

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 80104957.8

51 Int. Cl.<sup>3</sup>: **F 22 B 29/06**  
**F 22 B 35/10**

22 Anmeldetag: 21.08.80

30 Priorität: 22.08.79 CH 7649/79

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
 11.03.81 Patentblatt 81/10

84 Benannte Vertragsstaaten:  
 DE FR

71 Anmelder: **GEBRÜDER SULZER**  
**AKTIENGESELLSCHAFT**  
 Zürcherstrasse 9  
 CH-8401 Winterthur(CH)

72 Erfinder: **Miszak, Pawel**  
 Neuwiesenstrasse 16  
 CH-8400 Winterthur(CH)

74 Vertreter: **Dipl.-Ing. H. Marsch Dipl.-Ing. K. Sparing**  
**Dipl.-Phys.Dr. W.H. Röhl**  
 Lindemannstrasse 31  
 D-4000 Düsseldorf(DE)

54 **Dampferzeuger mit Zwischenwand zwischen zwei Brennkammern.**

57 Der Dampferzeuger (1) weist vier Umfassungswände (5,6,7) und eine Zwischenwand (14) auf, die den von den Umfassungswänden (5,6,7) begrenzten Raum in zwei Brennkammern (16, 17) unterteilt. Die Umfassungswände (5,6,7) und die Zwischenwand (14) bestehen aus von Arbeitsmittel durchströmten, gasdicht miteinander verschweissten Rohren (10 bzw. 13). Am Austritt der Zwischenwand (14) ist ein Dampfabscheider (40) angeschlossen, der wasserseitig mit dem Eintritt der Umfassungswände (5,6,7) und dampfseitig unter Umgehung dieser Wände (5,6,7) mit einem Ueberhitzer (28,29) verbunden ist.

Durch das Einschalten des Abscheiders (40) wird bei Gleitdruckbetrieb der Dampferzeuger auch im unteren Lastbereich eine gleichmässige Temperatur des Arbeitsmittels in den Umfassungswänden (5,6,7) sichergestellt.

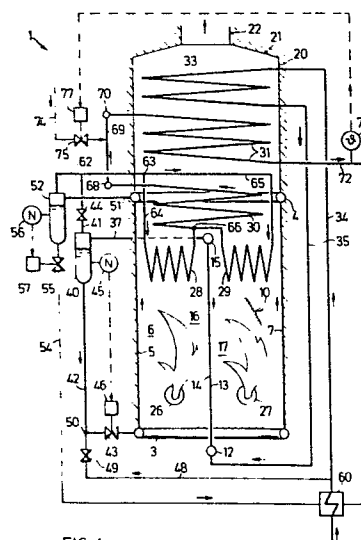


FIG 1

Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, Winterthur / Schweiz

Dampferzeuger mit Zwischenwand zwischen zwei Brennkammern

Die Erfindung betrifft einen Dampferzeuger nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Solche Dampferzeuger sind für Betrieb mit überkritischem Druck bekannt. Sie haben sich im Betrieb bewährt. Wird ein solcher Dampferzeuger jedoch zur Einsparung von Energie im Gleitdruck gefahren, so können sich in Betriebszuständen unterkritischen Drucks Schwierigkeiten dadurch ergeben, dass in der Zwischenwand gebildeter Dampf ungleichmässig auf die Wandrohre der Umfassungswände verteilt wird. Wohl sind Methoden bekannt, um die Gleichmässigkeit der Verteilung eines Wasser-Dampf-Gemisches auf parallele Rohre zu verbessern; sind diese Rohre aber durch Schweissen miteinander zu Umfassungswänden dicht verbunden, so müssen an die Genauigkeit der Verteilung des Dampfes besonders hohe Anforderungen gestellt werden, weil eine Ungleichmässigkeit zu unterschiedlichen Massenflüssen in benachbarten Rohren und damit zu erheblichen Temperaturunterschieden führen kann. Unterschiedliche Temperaturen ergeben Wärmespannungen, die vermieden werden müssen. Es ist Aufgabe der Erfindung, in den Umfassungswänden der Brennkammer eine gleichmässige Temperatur sicherzustellen. Es liegt nahe, diese Aufgabe dadurch zu lösen, dass die Zwischenwand und



die Umfassungswände parallel geschaltet und getrennt mit Arbeitsmittel beschickt werden.

