



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 405 087 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 90107819.6

51 Int. Cl.⁵: F22B 37/40, F22B 31/00

22 Anmeldetag: 25.04.90

30 Priorität: 28.06.89 DE 3921076

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.01.91 Patentblatt 91/01

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE GR NL SE

71 Anmelder: **Vereinigte Kesselwerke
Aktiengesellschaft**
Postfach 8240 Werdener Strasse 3
D-4000 Düsseldorf 1(DE)

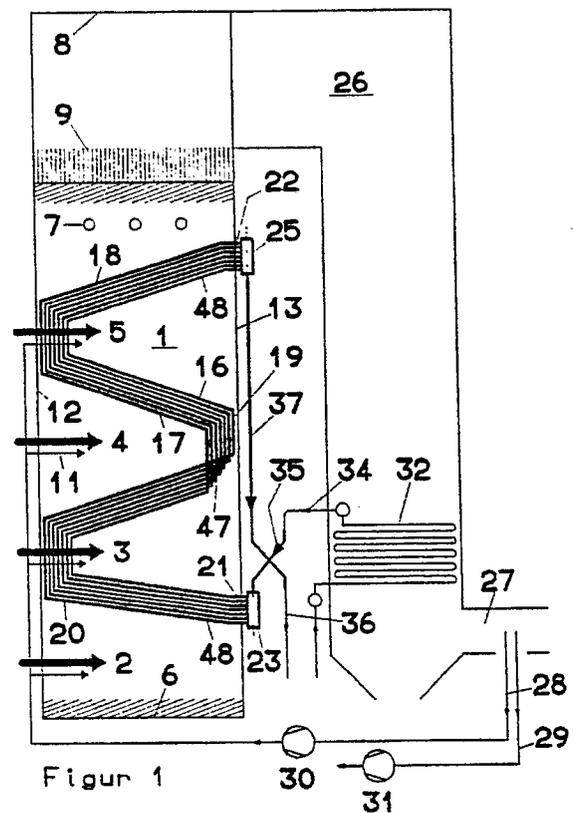
72 Erfinder: **Breucker, Hans**
Kruppstrasse 41
D-4000 Düsseldorf(DE)
Erfinder: **Kessel, Walter**
Kirchplatz 6
D-5012 Königshoven(DE)

74 Vertreter: **Planker, Kari-Josef, Dipl.-Phys.**
c/o **BABCOCK-BSH AKTIENGESELLSCHAFT**
Parkstrasse 29 Postfach 4 + 6
D-4150 Krefeld 11(DE)

54 **Dampfkessel zur Verbrennung fossiler Brennstoffe unter reduzierter Bildung von Stickoxiden.**

57 Den bekannten NO_x-mindernden Maßnahmen (OFA, IFNR) sind zur Sicherung der Zünd- und Grundstabilität der Flamme sowie des vollständigen Ausbrandes, insbesondere bei schwer entflamm- und brennbaren Brennstoffen, Grenzen gesetzt. Die Bildung von NO_x im Feuerraum soll durch den Einbau von Heizflächen weiter reduziert werden.

Die weitere NO_x-Reduzierung wird durch ein in der Mitte des Feuerraumes angeordnetes, verschweißtes Rohrband (16) erreicht. Eine zusätzliche Maßnahme ist, die Menge rückgeführten Rauchgases z.B. durch eine zweite Rauchgasleitung (29) zu vergrößern, wodurch außerdem die Wärmebilanz des Kessels reguliert wird.



EP 0 405 087 A1

DAMPFKESSEL ZUR VERBRENNUNG FOSSILER BRENNSTOFFE UNTER REDUZIERTER BILDUNG VON STICKOXIDEN

Die Erfindung betrifft einen Dampfkessel gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen entstehenden Stickstoffoxide (NO_x) sind gesundheitsschädlich. Ihre Emission soll daher soweit wie möglich reduziert werden.

Die beiden größten NO_x -Quellen sind thermisches NO_x und Brennstoff- NO_x . Maßnahmen zur Reduzierung der NO_x -Bildung beim Verbrennungsprozeß sind:

- Senkung der Verbrennungstemperatur und
- Erzeugung von Sauerstoffmangel bei der Verbrennung.

Realisiert werden diese Maßnahmen z.B. durch

- Einsatz von NO_x -armen Brennern,
- Einrichtung von Oberluft (Over-Fire-Air, d.h. OFA) und - sogenannte In-Furnace- NO_x -Reduction (IFNR), wobei Zusatzbrennstoff hinter der Hauptverbrennungszone zugeführt wird.

Bei dem in der (noch nicht veröffentlichten) deutschen Patentanmeldung P 38 25 291 beschriebenen Verfahren wird zur Reduzierung des NO_x , insbesondere des thermischen NO_x , das Temperaturprofil im Feuerraum durch Beeinflussung des Verbrennungsprozesses durch stufenweise Zufuhr von Brennstoff und/oder Rauchgas in der Hauptverbrennungszone geglättet.

Diesen NO_x -senkenden Maßnahmen sind jedoch dann Grenzen gesetzt, wenn Zünd- und Grundstabilität der Flamme sowie der vollständige Ausbrand nicht mehr gewährleistet werden kann. Daher ist es möglich, daß trotz Ausschöpfung aller unter Sicherung der Verbrennung möglichen Maßnahmen, die maximalen Temperaturen noch so hoch sind, daß eine beträchtliche NO_x -Bildung stattfindet. Dies ist besonders bei schwer entflamm- und brennbaren Brennstoffen, wie z.B. bei Schwerölen oder ballaststoffreichen Kohlen, der Fall.

Neben den NO_x -mindernden Maßnahmen, die den Verbrennungsprozeß durch Variieren der Luft-, Brennstoff- und Rauchgaszufuhr beeinflussen, ist zur Absenkung der Temperatur im Feuerraum der Einbau von Mittelwänden denkbar. Derartige Mittelwände sind in geschlossener und offener Bauweise bekannt. Sie teilen einen Feuerraum auf und dienen vornehmlich dazu, die Kesselhöhe zu reduzieren.

Auch bei den Mittelwänden, die einen Druckausgleich im Rauchgas ermöglichen, findet kein Temperatúrausgleich statt, so daß sich unerwünschte Temperaturunterschiede im geteilten Feuerraum einstellen können. Außerdem sind sie in der Heizflächengröße durch die Kesselbreite fest-

gelegt und daher zur gezielten Temperaturabsenkung wenig anpassungsfähig. Insbesondere wird durch Mittelwände die Temperatur in vertikaler Richtung gleichmäßig abgesenkt, obwohl nur im Bereich des Temperaturmaximums eine Temperaturabsenkung sinnvoll ist.

