



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**01.09.93 Patentblatt 93/35**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **F22B 1/00**

②① Anmeldenummer : **91105943.4**

②② Anmeldetag : **13.04.91**

⑤④ **Vorrichtung zur Erzeugung von Wasserdampf durch Zusammenführen von Wasserstoff und Sauerstoff.**

③⑩ Priorität : **19.04.90 DE 4012431**

⑦③ Patentinhaber : **Balcke-Dürr AG**  
**Homberger Strasse 2**  
**D-40882 Ratingen (DE)**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**23.10.91 Patentblatt 91/43**

⑦② Erfinder : **Podhorsky, Miroslav, Dr.**  
**Am Hang 5**  
**W-4030 Ratingen 1 (DE)**  
Erfinder : **Brenner, Albrecht, Dr.**  
**Wachendorffstrasse 1**  
**W-4030 Ratingen 1 (DE)**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**01.09.93 Patentblatt 93/35**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :  
**AT CH DE ES FR GB IT LI NL**

⑦④ Vertreter : **Stenger, Watzke & Ring**  
**Patentanwälte**  
**Kaiser-Friedrich-Ring 70**  
**D-40547 Düsseldorf (DE)**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**EP-A- 0 197 555**  
**DE-A- 2 920 233**  
**GB-A- 463 738**  
**US-A- 3 101 592**

**EP 0 452 839 B1**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung von Wasserdampf durch Zusammenführen von Wasserstoff und Sauerstoff, insbesondere zur kurzfristigen Bereitstellung von Dampfkapazität für die Abdeckung von Spitzenleistungen in thermischen Kraftwerken, mit einer Brennkammer zur Zusammenführung von Wasserstoff und Sauerstoff und mit einem nachgeschalteten Einspritzkühler, in dem der in der Brennkammer erzeugte, eine sehr hohe Temperatur aufweisende Wasserdampf durch Einspritzen von Speisewasser auf die zur Zuführung in die Dampfturbine geeigneten Parameter unter gleichzeitiger Vergrößerung des Dampfmassenstromes gebracht wird, wobei der Einspritzkühler durch einen doppelwandigen Zylinder gebildet ist.

Derartige Vorrichtungen zur Erzeugung von Wasserdampf sind aus der GB-A-463 738 bekannt. Bei ihnen wird der durch Wasserstoff gebildete Brennstoff gemeinsam mit Sauerstoff als Oxidator in eine Brennkammer eingeblasen. Weiterhin wird Wasser mit der Qualität von Speisewasser in den Dampfstrom eingespritzt, wodurch einerseits eine Reduzierung der sehr hohen Dampftemperatur und andererseits eine Vergrößerung des Dampfmassenstromes erreicht werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, mit der es auf technisch einfache Weise möglich ist, die durch die Oxidation von Wasserstoff entstehenden hohen Temperaturen von etwa 3000° C zu beherrschen und den entstehenden Wasserdampf hinsichtlich seiner Parameter, insbesondere Temperatur und Druck, so zu verändern, daß der Dampf einer nachgeschalteten Dampfturbine zugeführt werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabenstellung durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß an der Innenwand des Zylinders eine Auskleidung aus einem axial verlaufenden Rohrbündel angeordnet ist, dessen Rohren das Speisewasser an dem der Brennkammer zugewandten Ende zugeführt wird, wobei das andere Ende der Rohre mit dem Ringraum des doppelwandigen Zylinders verbunden ist, und daß einige Rohre des Rohrbündels auf einer Teillänge durch radiale Ausbiegungen auskleidungsfreie Flächen zwischen den durchlaufenden Rohren bilden, in denen in der Innenwand des Zylinders Einspritzvorrichtungen für das Speisewasser angeordnet sind, denen das Speisewasser durch einen Speisewasserführungszylinder zugeführt wird, der zwischen der Innenwand und der Außenwand des doppelwandigen Zylinders im Bereich der Einspritzvorrichtungen angeordnet ist und das Speisewasser von dem vom Speisewassereintritt abgewandten Ende des Ringraumes den Einspritzvorrichtungen zuführt.

