

(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
17. März 2016 (17.03.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/038012 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B01D 53/04 (2006.01) **B01D 53/06** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/070456

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. September 2015 (08.09.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 218 344.8
12. September 2014 (12.09.2014) DE

(71) Anmelder: **DÜRR SYSTEMS GMBH** [DE/DE]; Carl-
Benz-Str. 34, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(72) Erfinder: **HERM, Enrico**; Römerweg 19, 71159
Mötzingen (DE). **RIEDER, Erhard**; Im Seele 68, 71083
Herrenberg (DE). **EICHHORN, Christian**; Max-
Delbrück-Str. 10, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(74) Anwalt: **PRÜFER & PARTNER**; Sohnckestr. 12, 81479
München (DE).

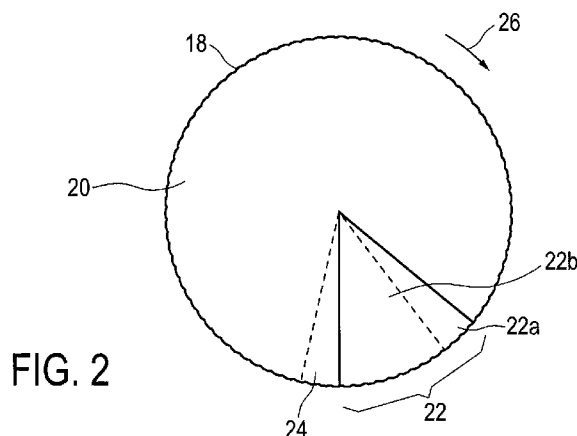
(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST,
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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND REGENERATIVE SEPARATING APPARATUS FOR SEPARATING CONTAMINANTS FROM
PROCESS EXHAUST AIR

(54) **Bezeichnung** : VERFAHREN UND REGENERATIVE ABSCHIEDEEINRICHTUNG ZUM ABTRENNEN VON
VERUNREINIGUNGEN AUS PROZESSABLUFT



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for separating organic solvents from process exhaust air containing solvents, wherein the process exhaust air (10) is directed through a separating zone (20) of a separating apparatus (12) and the separating apparatus (12) is regenerated by a regenerating current (36) being conducted through a regeneration zone (22) of the separating apparatus (12). The regenerating current (36) flowing through the separating apparatus (12) during regenerating is separated by a separating device (28) into a first partial flow (42), which has a contaminant concentration which is smaller than a first predetermined threshold, and a second partial flow (44), which has a contaminant concentration which is equal to or greater than a second predetermined threshold, wherein the second predetermined threshold is equal to or greater than the first predetermined threshold, in order to return the first partial flow produced during regenerating to the separating apparatus (12) and to direct the second partial flow produced during regenerating to a cleaning apparatus (46).

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/038012 A1



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)

Bei einem Verfahren zum Abtrennen von organischen Lösemitteln aus lösemittelhaltiger Prozessabluft wird die Prozessabluft (10) durch eine Abscheidezone (20) einer Abscheideeinrichtung (12) hindurch geleitet und wird die Abscheideeinrichtung (12) durch Hindurchleiten eines Regenerationsstroms (36) durch eine Regenerationszone (22) der Abscheideeinrichtung (12) regeneriert. Der beim Regenerieren durch die Abscheideeinrichtung (12) hindurch strömende Regenerationsstrom (36) wird mittels einer Trennvorrichtung (28) in einen ersten Teilstrom (42), der eine Verunreinigungskonzentration kleiner als ein erster vorbestimmter Grenzwert aufweist, und einen zweiten Teilstrom (44), der eine Verunreinigungskonzentration gleich oder größer als ein zweiter vorbestimmter Grenzwert aufweist, wobei der zweite vorbestimmte Grenzwert gleich oder größer als der erste vorbestimmte Grenzwert ist, um den beim Regenerieren erzeugten ersten Teilstrom zur Abscheideeinrichtung (12) rückzuleiten und den beim Regenerieren erzeugten zweiten Teilstrom zu einer Reinigungseinrichtung (46) zu leiten.