5 Eine solche Lösung führt aber dazu, dass die Zwischenwand, die eine relativ kurze Heizfläche darstellt, nur sehr schwer so einzustellen ist, dass das Arbeitsmittel sich nicht in einzelnen Strängen überhitzt. Im Gegensatz zu einer solchen Lösung wurde nach der Erfindung die Schaltung nach dem Kennzeichen des Anspruchs 1 geschaffen. Mit dieser wird die  
10 Zwischenwand stets mit einem hohen Wasserüberschuss gefahren, sodass sich keinerlei Stabilitätsprobleme ergeben. Gegenüber der genannten Parallelschaltung wird als zusätzlicher Vorteil eine zweite Speiseregulierung vermieden.

15 Anspruch 2 zeigt eine Schaltung, die konstruktiv besonders einfach ist.

Die Massnahme nach Anspruch 3 gewährt besonders hohe Sicherheit bezüglich Gleichmässigkeit der Temperaturverteilung  
20 in den Umfassungswänden bei Teillastbetrieb des Dampferzeugers. Ferner gestattet sie, den Gesamtdruckabfall bei Volllast zu verkleinern, was sich in einem höheren Kesselwirkungsgrad äussert.

25 Mit Anspruch 4 wird zur Regelung des Wasserstandes im Dampfabscheider ein bewährtes Verfahren angewendet.

Anspruch 5 gestattet, den Druckabfall am Dampferzeuger zu optimieren, was zu einer weiteren Verbesserung des Wirkungs-  
30 grades der Anlage führt.

Ueber die Bypassleitung gemäss Anspruch 6 kann das den Umfassungswänden zugeführte Wasser unterkühlt werden, sodass keine Gefahr besteht, dass infolge Druckabfalls entstandene  
35 Dampfblasen in den Umfassungswänden Verteilungsschwierigkeiten ergeben.



Anspruch 7 schliesslich schafft eine konstante Unterkühlung und damit eine etwa gleichbleibende Sicherheit vor Verteilungsschwierigkeiten.

- 5 Die Erfindung wird nun an zwei Ausführungsbeispielen und an einigen beispielsweise skizzierten Regelschaltungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 als erstes Ausführungsbeispiel einen Vertikalschnitt  
10 durch einen Turmkessel in schematischer Darstellung,  
Fig. 2 ein Schaltschema einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,  
Fig. 3a - 3e Regelschaltungen für den erfindungsgemässen Dampferzeuger.

15

Der Dampferzeuger 1 nach Fig. 1 besitzt einen unteren Ringkollektor 3 und einen oberen Ringkollektor 4, zwischen denen sich vier Umfassungswände 5, 6, 7 <sup>vierte</sup> erstrecken. Die Umfassungswand ist, weil vor der Schnittebene liegend,  
20 nicht sichtbar. Die Umfassungswände bestehen aus geneigt verlaufenden parallelen Wandrohren 10, die an den Ringkollektoren 3 und 4 angeschlossen sind. Von einem Verteiler 12 aus erstrecken sich sodann vertikale Rohre 13, eine dichte Zwischenwand 14 bildend, zu einem Sammler 15, wodurch innerhalb der Umfassungswände 5 bis 8 zwei Brennkammern 16, 17  
25 gebildet werden. Die Brennkammern sind durch einen nicht gezeichneten Boden oder Trichter gegen unten abgeschlossen. Der Boden bzw. die Trichterwände können Bestandteil der Umfassungswandberohrung bilden. Oberhalb des Ringkollektors  
30 4 werden die Umfassungswände durch einen isolierten Blechkasten 20 mit rechteckigem Querschnitt fortgesetzt und schliesslich ein Anschluss 21 zu einem Kamin 22 gebildet. In die Brennkammern 16 und 17 münden je ein Brenner 26 bzw. 27.

