck-Anlagen oder -Schaltungen den erheblichen Nachteil, dass ein externer, zusätzlicher Kondensatvorwärmer benötigt wird, der für die hohen Drücke und hohen Temperaturen bzw. hohen Temperaturdifferenzen ausgelegt werden muss. Diese Methode ist daher schon aufgrund der erheblichen Kosten und des zusätzlichen Platzbedarfes für den Kondensatvorwärmer äußerst unerwünscht.

[0007] Auch besteht die Möglichkeit, bei Ölbetrieb der Gasturbine die Kondensataufheizung im Speisewasserbehälter oder im Entgaser mit einem Teilstrom von einem Zwischenüberhitzer zugeführtem Dampf vorzunehmen oder zu unterstützen. Jedoch ist auch diese Methode insbesondere bei modernen Anlagenschaltungen ohne Speisewasserbehälter oder ohne Entgaser nicht anwendbar, zumal entsprechende Vorrichtungen oder Apparate zur Mischvorwärmung fehlen.

[0008] Zwar ist aus der DE 197 36 889 C1 ein im Vergleich zu den beschriebenen Methoden mit geringem apparativem und betrieblichem Aufwand durchführbares Verfahren bekannt, das auf einer Verschiebung von Abgaswärme in Richtung der Kondensatvorwärmung

infolge eines Abbaus im Niederdruckbereich sowie auf einer Installation von wasserseitigen Economizer-Umführungen beruht. Jedoch stößt auch diese Methode bei bestimmten Anforderungen an Grenzen der Realisierung.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben einer Gas- und Dampfturbinenanlage der obengenannten Art anzugeben, das bei gleichzeitig geringem apparativen und betrieblichen Aufwand in effektiver und bezüglich des Anlagenwirkungsgrades günstiger Art und Weise einen Wechsel von Gasbetrieb auf Ölbetrieb der Gasturbine unter Abdeckung eines weiten Temperaturbereiches der Eintrittstemperatur des in den Abhitzedampferzeuger einströmenden Kondensats gewährleistet. Des Weiteren soll eine zur Durchführung des Verfahrens besonders geeignete Gas- und Dampfturbinenanlage angegeben werden.

[0010] Bezüglich des Verfahrens wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Dazu ist vorgesehen, dass im Vergleich zum Kondensat unter hohem Druck stehendes und eine im Vergleich zum Kondensat hohe Temperatur aufweisendes Speisewasser über eine Rohrleitung dem kalten Kondensat wärmetauscherlos und damit direkt zugemischt wird, indem bei einem Betriebswechsel von Gas auf Öl ein Teilstrom von aufgeheiztem Speisewasser in das kalte Kondensat eingedüst und damit diesem zugemischt wird.

[0011] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass auf einen zusätzlichen Wärmetauscher, der das dem Wasser-Dampf-Kreislauf entnommene aufgeheizte Speisewasser oder Heißwasser vor dessen Druckreduzierung auf das Temperaturniveau des Kondensatsystems abkühlen soll, verzichtet werden kann, wenn durch Eindüsung des Heißwassers in das kalte Kondensat eine gezielte Ausdampfung des Heißwassers und eine anschließende Kondensation des sich bildenden Wasser-Dampf-Gemisches erfolgt. Dadurch kann die Entstehung von Dampf, d. h. eine Dampfbildung zugelassen werden, die durch den Einsatz des zusätzlichen Wärmetauschers im Anschluss an den Druckabbau verhindert werden soll.

[0012] Dabei kann, insbesondere bei einem Drei-Druck-System, aufgeheiztes Speisewasser aus dem Mitteldruck-System, aus dem Hochdruck-System oder aus beiden Systemen entnommen werden. Die Entnahme hängt dabei im Wesentlichen von der benötigten Aufheizwärme für das Kondensat sowie davon ab, welcher Anlagenwirkungsgrad beim nur als Backup dienenden Ölbetrieb der Gasturbine mindestens aufrechterhalten werden soll.

[0013] Das aufgeheizte Speisewasser oder Heißwasser wird zweckmäßigerweise bei einem Zwei-Drucksystem, d. h. bei einer Zwei-Druck-Anlage aus einer Hochdruck-Trommel und bei einem Drei-Druck-System bzw. bei einer Drei-Druck-Anlage aus der Hochdruck-Trommel und/oder aus einer Mitteldruck-Trommel als Spei-

sewasser-Teilstrom entnommen. Alternativ kann die Entnahme des Teilstroms auch am Austritt des Hochdruck-Economizers bzw. des Mitteldruck-Economizers erfolgen.

[0014] Bedarfsweise kann zusätzlich der Druck des Niederdruck-Systems angehoben werden, um im Rauchgas enthaltene Wärme aus dem Niederdruck-System zum diesem rauchgasseitig nachgeordneten Kondensatvorwärmer hin zu verschieben. Wesentlich dabei ist, dass das dem Wasser-Dampf-Kreislauf an geeigneter Stelle entnommene aufgeheizte Speisewasser in Form eines Speisewasser-Teilstroms ohne vorherige Aufwärmung, d.h. ohne Wärmetausch in einem zusätzlichen Wärmetauscher dem kalten Kondensat zugemischt wird.

