

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 710 498 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

11.10.2006 Patentblatt 2006/41

(51) Int Cl.:

F22B 29/06 (2006.01)**F22B 1/18 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **05007413.7**(22) Anmeldetag: **05.04.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR LV MK YU(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT****80333 München (DE)**

(72) Erfinder:

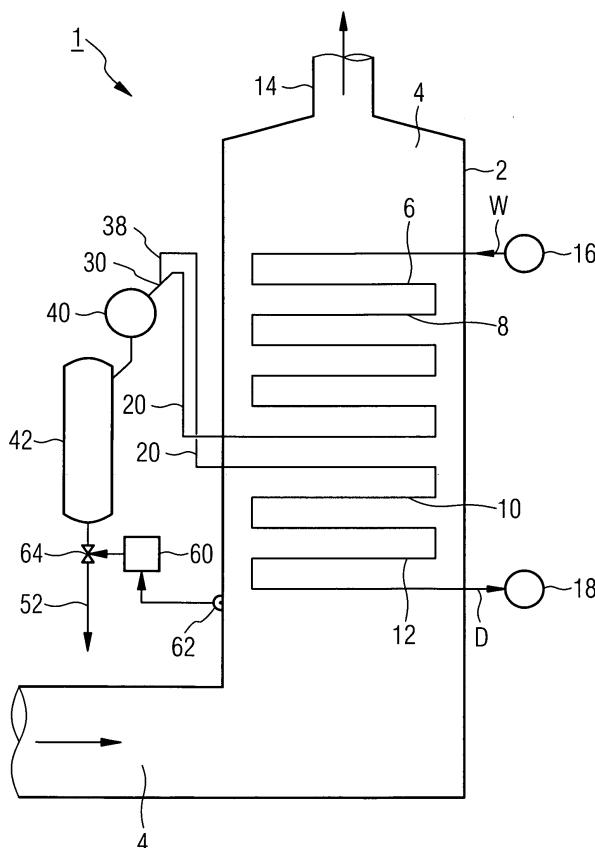
- **Franke, Joachim, Dr.**
90518 Altdorf (DE)

- **Kral, Rudolf**
92551 Stulln (DE)

(54) **Dampferzeuger**

(57) Die Erfindung betrifft einen Dampferzeuger (1), bei dem in einem Heizgaskanal (4) eine aus einer Anzahl von Verdampferrohren (6) gebildete Verdampfer-Durchlaufheizfläche (8) und eine aus einer Anzahl von den Verdampferrohren (6) strömungsmediumsseitig nachgeschalteten Überhitzerrohren (10) gebildete Überhitzer-

heizfläche (12) angeordnet sind, wobei in eine Anzahl von jeweils ein oder mehrere Verdampferrohre (6) mit jeweils einem oder mehreren Überhitzerrohren (10) strömungsmediumsseitig verbindenden Überströmrührstücken (20) jeweils ein Wasserabscheideelement (30) integriert ist.

FIG 1**EP 1 710 498 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Dampferzeuger, bei dem in einem Heizgaskanal eine aus einer Anzahl von Verdampferrohren gebildete Verdampfer-Durchlaufheizfläche und eine aus einer Anzahl von den Verdampferrohren strömungsmediumsseitig nachgeschalteten Überhitzerrohren gebildete Überhitzerheizfläche angeordnet sind.

[0002] In einem Durchlaufdampferzeuger führt die Beheizung einer Anzahl von Verdampferrohren zu einer vollständigen Verdampfung des Strömungsmediums in den Verdampferrohren in einem Durchgang. Das Strömungsmedium - üblicherweise Wasser - wird nach seiner Verdampfung den Verdampferrohren nachgeschalteten Überhitzerrohren zugeführt und dort überhitzt. Die Position des Verdampfungsendpunkts, d. h. der Grenzbe-
reich zwischen unverdampftem und verdampftem Strömungsmedium, ist dabei variabel und betriebsartabhängig. Beim Vollastbetrieb eines derartigen Durchlaufdampferzeugers liegt der Verdampfungsendpunkt beispielsweise in einem Endbereich der Verdampferrohre, so dass die Überhitzung des verdampften Strömungsmediums bereits in den Verdampferrohren beginnt. Ein Durchlaufdampferzeuger unterliegt im Gegensatz zu einem Natur- oder Zwangumlauddampferzeuger keiner Druckbegrenzung, so dass er für Frischdampfdrücke weit über dem kritischen Druck von Wasser ($P_{Kri} \approx 221$ bar)- wo keine Unterscheidung der Phasen Wasser und Dampf und damit auch keine Phasentrennung möglich ist - ausgelegt werden kann.

[0003] Derartige Durchlaufdampferzeuger können in Gas- und Dampfturbinenanlagen eingesetzt werden, bei denen die im entspannten Arbeitsmittel oder Heizgas aus der Gasturbine enthaltene Wärme zur Erzeugung von Dampf für die Dampfturbine genutzt wird. Dabei kann der Einsatz insbesondere in Kombination mit einer so genannten industriellen Gasturbine mit einer Auslegungslleistung bis etwa 60 MW vorgesehen sein. Bei derartigen Konzepten kann im Hinblick auf die durch die Nennleistung vorgegebenen Randbedingungen die Vorwärmung und Verdampfung des Wassers und die weitere Überhitzung des erzeugten Dampfes in einer einzigen Durchlaufheizfläche vorgesehen sein, deren Rohre eingangsseitig mit Eintrittssammlern für das unterkühlte Speisewasser und ausgangsseitig mit Austrittssammlern für den überhitzten Dampf verbunden sind.

[0004] Im Schwachlastbetrieb oder beim Anfahren eines derartigen Durchlaufdampferzeugers wird das heiße Abgas aus der Gasturbine üblicherweise zunächst auf die ungekühlten Rohre der Überhitzersektion des Durchlaufdampferzeugers geleitet, die aus diesem Grund üblicherweise aus hochwertigen temperaturfesten Materialien bestehen müssen. Alternativ kann auch die Bespeisung der Verdampfersektion mit einem Mindeststrom an Strömungsmedium vorgesehen sein, um eine sichere Kühlung der Dampferzeugerrohre zu gewährleisten. Dabei reicht gerade bei niedrigen Lasten von beispielsweise

weniger als 40 % der Auslegungslast der der zugehörigen Dampfleistung entsprechende Durchlaufmassenstrom durch die Dampferzeugerrohre üblicherweise nicht mehr zu deren Kühlung aus, so dass diesem Durchlauf an Strömungsmedium durch den Verdampfer ein zusätzlicher Durchsatz an Strömungsmedium überlagert wird. In diesem Fall ist üblicherweise eine Abtrennung von Wasser aus dem Strömungsmedium notwendig, bevor dieses in die Überhitzersektion des Durchlaufdampferzeugers eintritt. Dazu kann die Durchlaufheizfläche in ihrer Gesamtheit durch eine in einem Heizgaskanal angeordnete, aus einer Anzahl von Verdampferrohren gebildete Verdampfer-Durchlaufheizfläche und durch eine dieser strömungsmediumsseitig nachgeschaltete, aus einer Anzahl von Überhitzerrohren gebildete Überhitzerheizfläche gebildet sein, wobei strömungsmediumsseitig zwischen die Verdampfer-Durchlaufheizfläche und die Überhitzerheizfläche ein Wasserabscheidesystem geschaltet ist.

