

(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
12. Februar 2015 (12.02.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/018796 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B01D 53/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/066740

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. August 2014 (04.08.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102013215677.4 8. August 2013 (08.08.2013) DE

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: **KINZL, Markus**; Schillerstraße 11, 63128
Dietzenbach (DE). **KUETTEL, Diego Andres**; Sybelstr.
65, 34128 Kassel (DE). **JOH, Ralph**; Hauptstr. 64, 63500
Seligenstadt (DE). **SCHNEIDER, Rüdiger**; Hessenring
40, 65817 Eppstein (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, 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.

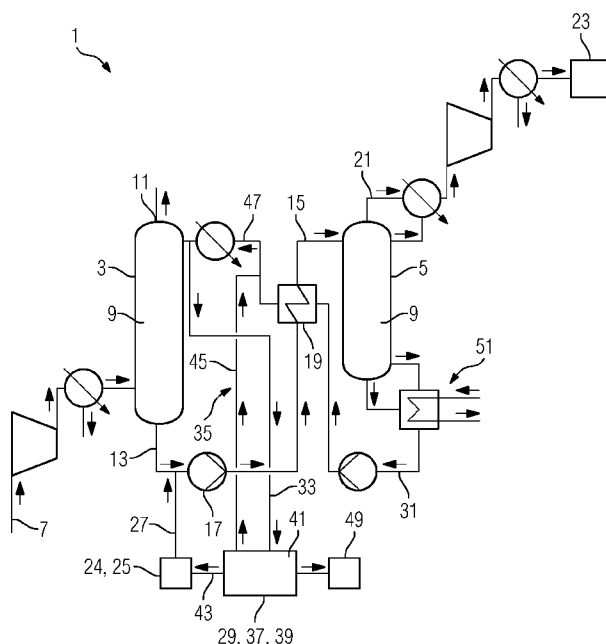
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PREPARING A GAS STREAM, IN PARTICULAR FOR PREPARING A FLUE GAS
STREAM

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR AUFBEREITUNG EINES GASSTROMS, INSBESONDERE
ZUR AUFBEREITUNG EINES RAUCHGASSTROMS



(57) Abstract: The invention relates to a method for
preparing a gas stream, in particular for preparing a flue gas
stream, wherein a gas stream is supplied to an absorber (3),
carbon dioxide contained in the gas stream is separated in
the absorber (3) by means of a washing medium (9), the
washing medium (9), loaded with carbon dioxide, is
supplied to a desorber (5), the carbon dioxide contained in
the washing medium (9) in the desorber (5) is released from
the washing medium (9), the washing medium in the
desorber (5), freed of carbon dioxide, is supplied to a
preparation stage (29) in which sulfur dioxide contained in
the washing medium (9) is separated as potassium sulfate,
and the washing medium (9) cleaned in the preparation stage
(29) is returned to the absorber (3). A regenerable activator
(24) is used in the washing medium (9) which increases the
absorption rate of the carbon dioxide in the washing medium
(9) and/or the desorption rate of the carbon dioxide from the
washing medium (9). The invention further relates to a
device (1) for performing such a method.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/018796 A1



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung eines Gasstroms, insbesondere zur Aufbereitung eines Rauchgasstroms, bei dem einem Absorber (3) ein Gasstrom zugeführt wird, im Gasstrom enthaltenes Kohlendioxid in dem Absorber (3) mittels eines Waschmediums (9) abgeschieden wird, das mit Kohlendioxid beladene Waschmedium (9) einem Desorber (5) zugeführt wird, das im Waschmedium (9) enthaltene Kohlendioxid in dem Desorber (5) aus dem Waschmedium (9) freigesetzt wird, das im Desorber (5) von Kohlendioxid befreite Waschmedium (9) einer Aufbereitungsstufe (29) zugeführt wird, in der im Waschmedium (9) enthaltene Schwefeloxide als Kaliumsulfat abgetrennt werden, und das in der Aufbereitungsstufe (29) gereinigte Waschmedium (9) in den Absorber (3) zurückgeführt wird. Hierbei wird im Waschmedium (9) ein regenerierbarer Aktivator (24) eingesetzt, der die Absorptionsrate des Kohlendioxids im Waschmedium (9) und/oder die Desorptionsrate des Kohlendioxids aus dem Waschmedium (9) erhöht. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung (1) zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Aufbereitung eines Gasstroms,
insbesondere zur Aufbereitung eines Rauchgasstroms

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung eines
Gasstroms, insbesondere zur Aufbereitung eines Rauchgas-
stroms. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung
zur Aufbereitung eines Gasstroms, insbesondere zur Aufberei-
10 tung eines Rauchgasstroms.

Vor dem Hintergrund der klimatischen Veränderungen ist es ein
globales Ziel, die Emission von Schadstoffen in die Atmosphä-
re zu verringern. Dies gilt insbesondere für die Emission von
15 Kohlendioxid (CO_2), welches sich in der Atmosphäre ansammelt,
die Wärmeabstrahlung der Erde behindert und so als Treibhaus-
effekt zu einer Erhöhung der Erdoberflächentemperatur führt.

Besonders bei fossilbefeuelten Kraftwerksanlagen zur Erzeu-
20 gung elektrischer Energie entsteht durch die Verbrennung ei-
nes fossilen Brennstoffes ein kohlendioxidhaltiges Rauchgas.
Zur Vermeidung bzw. zur Verringerung von Kohlendioxid-
Emissionen in die Atmosphäre, muss das Kohlendioxid aus dem
Rauchgas abgetrennt werden. Entsprechend werden insbesondere
25 bei bestehenden fossil befeuerten Kraftwerken geeignete Maß-
nahmen diskutiert, um nach der Verbrennung das entstandene
Kohlendioxid aus dem Abgas abzutrennen (Post-Combustion-
Capture).

30 Als eine technische Realisierung wird hierzu im Rauchgas ent-
haltenes Kohlendioxid nach der Verbrennung durch einen Ab-
sorptions-Desorptions-Prozess mittels eines Waschmediums aus
dem jeweiligen Gasstrom herausgewaschen. Zur Abscheidung wird
das Rauchgas einem Absorber als Teil einer gängigen Aufberei-
35 tungsvorrichtung zur Abscheidung von Kohlendioxid (CO_2 -Ab-
scheidevorrichtung) zugeführt, wobei im Rauchgas enthaltenes
gasförmiges Kohlendioxid im Waschmedium gelöst bzw. in chemi-
schem Sinne absorbiert wird. Das von Kohlendioxid befreite

Abgas wird schließlich in die Atmosphäre entlassen. Das mit Kohlendioxid befrachtete Waschmedium kann durch Desorption des absorbierten Kohlendioxids regeneriert und erneut zur Absorption von Kohlendioxid aus dem Rauchgas genutzt werden.

5

Um die Absorptionsrate von Kohlendioxid im Waschmedium zu erhöhen, können Aktivatoren eingesetzt werden. Beispielsweise kann bei einem Einsatz von Methyldiethanolamin als Waschmedium der Zusatz eines Aktivators wie Monoethanolamin oder

10 Diethanolamin zu einer Verbesserung der Reaktionsrate führen. Allerdings besteht bei solchen Aktivatoren die Gefahr, dass sie aufgrund ihres Dampfdruckes mit dem den Absorber verlassenden gewaschenen Rauchgas in die Atmosphäre emittiert werden.