[0015] Bezüglich der Anlage wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 5. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der auf diesen rückbezogenen Unteransprüche.

[0016] Um bei einem Betriebswechsel von Gas auf Öl das aus dem Teilstrom von aufgeheiztem Speisewasser dem kalten Kondensat wärmetauscherlos zuzumischen, umfasst die Anlage eine Mischeinrichtung, über die kaltes Kondensat einem als Heizfläche im Abhitzedampferzeuger angeordneten Kondensatvorwärmer zugeführt ist. Im Innenraum der Mischeinrichtung, über den das Kondensat strömt, ist mindestens ein Sprühkopf angeordneten, dem über eine Heißwasserleitung aus dem Wasser-Dampf-Kreislauf entnommenes aufgeheiztes Speisewasser oder Heißwasser zuführbar ist.

[0017] Um beim Eindüsen des aufgeheizten Speisewassers oder Heißwassers unzulässige oder unerwünschte Kondensationsschläge - sogenanntes water hammer - zu vermeiden, wird zunächst das in der Heißwasserleitung unter Druck stehende Heißwasser, d.h. der Teilstrom aufgeheizten Speisewassers durch Öffnen einer dem oder jedem Sprühkopf vorgeschalteten Armatur zum Strömen gebracht. Der dadurch an einem vorzugsweise federbelasteten Ventilkegel eines im Sprühkopf vorgesehenen Ventils anstehende Differenzdruck zwischen dem Teilstrom und dem über die Mischeinrichtung geführten Kondensat hebt der Ventilkegel vom Ventilsitz ab, so dass Wasser durch verschiedene Bohrungen oder Ventilkonäle zu einer Anzahl von Sprühdüsen fließt. Die Strömung durch die engen Ventilkonäle und Sprühdüsen führt zu einem zunehmenden Druckabbau.

[0018] Bei Überschreiten der Siedebedingungen im Bereich der Sprühdüsen wird ein Teil des Heißwassers verdampft und damit das entstehende Gemisch fein verteilt sowie das verbleibende Heißwasser durch Verdampfung abgekühlt. Durch die Eindüsung und die sehr innige Vermischung mit dem umgebenden kalten Kondensat werden die anstehenden kleinen Dampfbläschen wieder kondensiert und zusammen mit dem Heißwasser auf eine Mischtemperatur gebracht, die unter der bei diesem Druck herrschenden Siedetemperatur liegt. Je nach der notwendigen Heißwassermenge

und der Temperatur sind eine entsprechende Anzahl von Sprühköpfen vorgesehen, die dann in einem entsprechend erweiterten Rohrstück eines als Rohrleitung ausgeführten Heißwassermischer der Mischeinrichtung angeordnet sind.

[0019] Bei einer derartigen Ausgestaltung des oder jedes Sprühkopfes wird der durch Einleitung des Heißwassers infolge dessen Ausdampfung gebildete Dampf auf besonders viele kleine Öffnungen des jeweiligen Sprühkopfes verteilt, die innerhalb der Mischeinrichtung unterhalb des Kondensatspiegels liegen. Dadurch treten nur kleine Dampfbläschen in das durch das Kondensat gebildete Wasserbad ein.

[0020] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass eine beim Ölbetrieb der Gasturbine erforderliche und im Vergleich zum Gasbetrieb der Gasturbine erhöhte Wassereintrittstemperatur in den Abhitzedampferzeuger auch ohne zusätzlichen Wärmetauscher oder externen Kondensatvorwärmer durch wärmetauscherloses Einsprühen von unter hohem Druck stehendem Speisewasser in das kalte Kondensat mit besonders einfachen Mitteln einstellbar ist. Dabei kann durch geeignete Ausgestaltung von innerhalb einer dazu vorgesehenen Mischeinrichtung angeordneten Sprühköpfen eine unterhalb der Siedetemperatur des vorgewärmten oder vorzuwärmenden Kondensats liegende Mischtemperatur des mit dem kalten Kondensat bei Ölbetrieb vermischten Teilstroms auf besonders einfache und effektive Weise hergestellt werden. Da zudem über das rückgeführte Speisewasser der Durchsatz im Kondensatvorwärmer entsprechend ansteigt, kann auf bisher erforderliche Kondensatwärmepumpen verzichtet werden. Insbesondere ist ohne Schaltungsmodifikation die Abdeckung eines weiten Temperaturbereichs der Dampferzeuger- oder Kessel Eintrittstemperatur möglich.

[0021] Erkanntermaßen können auf diese Weise auch die Kapazitätsreserven der Hochdruck-Speisewasserpumpe ausgenutzt werden, da üblicherweise bei Ölbetrieb im Vergleich zum Gasbetrieb aufgrund einer geringeren Gasturbinen-Leistung auch geringere Fördermengen erforderlich sind. Zudem ist keine Zumischung von kaltem Speisewasser notwendig, wodurch eine nur geringe Fördermenge von Speisewasser zur Erzeugung der entsprechenden Eintrittstemperatur erforderlich ist. Infolge des schaltungstechnisch in besonders effektiver Weise erweiterten Betriebsbereiches ist auch eine Standardisierung möglich. Ferner sind die Investitionskosten besonders gering.

