

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Mai 2011 (05.05.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/051494 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01K 23/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/066623

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. November 2010 (02.11.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 051 646.8
2. November 2009 (02.11.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/
DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GRUMANN, Ulrich**
[DE/DE]; Aurachweg 4, 91056 Erlangen (DE). **MUCH,**
Ulrich [DE/DE]; Windsheimer Str. 5, 91056 Erlangen
(DE). **PICKARD, Andreas** [DE/DE]; Beethovenstr. 3,
91325 Adelsdorf (DE). **ROST, Mike** [DE/DE]; Hart-
mannstr. 135, 91058 Erlangen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

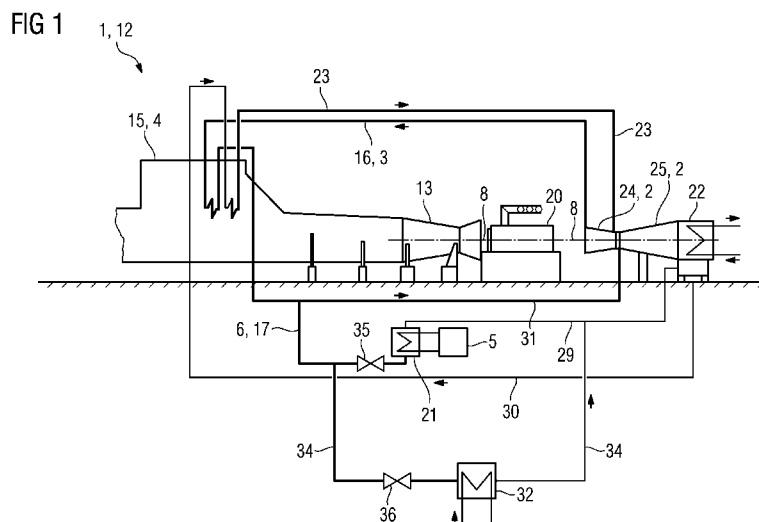
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR RETROFITTING A FOSSIL-FUELED POWER STATION WITH A CARBON DIOXIDE SEPARATION DEVICE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM NACHRÜSTEN EINER FOSSIL BEFEUERTEN KRAFTWERKSANLAGE MIT EINER KOHLENDIOXID-ABSCHIEDEVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method for retrofitting a fossil-fueled power station (1) having a multiple-casing steam turbine (2) with a carbon dioxide separation device (5), in which the maximum flow rate of the steam turbine (2) is adjusted to the process steam (17) that is to be removed for the operation of the carbon dioxide separation device (5), the carbon dioxide separation device (5) is connected to an intermediate superheater line (33) via a process steam line (6), and an auxiliary condenser (32) is mounted in parallel to the carbon dioxide separation device (3) so that excess process steam (17) is condensed in the auxiliary condenser (32) in the event of failure or a deliberate shut-off of the carbon dioxide separation device (3).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/051494 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Nachrüsten einer mehrgehäusigen Dampfturbine (2) umfassenden fossil befeuerten Kraftwerksanlage (1) mit einer Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung (5), bei dem die Schluckfähigkeit der Dampfturbine (2) an den für den Betrieb der Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung (5) zu entnehmenden Prozessdampf (17) angepasst wird, die Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung (5) über eine Prozessdampfleitung (6) an einer Zwischenüberhitzungsleitung (33) angeschlossen wird, und parallel zur Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung (3) ein Hilfskondensator (32) geschaltet wird, sodass bei Ausfall oder gewollter Abschaltung der Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung (3) überschüssiger Prozessdampf (17) in dem Hilfskondensator (32) kondensiert wird.

Beschreibung

Verfahren zum Nachrüsten einer fossil befeuerten Kraftwerks-
anlage mit einer Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung

5

Für die Abscheidung von Kohlendioxid aus Abgasen von fossil
befeuerten Kraftwerksanlagen, wie beispielsweise Gas- und
Dampfkraftwerksanlagen (GUD) oder Kohle befeuerten Dampf-
kraftanlagen (DKW), ist eine große Menge an Energie erforder-
lich.