35

Im oberen Bereich der Brennkammern 16, 17 sind zwei Schottenheizflächen 28 bzw. 29 angeordnet. Im Bereich oberhalb der



14.

Zwischenwand ist sodann ein Ueberhitzer 30 und über diesem ein Endüberhitzer 31 sowie, an oberster Stelle, ein Economiser 33 vorgesehen.

- 5 Eine Speiseleitung 34 führt zum Economiser 33, und dessen Austritt ist über eine Leitung 35 mit dem Verteiler 12 der Zwischenwand 14 verbunden. Vom Sammler 15 führt eine Verbindungsleitung 37 zum Eintritt eines Dampfabscheiders 40. Dessen Wasseraustrittsleitung 42 ist über ein Drosselventil 10 43 mit dem unteren Ringkollektor 3 der Umfassungswände verbunden. Dieses Drosselventil 43 wird von einem Niveaugeber 45 des Dampfabscheiders 40 über einen Regler 46 beeinflusst. Von der Speiseleitung 34 führt eine Zweigleitung 48 über ein Regelventil 49 zu einem Mischpunkt 50 der 15 Wasseraustrittsleitung 42, der sich stromoberhalb des Drosselventils 43 befindet.

- Der obere Ringkollektor 4 ist über eine Leitung 51 mit einem Wasserabscheider 52 verbunden. An seinem Wasseraustrittsstutzen ist eine Wasserrücklaufleitung 54 mit Ventil 20 55 angeschlossen, das von einem Niveaugeber 56 über einen Regler 57 beeinflusst wird. Die Wasserrücklaufleitung 54 ist über einen in der Speiseleitung 34 angeordneten Rekuperator 60 mit einem nicht gezeichneten 25 Speisewasserbehälter verbunden. Die Dampfaustrittsleitung 62 des Wasserabscheiders 52 gabelt sich in einem Punkt 63, von dem aus zwei Leitungszweige 64 und 65 zu den Schottenheizflächen 28 bzw. 29 führen. Die Ausgänge dieser Schottenheizflächen 28, 29 vereinigen sich am Eingang 66 des Ueberhitzers 30. Den Ausgang des Ueberhitzers 30 bildet ein 30 Kollektor 68, von dem aus eine Verbindungsleitung 69 zu einem Kollektor 70 führt, der gleichzeitig den Eingang des Endüberhitzers 31 bildet. Vom Ausgang des Endüberhitzers 31 führt eine Frischdampfleitung 72 zum nicht gezeichneten 35 Verbraucher. In die Verbindungsleitung 69 mündet eine Einspritzleitung 74 mit Einspritzventil 75, das von einem an der Frischdampfleitung 72 sitzenden Temperaturgeber 76 über



einen Regler 77 beeinflusst wird.

Im Betrieb strömt Speisewasser über den Rekuperator 60, den Economiser 33 und, gegenüber Sattdampf-temperatur immer noch unterkühlt, in den Verteiler 12, aus dem das Wasser gleichmässig in die vertikalen Rohre 13 der Zwischenwand 14 verteilt wird. Ein schwacher Viertel des Wasserstroms wird verdampft und das so gebildete Gemisch strömt in den Dampf-abscheider 40, in dem der Dampf abgetrennt und über eine Leitung 41 mit einem Einstellventil 44 den Schottenheiz-flächen 28, 29 zugeführt wird.

Das Wasser von Sattzustand aus dem Abscheider 40 vereinigt<sup>sich im Punkt 50 mit Speisewasser</sup> aus der Leitung 48, wobei es wiederum leicht unterkühlt wird. Das unterkühlte Wasser strömt darauf durch das Drosselventil 43 in den unteren Ringkollektor 3, in dem es gleichmässig auf die Rohre 10 verteilt wird, die in den Umfassungswänden zum Ringkollektor 4 verlaufen. In diesen Umfassungswänden wird bei 50 %-Last beispielsweise 98 % des Wassers verdampft. Das Gemisch wird sodann im Wasser-abscheider<sup>52,</sup> getrennt; das Wasser strömt durch die Leitung 54 und den Rekuperator 60, in dem es einen grossen Teil seiner fühlbaren Wärme abgibt, zum Speisebehälter. Der Dampf vereinigt sich mit dem Dampf aus dem Dampfabscheider 40 und strömt mit diesem zu den Schottenheizflächen 28, 29.