15

Der hiermit verbundene Aktivatorverlust bedingt eine kontinuierliche Nachdosierung von neuem Aktivatormaterial in das im Rahmen des Aufbereitungsprozesses eingesetzte Waschmedium, was mit erhöhten Betriebskosten verbunden ist. Zusätzlich

20 trägt ein Austrag des Aktivators gemeinsam mit dem von Kohlendioxid gereinigten Rauchgas zu unerwünschten Umweltbelastungen bei.

Es ist demnach eine erste Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren anzugeben, mit welchem eine kostengünstige und effektive Beschleunigung der Aufbereitung eines Gasstroms und insbesondere eines Rauchgasstroms möglich ist.

25

Eine zweite Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung anzugeben, mit der ein entsprechendes Verfahren wirtschaftlich durchführbar ist.

30

Die erste Aufgabe der Erfindung wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Aufbereitung eines Gasstroms, insbesondere zur Aufbereitung eines Rauchgasstroms, bei dem einem

35 Absorber ein Gasstrom zugeführt wird, im Gasstrom enthaltenes Kohlendioxid in dem Absorber mittels eines Waschmediums abgeschieden wird, das mit Kohlendioxid beladene Waschmedium ei-

nem Desorber zugeführt wird, das im Waschmedium enthaltene Kohlendioxid in dem Desorber aus dem Waschmedium freigesetzt wird, das im Desorber von Kohlendioxid befreite Waschmedium einer Aufbereitungsstufe zugeführt wird, in der im Waschmedium enthaltene Schwefeloxide als Kaliumsulfat abgetrennt werden, und das in der Aufbereitungsstufe gereinigte Waschmedium in den Absorber zurückgeführt wird. Hierbei wird im Waschmedium ein regenerierbarer Aktivator eingesetzt, der die Absorptionsrate des Kohlendioxids im Waschmedium und/oder die Desorptionsrate des Kohlendioxids aus dem Waschmedium erhöht.

Die Erfindung berücksichtigt, dass zur Beschleunigung der Absorption und/oder der Desorption von Kohlendioxid bei der Aufbereitung eines Gasstroms der Einsatz eines Aktivators möglich ist. Durch einen Aktivator können sowohl der Absorptionsprozess als auch der Desorptionsprozess beschleunigt und auf diese Weise die Effektivität der Aufbereitung eines Rauchgasstroms insgesamt gesteigert werden.

Allerdings muss, um die Anforderungen an die Umweltverträglichkeit des Abscheideprozesses insgesamt zu erfüllen, verhindert werden, dass ein eingesetzter Aktivator in die Atmosphäre ausgetragen wird. Weiterhin ist auch aufgrund der geforderten Wirtschaftlichkeit des Aufbereitungsverfahrens ein Aktivatorverlust zu vermeiden. Dies ist bislang beim Einsatz von Aktivatoren nicht zufriedenstellend möglich.

Um die vorbeschriebene Problematik zu umgehen, erkennt die Erfindung, dass es dann möglich ist, den Anforderungen hinsichtlich einer kostengünstigen und umweltverträglichen Aufbereitung eines Gasstroms gerecht zu werden, wenn im Waschmedium ein regenerierbarer Aktivator eingesetzt wird, der die Absorptionsrate des Kohlendioxids im Waschmedium und/oder die Desorptionsrate des Kohlendioxids aus dem Waschmedium erhöht.

Als regenerierbare Aktivatoren werden hierbei grundsätzlich all solche Aktivatoren verstanden, die im Rahmen des Aufbereitungsprozesses eines Gasstroms nicht oder nur unwesentlich

verbraucht werden und somit im Verfahren im Wesentlichen vollständig zurückgewonnen werden können.

Durch die Regenerierbarkeit des eingesetzten Aktivators ergeben sich gleichzeitig zwei Vorteile. Zum Einen wird durch die Erhöhung der Absorptionsrate von Kohlendioxid im Waschmedium und der Desorptionsrate von Kohlendioxid aus dem Waschmedium der gesamte Aufbereitungsprozess beschleunigt. Zum Anderen ist eine Nachdosierung des eingesetzten Aktivators (Aktivator-Refill) in den Prozess nicht oder nur in sehr geringem Ausmaß notwendig, wodurch mögliche Zusatzkosten bei der Durchführung des Aufbereitungsverfahrens eingespart werden können.

Vorzugsweise wird als Aktivator ein Feststoff eingesetzt. Ein Feststoffaktivator eignet sich insbesondere deswegen, weil er keinen merklichen Dampfdruck hat, so dass ein Austrag aus dem Abscheideprozess vermieden wird. Der Aktivator lässt sich im Aufbereitungsprozess vorzugsweise durch ein Ausfällen regenerieren bzw. zurückgewinnen. Die Regenerierung des Aktivators erfolgt hierbei insbesondere in der Aufbereitungsstufe, in der auch im Waschmedium enthaltene Schwefeloxide (SO_x) durch Reaktion mit Kalilauge (KOH) als Kaliumsulfat (K_2SO_4) aus dem Waschmedium abgetrennt werden.

Bevorzugt wird der Aktivator in einem Lösungsmittel gelöst und die Lösung dem Waschmedium zugeführt. Dies ist insbesondere notwendig, da sich der eingesetzte Aktivator nicht instantan auflöst. Durch eine Vorauflösung kann demnach eine vollständige Auflösung des Aktivators vor der Dosierung in den Prozess sichergestellt und damit eine mögliche Verstopfung der in den Kolonnen des oder der eingesetzten Absorber und/oder Desorber vorhandenen Packungen durch möglichen ungelösten Feststoff verhindert werden.

Besonders bevorzugt, wird der Aktivator in einem alkalischen Lösungsmittel vorgelöst und diese Lösung dem Waschmedium zugeführt. Hierzu ist eine wässrige KOH-Lösung (Kalilauge) be-

vorzugt, die dem Prozess insbesondere bei der Verwendung von Kalium-Aminosäuresalzen als Waschmedium kontinuierlich zugegeben wird, um den in der Aufbereitungsstufe auftretenden Austrag von Kalium - bedingt durch die dortige Ausfällung von Kaliumsulfat - auszugleichen. Das Vorauflösen in einem alkalischen Lösungsmittel hat weiter den Vorteil, dass die Löslichkeit des Aktivators darin verhältnismäßig hoch ist, so dass nur geringe Lösungsmittelmengen eingesetzt werden müssen. Weiterhin ist beispielsweise - je nach Löslichkeit des eingesetzten Aktivators - auch ein Vorlösen des Aktivators im Waschmedium selbst oder in Wasser möglich.