In der DE-OS 25 27 482, ist der Einbau von Zwischenwandelementen im Feuerraum als temperatursenkende Maßnahme zur NO_x -Reduktion beschrieben. Bei diesem gattungsbildenden Dampfkessel ragen schmale Wandstreifen, die sich zwischen je zwei benachbarten Brennerreihen befinden, von der Umfassungswand in den Feuerraum hinein. Derartige Wandstreifen sind im Betrieb der Rauchgasströmung ausgesetzt und erfordern wegen der nur einseitigen Befestigungsmöglichkeit einen hohen Versteifungsaufwand. Da bei heute üblichem Betrieb einer Feuerungsanlage mit NO_x -armen Brennern das Temperaturprofil des Rauchgases in waagerechter Richtung ebenfalls in der Mitte ein Maximum aufweist und zu den Umfassungswänden hin abfällt, verstärken solche schmalen Wandstreifen den Unterschied zwischen maximaler und minimaler Rauchgastemperatur. Die NO_x -Emission kann durch sie nicht wirksam gesenkt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Bildung von NO_x im Feuerraum eines Dampfkessels gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch den Einbau von Heizflächen zu reduzieren. Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Im Gegensatz zu den Wandstreifen bewirkt das Rohrband, das sich in einer senkrechten Mittelebene zwischen Brennerwand und Rückwand erstreckt und zwischen unterer Brennebene und um einen Brennebenenabstand oberhalb der oberen Brennebene angeordnet ist, eine gezielte Absenkung der Rauchgastemperatur im Bereich des Temperaturmaximums in der Mitte des Feuerraums. Es findet nur eine sehr geringe Temperaturabsenkung in den Bereichen niedriger Rauchgastemperatur, wie in der Nähe der Feuerraumwände, des Feuerraumbodens, und oberhalb der Brennebenen, statt. Dadurch wird die Bildung von NO_x effektiv reduziert. Dies gilt insbesondere für die Bildung von thermischem NO_x , dessen Bildungsrate bei höheren Temperaturen überproportional mit der Temperatur steigt.

Durch Befestigungen des Rohrbandes an Brenner- und Rückwand ist eine ausreichende Schwingungssteifigkeit gewährleistet.

Die horizontalen Durchlässe gewährleisten einen vollständigen Druck- und Temperatúrausgleich,

der zu einem störungsfreien und effektiven Betrieb der Feuerung benötigt wird.

Ein weiterer Vorteil dieser Maßnahme zur Reduzierung der NO_x-Emission ist, daß sie sowohl zum Nachrüsten alter Kessel als auch für neue Kessel geeignet ist. Das Feuerraumband kann als einzige NO_x-mindernde Maßnahme oder auch zusätzlich zu den bekannten Maßnahmen (z.B. OFA, IFNR) eingesetzt werden. Dabei ist speziell bei Altanlagen von Vorteil, daß aus Gründen der Wärmebilanz durch die zusätzlichen Heizflächen im Feuerraum, eine Rauchgasrückführung erst ermöglicht wird oder die bereits vorhandene rezirkulierte Rauchgasmenge vergrößert werden kann.

Besonders vorteilhaft ist der Einbau des Rohrbandes bei Kesseln, die mit schwer entflamm- und brennbaren Brennstoffen, wie z. B. schwerem Heizöl, betrieben werden, weil bei diesen Kesseln die bisher bekannten NO_x-mindernden Maßnahmen die NO_x-Emission nicht weit genug reduzieren können.

Das Merkmal des Anspruchs 2 ist besonders vorteilhaft für Kessel, die bereits mit einer Rauchgasrückführung versehen sind. Der Bau einer zweiten, parallelen Rauchgasrückführung kann bei laufendem Betrieb durchgeführt werden.

Die im Anspruch 3 beschriebene Form und Anordnung des Rohrbandes erhält den Flammenverband und damit die gegenseitige Stützwirkung der Einzelflammen untereinander in horizontaler Richtung, was besonders beim Zünden der Brenner wichtig ist.

Ein weiterer Vorteil des Merkmals des Anspruchs 3 ist, daß die Flammen der neben dem Rohrband angeordneten Brenner sich im wesentlichen in den freien Bereichen, den Durchlässen, des zickzackförmigen Bandes ausbreiten. Dadurch wird eine unmittelbare Flammenberührung der Rohre ausgeschlossen.

Die Führung der Zuleitungsrohre durch eine der Feuerraumwände im unteren Drittel des Feuerraumes gemäß Anspruch 4 vereinfacht die Anordnung des Rohrbandes in der Hauptverbrennungszone. Dabei ist die Durchführung der Zuleitungsrohre zwischen erster und zweiter Brennerebene besonders günstig, weil i.a. erst ab dieser Höhe im Feuerraum die hohen Temperaturen vorzufinden sind (vgl. Fig. 9).

Die Führung der Ableitungsrohre durch eine der Feuerraumwände in der oberen Hälfte des Feuerraumes gemäß Anspruch 5 ermöglicht in einfacher Form die Anordnung des Rohrbandes in der Hauptverbrennungszone. Dabei ist die Durchführung der Ableitungsrohre um einen halben bis einen Brennerebenenabstand oberhalb der obersten Brennerebenen besonders günstig, weil i.a. ab dieser Höhe die Temperaturen im Feuerraum wieder absinken (vgl. Fig. 9).

Das Merkmal des Anspruchs 6 ist besonders

für Zwangsumlauf- und Zwangsdurchlaufkessel, z.B. Bensonkessel, geeignet. Es ermöglicht eine einfache Anbindung des Rohrbandes in einen vorhandenen Kessel.

Das Merkmal des Anspruchs 7 ist ebenfalls besonders für Zwangsumlauf- und Zwangsdurchlaufkessel geeignet.

Die Merkmale der Ansprüche 8 und 9 sind besonders für Naturumlaufkessel geeignet.

Ein Vorteil des Merkmals des Anspruchs 10 ist, daß die Spitzen des Rohrbandes an ihren mittleren Abschnitten einfach an den Feuerraumwänden befestigt werden können. Ein weiterer Vorteil ist, daß durch die Abstände zwischen den Rohrbögen Dehnungsspannungen vermieden werden.

Vorteil des Merkmals des Anspruchs 11 ist, daß die mittleren Abschnitte einfach gefertigt werden können.

