

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

0 199 251
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 86105132.4

(51) Int. Cl.⁴ F22B 1/18 , F22B 29/02

(22) Anmeldetag: 14.04.86

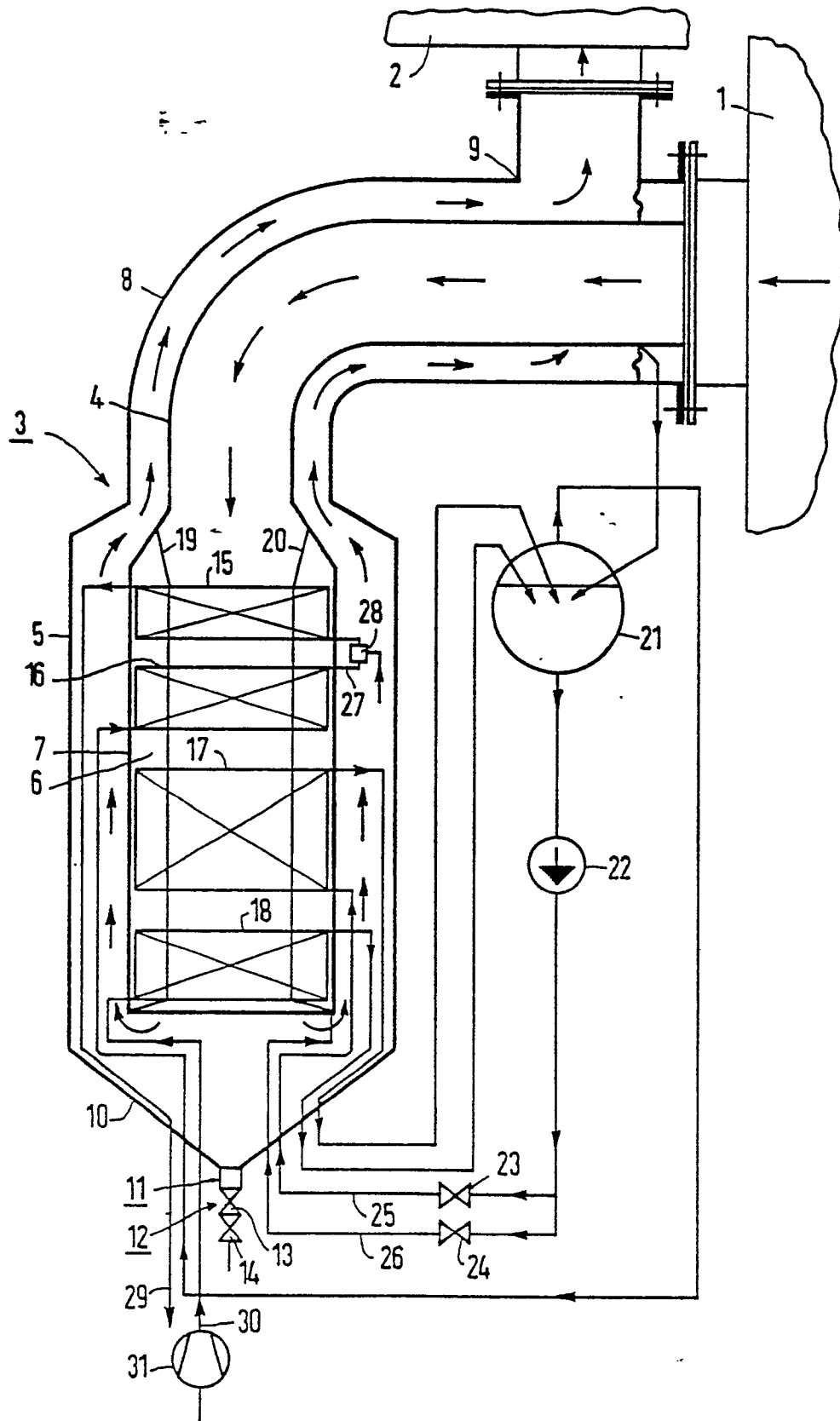
(30) Priorität: 26.04.85 DE 3515174

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.10.86 Patentblatt 86/44(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB(71) Anmelder: KRAFTWERK UNION
AKTIENGESELLSCHAFT
Wiesenstrasse 35
D-4330 Mülheim (Ruhr)(DE)(72) Erfinder: Brückner, Hermann
Boggasse 3
D-8521 Uttenreuth(DE)
Erfinder: Ganzer, Winfried, Dipl.-Ing.
Adalbert-Stifter-Strasse 10
D-8520 Erlangen(DE)(74) Vertreter: Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al
Postfach 22 01 76
D-8000 München 22(DE)

(54) Abhitzedampferzeuger.