[0022] Aufgrund der vergleichsweise weniger komplexen Regelungen und Umschaltungen ist einerseits eine vergleichsweise einfache-Betriebsweise und zudem auch eine vergleichsweise hohe Zuverlässigkeit erreicht, da insgesamt weniger aktive Komponenten notwendig sind. Wegen des vergleichsweise geringeren Komponentenumfangs sind vorteilhafterweise auch der Wartungsaufwand und die Ersatzteilhaltung reduziert.

[0023] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der

Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- 5
10
- FIG 1 schematisch eine für einen Betriebswechsel von Gas auf Öl ausgelegte Gas- und Dampfturbinenanlage mit einer Heißwasser-Mischeinrichtung,
FIG 2 die Mischeinrichtung gemäß FIG 1 in größerem Maßstab mit einer Anzahl von Sprühköpfen, und
FIG 3 einen Ausschnitt III aus FIG 2 in größerem Maßstab mit einem ein Ventil aufweisenden Sprühkopf.

15 **[0024]** Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0025] Die Gas- und Dampfturbinenanlage 1 gemäß der Figur umfasst eine Gasturbinenanlage 1a und eine Dampfturbinenanlage 1b. Die Gasturbinenanlage 1a umfasst eine Gasturbine 2 mit angekoppeltem Luftverdichter 4 und eine der Gasturbine 2 vorgeschaltete Brennkammer 6, die an eine Frischluftleitung 8 des Luftverdichters 4 angeschlossen ist. In die Brennkammer 6 mündet eine Brennstoffleitung 10, über die der Brennkammer 6 wahlweise Gas oder Öl als Brennstoff B zuführbar ist. Dieser wird unter Zufuhr verdichteter Luft L zum Arbeitsmittel oder Brenngas für die Gasturbine 2 verbrannt. Die Gasturbine 2 und der Luftverdichter 4 sowie ein Generator 12 sitzen auf einer gemeinsamen Turbinenwelle 14.

20
25
30
35 **[0026]** Die Dampfturbinenanlage 1b umfasst eine Dampfturbine 20 mit angekoppeltem Generator 22 und in einem Wasser-Dampf-Kreislauf 24 einen der Dampfturbine 20 nachgeschalteten Kondensator 26 sowie einen Abhitzedampferzeuger 30. Die Dampfturbine 20 weist eine erste Druckstufe oder einen Hochdruckteil 20a und eine zweite Druckstufe oder einen Mitteldruckteil 20b sowie eine dritte Druckstufe oder einen Niederdruckteil 20c auf, die über eine gemeinsame Turbinenwelle 32 den Generator 22 antreiben.

40
45 **[0027]** Zum Zuführen von in der Gasturbine 2 entspanntem Arbeitsmittel oder Rauchgas AM in den Abhitzedampferzeuger 30 ist eine Abgasleitung 34 an einen Eingang 30a des Abhitzedampferzeugers 30 angeschlossen. Das sich entlang des Abhitzedampferzeugers 30 infolge indirekten Wärmetausches mit im Wasser-Dampf-Kreislauf 24 geführtem Kondensat K und Speisewasser S abkühlende Rauchgas AM aus der Gasturbine 2 verlässt den Abhitzedampferzeuger 30 über dessen Ausgang 30b in Richtung auf einen nicht dargestellten Kamin.

50
55 **[0028]** Der Abhitzedampferzeuger 30 umfasst als Heizflächen einen Kondensatvorwärmer 36, der eingangsseitig über eine Kondensatleitung 38, in die eine Kondensatpumpe 40 geschaltet ist, mit Kondensat K aus dem Kondensator 26 gespeist wird. Der Kondensatvorwärmer 36 ist ausgangsseitig an die Saugseite einer Speisewasserpumpe 42 geführt. In die Kondensat-

leitung 38 ist eine Mischeinrichtung 44 mit einem rohrförmigen Heißwassermischer 46 geschaltet.

[0029] Die Speisewasserpumpe 42 ist als Hochdruckspeisepumpe mit Mitteldruckentnahme ausgebildet. Sie bringt das Kondensat K auf ein für eine dem Hochdruckteil 20a der Dampfturbine 20 zugeordnete Hochdruckstufe 50 des Wasser-Dampf-Kreislaufs 24 geeignetes Druckniveau von etwa 120 bar bis 150 bar. Über die Mitteldruckentnahme wird das Kondensat K mittels der Speisewasserpumpe 42 auf ein für eine dem Mitteldruckteil 20b der Dampfturbine 20 zugeordnete Mitteldruckstufe 70 geeignetes Druckniveau von etwa 40 bar bis 60 bar.

[0030] Das über die Speisewasserpumpe 42 geführte Kondensat K, das auf der Druckseite der Speisewasserpumpe 42 als Speisewasser S bezeichnet wird, wird teilweise mit hohem Druck einem ersten Hochdruck-Economizer 51 oder Speisewasservorwärmer und über diesen einem zweiten Hochdruck-Economizer 52 zugeführt. Dieser ist ausgangsseitig über ein Ventil 57 an eine Hochdruck-Trommel 54 angeschlossen.