Nach erster Ueberhitzung in den Schottenheizflächen 28, 29 erfolgt eine weitere Erwärmung des Dampfes im Ueberhitzer 30. Nach einer Rückkühlung im Bereich der Verbindungs-leitung 69 findet die Endüberhitzung im Endüberhitzer 31 statt. Mit durch die Einspritzregelung 75 bis 77 festgehaltener Endtemperatur strömt der Frischdampf zum Verbraucher.

Um stets eine sichere Kühlung aller Brennkammerwände 5 bis 7 und 14 sicherzustellen, wird im Betrieb die Speisewasser-menge nicht unter eine bestimmte Grenzlast, die vorzugs-



weise zwischen 20 und 40 % der Vollast liegt, verringert. Dies hat zur Folge, dass das Mengenstromverhältnis des den Dampfabscheider 40 verlassenden Dampfes und Wassers in einem sehr grossen Bereich schwankt: beim Anfahren wird zunächst  
5 überhaupt kein Dampf produziert, das Verhältnis des Massenstroms Wasser zu Dampf beträgt dann Unendlich, während bei die genannte Grenzlast übersteigender Last das Massenstromverhältnis bei rund 3 liegt. Um nun bei Kleinlast das Arbeitsmittel, das anfänglich flüssigen Zustand aufweist,  
10 durch die Umfassungswände und den Wasserabscheider 52 treiben zu können, muss am Einstellventil 44 ein bestimmter Druckabfall aufgestaut werden. Das Einstellventil 44 wird zu diesem Zwecke von Hand oder automatisch dem Lastzustand entsprechend betätigt.

15 Ein besonderer Vorteil der Schaltung liegt darin, dass die verhältnismässig kurzen Rohre 13 der Zwischenwand 14 stets bis zu ihren Enden von einem beträchtlichen Wasseranteil durchströmt werden, sodass mit Sicherheit in keinem dieser  
20 Rohre eine Überhitzung stattfindet. Bei den Rohren der Umfassungswände ist dadurch, dass sie wegen ihrer geneigten Anordnung in mehreren Wänden verlaufen, eine gleichmässige Beheizung der Rohre gesichert, sodass sich bei gut eingestellter Verteilung keine grossen Unterschiede in den End-  
25 Enthalpien ergeben. Immerhin ist es denkbar, dass im einen oder anderen der Rohre eine leichte Überhitzung auftritt. Dies ist weniger gefährlich als im Falle der Zwischenwand, weil die Umfassungswände in ihrem oberen Bereich der Gasstrahlung weitgehend entzogen sind, sodass auf keinen  
30 Fall hohe Rohrübertemperaturen zu erwarten sind.

Im Schema nach Fig. 2, in der entsprechende Teile mit gleichen Ziffern wie in Fig. 1 bezeichnet sind, ist eine Umwälzpumpe 80 zwischen Economiser 33 und Zwischenwand 14  
35 eingeschaltet, und das im Abscheider 52 abgeschiedene Wasser wird vor die Umwälzpumpe 80 zurückgeführt. Die Zweigleitung 48 ist eingangsseitig zwischen Umwälzpumpe 80 und

Zwischenwand 14 angeschlossen. Das Regelventil 49 wird von einem Regler 85 beeinflusst, der einen Istwert von einem in der Leitung 42 sitzenden Temperaturgeber 86 und einen Sollwert über eine Signalleitung 88 von einem, am  
5 Dampfabscheider 40 sitzenden zweiten Temperaturgeber 89 empfängt.

Die Rückkühlung des aus dem Dampfabscheider 40 austretenden Wassers durch die Regeleinrichtung 49, 85 bis 89 geschieht derart, dass die Temperatur vor dem Drosselventil  
10 43 um einen bestimmten, am Regler 85 einstellbaren Betrag tiefer ist als die Temperatur am Dampfabscheider 40, die durch den Temperaturgeber 89 bestimmt wird.