Mit dem Vorschlag der Erfindung wird ein aus Brennkammer und Einspritzkühler bestehender Dampferzeuger der gattungsgemäßen Art geschaffen, der aus einfachen Bauteilen besteht, die in herkömmlicher Weise hergestellt und mit üblicher Technologie verarbeitet werden können, wobei die hohen Temperaturen und Drücke sicher beherrscht werden. Die komplette Innenwand des doppelwandigen Zylinders wird intensiv gekühlt, und zwar im Bereich der Auskleidung durch die Rohre, die außerdem eine Erwärmung der Innenwand durch Strahlung größtenteils verhindern, und im Bereich der auskleidungsfreien Flächen durch das in diesem Bereich durch die Einspritzöffnungen austretende Speisewasser. Die erfindungsgemäße Konstruktion vermeidet somit unbeherrschbare Wärmespannungen sowohl im stationären Betriebszustand als auch beim An- und Abfahren, weil dünnwandige Bauteile verwendet und strukturbedingte Temperaturdifferenzen innerhalb eines Bauteiles vermieden werden. Weiterhin wird sichergestellt, daß das aus den Enden der Rohre in den Ringraum des doppelwandigen Zylinders eintretende Speisewasser an den Einspritzvorrichtungen vorbei zum anderen Ende des Ringraumes geführt wird, so daß die Innenwand des doppelwandigen Zylinders auf ihrer gesamten Fläche zuverlässig durch Speisewasser gekühlt wird.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist insbesondere zur kurzfristigen Bereitstellung von Dampfkapazität für die Abdeckung von Spitzenleistungen in thermischen Kraftwerken geeignet, wobei es sich sowohl um konventionelle Dampferzeuger als auch um Kernkraftwerke handeln kann.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Einspritzvorrichtungen durch radial ausgerichtete Rohrstücke gebildet, die zwischen den durchlaufenden Rohren und den in radialer Richtung hinter diesen Rohren verlaufenden Ausbiegungen der restlichen Rohre in den auskleidungsfreien Flächen der Innenwand angeordnet sind. Diese Rohrstücke sind an ihrem Austrittsende mit einem mit Austrittsöffnungen versehenen Boden ausgestattet. Das Austrittsende der Rohrstücke kann abgeschrägt sein.

Die Rohre des Rohrbündels werden mit einer sehr geringen Wandstärke und aus einem Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit und einem geringen Temperatúrausdehnungskoeffizienten hergestellt. Bei einem Ausführungsbeispiel werden im Querschnitt kreisförmige Rohre mit einem Durchmesser von 6 mm und einer Wandstärke von 0,3 mm verwendet.

Der zwischen dem vorderen Ende des doppelwandigen Zylinders und den Einspritzöffnungen liegende Teilbereich des doppelwandigen Zylinder kann zumindest als Teil der Brennkammer ausgebildet werden. Auf diese Weise kann die zur Oxidation des Wasserstoffes dienende Brennkammer, in der Temperaturen von etwa 3000° C herrschen, zumindest teilweise einstückig mit dem Einspritzkühler ausgeführt werden.

Auf der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt, und zwar zeigen:

Fig. 1 einen verkürzt dargestellten Längsschnitt durch die Vorrichtung,

Fig. 2 einen Teilschnitt durch den doppelwandigen Zylinder gemäß der Schnittrlinie II - II in Fig. 1,

5 Fig. 3 eine vergrößerte Teildarstellung der in Fig. 2 eingekreisten Einzelheit.

Die zur Erzeugung von Wasserdampf durch Zusammenführen von Wasserstoff und Sauerstoff bestimmte Vorrichtung umfaßt einen doppelwandigen Zylinder 1 aus einer Innenwand 2, einer Außenwand 3 und zwei Stirnwänden 4 und 5, durch die ein über die gesamte Länge des doppelwandigen Zylinders 1 verlaufender Ringraum 6 gebildet wird. An der Innenwand 2 ist eine Auskleidung aus einer Mehrzahl von Rohren 7 angeordnet.

Diese Rohre 7 bilden ein Rohrbündel mit axialem Verlauf. Beim Ausführungsbeispiel haben die Rohre einen kreisförmigen Querschnitt mit einem Außendurchmesser von 6 mm und einer Wandstärke von 0,3 mm. Es können aber auch Rohre mit anderem Querschnitt, beispielsweise Rechteckquerschnitt verwendet werden.

