

(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
26. August 2010 (26.08.2010)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/094437 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F23J 15/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/000880

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Februar 2010 (12.02.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 009 476.8
19. Februar 2009 (19.02.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): LINDE-KCA-DRESDEN GMBH [DE/DE];
Bodenbacher Str. 80, 01277 Dresden (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MIHAILOWITSCH,
Dieter [DE/DE]; Isaraustrasse 14, 82538 Geretsried (DE).
STOFFREGEN, Torsten [DE/DE]; Franz-Bänsch-Str.
9a, 01217 Dresden (DE). WEISS, Martin [DE/DE];
Wurgwitzer Str. 56, 01705 Freital (DE).

(74) Anwälte: KASSECKERT, Rainer et al.; c/o Linde AG,
Legal Services Intellectual Property, Dr.-Carl-von-Linde-
Strasse 6-14, 82049 Pullach (DE).

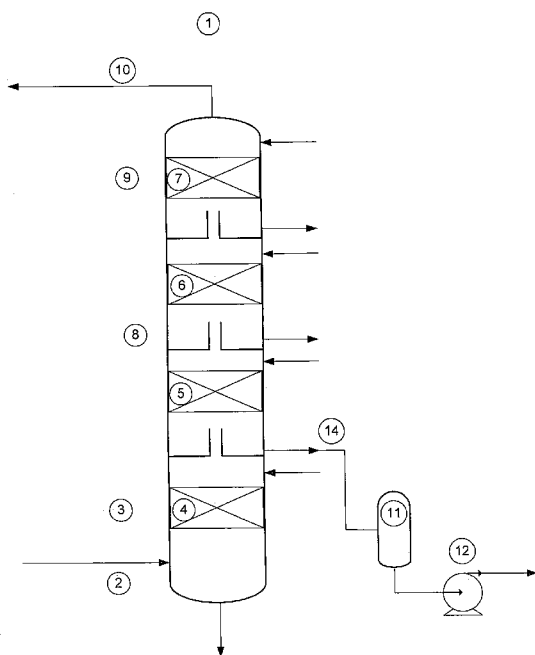
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (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, 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 AND DEVICE FOR PURIFYING A GAS STREAM CONTAINING CARBON DIOXIDE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR REINIGUNG EINES KOHLENDIOXIDHALTIGEN GASS-
TROMS



Figur 1

(57) Abstract: A method and a device for purifying a gas stream containing carbon dioxide are disclosed, wherein, firstly, in a lower region (3) of an absorption column (1) the gas stream is subjected to a prescrub to condition the gas stream and subsequently, in an upper region (8), of the absorption column (1) the carbon dioxide is at least partly scrubbed out of the gas stream by means of a scrubbing fluid. According to the invention, the construction of the absorption column may be improved, by withdrawing all the scrubbing fluid charged with the scrubbed carbon dioxide from the absorption column (1) and introduced into a reservoir (11) outside the absorption column (1) and then introduced into a scrubbing fluid pump (12) which pumps the scrubbing fluid to a scrubbing fluid regeneration stage.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Reinigung eines kohlendioxidhaltigen Gasstroms beschrieben, bei dem der Gasstrom zunächst in einem unteren Abschnitt (3) einer Absorptionskolonne (1) einer Vorwäsche zur Konditionierung des Gasstroms unterzogen wird und anschließend in einem oberen Abschnitt (8) der Absorptionskolonne (1) das Kohlendioxid zumindest teilweise mit einer Waschflüssigkeit aus dem Gasstrom ausgewaschen wird. Zur Verbesserung der Konstruktion der Absorptionskolonne wird vorgeschlagen, dass die gesamte, mit dem ausgewaschenen Kohlendioxid beladene Waschflüssigkeit aus der Absorptionskolonne (1) abgezogen und einem außerhalb der Absorptionskolonne (1) angeordneten Vorlagebehälter (11) zugeführt und anschließend einer Waschflüssigkeitspumpe (12) aufgegeben wird, die die Waschflüssigkeit zu einer Waschmittelregenerierungsstufe pumpt.

