

(19)



(11)

EP 2 026 000 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.02.2009 Patentblatt 2009/08

(51) Int Cl.:
F22B 37/24 (2006.01) F22B 15/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07015829.0**

(22) Anmeldetag: **10.08.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

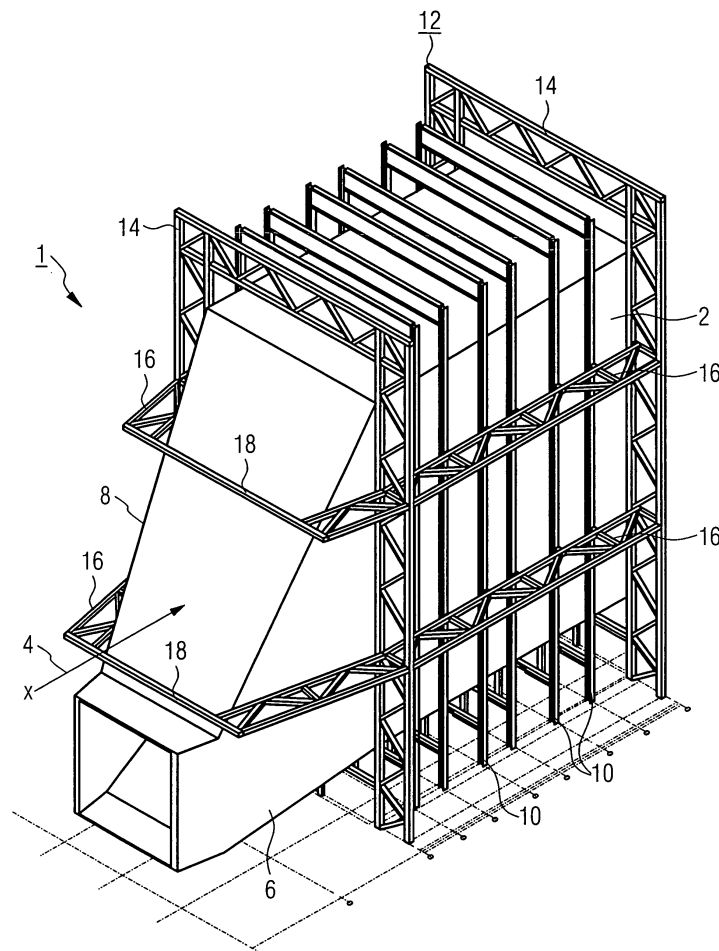
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Heinrichs, Fred**
39343 Bornstedt (DE)

(54) Dampferzeuger

(57) Ein Dampferzeuger (1) mit einem in einer annähernd horizontalen Heizgasrichtung (x) von einem Heizmedium durchströmbaren Heizgaskanal (6) soll mit besonders gering gehaltenem Aufwand und in besonders einfacher Bauweise eine zuverlässige Aufnahme der genannten Lasten, insbesondere der durch den Ausle-

gungs-Innendruck des Heizgases gegebenen zusätzlichen Lasten, gewährleisten. Dazu ist der Heizgaskanal (6) erfindungsgemäß von einer Anzahl von in Heizgasrichtung (x) gesehen hintereinander angeordneten Stützrahmen/Bandagen (14) umfasst, wobei zumindest zwei der Stützrahmen (14) über eine Anzahl von Horizontalscheiben (16) miteinander verbunden sind.

**EP 2 026 000 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Dampferzeuger, insbesondere in liegender Bauweise, mit einem in einer annähernd horizontalen Heizgasrichtung von einem Heizmedium durchströmbaren Heizgaskanal.

[0002] Bei einer Gas- und Dampfturbinenanlage wird die im entspannten Arbeitsmittel oder Heizgas aus der Gasturbine enthaltene Wärme zur Erzeugung von Dampf für die Dampfturbine genutzt. Die Wärmeübertragung erfolgt in einem der Gasturbine nachgeschalteten Abhitzedampferzeuger, in dem üblicherweise eine Anzahl von Heizflächen zur Wasservorwärmung, zur Dampferzeugung und zur Dampfüberhitzung angeordnet sind. Die Heizflächen sind in den Wasser-Dampf-Kreislauf der Dampfturbine geschaltet. Der Wasser-Dampf-Kreislauf umfasst üblicherweise mehrere, z. B. drei, Druckstufen, wobei jede Druckstufe eine Verdampferheizfläche aufweisen kann.