Den Rohren 7 des Rohrbündels wird an dem durch die Stirnwand 4 gebildeten Ende des Zylinders 1 Speisewasser zugeführt. Die Speisewasserzufuhr 8 ist durch einen Pfeil angedeutet. Das andere Ende der Rohre 7 ist über Rohrbögen 9 mit dem durch die Stirnwand 5 verschlossenen Ende des Ringraumes 6 verbunden. An diesem Ende ist der doppelwandige Zylinder 1 mit einem Ringflansch 10 zur Aufhängung bzw. Lagerung versehen.

Auf einer Teillänge der Längserstreckung des Rohrbündels sind einige Rohre 7 mit radialen Ausbiegungen 7a versehen, so daß sich zwischen den durchlaufenden Rohren 7 des Rohrbündels auskleidungsfreie Flächen 11 an der Innenwand 2 ergeben (siehe Fig. 2). Bei dem auf der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel ist jedes zweite Rohr 7 mit einer derartigen Ausbiegung 7a versehen. Die Ausbiegungen 7a sind derart ausgeführt, daß diese Teillängen der Rohre 7 radial hinter dem jeweils benachbarten, durchlaufenden Rohr 7 liegen.

Die Fig. 2 läßt erkennen, daß hierdurch axial verlaufende Flächen 11 zwischen benachbarten Rohren 7 entstehen. An diesen auskleidungsfreien Flächen 11 der Innenwand 2 sind Einspritzvorrichtungen in Form von Rohrstücken 12 angeordnet. Insgesamt ergeben sich mehrere axial verlaufende Reihen derartiger radial ausgerichteter Rohrstücke 12 verteilt über den Umfang des Zylinders 1. Im Boden dieser Rohrstücke 12 sind gemäß Fig. 3 Austrittsöffnungen 12a ausgebildet. Gemäß Fig. 1 sind die Rohrstücke 12 abgeschrägt.

Durch diese Austrittsöffnungen 12a wird Speisewasser in das Innere des Zylinders 1 eingespritzt. Das Speisewasser hat zu vor die Rohre 7 und die gesamte axiale Erstreckung des Ringraumes 6 durchströmt. Hierdurch werden nicht nur die Rohre 7, sondern auch die Innenwand 2 gekühlt. Um auch eine Kühlung der sich an die Stirnwand 4 anschließenden Teillänge der Innenwand 2 sicherzustellen, ist im Ringraum 6 ein Speisewasserführungszyylinder 13 angeordnet, der sich sowohl über den Bereich der Rohrstücke 12 als auch über den Bereich der Innenwand 2 erstreckt, der zwischen der Stirnwand 4 und den Rohrstücken 12 liegt. Der Speisewasserführungszyylinder 13 sorgt somit dafür, daß das über die Rohrbögen 9 dem Ringraum 6 zugeführte Speisewasser bis in den Bereich der Stirnwand 4 gelangt und von dieser Stirnwand 4 kommend den Rohrstücken 12 zugeführt wird.

Die Schnittdarstellung in Fig. 1 läßt schließlich erkennen, daß beim Ausführungsbeispiel auch die Innenwand 2 des Zylinders 1 im Bereich der Ausbiegungen 7a radial nach außen ausgebogen ist. Hierdurch ergibt sich in Verbindung mit den Rohrstücken 12 einmal eine Führung dieser Ausbiegungen 7a gegen seitliche Verlagerungen; zum anderen wird vermieden, daß im Bereich der auskleidungsfreien Flächen 11 unbeherrschbare Wärmespannungen auftreten.

Durch einen Pfeil 14 ist in Fig. 1 angedeutet, daß dem die Stirnwand 4 aufweisenden Ende des doppelwandigen Zylinders 1 Wasserdampf zugeführt wird, der durch Zusammenführen von Wasserstoff und Sauerstoff entsteht. Der Eintrittsbereich dieses etwa 3000° C heißen Mediums bildet demgemäß zumindest einen Teil einer Brennkammer, die durch Speisewasser gekühlt wird. Dieses durch die Speisewasserzufuhr 8 zuerst den Rohren 7 und anschließend dem Ringraum 6 zur Kühlung zugeführte Speisewasser wird anschließend über die Austrittsöffnungen 12a der Rohrstücke 12 in das Innere des doppelwandigen Zylinders 1 eingespritzt, wodurch einerseits die Parameter, wie insbesondere Temperatur und Druck, des heißen Speisewassers auf Werte gebracht werden, die es gestatten, den aus dem Zylinder 1 austretenden Dampf einer nachgeschalteten Dampfturbine zuzuführen; andererseits wird durch das eingespritzte Speisewasser der Dampfmassenstrom vergrößert, da sich die der nachgeschalteten, auf der Zeichnung nicht dargestellten Dampfturbine zugeführte Dampfmenge durch Addition der beiden Teilmengen ergibt, die einerseits durch Zusammenführen von Wasserstoff und Sauerstoff und andererseits durch Verdampfen von Speisewasser entstehen.