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Abhitzedampferzeuger (3) für heiße, stabbeladene, unter Überdruck stehende Gase. Bei solchen Abhitzedampferzeugern besteht das Problem, die mit den sehr heißen und unter hohem Druck stehenden Gase in Verbindung kommenden Bauelementen vor Überbeanspruchung zu bewahren. Die Erfindung sieht hierzu vor, daß die Gaszuführungsleitung (4) von oben in einen konzentrisch in einem Druckbehälter (5) angeordneten, am unteren Ende offenen, die Wärmetauscherelemente (15 bis 18) tragenden sogenannten Wärmetauscherraum (6) mündet. Der Zwischenraum zwischen den Umfassungswänden - (7) des Wärmetauscherraumes und der Druckbehälterwand ist am oberen Ende des Druckbehälters an eine Gasabzugsleitung (8) angeschlossen. Zusätzlich kann der Druckbehälterboden (10) trichterförmig ausgebildet und an eine Abscheaustagvorrichtung (11) angeschlossen sein. Ein erfindungsgemäßer Abhitzedampferzeuger ist insbesondere für den Einsatz hinter aufgeladenen Kohlevergasern geeignet.

EP 0 199 251 A1



Abhitzedampferzeuger

Die Erfindung bezieht sich auf einen Abhitzedampferzeuger für heiße, staubbeladene, unter Überdruck stehende Gase mit einer Gaszuführungsleitung, mit einer Gasabzugsleitung sowie mit von einem Kühlmedium durchströmten Wärmetauscherelementen.

Abhitzedampferzeuger sind bekannt. Sie werden insbesondere in Gas- und Dampfturbinenkraftwerken verwandt. Sie dienen dazu den Wärmeinhalt der heißen Abgase der Gasturbine zur Erzeugung zusätzlichen Frischdampfes heranzuziehen. Sie bestehen im allgemeinen aus einem zylindrischen oder rechteckigen kaminartigen Gebilde, in dem die heißen Abgase von unten nach oben nacheinander die Wärmetauscherrohre der Konvektionsheizflächen der Endüberhitzer, Zwischenüberhitzer, Verdampfer und Economiser durchströmen.

Auch hinter Reduktionsanlagen und bei chemischen Prozessen werden zur Wärmerückgewinnung solche Abhitzedampferzeuger eingesetzt. Bei Abhitzedampferzeugern, die hinter Verbrennungslagen angeordnet sind, ist es auch bekannt, die Verbrennungsgase von oben nach unten in den Abhitzekessel strömen zu lassen und dafür die Wärmetauscherheizflächen in umgekehrter Reihenfolge anzuordnen (vgl. Brennstoff-Wärme Kraft 35, 1983, Heft Nr. 11, Seiten 465 bis 470, sowie Heft Nr. 12, Seiten 499 bis 504).

Bei der Wärmerückgewinnung der Abgase von Kohledruckvergasungsanlagen ergeben sich zusätzliche Probleme dadurch, daß zur hohen Gastemperatur ein hoher Gasdruck sowie eine starke Staubbelastung und Aggressivität der Gase hinzukommt. Zur Wärmerückgewinnung in solchen Anlagen ist es bekannt, die heißen Abgase in einem ersten mit Wärmetauscherheizflächen versehenen Druckbehälter vorzukühlen, sie sodann in einem nachgeschalteten Zyklon zur Entstaubung einzuleiten und anschließend in einem zweiten Druckbehälter weiter zu kühlen (GB 8 204 325 = DE-OS 33 05 032).