Die Anordnung der Rohre im mittleren Bereich der Spitzen an der Feuerraumwand gemäß Anspruch 12 ist von Vorteil, weil zusätzliche Heizflächen und damit eine zusätzliche Temperaturabsenkung in der Nähe der Feuerraumwände vermieden werden (vgl. Fig. 10).

Das Merkmal des Anspruchs 13 beschreibt eine vorteilhafte Ausführung und Befestigung des Bandes für einen Dampfkessel mit vier Brennebenen und das des Anspruchs 14 für einen Dampfkessel mit drei Brennebenen.

Die Zeichnung dient der Erläuterung der Erfindung anhand von Beispielen.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Bensonkessels (Beispiel 1) mit einem nachträglich eingebauten, verschweißten Rohrband. In Figur 2 ist eine entsprechende Draufsicht von oben auf den Feuerraum des Kessels und in Figur 3 ein vergrößerter Ausschnitt mit Durchführung der Ableitungsrohre des Rohrbandes durch eine Feuerraumwand zu sehen. Ein Schaltschema des Beispiels 1 ist in Figur 4 dargestellt.

Die Figuren 5 bis 8 zeigen zwei Ausführungsbeispiele von Spitzen des Rohrbandes, wobei in den Figuren 5 und 7 frontale Draufsichten und in den Figuren 6 und 8 entsprechende Querschnitte zu sehen sind.

Die Diagramme der Figuren 9 und 10 stellen Temperaturverläufe des Rauchgases in Abhängigkeit von der Kesselhöhe (Figur 9) und von der Kesselbreite (Figur 10) ohne Rohrband (gestrichelte Linie) und mit Rohrband (durchgezogene Linie) dar.

Figur 11 zeigt eine schematische Darstellung eines Naturumlaufkessels (Beispiel 2) mit eingebautem Rohrband, Figur 12 eine entsprechende Draufsicht auf den Feuerraum und Figur 13 ein entsprechendes Schaltschema.

Beispiel 1 (nachgerüsteter Bensonkessel):

In einem Feuerraum 1 eines zweizügigen Bensonkessels sind vier Brennebenen 2, 3, 4 und 5 senkrecht übereinander angeordnet. Der Abstand der ersten, untersten Brennebene 2 zum Feuerraumboden 6 beträgt etwa die Hälfte des Brennebenenabstandes. Auf ungefähr 70 % der Gesamthöhe des Feuerraumes 1, etwa um einen Brennebenenabstand oberhalb der vierten Brennebene 5, befinden sich Luftöffnungen 7. Im Rauchgasraum oberhalb der Luftöffnungen 7, dem oberen Viertel des Feuerraumes 1, ist ein bis zur Feuerraumdecke 8 reichender Wandüberhitzer 9 angeordnet.

Jede der vier Brennebenen 2 bis 5 ist mit vier waagrecht ausgerichteten Brennern 10 mit Rauchgasrückführungen 11 ausgerüstet. Die vier Brenner 10 einer Ebene sind nebeneinander auf einer Brennerwand 12 angeordnet. Die Brennerwand 12 und eine gegenüberliegende Rückwand 13 bilden im rechteckigen Querschnitt des Feuerraumes 1 die längeren Seiten. Die Luftöffnungen 7 befinden sich auf beiden zur Brennerwand 12 senkrechten Seitenwänden 14, 15 des Feuerraumes 1, wobei je drei Luftöffnungen 7 nebeneinander angeordnet sind.

In einer senkrecht zu Brennerwand 12 und Rückwand 13 und parallel zu den Seitenwänden 14 und 15 stehenden Mittelebene des Feuerraumes 1 befindet sich ein Rohrband 16 aus miteinander verschweißten Rohren 17. Das Rohrband 16 ist in einem Bereich, der zwischen erster und zweiter Brennebene 2, 3 beginnt und zwischen vierter Brennebene 5 und Luftöffnungen 7 endet, angeordnet und verläuft in senkrechter Richtung zickzackförmig zwischen Rückwand 13 und Brennerwand 12.

Es weist vier gerade, zwischen den Feuerraumwänden 12 und 13 verlaufende Abschnitte auf, die durch abgeflachte Spitzen 18, 19 und 20 verbunden sind. Die drei Spitzen 18, 19 und 20 sind auf Höhe der drei oberen Brennebenen 3, 4 und 5 an den Feuerraumwänden 12, 13 befestigt. Zuleitungsrohre 21, Ableitungsrohre 22 und die mittlere Spitze 19 des Rohrbandes 16 befinden sich auf der Seite der Rückwand 13, die untere und die obere Spitze 18, 20 reichen bis an die Brennerwand 12, die mittlere Spitze 19 bis an die Rückwand 13.

Die Form des Rohrbandes 16 ähnelt, wie Figur 1 zeigt, zweier um 90° im Uhrzeigersinn gedrehter, übereinandergesetzter V, deren Spitzen abgeflacht sind. Die auf Höhe der Brennebenen 3, 4, 5 zwischen den geraden Abschnitten des Rohrbandes 16 freibleibenden, horizontalen Durchlässe haben, der Form des Rohrbandes 16 entsprechend, die Form von Dreiecken mit abgeflachten Spitzen, d.h. von Trapezen.

Bis auf die Spitzen 18, 19, 20 des Rohrbandes 16 und die innerhalb des Feuerraumes 1 befindlichen

Teile der Zuleitungsrohre 21 und der Ableitungsrohre 22 sind die Bereiche des Feuerraumes 1 in der Nähe der Feuerraumwände 12, 13, 14, 15 frei von Heizflächen. Ebenso ist der Feuerraum 1 zwischen Feuerraumboden 6 und erster Brennebene 2 frei von Heizflächen.

In jedes Rohr 17 des Rohrbandes 16 mündet ein Zuleitungsrohr 21. Die Zuleitungsrohre zweigen von einem unteren Sammler 23 ab und sind im Wechsel um ein auf der Mitte der Rückwand 13 angebrachtes Zugband 24 herum durch die Rückwand 13 geführt. Zu jedem Rohr 17 gehört ebenfalls ein Ableitungsrohr 22. Die Ableitungsrohre 22 sind in gleicher Weise wie die Zuleitungsrohre 21 im Wechsel links und rechts um das Zugband 24 herum zu einem oberen Sammler 25 geführt. Diese Durchführungen sind in Figur 3 dargestellt.