15 Bei diesem Ausführungsbeispiel ist, vorzugsweise bis etwa 50 %-Last, die Umwälzpumpe 80 angetrieben. Oberhalb dieser Last kann sie frei mitlaufen oder im Nebenschluss zum Hauptstrom des Arbeitsmittels, abgestellt sein. Es wird daher bei einer Last, die kleiner ist als 50 % der Normal-  
20 last, ein hoher Wasserüberschuss durch die Zwischenwand 14, den Dampfabscheider 40 und die Umfassungswände 5 bis 8 und den Wasserabscheider 52 umgewälzt.

Die Beeinflussung des Einstellventils 44 geschieht beispielsweise durch eine der in den Fig. 3a bis 3e dargestellten  
25 Regelschaltungen. Nach der Schaltung Fig. 3a wirkt der Niveaugeber 45, wie in Fig. 1, über einen Regler 90, der z.B. PID-Charakter aufweisen kann, auf das Drosselventil 43, und zwar in dem Sinne, dass mit steigendem Niveau das Drosselventil 43 geöffnet wird. Das Einstellventil 44 wird  
30 dabei von Hand oder durch eine lastabhängige Steuerung eingestellt. Nach Fig. 3b beeinflusst der Niveaugeber 45 das Einstellventil 44 über einen Regler 91, der im Gegensatz zum Regler 90 so wirkt, dass mit steigendem Niveau das Einstellventil 44 in schliessender Richtung betätigt wird. Es  
35 kann zweckmässig sein, dabei das Drosselventil 43 von Hand oder automatisch der Last entsprechend einzustellen, sodass





das Einstellventil 44 stets möglichst weit geöffnet ist.

Gemäss der Regelschaltung nach Fig. 3c wird das Drossel-  
ventil 43 vom Niveaugeber 45 beeinflusst und seine Stellung  
5 durch einen Hubgeber 92 gemessen. Das Signal des Hubgebers  
92 geht sodann als Istwert auf einen Regler 93, dem über  
eine Leitung 94 ein Sollwert für den Hub des Drosselventils  
43 eingegeben wird. Der Eingang des Reglers 93 wirkt auf  
das Einstellventil 44. Diese Kaskadenschaltung bringt einen  
10 sehr geringen Druckverlust.

Analog zu Fig. 3c wirkt die Kaskadenschaltung nach Fig. 3d.  
Der Niveaugeber 45 beeinflusst über einen Regler 91 das Ein-  
stellventil 44, auf dem ein Hubgeber 96 angeordnet ist.  
15 Dieser beeinflusst über einen Regler 97, dem über eine Soll-  
wertleitung 98 ein Sollwert für die Stellung des Einstell-  
ventils 44 eingegeben ist, das Drosselventil 43. Auch diese  
Schaltung führt selbsttätig zu einem sehr kleinen Druckab-  
fall.

20 Die Schaltung nach Fig. 3e bildet eine Kombination der  
Schaltungen nach Fig. 3a und 3b. Das Signal des Niveauge-  
bers 45 wird gleichzeitig dem Regler 90 und 91 zugeführt,  
die in unterschiedlichem Wirkungssinn das Drosselventil  
25 43 und das Einstellventil 44 verstellen. Selbstverständlich  
lassen sich diese Schaltungen in verschiedener Weise vari-  
ieren. So können beispielsweise in der Ausführungsform  
nach Fig. 3e die beiden Ventile statt gleichzeitig auch  
gestaffelt zur Wirkung kommen.

30 Die dargestellten Schaltungen eignen sich auch bei Gleit-  
druckbetrieb, selbst wenn bei hohen Lasten überkritischer  
Druck erreicht wird. Selbstverständlich verlangen diese Be-  
dingungen eine entsprechende Betätigung der Ventile. Vor-  
35 zugsweise werden dabei die Zwischenwand und die Umfassungswände in ausschliessliche Serieschaltung gebracht.