10

Bei Einsatz eines nasschemischen Absorptions-
Desorptionsverfahren zur Abscheidung von Kohlendioxid muss
diese Energie in Form von thermischer Energie zur Beheizung
des Desorptionsprozesses aufgebracht werden. Üblicherweise
wird dazu Niederdruckdampf aus dem Wasserdampfkreislauf der
Kraftwerksanlage verwendet.

15

Bestehende GUD oder KKW Kraftwerke ohne Kohlendioxid-
Abscheidung müssen zur Erfüllung von Emissionsvorschriften
mit einer Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung nachgerüstet wer-
den. Derartige Altanlagen weisen in der Regel noch nicht ent-
sprechende Vorkehrungen (Capture Readiness) zur Nachrüstung
einer Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung auf.

20

So kann zum Beispiel das Maschinenhaus für die zusätzliche
Verrohrung zur Entnahme des Niederdruckdampfes nicht ausrei-
chend groß dimensioniert sein, oder die Dampfturbine bzw. der
Kraftwerksprozess ist für die Entnahme von Niederdruckdampf
nicht entsprechen konfiguriert. Bei Dampfturbinen mit ge-
trenntem Gehäuse für die Mittel- und Niederdruckstufe ist zu-
mindest die Entnahme von Niederdruckdampf an der Überström-
leitung auf einfache Weise möglich. Hingegen bei Dampfturbi-
nen mit einer eingehäusigen Mittel- und Niederdruckstufe sind
nachträgliche Umbauten zur Entnahme der erforderlichen großen
Dampfmenge oft nicht realisierbar, weshalb die Turbine in
diesem Fall ausgetauscht werden muss. Auf jeden Fall muss je-
doch bei Entnahme von Niederdruckdampf aus der Überströmlei-

25

30

35

tung in den Niederdruckteil, der Niederdruckteil an die geänderte Schluckfähigkeit (Dampfvolumenstrom) angepasst werden.

Die Entnahme von Dampf aus anderen Quellen innerhalb des Kraftwerksprozesses ist ebenfalls nicht wirtschaftlich, oder auf geeignete Weise möglich. So führt beispielsweise eine Entnahme aus einer Zwischenüberhitzungsleitung der Dampfturbine ohne weitere Maßnahmen zur Schieflast des Kessels. Auch die Entnahme von höherwertigem Dampf für die Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung muss ohne weitere Maßnahmen ausgeschlossen werden, da dies zu unvermeidbaren Energieverlusten führt.

Ein weiteres Problem, das mit der Nachrüstung einer Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung entsteht ist, dass bei Abschaltung oder Ausfall der Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung schlagartig der nun nicht benötigte Niederdrucktemperaturdampf überschüssig anfällt. Dieser überschüssige Dampf kann nun nicht einfach wieder in den Dampfturbinenprozess zurück geführt werden, da dieser auf einen Betrieb mit Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung, also für eine geringere Dampfmenge ausgelegt ist.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein kostengünstiges Verfahren zur Nachrüstung einer Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung anzugeben, wobei die fossil befeuerte Kraftwerksanlage auch dann weiter betrieben werden können soll, wenn die Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung nicht in Betrieb ist oder abgeschaltet wird.

Gelöst wird Aufgabe der Erfindung durch die Merkmale des Anspruchs 1.

Erfindungsgemäß wird die fossil befeuerte Kraftwerksanlage mit einer Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung nachgerüstet. Die fossil befeuerte Kraftwerksanlage kann dabei eine Gas- und Dampfturbinenkraftwerksanlage (GUD) mit einem Abhitzedampferzeuger (AHDE) oder eine Dampfkraftwerksanlage (DKW) mit einem

befeuerten Kessel (Boiler) sein. Die GUD oder DKW Anlage umfasst weiterhin eine Dampfturbine.