[0003] Für den der Gasturbine als Abhitzedampferzeuger heizgasseitig nachgeschalteten Dampferzeuger kommen mehrere alternative Auslegungskonzepte, nämlich die Auslegung als Durchlaufdampferzeuger oder die Auslegung als Umlaufdampferzeuger, in Betracht. Bei einem Durchlaufdampferzeuger führt die Beheizung von als Verdampferrohren vorgesehenen Dampferzeugerrohren zu einer Verdampfung des Strömungsmediums in den Dampferzeugerrohren in einem einmaligen Durchlauf. Im Gegensatz dazu wird bei einem Natur- oder Zwangumlaufdampferzeuger das im Umlauf geführte Wasser bei einem Durchlauf durch die Verdampferrohre nur teilweise verdampft. Das dabei nicht verdampfte Wasser wird nach einer Abtrennung des erzeugten Dampfes für eine weitere Verdampfung denselben Verdampferrohren erneut zugeführt, wobei der verdampfte Anteil durch dem Verdampfungssystem neu zugeführtes Wasser ersetzt wird.

[0004] Besondere Vorteile hinsichtlich des Herstellungsaufwands, aber auch hinsichtlich erforderlicher Wartungsarbeiten bietet ein Abhitzedampferzeuger in liegender Bauweise, bei dem das beheizende Medium oder Heizgas, also insbesondere das Abgas aus der Gasturbine, in annähernd horizontaler Strömungsrichtung durch den Dampferzeuger geführt ist. Diese liegende Bauweise ermöglicht im Vergleich zur so genannten stehenden Bauweise, bei der das beheizende Medium den Dampferzeuger in im Wesentlichen vertikaler Richtung durchströmt, insbesondere den bautechnischen Aufwand vergleichsweise gering zu halten. In bautechnischer Hinsicht ist dabei für die die Außenwände des Dampferzeugers oder seines Heizgaskanals bildenden Seitenwände als übliche Tragwerkslösung ein Portalrahmentragwerk gewählt, über das die anfallenden Lasten in das Fundament eingeleitet werden. Dabei sind einerseits die anfallenden Vertikallasten aus Heizflächenlasten, weiteren Komponenten, Rohrleitungen, Bühnen oder dergleichen und andererseits auch als weitere wesentliche Lastkomponente auch der Innendruck des

Rauch- oder Heizgases mit etwa 70 mbar zu berücksichtigen. Gerade die in Folge des Innendrucks des Rauchgases anfallende Lastkomponente leitet dabei vergleichsweise große Biegemomente in die Stützkonstruktion ein, so dass bei der Auslegung des Tragwerks entsprechend geeignet dimensionierte Bauteile und Komponenten bereitgestellt werden müssen. Zur geeigneten Aufnahme dieser Lasten ist damit ein vergleichsweise hoher Material- und Herstellungsaufwand erforderlich.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Dampferzeuger der oben genannten Art anzugeben, bei dem mit besonders gering gehaltenem Aufwand und in besonders einfacher Bauweise eine zuverlässige Aufnahme der genannten Lasten, insbesondere der durch den Auslegungs-Innendruck des Heizgases gegebenen zusätzlichen Lasten, gewährleistet ist.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem der Heizgaskanal von einer Anzahl von in Heizgasrichtung gesehen hintereinander angeordneten Stützrahmen umfasst ist, wobei zumindest zwei der Stützrahmen über eine Anzahl von Horizontalscheiben miteinander verbunden sind.