[0005] Bei derartigen Durchlaufdampferzeugern münden die die Verdampfersektion bildenden Verdampferrohre üblicherweise in einen oder mehrere Austrittssammler, von denen aus das Strömungsmedium in einen nachgeschalteten Wasser-Dampf-Abscheider geführt wird. Dort erfolgt eine Trennung des Strömungsmediums in Wasser und in Dampf, wobei der Dampf in ein den Überhitzerrohren vorgeschaltetes Verteilersystem überführt wird, wo eine Aufteilung des Dampfmassenstroms auf die einzelnen, strömungsmediumsseitig parallel geschalteten Überhitzerrohre erfolgt.

[0006] Bei einer derartigen Bauweise ist durch die Zwischenschaltung des Wasserabscheidesystems im Anfahr- und Schwachlastbetrieb der Verdampfungsendpunkt des Durchlaufdampferzeugers festgelegt und nicht - wie beim Vollastbetrieb - variabel. Damit ist die betriebliche Flexibilität bei einer derartigen Bauweise des Durchlaufdampferzeugers im Schwachlastbetrieb erheblich eingeschränkt. Des Weiteren müssen bei einer derartigen Bauweise die Abscheidesysteme in der Regel insbesondere hinsichtlich der Materialwahl dafür ausgelegt sein, dass der Dampf im Abscheider im reinen Durchlaufbetrieb deutlich überhitzt ist. Die erforderliche Materialauswahl führt ebenfalls zu einer erheblichen Einschränkung der betrieblichen Flexibilität. Hinsichtlich der Dimensionierung und Bauart der erforderlichen Komponenten bedingt die genannte Bauweise zudem, dass der beim Anfahren des Durchlaufdampferzeugers in der ersten Anfahrphase auftretende Wasserausstoß vollständig im Abscheidesystem aufgenommen und über die nachgeschaltete Abscheideflasche und die Ablaufventile in den Entspanner abgeführt werden können muss. Die daraus resultierende vergleichsweise große Dimensionierung von Abscheideflasche und Ablaufventilen führt zu einem beträchtlichen Herstellungs- und Montageaufwand.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Dampferzeuger der oben genannten Art anzugeben, der bei vergleichsweise gering gehaltenen Her-

stellungs- und Montageaufwand auch beim Anfahren und im Schwachlastbetrieb eine besonders hohe betriebliche Flexibilität aufweist.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem in eine Anzahl von jeweils ein oder mehrere Verdampferrohre mit jeweils einem oder mehreren Überhitzerrohren strömungsmediumsseitig verbindenden Überströmrohrstücken jeweils ein Wasserabscheideelement integriert ist.

[0009] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass der Durchlaufdampferzeuger zur Gewährleistung einer besonders hohen betrieblichen Flexibilität auch im Anfahr- oder Schwachlastbetrieb für einen variablen Verdampfungsendpunkt ausgelegt sein sollte. Dazu sollte die bei bisherigen Systemen übliche bauartbedingte Fixierung des Verdampfungsendpunktes im Wasserabscheidesystem vermieden werden. Im Hinblick auf die Erkenntnis, dass diese Fixierung im Wesentlichen durch die Sammlung des aus den Verdampferrohren abströmenden Strömungsmediums, die nachfolgende Wasserabscheidung in einer zentralen Wasserabscheideeinrichtung und die anschließende Verteilung des Dampfes auf die Überhitzerrohre entsteht, sollte eine Dezentralisierung der Wasserabscheidefunktion vorgenommen werden. Die Wasserabscheidung sollte dabei insbesondere derart ausgelegt sein, dass nach der Wasserabscheidung keine zu komplexe Verteilung des Strömungsmediums vorgesehen ist, da gerade diese für ein Wasser-Dampf-Gemisch nicht praktikabel ist. Dies ist erreichbar, indem unter Abweichung von der üblicherweise vorgesehenen zentralen Wasser-Dampf-Trennung das Wasserabscheidesystem dezentral konzipiert ist, wobei die Abscheidefunktion in zur strömungsmediumsseitigen Verbindung der Verdampferrohre mit den nachgeschalteten Überhitzerrohren ohnehin notwendige Rohrstücke integriert ist.

[0010] Der Durchlaufdampferzeuger kann in so genannter stehender Bauweise oder auch in so genannter liegender Bauweise ausgeführt sein. Somit kann also der Heizgaskanal für eine Durchströmung des Heizgases in einer im wesentlichen vertikalen oder auch in einer im wesentlichen horizontalen Durchströmungsrichtung ausgelegt sein.

[0011] Eine besonders einfache Bauweise der Wasserabscheideelemente bei hoher Zuverlässigkeit der Wasserabscheidung ist erreichbar, indem das jeweilige Wasserabscheideelement vorteilhafterweise für eine Trägheitsseparation des Wassers vom Dampf im Strömungsmedium ausgelegt ist. Dazu wird vorzugsweise die Erkenntnis genutzt, dass der Wasseranteil des Strömungsmediums aufgrund seiner im Vergleich zum Dampfanteil höheren Trägheit bevorzugt in seiner Strömungsrichtung geradeaus weiterströmt, während der Dampfanteil vergleichsweise besser einer aufgezwungenen Umlenkung zu folgen vermag. Um dies bei hoher Abscheidewirkung für eine vergleichsweise einfache Bauweise des Wasserabscheideelements zu nutzen, ist dies in besonders vorteilhafter Ausgestaltung in der Art

eines T-Stücks ausgeführt. Dabei umfasst das jeweilige Wasserabscheideelement vorzugsweise ein mit dem vorgeschalteten Verdampferrohr verbundenes Einströmrohrstück, das in seiner Längsrichtung gesehen in ein Wasserableitrohrstück übergeht, wobei im Übergangsbereich eine Anzahl von mit jeweils einem nachgeschalteten Überhitzerrohr verbundenen Abströmrohrstücken abzweigt. Der Wasseranteil des in das Einströmrohrstück einströmenden Strömungsmediums wird dabei in Folge seiner vergleichsweise höheren Trägheit an der Verzweigungsstelle im Wesentlichen ohne Umlenkung in Längsrichtung weitertransportiert und tritt somit in das Wasserableitrohrstück über. Demgegenüber ist für den Dampfanteil aufgrund seiner vergleichsweise geringeren Trägheit eine Umlenkung leichter möglich, so dass der Dampfanteil in das oder die abzweigenden Abströmrohrstücke übertritt.