Die Erfindung geht von einer Dampfturbine aus, die eine eingehäusige Mittel- und Niederdruckstufe hat. Neben der Mittel- und Niederdruckstufe umfasst die Dampfturbine zudem noch eine Hochdruckstufe in einem separaten Gehäuse.

Die erfindungsgemäße Nachrüstung der fossil befeuerten Kraftwerksanlage mit einer Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung erfolgt in mehreren Schritten, die gleichzeitig oder auch in unterschiedlicher Reihenfolge erfolgen können.

Dabei wird die Mittel- und Niederdruckstufe der Dampfturbine in einem Schritt an die neue Schluckfähigkeit angepasst, die sich durch die Entnahme von Prozessdampf für den Betrieb der Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung ändert. Dabei werden entweder der Dampfturbinenpfad durch Austausch von Komponenten angepasst oder Teile der Niederdruckstufe ersetzt. Die Wahl der Optionen wird durch die vorhandene Dampfturbine und die zu entnehmenden Dampfmassenströme bestimmt. In einem weiteren Schritt wird die Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung über eine Prozessdampfleitung an einer Zwischenüberhitzungsleitung angeschlossen. Im Falle eines Abschaltens der Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung wird der Niederdruckdampf weiterhin aus der Überströmleitung entnommen. Deshalb wird parallel zur Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung in einem weiteren Schritt ein Hilfskondensator geschaltet. Der Hilfskondensator dient dazu, den bei Ausfall oder gewollter Abschaltung der Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung anfallenden überschüssigen Prozessdampf in dem Hilfskondensator zu kondensieren.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung über eine Prozessdampfleitung an der heißen Zwischenüberhitzungsleitung angeschlossen, sodass ein wiedererhitzer Dampf als Prozessdampf bereit gestellt wird. Alternativ dazu wird die Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung vorteilhaft über eine Pro-

zessdampfleitung an der kalten Zwischenüberhitzungsleitung angeschlossen, sodass ein teilentspannter Dampf als Prozessdampf bereit gestellt wird.

5 In einer besonderen Weiterentwicklung wird in die Prozessdampfleitung eine Gegendruckdampfturbine geschaltet. Durch die Gegendruckdampfturbine wird der entnommene Prozessdampf auf Prozessdampfzustand gebracht. Durch einen an die Gegendruckdampfturbine angeschlossenen Generator wird elektri-
10 sche Energie erzeugt. Dadurch ist die überschüssige Energie des Prozessdampfes zur Erzeugung elektrischer Energie nutzbar.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass die
15 Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung über eine Kondensatrückführleitung mit dem Kondensator der Dampfturbine verbunden wird. Die Kondensatrückführleitung erlaubt die Rückführung des in dem Desorptionsprozess verbrauchten Prozessdampfes in den Speisewasserkreislauf der Kraftwerksanlage.

20 Die fossil befeuerte Kraftwerksanlage ist vorteilhaft als Gas- und Dampfturbinenkraftwerksanlage (GUD) ausgestaltet, wobei der Dampferzeuger ein Abhitzedampferzeuger ist. Alternativ kann die fossil befeuerte Kraftwerksanlage auch als
25 Dampfturbinenkraftwerksanlage ausgestaltet sein, wobei der Dampferzeuger ein befeuerter Kessel ist.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert: Darin zeigt

30 FIG 1 Eine fossil befeuerte Kraftwerksanlage, die durch das erfindungsgemäße Verfahren mit einer Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung nachgerüstet wurde

35 FIG 2 Eine Weiterentwicklung der in FIG 1 dargestellten nachgerüsteten fossil befeuerte Kraftwerksanlage

FIG 3 Eine fossil befeuerte Kraftwerksanlage, die durch eine alternative Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung nachgerüstet wurde

5

FIG 4 Eine Weiterentwicklung der in FIG 3 dargestellten nachgerüsteten fossil befeuerte Kraftwerksanlage

