(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 007 884 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.12.2001 Patentblatt 2001/51

(21) Anmeldenummer: **97911953.4**

(22) Anmeldetag: **18.11.1997**

(51) Int Cl.[7]: **F23G 5/04**, F23G 5/027, F23G 5/46, F23G 7/10

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT97/00250

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/22751 (28.05.1998 Gazette 1998/21)

(54) **VERFAHREN UND ANLAGE ZUM THERMISCHEN VERWERTEN VON BIERTREBERN**

METHOD AND APPARATUS FOR THE THERMAL UTILIZATION OF SPENT GRAIN

PROCEDE ET APPAREIL POUR LA VALORISATION THERMIQUE DE LA DRECHE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(30) Priorität: **20.11.1996 AT 202296**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.06.2000 Patentblatt 2000/24

(73) Patentinhaber: **Brau-Union Osterreich Aktiengesellschaft**
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
- **KEPPLINGER, Leopold, Werner**
  A-4060 Leonding (AT)
- **PELZ, Dieter**
  A-8044 Graz (AT)
- **ZANKER, Gerald**
  A-8042 St. Peter/Hart (AT)

(74) Vertreter: **Kopecky, Helmut, Dipl.-Ing. et al**
Kopecky & Schwarz Patentanwälte
Wipplingerstrasse 32/22
1010 Wien (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 423 400 **DE-A- 4 443 482**
US-A- 4 290 269

- **R. MEYER-PITTROFF: "DIE ENERGETISCHE VERWERTUNG VON BIERTREBERN" BRAUWELT, Nr. 26, 1988, Seiten 1156-1158, XP002055581 in der Anmeldung erwähnt**

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).

EP 1 007 884 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum thermischen Verwerten von nassen Biertrebern, wobei die nassen Biertreber in einer ersten Trocknungsstufe mechanisch vorgetrocknet, in einer weiteren Trocknungsstufe thermisch getrocknet und schließlich durch Verbrennen oder Vergasen thermisch verwertet werden, sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Bei der Bierherstellung bildet der in großen Mengen anfallende nasse Biertreber ein Problem bei der Entsorgung bzw. Verwertung. Pro Hektoliter Bier fallen etwa 20 kg nasse Biertreber an, so daß bei Großbrauereien hunderte Tonnen Biertreber pro Woche zu entsorgen bzw. zu verwerten sind.

[0003] Zwar sind Biertreber aufgrund ihrer Zusammensetzung ein wertvolles Futtermittel; es ist jedoch schwierig, die Biertreber günstig als Futtermittel einzusetzen. Eine problemlose Absetzmöglichkeit als Futtermittel ist nur im Winter gegeben - die Biertreber hingegen fallen im Sommer in größerer Menge an als im Winter. Zudem kann man Biertreber nicht ohne Vortrocknung lagern. Die Trocknung ist teuer, da aufgrund der Anforderungen an das Futtermittel nur eine indirekte Trocknung möglich ist; dies bedeutet einen schlechten Wärmeübergang. Entsprechende Trockner sind teuer und der Energieaufwand ist hoch. Zudem wird der Absatz von Biertrebern als Futtermittel in Zukunft immer schwieriger, da der Viehbestand rückläufig ist. Ein Haltbarmachen der Biertreber durch Fermentation bringt wieder den Nachteil mit sich, daß mit hohen Kosten zu rechnen ist (Brauwelt Nr. 39 (1991), Seiten 1704 bis 1707).

[0004] Für eine Kompostierung der Biertreber spricht zwar, daß ein hochwertiges Produkt zur Bodenverbesserung gebildet wird, jedoch ist der Absatzmarkt nur klein und die Herstellung so kostenintensiv, daß sie nicht kostendeckend ist.

[0005] Biertreber eignen sich auch zur Herstellung von Biogas, jedoch sind hierzu hohe Investitionskosten für eine Biogasanlage erforderlich.

[0006] Ein energetisch praktikables Verwertungsverfahren für Biertreber ist die direkte Verbrennung. Aus der Zeitschrift "Brauwelt" Nr. 26 (1988), Seiten 1156 bis 1158, "Die energetische Verwertung von Biertrebern", ist ein Verfahren zur Energiegewinnung aus Biertrebern, wie eingangs beschrieben, bekannt. Biertreber-Verbrennungsanlagen arbeiten jedoch wegen der intensiv durchzuführenden Vortrocknung (Biertreber enthalten zunächst 75 bis 80 Ma.-% Wasser) und wegen des relativ schlechten Heizwertes der Biertreber wenig effektiv.

[0007] Vorasussetzung für eine energetische optimale Nutzung liegt bei Erreichung der Selbstbrennbarkeit, welche bei ca. 55 % H_2O-Gehalt erreicht ist.

[0008] Die Erfindung bezweckt die Vermeidung dieser Nachteile und Schwierigkeiten und stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, welche eine energetisch optimale, d.h. nach Möglichkeit gewinnbringende Verwertung von Biertrebern ermöglichen. Insbesondere soll die Trocknung der Biertreber mit möglichst externem Energieaufwand so weit vorgenommen werden können, daß die Biertreber ohne Stützfeuerung thermisch verwertet, d.h. verbrannt oder vergast werden können.