[0007] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass der herstellungs- und materialbedingte Aufwand zur zuverlässigen Ableitung der genannten Lasten besonders gering gehalten werden kann, indem insbesondere die über den Innendruck des Rauchgases eingeleitete Lastkomponente nicht wie in üblichen Systemen über einzelne Rahmenelemente des Heizgaskanals, sondern stattdessen konzentriert in das Fundament eingeleitet wird. Dazu sind eine Anzahl von den Rauchgaskanal oder Heizgaskanal geeignet umfassenden Stützrahmen, also insbesondere Stützen und Riegel, vorgesehen. Um dabei eine zuverlässige Einleitung der die Biegemomente hervorruhenden Lasten zu gewährleisten, sollten diese Stützrahmen in der Art einer Fachwerkskonstruktion über geeignet positionierte Horizontalscheiben verbunden sein. Die Horizontalscheiben sind dabei in der Art von Horizontalstreben ausgeführt. Insbesondere können durch die in der Art einer Fachwerkskonstruktion mit den Stützrahmen verbundenen Horizontalscheiben (H-Fachwerke) die freien Spannhöhen deutlich, beispielsweise auf ein Drittel, reduziert werden, so dass die vertikalen Stützen nur noch mit etwa einem Achtel (entsprechend 12,5 %) der üblichen Biegemomente belastet werden. Somit ist eine zuverlässige Abstützung mit erheblich verringertem Materialeinsatz erreichbar. Die auftretenden Verformungen werden durch die Anwendung von H-Fachwerken ebenfalls erheblich reduziert.

[0008] Eine besonders zuverlässige Einleitung der Lasten ist dabei erreichbar, indem das durch die Horizontalstreben erhältliche Fachwerk besonders symmetrisch und gleich verteilt für die Außenflächen des Heizgaskanals bereitgestellt wird. Dazu sind die Horizontalscheiben vorteilhafterweise beidseitig des Heizgaskanals angeordnet. Eine besonders symmetrische und damit vergleichsweise einfach gehaltene und wirksame Konstruk-

tion ist dabei erreichbar, indem in besonders vorteilhafter Ausgestaltung jeweils zwei Horizontalstreben paarweise einander gegenüberliegend zum Heizgaskanal angeordnet sind.

[0009] Vorteilhafterweise sind die den Fachwerkrahmen bildenden Komponenten hinsichtlich ihrer Materialwahl und Dimensionierung derart geeignet ausgelegt, dass die über den Innendruck des Rauchgases eingeleiteten Lasten und Biegemomente bei einem auslegungsbedingt zugrunde gelegten Innendruck des Heizgases von etwa 70 mbar zuverlässig und mit ausreichend bemessener Sicherheitsreserve abgeleitet werden können. Zweckmäßigerweise wird dabei dieser auslegungsbedingte Innendruck durchgehend für sämtliche Teile des Heizgaskanals zugrunde gelegt, obwohl im Ausgangsbereich des Heizgaskanals aufgrund des anfallenden Druckverlustes des Heizgases beim Durchströmen des Heizgaskanals ein vergleichsweise geringerer Innendruck während des Betriebes anfällt.

[0010] Dem Umstand, dass üblicherweise im Eintrittsbereich des Heizgaskanals der vergleichsweise höchste Innendruck des Heizgases anliegt, wird darüber hinaus in besonders vorteilhafter Weiterbildung dadurch geeignet Rechnung getragen, dass zwei an gegenüber liegenden Seitenwänden des Heizgaskanals angeordnete Horizontalscheiben im Einstrombereich des Heizgaskanals durch einen im Wesentlichen horizontal ausgerichteten Zugstab miteinander verbunden sind. Damit werden die aus dem Innendruck des Heizgases resultierenden Lasten an der Rauchgaseintrittsseite des Heizgaskanals, die etwa fünf Mal höher als die kalkulatorischen Windlasten sind, durch den jeweiligen Zugstab gekoppelt und kompensiert, so dass diese Lasten in Abhängigkeit zur Steifigkeit der Fachwerkrahmen in Achse A sowie B nicht zu den Fundamenten abgeleitet werden müssen.

[0011] Vorteilhafterweise weisen die Stützrahmen in Achse B und L mit 2750 mm Basis ca. 1/12 der Höhe von 31,52 m sowie die Horizontalscheiben mit einer Basis von 2,1 m ca. 1/8 der Länge auf.

[0012] Zweckmäßigerweise wird der Dampferzeuger als Abhitzedampferzeuger einer Gas- und Dampfturbinenanlage verwendet. Dabei ist der Dampferzeuger vorteilhafterweise heizgasseitig einer Gasturbine nachgeschaltet. Bei dieser Schaltung kann zweckmäßigerweise hinter der Gasturbine eine Zusatzfeuerung zur Erhöhung der Heizgastemperatur vorgesehen sein.