An die Feuerraumdecke 8 und den Wandüberhitzer 9 schließt sich auf der Seite der Rückwand 13 ein zweiter Rauchgaszug 26 an. Vom zweiten Rauchgaszug 26 zweigt in Bodennähe ein Rauchgaskanal 27 ab, der z.B. über einen Luftvorwärmer zu einer Rauchgasreinigungsanlage führt. Von diesem Rauchgaskanal 27 zweigen wiederum zwei Rauchgasleitungen 28, 29 ab, von denen die zweite nachträglich zusammen mit dem Rohrband 16 installiert wurde. Die Rauchgasleitungen 28, 29 sind mit je einem Gebläse 30, 31 versehen. Die Rauchgasleitung 28 ist mit den Rauchgasrückführungen 11 der Brenner 10 und die Rauchgasleitung 29 mit der Sekundärluft der Brenner 10 verbunden.

Im unteren Teil des zweiten Rauchgaszuges 26, etwa auf Höhe der zweiten Brennebene 3, ist ein Economizer 32 angeordnet. Eine vor dem Einbau des Rohrbandes 16 vom Economizer 32 zu einem Verdampfer 33 führende Rohrleitung ist auf einer Höhe oberhalb des unteren Sammlers 23 unterbrochen; ihr vom Economizer 32 wegführender Rohrabschnitt 34 ist über eine Zuleitung 35 mit dem unteren Sammler 23 und ihr zum Verdampfer 33 führender Rohrabschnitt 36 über eine Ableitung 37 mit dem oberen Sammler 25 des Rohrbandes 16 verbunden.

Durch den Anschluß der Zuleitung 35 an den Economizer 32 und der Ableitung 37 an den Verdampfer 33 ist das Rohrband 16 zwischen Economizer 32 und Verdampfer 33 geschaltet. In Fließrichtung des Wassers bzw. Dampfes sind hinter dem Verdampfer 33 und Wandüberhitzer 9 Dampfkühler 38 und Überhitzer 39 angeordnet (Figur 4). Der Economizer 32 ist durch eine Speiseleitung 40 mit einer Speisepumpe 41 verbunden. Eine Einspritzwasserleitung 42 zweigt von der Leitung 40 ab und führt zu den Dampfkühlern 38.

Das Rohrband 16 wird aus fünfzig direkt verschweißten Rohren 17 gebildet, wobei in der Zeichnung nur einige dargestellt sind (Figuren 5 und 6). Die Rohre 17 bestehen aus warmfestem oder

hochwärmfestem Stahl und haben z.B. einen Außendurchmesser von 57 mm und eine Wanddicke von 5,6 mm. Die gesamte Breite des Rohrbandes 16 beträgt etwa 3 m. Im Bereich, in dem das Rohrband 16 angeordnet ist, bedeckt es etwa 40 % der Mittelfläche, dementsprechend bleibt etwa 60 % der Fläche durch die Durchlässe frei. Dadurch bildet das Rohrband 16 in diesem Bereich etwa 20 % der Heizfläche des Feuerraumes 1.

Die abgeflachten Spitzen 18, 19, 20 bestehen jeweils aus drei Abschnitten, einem mittleren Abschnitt 43 und zwei äußeren Abschnitten 44. Die Rohre 17 sind im mittleren Abschnitt 43 gerade, senkrecht nebeneinander angeordnet und über (etwa 10 mm breite) Stege 45 miteinander verschweißt. In den sich oben und unten daran anschließenden äußeren Abschnitten 44 weisen die Rohre 17 Rohrbögen 46, die mit Abstand zueinander verlaufen, auf. Im unteren äußeren Abschnitt 47 der mittleren Spitze 19 weist das Rohrband 16 eine Faltung auf. Die Positionen der Rohre 17 sind so getauscht, daß das im unteren "V" äußere Rohr 48 im oberen "V" innen liegt. Die Rohre 17 sind durch die Faltung alle gleich lang.

In den mittleren Abschnitten 43 der Spitzen 18, 19, 20 ist das Band 16 bei Zwangsumlauf- und Zwangsdurchlaufkesseln über Halteeisen zur Lastübernahme an den Feuerraumwänden 12, 13 befestigt. (Die Figuren 5 bis 8 zeigen ein Ausführungsbeispiel für eine Befestigung des Rohrbandes 16 durch Vollverschweißung an den Rohrstege der Naturumlaufkessel; die oben beschriebene Befestigung mit Halteeisen ist nicht dargestellt.)

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wurde der Einfluß des Rohrbandes 16 auf den Temperaturverlauf des Rauchgases im Feuerraum 1 in Abhängigkeit von der Kesselhöhe (Figur 9) und in Abhängigkeit von der Kesselbreite (Figur 10) mit einem Feuerraum-Zonenmodell berechnet und dargestellt. Der Temperaturverlauf des Rauchgases nach Einbau des Rohrbandes 16 (durchgezogene Linie) zeigt in beiden Betrachtungsebenen eine erhebliche Absenkung der Temperatur im Maximum verglichen mit dem Temperaturverlauf vor Einbau des Rohrbandes 16 (gestrichelte Linie).

Die Absenkung der Rauchgastemperaturen im Feuerraum wird einerseits durch die zusätzliche Heizfläche des Rohrbandes und andererseits durch Verdopplung der rückgeführten Rauchgasmenge erzielt. Diese Erhöhung der rückgeführten Rauchgasmenge in den Feuerraum 1 dient gleichzeitig dazu, die Wärmebilanz des Kessels, die durch eine vergrößerte Heizfläche verändert wird, zu regulieren.

Im Betrieb dieses umgerüsteten, mit schwerem Heizöl bzw. Gas befeuerten Bensonkessels wird durch die zusätzliche Feuerraumheizfläche des Bandes 16 und die Verdopplung der rückgeführten

Rauchgasmenge eine NO_x-Reduzierung von 25 bis 35 % erreicht.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel des Rohrbandes 16 (Figuren 7 und 8) unterscheidet sich folgendermaßen von dem oben beschriebenen Rohrband 16:

- Das Rohrband 16 besteht aus fünfundvierzig über Stege 49 verschweißten Rohren 17. Seine Breite beträgt dabei 3,15 m.

- Die Rohre 17 sind in den mittleren Abschnitten 43 der Spitzen 18, 19, 20 senkrecht zur Mittelebene, d.h. parallel zu den Feuerraumwänden 12, 13, nebeneinander angeordnet. Diese Anordnung der Rohre 17 ist aufwendiger. Sie verhindert jedoch eine Temperaturabsenkung in der Nähe der Feuerraumwände 12, 13, durch Heizflächen des Rohrbandes 16.