FIG 1 zeigt eine fossil befeuerte Kraftwerksanlage 1 mit einer Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung 5. Die fossil befeuerte Kraftwerksanlage 1 ist hier als Gas- und Dampfkraftwerksanlage (GUD) 12 ausgestaltet. Die Gas- und Dampfturbinenanlage 12 ist vereinfacht dargestellt und besteht im Wesentlichen aus einer Gasturbine 13, einer Dampfturbine 2, einem Generator 20 und einem in den Abgaskanal der Gasturbine 13 geschalteten Dampferzeuger 4, ausgestaltet als Abhitzedampferzeuger 15. Die Dampfturbine 2 besteht aus einer Hochdruckstufe 24 und einer Mittel- und Niederdruckstufe 25. Die Gasturbine 13, der Generator 20 und die Dampfturbine 2 befinden sich auf einer gemeinsamen Welle 8. Der Dampfturbine 2 ist ein Kondensator 22 nachgeschaltet.

Die Hochdruckstufe 24 ist mit dem Dampferzeuger 4 frischdampfzuführend über eine Frischdampfleitung 23 und dampfrückführend über eine Dampfrückführleitung 3, bzw. eine kalte Zwischenüberhitzungsleitung 16 verbunden. Die Mittel- und Niederdruckstufe 25 ist über eine heiße Zwischenüberhitzungsleitung 31 mit dem Dampferzeuger 4 verbunden. An der heißen Zwischenüberhitzungsleitung 31 ist zur Anzapfung eines Prozessdampfes 17 eine Prozessdampfleitung 6 angeschlossen.

Bei der Nachrüstung wurde zunächst die Schluckfähigkeit der Mittel- und Niederdruckstufe 25 der Dampfturbine 2 angepasst. Dies erfolgte durch Austausch von Komponenten oder durch Anpassung von Teilen der Mittel- und Niederdruckstufe 25. Im Folgenden wurde die Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung 5 über einen Wärmetauscher 21 durch eine Prozessdampfleitung 6 an der heißen Zwischenüberhitzungsleitung 31 angeschlossen. Wei-

terhin wurde parallel zur Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung 5 eine Bypassleitung 34 verlegt, in die ein Hilfskondensator 32 geschaltet.

5 Aus dem Wärmetauscher 21 wird über eine Kondensatrückführleitung 29 ein Kondensat in den Kondensator 22 ausgeleitet. Dazu ist die Kondensatrückführleitung 29 mit dem Kondensator 22 entsprechend verbunden. Schlussendlich ist eine Kondensatleitung 30 vorgesehen, die den Kondensator 22 mit dem Dampfer-
10 zeuger 4 verbindet, um den Speisewasserkreislauf zu schließen.

Im Betrieb der fossil befeuerte Kraftwerksanlage 1 bei eingeschalteter Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung 5 wird nun Prozessdampf 17 aus der heißen Zwischenüberhitzungsleitung 31
15 entnommen, und über die Prozessdampfleitung 6 dem Wärmetauscher 21 zugeführt, der wiederum die Wärme an die Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung 5 abgibt. In diesem Betriebsfall ist ein erstes Ventil 35, das in die Prozessdampfleitung 6
20 nach der Abzweigung der Bypassleitung 34 geschaltet ist, geöffnet. Ein zweites Ventil 36, dass in die Bypassleitung 34 vor dem Hilfskondensator 32 geschaltet ist, ist geschlossen.

Kommt es zu einer Störung in der Kohlendioxid-
25 Abscheidevorrichtung 5, oder wird diese abgeschaltet, muss der Prozessdampf 17 weiterhin aus der heißen Zwischenüberhitzungsleitung 31 entnommen werden, da die Mittel- und Niederdruckstufe 25 durch die Nachrüstung nun nicht mehr für die Aufnahme dieses Dampfes ausgelegt ist. Der Prozessdampf wird
30 deswegen über die Bypassleitung 34 in den Hilfskondensator 32 geleitet. Dazu wird das erste Ventil 35 geschlossen und das zweite Ventil 36 in der Bypassleitung 34 geöffnet.