Verfahren und regenerative Abscheideeinrichtung
zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Prozessabluft

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine
regenerative Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung
zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Prozessabluft, beispiels-
weise zum Abtrennen von organischen Lösemitteln aus lösemittel-
haltiger Prozessabluft, zum Beispiel für den Einsatz in einer
10 industriellen Oberflächenbehandlungsanlage.

Die Abreinigung von Prozessabluft mit geringer Konzentration oder
Beladung an zumindest einer brennbaren Teilkomponente, insbe-
sondere an organischen Lösemitteln, beispielsweise von Lackier-
15 abluft wie sie zum Beispiel in Lackieranlagen von Fahrzeug-
karosserien anfällt, erfolgt zum Beispiel über ein Verfahren zur
Aufkonzentration. Dabei werden die flüchtigen organischen Löse-
mittel an einer Abscheideeinheit, insbesondere einem Filter einer
Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung physikalisch
20 angelagert (Adsorption, Absorption). Dieser Vorgang kann durch
eine Temperaturerhöhung des Filters umgekehrt werden (Desorption).

Für den Desorptionsvorgang wird beispielsweise Heißluft von 140
bis 450°C mit einem geringen Volumenstrom verwendet. Die aus der
25 Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung nach Durch-
laufen der Abscheideeinheit, insbesondere des Filters austretende
Heißluft wird auch als Konzentratluft bezeichnet. Die Lösemittel-
konzentration in der Konzentratluft erhöht sich im Vergleich zur
Prozessluft im gleichen Verhältnis wie der Volumenstrom reduziert
30 ist. Mit herkömmlichen Systemen lassen sich so Konzentrations-
erhöhungen in der Konzentratluft im Verhältnis von 2:1 bis 20:1
gegenüber der Prozessabluft erzielen. Die Grenzen dieser Auf-
konzentration ergeben sich aus dem Erreichen einer unteren
Explosionsgrenze und einem Überschreiten der Zündtemperatur. Die
35 Konzentratluft kann schließlich einer Reinigungseinrichtung

zugeführt werden, um die Lösemittel zu extrahieren bzw. rückzugewinnen.

Ein solches Verfahren zum Abtrennen von organischen Lösemitteln aus lösemittelhaltiger Prozessabluft ist zum Beispiel in der DE 39 35 094 C2 offenbart. Bei diesem herkömmlichen Verfahren wird eine kontinuierlich betriebene Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung mit einer als Rotor ausgestalteten Abscheideeinheit, insbesondere Filter eingesetzt, dessen Stirnflächen fortlaufend mit Prozessabluft und Heißluft beaufschlagt werden. Dabei ist die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung in eine sektorförmige Abscheidezzone und eine sektorförmige Regenerationszone unterteilt, die von der rotierenden Abscheideeinheit, insbesondere dem rotierenden Filter fortlaufend nacheinander durchlaufen werden.