[0013] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch die die Stützrahmen miteinander verbindenden Horizontalscheiben ein Fachwerkrahmen als Tragwerk für den Heizgaskanal gebildet wird, über den mit besonders gering gehaltenem Material- und Herstellungsaufwand eine zuverlässige und konzentrierte Ableitung der anfallenden Lasten ermöglicht wird. Die vertikalen Stützen zwischen den beiden Fachwerkrahmen an der Rauchgaseintritts- und an der Rauchgasaustrittsseite des Heizgaskanals werden somit zwar noch mit den üblichen Normalkräften durch Vertikallasten belastet, wobei aber die anfallenden Biege-

momente aufgrund der Reduktion der freien Spannhöhen signifikant reduziert werden können. Da die Biegemomente näherungsweise gemäß der Beziehung $M \propto Q \cdot l^2/11$ gegeben sind, kann durch die über die Fachwerkscheiben erreichbare Reduktion der freien Länge l auf etwa ein Drittel sowie das jeweilige Biegemoment auf etwa ein Achtel reduziert werden.

[0014] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigt die Figur einen Dampferzeuger.

[0015] Der Dampferzeuger 1 gemäß der FIG ist als Abhitzedampferzeuger ausgestaltet und einer nicht näher dargestellten Gasturbine abgasseitig nachgeschaltet. Der Dampferzeuger 1 weist eine Umfassungswand 2 auf, die in der Art einer liegenden Bauweise einen in einer annähernd horizontalen, durch den Pfeil 4 ange deuteten Heizgasrichtung x durchströmbaren Heizgaskanal 6 für das Abgas aus der Gasturbine bildet. Im Heizgaskanal 6 ist jeweils eine Anzahl von geeignet ausgelegten und dimensionierten Heizflächen für Vorwärmung, Verdampfung und Überhitzung des Strömungsmediums angeordnet.

[0016] Die den Heizgaskanal 6 bildende Umfassungswand 2 ist dabei im Ausführungsbeispiel in üblicher Bauweise geschichtet aufgebaut, wobei benachbart zu einem die Außenhaut bildenden Blech einschließlich Verstellfuß ein als Isolierung vorgesehener Dämmungsaufbau angeordnet ist, der seinerseits zum Innenraum des Heizgaskanals 6 hin von einem Liner begrenzt ist. Eingangsseitig weist der Heizgaskanal 6 dabei einen vergleichsweise geringen freien Strömungsquerschnitt auf, der sich im Bereich einer Übergangssektion 8 in Heizgasrichtung 4 gesehen kontinuierlich bishin zum eigentlichen freien Strömungsquerschnitt des Heizgaskanals 6 hin erweitert.

[0017] Die Tragwerkskonstruktion des Dampferzeugers 1 ist gezielt für eine zuverlässige Aufnahme der anfallenden Lasten bei besonders gering gehaltenem Herstellungs- und Materialaufwand ausgelegt. Dazu umfasst das Tragwerk des Dampferzeugers 1 einerseits eine Anzahl von vertikalen Stützen 10, die hinsichtlich Dimensionierung und Materialwahl derart ausgelegt sind, dass sie die anfallenden Vertikallasten aus Heizflächenlasten, Rohrleitungen und dergleichen ohne Weiteres an das Fundament weiterleiten können. Andererseits ist in Ergänzung zu diesen vertikalen Stützen aber noch ein Fachwerkstragrahmen 12 vorgesehen, über den weitere anfallende Lasten gezielt und konzentriert in das Fundament abgeleitet werden. Der Fachwerkstragrahmen 12 ist dabei gebildet aus einer Anzahl von in Heizgasrichtung x gesehen hintereinander angeordneten Stützrahmen 14, die den Heizgaskanal 6 jeweils umfassen, und die über eine Anzahl von Horizontalscheiben 16 miteinander verbunden sind. Die Horizontalscheiben 16 sind dabei beidseitig des Heizgaskanals 6 und jeweils paarweise einander gegenüberliegend angeordnet. Im Ausführungsbeispiel gemäß der FIG sind zwei Stützrahmen 14 gezeigt, wobei abhängig von möglichen weiteren Aus-

legungskriterien des Dampferzeugers auch eine größere Anzahl von Stützrahmen 14 vorgesehen sein könnte. Dies ist beispielsweise im Falle der Anordnung einer Zusatzfeuerung oder eines Katalysators sinnvoll.