WO 2010/094437 A2



Veröffentlicht:

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

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Reinigung eines kohlendioxidhaltigen Gasstroms

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung eines kohlendioxidhaltigen Gasstroms, wobei der Gasstrom zunächst in einem unteren Abschnitt einer

5 Absorptionskolonne einer Vorwäsche zur Konditionierung des Gasstroms unterzogen wird und anschließend in einem oberen Abschnitt der Absorptionskolonne das Kohlendioxid zumindest teilweise mit einer Waschflüssigkeit aus dem Gasstrom ausgewaschen wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

10 Zur Sicherstellung der Energieversorgung einer Volkswirtschaft sind Kraftwerke, also industrietechnische Anlagen zur Bereitstellung von insbesondere elektrischer und teilweise zusätzlicher thermischer Leistung, unverzichtbar. In solchen Kraftwerken wird Primärenergie eingesetzt, die nach entsprechender Umwandlung als Nutzenergie verfügbar gemacht wird. Dabei fallen in der Regel Gasströme an, die nicht ohne

15 weitere Reinigungsschritte an die Umwelt abgegeben werden können. Insbesondere in kalorischen Kraftwerken, bei denen fossile Brennstoffe, z.B. Kohle, Erdöl oder Erdgas, verbrannt werden, fallen üblicherweise als Rauchgase bezeichnete Abgasströme an, die umweltschädliche Bestandteile enthalten. Als umweltschädlicher Bestandteil wird dabei zunehmend CO₂ betrachtet, welches als klimaschädliches Gas eingestuft wird.

20

In jüngster Zeit werden neue Kraftwerkskonzepte vorgeschlagen, bei denen CO₂ abgeschieden und einer weiteren Verwendung zugeführt wird.

Ziel dieser neuen Konzepte ist es, das bei der Verbrennung der fossilen Brennstoffe entstehende Kohlendioxid nach Abscheidung in geeigneten Lagerstätten,

25 insbesondere in bestimmten Gesteinsschichten oder salzwasserführenden Schichten, zu verpressen und somit den Kohlendioxidausstoß zur Atmosphäre zu begrenzen.

Dadurch soll die klimaschädliche Wirkung von Treibhausgasen wie Kohlendioxid reduziert werden. Die derzeitigen Konzepte werden in der Fachwelt als sogen. CCS-Technologie (Carbon, Capture and Sequestration) bezeichnet.

30

Kohlendioxidhaltige Gasströme fallen auch bei sonstigen Großfeuerungsanlagen an, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Hierzu zählen z.B. Industrieöfen,

Dampfkessel und ähnliche thermische Großanlagen zur Strom- oder Wärmeerzeugung.

Zum Auswaschen des Kohlendioxids aus drucklosen Rauchgasen können z.B.

- 5 Waschmittel auf Aminbasis verwendet werden. Um den Waschprozess möglichst effizient gestalten zu können, muss der Rauchgasstrom vor Eintritt in die eigentliche Waschsektion entsprechend konditioniert werden. Hierzu muss der Rauchgasstrom auf die geeignete Temperatur heruntergekühlt werden. Außerdem müssen Spuren
- 10 schädlicher Inhaltsstoffe wie z.B. SO_2 aus dem Rauchgasstrom vor der eigentlichen CO_2 -Wäsche entfernt werden. Dies geschieht im Regelfall mit Hilfe einer Vorwäsche mit Wasser und gegebenenfalls basischen Zuschlagstoffen (abhängig von den Spuren und deren Gehalt). Die Vorwäsche kann als getrennter Apparat aufgestellt oder als zusätzlicher Apparat in die eigentliche Wäsche integriert sein.
- 15 Beide Varianten weisen jedoch bei den bisher realisierten Ausgestaltungen spezifische Nachteile auf.

So erfordert beispielsweise eine getrennte Aufstellung der Vorwäsche eine große Anlagengrundfläche. Außerdem tritt aufgrund der notwendigen zusätzlichen

- 20 Rohrleitungen ein zusätzlicher Druckverlust auf. Schließlich muss die Gasverteilung zweimalig auf einen großen Kolonnenquerschnitt berücksichtigt werden (Vorwäsche und Waschkolonne).