[0031] Das Speisewasser S wird zudem teilweise mit mittlerem Druck über eine Rückschlagklappe 71 und ein dieser nachgeschaltetes Ventil 72 einem Speisewasservorwärmer oder Mitteldruck-Economizer 73 zugeführt. Dieser ist ausgangsseitig über ein Ventil 74 an eine Mitteldruck-Trommel 75 angeschlossen. Analog ist als Teil einer dem Niederdruckteil 20c der Dampfturbine 20 zugeordneten Niederdruckstufe 90 des Wasser-Dampf-Kreislaufs 24 der Kondensatvorwärmer 36 ausgangsseitig über ein Ventil 91 an eine Niederdruck-Trommel 92 angeschlossen.

[0032] Die Mitteldruck-Trommel 75 ist mit einem im Abhitzedampferzeuger 30 angeordneten Mitteldruck-Verdampfer 76 zur Bildung eines Wasser-Dampf-Umlaufs 77 verbunden. Dampfseitig ist an die Mitteldruck-Trommel 75 ein Zwischenüberhitzer 78 angeschlossen, der ausgangsseitig (heiße ZÜ) an einen Eingang 79 des Mitteldruckteils 20b geführt ist und in den eingangsseitig (kalte ZÜ) eine mit einem Ausgang 80 des Hochdruckteils 20a der Dampfturbine 20 verbundene Abdampfleitung 81 geführt ist.

[0033] Hochdruckseitig ist die Speisewasserpumpe 42 über zwei Ventile 55, 56 sowie über den ersten Hochdruck-Economizer 51 und den diesem speisewasserseitig nachgeschalteten und innerhalb des Abhitzedampferzeugers 30 rauchgasseitig vorgeordneten zweiten Hochdruck-Economizer 52 sowie über ein bedarfsweise vorgesehene weiteres Ventil 57 an die Hochdruck-Trommel 54 geführt. Diese ist wiederum mit einem im Abhitzedampferzeuger 30 angeordneten Hochdruck-Verdampfer 58 zur Bildung eines Wasser-Dampf-Umlaufs 59 verbunden. Zum Abführen von Frischdampf F ist die Hochdruck-Trommel 54 an einen im Abhitzedampferzeuger 30 angeordneten Hochdruck-Überhitzer 60 angeschlossen, der ausgangsseitig mit einem Eingang 61 des Hochdruckteils 20a der Dampfturbine 20 verbunden ist.

[0034] Die Hochdruck-Economizer 51, 52 und der Hochdruck-Verdampfer 58 sowie der Hochdruck-Überhitzer 59 bilden zusammen mit dem Hochdruckteil 20a die Hochdruckstufe 50 des Wasser-Dampf-Kreislaufs 24. Der Mitteldruck-Verdampfer 76 und der Zwischenüberhitzer 78 bildet zusammen mit dem Mitteldruckteil 20b die Mitteldruckstufe 70 des Wasser-Dampf-Kreislaufs 24. Analog bildet ein im Abhitzedampferzeuger 30 angeordneter und zur Bildung eines Wasser-Dampf-Umlaufs 93 mit der Niederdruck-Trommel 94 verbundener Niederdruck-Verdampfer 94 zusammen mit dem Niederdruckteil 20c der Dampfturbine 20 die Niederdruckstufe 90 des Wasser-Dampf-Kreislaufs 24. Dazu ist die Niederdruck-Trommel 92 dampfseitig über eine Dampfleitung 95 mit einem Eingang 96 des Niederdruckteils 20c verbunden. In die Dampfleitung 95 mündet eine mit einem Ausgang 97 des Mitteldruckteils 20b verbundene Überströmleitung 98. Ein Ausgang 99 des Niederdruckteils 20c ist über eine Dampfleitung 100 mit dem Kondensator 26 verbunden.

[0035] Die Gasturbine 2 der Gas- und Dampfturbinenanlage 1 ist sowohl mit Erdgas als auch mit Heizöl als Brennstoff B betreibbar. Beim Gasbetrieb der Gasturbine 2 weist das dem Abhitzedampferzeuger 30 zugeführte Arbeitsmittel oder Rauchgas AM eine vergleichsweise hohe Reinheit auf, wobei der Wasser-Dampf-Kreislauf 24 und die Anlagenkomponenten auf diesen Betriebszustand ausgelegt und hinsichtlich des Wirkungsgrades optimiert ist.

[0036] Beim Wechsel von Gasbetrieb auf Ölbetrieb der Gasturbine 2 wird über ein Teilstrom- oder Heißwasserleitung 101 ein mittels eines Ventils 102 mit vorgeschalteter Rückschlagklappe 103 einstellbarer Teilstrom tS aufgeheizten Speisewassers S' der Mischeinrichtung 44,46 zugeführt und in deren Innenraum 104 über eine Sprühkopfanordnung 105 dem kalten Kondensat K zugemischt. Der Teilstrom tS aufgeheizten Speisewassers S' wird über ein Ventil 106 vorzugsweise der Hochdruck-Trommel 54 wasserseitig entnommen. Alternativ kann das aufgeheizte Speisewasser S' als einstellbarer Teilstrom tS auch über ein Ventil 107 dem ersten Hochdruck-Economizer 51 oder über ein Ventil 108 dem zweiten Hochdruck-Economizer 52 ausgangsseitig entnommen werden.