[0009] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art dadurch gelöst, daß in der weiteren Trocknungsstufe die mechanisch entwässerten Biertreber mit Hilfe eines im Energieverbund einer Brauerei anfallenden Rauchgases erwärmt werden.. Das beim Erzeugen von Bier anfallende Rauchgas entsteht beim Verbrennen von Erdgas zum Zweck der Dampferzeugung.

[0010] Neben der Verbrennung ist auch eine Vergasung von vorgetrocknetem Biertreber möglich, wobei als Zwischenprodukt ein brennbares Gas anfällt.

[0011] Vorteilhaft wird das bei der Vergasung entstehende Gas energetisch genützt, vorzugsweise als Energieträger für die Dampferzeugung im Brauereiverbund, z.B. als Zusatzgas zum Erdgas, so daß es durch die in der Brauerei vorhandene Kesselanlage energetisch durch Verbrennen genutzt werden kann.

[0012] Vorzugsweise wird zur mechanischen Vortrocknung der Biertreber eine ergänzende Trocknung zur Entfernung von Kapillarwasser mit Hilfe von elektrischen Feldern oder mit Hilfe von hochfrequenten Feldern durchgeführt.

[0013] Die mechanische Vortrocknung erfolgt zweckmäßig auf mindestens 65, vorzugsweise mindestens 62 Ma.-% Wassergehalt.

[0014] Für die thermische Trocknung der mechanisch vorgetrockneten Biertreber kann zweckmäßig zusätzlich Solarenergie eingesetzt werden.

[0015] Die thermische Trocknung der Biertreber erfolgt vorteilhaft auf einen deren Selbstbrennung ermöglichenden Wassergehalt, vorzugsweise auf mindestens 55 Ma.-% Wassergehalt.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird bei der mechanischen Vortrocknung gebildetes Preßwasser anaerob aufbereitet und das hierbei entstehende methanhältige Gas energetisch genutzt, vorzugsweise als Energieträger für die Dampferzeugung im Brauereiverbund eingesetzt.

[0017] Bei Verbrennung der getrockneten Biertreber entstehende Abgase werden kostengünstig gemeinsam mit in einem Dampfkessel der Brauerei gebildeten Abgasen entsorgt.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Variante werden Gemische aus Biertreber und anderen organischen, biogenen Abfällen thermisch verwertet.

[0019] Eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens mit einem fiir Biertreber eine erste Trocknungsstufe bildenden mechanischen Trockner und mit einem für mechanisch entwässerte Biertreber eine weitere Trocknungsstufe bildenden thermischen Trockner sowie mit

einer Einrichtung zum thermischen Verwerten durch Verbrennen oder Vergasen der getrockneten Biertreber, ist dadurch gekennzeichnet, daß in den thermischen Trockner eine Rauchgas aus einem Dampfkessel des Brauereienergieverbundes ableitende Leitung mündet.

[0020] Vorzugsweise weist die Einrichtung zum thermischen Verwerten der Biertreber einen Verbrennungskessel auf, wobei zweckmäßig der Verbrennungskessel mit einer Dampferzeugungseinrichtung ausgestattet ist und die Dampferzeugungseinrichtung vorteilhaft mit dem Energieverbund der Brauerei gekoppelt ist.

[0021] Investitionssparend mündet eine vom Verbrennungskessel ausgehende Rauchgasableitung in eine Abgasanlage einer Biererzeugungsanlage, wobei zweckmäßig eine Abgasleitung vom thermischen Trockner ebenfalls in die Abgasanlage der Biererzeugungsanlage mündet.

[0022] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Einrichtung zur thermischen Verwertung eine Vergasungseinrichtung auf, wobei zweckmäßig eine von der Vergasungseinrichtung ausgehende und im Vergaser erzeugte Gase ableitende Leitung zu einem Brenner eines Dampfkessels des Energieverbundes der Brauerei führt.

[0023] Der mechanische Trockner kann vorzugsweise als Siebbandpresse oder als Schneckenpresse ausgebildet sein.

[0024] Als thermischer Trockner bietet sich zweckmäßig ein Konvektionstrockner an.

[0025] Vorzugsweise weist der thermische Trockner eine mit Solarenergie betreibbare Trockeneinrichtung auf.

[0026] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann die thermische Trocknung, die Vergasung und die Verbrennung in einer apparativen Einrichtung zusammengefaßt, wobei zweckmäßig eine die heißen Abgase aus der die thermische Trocknung, die Vergasung und die Verbrennung aufweisenden Einrichtung ableitende Leitung direkt zu dem Dampfkessel des Energieverbrauchers der Brauerei geführt ist.

[0027] Zusätzlich kann die thermische Trocknung um eine mit Solarenergie betreibbare Trockeneinrichtung erweitert werden.

[0028] Die Erfindung ist nachfolgend anhand zweier in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei die Fig. 1 und 2 jeweils ein Verfahrensschema nach einer Ausführungsvariante veranschaulichen.

[0029] Zunächst werden die nassen Biertreber 1 in einer ersten Trocknungsstufe 2 in einem mechanischen Trockner 3, der gemäß Fig. 1 als Schneckenpresse ausgebildet ist, auf einen Wassergehalt im Bereich von etwa 65 bis 62 Ma.-% gebracht. Eine Verbrennung der Biertreber ist bei diesem Wassergehalt jedoch noch nicht ohne Stützfeuerung möglich. Aus diesem Grund erfolgt eine weitere Trocknung in einer weiteren Trocknungsstufe 4, in der die Trocknung der mechanisch entwässerten Biertreber 5 thermisch durchgeführt wird.