Andererseits treten bei einer in die Absorptionskolonne integrierten Aufstellung der

- 25 Vorwäsche aufgrund der Pumpenvorlage der eigentlichen Waschsektion große Lasten innerhalb der Absorptionskolonne auf. Darüber hinaus ist aufgrund des notwendigen Flüssigkeitsvoluminens für den Pumpenvorlauf zusätzliche Kolonnenhöhe erforderlich. Dies hat wiederum negative Einflüsse auf Fundamente, Statik und Wandstärken.

- 30 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens so auszugestalten, dass auf wirtschaftliche Weise eine technische Konstruktion der Absorptionskolonne realisiert wird

Diese Aufgabe wird verfahrensseitig erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die gesamte, mit dem ausgewaschenen Kohlendioxid beladene Waschflüssigkeit aus der Absorptionskolonne abgezogen und einem außerhalb der Absorptionskolonne angeordneten Vorlagebehälter zugeführt und anschließend einer

- 5 Waschflüssigkeitspumpe aufgegeben wird, die die Waschflüssigkeit zu einer Waschmittelregenerierungsstufe pumpt.

Durch die Integration der Vorwäsche in die Absorptionskolonne bei gleichzeitiger Auslagerung des notwendigen Flüssigkeitsvolumens für den Pumpenvorlauf werden
10 die genannten Nachteile bisheriger Verfahren mit getrennter Aufstellung der Vorwäsche bezüglich Platzbedarf, Druckverlust und Fehlverteilung vermieden. Gleichzeitig werden die Probleme bisheriger Verfahren mit integrierter Aufstellung des Apparats zur Vorwäsche bezüglich Zusatzlasten durch die Flüssigkeitsvolumina für den Pumpenvorlauf umgangen.

15

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird die Vorwäsche in einem als unterstes Absorberbett ausgeführten Abschnitt der Absorptionskolonne durchgeführt. Dabei umfasst die Absorptionskolonne z.B. insgesamt vier Absorptionsbetten, wobei das oberste Absorptionsbett zur Rückwäsche dient, während
20 die beiden mittleren Absorptionsbetten zur eigentlichen Auswaschung des Kohlendioxids vorgesehen sind. Das unterste Absorptionsbett dient zur Vorwäsche des im Bodenbereich in die Absorptionskolonne eintretenden kohlendioxidhaltigen Gasstroms.

- 25 Vorteilhafterweise wird für die Waschflüssigkeit zur Abtrennung von Kohlendioxid ein physikalisch und/oder chemisch wirkendes Waschmittel verwendet. Insbesondere eignet sich hierfür ein Waschmittel, das zumindest ein Amin enthält.

Besondere Vorteile ergeben sich bei einer Anwendung der Erfindung auf

- 30 Großfeuerungsanlagen, insbesondere Kohlekraftwerke. Hierbei wird also der zu reinigende Gasstrom von einem kohlendioxidhaltigen Abgasstrom einer Großfeuerungsanlage, insbesondere eines Kraftwerks, gebildet, wobei in der Großfeuerungsanlage fossile Brennstoffe mit Luft verbrannt werden.

35

Das ausgewaschene Kohlendioxid kann aufbereitet und einer Nutzung und/oder Speicherung zugeführt werden. Hierzu kann das Kohlendioxid beispielsweise über Rohrleitungen zu einem Einsatzort transportiert und dort in Gesteinsschichten des Untergrunds oder in salzwasserführende Schichten verpresst werden.

5

Die Wäsche wird bevorzugt bei etwa atmosphärischem Druck, insbesondere bei einem Druck zwischen -100 mbar und +100 mbar, durchgeführt.

10

Außerdem erfolgt die Wäsche vorteilhafterweise bei einer Temperatur im Bereich von 20 bis 80°C, besonders bevorzugt im Bereich von 30 bis 45°C. Der Waschwasserumlauf der Vorwäsche wird zweckmäßigerweise mittels Kühlwasser oder Kaltwasser aus einer Kälteanlage gekühlt.