[0012] Vorzugsweise ist das Einströmrohrstück dabei im Wesentlichen geradlinig ausgeführt, wobei es mit seiner Längsrichtung im Wesentlichen horizontal oder auch in einem vorgegebenen Neigungs- oder Verkippungswinkel angeordnet sein kann. Dabei ist vorzugsweise eine Neigung in Strömungsrichtung abwärts vorgesehen. Alternativ kann eine Anströmung des Einströmrohrstücks über einen von oben kommenden Rohrbogen vorgesehen sein, so dass in diesem Falle das Strömungsmedium aufgrund der Zentrifugalkraft in Richtung Außenseite der Krümmung gepresst wird. Dadurch strömt bevorzugt der Wasseranteil des Strömungsmediums am Außenbereich der Krümmung entlang. Bei dieser Ausgestaltung ist somit bevorzugt das für die Abführung des Dampfanteils vorgesehene Abströmrohrstück zur Innenseite der Krümmung hin ausgerichtet.

[0013] Das Wasserableitrohrstück ist vorzugsweise in seinem Eintrittsbereich als nach unten gekrümmter Rohrbogen ausgeführt. Damit ist auf besonders einfache und verlustarme Weise eine Umlenkung des abgeschiedenen Wassers zur bedarfsgerechten Einspeisung in nachfolgende Systeme erleichtert.

[0014] Vorteilhafterweise sind die Wasserabscheideelemente wasserausgangsseitig, also insbesondere mit ihren Wasserableitrohrstücken, gruppenweise mit einer Anzahl von gemeinsamen Austrittssammlern verbunden. Bei einer derartigen Verschaltung ist somit im Gegensatz zu herkömmlichen Systemen, bei denen strömungsmediumsseitig der Wasserabscheider den Austrittssammlern der Verdampferrohre nachgeschaltet ist, nunmehr das jeweilige Wasserabscheideelement dem Austrittssammler vorgeschaltet. Gerade dadurch ist auch im Anfahr- oder Schwachlastbetrieb die direkte Überführung von Strömungsmedium aus den Verdampferrohren in die Überhitzerrohre ohne Zwischenschaltung von Sammler- oder Verteilersystemen möglich, so dass der Verdampfungsendpunkt auch in die Überhitzerrohre hineinverlagert werden kann. Den Austrittssammlern ist dabei vorteilhafterweise eine Anzahl von Wassersammelbehältern nachgeschaltet. Der oder die Wassersammelbehälter können dabei ihrerseits ausgangs-

seitig mit geeigneten Systemen wie beispielsweise einem atmosphärischen Entspanner oder über eine Umwälzpumpe mit dem Umlauf des Durchlaufdampferzeugers verbunden sein.

[0015] Bei der Trennung von Wasser und Dampf im Wasserabscheidesystem kann entweder nahezu der gesamte Wasseranteil abgeschieden werden, so dass lediglich noch verdampftes Strömungsmedium an die nachgeschalteten Überhitzerrohre weitergegeben wird. In diesem Fall liegt der Verdampfungsendpunkt noch in den Verdampferrohren. Alternativ kann aber auch nur lediglich ein Teil des anfallenden Wassers abgeschieden werden, wobei das restliche noch unverdampfte Strömungsmedium zusammen mit dem verdampften Strömungsmedium in die nachfolgenden Überhitzerrohre weitergegeben wird. In diesem Fall verschiebt sich der Verdampfungsendpunkt in die Überhitzerrohre hinein.

[0016] Im letztgenannten Fall, auch als Überspeisung der Abscheideeinrichtung bezeichnet, werden zunächst die den Wasserabscheideelementen wasserseitig nachgeschalteten Komponenten wie beispielsweise Austrittssammler oder Wassersammelbehälter vollständig mit Wasser befüllt, so dass sich bei weiter zuströmendem Wasser in den entsprechenden Leitungsstücken ein Rückstau bildet. Sobald dieser Rückstau die Wasserabscheideelemente erreicht hat, wird zumindest ein Teilstrom von neu zuströmendem Wasser gemeinsam mit dem im Strömungsmedium mitgeführtem Dampf an die nachfolgenden Überhitzerrohre weitergegeben. Um in diesem Betriebsmodus der so genannten Überspeisung des Abscheidesystems eine besonders hohe betriebliche Flexibilität zu gewährleisten, ist in besonders vorteilhafter Ausgestaltung in eine an den Wassersammelbehälter angeschlossene Abflussleitung ein über eine zugeordnete Regeleinrichtung ansteuerbares Stellventil geschaltet. Die Regeleinrichtung ist dabei vorteilhafterweise mit einem für die Enthalpie des Strömungsmediums am Austritt der Überhitzerheizfläche charakteristischen Eingangswert beaufschlagbar.

[0017] Durch ein derartiges System ist im Betriebsmodus des überspeisten Abscheidesystems durch gezielte Ansteuerung des in die Abflussleitung des Wassersammelbehälters geschalteten Ventils der aus dem Wassersammelbehälter abströmende Massenstrom einstellbar. Da dieser durch einen entsprechenden Wasser-Massenstrom aus den Wasserabscheideelementen ersetzt wird, ist somit auch der Massenstrom einstellbar, der aus den Wasserabscheideelementen in das Sammelsystem gelangt. Damit ist wiederum auch derjenige Teilstrom einstellbar, der gemeinsam mit dem Dampf in die Überhitzerrohre weitergegeben wird, so dass über eine entsprechende Einstellung dieses Teilstroms beispielsweise am Ende der Überhitzersektion der Durchlaufheizfläche eine vorgegebene Enthalpie eingehalten werden kann. Alternativ oder zusätzlich kann der gemeinsam mit dem Dampf an die Überhitzerrohre weitergegebene Wasser-Teilstrom auch beeinflusst werden durch eine entsprechende Steuerung des überlagerten Umwälzkreislaufs.

Dazu ist in weiterer oder alternativer vorteilhafter Ausgestaltung über die dem Wasserabscheidesystem zugeordnete Regeleinrichtung eine den Verdampferrohren zugeordnete Umwälzpumpe ansteuerbar.

[0018] Zweckmäßigerweise wird der Dampferzeuger als Abhitzedampferzeuger einer Gas- und Dampfturbinenanlage verwendet.