[0030] Gemäß Fig. 1 ist zu diesem Zweck ein thermischer Trockner 6, der als Trommeltrockner ausgebildet ist, vorgesehen. Dieser Trommeltrockner 6 wird direkt mit über die Leitung 7 zugeführtem Rauchgas beheizt, das von einem in einer Biererzeugungsanlage 8 installierten Kessel 10 stammt. Der Kessel 10 wird mit Erdgas, das über die Leitung 9 zugeführt wird, beheizt; die dampfführenden Rohre sind mit 11 bezeichnet. Ein Teil des Rauchgases kann über eine Zweigleitung 12 direkt einem Abgasgebläse 13 der Rauchgasentsorgungsanlage zugeführt werden. In diese Rauchgasentsorgungsanlage mündet auch die vom Trommeltrockner 6 ausgehende Rauchgasableitung 14.

[0031] Mit Hilfe dieser thermischen Trocknung gelingt es, den Wassergehalt auf unter 55 Ma.-% zu senken, so daß die Biertreber 15 nach dem Zünden von selbst, d.h. ohne Stützfeuerung, brennen. Die Verbrennung der getrockneten Biertreber 15 erfolgt mittels Brenner 16 in einem Verbrennungskessel 17, in dem eine Dampferzeugungseinrichtung 18 eingebaut ist. Der in dieser Dampferzeugungseinrichtung 18 erzeugte Dampf wird sinnvollerweise für die Bierherstellung benützt, d.h. daß Erdgas für den Erdgasbrenner 19 im Erdgas-befeuerten Kessel 10 eingespart werden kann. Der Ascheaustrag ist mit 20 bezeichnet.

[0032] Gemäß der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform werden die nassen Biertreber 1 zunächst in einer ersten Trocknungsstufe 2 mittels einer Siebbandpresse 21 einer mechanischen Trocknung unterzogen. Sodann werden die mechanisch entwässerten Biertreber einem als Konvektionstrockner 22 ausgebildeten thermischen Trockner der zweiten Trocknungsstufe 4 zugeführt, in der die Biertreber 5 ebenso wie gemäß Fig. 1 mit Rauchgas, das aus einer Biererzeugungsanlage 8 stammt, auf einen Wassergehalt unter der Selbstbrenngrenze getrocknet werden.

[0033] Die thermische Verwertung der trockenen Biertreber 15 erfolgt gemäß Fig. 2 in einem Vergaser 23, dem über einen Siebboden 24 Sauerstoff oder ein sauerstoffhältiges Gas, wie Luft, zugeführt wird. Der Ascheaustrag ist mit 20 bezeichnet.

[0034] Die im Vergaser 23 entstehenden Gase (CO, H_2, CO_2, N_2) sind gut brennbar und können als Brenngase einen Teil des in der Biererzeugungsanlage eingesetzten Erdgases ersetzen; sie werden dem Erdgasbrenner 19 über die Leitung 25 zugeführt. Der Vorteil dieser Methode gegenüber der Verbrennung besteht darin, daß kein zusätzlicher Feststoffverbrennungskessel erforderlich ist und daß die bei der Verbrennung entstehenden Stick- und Schwefeloxide vermieden werden. Bei der Vergasung entsteht ein Gas, das vor allem aus Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Wasserstoff und molekularem Stickstoff besteht.

[0035] Zur Reduktion bzw. Entfernung des in den Trebern enthaltenen Kapillarwassers können auch zusätzlich zur mechanischen und thermischen Trocknung andere Trocknungsverfahren herangezogen werden, beispielsweise eine Trocknung mit Hilfe von Hochfre-

quenzfeldem oder elektromagnetischen Feldern. Zur Unterstützung der thermischen Trocknung kann auch natürliche Energie, wie Solarenergie, herangezogen werden, wobei die Solarenergie vor oder nach der thermischen Trocknungsstufe 4 zugeleitet wird - in Abhängigkeit des Taupunktes des Rauchgases.

Beispiel:

[0036] In einer Brauerei mit einer Jahresproduktion von ca. 1,2 Mio hl Bier fallen ca. 24.000 t Biertreber 1 mit einem Wassergehalt von ca. 80 Ma.-% pro Jahr an. Die anfallenden Biertreber 1 werden mechanisch mit einer Presse (z.B. Schneckenpresse 3) auf einen Wassergehalt von ca. 62 Ma.-% vorgetrocknet. Bei einer Menge von 24.000 t nassen Biertrebern, die auf 62 Ma.-% Wassergehalt mechanisch entwässert werden, fallen 11.370 t Preßwasser/a an. Damit entsteht eine Abwasserbelastung von 113.700 kg CSB/a. Das entstehende Preßwasser 26 wird vorteilhaft einer anaeroben Wasserreinigung - die in den Figuren nicht näher dargestellt ist - zugeführt, in der ein brennbares, methanhältiges Gas gewonnen wird. Aus der genannten Menge Preßwasser entstehen ca. 36.400 m^3 Biogas/a. Gewonnen werden durch die Verbrennung dieses 85 % Methan enthaltenden Gases in etwa 300.000 kWh/a; dies ergibt einen zusätzlichen Erlös. Der Wassergehalt der Biertreber 5 beträgt nach der mechanischen Trocknung ca. 62 Ma.-%. Zur Gewährleistung der Selbstbrennbarkeit soll ein Wert von 55 Ma.-% Wasser erreicht werden.