Das auf der Zeichnung dargestellte Ausführungsbeispiel läßt erkennen, daß der zumindest einen Teil der Brennkammer bildende Einspritzkühler aus einfachen Bauteilen besteht, die zudem in herkömmlicher Weise hergestellt und mit üblicher Technologie verarbeitet werden können. Alle durch Kontakt oder Strahlung von dem

- 3000° C heißen Dampf erhitzten Teile der Konstruktion werden zuverlässig gekühlt, wobei gleichzeitig sichergestellt ist, daß keine unbeherrschbaren Wärmespannungen in den Bauteilen entstehen, und zwar sowohl bei einem stationären Betriebszustand als auch beim An- und Abfahren. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, daß dünnwandige Bauteile mit gleichbleibender Wandstärke verwendet werden, so daß auch strukturbedingte Temperaturdifferenzen innerhalb eines Bauteiles ausgeschlossen sind.

#### Bezugszeichenliste:

	1	Zylinder
10	2	Innenwand
	2a	Vertiefung
	3	Außenwand
	4	Stirnwand
	5	Stirnwand
15	6	Ringraum
	7	Rohr
	7a	Ausbiegung
	8	Speisewasserzufuhr
	9	Rohrbogen
20	10	Ringflansch
	11	auskleidungsfreie Fläche
	12	Rohrstück
	12a	Austrittsöffnung
	13	Speisewasserführungszylinder
25	14	Pfeil

#### Patentansprüche

- 30 1. Vorrichtung zur Erzeugung von Wasserdampf durch Zusammenführen von Wasserstoff und Sauerstoff, insbesondere zur kurzfristigen Bereitstellung von Dampfkapazität für die Abdeckung von Spitzenleistungen in thermischen Kraftwerken, mit einer Brennkammer: zur Zusammenführung von Wasserstoff und Sauerstoff und mit einem nachgeschalteten Einspritzkühler, in dem der in der Brennkammer erzeugte, eine sehr hohe Temperatur aufweisende Wasserdampf durch Einspritzen von Speisewasser auf die zur
- 35 Zuführung in die Dampfturbine geeigneten Parameter unter gleichzeitiger Vergrößerung des Dampfmassestromes gebracht wird, wobei der Einspritzkühler durch einen doppelwandigen Zylinder gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet,**
- 40 daß an der Innenwand (2) des Zylinders (1) eine Auskleidung aus einem axial verlaufenden Rohrbündel angeordnet ist, dessen Rohren (7) das Speisewasser an dem der Brennkammer zugewandten Ende zugeführt wird, wobei das andere Ende der Rohre (7) mit dem Ringraum (6) des doppelwandigen Zylinders (1) verbunden ist, und daß einige Rohre (7) des Rohrbündels auf einer Teillänge durch radiale Ausbiegungen (7a) auskleidungsfreie Flächen (11) zwischen den durchlaufenden Rohren (7) bilden, in denen in der Innenwand (2) des Zylinders (1) Einspritzvorrichtungen (12) für das Speisewasser angeordnet sind, denen das Speisewasser durch einen Speisewasserführungszylinder (13) zugeführt wird, der zwischen
- 45 der Innenwand (2) und der Außenwand (3) des doppelwandigen Zylinders (1) im Bereich der Einspritzvorrichtungen (12) angeordnet ist und das Speisewasser von dem vom Speisewassereintritt abgewandten Ende des Ringraumes (6) den Einspritzvorrichtungen (12) zuführt.
- 50 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzvorrichtungen durch radial ausgerichtete Rohrstücke (12) gebildet sind, die zwischen den durchlaufenden Rohren (7) und den in radialer Richtung hinter diesen Rohren (7) verlaufenden Ausbiegungen (7a) der restlichen Rohre (7) in den auskleidungsfreien Flächen (11) der Innenwand (2) angeordnet sind.
- 55 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrstücke (12) an ihrem Austrittsende mit einem mit Austrittsöffnungen (12a) versehenen Boden ausgestattet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Austrittsende der Rohrstücke (12) abgeschrägt ist.