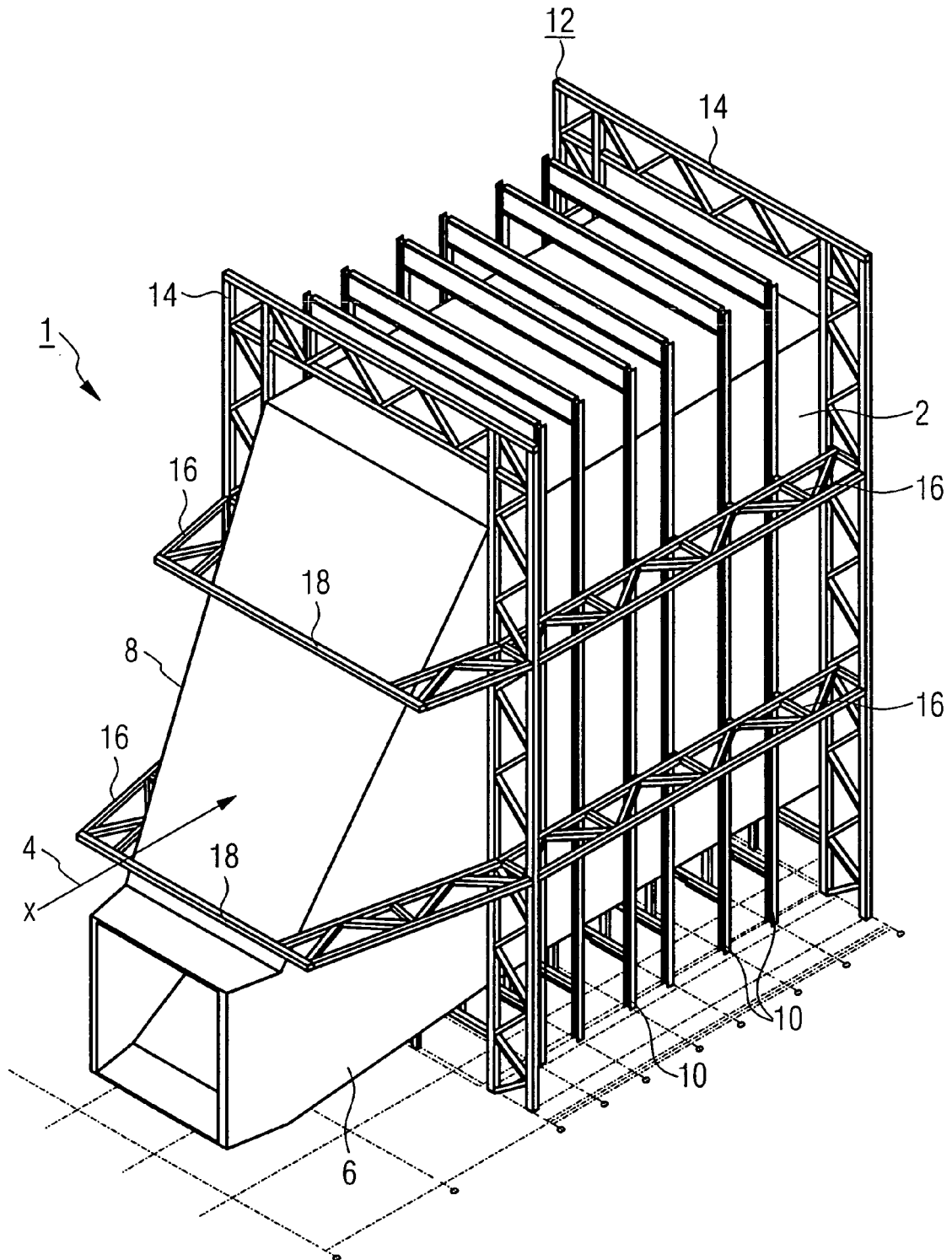
[0018] Im Einströmbereich des Heizgaskanals 6 sind jeweils zwei einander gegenüberliegende Horizontalscheiben 16 jeweils durch einen im Wesentlichen horizontal ausgerichteten Zugstab 18 miteinander verbunden. Durch die Zugstäbe 18 wird gerade im Eintrittsbereich des Heizgaskanals 6, wo im Betriebsfall des Dampferzeugers 1 üblicherweise der größte Innendruck des Heizgases anliegt, die durch den Innendruck gegebenen Lasten, die bis zu fünf Mal höher als die Windlasten sein können, geeignet gekoppelt und gegeneinander kompensiert, so dass keine Einleitung dieser Lasten oder der dadurch gegebenen Biegemomente über den Fachwerkrahmen 12 in das Fundament erforderlich ist. Die Fachwerkrahmen 12 sind im Ausführungsbeispiel mit einer Basisbreite von etwa 2,75 m ausgeführt.