Patentansprüche

1. Dampferzeuger mit zwei aus vier Umfassungswänden und einer Zwischenwand gebildeten Brennkammern, wobei die Umfassungswände und die Zwischenwand aus miteinander verbundenen, arbeitsmittelführenden Rohren gebildet  
5 sind und solches Arbeitsmittel in Reihe zuerst die Zwischenwand und dann die Umfassungswände durchströmt, dadurch gekennzeichnet,  
dass am Austritt (15) der Zwischenwand (14) ein Dampfabscheider (40) angeordnet ist, dessen Wasseraustritt  
10 (42) mit dem Eingang (3) der Umfassungswände (5 bis 8) und dessen Dampfaustritt (41) unter Umgehung der Umfassungswände (5 bis 8) mit dem Eingang (63) eines Ueberhitzers (28, 29) verbunden ist.
- 15 2. Dampferzeuger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Austritt (4) der Umfassungswände (5 bis 8) mit dem Eintritt (51) eines Wasserabscheiders (52) und der Dampfaustritt (62) dieses Wasserabscheiders (52) mit dem Eingang (63) des selben Ueberhitzers (28, 29) ver-  
20 bunden ist wie der Dampfaustritt (41) des Dampfabscheiders (40).
3. Dampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 und 2, mit Wasserumwälzung, dadurch gekennzeichnet, dass der Wasseraustritt (54) des Wasserabscheiders (52) mit dem Eingang  
25 einer Umwälzpumpe (80) verbunden ist, die zwischen der Zwischenwand (14) und einem dieser vorgeschalteten Economiser (33) angeordnet ist.
- 30 4. Dampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in der Verbindungsleitung (42) zwischen dem Dampfabscheider (40) und dem Eingang (3) der Umfassungswände (5 bis 8) ein Drosselventil (43) angeordnet ist, das vom Niveau (45) im Dampfabscheider (40)  
35 beeinflusst wird.



5. Dampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in der Verbindungsleitung (42) zwischen dem Dampfaustritt (41) des Dampfabscheiders (40) und dem anschliessenden Ueberhitzer (28, 29) ein Einstellventil (44) angeordnet ist, das vom Niveau (45) im Abscheider (40) beeinflusst wird.
6. Dampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in der Verbindungsleitung (42) zwischen dem Wasseraustritt des Dampfabscheiders (40) und dem Eintritt (3) der Umfassungswände (5 bis 8), vorzugsweise stromoberhalb des Drosselventils (43) eine Zweigleitung (48) einmündet, die im Nebenschluss zur Zwischenwand (14) verläuft.
7. Dampferzeuger nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in der Zweigleitung (48) ein Regelventil (49) angeordnet ist, das von einem an der Verbindungsleitung (42) zwischen dem Anschluss der Zweigleitung (48) und dem Eintritt (3) in die Umfassungswände (5 bis 8) angeordneten Temperaturmessorgan (86) beeinflusst wird.