[0037] Bei dem dargestellten Drei-Druck-System kann alternativ oder zusätzlich als einstellbarer Teilstrom tS auch dem Mitteldruck-Economizer 73 ausgangsseitig über ein Ventil 109 oder der Mitteldruck-Trommel 75 wasserseitig über ein Ventil 110 aufgeheiztes Speisewasser S' entnommen werden.

[0038] Die Zumischung des Teilstroms tS zum Kondensat K durch Eindüsung des über die Heißwasserleitung 101 geführten aufgeheizten Speisewassers S' in das kalte Kondensat K führt zu einer gezielten Ausdampfung und anschließenden Kondensation des sich dabei bildenden Wasser-Dampf-Gemisches in der Mischeinrichtung 44,46. Dabei beträgt die Temperatur TS des Teilstroms tS bei dessen Entnahme als aufge-

heitztes Speise-wasser S' aus der Hochdruck-Trommel 54 beispielsweise 320°C. Durch die Eindüsung des Teilstroms tS und dessen innige Vermischung mit dem kalten Kondensat K kann innerhalb der Mischvorrichtung 44,46 - bei entsprechender Einstellung der Menge des Teilstroms tS mittels des Ventils 103 - eine Mischtemperatur eingestellt werden, die unterhalb der bei diesem Druck in der Mischeinrichtung 44,46 herrschenden Siedetemperatur liegt.

[0039] FIG 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Mischeinrichtung 44 bzw. des Heißwassermischers 46. Dieser weist eine an die Kondensatleitung 38 angeschlossene Eintrittsöffnung 111 zum Zuführen des kalten Kondensats K in die Mischeinrichtung 44 und eine Auslassöffnung 112 auf, über die die Mischeinrichtung 44 mit dem Kondensatvorwärmer 36 eingangsseitig verbunden ist. Der rohrförmige Heizwassermischer 46 der Mischeinrichtung 44 ist somit in die Kondensatleitung 38 eingeschaltet. Im Innenraum 104 der Mischeinrichtung 44 sind im Ausführungsbeispiel drei Sprühköpfe 105 angeordnet. Je nach notwendiger Heizwassermenge und der Temperatur können mehr oder weniger solcher Sprühköpfe 105 innerhalb des Heißwassermischers 46 vorgesehen sein.

[0040] Wie aus FIG 3 vergleichsweise deutlich ersichtlich ist, ist der jeweilige Sprühkopf 105 über einen Einbaufansch 113 mit Vorschweißende 114 durch eine Flanschöffnung 115 in den Innenraum 104 des Heißwassermischers 46 geführt und in der jeweils gewünschten Position gehalten. Der Sprühkopf 105 ist selbstöffnend ausgeführt und weist dazu ein durch einen Ventilsitz 116 und einen Ventilkegel 117 gebildetes Ventil auf. Dabei ist der Ventilkegel 117 infolge der Federkraft eines Federpaketes 118 in Schließstellung des Ventils abdichtend gegen den Ventilsitz 116 geführt.

[0041] Beim Wechsel von Gasbetrieb auf Ölbetrieb der Gasturbine 2 wird das in der Heißwasserleitung 101 unter Druck stehende Heißwasser oder aufgeheizte Speisewasser S', d.h. der eingestellte Teilstrom tS durch Öffnen einer dem oder jedem Sprühkopf 105 vorgeschalteten Absperrarmatur 119 (FIG 2) zum Strömen gebracht. Der dadurch am federbelasteten Ventilkegel 117 anstehende Differenzdruck hebt diesen automatisch vom Ventilsitz 116 ab. Dadurch strömt nachfolgend als Heißwasser HW bezeichnetes aufgeheiztes Speisewasser S' über einen im Bereich des Ventilsitzes 117 vorgesehenen Ringraum 120 und durch damit verbundene Bohrungen oder Ventilkänäle 121 zu einer Anzahl von Sprühdüsen 122. Dabei sind vorzugsweise vier bis sechs Sprühdüsen 122 am Umfang des Sprühkopfes 105 verteilt angeordnet.

[0042] Die Strömung des Heißwassers HW durch die engen Bohrungen oder Ventilkänäle 121 und Sprühdüsen 122 führt zu einem zunehmendem Druckabbau. Bei Überschreiten der Siedebedingungen im Bereich der Sprühdüsen 122 wird ein Teil des Heißwassers HW verdampft und damit das entstehende Gemisch fein verteilt. Außerdem wird das verbleibende Heißwasser HW

durch Verdampfung abgekühlt. Durch die Eindüsung des Teilstroms ts aufgeheizten Speisewassers S' bzw. Heißwassers HW und die effektive Vermischung mit dem die Sprühköpfe 105 im Innenraum 104 der Meseinrichtung 44 umgebenden kalten Kondensats K werden entstehende, kleine Dampfbläschen erneut kondensiert und zusammen mit dem Heißwasser HW auf eine Mischtemperatur gebracht, die unterhalb der bei diesem Druck herrschenden Siedetemperatur liegt.

[0043] Die Sprühköpfe 105 sind über jeweils eine Zu- oder Zwischenleitung 123 mit der Heißwasserleitung 101 auf der Abströmseite der Absperrarmatur 119 verbunden. Somit können je nach Anzahl der vorgesehenen oder erforderlichen Sprühköpfe 105 eine entsprechende Anzahl von Zwischenleitungen 123 an die Heißwasserleitung 101 angeschlossen werden. Dadurch ist sowohl der konstruktive als auch der fertigungs- oder montagetechnische Aufwand für die jeweilige Auslegung der Mischeinrichtung 44,46 besonders gering.