15

Mit Vorteil können alle Flüssigkeiten aus Zwischenentnahmen, insbesondere Seitenabzügen und Zwischenumläufen, und Sumpfentnahmen der Absorptionskolonne weiteren Vorlagebehälter zugeführt werden.

20

Gemäß einer Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird der Vorlagebehälter als Auffangreservoir für das Waschmittel der gesamten Anlage (dem sogen. Hold-up) verwendet.

25

Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Reinigung eines kohlendioxidhaltigen Gasstroms mit einer Absorptionskolonne, die einen unteren Abschnitt zur Vorwäsche des Gasstroms und einen oberen Abschnitt zur zumindest teilweisen Auswaschung des Kohlendioxids aus dem Gasstrom aufweist.

30

Vorrichtungsseitig wird die gestellte Aufgabe dadurch gelöst, dass die Absorptionskolonne über mindestens einen Flüssigkeitsabzug mit einem außerhalb der Absorptionskolonne angeordneten Vorlagebehälter in Verbindung steht, dem eine Waschflüssigkeitspumpe nachgeschaltet ist.

35

Gemäß einer Weiterbildung des Erfindungsgedankens können sämtliche Flüssigkeitsabzüge der Absorptionskolonne mit weiteren Vorlagebehältern in Verbindung stehen.

Vorzugsweise wird der Abschnitt zur Vorwäsche des Gasstroms vom untersten Absorptionsbett der Absorptionskolonne gebildet.

Die Absorptionskolonne weist zweckmäßigerweise einen Durchmesser von mindestens
5 3 m, insbesondere 10 bis 25 m, oder äquivalenten rechteckigen Querschnitt auf.

Die Erfindung eignet sich für alle denkbaren Großfeuerungsanlagen, bei denen kohlendioxidhaltige Gasströme anfallen. Hierzu zählen z.B. mit fossilen Brennstoffen betriebene Kraftwerke, Industrieöfen, Dampfkessel und ähnliche thermische
10 Großanlagen zur Strom- und/oder Wärmeerzeugung. Insbesondere eignet sich die Erfindung für so genannte CO₂-arme Kohlekraftwerke nach dem Post Combustion Capture Verfahren.

Im Folgenden soll die Erfindung anhand eines in der Figur schematisch dargestellten
15 Ausführungsbeispiels näher erläutert werden:

Die Figur zeigt eine Absorptionskolonne mit integrierter Vorwäsche.

Das kohlendioxidhaltige Rauchgas aus einem Kohlekraftwerk wird über Leitung 2 in
20 den unteren Abschnitt 3 der Absorptionskolonne 1 eingeleitet. In diesem Abschnitt 3 ist ein Absorptionsbett 4 angeordnet, das eines von insgesamt vier Absorptionsbetten 4,5,6,7 der Absorptionskolonne 1 darstellt. Im Abschnitt 3 findet eine Vorwäsche des Gasstroms statt, in der der Gasstrom auf die für die eigentliche CO₂-Wäsche gewünschte Temperatur von ca. 30 bis 35°C abgekühlt und von Spuren schädlicher
25 Inhaltsstoffe, insbesondere SO₂, weitgehend befreit wird. Hierzu wird Wasser, eventuell mit basischen Zuschlagstoffen, z.B. Ammoniumverbindungen, über dem Absorptionsbett 3 verrieselt. Der so vorgereinigte und abgekühlte Gasstrom wird im darüber liegenden Abschnitt 8 der Absorptionskolonne 1 der eigentlichen CO₂-Wäsche unterzogen. Hier wird ein Großteil, insbesondere mehr als 90 Vol %, des Kohlendioxids aus dem
30 Gasstrom ausgewaschen. Dazu wird eine Waschflüssigkeit auf Aminbasis über den Absorptionsbetten 5 und 6 verrieselt. Oberhalb des Abschnitts 8 schließt sich noch ein oberster Abschnitt 9 der Absorptionskolonne 1 mit einem Absorptionsbett 7 an. Dieser Abschnitt 9 dient zur Rückwäsche. Der von Kohlendioxid weitestgehend gereinigte Gasstrom wird schließlich als Reingas über Leitung 10 abgezogen und kann an die
35 Umwelt abgegeben werden. Die mit dem Kohlendioxid beladene Waschflüssigkeit wird