[0037] Zu einer weiteren Senkung des Wassergehaltes können, wie oben beschrieben, alternative Trocknungsmethoden zur Reduktion des Kapillarwassers eingesetzt werden. Hierfür bieten sich der Wassertransport im elektrischen Feld (Elektroosmose) oder die Beaufschlagung mit hochfrequenten Feldern zur Mobilisierung eines Teiles des gebundenen Wassers an, das in der Folge einer weiteren mechanischen Abpressung zugänglich gemacht werden kann.

[0038] Je nach Wirksamkeit der alternativen Trocknungsverfahren wird anschließend eine thermische Trocknung von mehr oder weniger großem Ausmaß durchgeführt, um den Selbstbrenngrad zu erreichen. Die mechanisch und alternativ vorgetrockneten Biertreber 5 werden über einen Pufferbehälter kontinuierlich in einen direkt beheizten Trockner (z.B. Trommeltrockner 6) gefördert und mit den 140 bis 160°C heißen Rauchgasen aus der Erdgasverbrennung auf konvektivem Weg bis mindestens auf den Selbstbrenngrad von ca. 55 Ma.-% Wasser getrocknet.

[0039] Das Trockengut 15 wird nun einem Verbrennungskessel 17 für biogene Abfälle zugeführt und verbrannt. Der Heizwert der Biertreber ist linear vom Wassergehalt abhängig und liegt bei 55 Ma.-% Wasser bei ca. 7,68 MJ/kg. Es können durch die Verbrennung einer Tonne Biertreber somit ca. 190 m^3 Erdgas substituiert werden. Insgesamt werden in einer Brauerei der genannten Größe 4,5 Mio Nm^3 Erdgas/a benötigt. Davon können durch die Treberverbrennung 2 Mio m^3 Erdgas/a, das ist mehr als ein Drittel, substituiert werden.

[0040] Bei der Verbrennung von Biertreber 15 wurden aufgrund ihrer hohen Stickstoffgehalte hohe Stickoxid-Emissionen erwartet. In Versuchen mit Biertrebern in speziellen Verbrennungskesseln fiir Sägespäne konnte aber ermittelt werden, daß sich nur 10 % der erwarteten, theoretisch möglichen Stickoxidwerte ergeben.

[0041] Durch eine geeignete Prozeßführung bei der Verbrennung (niedrige Verbrennungstemperaturen) kann der NO_x-Ausstoß minimiert werden. Ein weiteres Problem stellt das bei der Verbrennung entstehende Schwefeldioxid dar. Durch die gemeinsame Einleitung der Treberverbrennungsgase mit den aus der Erdgasverbrennung erhaltenen Rauchgasen in eine Rauchgasreinigungsanlage kann sichergestellt werden, daß die Grenzwerte für Kessel zur Verbrennung biogener Abfälle eingehalten werden können. Ebenfalls kann der CO-Wert durch Einstellen des λ-Wertes kontrolliert werden, eine Optimierung zwischen NO_x-Wert und CO-Wert ist damit möglich. Eine weitere Möglichkeit der NO_x-Minderung stellt z.B. die Eindüsung von NH_3 dar.

[0042] Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die oben beschriebenen Beispiele, sondern kann in verschiedener Hinsicht modifiziert werden. So kann die Trocknung der nassen Biertreber mit beliebig vielen Trocknungsstufen bewerkstelligt werden, wesentlich ist jedoch zumindest eine mechanische Trocknungsstufe 2 und mindestens eine thermische Trocknungsstufe 4. Weiters sind kombinierte apparative Ausführungen an thermischer Vortrocknung, Vergasung und Verbrennung möglich, welche ebenfalls den oben angeführten Kriterien entsprechen.

[0043] Das erfindungsgemäße Verfahren kann insofern erweitert werden, als neben dem Biertreber auch andere biogene Abfälle, wie Klärschlamm, in den Prozeß einbezogen werden, um den Energieinhalt und damit die Gewinnung von Dampf erhöhen zu können. Die Behandlung der Mischung aus Biertreber und anderen biogenen Abfällen erfolgt auf die gleiche Weise, wie in der Verfahrensbeschreibung erläutert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum thermischen Verwerten von nassen Biertrebern (1), wobei die nassen Biertreber (1) in einer ersten Trocknungsstufe (2) mechanisch vorgetrocknet, in einer weiteren Trocknungsstufe (4) thermisch getrocknet sowie schließlich durch Verbrennen oder Vergasen thermisch verwertet werden, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der weiteren Trocknungsstufe (4) die mechanisch entwässerten Biertreber (15) mit Hilfe eines im Energieverbund einer Brauerei anfallenden Rauchgases erwärmt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-**

zeichnet, daß das in der Brauerei anfallende Rauchgas beim Verbrennen von Erdgas zum Zweck der Dampferzeugung gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das bei der Vergasung von Biertreber entstehende Gas energetisch genützt wird, vorzugsweise als Energieträger für die Dampferzeugung im Brauereiverbund, eingesetzt wird (Fig. 2).