Die Vorauflösung des Aktivators ist hierbei grundsätzlich mit einem geringen Aufwand verbunden, da die eingesetzten Lösungsmittel (Wasser, eine alkalische Lösung oder das Waschmedium) bereits im Abscheideprozess vorhanden sind und diesem während der Aufbereitung des Gasstroms regelmäßig zudosiert werden müssen, um die kontinuierlich auftretenden Wasser- und KOH-Verluste auszugleichen und so die Gesamtmassenbilanz des Aufbereitungsprozesses aufrecht erhalten zu können. Weiterhin kann beispielsweise durch die Nutzung vorhandener Wasser- und KOH-Ströme auf eine zusätzliche Zufuhr von Lösungsmitteln verzichtet werden, um den Aktivator vor dem Eintritt in die Aufbereitungsvorrichtung bzw. den entsprechenden Aufbereitungsprozess vorzulösen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird als Aktivator ein Oxid wenigstens eines Elements eingesetzt, welches ausgewählt ist aus der Gruppe, die Elemente aus der dritten Hauptgruppe (Borgruppe), der vierten Hauptgruppe (Kohlenstoffgruppe), der fünften Hauptgruppe (Stickstoffgruppe), der vierten Nebengruppe (Titangruppe), der fünften Nebengruppe (Vanadiumgruppe), der sechsten Nebengruppe (Chromgruppe) und/oder der siebten Nebengruppe (Mangangruppe) des Periodensystems enthält. Diese Oxide ermöglichen eine gute Aktivierung sowohl des Absorptions- als auch des Desorptionsprozesses und damit eine effektive Beschleunigung des Aufbereitungsprozesses für Kohlendioxid. Hierbei ist neben dem

Einsatz lediglich eines Oxids auch der Einsatz von Mischoxiden bzw. Mischungen verschiedener Oxide als Aktivator denkbar.

- 5 Bevorzugt wird als Aktivator B_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , GeO_2 , P_2O_3 , As_2O_3 , Sb_2O_3 , SeO_2 , TeO_2 , TiO_2 , V_2O_5 , MoO_3 , WO_3 und/oder GeO_2 eingesetzt. Hierbei kommt insbesondere Germaniumdioxid (GeO_2) zum Einsatz, welches mit alkalischen Lösungen, wie beispielsweise mit zur Vorauflösung des Aktivators eingesetzter KOH-
10 Lösung, zu Germanat reagiert.

- Vorzugsweise wird der Aktivator dem Waschmedium kontinuierlich zugeführt. Hierbei strömen kleine Mengen des Aktivators, zweckmäßigerweise als Lösung durch ein Vorlösen in einer alkalischen Lösung, in Wasser oder in dem im Prozess eingesetzten
15 Waschmedium, in den Abscheideprozess ins Waschmedium ein. Die kontinuierliche Zufuhr der Lösung kann beispielsweise mittels einer Pumpe in aus dem Absorbersumpf strömendes, mit Kohlendioxid beladenes Waschmedium erfolgen. So können die
20 Verluste des Waschmediums, die sich beispielsweise durch Abbaureaktionen ergeben, im laufenden Prozess ersetzt werden.

- Alternativ ist auch eine diskontinuierliche Zufuhr des Aktivators, ebenfalls vorgelöst in einem entsprechenden Lösungsmittel, möglich. Hierbei kann der Feststoff, also der Aktivator vor der Auflösung, beispielsweise extern bei einem
25 Dienstleister vorgelöst werden. An der Aufbereitungsvorrichtung selbst, erfolgt dann lediglich die Dosierung des voraufgelösten Aktivators in das im Aufbereitungsprozess vorhandene
30 Waschmedium.

- Die Zufuhr des vorgelösten Aktivators erfolgt vorzugsweise in eine dem Absorber angeschlossene Abführleitung, durch welche mit Kohlendioxid beladenes Waschmedium in den Desorber
35 strömt. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, den vorgelösten Aktivator an anderen Stellen der Vorrichtung zuzuführen.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Aufbereitungsstufe hierzu einen Reclaimer (SO_x -Reclaimer), in dem ein Feststoffgemisch aus Aktivator und Kaliumsulfat aus dem Waschmedium ausgefällt wird. Kaliumsulfat fällt in der Aufbereitungsstufe bzw. im SO_x -Reclaimer durch die Reaktion der im Waschmedium enthaltenen Schwefeloxide und Kalilauge an. Zur Abscheidung des Kaliumsulfats im Rahmen eines Reclaiming-Prozesses wird der vom Desorber in den Reclaimer einströmende Strom auf Temperaturen zwischen 10 und 15 °C abgekühlt. Dabei tritt eine Co-Kristallisation des eingesetzten Aktivators auf. Beispielsweise kristallisiert GeO_2 im alkalischen Lösungsmittel in Form von Germanat.

Da im Abscheideprozess eine möglichst hohe Aktivator-Konzentration angestrebt wird, um die bestmögliche Aktivierung zu erzielen, wird die Aktivator-Konzentration der Löslichkeit bei der geringsten im Abscheideprozess vorherrschenden Temperatur angepasst, die gewöhnlich im Absorber herrscht. Da die Absorbiertemperatur jedoch höher ist als die Temperatur im Reclaimer und die Aktivator-Löslichkeit mit sinkender Temperatur abnimmt, fällt im SO_x -Reclaimer das beschriebene Feststoffgemisch von Aktivator und Kaliumsulfat aus. Das Massenverhältnis der beiden auskristallisierten Feststoffe liegt im Bereich von 1:1.

Um das ausgefällte bzw. auskristallisierte Feststoffgemisch, also das Gemisch von Kaliumsulfat und dem zu regenerierenden Aktivator vom Waschmedium abzutrennen, wird zweckmäßigerweise eine Trennvorrichtung eingesetzt. Als Trennvorrichtung eignet sich beispielsweise eine Zentrifuge, die eine einfache und effektive Abtrennung des Feststoffgemisches vom Waschmedium ermöglicht.

Um eine effektive Regenerierung des eingesetzten Aktivators zu ermöglichen und damit hohe Kosten hinsichtlich eines möglichen Aktivator-Refills zu vermeiden, erfolgt die Aktivator-Regenerierung mittels einer Methode, die auf der Ausnutzung der im Vergleich zum Kaliumsulfat deutlich geringeren Aktiva-

tor-Löslichkeit in Wasser oder in verdünnter wässriger Lösung beruht.

5 In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Aktivator mittels eines Waschvorgangs vom Kaliumsulfat getrennt. Der Waschvorgang schließt sich hierbei der Abtrennung des Feststoffgemisches vom Waschmedium an. Das Feststoffgemisch aus Kaliumsulfat und Aktivator wird zur Trennung der Komponenten voneinander vorzugsweise mit Waschwasser ge-
10 waschen, wobei das Kaliumsulfat im Wesentlichen vollständig in dem eingesetzten Waschwasser gelöst wird.

Vorteilhafterweise verbleibt nahezu der gesamte Anteil an festem Aktivator ungelöst zurück. Während die K_2SO_4 -Löslichkeit in Wasser bzw. in einer wässrigen Lösung bei Raumtemperatur etwa 10-Gew.% beträgt, löst sich nur ein geringer Anteil an Aktivator in dem Waschwasser. Beim Einsatz von Germaniumdioxid (GeO_2) lösen sich von diesem nur etwa 0,4-Gew.%. Um die Löslichkeit des Aktivators weiter zu verringern, wird dem für den Waschvorgang eingesetzten Waschwasser
20 zusätzlich eine geringe Menge an Schwefelsäure zugesetzt.

Die Menge des eingesetzten Waschwassers wird zweckmäßigerweise so gewählt, dass das Verhältnis der zugegebenen Waschwassermenge, bezogen auf die Menge des im Feststoffgemisch enthaltenen Kaliumsulfats 10:1, beträgt. Aufgrund der Löslichkeit von Kaliumsulfat von etwa 10-Gew.% in Wasser löst sich entsprechend das gesamte im Feststoffgemisch enthaltene Kaliumsulfat auf, während der allergrößte Teil des Aktivators un-
30 gelöst zurückbleibt.