[0019] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch die Integration der Wasserabscheidung in das Rohrsystem des Dampferzeugers die Wasserabscheidung ohne vorherige Sammlung des aus den Verdampferrohren abströmenden Strömungsmediums und ohne nachfolgende Verteilung des an die Überhitzerrohre weitergegebenen Strömungsmediums auf die Überhitzerrohre erfolgen kann. Damit können aufwendige Sammel- und Verteilsysteme eingespart werden. Durch den Entfall aufwendiger Verteilsysteme ist darüber hinaus die Übergabe von Strömungsmedium an die Überhitzerrohre nicht nur auf Dampf beschränkt; vielmehr kann nunmehr auch ein Wasser-Dampf-Gemisch an die Überhitzerrohre weitergeführt werden. Gerade dadurch kann der Verdampfungsendpunkt über die Trennstelle zwischen Verdampferrohren und Überhitzerrohren hinaus bedarfsweise in die Überhitzerrohre hineinverschoben werden. Damit ist eine besonders hohe betriebliche Flexibilität auch im Anfahr- oder Schwachlastbetrieb des Durchlaufdampferzeugers erreichbar.

[0020] Darüber hinaus können die Wasserabscheideelemente insbesondere als T-Stücke auf Basis der ohnehin vorhandenen Berohrung des Durchlaufdampferzeugers ausgeführt sein. Diese T-Stücke können vergleichsweise dünnwandig ausgeführt sein, wobei Durchmesser und Wandstärke in etwa mit denen der Wandrohre vergleichbar gehalten werden können. Damit werden durch die dünnwandige Ausführung der Wasserabscheideelemente die Anfahrzeiten des Kessels insgesamt oder auch die Laständerungsgeschwindigkeiten nicht weiter begrenzt, so dass auch in Anlagen für hohe Dampfzustände vergleichsweise kurze Reaktionszeiten bei Laständerungen erreichbar sind. Zudem sind derartige T-Stücke besonders kostengünstig herstellbar. Insbesondere ist auch ein zwischenzeitliches Überspeisen der Abscheideelemente beim Anfahren oder im Schwachlastbetrieb zulässig, so dass ein Teil des auszu stoßenden Verdampferwassers in den den Verdampferrohren nachgeschalteten Überhitzerrohren aufgefangen werden kann. Damit kann die Auslegung der Wassersammelsysteme wie beispielsweise der Abscheideflaschen oder der Ablaufventile für entsprechend geringere Ablaufmengen und somit kostengünstiger erfolgen. Des Weiteren ermöglicht die Verschiebung des Verdampfungsendpunktes in die Überhitzerrohre hinein, eine evtl. erforderliche Wassereinspritzung und die damit verbundenen Verluste zu begrenzen.

[0021] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

FIG 1 schematisch einen Dampferzeuger in

stehender Bauweise,

FIG 2 ausschnittsweise ein Wasserabscheidesystem des Durchlaufdampferzeugers nach FIG 1, und

FIG 3A - 3D jeweils ein Wasserabscheideelement.

[0022] Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0023] Der Dampferzeuger 1 gemäß FIG 1 ist als Durchlaufdampferzeuger ausgelegt und als Bestandteil einer Gas- und Dampfturbinenanlage in der Art eines Abhitzedampferzeugers einer nicht näher dargestellten Gasturbine abgasseitig nachgeschaltet. Der Dampferzeuger 1 weist eine Umfassungswand 2 auf, die einen Heizgaskanal 4 für das Abgas aus der Gasturbine bildet. Im Heizgaskanal 4 sind eine aus einer Anzahl von Verdampferrohren 6 gebildete Verdampfer-Durchlaufheizfläche 8 und eine dieser für den Durchfluss eines Strömungsmediums W, D nachgeschaltete, aus einer Anzahl von Überhitzerrohren 10 gebildete Überhitzerheizfläche 12 angeordnet. Bezüglich der Führung des Abgasstroms aus der Gasturbine ist die Überhitzerheizfläche 12 der Verdampfer-Durchlaufheizfläche 8 dabei vorgeordnet, so dass das Abgas aus der Gasturbine zunächst die Überhitzerheizfläche 12 beaufschlagt.

[0024] Im Ausführungsbeispiel ist der Dampferzeuger 1 in stehender Bauweise ausgeführt, wobei der Heizgaskanal 4 vom Abgas der Gasturbine im Bereich der Verdampfer-Durchlaufheizfläche 8 und der Überhitzerheizfläche 12 in im Wesentlichen vertikaler Richtung von unten nach oben durchströmt wird und an seinem oberen Ende in einem Kamin 14 endet. Die Verdampferrohre 6 und die Überhitzerrohre 10 sind dabei in der Art von Rohrschlangen alternierend horizontal orientiert im Heizgaskanal 4 verlegt. Alternativ könnte der Dampferzeuger 1 aber auch in liegender Bauweise für eine im Wesentlichen horizontal geführte Rauchgasströmung im Heizgaskanal 4, vorzugsweise mit alternierend vertikal orientierten Rohrschlangen, ausgelegt sein.

[0025] Die Verdampferrohre 6 der Verdampfer-Durchlaufheizfläche 8 sind mit ihren Eintrittsenden an einen Eintrittssammler 16 angeschlossen. Die Überhitzerrohre 10 sind hingegen austrittsseitig an einen Austrittssammler 18 angeschlossen. Bedarfsweise können im Heizgaskanal 4 auch noch weitere Heizflächen, beispielsweise ein Economizer, Vorwärmer und/oder konvektive Überhitzerheizflächen, angeordnet sein.

[0026] Zur strömungsmediumsseitigen Hintereinanderschaltung der Verdampfer-Durchlaufheizfläche 8 mit der Überhitzerheizfläche 12 sind die Verdampferrohre 6 über Überströmröhrstücke 20 mit den Überhitzerrohren 10 verbunden. Im Ausführungsbeispiel ist dabei in der Art einer Eins-zu-eins-Zuordnung jedes Verdampferrohr 6 über jeweils ein Überströmröhrstück 20 mit jeweils einem Überhitzerrohr 10 verbunden. Alternativ kann aber auch eine gruppenartige Zusammenschaltung vorgese-

hen sein, bei der ein oder mehrere Verdampferrohre 6 über jeweils ein Überströmröhrstück 20 mit einem oder mehreren Überhitzerrohren 10 verbunden sind.

[0027] Der Durchlaufdampferzeuger 1 ist dafür ausgelegt, dass auch im Anfahr- oder Schwachlastbetrieb, bei dem den Verdampferrohren 6 zusätzlich zu dem verdampfbaren Massenstrom an Strömungsmedium W aus Gründen der betrieblichen Sicherheit noch ein weiterer Umwälzmassenstrom an Strömungsmedium W überlagert wird, die Position des Verdampfungsendpunkts für eine besonders hohe betriebliche Flexibilität variabel gehalten werden kann. Dazu soll der Verdampfungsendpunkt im Anfahr- und Schwachlastbetrieb, bei dem auslegungsbedingt das Strömungsmedium am Ende der Verdampferrohre 6 noch nicht vollständig verdampft ist, in die Überhitzerrohre 10 verschoben werden. Um dies zu erreichen, sind die Überströmröhrstücke 20 mit einer integrierten Wasserabscheidefunktion versehen. Dazu ist in jedes Überströmröhrstück 20 jeweils ein Wasserabscheideelement 30 integriert. Damit ist insbesondere auch erreicht, dass nach der Wasser-Dampf-Abscheidung eine aufwendige Verteilung von Wasser-Dampf-Gemisch W, D auf die Überhitzerrohre 10 nicht erforderlich ist.