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur mechanischen Vortrocknung der Biertreber eine ergänzende Trocknung zur Entfernung von Kapillarwasser mit Hilfe von elektrischen Feldern durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur mechanischen Vortrocknung der Biertreber (1) eine ergänzende Trocknung zur Entfemung von Kapillarwasser mit Hilfe von hochfrequenten Feldern durchgeführt wird.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die mechanische Vortrocknung der Biertreber auf mindestens 65, vorzugsweise mindestens 62 Ma.-% Wassergehalt durchgeführt wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** fiir die thermische Tracknung der mechanisch vorgetrockneten Biertreber (5) zusätzlich Solarenergie eingesetzt wird.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der weiteren Trocknungsstufe (4) die Biertreber (5) auf einen deren Selbstbrennung ermöglichenden Wassergehalt, vorzugsweise auf mindestens 55 Ma.-% Wassergehalt, getrocknet werden.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei der mechanischen Vortrocknung gebildetes Preßwasser anaerob aufbereitet und das hierbei entstehende methanhältige Gas energetisch genutzt wird, vorzugsweise als Energieträger für die Dampferzeugung im Brauereiverbund eingesetzt wird.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei Verbrennung der getrockneten Biertreber (15) entstehende Abgase gemeinsam mit in einem Dampfkessel der Brauerei gebildeten Abgasen abgeführt werden (Fig. 1).

11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** Gemische aus Biertreber und anderen organischen, biogenen Abfällen thermisch verwertet werden.

12. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, mit einem für Biertreber (1) eine erste Trocknungsstufe (2) bildenden mechanischen Trockner (3; 21) und mit einem für mechanisch entwässerte Biertreber (5) eine weitere Trocknungsstufe (4) bildenden thermischen Trockner (6; 22) sowie mit einer Einrichtung (17; 23) zum thermischen Verwerten durch Verbrennen oder Vergasen der getrockneten Biertreber (15), **dadurch gekennzeichnet, daß** in den thermischen Trockner (6; 22) eine Rauchgas aus einem Dampfkessel des Brauereienergieverbundes ableitende Leitung (7) mündet.

13. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einrichtung zum thermischen Verwerten der Biertreber einen Verbrennungskessel (17) aufweist (Fig. 1).

14. Anlage nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Verbrennungskessel (17) mit einer Dampferzeugungseinrichtung (18) ausgestattet ist (Fig. 1).

15. Anlage nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Dampferzeugungseinrichtung (18) mit dem Energieverbund der Brauerei gekoppelt ist (Fig. 1).

16. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine vom Verbrennungskessel (17) ausgehende Rauchgasableitung in eine Abgasanlage einer Biererzeugungsanlage (8) mündet (Fig. 1).

17. Anlage nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Abgasleitung (14) vom thermischen Trockner (6) in die Abgasanlage der Biererzeugungsaniage (8) mündet (Fig. 1).

18. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einrichtung zur thermischen Verwertung eine Vergasungseinrichtung (23) aufweist (Fig. 2).

19. Anlage nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine von der Vergasungseinrichtung (23) ausgehende und im Vergaser erzeugte Gase ableitende Leitung (25) zu einem Brenner (19) eines Dampfkessels des Energieverbundes der Brauerei (8) führt (Fig. 2).

20. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche

12 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** der mechanische Trockner eine Siebbandpresse (21) aufweist (Fig. 2).

21. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** der mechanische Trockner eine Schneckenpresse (3) aufweist (Fig. 1).

22. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** der thermische Trockner einen Konvektionstrockner (22) aufweist (Fig. 2).

23. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** der thermische Trockner eine mit Solarenergie betreibbare Trockeneinrichtung aufweist.

24. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** die thermische Trocknung, die Vergasung und die Verbrennung in einer apparativen Einrichtung zusammengefaßt sind.

25. Anlage nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine die heißen Abgase aus der die thermische Trocknung, die Vergasung und die Verbrennung aufweisenden Einrichtung ableitende Leitung direkt zu dem Dampfkessel des Energieverbrauchers der Brauerei geführt ist.

Claims

1. A method for the thermal utilization of wet spent grain (1), wherein the wet spent grain (1) is mechanically pre-dried in a first drying stage (2), is thermally dried in a further drying stage (4) and finally is thermally utilized by way of combustion or gasification, **characterized in that** in the further drying stage (4) the mechanically dewatered spent grain (15) is heated by aid of a smoke gas being produced within the energy circuit of a brewery.

2. A method according to claim 1, **characterized in that** the smoke gas being produced in the brewery is formed when burning natural gas for the purpose of vapor generation.

3. A method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the gas forming in the gasification of spent grain is used energetically, preferably as an energy carrier for the vapor generation within the brewery circuit (Fig. 2).

4. A method according to one or several of claims 1 to 3, **characterized in that** for the mechanical pre-drying of the spent grain there is carried out a complementary drying for removing capillary water by aid of electric fields.

5. A method according to one or several of claims 1 to 4, **characterized in that** for the mechanical pre-drying of the spent grain (1) there is carried out a complementary drying for removing capillary water by aid of high-frequency fields.

6. A method according to one or several of claims 1 to 5, **characterized in that** the mechanical pre-drying of the spent grain is carried out to result in a water content of at least 65, preferably at least 62% by mass.

7. A method according to one or several of claims 1 to 6, **characterized in that** solar energy is additionally used for the thermal drying of the mechanically pre-dried spent grain (5).

8. A method according to one or several of claims 1 to 7, **characterized in that** in the further drying stage (4) the spent grain (5) is dried to a water content allowing its self-burning, preferably to a water content of at least 55% by mass.