über Leitung 14 aus der Absorptionskolonne 1 abgezogen und dem Vorlagebehälter 11
zugeführt. Der Vorlagebehälter 11 ist in geeigneter Höhe oberhalb der
Waschflüssigkeitspumpe 12 aufgestellt, um als Zulauf zur Waschflüssigkeitspumpe zu
dienen. Die Waschflüssigkeitspumpe 12 pumpt die beladene Waschflüssigkeit zu einer
5 in der Figur nicht dargestellten Waschmittelregenerierungsstufe. Von dort kann die
regenerierte Waschflüssigkeit dann wieder zum obersten Abschnitt 9 der
Absorptionskolonne 1 zurückgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung eines kohlendioxidhaltigen Gasstroms, wobei der Gasstrom zunächst in einem unteren Abschnitt einer Absorptionskolonne einer Vorwäsche zur Konditionierung des Gasstroms unterzogen wird und anschließend
5 in einem oberen Abschnitt der Absorptionskolonne das Kohlendioxid zumindest teilweise mit einer Waschflüssigkeit aus dem Gasstrom ausgewaschen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gesamte, mit dem ausgewaschenen Kohlendioxid beladene Waschflüssigkeit aus der Absorptionskolonne (1) abgezogen und einem außerhalb der Absorptionskolonne (1) angeordneten
10 Vorlagebehälter (11) zugeführt und anschließend einer Waschflüssigkeitspumpe (12) aufgegeben wird, die die beladene Waschflüssigkeit zu einer Waschmittelregenerierungsstufe pumpt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorwäsche in
15 einem als unterstes Absorberbett (4) ausgeführten Abschnitt (3) der Absorptionskolonne (1) durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasstrom von einem kohlendioxidhaltigen Abgasstrom einer Großfeuerungsanlage,
20 insbesondere eines Kraftwerks, gebildet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das ausgewaschene Kohlendioxid einer Nutzung oder Speicherung zugeführt wird.
- 25 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass für die Waschflüssigkeit ein physikalisch und/oder chemisch wirkendes Waschmittel verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein
30 Waschmittel verwendet wird, das als Bestandteil mindestens ein Amin enthält.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wäsche bei einem Druck zwischen -100 mbar und +100 mbar durchgeführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass weitere Flüssigkeiten aus Zwischenentnahmen, insbesondere Seitenabzügen und Zwischenumläufen, und Sumpfenentnahmen der Absorptionskolonne (1) jeweils einem weiteren Vorlagebehälter (11) zugeführt werden.

5

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorlagebehälter (11) als Auffangreservoir für das Kolonnen Hold-Up (Flüssigkeitsinhalt aller Kolonneneinbauten) verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorlagebehälter (11) als Auffangreservoir für das Waschmittel der gesamten Anlage (dem sogen. Hold-up) verwendet wird.