Durch die GB 653 540 ist ein Wärmetauscher bekannt geworden, bei dem die heiße Gaszuführungsleitung konzentrisch zur Gasabzugsleitung geführt ist. Es ist aber eine Eigenart dieses Dampferzeugers, daß er nur für staubfreie Gase verwendbar ist, weil sich somit die untere Kallotte zu setzen und den weiteren Gasdurchfluß blockieren würde.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Abhitzedampferzeuger für heiße, staubbeladene und zugleich unter Überdruck stehende Gase zu schaffen, der mit einem möglichst großen Wirkungsgrad arbeitet, preiswert herstellbar ist und wenig Platz benötigt.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Ansprüchen 2 bis 14 beschrieben.

Infolge der Anordnung des die Wärmetauscherelemente beinhaltenden sogenannten Wärmetauscherraumes im Innern eines Druckbehälters, dessen Außenwände von dem abgekühlten Gas gespült werden, kann der volle Gasdruck von den kühleren Außenwänden des Druckbehälters aufgenommen werden. Auf diese Weise brauchen die dem heißen Gasstrom ausgesetzten Umfassungswände des Wärmetauscherraumes lediglich die Druckdifferenz zwischen dem zuströmenden heißen Gas und dem abströmenden abgekühlten Gas aufzunehmen. Diese Druckdifferenz liegt in der Größenordnung von einigen Metern Wassersäule und wird im wesentlichen durch den Strömungswiderstand, den die Wärmetauscherelemente dem Gasstrom bieten, bestimmt. Durch diesen Aufbau wird auch erreicht, daß die Außenwand des Druckbehälters des Abhitzedampferzeugers nur gegen eine Temperatur wärmegeklämt werden muß, die etwa zwischen 100° und 250° liegt. Auf diese Weise verringert sich zugleich auch der Aufwand für die Wärmedämmung und kann der Wärmeverlust deutlich verringert werden. Der Anschluß der Gaszuführungsleitung am oberen Ende eines unten offenen Wärmetauscherraumes hat eine geringere Anfälligkeit gegen Verschmutzung durch die mitgeführten Staubteilchen zur Folge.

Infolge der unten offenen Bauweise des Wärmetauscherraumes und der erzwungenen Umkehrung der heißen Gase um 180° am unteren Ende des Wärmetauscherraumes erfolgt in Verbindung mit der am oberen Ende des Druckbehälters angeschlossenen Gasabzugsleitung durch die Wirkung der Schwerkraft und der diese unterstützenden Fliehkräfte eine besonders intensive Trennung der mitgeführten Staubpartikel von dem inzwischen weitgehend abgekühlten Gas und fallen diese Staubpartikel aufgrund ihrer Schwerkraft in die Vertiefung des auf den Druckbehälterboden. Wenn der Druckbehälterboden zugleich trichterförmig ausgebildet ist, lassen sich die am Boden ansammelnden Asche- und Staubpartikel über eine dort anzuschließende Asche-Austragsvorrichtung abführen.

Besonders vorteilhaft ist es, die Gaszuführungsleitung im Innern der Gasabzugsleitung zu führen. In diesem Fall kann auch die thermisch hoch beanspruchte Gaszuführungsleitung weitestgehend von Druckbeanspruchungen entlastet werden und kann zugleich der Wärmeverlust dadurch reduziert werden, daß die Warmedämmung auf die wesentlich niedrigere Temperatur der Gasabzugsleitung abgestimmt werden muß.

Die Standfestigkeit der Umfassungswände wie auch der Gaszuführungsleitung läßt sich bedeutend erhöhen, wenn diese in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung die Wärmetauscherrohre tragen.

Weitere Einzelheiten der Erfindung sind anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigt:

Die Figur eine schematische Darstellung des an einen Kohlevergaser angeschlossenen erfindungsgemäßen Abhitzedampferzeugers.