9. A method according to one or several of claims 1 to 8, **characterized in that** press water formed in the mechanical pre-drying is treated in an anerobic manner and the methane-containing gas forming therein is used energetically, preferably as an energy carrier for the vapor generation within the brewery circuit.

10. A method according to one or several of claims 1 to 9, **characterized in that** offgases forming in the combustion of the dried spent grain (15) are carried off along with offgases formed in a steam boiler of the brewery (Fig. 1).

11. A method according to one or several of claims 1 to 10, **characterized in that** mixtures of spent grain and other organic, biogenous wastes are thermally utilized.

12. A plant for carrying out the method according to one or several of claims 1 to 11, having a mechanical dryer (3; 21) constituting a first drying stage (2) for spent grain (1) and having a thermal dryer (6; 22) constituting a further drying stage (4) for mechanically dewatered spent grain (5) and having a means (17; 23) for thermally utilizing the dried spent grain (15) by way of combustion or gasification, **characterized in that** a duct (7) discharging smoke gas from a steam boiler of the energy circuit of the brewery runs into the thermal dryer (6; 22).

13. A plant according to claim 12, **characterized in that** the means for thermally utilizing the spent grain has a combustion boiler (17) (Fig. 1).

14. A plant according to claim 13, **characterized in that** the combustion boiler (17) is equipped with a steam-generating means (18) (Fig. 1).

15. A plant according to claim 14, **characterized in that** the steam-generating means (18) is connected with the energy circuit of the brewery (Fig. 1).

16. A plant according to one or several of claims 13 to 15, **characterized in that** a smoke-gas discharge duct departing from the combustion boiler (17) runs into an offgas installation of a plant (8) for producing beer (Fig. 1).

17. A plant according to claim 16, **characterized in that** an offgas duct (14) runs from the thermal dryer (6) into the offgas installation of the plant (8) for producing beer (Fig. 1).

18. A plant according to claim 12, **characterized in that** the means for the thermal utilization has a gasifying means (23) (Fig. 2).

19. A plant according to claim 18, **characterized in that** a duct (25) departing from the gasifying means (23) and discharging gases generated in the gasifier leads to a burner (19) of a steam boiler of the energy circuit of the brewery (8) (Fig. 2).

20. A plant according to one or several of claims 12 to 19, **characterized in that** the mechanical dryer has a screen belt press (21) (Fig. 2).

21. A plant according to one or several of claims 12 to 19, **characterized in that** the mechanical dryer has a screw press (3) (Fig. 1).

22. A plant according to one or several of claims 12 to 21, **characterized in that** the thermal dryer has a convection dryer (22) (Fig. 2).

23. A plant according to one or several of claims 12 to 21, **characterized in that** the thermal dryer has a drying means operable with solar energy.

24. A plant according to one or several of claims 12 to 23, **characterized in that** the thermal drying, the gasification and the combustion are combined in an apparative device.

25. A plant according to claim 24, **characterized in that** a duct discharging the hot offgases from the device comprising the thermal drying, the gasification and the combustion leads directly to the steam boiler of the energy consumer of the brewery.

Revendications

1. Procédé pour la valorisation thermique de drêches (1) mouillées, les drêches mouillées étant soumises à un préséchage mécanique dans une première phase de séchage (2), à un séchage thermique dans une autre phase de séchage (4), et enfin à une valorisation thermique par combustion ou gazéification, **caractérisé en ce que** dans l'autre phase de séchage (4), les drêches (15) déshydratées par la voie mécanique sont chauffées à l'aide d'un gaz de fumées produit dans le circuit d'énergie d'une brasserie.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le gaz de fumées produit dans la brasserie est formé lors de la combustion de gaz naturel dans le but de produire de la vapeur.

3. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** le gaz produit lors de la gazéification des drêches est utilisé sur le plan énergétique, de préférence mis en oeuvre comme support d'énergie pour la production de vapeur dans le circuit d'une brasserie (figure 2).

4. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** pour le préséchage mécanique des drêches, on effectue un séchage complémentaire pour enlever l'eau capillaire à l'aide de champs électriques.

5. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** pour le préséchage mécanique des drêches (1), on effectue un séchage complémentaire pour enlever l'eau capillaire à l'aide de champs à haute fréquence.

6. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le préséchage mécanique des drêches est effectué jusqu'à une teneur en eau d'au moins 65 %, de préférence 62 % en masse.

7. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** pour le séchage thermique des drêches (5) préséchées par voie mécanique, on met additionnellement en oeuvre de l'énergie solaire.

8. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** dans l'autre phase de séchage (4), les drêches (5) sont séchées jusqu'à une teneur en eau permettant leur autocombustion, de préférence jusqu'à au moins 55 % en

masse.

9. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** de l'eau sous pression formée lors du préséchage mécanique est traitée en milieu anaérobie et le gaz contenant du méthane, qui se forme ici, est exploité sur le plan énergétique, de préférence comme support d'énergie pour la production de vapeur dans le circuit d'une brasserie.

10. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** les gaz résiduaires se produisant lors de la combustion des drêches séchées (15) sont évacués conjointement avec les gaz résiduaires formés dans une chaudière de la brasserie (figure 1).

11. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le mélange de drêches et d'autres déchets organiques biogènes sont soumis à une valorisation thermique.