[0028] Im Ausführungsbeispiel sind die Wasserabscheideelemente 30, von denen in FIG 1 nur eines sichtbar ist, aber derart ausgelegt, dass im Sinne einer Eins-zu-eins-Zuordnung jedes Verdampferrohr 6 mit genau einem nachfolgenden Überhitzerrohr 10 verbunden ist, so dass funktionell und schaltungstechnisch die Wasserabscheidung in die Einzelrohre hinein verlagert ist. Damit ist gewährleistet, dass im Zusammenhang mit der Wasser-Dampf-Trennung weder eine Sammlung von aus den Verdampferrohren 6 abströmendem Strömungsmedium noch eine Verteilung des weiterzuführenden Strömungsmediums auf die nachfolgenden Überhitzerrohre 10 erforderlich ist. Damit ist auf besonders einfache Weise die Verschiebung des Verdampfungsendpunkts in die Überhitzerrohre 10 hinein ermöglicht. Wie sich aber herausgestellt hat, ist eine hinreichend gleichförmige oder auch gleich verteilte Weitergabe von Wasser-Dampf-Gemisch an die Überhitzerrohre 10 auch dann möglich, wenn eine Verteilung auf nicht mehr als etwa zehn Überhitzerrohre 10 erfolgt.

[0029] Das durch das Wasserabscheideelement 30 und Zusatzkomponenten gebildete Wasserabscheidesystem 31 des Dampferzeugers 1, das ausschnittsweise vergrößert in FIG 2 erneut gezeigt ist, umfasst somit eine der Anzahl von Verdampferrohren 6 und Überhitzerrohren 10 entsprechende Anzahl von Wasserabscheideelementen 30, von denen jedes in der Form eines T-Röhrstücks ausgeführt ist. Dazu umfasst das jeweilige Wasserabscheideelement 30 ein mit dem vorgeschalteten Verdampferrohr 6 verbundenes Einstömröhrstück 32, das in seiner Längsrichtung gesehen in ein Wasserableitrohrstück 34 übergeht, wobei im Übergangsbereich 36 ein mit dem nachgeschalteten Überhitzerrohr 10 verbundenes Abströmröhrstück 38 abzweigt. Durch diese

Bauweise ist das Wasserabscheideelement 30 für eine Trägheitsseparation des aus dem vorgeschalteten Verdampferrohr 6 in das Einströmrohrstück 32 einströmenden Wasser-Dampf-Gemisches ausgelegt. Aufgrund seiner vergleichsweise höheren Trägheit strömt nämlich der Wasseranteil des im Einströmrohrstück 32 strömenden Strömungsmediums an der Übergangsstelle 36 bevorzugt in axialer Verlängerung des Einströmrohrstücks 32 geradeaus weiter und gelangt somit in das Wasserableitrohrstück 34. Der Dampfanteil des im Einströmrohrstück 32 strömenden Wasser-Dampf-Gemisches kann hingegen aufgrund seiner vergleichsweise geringeren Trägheit besser einer aufgezwungenen Umlenkung folgen und strömt somit über das Abströmrohrstück 38 und das Überströmrohrstück 20 zum nachgeschalteten Überhitzerrohr 10.

[0030] Wasserausgangsseitig, also über die Wasserableitrohrstücke 34, sind die Wasserabscheideelemente 30 gruppenweise mit einem jeweils gemeinsamen Austrittssammler 40 verbunden, wobei gruppenweise auch mehrere Austrittssammler 40 vorgesehen sein können. Die Austrittssammler 40 sind ihrerseits ausgangsseitig mit einem gemeinsamen Wassersammelbehälter 42, insbesondere einer Abscheideflasche, verbunden.

[0031] Die als T-Rohrstück ausgeführten Wasserabscheideelemente 30 können hinsichtlich ihrer Abscheidewirkung optimiert ausgeführt sein. Ausführungsbeispiele hierzu sind den FIG 3A bis 3D entnehmbar. Wie in FIG 3A dargestellt, kann das Einströmrohrstück 32 gemeinsam mit dem ihm nachfolgenden Wasserableitrohrstück 34 im Wesentlichen geradlinig ausgeführt und mit seiner Längsrichtung gegenüber der Horizontalen geneigt sein. Im Ausführungsbeispiel nach FIG 3A ist dem Einströmrohrstück 32 zudem noch knieförmig ein gebogenes Rohrstück 50 vorgeschaltet, das aufgrund seiner Biegung und seiner räumlichen Anordnung bewirkt, dass das in das Einströmrohrstück 32 einströmende Wasser aufgrund der Fliehkraft bevorzugt an die dem Abströmrohrstück 38 gegenüberliegende Innenwandseite von Einströmrohrstück 32 und Wasserableitrohrstück 34 angedrückt wird. Damit wird der Weitertransport des Wasseranteils in das Wasserableitrohrstück 34 hinein begünstigt, so dass die Abscheidewirkung insgesamt steigt.

[0032] Eine ähnliche Verstärkung der Abscheidewirkung ist, wie dies in FIG 3B gezeigt ist, auch erreichbar, wenn Einströmrohrstück 32 und Wasserableitrohrstück 34 im Wesentlichen horizontal ausgerichtet sind, indem ebenfalls ein geeignet gebogen geführtes Rohrstück 50 vorgeschaltet ist.

[0033] In FIG 3C ist ein Ausführungsbeispiel dafür dargestellt, dass das Wasserabscheideelement 30 ein einziges vorgeschaltetes Verdampferrohr 6 mit einer Mehrzahl von, im Ausführungsbeispiel zwei, nachgeschalteten Überhitzerrohren 10 verbindet. Dazu zweigen im Ausführungsbeispiel nach FIG 3C von dem durch das Einströmrohrstück 32 und das Wasserableitrohrstück 34 gebildeten Medienkanal zwei Abströmrohrstücke 38 ab, von denen jedes jeweils mit einem nachgeschalteten

Überhitzerrohr 10 verbunden ist. Um das Einströmen des abgeschiedenen Wassers in den nachgeschalteten Austrittssammler 40 zu erleichtern, kann das Abströmrohrstück 34 - wie dies in FIG 3D gezeigt ist

- als nach unten gekrümmter Rohrbogen ausgeführt sein oder ein dementsprechend ausgestaltetes Teilstück umfassen.