Anhand des folgenden Beispiels kann dies für Germaniumdioxid als eingesetztem Aktivator nachvollzogen werden. Bei 2 kg eines aus dem Waschmedium abgetrennten 1:1-Feststoffgemisches
35 (Anteil K_2SO_4 und GeO_2 jeweils 1 kg) wird bezogen auf das Kaliumsulfat die 10-fache Menge an Waschwasser (10 kg) zugegeben, so dass sich aufgrund der Löslichkeit des Kaliumsulfats der gesamte K_2SO_4 -Anteil des Feststoffgemisches in dem Wasch-

wasser auflöst. Vom Germaniumdioxid hingegen lösen sich lediglich etwa 40 g im Waschwasser, so dass etwa 960 g GeO_2 als ungelöster Feststoff zurückbleiben. Diese einfach durchführbare Regenerationsmethode ermöglicht somit die Wiedergewinnung von etwa 96 % des im Reclaimer ausgefällten Aktivators Germaniumdioxid.

Diese aufwandsarme Methode zur Wiedergewinnung bzw. Regenerierung des Aktivators kann grundsätzlich auf alle - insbesondere schlecht löslichen - Aktivatoren übertragen werden.

Das in der Aufbereitungsstufe nach der Ausfällung und der sich anschließenden Abtrennung des Feststoffgemisches regenerierte Waschmedium wird vorzugsweise von der Aufbereitungsstufe bzw. von einem Reclaimer der Aufbereitungsstufe in den Abscheideprozess zurückgeführt.

Der nicht im Waschwasser gelöste, feste Aktivator wird vorzugsweise in einer Trenneinheit von dem Waschwasser getrennt. Dies kann beispielsweise durch eine Filtration geschehen, wobei der Aktivator im Wesentlichen vollständig zurückgewonnen wird.

Besonders vorteilhaft wird der abgetrennte Aktivator in das Waschmedium - im Abscheideprozess - zurückgeführt und steht dort erneut zur Beschleunigung der Aufbereitung eines Gasstromes zur Verfügung. Eine Nachdosierung von Aktivatormaterial ist kaum bzw. nur in sehr geringem Maße notwendig. Bei dem vorbeschriebenen Beispiel einer Regenerationsausbeute von etwa 96 % des Aktivators Germaniumdioxid ist beispielsweise eine Nachdosierung von lediglich etwa 4 % an eingesetztem Aktivator notwendig.

Mit anderen Worten kann so eine maximale Aktivator-Konzentration im Prozess mit der Minimierung der Aktivator-Refill-Kosten vereinbart werden.

Wie auch bei der Vorauflösung des Aktivators gilt hinsichtlich der Regenerierung, dass der Regenerierungsprozess bei Bedarf ebenfalls bei einem externen Dienstleister möglich ist. Das in der Aufbereitungsstufe ausgefällte Feststoffgemisch, bestehend aus Kaliumsulfat und dem Aktivator, kann dem Prozess entnommen werden und in einer externen Vorrichtung getrennt und aufbereitet werden. Der regenerierte Aktivator kann dann wieder dem Prozess zugeführt werden.

- 10 Das Waschwasser mit dem gelösten Kaliumsulfat wird vorzugsweise einer Verwertungseinrichtung zugeführt, wo das Kaliumsulfat vom Waschwasser getrennt wird. Anschließend kann das Kaliumsulfat weiterverarbeitet und für eine Verwendung beispielsweise in Düngern oder Spezialchemikalien zugänglich gemacht werden.

Zweckmäßigerweise wird als Waschmedium ein Aminosäuresalz eingesetzt. Eine wässrige Aminosäuresalzlösung ist hierbei zweckmäßig. Bei der Verwendung eines Aminosäuresalzes als Waschmedium hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn ein Aminosäuresalz eingesetzt wird, welches einen Kohlenstoff-Substituenten aus der Gruppe aufweist, die Wasserstoff, ein Alkyl, ein Hydroxyalkyl und ein Aminoalkyl enthält. Weiter bevorzugt wird ein Aminosäuresalz eingesetzt, dass einen Stickstoff-Substituenten aus der Gruppe aufweist, die Wasserstoff, ein Alkyl, ein Hydroxyalkyl und ein Halogenalkyl enthält. Wiederum kann ein einzelnes Aminosäuresalz wie beispielsweise ein Kaliumsalz des Glycins oder anderer Aminosäuren eingesetzt sein. Auch können Mischungen verschiedener Aminosäuresalze als Absorptionsmittel eingesetzt werden. Besonders bevorzugt ist ein kaliumhaltiges Aminosäuresalz, bzw. eine entsprechend wässrige Lösung eines kaliumhaltigen Aminosäuresalzes.

- 35 Zweckmäßigerweise strömt zumindest ein Teil des Waschmediums vom Desorber ausgehend in einen Reboiler. Der Reboiler liefert als ein sogenannter Sumpfverdampfer die notwendige Regenerationswärme für die Trennung von absorbiertem CO₂ vom

Waschmedium. Das beladene Waschmedium wird hierbei durch Dampf, welcher im Reboiler erzeugt wird, regeneriert. Zur Erzeugung des Dampfes innerhalb des Reboilers wird dieser üblicherweise mit importiertem Dampf, beispielsweise aus einem angeschlossenen Dampfkraftwerk beheizt.

Die zweite Aufgabe der Erfindung wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung zur Aufbereitung eines Gasstroms, insbesondere zur Aufbereitung eines Rauchgasstroms, umfassend einen Absorber zur Abscheidung von Kohlendioxid aus dem Gasstrom mittels eines Waschmediums, einen strömungstechnisch mit dem Absorber gekoppelten Desorber zum Freisetzen des Kohlendioxids aus dem Waschmedium, sowie eine strömungstechnisch mit dem Desorber gekoppelte Aufbereitungsstufe zur Abtrennung von im Waschmedium enthaltenen Schwefeloxiden. Hierbei ist zur Erhöhung der Absorptionsrate des Kohlendioxids im Waschmedium und/oder der Desorptionsrate des Kohlendioxids aus dem Waschmedium ein regenerierbarer Aktivator eingesetzt.

Durch den Einsatz eines regenerierbaren Aktivators wird einerseits die beschleunigte Aufbereitung eines Gasstroms durch Erhöhung der Absorptions- und der Desorptionsrate von Kohlendioxid begünstigt. Weiterhin ist eine Nachdosierung des eingesetzten Aktivators (Aktivator-Refill) in den Prozess nur in geringem Maße notwendig.

Besonders bevorzugt ist als Aktivator ein Feststoff eingesetzt, da ein Feststoffaktivator keinen merklichen Dampfdruck hat und so dessen Austrag aus dem Abscheideprozess verhindert werden kann.

Um durch Feststoffablagerungen bedingte Verstopfungen in den eingesetzten Absorber- und Desorberkolonnen zu vermeiden, ist der Aktivator zweckmäßigerweise in Form einer Lösung eingesetzt. Vorzugsweise ist der Aktivator in einem alkalischen Lösungsmittel vorgelöst. Alternativ ist auch ein Vorlösen des Aktivators im Waschmedium selbst oder in Wasser zweckmäßig.