Da sich der in die Regenerationszone eintretende Bereich des Filters zunächst noch auf dem Temperaturniveau des Anlagerungsprozesses von zum Beispiel etwa 10 bis 60°C befindet und von der Heißluft erst auf zum Beispiel etwa 140 bis 450°C aufgeheizt werden muss, reichen die Temperaturen des Filters in einer ersten Phase des Regenerationsprozesses nicht aus, die angelagerten Lösemittel im ersten Filterteilbereich zu desorbieren. Dies kann dazu führen, dass die Lösemittelkonzentration in der Konzentratluft und die Effizienz der nachgeschalteten Reinigungseinrichtung unzureichend bzw. vermindert sind.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine regenerative Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Prozessabluft zu schaffen, welche eine höhere Effizienz ermöglichen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die Lehre der unabhängigen Ansprüche. Besonders bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Prozessabluft enthält die Schritte des Leitens der Prozessabluft durch eine Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung hindurch; des Regenerierens der Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung durch Hindurchleiten eines Regenerationsstroms; des Trennens des beim Regenerieren durch die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung hindurch strömenden Regenerationsstroms in einen ersten Teilstrom, der eine Verunreinigungskonzentration kleiner als ein erster vorbestimmter Grenzwert aufweist, und einen zweiten Teilstrom, der eine Verunreinigungskonzentration gleich oder größer als ein zweiter vorbestimmter Grenzwert aufweist, wobei der zweite vorbestimmte Grenzwert gleich oder größer als der erste vorbestimmte Grenzwert ist; des Rückführens des beim Regenerieren erzeugten ersten Teilstroms zur Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung; und des Leitens des beim Regenerieren erzeugten zweiten Teilstroms zu einer Reinigungseinrichtung.

Bei diesem Verfahren wird ein Teil des Regenerationsstroms, der eine vergleichsweise geringe Konzentration an Verunreinigungen aufweist, als erster Teilstrom abgetrennt ("Splitstrom") und zur Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung rückgeführt. Durch die damit erreichte Aufkonzentration der Verunreinigungen im zweiten Teilstrom ("Konzentratstrom") des Regenerationsstroms kann die Effizienz der Reinigungseinrichtung, welcher der zweite Teilstrom zugeleitet wird, erhöht werden. Ferner können durch die Rückführung des ersten Teilstroms zurück zur Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung die Konzentration der Verunreinigungen in der Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung und damit auch die Aufkonzentration im zweiten Teilstrom des Regenerationsstroms erhöht werden, sodass die Effizienz der Reinigungseinrichtung insgesamt verbessert werden kann. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können hohe Aufkonzentrationen bzw. Aufkonzentrationsfaktoren erreicht werden, die üblicherweise

nur mit zweistufigen Filtereinrichtungen erzielbar sind (z. B. bis zu 40:1 und mehr).

Aufgrund der hohen Aufkonzentrationen bzw. Aufkonzentrationsfaktoren eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere zum Abreinigen von Prozessabluft mit geringer Konzentration oder Beladung von Verunreinigungen. Das Verfahren ist aber ebenso in vorteilhafter Weise geeignet für Prozessabluftströme mit höheren Konzentrationen von Verunreinigungen, insbesondere brennbaren Teilkomponenten, bei deren Aufkonzentrierung die sich im zweiten Teilstrom ergebenden Konzentrationen über der unteren Explosionsgrenze (UEG) von zum Beispiel 25% liegen. Dieser zweite Teilstrom kann dann bevorzugt direkt ohne Zusatzeinrichtungen in einer einfachen Reinigungseinrichtung wie z. B. einer (atmosphärischen) Fackel oder einem geeigneten Spaltbrenner gereinigt werden. Bei dieser Anwendung erhöht die Abtrennung des ersten Teilstroms die Verunreinigungskonzentration im zweiten Teilstrom, sodass die Effizienz z. B. der Fackel verbessert werden kann.

Der erste Teilstrom mit der geringeren Verunreinigungskonzentration entsteht zum Beispiel während einer ersten bzw. frühen Phase des Regenerierens der Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung, wenn sich die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung noch auf einem niedrigen Temperaturniveau befindet und sich deshalb nur wenige Verunreinigungen von der Abscheideeinheit, insbesondere dem Filter lösen. In diesem Fall hat der erste Teilstrom nicht nur eine relativ geringe Verunreinigungskonzentration, sondern auch eine niedrigere Temperatur. Andererseits entsteht der zweite Teilstrom zum Beispiel während einer zweiten Phase des Regenerierens der Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung, wenn die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung ein höheres Temperaturniveau erreicht hat. In diesem Fall hat der zweite Teilstrom nicht nur eine höhere Verunreinigungskonzentration, sondern auch eine höhere Temperatur. Andererseits kann der zweite