[0034] Wie der Darstellung in FIG 1 entnehmbar ist, ist der Wassersammelbehälter 42 ausgangsseitig über eine angeschlossene Abflussleitung 52 mit einem nicht näher dargestellten Abwassersystem verbunden. Alternativ oder zusätzlich kann die Abflussleitung 52 direkt oder über eine nicht näher dargestellte Economizerheizfläche mit dem den Verdampferrohren 6 vorgeschalteten Eintrittssammler 12 verbunden sein, so dass ein geschlossener Umwälzkreis entsteht, über den im Anfahr- oder Schwachlastbetrieb dem in den Verdampferrohren 6 strömenden Strömungsmedium ein zusätzlicher Umlauf zur Erhöhung der betrieblichen Sicherheit überlagert werden kann. Je nach betrieblichem Erfordernis oder Bedarf kann das Abscheidesystem 31 dabei derart betrieben werden, dass nahezu sämtliches am Austritt der Verdampferrohre 6 noch mitgeführte Wasser aus dem Strömungsmedium abgeschieden und im Wesentlichen nur verdampftes Strömungsmedium an die Überhitzerrohre 10 weitergegeben wird.

[0035] Alternativ kann das Wasserabscheidesystem 31 aber auch im so genannten überspeisten Modus betrieben werden, bei dem nicht alles Wasser aus dem Strömungsmedium abgeschieden wird, sondern zusammen mit dem Dampf D noch ein Teilstrom des mitgeführten Wassers an die Überhitzerrohre 10 weitergegeben wird. Bei dieser Betriebsweise verschiebt sich der Verdampfungsendpunkt in die Überhitzerrohre 10 hinein. Im derartigen überspeisten Modus füllen sich zunächst sowohl der Wassersammelbehälter 42 als auch die vorgeschalteten Austrittssammler 40 vollständig mit Wasser, so dass sich ein Rückstau bis hin zum Übergangsbereich 36 der jeweiligen Wasserabscheideelemente 30 bildet, an dem das Abströmrohrstück 38 abzweigt. Bedingt durch diesen Rückstau erfährt auch der Wasseranteil des den Wasserabscheideelementen 30 zuströmenden Strömungsmediums zumindest teilweise eine Umlenkung und gelangt somit gemeinsam mit dem Dampf in das Abströmrohrstück 38. Die Höhe des Teilstroms, der dabei gemeinsam mit dem Dampf den Überhitzerrohren 10 zugeführt wird, ergibt sich dabei einerseits aus dem insgesamt dem jeweiligen Wasserabscheideelement 30 zugeführten Wassermassenstrom und andererseits aus dem über das Wasserableitrohrstück 34 abgeführten Teilmassenstrom. Somit kann durch geeignete Variation des zugeführten Wassermassenstroms und/oder des über das Wasserableitrohrstück 34 abgeführten Wassermassenstroms der in die Überhitzerrohre 10 weitergegebene Massenstrom an unverdampftem Strömungsmedium eingestellt werden. Damit ist es möglich, durch

Ansteuerung einer oder beider der genannten Größen den Anteil an an die Überhitzerrohre 10 weitergegebenem unverdampftem Strömungsmedium derart einzustellen, dass sich beispielsweise eine vorgegebene Enthalpie am Ende der Überhitzerheizfläche 12 einstellt.

[0036] Um dies zu ermöglichen, ist dem Wasserabscheidesystem 31 eine Regeleinrichtung 60 zugeordnet, die eingangsseitig mit einem zur Ermittlung eines für die Enthalpie am rauchgasseitigen Ende der Überhitzerheizfläche 12 charakteristischen Kennwerts ausgebildeten Messfühler 62 verbunden ist. Ausgangsseitig wirkt die Regeleinrichtung 60 einerseits auf ein in die Abflussleitung 52 des Wassersammelbehälters 42 geschaltetes Stellventil 64 ein. Damit kann durch gezielte Ansteuerung des Stellventils 64 der Wasserstrom vorgegeben werden, der aus dem Abscheidesystem 31 entnommen wird. Dieser Massenstrom kann wiederum in den Wasserabscheideelementen 30 dem Strömungsmedium entzogen und an die nachfolgenden Sammelsysteme weitergeleitet werden. Damit ist durch Ansteuerung des Stellventils 64 eine Beeinflussung des im Wasserabscheideelement 30 jeweils abgezweigten Wasserstroms und somit eine Beeinflussung des nach der Abscheidung noch im Strömungsmedium an die Überhitzerheizflächen 10 weitergegebenen Wasseranteils möglich. Alternativ oder zusätzlich kann die Regeleinrichtung 60 noch auf eine Umwälzpumpe einwirken, so dass auch die Zustromrate des Mediums in das Wasserabscheidesystem 31 entsprechend eingestellt werden kann.

Patentansprüche

1. Dampferzeuger (1), bei dem in einem Heizgaskanal (4) eine aus einer Anzahl von Verdampferrohren (6) gebildete Verdampfer-Durchlaufheizfläche (8) und eine aus einer Anzahl von den Verdampferrohren (6) strömungsmediumsseitig nachgeschalteten Überhitzerrohren (10) gebildete Überhitzerheizfläche (12) angeordnet sind, wobei in eine Anzahl von jeweils ein oder mehrere Verdampferrohre (6) mit jeweils einem oder mehreren Überhitzerrohren (10) strömungsmediumsseitig verbindenden Überströmrohrstücken (20) jeweils ein Wasserabscheideelement (30) integriert ist.
2. Dampferzeuger (1) nach Anspruch 1, bei dem das jeweilige Wasserabscheideelement (30) ein mit den jeweils vorgeschalteten Verdampferrohren (6) verbundenes Einströmrohrstück (32) umfasst, das in seiner Längsrichtung gesehen in ein Wasserableitrohrstück (34) übergeht, wobei im Übergangsbereich (36) eine Anzahl von mit den jeweils nachgeschalteten Überhitzerrohren (10) verbundenen Abströmrohrstücken (38) abzweigt.
3. Dampferzeuger (1) nach Anspruch 2, bei dem das Einströmrohrstück (32) über einen von oben kom-

menden Rohrbogen (50) angeströmt ist.