Vorteilhafterweise ist als Aktivator ein Oxid wenigstens eines Elements eingesetzt, welches ausgewählt ist aus der Gruppe, die Elemente aus der dritten Hauptgruppe, der vierten Hauptgruppe, der fünften Hauptgruppe, der vierten Nebengruppe, der fünften Nebengruppe, der sechsten Nebengruppe und/oder der siebten Nebengruppe des Periodensystems enthält. Derartige Oxide ermöglichen bei guter Regenerierbarkeit eine effektive Beschleunigung eines in der Vorrichtung durchgeführten Abtrennverfahrens.

10

Besonders vorteilhaft ist als Aktivator B_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , GeO_2 , P_2O_3 , As_2O_3 , Sb_2O_3 , SeO_2 , TeO_2 , TiO_2 , V_2O_5 , MoO_3 , WO_3 und/oder GeO_2 eingesetzt.

15 In einer weiter vorteilhaften Ausgestaltung umfasst die Vorrichtung eine Dosiervorrichtung zur Zufuhr des Aktivators zum Abscheideprozess. Die Zufuhr erfolgt hierbei vorzugsweise kontinuierlich. Alternativ ist auch eine diskontinuierliche Zufuhr des Aktivators zweckmäßig. Unabhängig von der Art der
20 Zufuhr wird der Aktivator jeweils vorgelöst und dann dem Abtrennprozess zugeführt.

Besonders bevorzugt umfasst die Aufbereitungsstufe einen Reclaimer zur Ausfällung eines Feststoffgemisches aus dem Aktivator und Kaliumsulfat aus dem Waschmedium. Zur Abtrennung
25 des ausgefällten Feststoffgemisches wird vorzugsweise eine Trennvorrichtung eingesetzt, wobei sich beispielsweise eine Zentrifuge eignet.

30 Um den Aktivator vom Kaliumsulfat zu trennen und somit eine Regenerierung zu ermöglichen, umfasst die Aufbereitungsstufe eine Waschvorrichtung. In der Waschvorrichtung kann eine Wäsche des Feststoffgemisches mit einem Waschmittel erfolgen, welches sich lediglich zur Lösung von Kaliumsulfat, nicht
35 aber zur Lösung des eingesetzten Aktivators eignet. Auf diese Weise kann eine einfache und effektive Trennung der beiden Komponenten voneinander erreicht werden.

Zur Rückführung des im Reclaimer regenerierten Waschmediums ist der Reclaimer strömungstechnisch mit einer Zuführleitung des Absorbers verbunden. So kann das Waschmedium im Prozess zur erneuten Absorption und Desorption von Kohlendioxid genutzt werden.

Um den Aktivator nach der Abtrennung vom Kaliumsulfat und dem Waschmedium wieder in den Abscheideprozess zurückführen zu können, ist der Reclaimer bevorzugt strömungstechnisch mit einer Dosiervorrichtung für den Aktivator verbunden.

Zweckmäßigerweise ist die Dosiervorrichtung strömungstechnisch mit einer Abführleitung des Absorbers verbunden. Der Aktivator - entweder zu Beginn des Prozesses oder nach der Regeneration - kann so dem aus dem Absorbersumpf strömenden Waschmedium zugegeben werden und gemeinsam mit diesem in den Desorber strömen.

Grundsätzlich besteht selbstverständlich auch die Möglichkeit, die Dosiervorrichtung strömungstechnisch mit anderen Stellen der Vorrichtung zu koppeln.

Um eine effektive Trennung des Kohlendioxids aus dem Gasstrom zu ermöglichen, ist als Waschmedium vorzugsweise ein Aminosäuresalz eingesetzt. Eine wässrige kaliumhaltige Aminosäuresalzlösung ist hierbei zweckmäßig.

Zweckmäßigerweise ist dem Desorber ein Reboiler angeschlossen, der als Sumpfverdampfer die notwendige Regenerationswärme für die Trennung von absorbiertem CO_2 vom Waschmedium liefert.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen für die Vorrichtung zur Aufbereitung eines Gasstroms ergeben sich aus den auf das Verfahren gerichteten Unteransprüchen. Die hierzu genannten Vorteile können entsprechend sinngemäß auf die Vorrichtung übertragen werden.

Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

FIG 1 eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahren zur Abtrennung von Kohlendioxid aus einem Rauchgasstrom.

In FIG 1 ist eine Vorrichtung 1 zur Abtrennung von Kohlendioxid aus einem Rauchgasstrom gezeigt. Die Abtrennvorrichtung 1 umfasst einen Absorber 3 und einen strömungstechnisch mit diesem gekoppelten Desorber 5.

Zur Abscheidung von Kohlendioxid aus dem Rauchgas einer Verbrennungsanlage wird das Rauchgas in die CO₂-Abtrennvorrichtung 1 eingeleitet. Hierzu wird das Rauchgas dem Absorber 3 über eine Rauchgasleitung 7 zugeführt. In dem Absorber 3 befindet sich als Waschmedium 9 eine kaliumhaltige wässrige Aminosäuresalzlösung, welche zur Abtrennung des im Rauchgas enthaltenen Kohlendioxids genutzt wird. Hierzu wird das Rauchgas im Absorber 3 mit dem Waschmedium 9 in Kontakt gebracht und das im Rauchgas enthaltene Kohlendioxid im Waschmedium 9 absorbiert. Der von Kohlendioxid gereinigte Gasstrom wird am Absorberkopf 11 aus dem Absorber 3 entlassen.

Über eine Abführleitung 13 ist der Absorber 3 strömungstechnisch mit einer Zuführleitung 15 des Desorbers 5 gekoppelt, so dass das mit Kohlendioxid beladene Waschmedium 9 über diese beiden Leitungen 13, 15 unter Temperaturerhöhung mittels einer Pumpe 17 in den Desorber 5 gepumpt werden kann.

Hierbei passiert das beladene Waschmedium 9 einen Wärmetauscher 19, in welchem die Wärme des von dem Desorber 5 zum Absorber 3 strömenden, regenerierten Waschmediums 9 auf das aus dem Absorber 3 ausströmende beladene Waschmedium 9 übertragen wird. Der Wärmetauscher 19 nutzt somit die Abwärme des Desorbers 5, um das Waschmedium 9 aus dem Absorber 3 vor dem Eintritt in den Desorber 5 vorzuwärmen.

Innerhalb des Desorbers 5 wird das im Waschmedium 9 absorbierte Kohlendioxid thermisch desorbiert. Zur Aufbereitung und Überführung des Kohlendioxids ist dem Desorber 5 eine Abführleitung 21 angeschlossen, die in einer Verwertungseinrichtung 23 mündet. In der Verwertungseinrichtung 23 kann der desorbierte CO₂-reiche Gasstrom verdichtet werden, um beispielsweise den Transport zu einer Speicherstätte zu ermöglichen.

10 Zur Beschleunigung der Absorption und der Desorption bei der Aufbereitung des Rauchgasstroms wird ein regenerierbarer Aktivator 24 eingesetzt. Der Aktivator 24, vorliegend der Feststoffaktivator Germaniumdioxid (GeO₂), erhöht sowohl die Absorptionsrate von Kohlendioxid im Waschmedium 9 innerhalb des Absorbers 3, als auch die Desorptionsrate von Kohlendioxid
15 aus dem Waschmedium 9 im Desorber 5.