Beispiel 2 (Naturumlaufkessel)

Der Naturumlaufkessel des Beispiels 2 unterscheidet sich zusätzlich zu den bekannten, grundsätzlichen Unterschieden in folgenden Punkten vom Kessel des Beispiels 1:

- Im Feuerraum sind nur drei Brennebenen 2, 3, 4 übereinander angeordnet, wobei der Abstand der ersten Brennebene 2 zum Feuerraumboden 6 etwa ein Drittel des Brennebenenabstandes beträgt.

- Der Bereich, in dem das Rohrband 16 angeordnet ist, beginnt zwischen erster und zweiter Brennebene 2, 3 und endet um etwa einen halben Brennebenenabstand oberhalb der dritten Brennebene 4.

- Untere Spitze 18 und obere Spitze 20 des mit drei Spitzen 18, 19, 20 versehenen, zickzackförmigen Rohrbandes 16 sind in Höhe der zweiten und dritten Brennebene 3, 4 an der Rückwand 13 befestigt. Die mittlere, zwischen zweiter und dritter Brennebene 3, 4 angeordnete Spitze 19 sowie die Zuleitungsrohre 21 und Ableitungsrohre 22 befinden sich auf der Seite der Brennerwand 12.

- Das Rohrband 16 ist gemäß Figur 13 parallel zum Verdampfer 33 geschaltet. Dabei ist der untere Sammler 23 über die Zuleitung 35 mit einem von einer Verdampfertrommel 50 abzweigenden Fallrohr 51 verbunden und der obere Sammler 25 über die Ableitung 37 an die Verdampfertrommel 50 angeschlossen.

- Das Rohrband 16 ist durch Schweißverbindungen zwischen mittleren Abschnitten 43 der Spitzen 18, 19, 20 mit den Feuerraumwänden 12, 13 an diesen befestigt (vgl. Figuren 5 bis 8).

- Der Steigungswinkel der Rohre 17 des Rohrbandes 16 im Feuerraum 1 beträgt mindestens 10 %.

Bei Altanlagen, bei denen die Anordnung der Zuleitungsrohre 21 und der Ableitungsrohre 22,

z.B. aus Platzgründen, weder durch die Rückwand 13 noch durch die Brennerwand 12 möglich ist, werden (nicht dargestellt) die Zuleitungsrohre 21 durch den Feuerraumboden 6 und die Ableitungsrohre 22 durch die Feuerraumdecke 8 geführt.

Ansprüche

1. Dampfkessel mit einem Feuerraum
 - mit übereinander angeordneten Brennerebenen (2, 3, 4, 5),
 - mit auf mindestens einen Brennerwand (12) nebeneinander angeordneten Brennern (10) und
 - mit Heizflächen aus Bändern verschweißter Rohre im Feuerraum, dadurch gekennzeichnet, daß
 - die Heizflächen durch ein Rohrband (16) gebildet werden,
 - sich das Rohrband (16) in einer senkrechten Mittelebene des Feuerraums (1) von der Brennerwand (12) bis zu einer gegenüberliegenden Rückwand (13) erstreckt,
 - das Rohrband (16) zwischen unterer Brennerebene (2) und um einen Brennerebenenabstand oberhalb der oberen Brennerebene (5, 4) angeordnet ist,
 - an der Brennerwand (12) und der Rückwand (13) befestigt ist und
 - horizontale Durchlässe aufweist.
2. Dampfkessel nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch zwei Rauchgasleitungen (28, 29), die mit dem Feuerraum (1) verbunden sind.
3. Dampfkessel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß
 - das Rohrband (16) in senkrechter Richtung zickzackförmig ausgeführt ist,
 - wobei sich die horizontalen Durchlässe auf Höhe der Brennerebenen (3, 4, 5) befinden, und
 - das Rohrband (16) an mindestens einer seiner Spitzen (18, 19, 20) auf Höhe der Brennerebenen (3, 4, 5) an der Brennerwand oder der Rückwand (12, 13) befestigt ist.
4. Dampfkessel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß Zuleitungsrohre (21) des Rohrbandes (16) im unteren Drittel des Feuerraumes (1), insbesondere zwischen erster und zweiter Brennerebene (2, 3), durch eine Feuerraumwand (13, 12) geführt sind.
5. Dampfkessel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Ableitungsrohre (22) des Rohrbandes (16) in der oberen Hälfte des Feuerraumes (1), insbesondere um einen halben bis einen ganzen Brennerebenenabstand oberhalb der obersten Brennerebene (5, 4), durch eine Feuerraumwand (13, 12) geführt sind.
6. Dampfkessel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuleitungsrohre

(21) des Rohrbandes (16) an einen Economizer (32) und seine Ableitungsrohre (22) an einen Verdampfer (33) angeschlossen sind.

7. Dampfkessel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Rohre (17) durch eine Faltung des Rohrbandes (16) gleich groß ist.

8. Dampfkessel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuleitungsrohre (21) und die Ableitungsrohre (22), des Rohrbandes (16) an eine Verdampfertrommel (50) angeschlossen sind.

9. Dampfkessel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Steigungswinkel der Rohre (17) des Rohrbandes (16) im Feuerraum (1) mindestens 10° beträgt.