## Claims

1. Apparatus for generating steam by combining hydrogen and oxygen, in particular for the provision at short notice of steam capacity for covering peak outputs in thermal power stations, having a combustion chamber for combining hydrogen and oxygen and a downstream injection cooler in which the steam generated in the combustion chamber, which has a very high temperature, is brought to parameters suitable for the feed into the steam turbine by injection of feedwater with simultaneous increase in the steam mass flow rate, the injection cooler being formed by a jacketed cylinder, characterised in that a cladding comprising an axially running tube bundle is arranged on the internal wall (2) of the cylinder (1), to the tubes (7) of which bundle the feedwater is fed at the end facing the combustion chamber, the other end of the tubes (7) being connected to the annular space (6) of the jacketed cylinder (1), and in that some tubes (7) of the tube bundle form, over a part-length by radial outward bends (7a), cladding-free areas (11) between the tubes (7) passing through, in which areas injection apparatuses (12) for the feedwater are arranged in the internal wall (2) of the cylinder (1), to which injection apparatuses the feedwater is fed through a feedwater guide cylinder (13) which is arranged between the internal wall (2) and the external wall (3) of the jacketed cylinder (1) in the region of the injection apparatuses (12) and feeds the feedwater to the injection apparatuses (12) from the end of the annular space (6) falling away from the feedwater inlet.
2. Apparatus according to Claim 1, characterised in that the injection apparatuses are formed by radially orientated tube pieces (12) which are arranged between the tubes (7) passing through and the outward bends (7a), running in the radial direction behind these tubes (7), of the remaining tubes (7) in the cladding-free areas (11) of the internal wall (2).
3. Apparatus according to Claim 2, characterised in that the tube pieces (12) are equipped at their outlet end with a base furnished with outlet orifices (12a).
4. Apparatus according to Claim 2 or 3, characterised in that the outlet end of the tube pieces (12) is slanted.

## Revendications

1. Dispositif de production de vapeur d'eau en combinant hydrogène et oxygène, en particulier pour fournir rapidement une capacité de production de vapeur permettant de répondre à la puissance maximum de centrales électriques thermiques, comprenant une chambre de combustion pour combiner de l'hydrogène et de l'oxygène, et un refroidisseur à injection qui est monté en aval et dans lequel la vapeur d'eau produite dans la chambre de combustion et possédant une température très élevée est mise en conformité, par injection d'eau d'alimentation, avec les paramètres appropriés à son introduction dans la turbine à vapeur moyennant une augmentation simultanée du flux massique de vapeur, le refroidisseur à injection étant formé par un cylindre à double paroi, caractérisé en ce que, contre la paroi intérieure (2) du cylindre (1), est placée une garniture qui est constituée par un faisceau tubulaire axial dont les tubes (7) reçoivent l'eau d'alimentation à l'extrémité tournée vers la chambre de combustion, l'autre extrémité des tubes (7) étant reliée à la chambre annulaire (6) du cylindre (1) à double paroi, et en ce que, sur une longueur partielle, plusieurs tubes (7) du faisceau tubulaire forment, par des parties infléchies radiales (7a), entre les tubes continus (7), des surfaces (11) sans garniture dans lesquelles sont prévus, dans la paroi intérieure (2) du cylindre (1), des dispositifs d'injection (12) qui sont destinés à l'eau d'alimentation et auxquels l'eau d'alimentation est amenée par un cylindre (13) de conduite d'eau d'alimentation qui se trouve entre la paroi intérieure (2) et la paroi extérieure (3) du cylindre (1) à double paroi dans la zone des dispositifs d'injection (12) et qui amène l'eau d'alimentation aux dispositifs d'injection (12) par l'extrémité de la chambre annulaire (6) opposée à l'entrée d'eau d'alimentation.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les dispositifs d'injection sont formés par des pièces tubulaires radiales (12) qui sont disposées, dans les surfaces (11) sans garniture de la paroi intérieure (2), entre les tubes continus (7) et les parties infléchies (7a) des tubes restants (7), lesdites parties infléchies (7a) s'étendant dans la direction radiale derrière ces tubes (7).
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les pièces tubulaires (12) sont munies, à leur extrémité de sortie, d'un fond pourvu d'ouvertures de sortie (12a).
4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que l'extrémité de sortie des pièces tubulaires

(12) peut être en biseau.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