Weiterhin ist durch den Einsatz eines regenerierbaren Aktivators 24 eine Nachdosierung (Aktivator-Refill) in den Prozess
20 fast nicht notwendig, so dass das Aufbereitungsverfahren wirtschaftlich und effektiv durchgeführt werden kann.

Der Aktivator 24 wird in einer Dosiervorrichtung 25 in Kalilauge vorgelöst und von der Dosiervorrichtung 25 ausgehend
25 kontinuierlich über eine Dosierleitung 27 in die Abführleitung 13 des Absorbers 3 eingeleitet. Der vorgelöste Aktivator 24 gelangt so gemeinsam mit dem aus dem Absorber 3 austretenden, mit Kohlendioxid beladenen Waschmedium 9 in den Desorber 5 und steht zur Beschleunigung des Abscheideprozesses zur
30 Verfügung.

Grundsätzlich gilt hierbei, dass auch eine diskontinuierliche Dosierung des vorgelösten Aktivators 24 in den Prozess möglich ist. Die Vorauflösung erfolgt dann beispielsweise bei
35 einem externen Dienstleister. An der Vorrichtung 1 selbst erfolgt schließlich lediglich die Dosierung des voraufgelösten Aktivators 24 in das im Prozess bzw. der Vorrichtung 1 eingesetzte Waschmedium 9.

Die Regeneration bzw. die Wiedergewinnung des Aktivators 24 findet in einer Aufbereitungsstufe 29 statt, die strömungstechnisch mit dem Desorber 5 verbunden ist. Hierzu ist eine Rückführleitung 31 des Desorbers 5 mit einer Zuführleitung 33 der Aufbereitungsstufe 25 gekoppelt. Die Zuführleitung 33 ist Teil eines Bypasses 35. Das im Desorber 5 von Kohlendioxid befreite Waschmedium 9, in welchem sich der gelöste Aktivator 24 befindet, wird der Aufbereitungsstufe 29 über die strömungstechnische Kopplung der Rückführleitung 31 mit Zuführleitung 33 zugeführt.

Die Aufbereitungsstufe 29 umfasst einen Reclaimer 37, in dem einerseits im Waschmedium 9 enthaltene Schwefeloxide durch eine Temperaturabsenkung und durch Reaktion mit Kalilauge als Kaliumsulfat aus dem Waschmedium 9 ausgefällt werden. Weiterhin wird der im Waschmedium 9 enthaltene Aktivator 24 ausgefällt. Die Wiedergewinnung des Aktivators 24 findet somit in einem Prozessschritt gemeinsam mit der Abtrennung von im Prozess entstandenem Kaliumsulfat statt.

Das vom Desorber 5 in den Reclaimer 37 einströmende Waschmedium 9 wird auf 10 °C bis 15 °C abgekühlt, wobei neben der Kristallisation von Kaliumsulfat eine Co-Kristallisation des eingesetzten Germaniumdioxid-Aktivators 24 auftritt. Dieser kristallisiert vorliegend in Form von Germanat.

In dem Feststoffgemisch liegen der Aktivator 24 und das Kaliumsulfat in einem Massenverhältnis von etwa 1:1 vor. Das Feststoffgemisch wird dann durch eine als Zentrifuge ausgebildete Trennvorrichtung 39 vom Waschmedium 9 getrennt und schließlich in einer entsprechenden Waschvorrichtung 41 mit Waschmittel bzw. Waschwasser gewaschen.

Um eine Trennung des Feststoffgemisches zu erreichen und so den Aktivator 24 zu regenerieren, nutzt man hierbei die im Vergleich zum Aktivator 24 höhere Löslichkeit des Kaliumsulfats aus. Während die K_2SO_4 -Löslichkeit in Wasser bei Raum-

temperatur etwa 10-Gew.% beträgt, löst sich nur ein geringer Anteil an Aktivator 24 in dem Waschwasser. Bei dem Einsatz von Germaniumdioxid lösen sich von diesem nur etwa 0,4 Gew.%.

- 5 Die Menge des eingesetzten Waschwassers wird hierbei zweckmäßigerweise so gewählt, dass das Verhältnis der Menge des zugegebenen Waschwassers, bezogen auf die Menge des im Feststoffgemisch enthaltenen Kaliumsulfats 10:1, beträgt. Aufgrund der K_2SO_4 -Löslichkeit von etwa 10 % in Wasser löst sich
10 entsprechend das gesamte im Feststoffgemisch enthaltene Kaliumsulfat auf, während der allergrößte Teil des Aktivators 24 ungelöst zurückbleibt.

- Der Aktivator 24 wird dann in der Aufbereitungsstufe 29 in
15 einem weiteren Trennvorgang vom Waschwasser getrennt und über eine Abführleitung 43 von der Aufbereitungsstufe 29 bzw. dem Reclaimer 37 in die Dosiervorrichtung 25 zurückgeführt. So kann der Aktivator 24 nach der Abtrennung vom Kaliumsulfat und dem Waschmedium 9 wieder in den Abscheideprozess zurück-
20 geführt werden.

- Das in der Aufbereitungsstufe 29 nach der Ausfällung und der sich anschließenden Abtrennung des Feststoffgemisches regenerierte Waschmedium 9 selbst wird über eine Rückführleitung
25 45, die Teil des Bypasses 35 ist, ebenfalls in den Aufbereitungsprozess zurückgeführt. Der Reclaimer 37 ist hierzu strömungstechnisch mit einer Zuführleitung 47 des Absorbers 3 verbunden.

- 30 Bei dem Einsatz eines externen Dienstleisters, bei dem ebenfalls eine Regenerierung des Aktivators 24 durchführbar ist, kann auf eine Waschvorrichtung 41, die vorliegend zum Auswaschen des Kaliumsulfats aus dem Feststoffgemisch und damit zur Rückgewinnung des Aktivators 24 eingesetzt ist, verzich-
35 tet werden.

Das im Waschwasser gelöste Kaliumsulfat wird vorzugsweise einer Verwertungseinrichtung 49 zugeführt und dort entsprechend

vom Waschwasser getrennt. Anschließend kann das Kaliumsulfat weiterverarbeitet und für eine weitere Verwendung, wie beispielsweise in Düngern oder Spezialchemikalien zugänglich gemacht werden.

5

Weiterhin ist dem Desorber 5 ein Reboiler 51 angeschlossen, der der Bereitstellung der notwendigen Regenerationswärme für die Trennung des Kohlendioxids vom Waschmedium 9 dient. Das beladene Waschmedium 9 wird hierbei durch Dampf, welcher im
10 Reboiler 51 erzeugt wird, regeneriert. Der Reboiler 51 wird mit importiertem Dampf, beispielsweise aus einem angeschlossenen Dampfkraftwerk, beheizt, was vorliegend nicht gezeigt ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufbereitung eines Gasstroms, insbesondere zur Aufbereitung eines Rauchgasstroms, bei dem

- 5 - einem Absorber (3) ein Gasstrom zugeführt wird,
 - im Gasstrom enthaltenes Kohlendioxid in dem Absorber (3) mittels eines Waschmediums (9) abgeschieden wird,
 - das mit Kohlendioxid beladene Waschmedium (9) einem Desorber (5) zugeführt wird,
 - 10 - das im Waschmedium (9) enthaltene Kohlendioxid in dem Desorber (5) aus dem Waschmedium (9) freigesetzt wird,
 - das im Desorber (5) von Kohlendioxid befreite Waschmedium (9) einer Aufbereitungsstufe (29) zugeführt wird, in der im Waschmedium (9) enthaltene Schwefeloxide als Kaliumsulfat abgetrennt werden, und
 - 15 - das in der Aufbereitungsstufe (29) gereinigte Waschmedium (9) in den Absorber (3) zurückgeführt wird,
- wobei im Waschmedium (9) ein regenerierbarer Aktivator (24) eingesetzt wird, der die Absorptionsrate des Kohlendioxids im
- 20 Waschmedium (9) und/oder die Desorptionsrate des Kohlendioxids aus dem Waschmedium (9) erhöht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei als Aktivator (24) ein Feststoff eingesetzt wird.