Die Figur zeigt den Aufbau des zwischen einem Kohlevergaser 1 und einer Gasreinigungsanlage 2 geschalteten Abhitzedampferzeugers 3. Die vom Kohlevergaser 1 kommende Gaszuführungsleitung 4 mündet von oben nach unten führend zentral in einem Druckbehälter 5 angeordneten Wärmetauscherraum 6. Dieser Wärmetauscherraum ist unten offen und mündet dort in den Druckbehälter 5. Der Zwischenraum zwischen den Umfassungswänden des Wärmetauscherraumes 6 und der Außenwand des Druckbehälters 5 ist seinerseits am oberen Ende des Druckbehälters an einer druckfesten, die Gaszuführungszuleitung 4 umschließenden Gasabzugsleitung 8 angeschlossen. An dieser Gasabzugsleitung befindet sich unmittelbar vor dem Kohlevergaser 1 eine Abzweigung 9 die zur Gasreinigungsanlage 2 führt. Der Boden 10 des Druckbehälters 5 ist trichterförmig ausgebildet und trägt an seiner tiefsten Stelle eine Ascheaustragsvorrichtung 11. Diese besteht aus einer Aschenschleuse 12 mit zwei hintereinandergeschalteten Ventilen 13, 14.

In dem Wärmetauscherraum 6 sind von oben nach unten zwei Überhitzerheizflächen 15, 16, eine Verdampferheizfläche 17 sowie ganz am unteren Ende des Wärmetauscherraumes 6 eine Economiserheizfläche 18 eingezeichnet. Die Umfassungswände des Wärmetauscherraumes 6 sind als Flossenrohrwände ausgebildet. Die Überhitzer-, Verdampfer- und Economiserheizflächen sind im Wärmetauscherraum 6 an Tragrohren 19, 20 (nur zwei dargestellt) aufgehängt, die durch die jeweils darüber angeordneten vorgenannten Wärmetauscherflächen hindurchgeführt sind und vom Umwälzwasser durchflossen werden. Diese Tragrohre 19, 20 sind im Ausführungsbeispiel parallel zu den Flossenrohren der Umfassungswände 7 des

Wärmetauscherraumes 6 geschaltet. Auch die Wand der Gaszuführungsleitung 4 ist als Flossenrohrwand ausgebildet. Ihre Flossenrohre sind in Serie zu denjenigen der Umfassungswände 7 geschaltet. Die Wärmetauscherrohre der Economiserheizflächen 18, der Verdampferheizflächen 17 und die Flossenrohre der Gaszuführungsleitung 4 sind ausgangsseitig an ein gemeinsames Wasserdampf-Trenngefäß 21 angeschlossen. Von diesen wird das aufgeheizte Wasser über eine Umwälzpumpe 22 in zwei mittels Steuerventile 23, 24 unabhängig voneinander beaufschlagbaren Stränge 25, 26 gefördert. Über einen dieser beiden Stränge 25 wird das Wasser in die Verdampferheizflächen 17 und über den anderen beiden Stränge 26 in die Flossenrohre der Umfassungswände 7 des Wärmetauscherraumes 6 und den diesen parallel geschalteten Tragrohren 19, 20 gefördert.

Das die Wärmetauscherrohre der Umfassungswände 7 und die Tragrohre 19, 20 verlassende Wasser des Umwälzstranges 26 wird in die Wärmetauscherrohre der Gaszuführungsleitung 4 geleitet. Die Dampfseite des Wasserdampftrenngefäßes 21 ist an die untereinander in Serie geschalteten Überhitzerheizflächen 15, 16, angeschlossen. In der die beiden Überhitzerheizflächen miteinander verbindenden Dampfleitung 27 ist eine Einspritzkühler 28 zur Regelung der Temperatur des den letzten Überhitzer 15 über die Frischdampfleitung 29 verlassenden Frischdampfes eingebaut. Eine vom hier nicht weiter dargestellten Kondensator kommende Speisewasserleitung 30 ist über eine Speisewasserpumpe 31 an den Eingang des Economisers 18 angeschlossen.