12. Installation pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 11, comportant un séchoir mécanique (3 ; 21) formant une première phase de séchage (2) pour des drêches (1), et un séchoir thermique (6 ; 22) formant une autre phase de séchage (4) pour des drêches (5) déshydratées par la voie mécanique, ainsi qu'un dispositif de valorisation thermique (17 ; 23) par combustion ou gazéification des drêches séchées (15), **caractérisée en ce que** dans le séchoir thermique (6 ; 22) débouche une conduite d'évacuation du gaz de fumées provenant d'une chaudière du circuit d'énergie de la brasserie.

13. Installation selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** le dispositif de valorisation thermique des drêches présente une chaudière de combustion (17) (figure 1).

14. Installation selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** la chaudière de combustion (17) est équipée d'un dispositif de production de vapeur (18) (figure 1).

15. Installation selon la revendication 14, **caractérisée en ce que** le dispositif de production de vapeur (18) est accouplé au circuit d'énergie de la brasserie (figure 1).

16. Installation selon l'une ou plusieurs des revendications 13 à 15, **caractérisée en ce qu'**une conduite d'évacuation provenant de la chaudière de combustion (17) débouche dans une installation de gaz résiduaires d'une installation de production de bière (8) (figure 1).

17. Installation selon la revendication 16, **caractérisée en ce qu'**une conduite d'évacuation (14) débouche depuis le séchoir thermique (6) dans l'installation d'évacuation de gaz résiduaires de l'installation de production de bière (8) (figure 1).

18. Installation selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** le dispositif de valorisation thermique présente un dispositif de gazéification (23) (figure 2).

19. Installation selon la revendication 18, **caractérisée en ce qu'**une conduite (25) partant du dispositif de gazéification (23) et évacuant les gaz produits dans le gazéificateur mène à un brûleur (19) d'une chaudière du circuit d'énergie de la brasserie (8) (figure 2).

20. Installation selon l'une ou plusieurs des revendications 12 à 19, **caractérisé en ce que** le séchoir mécanique présente une presse à bande de filtration (21) (figure 2).

21. Installation selon l'une ou plusieurs des revendications 12 à 19, **caractérisé en ce que** le séchoir mécanique présente une extrudeuse (3) (figure 1).

22. Installation selon l'une ou plusieurs des revendications 12 à 21, **caractérisé en ce que** le séchoir thermique présente un séchoir à convection (22) (figure 2).

23. Installation selon l'une ou plusieurs des revendications 12 à 21, **caractérisé en ce que** le séchoir thermique présente un dispositif de séchage susceptible de fonctionner à l'énergie solaire.

24. Installation selon l'une ou plusieurs des revendications 12 à 23, **caractérisé en ce que** le séchage thermique, la gazéification et la combustion sont rassemblés dans un ensemble d'appareils.

25. Installation selon la revendication 24, **caractérisé en ce qu'**une conduite évacuant les gaz résiduaires chauds hors de l'ensemble dans lequel ont lieu le séchage, la gazéification et la combustion est amenée directement à la chaudière du consommateur d'énergie de la brasserie.