[0019] Im Ausführungsbeispiel gemäß der FIG sind an jeder Seite des Heizgaskanals 6 jeweils zwei Horizontalscheiben 16 zur Lastaufnahme und Abgabe an den Fachwerkrahmen 12 vorgesehen. Die freien Spannhöhen der jeweiligen Seitenflächen des Heizgaskanals 6 werden damit hinsichtlich der Kraft- und Momenteinleitung auf ein Drittel im Vergleich zur vollen Bauhöhe des Heizgaskanals 6 reduziert. Da die entsprechenden Biegemomente gemäß der Beziehung $M \propto Q \cdot l^2/11$ gegeben sind, reduziert sich durch die entsprechend geringere freie Spannhöhe somit das jeweilige Biegemoment auf etwa ein Achtel oder 12,5 % des für die volle Bauhöhe des Heizgaskanals 6 anfallenden Biegemoments. Damit ist eine mit entsprechend geringerem Materialeinsatz und den damit verbundenen Herstellungsaufwand erreichbare Lösung erreicht.

4. Dampferzeuger (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, der heizgasseitig eine Gasturbine vorgeschaltet ist.

Patentansprüche

1. Dampferzeuger (1) mit einem in einer annähernd horizontalen Heizgasrichtung (x) von einem Heizmedium durchströmbarcn Heizgaskanal (6), der von einer Anzahl von in Heizgasrichtung (x) gesehen hintereinander angeordneten Stützrahmen (14) umfasst ist, wobei zumindest zwei der Stützrahmen (14) über eine Anzahl von Horizontalscheiben (16) miteinander verbunden sind.
2. Dampferzeuger (1) nach Anspruch 1, bei dem die Horizontalscheiben (16) beidseitig des Heizgaskanals (6) angeordnet sind.
3. Dampferzeuger (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem zwei an gegenüberliegenden Seitenwänden des Heizgaskanals (6) angeordnete Horizontalscheiben (16) im Einströmbereich des Heizgaskanals (6) durch einen im Wesentlichen horizontal ausgerichteten Zugstab (18) miteinander verbunden sind.





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 01 5829

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 6 092 591 A (MCDONALD JOHN ANTHONY [US] ET AL) 25. Juli 2000 (2000-07-25)	1,2,4	INV. F22B37/24 F22B15/00
Y	* Abbildung 1 * * Spalte 1, Zeile 21 - Zeile 23 * -----	3	
X	US 4 685 426 A (KIDALOSKI RAYMOND G [US] ET AL) 11. August 1987 (1987-08-11) * Abbildungen 2-4 * * Spalte 2, Zeile 62 - Zeile 64 * * Spalte 3, Zeile 59 - Spalte 4, Zeile 65 * -----	1-4	
Y	FR 1 417 696 A (COMBUSTION ENG) 12. November 1965 (1965-11-12)	3	
A	* Abbildung 1 * -----	1-4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. Dezember 2008	Prüfer Lepers, Joachim
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 07 01 5829

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.

08-12-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6092591 A	25-07-2000	AU 5496900 A	23-04-2001
		TW 426795 B	21-03-2001
		WO 0127530 A1	19-04-2001
US 4685426 A	11-08-1987	CA 1270157 A1	12-06-1990
		JP 2517272 B2	24-07-1996
		JP 62266301 A	19-11-1987
FR 1417696 A	12-11-1965	KEINE	

EPO FORM P0461

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