Beim Betrieb des Kohlevergasers 1 strömt das dort erzeugte heiße, staubhaltige Rohgas über die Gaszuführungsleitung 4 von oben in den Wärmetauscherraum 6 des Abhitzedampferzeugers 3 hinein. Dieses Gas hat eine Temperatur von ca. 1000 bis 1400°C und infolge der Aufladung des Kohlevergasers 1 einen Druck von 10 bis 60 bar. Es ist stark mit Staubpartikeln beladen. Es durchströmt im Wärmetauscherraum 6 zunächst die beiden Überhitzerheizflächen 15, 16, sodann die Verdampferheizflächen 17 und schließlich die Economiserheizflächen 18 um weitgehend abgekühlt am unteren offenen Ende des Wärmetauscherraumes 6 in den Druckbehälter 5 einzuströmen und dort um 180° umgelenkt zu werden. Außerhalb der Umfassungswände 7 des Wärmetauscherraumes 6, jedoch innerhalb des Druckbehälters 5 strömt das abgekühlte Rohgas wieder nach oben. Hierbei werden die Staubteilchen sowohl durch die Umlenkung um 180° als auch unterstützend hierzu durch die Schwerkraft in den Aschetrichter im Boden 10 des

Druckbehälters geschleudert. Die Asche kann dort über die Ascheaustragvorrichtung 11 entfernt werden. Das so weitgehend von Asche befreite und auf 150 bis 400°C abgekühlte Gas strömt nunmehr im Druckbehälter 5 nach oben und über die Gaszuführungsleitung 4 umschließende Gasabzugsleitung 8 bis nahezu zum Kohlevergaser 1 zurück. Über die Abzweigung 9 in der Gasabzugsleitung 8 strömt es zur Gasreinigungsanlage 2. Auf diesem Rückweg kühlt es zugleich die Gaszuführungsleitung 4 und stützt sie mit ihrem Druck ab, so daß die Gaszuführungsleitung 4 nur den Differenzdruck zwischen den in den Abhitzedampferzeuger 3 einströmenden und den diesen verlassenden Gasstrom aufnehmen muß. Dies hat nicht nur den Vorteil, daß die thermisch stark beanspruchte Gaszuführungsleitung weitgehend druckentlastet ist, sondern, daß auch die Wärmeverluste geringer werden und die Isolation dieser coaxialen Gaszuführungs- und Gasabzugsleitung, wie auch des Abhitzedampferzeugers 3 stark vereinfacht wird, weil deren nur etwa 200°C heiß werdende Außenwände thermisch besser isolierbar sind.

Durch die Speisewasserleitung 30 wird über die Speisewasserpumpe 31 frisches Speisewasser in die Economiserheizflächen 18 eingespeist. Das die Economiserheizflächen 18 verlassende auf-

gewärmte Speisewasser wird über das Wasser-Dampf-Trenngefäß 21, die Umwälzpumpe 22 zum Teil in die Verdampferheizflächen 17 eingespeist und von dort mit Dampf durchsetzt in das Wasser-dampftrenngefäß 21 zurückgefördert. Parallel zu den Verdampferheizflächen 17 wird auch ein Teil des aufgeheizten Speisewassers in die Wärmetauscherrohre der Umfassungswände 7 des Wärmetauscherraumes 6 und der Gaszuführungsleitung 4 gefördert. Von den Verdampferheizflächen, wie auch von der Gaszuführungsleitung 4 wird das mit Dampf durchsetzte Speisewasser ebenfalls in das Wasser-Dampftrenngefäß 21 gefördert. Dort wird das vom Dampf abgetrennte Speisewasser wieder der Umwälzpumpe 22 zugeführt. Der Dampf gelangt vom Wasserdampf-Trenngefäß 21 in die beiden in Serie geschalteten Überhitzerheizflächen 15, 16. Aus der zweiten Überhitzerheizfläche 15, strömt der Dampf direkt über die Frischdampfleitung 29 zum Verbraucher. Die Qualität des Frischdampfes kann noch durch die zwischen den beiden Überhitzerheizflächen in die Dampfleitung geschalteten Einspritzkühler 28 geregelt werden.