[0044] Durch die infolge der Eindüsung des Speisewasser-Teilstroms tS in den Heißwassermischer 46 bewirkte Zumischung von Heißwasser S' zum kalten Kondensat K kann mit besonders einfachen Mitteln und insbesondere ohne Zwischenschaltung eines zusätzlichen Wärmetauschers eine beim Ölbetrieb der Gasturbine 2 erforderliche und im Vergleich zum Gasbetrieb erhöhte Wasser- oder Kesseleintrittstemperatur TK' von z.B. 120 bis 130°C eingestellt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Gas- und Dampfturbinenanlage (1), bei dem das aus einer sowohl mit Gas als auch mit Öl betreibbaren Gasturbine (2) austretende Rauchgas (AM) über einen Abhitzedampferzeuger (30) geführt wird, dessen Heizflächen in den Wasser-Dampf-Kreislauf (24) einer eine Anzahl von Druckstufen (20a,20b,20c) aufweisenden Dampfturbine (20) geschaltet sind, wobei im Abhitzedampferzeuger (30) vorgewärmtes Kondensat als im Vergleich zu diesem unter hohem Druck stehendes Speisewasser (S) aufgeheizt und als Dampf (F) der Dampfturbine (20) zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Betriebswechsel von Gas auf Öl ein Teilstrom (tS) von aufgeheiztem Speisewasser (S') in das kalte Kondensat (K) eingedüst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Teilstrom (tS) einer Hochdruckstufe (50) und/oder einer Mitteldruckstufe (70) des Wasser-Dampf-Kreislaufs (24) entnommen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Teilstrom (tS)

- einem als Heizfläche im Abhitzedampferzeuger (30) vorgesehenen Hochdruck-Economizer (51,52) oder Mitteldruck-Economizer (73) ausgangsseitig entnommen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Teilstrom (tS) einer in den Wasser-Dampf-Kreislauf (24) geschalteten Hochdruck-Trommel (54) oder Mitteldruck-Trommel (75) entnommen wird. 5
5. Gas- und Dampfturbinenanlage (1) mit einer sowohl mit Gas als auch mit Öl betreibbaren Gasturbine (2) und mit einem dieser abgasseitig nachgeschalteten Abhitzedampferzeuger (30), dessen Heizflächen in den Wasser-Dampf-Kreislauf (24) einer mindestens eine Niederdruckstufe (20c) und eine Hochdruckstufe (20b) umfassenden Dampfturbine (20) geschaltet sind, **gekennzeichnet durch** eine einen Innenraum (104) aufweisende Mischeinrichtung (44,46) mit einer an eine Kondensatleitung (38) zum Zuführen von kaltem Kondensat (K) angeschlossenen Eintrittsöffnung (111) und mit einer mit einem als Heizfläche im Abhitzedampferzeuger (30) angeordneten Kondensatvorwärmer (36) eingangsseitig verbundenen Austrittsöffnung (112) sowie mit mindestens einem im Innenraum (104) angeordneten Sprühkopf (105), dem über eine mit diesem abströmseitig verbundene Heißwasserleitung (101), die zuströmseitig an eine in den Wasser-Dampf-Kreislauf (24) geschaltete Drucktrommel (54,75) wasserseitig und/oder an einen als Heizfläche im Abhitzedampferzeuger (30) angeordneten Economizer (51,52,73) ausgangsseitig geführt ist, ein aus der Drucktrommel (54,75) bzw. aus dem Economizer (51,52,73) entnommener einstellbarer Teilstrom (tS) aufgeheizten Speisewassers (S') zuführbar ist. 10 15 20 25 30 35
6. Gas- und Dampfturbinenanlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Strömungsrichtung des Teilstroms (tS) vor der Mischeinrichtung (44,46) in die Heißwasserleitung (101) ein Ventil (103) zur Einstellung des Teilstroms (tS) geschaltet ist. 40 45
7. Gas- und Dampfturbinenanlage nach Anspruch 5 oder 6, **gekennzeichnet durch** eine Anzahl von Sprühköpfen (122), die über jeweils eine Zwischenleitung (123) mit der Heißwasserleitung (101) verbunden sind. 50
8. Gas- und Dampfturbinenanlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Strömungsrichtung des Teilstroms (tS) vor der oder jeder Zwischenleitungen (123) in die Heißwasserleitung (101) eine Absperrarmatur (119) geschaltet ist. 55
9. Gas - und Dampfturbinenanlage nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Sprühkopf (105) ein infolge der Druckdifferenz des Teilstroms (tS) gegenüber dem kalten Kondensat (K) selbstöffnendes Ventil (116,117) aufweist. 5
10. Gas - und Dampfturbinenanlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil (116,117) über mindestens einen Ventilkanal (121) mit mindestens einer Sprühdüse (122) des Sprühkopfes (105) verbunden ist. 10