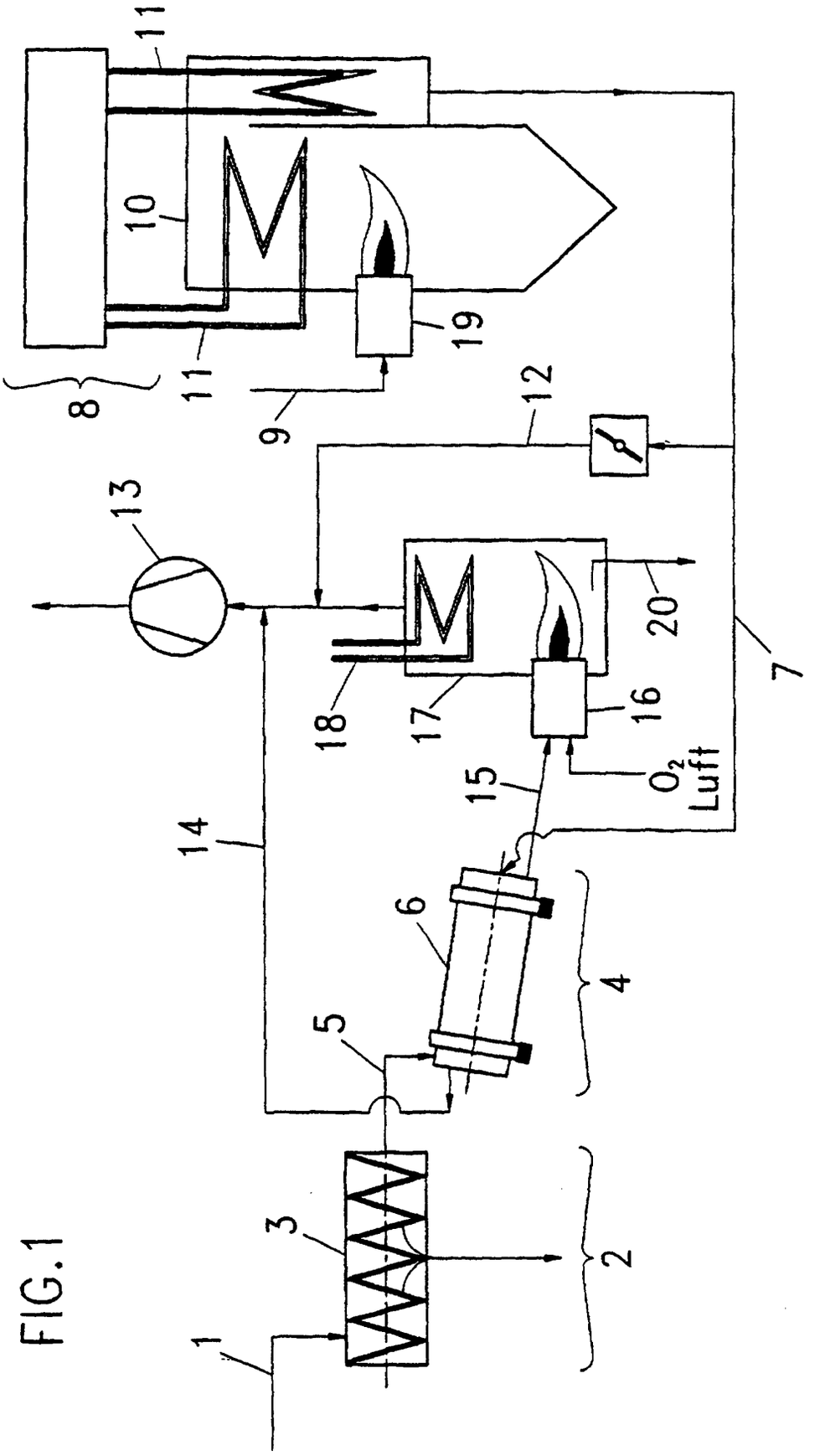


FIG.1

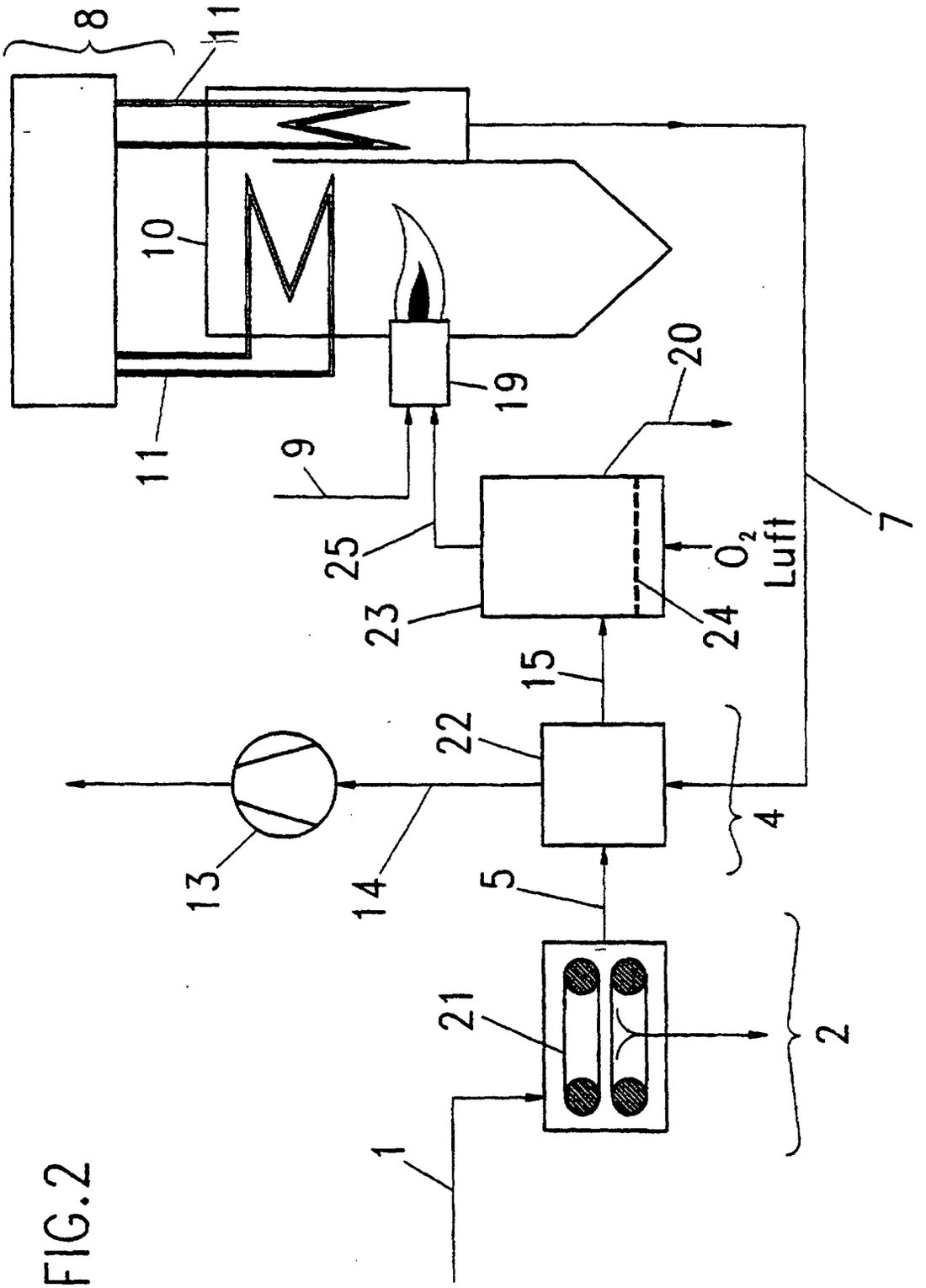


FIG.2