4. Dampferzeuger (1) nach Anspruch 2 oder 3, bei dem das Wasserableitrohrstück (34) im Übergangsbereich (36) mit seiner Längsrichtung gegenüber der Horizontalen in Strömungsrichtung abwärts geneigt angeordnet ist.
5. Dampferzeuger (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem das Wasserableitrohrstück (34) in seinem Eintrittsbereich als nach unten gekrümmter Rohrbogen (50) ausgeführt ist.
6. Dampferzeuger (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Wasserabscheideelemente (30) wasserausgangsseitig gruppenweise mit einer Anzahl von gemeinsamen Austrittssammlern (40) verbunden sind.
7. Dampferzeuger (1) nach Anspruch 6, bei dem den Austrittssammlern (40) eine Anzahl von Wassersammelbehältern (42) nachgeschaltet ist.
8. Dampferzeuger (1) nach Anspruch 7, bei dem in eine an den Wassersammelbehälter (42) angeschlossene Abflussleitung (52) ein über eine zugeordnete Regeleinrichtung (60) ansteuerbares Stellventil (64) geschaltet ist, wobei die Regeleinrichtung (60) mit einem für die Enthalpie des Strömungsmediums (W, D) am dampfseitigen Austritt der dem Wasserabscheidesystem (14) nachgeschalteten Überhitzerheizfläche (12) charakteristischen Eingangswert beaufschlagbar ist.
9. Dampferzeuger (1) nach Anspruch 8, bei dem über die Regeleinrichtung (60) eine den Verdampferrohren (6) zugeordnete Umwälzpumpe ansteuerbar ist.
10. Dampferzeuger (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem dem Heizgaskanal (4) heizgasseitig eine Gasturbine vorgeschaltet ist.