FIG 2 zeigt eine Weiterentwicklung der in FIG 1 dargestellten
35 nachgerüsteten fossil befeuerte Kraftwerksanlage, die durch das erfindungsgemäße Verfahren mit einer Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung nachgerüstet wurde. In der in FIG 2 gezeigten Ausführungsform ist neben der Dampfturbine 2 eine Ge-

gendruckdampfturbine 7 vorgesehen, die in die Prozessdampf-
leitung 6 geschaltet ist. In der Gegendruckdampfturbine 7
findet ein Entspannungsprozess 18 des Prozessdampfes 17 zu
einem Sattdampf 26 statt. Der Prozessdampf 17 wird dabei
5 durch einen an die Gegendruckdampfturbine 7 angeschlossenen
Generator 9 in elektrische Energie umgewandelt. Die Aus-
trittstemperatur aus der Gegendruckdampfturbine liegt bei ca.
290 °C.

10 FIG 3 zeigt eine fossil befeuerte Kraftwerksanlage, die durch
eine alternative Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ver-
fahrens mit einer Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung nachge-
rüstet wurde. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wurde die
Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung 5 über einen Wärmetauscher
15 21 durch eine Prozessdampfleitung 6 bzw. Sattdampfleitung 28
an der kalten Zwischenüberhitzungsleitung 16 angeschlossen.
Eine Gegendruckdampfturbine ist nicht vorgesehen.

FIG 4 zeigt wie in FIG 3 die Entnahme von Prozessdampf 17,
20 bzw. den Anschluss der Prozessdampfleitung 6 an der kalten
Zwischenüberhitzungsleitung 16. In der Weiterentwicklung der
FIG 4 ist nun wie im Vergleich zur FIG 2 eine Gegendruck-
dampfturbine 7 in die Prozessdampfleitung 17 geschaltet. Die
Austrittstemperatur der Gegendruckdampfturbine 7 liegt bei ca
25 160 °C. Ebenfalls wie in FIG 2 ist ein Generator zur Stro-
merzeugung vorgesehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Nachrüsten einer eine mehrgehäusige Dampfturbine (2) umfassenden fossil befeuerten Kraftwerksanlage

- 5 (1) mit einer Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung (5), bei dem
- a) die Schluckfähigkeit der Dampfturbine (2) an den für den Betrieb der Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung (5) zu entnehmenden Prozessdampf (17) angepasst wird, und
 - 10 b) die Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung (5) über eine Prozessdampfleitung (6) an einer Zwischenüberhitzungsleitung (33) angeschlossen wird, und
 - c) parallel zur Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung (3) ein Hilfskondensator (32) geschaltet wird, sodass bei Ausfall oder gewollter Abschaltung der Kohlendioxid-
 - 15 Abscheidevorrichtung (3) überschüssiger Prozessdampf (17) in dem Hilfskondensator (32) kondensiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung (5) über eine Prozessdampfleitung (6) an

20 der heißen Zwischenüberhitzungsleitung (31) angeschlossen wird, sodass ein wiedererhitzer Dampf als Prozessdampf (17) bereit gestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung (5) über eine Prozessdampfleitung (6) an

25 der kalten Zwischenüberhitzungsleitung (16) angeschlossen wird, sodass ein teilentspannter Dampf als Prozessdampf (17) bereit gestellt wird.

30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem in die Prozessdampfleitung (6) eine Gegendruckdampfturbine (7) geschaltet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die

35 Kohlendioxid-Abscheidevorrichtung (5) über eine Kondensatrückführleitung (29) mit dem Kondensator (22) der Dampfturbine (2) verbunden wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die fossil befeuerte Kraftwerksanlage eine Gas- und Dampfturbinenkraftwerksanlage ist, wobei der Dampferzeuger ein Abhitze-dampferzeuger ist.

5

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die fossil befeuerte Kraftwerksanlage eine Dampfturbinenkraftwerksanlage ist, wobei der Dampferzeuger ein befeuerter Kessel ist.