25

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Aktivator (24) in einem Lösungsmittel gelöst wird und die Lösung dem Waschmedium (9) zugeführt wird.

- 30 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Aktivator (24) ein Oxid wenigstens eines Elements eingesetzt wird, welches ausgewählt ist aus der Gruppe, die Elemente aus der dritten Hauptgruppe, der vierten Hauptgruppe, der fünften Hauptgruppe, der vierten Nebengruppe, der fünften
- 35 Nebengruppe, der sechsten Nebengruppe und/oder der siebten Nebengruppe des Periodensystems enthält.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Aktivator B_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , GeO_2 , P_2O_3 , As_2O_3 , Sb_2O_3 , SeO_2 , TeO_2 , TiO_2 , V_2O_5 , MoO_3 , WO_3 und/oder GeO_2 eingesetzt wird.

5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Aktivator (24) dem Waschmedium (9) kontinuierlich zugeführt wird.

10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Aufbereitungsstufe (29) einen Reclaimer (37) umfasst, in dem ein Feststoffgemisch aus dem Aktivator (24) und Kaliumsulfat aus dem Waschmedium (9) ausgefällt wird.

15 8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der Aktivator (24) mittels eines Waschvorgangs vom Kaliumsulfat getrennt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei der abgetrennte Aktivator (24) in das Waschmedium (9) zurückgeführt wird.

20 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Waschmedium (9) ein Aminosäuresalz eingesetzt wird.

11. Vorrichtung (1) zur Aufbereitung eines Gasstroms, insbesondere zur Aufbereitung eines Rauchgasstroms, umfassend einen Absorber (3) zur Abscheidung von Kohlendioxid aus dem Gasstrom mittels eines Waschmediums (9), einen strömungstechnisch mit dem Absorber (3) gekoppelten Desorber (5) zum Freisetzen des Kohlendioxids aus dem Waschmedium (9), sowie eine strömungstechnisch mit dem Desorber (5) gekoppelte Aufbereitungsstufe (29) zur Abtrennung von im Waschmedium (9) enthaltenen Schwefeloxiden, wobei im Waschmedium (9) ein regenerierbarer Aktivator (24) zur Erhöhung der Absorptionsrate des Kohlendioxids im Waschmedium (9) und/oder der Desorptionsrate des Kohlendioxids aus dem Waschmedium (9) eingesetzt ist.

35

12. Vorrichtung (1) nach Anspruch 11, wobei als Aktivator (24) ein Feststoff eingesetzt ist.

13. Vorrichtung (1) nach Anspruch 11 oder 12, wobei der Aktivator (24) in Form einer Lösung eingesetzt ist.

5 14. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei als Aktivator (24) ein Oxid wenigstens eines Elements eingesetzt ist, welches ausgewählt ist aus der Gruppe, die Elemente aus der dritten Hauptgruppe, der vierten Hauptgruppe, der fünften Hauptgruppe, der vierten Nebengruppe, der
10 fünften Nebengruppe, der sechsten Nebengruppe und/oder der siebten Nebengruppe des Periodensystems enthält.

15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei als Aktivator (25) B_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , GeO_2 , P_2O_3 , As_2O_3 ,
15 Sb_2O_3 , SeO_2 , TeO_2 , TiO_2 , V_2O_5 , MoO_3 , WO_3 und/oder GeO_2 eingesetzt sind.

16. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 15, umfassend eine Dosiervorrichtung (25) zur Zufuhr des Aktivators
20 (24).

17. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 16, wobei die Aufbereitungsstufe (29) einen Reclaimer (37) zur Ausfällung eines Feststoffgemisches aus dem Aktivator (24) und
25 Kaliumsulfat aus dem Waschmedium umfasst.

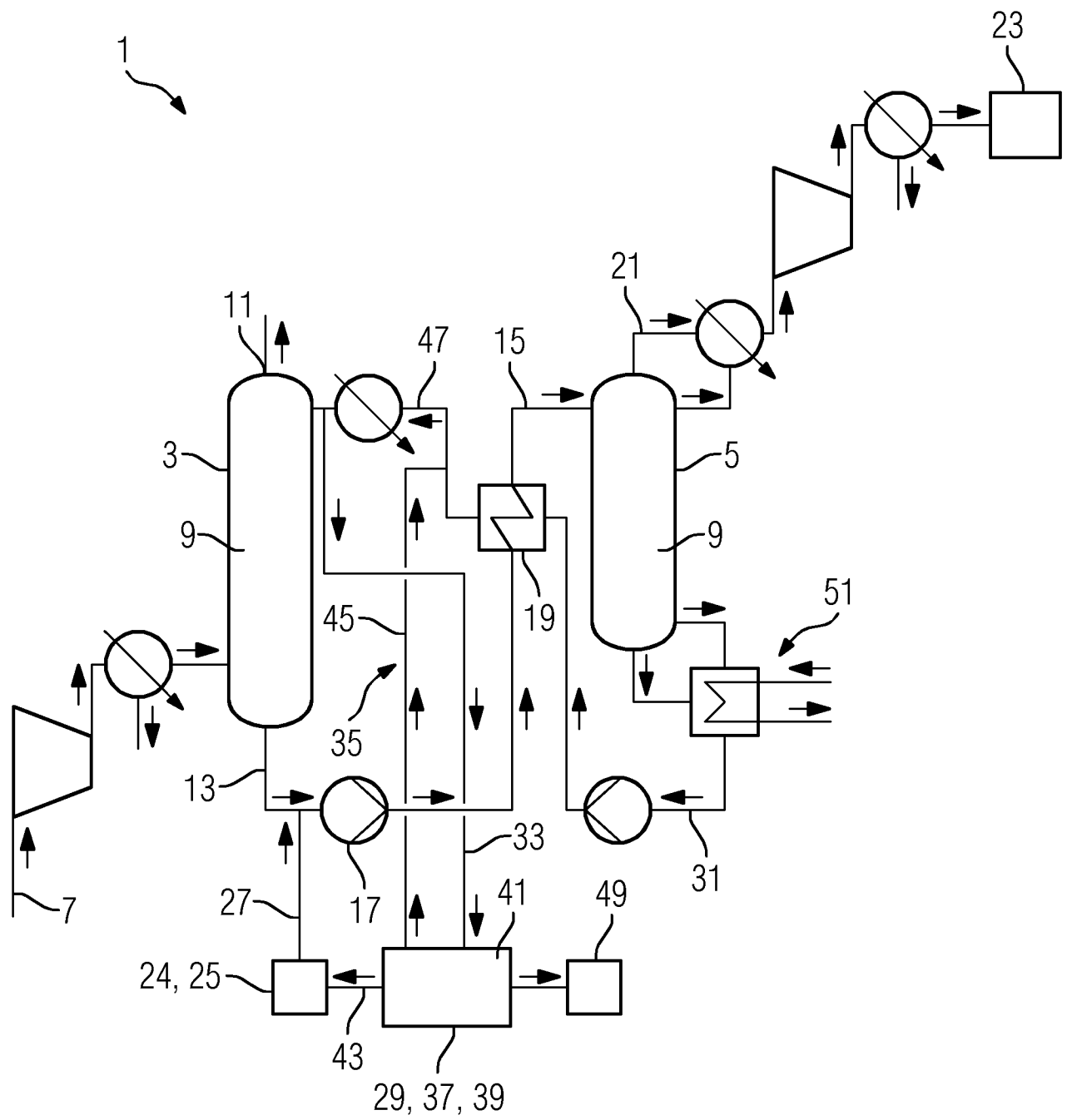
18. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 17, wobei die Aufbereitungsstufe (29) eine Waschvorrichtung (41) zur Trennung des Aktivators vom Kaliumsulfat umfasst.
30