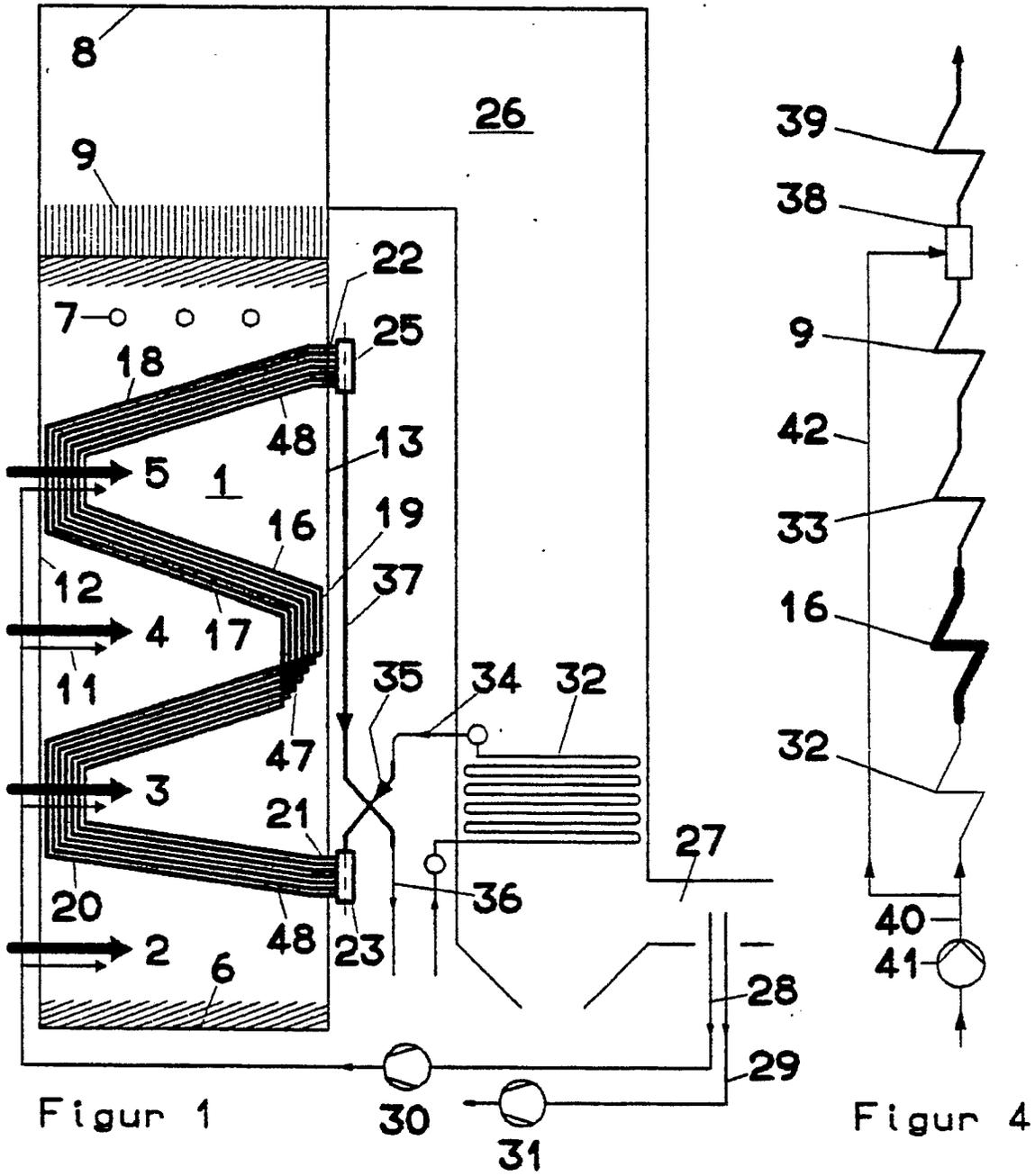
10. Dampfkessel nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitzen (18, 19, 20) des Rohrbandes (16) abgeflacht sind und jeweils aus drei Abschnitten (43, 44) bestehen, wobei die Rohre (17) im mittleren Abschnitt (43) senkrecht angeordnet und miteinander verschweißt sind und in den beiden sich daran anschließenden oberen und unteren Abschnitten (44) als Rohrbögen (46), die mit Abstand zueinander angeordnet sind, ausgebildet sind.

11. Dampfkessel nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (17) im mittleren Abschnitt (43) der Spitzen (18, 19, 20) in der Mittelebene nebeneinander angeordnet sind und über Stege (45) miteinander verschweißt sind.

12. Dampfkessel nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (17) im mittleren Abschnitt (43) der Spitzen (18, 19, 20) senkrecht zur Mittelebene, d.h. parallel zur Feuerraumwand (12, 13), nebeneinander angeordnet sind.

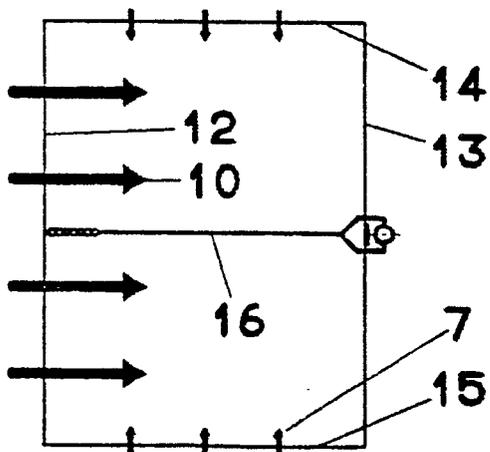
13. Dampfkessel nach einem der Ansprüche 3 bis 12, mit vier Brennerebenen, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrband (16) drei Spitzen (18, 19, 20), die auf Höhe der oberen drei Brennerebenen (3, 4, 5) befestigt sind, aufweist.

14. Dampfkessel nach einem der Ansprüche 3 bis 12, mit drei Brennerebenen, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrband (16) drei Spitzen (18, 19, 20) aufweist, wobei die untere Spitze (20) auf Höhe der mittleren Brennerebene (3) und die obere Spitze (18) auf Höhe der oberen Brennerebenen (4) befestigt sind.