10

8. Fossil befeuerte Kraftwerksanlage, die gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 nachgerüstet ist.

FIG 1

1, 12

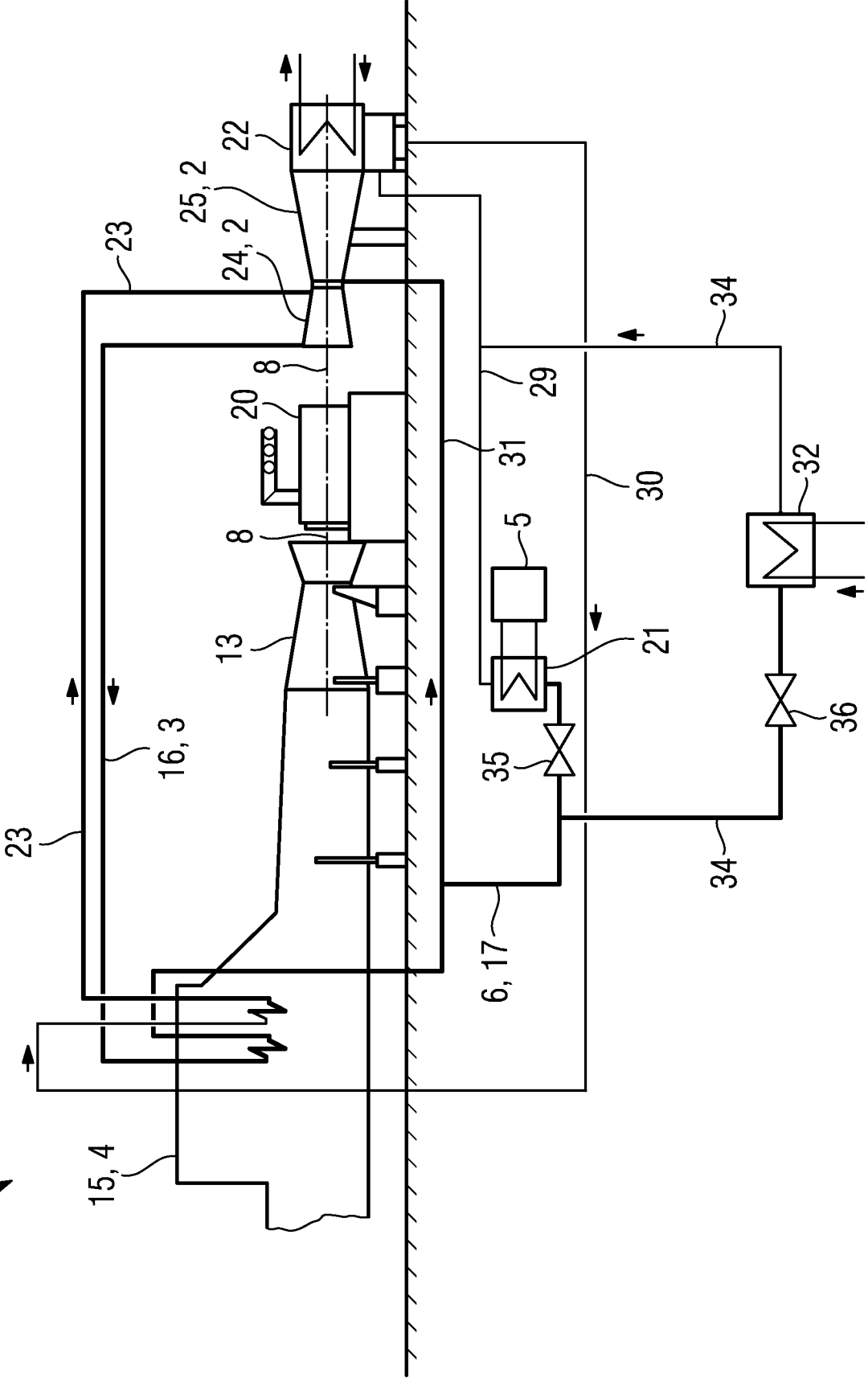


FIG 2

1, 12