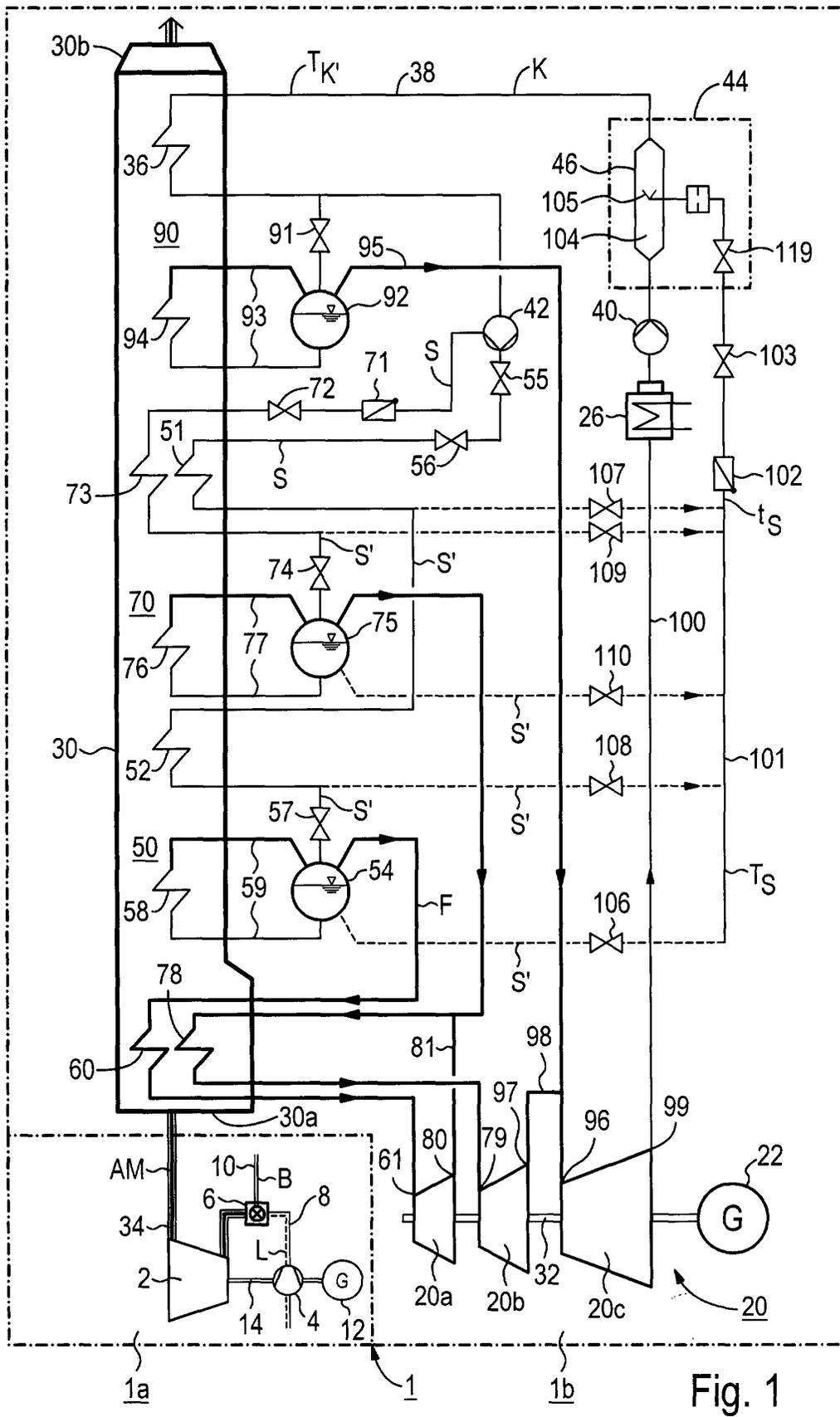


Fig. 1

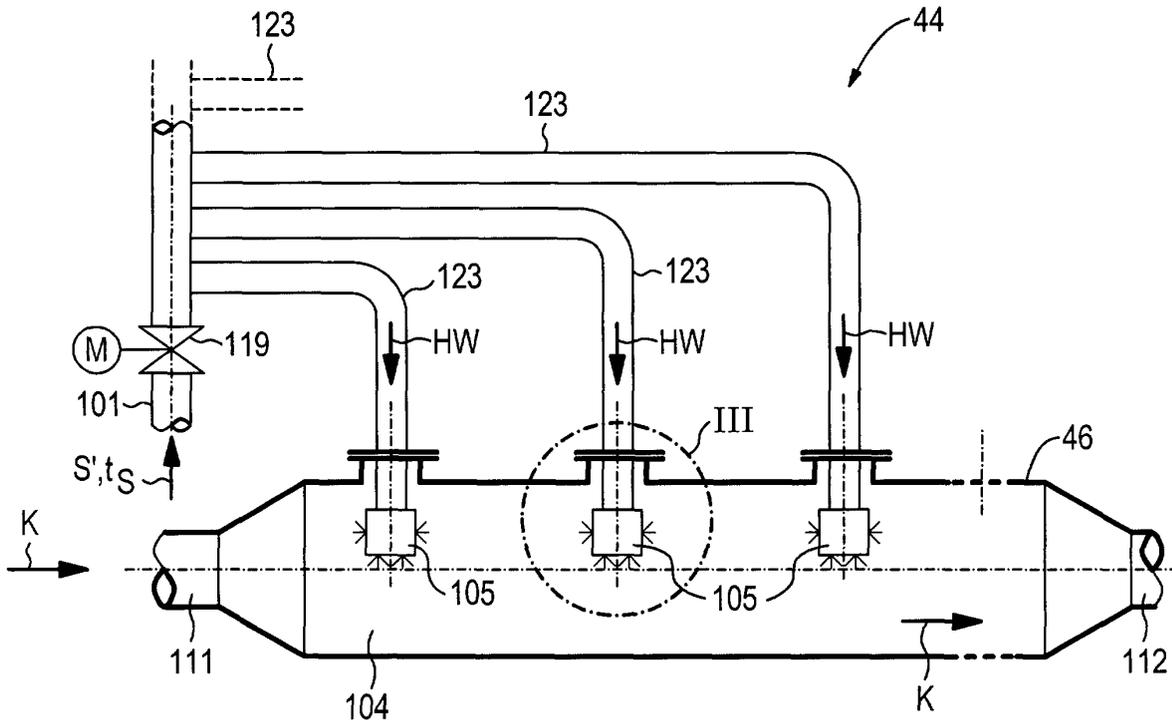


Fig. 2

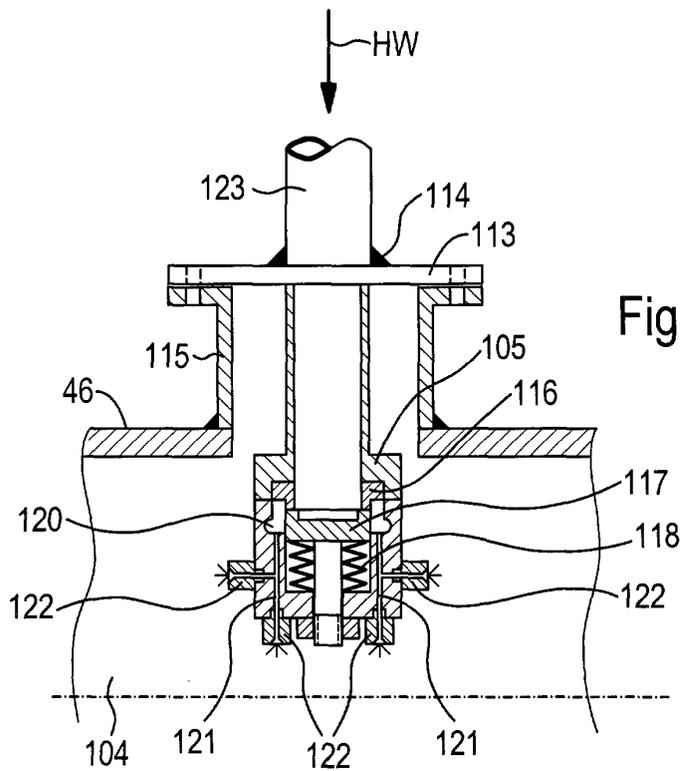


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 12 1502

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 281 151 A (BABCOCK HITACHI KK) 7. September 1988 (1988-09-07)	1-4	F01K23/10
Y	* Spalte 9, Zeile 31 - Spalte 10, Zeile 55; Abbildungen 3,4 *	5,6	B01F3/08 B01F5/04
Y	US 4 869 595 A (LANG JOHN S) 26. September 1989 (1989-09-26) * Spalte 4, Zeile 35 - Zeile 50; Abbildungen *	5,6	
A	US 3 702 619 A (SON JAIME S) 14. November 1972 (1972-11-14) * Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 22; Abbildungen *	7	
A	DE 195 12 466 C (SIEMENS AG) 22. August 1996 (1996-08-22) * Spalte 5, Zeile 23 - letzte Zeile; Abbildungen *	1,5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F01K B01F F22B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 7. März 2001	Prüfer Van Gheel, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