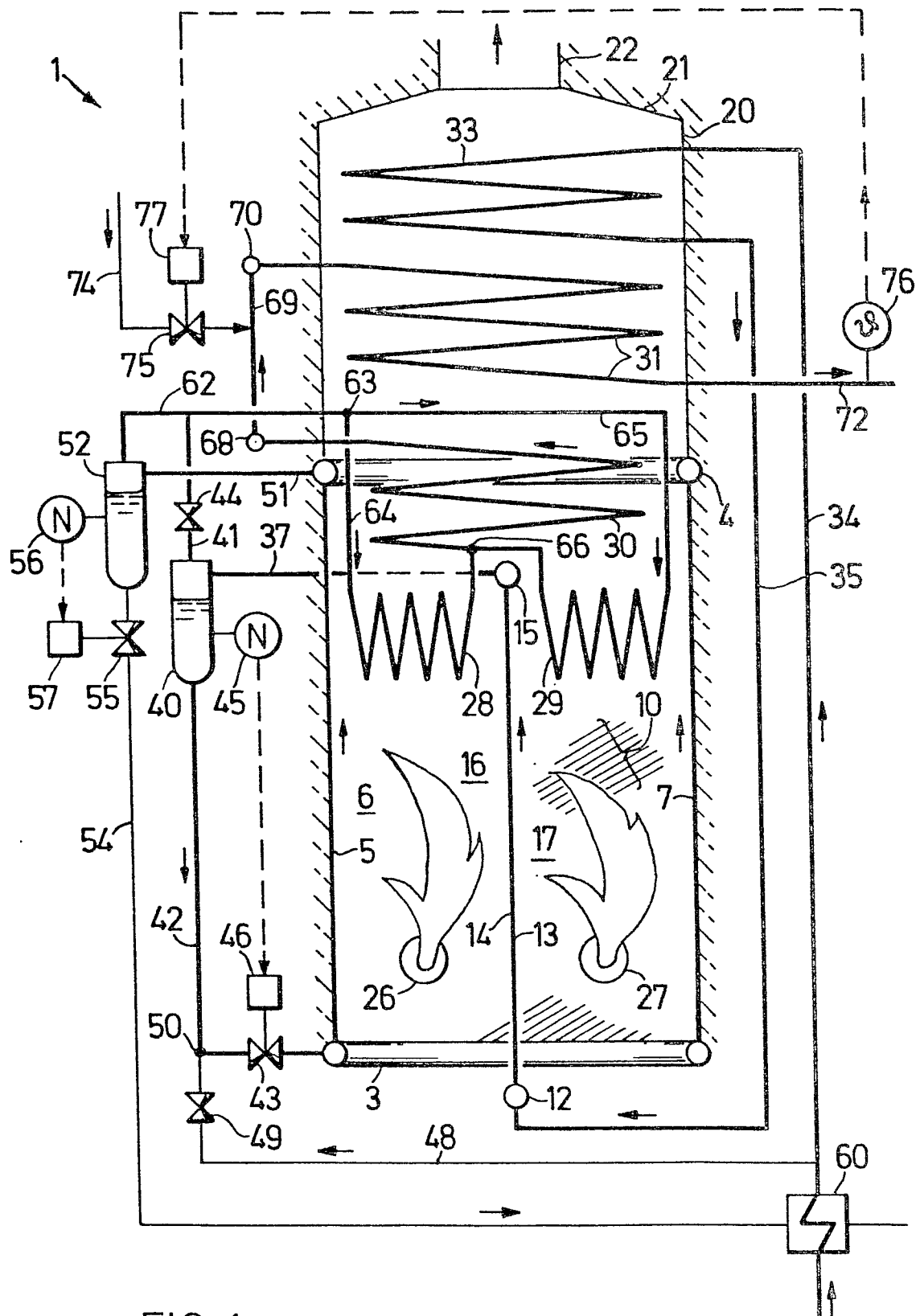


FIG. 1

FIG. 2

FIG. 3



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0024689

Nummer der Anmeldung

EP 80 10 4957

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<u>FR - A - 2 143 844</u> (KRAFTWERK UNION) * Seite 4, Zeile 20 - Seite 5, Zeile 26 * & DE - A - 2 132 454 --	1,2,4,6,7	F 22 B 29/06 35/10
	<u>FR - A - 2 073 680</u> (SULZER) * Seite 2, Zeile 40 - Seite 3, Zeile 15 * & DE - A - 1 965 078 --	3	
	<u>DE - A - 2 758 278</u> (KRAFTWERK UNION) * Seite 3, Zeile 32 - Seite 5, Zeile 16 * & DE - A - 2 132 454 --	7	F 22 B 29/06 35/10
A	<u>FF - A - 2 170 583</u> (FOSTER WHEELER) & DE - A - 2 263 461		
A	<u>FR - A - 2 075 725</u> (SULZER) & DE - A - 2 006 410		
A	<u>US - A - 3 368 534</u> (GORZEGNO)		
A	<u>US - A - 3 172 396</u> (KANE) ----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			<b>RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (Int. Cl.)</b>  <b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 01-12-1980	Prüfer DAVID