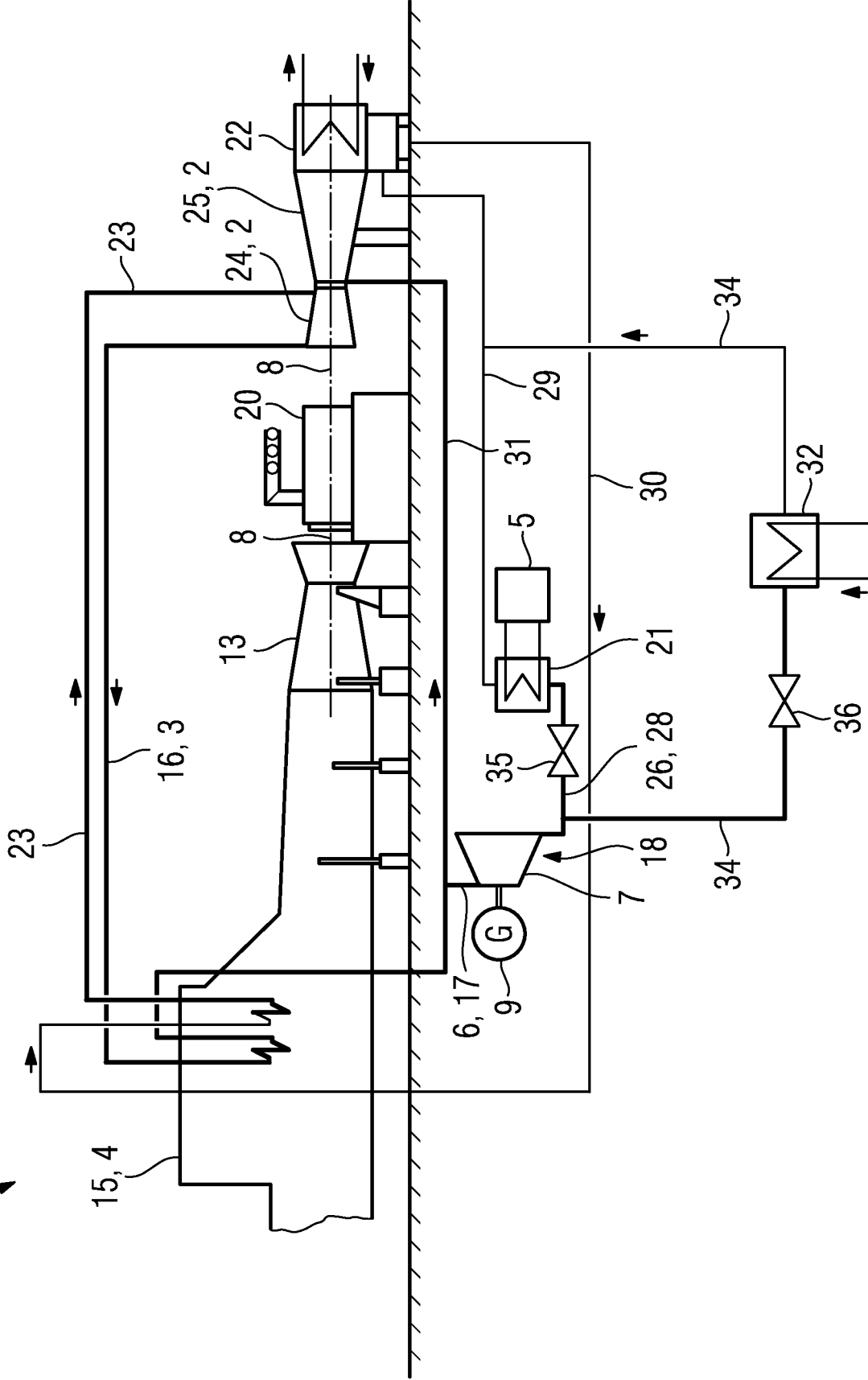


FIG 3

1, 12

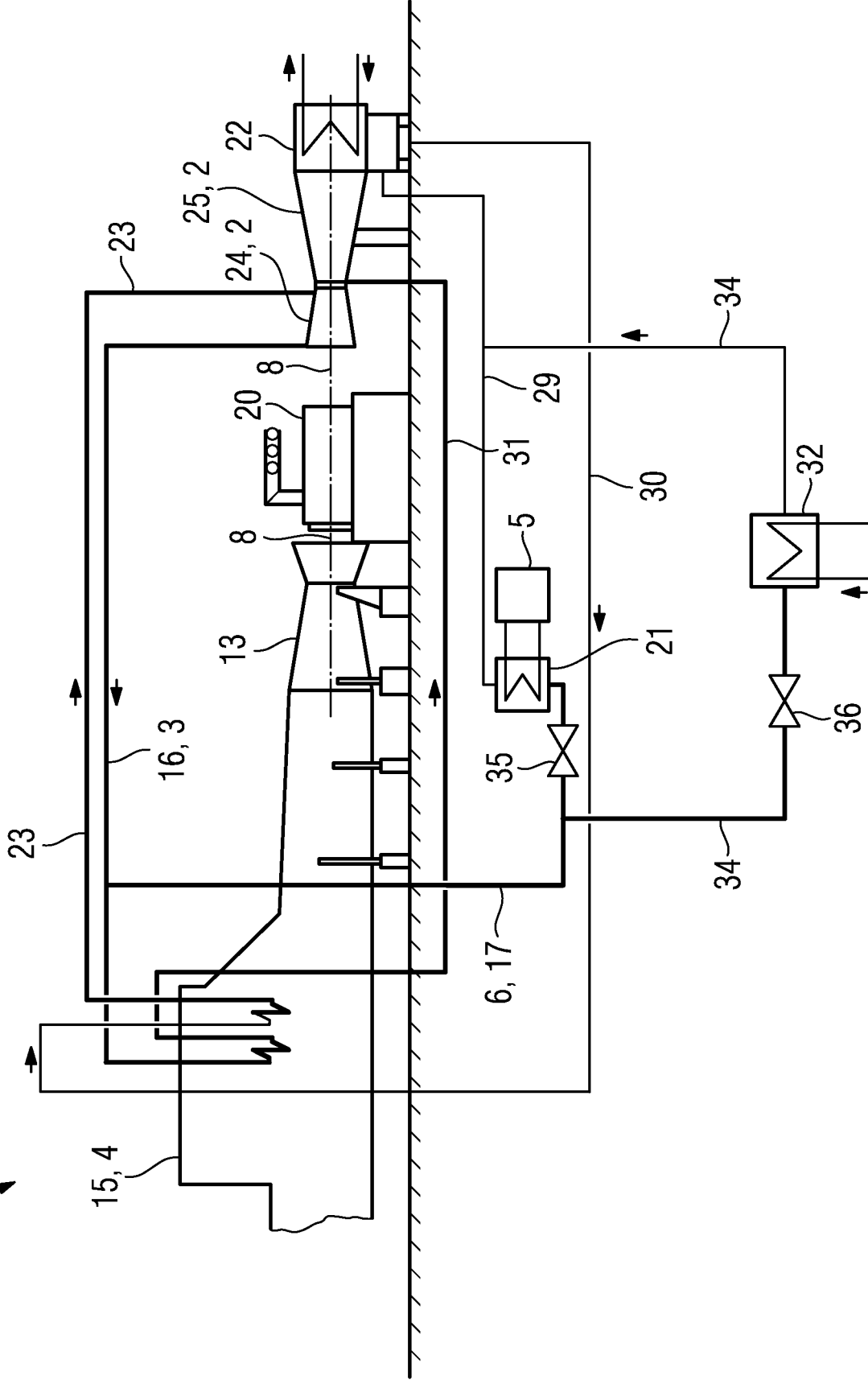


FIG 4

1, 12