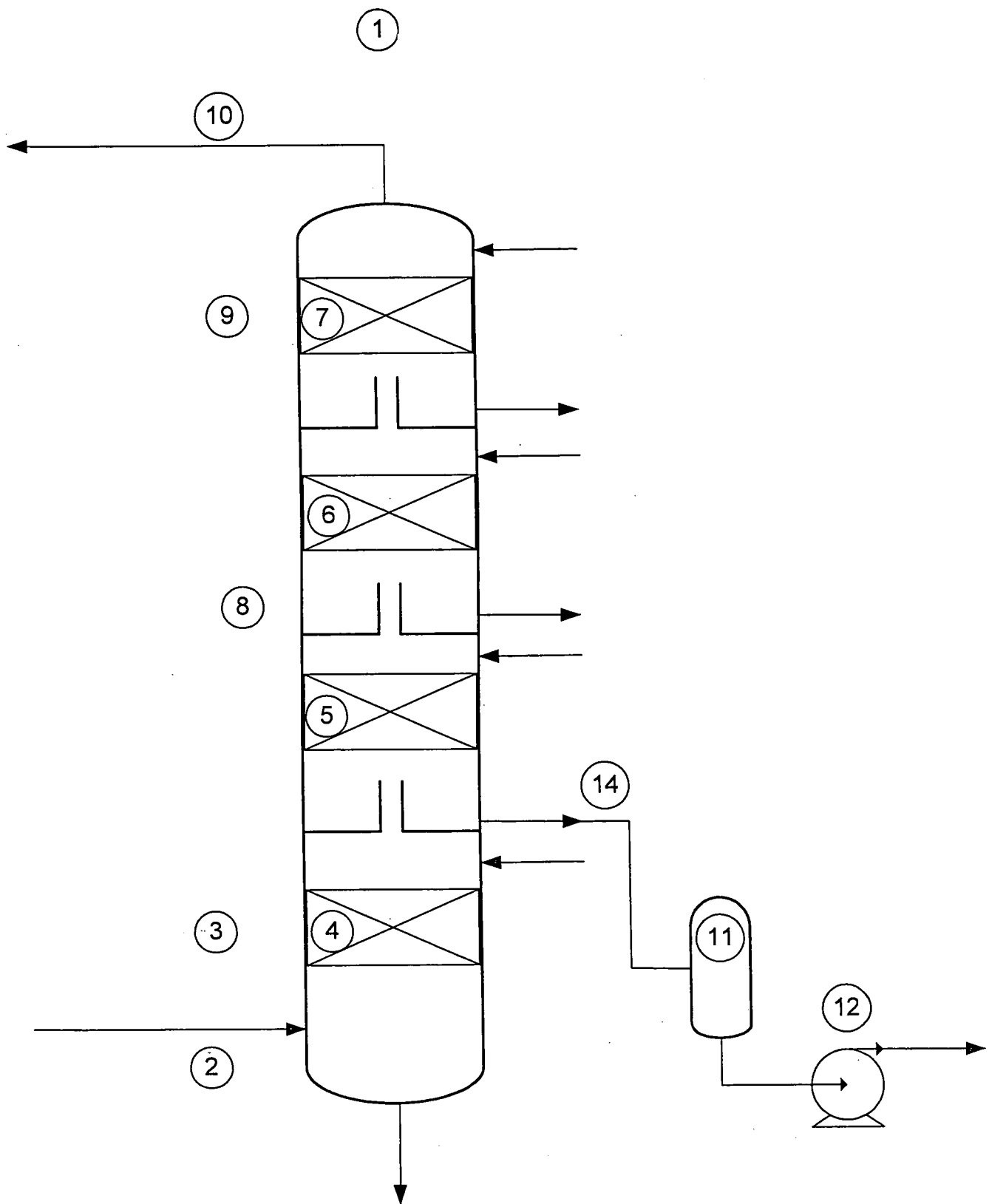
11. Vorrichtung zur Reinigung eines kohlendioxidhaltigen Gasstroms mit einer Absorptionskolonne, die einen unteren Abschnitt zur Vorwäsche des Gasstroms und einen oberen Abschnitt zur zumindest teilweisen Auswaschung des Kohlendioxids aus dem Gasstrom aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Absorptionskolonne (1) über mindestens einen Flüssigkeitsabzug mit einem außerhalb der Absorptionskolonne (1) angeordneten Vorlagebehälter (11) in Verbindung steht, dem eine Waschflüssigkeitspumpe (12) nachgeschaltet ist.

25

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Abschnitt (3) zur Vorwäsche des Gasstroms vom untersten Absorptionsbett (4) der Absorptionskolonne (1) gebildet wird.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Absorptionskolonne (1) einen Durchmesser von mindestens 3 m, insbesondere 10 bis 25 m oder einen äquivalenten rechteckigen Querschnitt, aufweist.

30



Figur 1