FIG 1

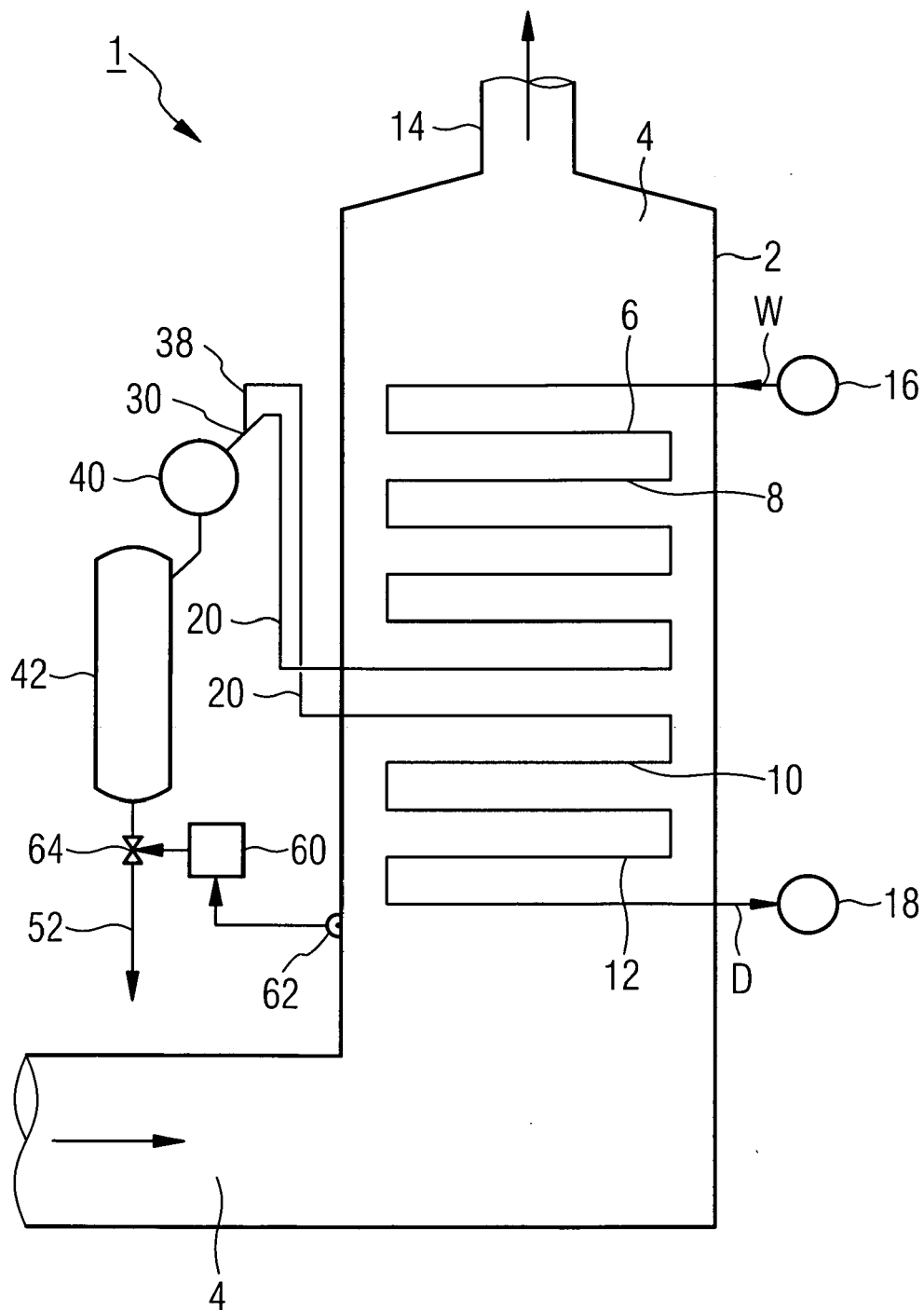


FIG 2

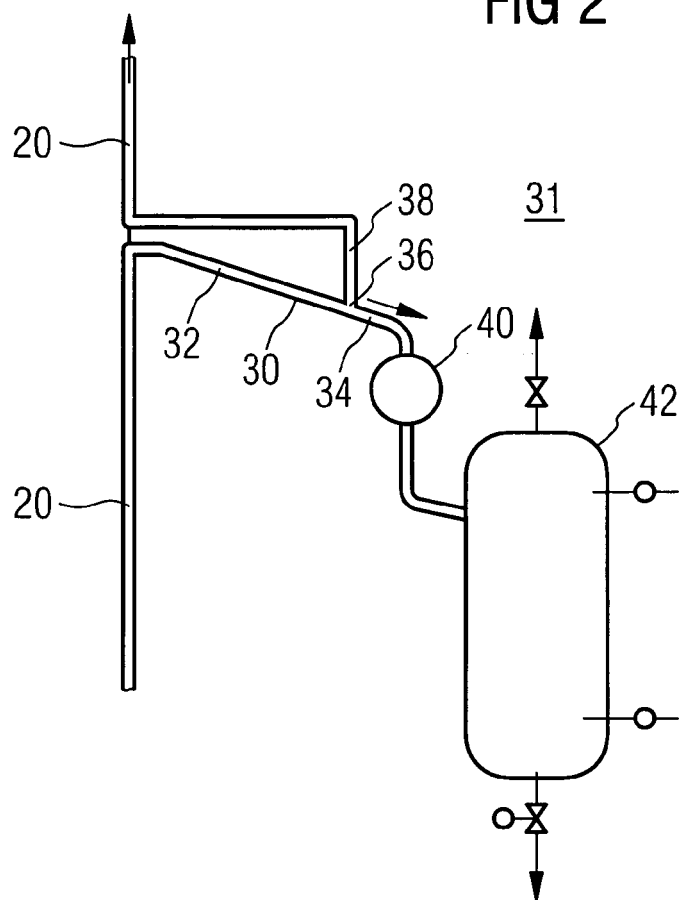


FIG 3a

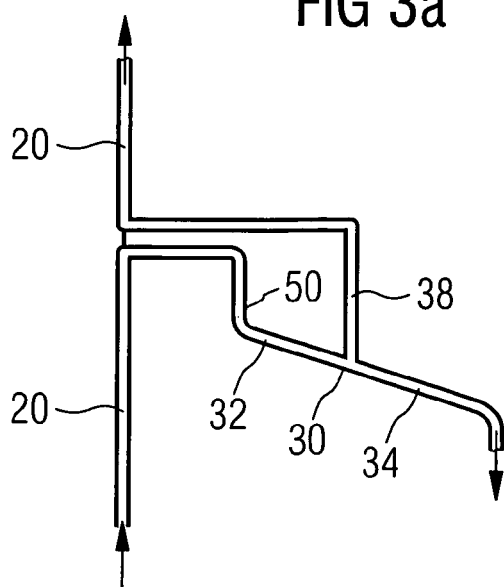


FIG 3b

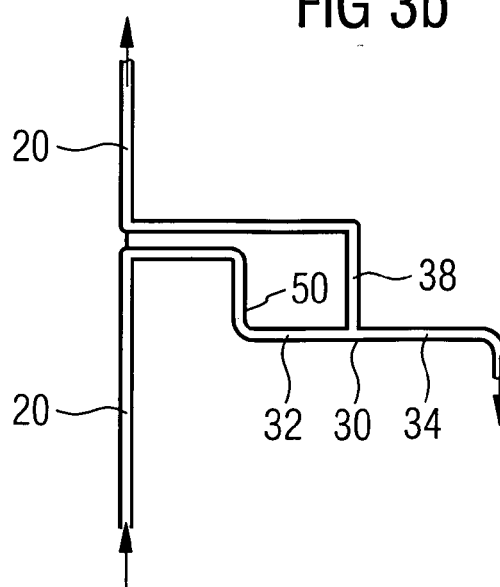


FIG 3c

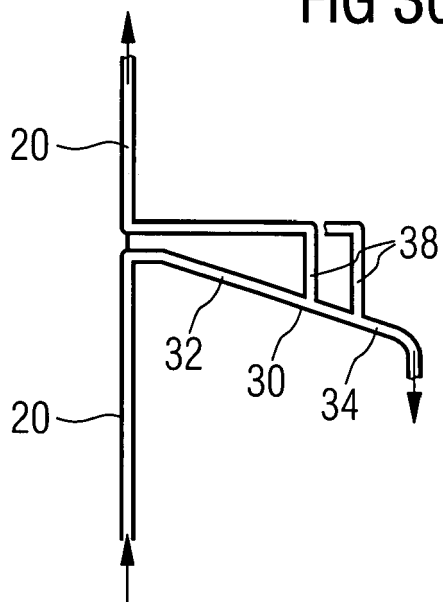
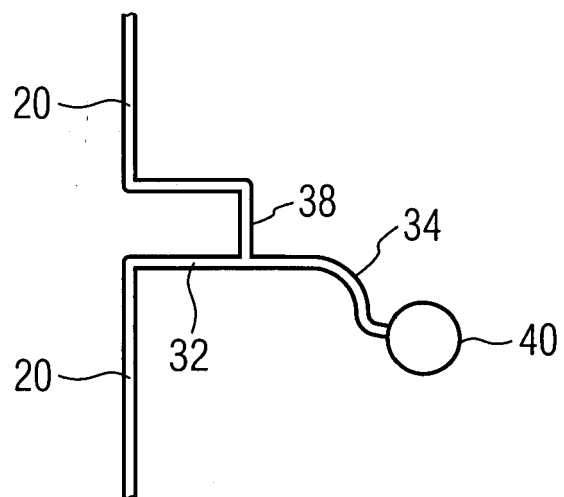


FIG 3d





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 00 7413

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 293 842 A (LOESEL ET AL) 15. März 1994 (1994-03-15)	1,9	F22B29/06 F22B1/18
Y	* Spalte 3, Zeile 54 - Spalte 5, Zeile 44; Abbildung * * Zusammenfassung *	2,4,7	

X	US 6 192 837 B1 (WITTCHOW EBERHARD) 27. Februar 2001 (2001-02-27)	1	
Y	* Spalte 5, Zeile 54 - Spalte 6, Zeile 58; Abbildung 1 * * Zusammenfassung *	2,4	

Y	DE 42 42 144 A1 (SIEMENS AG, 80333 MUENCHEN; SIEMENS AG, 80333 MUENCHEN, DE) 16. Juni 1994 (1994-06-16)	2,4,7	
	* Spalte 2, Zeile 32 - Spalte 3, Zeile 15; Abbildungen * * Zusammenfassung *		

A	GB 691 324 A (BABCOCK & WILCOX LIMITED) 13. Mai 1953 (1953-05-13)	1-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
	* das ganze Dokument *		

A	US 3 789 806 A (GORZEGNO W,US) 5. Februar 1974 (1974-02-05)	1-10	F22B
	* das ganze Dokument *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. September 2005	Prüfer Zerf, G
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 : nichtschriftliche 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	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 05 00 7413

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

30-09-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5293842 A	15-03-1994	EP 0561220 A1	22-09-1993
		JP 6026606 A	04-02-1994
US 6192837 B1	27-02-2001	CA 2287177 A1	29-10-1998
		CN 1126905 C	05-11-2003
		WO 9848217 A1	29-10-1998
		DE 19717158 A1	05-11-1998
		DK 977964 T3	30-12-2002
		EP 0977964 A1	09-02-2000
		RU 2188357 C2	27-08-2002
DE 4242144 A1	16-06-1994	CZ 9501416 A3	18-10-1995
		WO 9414001 A1	23-06-1994
		EP 0673489 A1	27-09-1995
		SK 75395 A3	08-11-1995
GB 691324 A	13-05-1953	KEINE	
US 3789806 A	05-02-1974	AR 203486 A2	15-09-1975
		AU 461633 B2	13-05-1975
		AU 5027472 A	20-06-1974
		CA 968653 A1	03-06-1975
		DE 2263461 A1	12-07-1973
		ES 410439 A1	01-12-1975
		FR 2170583 A5	14-09-1973
		GB 1411955 A	29-10-1975
		IT 974276 B	20-06-1974
		JP 929022 C	17-10-1978
		JP 48080901 A	30-10-1973
		JP 53004561 B	18-02-1978
		NL 7217665 A	29-06-1973

EPO FORM P0461

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