19. Vorrichtung (1) nach Anspruch 17 oder 18, wobei der Reclaimer (37) strömungstechnisch mit einer Zuführleitung (47) des Absorbers (3) verbunden ist.

35 20. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 19, wobei der Reclaimer (37) strömungstechnisch mit der Dosiervorrichtung (25) für den Aktivator (24) verbunden ist.

21. Vorrichtung (1) nach Anspruch 20, wobei die Dosiervorrichtung (25) strömungstechnisch mit einer Abfuhrleitung des Absorbers (13) verbunden ist.

- 5 22. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 21, wobei als Waschmedium (9) ein Aminosäuresalz eingesetzt ist.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/066740

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B01D53/14
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/139695 A1 (CHANG SHIH-GER [US] ET AL) 6 June 2013 (2013-06-06)	1-3,6-22
Y	paragraphs [0022], [0024]; figures 6,9	4,5
X	WO 2012/062724 A2 (SIEMENS AG [DE]; FORBERT RAINALD [DE]; HAUKE STEFAN [DE]; JOH RALPH [D] 18 May 2012 (2012-05-18)	1-3,6-22
Y	page 2, line 27 - page 3, line 13 page 5, line 15 - page 5, line 22; claims 1,8,10,13-16; figures 1,2	1-10, 16-21
Y	EP 2 551 007 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30 January 2013 (2013-01-30) paragraphs [0001], [0008], [0009], [0014], [0015]; claims 1,5,6,12-14	1-10, 16-21
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 September 2014

Date of mailing of the international search report

06/10/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

de Biasio, Arnaldo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/066740

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2011/120138 A1 (UNIV REGINA [CA]; IDEM RAPHAEL [CA]; SHI HUANCONG [CA]; GELOWITZ DON []) 6 October 2011 (2011-10-06) claims 1,2,4,5,6,8,9,12,14-17 -----	1-10, 16-21
Y	EP 2 481 469 A1 (SIEMENS AG [DE]) 1 August 2012 (2012-08-01) claims 1,2,3,6 -----	1,3,6-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/066740

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013139695 A1	06-06-2013	AU 2011296309 A1 CN 103221114 A US 2013139695 A1 WO 2012030630 A1	21-02-2013 24-07-2013 06-06-2013 08-03-2012
WO 2012062724 A2	18-05-2012	CA 2817285 A1 CN 103221103 A EP 2637758 A2 JP 2013543790 A KR 20130080476 A US 2013214202 A1 WO 2012062724 A2	18-05-2012 24-07-2013 18-09-2013 09-12-2013 12-07-2013 22-08-2013 18-05-2012
EP 2551007 A1	30-01-2013	EP 2551007 A1 WO 2013017481 A1	30-01-2013 07-02-2013
WO 2011120138 A1	06-10-2011	AU 2011235573 A1 CA 2794751 A1 CN 102917773 A EP 2552573 A1 KR 20130018269 A US 2013108532 A1 WO 2011120138 A1	08-11-2012 06-10-2011 06-02-2013 06-02-2013 20-02-2013 02-05-2013 06-10-2011
EP 2481469 A1	01-08-2012	CN 103347588 A EP 2481469 A1 EP 2640491 A1 KR 20140005943 A US 2013292607 A1 WO 2012104123 A1	09-10-2013 01-08-2012 25-09-2013 15-01-2014 07-11-2013 09-08-2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B01D53/14
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B01D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2013/139695 A1 (CHANG SHIH-GER [US] ET AL) 6. Juni 2013 (2013-06-06)	1-3,6-22
Y	Absätze [0022], [0024]; Abbildungen 6,9	4,5
X	WO 2012/062724 A2 (SIEMENS AG [DE]; FORBERT RAINALD [DE]; HAUKE STEFAN [DE]; JOH RALPH [D] 18. Mai 2012 (2012-05-18)	1-3,6-22
Y	Seite 2, Zeile 27 - Seite 3, Zeile 13 Seite 5, Zeile 15 - Seite 5, Zeile 22; Ansprüche 1,8,10,13-16; Abbildungen 1,2	1-10, 16-21
Y	EP 2 551 007 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30. Januar 2013 (2013-01-30) Absätze [0001], [0008], [0009], [0014], [0015]; Ansprüche 1,5,6,12-14	1-10, 16-21
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. September 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/10/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

de Biasio, Arnaldo

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2011/120138 A1 (UNIV REGINA [CA]; IDEM RAPHAEL [CA]; SHI HUANCONG [CA]; GELOWITZ DON []) 6. Oktober 2011 (2011-10-06) Ansprüche 1,2,4,5,6,8,9,12,14-17 -----	1-10, 16-21
Y	EP 2 481 469 A1 (SIEMENS AG [DE]) 1. August 2012 (2012-08-01) Ansprüche 1,2,3,6 -----	1,3,6-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/066740

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
US 2013139695	A1	06-06-2013	AU	2011296309	A1		21-02-2013	
			CN	103221114	A		24-07-2013	
			US	2013139695	A1		06-06-2013	
			WO	2012030630	A1		08-03-2012	

WO 2012062724	A2	18-05-2012	CA	2817285	A1		18-05-2012	
			CN	103221103	A		24-07-2013	
			EP	2637758	A2		18-09-2013	
			JP	2013543790	A		09-12-2013	
			KR	20130080476	A		12-07-2013	
			US	2013214202	A1		22-08-2013	
			WO	2012062724	A2		18-05-2012	

EP 2551007	A1	30-01-2013	EP	2551007	A1		30-01-2013	
			WO	2013017481	A1		07-02-2013	

WO 2011120138	A1	06-10-2011	AU	2011235573	A1		08-11-2012	
			CA	2794751	A1		06-10-2011	
			CN	102917773	A		06-02-2013	
			EP	2552573	A1		06-02-2013	
			KR	20130018269	A		20-02-2013	
			US	2013108532	A1		02-05-2013	
			WO	2011120138	A1		06-10-2011	

EP 2481469	A1	01-08-2012	CN	103347588	A		09-10-2013	
			EP	2481469	A1		01-08-2012	
			EP	2640491	A1		25-09-2013	
			KR	20140005943	A		15-01-2014	
			US	2013292607	A1		07-11-2013	
			WO	2012104123	A1		09-08-2012	