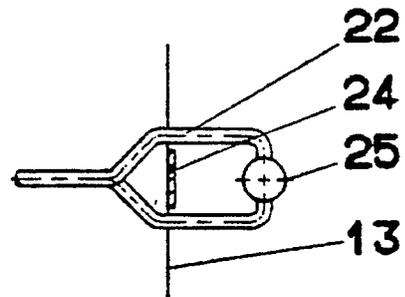


Figur 1

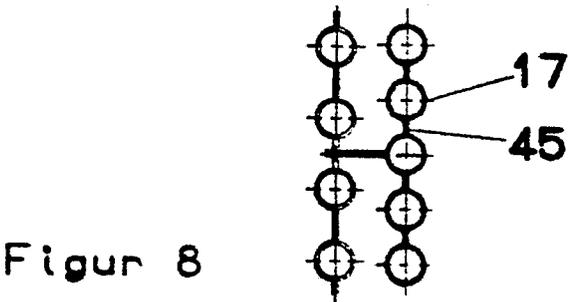
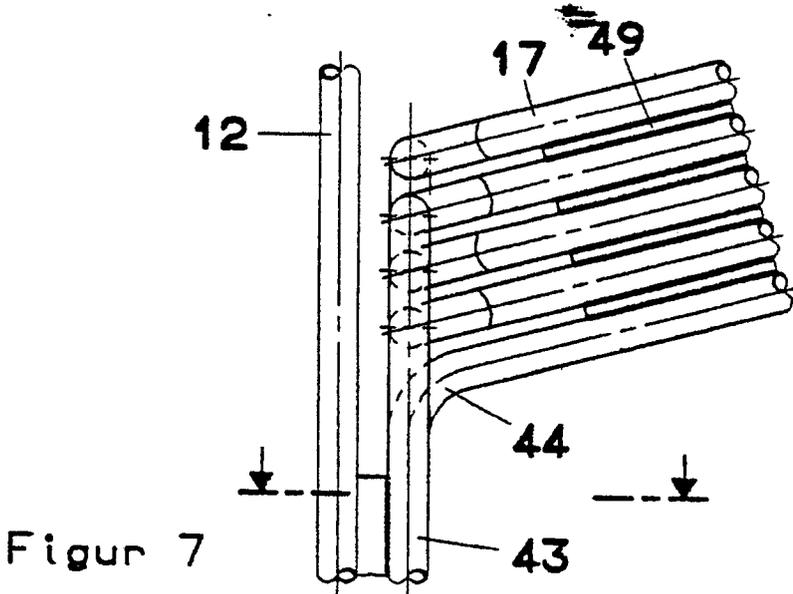
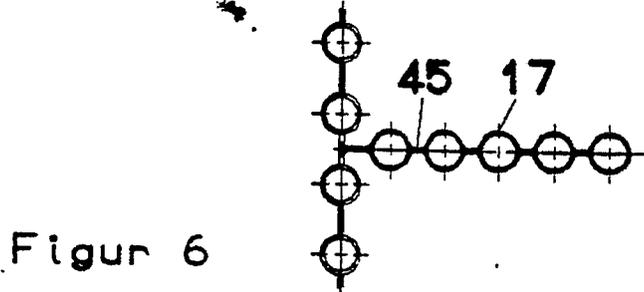
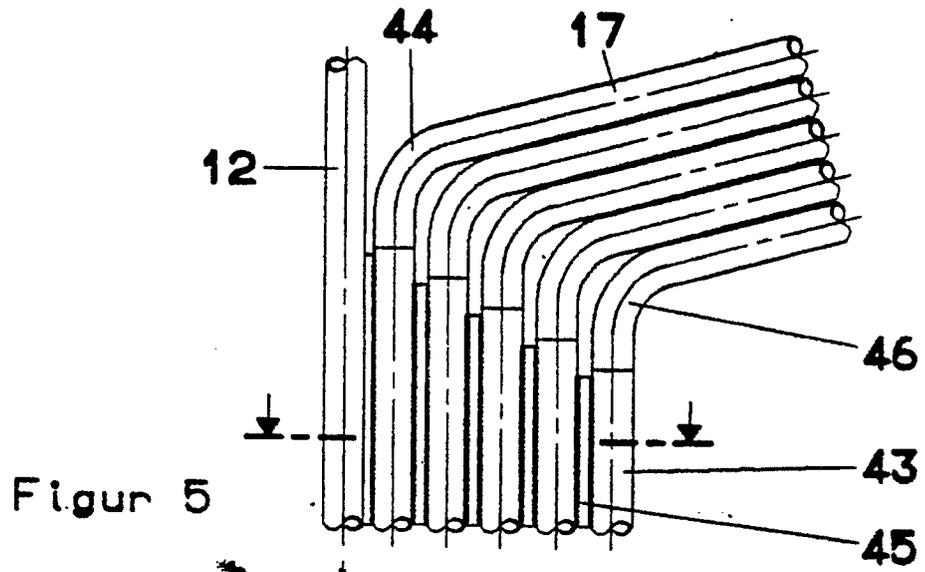
Figur 4