EPO FORM 1503, 03.82 (P04/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 12 1502

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-03-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0281151 A	07-09-1988	DE 3851245 D	06-10-1994
		DE 3851245 T	15-12-1994
		US 4799461 A	24-01-1989
US 4869595 A	26-09-1989	KEINE	
US 3702619 A	14-11-1972	AT 356633 B	12-05-1980
		AT 61372 A	15-10-1979
		AU 470964 B	02-08-1973
		AU 3835872 A	02-08-1973
		BE 778272 A	20-07-1972
		CA 970359 A	01-07-1975
		CS 170175 B	27-08-1976
		DD 96027 A	05-03-1973
		DE 2203648 A	10-08-1972
		ES 399198 A	01-12-1974
		FR 2123433 A	08-09-1972
		GB 1344587 A	23-01-1974
		IT 946922 B	21-05-1973
		JP 54014344 B	06-06-1979
		NL 7200971 A, B,	01-08-1972
		RO 61640 A	15-02-1977
SE 388545 B	11-10-1976		
SU 496704 A	25-12-1975		
DE 19512466 C	22-08-1996	CN 1182467 A	20-05-1998
		WO 9631685 A	10-10-1996
		DE 59602174 D	15-07-1999
		EP 0819209 A	21-01-1998
		ES 2133945 T	16-09-1999
		JP 11503211 T	23-03-1999

EPC FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82