30

35

40

45

50

55

Bezugszeichenliste

Kohlevergaser	1
Gasreinigungsanlage	2
Abhitzedampferzeuger	3
Gaszuführungsleitung	4
Druckbehälter	5
Wärmetauscherraum	6
Umfassungswand	7
Gasabzugsleitung	8
Abzweigung	9
Boden	10
Ascheaustragvorrichtung	11
Ascheschleuse	12
Ventil	13, 14
Überhitzerheizfläche	15, 16
Verdampferheizfläche	17
Economiserheizfläche	18
Tragrohr	19, 20
Wasser-Dampf-Trenngefäß	21
Umwälzpumpe	22
Steuerventil	23, 24
Strang	25, 26
Dampfleitung	27
Einspritzkühler	28
Frischdampfleitung	29
Speisewasserleitung	30
Speisewasserpumpe	31

Ansprüche

1) Abhitzedampferzeuger für heiße, staubbeladene unter Überdruck stehende Gase, mit einer Gaszuführungsleitung, mit einer Gasabzugsleitung sowie mit von einem Kühlmedium durchströmten Wärmetauscherelementen,

dadurch gekennzeichnet,

- ⁴⁵ daß die Gaszuführungsleitung (4) im Innern einer Gasabzugsleitung (8) geführt, von oben in einen konzentrisch in einem Druckbehälter (5) angeordneten, am unteren Ende offenen, die Wärmetauscherelemente (15 bis 18) tragenden sogenannten Wärmetauscherraum (6) mündet, der Zwischenraum zwischen den Umfassungswänden (7) des Wärmetauscherraumes und der Druckbehälterwand am oberen Ende des Druckbehälters an die Gasabzugsleitung (8) angeschlossen ist, der
- ⁵⁰ Druckbehälterboden (10) trichterförmig ausgebildet und an eine Ascheaustragvorrichtung (11) ange-
- ⁵⁵

geschlossen ist und die Umfassungswände (7) des Wärmetauscherraumes (6) mit Wärmetauscherrohren versehen sind.

2) Abhitzedampferzeuger nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Wand der Gaszuführungsleitung (4) Wärmetauscherrohre trägt.

3) Abhitzedampferzeuger nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet ,

daß die Umfassungswände (7) des Wärmetauscherraumes (6) als Flossenrohrwände ausgebildet sind.

4) Abhitzedampferzeuger nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Wand der Gaszuführungsleitung (4) als Flossenrohrwand ausgebildet ist.

5) Abhitzedampferzeuger nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die konzentrisch in der Gasabzugsleitung (8) geführte Gaszuführungsleitung (4) den Wärmetauscherraum (6) mit einem Kohlevergaser (1) verbindet.

6) Abhitzedampferzeuger nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet ,

daß die konzentrisch in der Gasabzugsleitung geführte Gaszuführungsleitung den Wärmetauscherraum mit einer Brennkammer verbindet.

7) Abhitzedampferzeuger nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet.

daß die Gasabzugsleitung (8) an eine Gasreinigungsanlage (2) angeschlossen ist.

8) Abhitzedampferzeuger nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet ,

daß die die Wärmetauscherelemente (15 bis 18) über von einem Kühlmedium durchströmte Wärmetauscherrohre (19, 20) im Wärmetauscherraum (6) gehalten sind.

9) Abhitzedampferzeuger nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß Wasser bzw. Wasserdampf als Kühlmedium verwendet ist.

10) Abhitzedampferzeuger nach Anspruch 1 und 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß die einzelnen Wärmetauscher (15 bis 18) des Wärmetauscherraumes (6) als Zwangsumlaufdampferzeuger geschaltet sind.

11) Abhitzedampferzeuger nach Anspruch 1 und 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Verdampferheizflächen (17) im Wärmetauscherraum (6) einerseits und die Wärmetauscherrohre der Umfassungswände (7) des Wärmetauscherraumes (6), deren Tragrohre (19,20) und die Wärmetauscherrohre der Gaszuführungsleitung (4) andererseits als zwei zueinander parallel-geschaltete, getrennt regelbare Umwälzkreisläufe geschaltet sind.

12) Abhitzedampferzeuger nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

daß beide Umwälzkreisläufe (25, 26) an ein und demselben Dampf-Wasser-Trenngefäß (21) angeschlossen sind.

13) Abhitzedampferzeuger nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet.

daß jedem Umwälzkreislauf ein eigenes Regelventil (23, 22) zugeordnet ist.

14) Abhitzedampferzeuger nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

daß jedem Umwälzkreislauf eine eigene Umwälzpumpe zugeordnet ist.