Figur 2



Figur 3



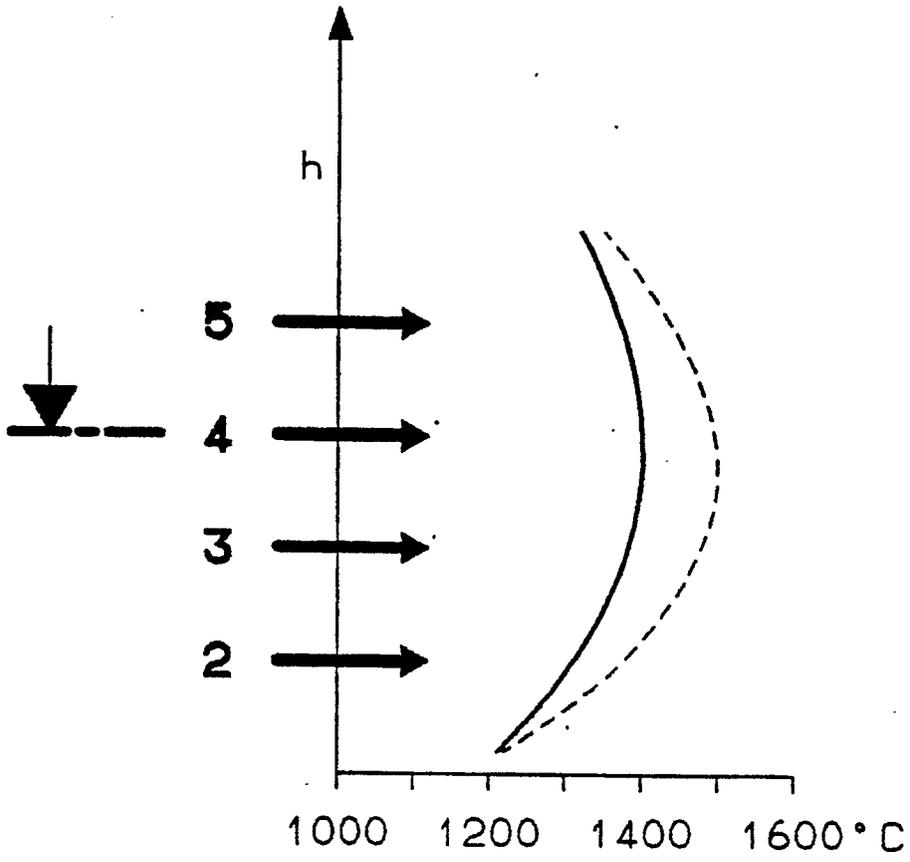


Figure 9

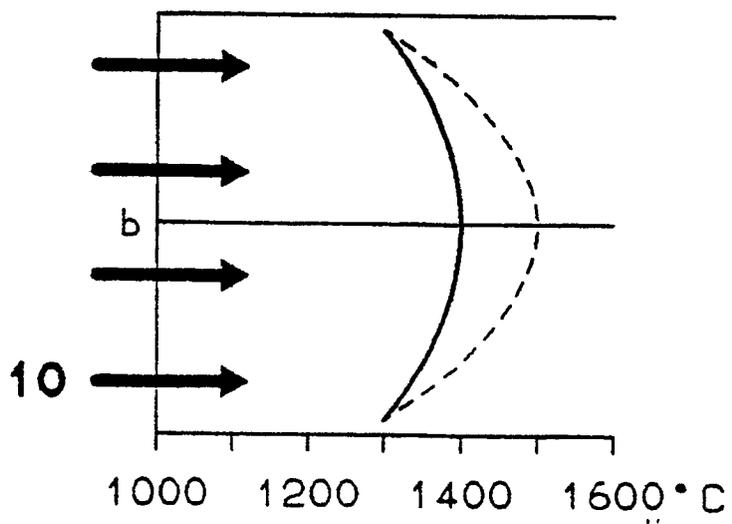
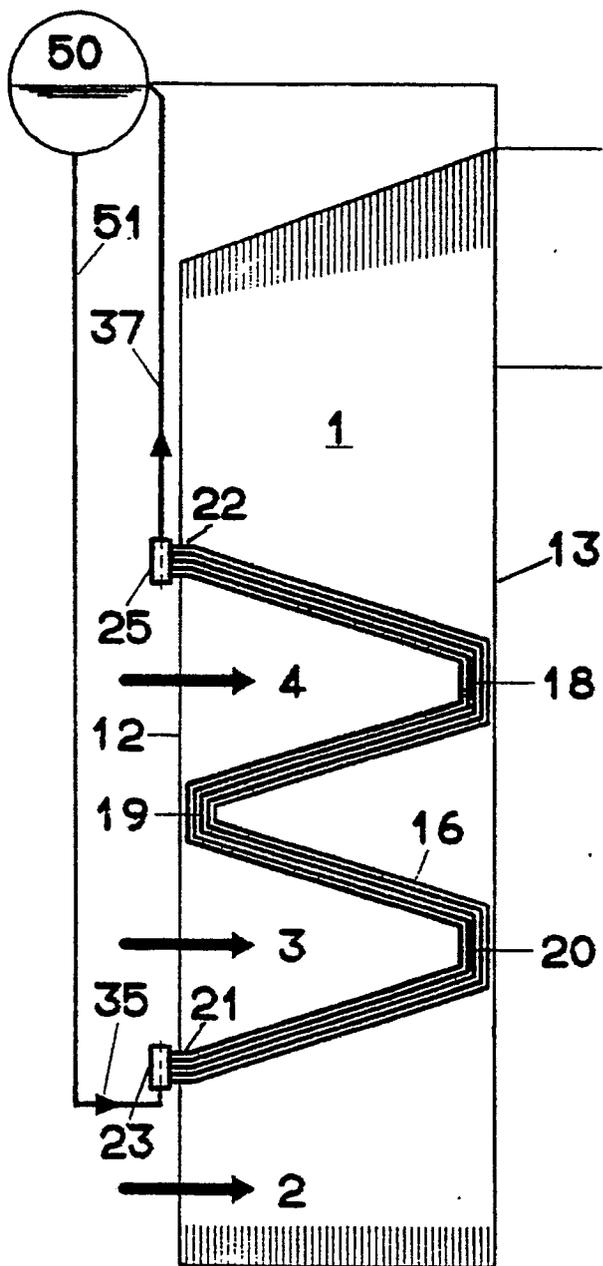
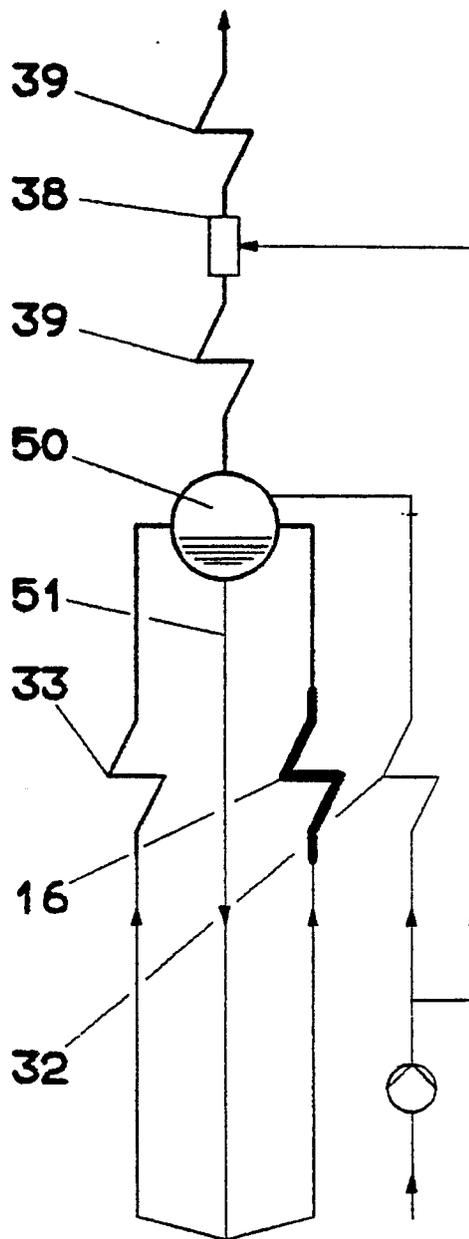


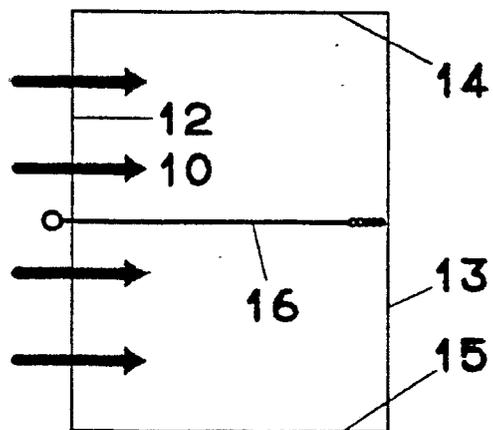
Figure 10



Figur 11



Figur 13



Figur 12



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 10 7819

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	DE-A-2021815 (VEREINIGTE KESSELWERKE) * Seite 4, Zeilen 16 - 23; Figuren * -----	1	F22B37/40 F22B31/00
A	DE-B-1256224 (STEINMULLER) * das ganze Dokument * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F22B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 12 SEPTEMBER 1990	Prüfer VAN GHEEL J. U. M.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

1

EPO FORM 150 (03.92) (P/90)