Teilstrom mit der höheren Verunreinigungskonzentration auch bereits in einer frühen Phase des Regenerierens erzeugt werden, falls zum Beispiel eine sehr schnelle Aufheizung der Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung erfolgt, und kann in diesem Fall der erste Teilstrom mit der niedrigeren Verunreinigungskonzentration in einer späten Phase des Regenerierens erzeugt werden, falls zum Beispiel eine (längere) Abkühlphase für die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung benötigt wird. In beiden Varianten kann durch die höhere Temperatur des der Reinigungseinrichtung zugeführten zweiten Teilstroms deren Effizienz gesteigert werden. Ggf. kann die Reinigungseinrichtung autotherm (d.h. ohne zusätzliche Energiezufuhr) oder sogar mit Energieüberschuss betrieben werden, wodurch der Energiebedarf der gesamten Anlage optimiert werden kann.

Durch das Abtrennen und Rückführen des ersten Teilstroms kann insgesamt eine zeitliche Integration eines möglicherweise variablen Volumenstroms des Regenerationsstroms bei gegebener, möglicherweise selbst auch zeitlich fluktuierender Verunreinigungskonzentration der Prozessabluft über ein gegebenes, ggf. variierbares Zeitintervall während der Aufkonzentrationsphase und einer in zwei Teilphasen gesplitteten Regenerationsphase erzielt werden. Die Regenerationsphase zeichnet sich dabei durch einen reduzierten Volumenstrom aus, während sich die Teilphasen insbesondere hinsichtlich ihrer jeweiligen Verunreinigungskonzentration unterscheiden.

Die Erfindung kann grundsätzlich in allen Fällen der Reinigung von mit oxidationsfähigen Schadstoffen belasteten Abgasen / Ablüften vorteilhaft eingesetzt werden, insbesondere bei niedrigen Schadstoffkonzentrationen. Unter dem Begriff Prozessabluft soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Abgas und/oder eine Abluft zumindest eines vorgelagerten Prozesses bzw. einer vorgelagerten Quelle verstanden werden, das/die eine Beladung oder Konzentration von Verunreinigungen beinhaltet. Bei den Verunreinigungen handelt

es sich beispielsweise um zumindest eine brennbare Teilkomponente wie zum Beispiel einen flüchtigen organischen Bestandteil (VOC) des Abgases oder der Abluft. Bei der Prozessabluft kann es sich insbesondere um eine lösemittelhaltige Prozessabluft handeln, 5 welche eine Beladung / Konzentration eines organischen Lösemittels aufweist (z. B. Lackierindustrie). Daneben kann es sich bei der Prozessabluft auch um Minengase (d. h. VAM = ventilation air methane), nicht anderweitig aufkonzentrierbare Ablüfte aus Biogas- oder Müllverbrennungsanlagen, mit geringen Mengen an VOC belastete 10 Luft aus Druckereien oder kunststoffverarbeitenden Betrieben, und dergleichen mehr handeln.

Die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung weist vorzugsweise eine Abscheideeinheit, insbesondere einen Filter auf, 15 an der sich die in der Prozessabluft enthaltenen Verunreinigungen (z. B. organische Lösemittel) beim Durchströmen physikalisch anlagern können. Die Abscheideeinheit ist vorzugsweise als ein Adsorptionsfilter, ein Absorptionsfilter oder dergleichen ausgestaltet. Die Abscheideeinheit, insbesondere der Filter enthält zu 20 diesem Zweck vorzugsweise Aktivkohle, Zeolith oder ein anderes geeignetes Filtermaterial.

Bei dem Regenerationsstrom handelt es sich vorzugsweise um Heißluft, bevorzugt in einem Temperaturbereich von etwa 140 bis 450°C. 25 Vorzugsweise durchströmt der Regenerationsstrom die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung bzw. deren Abscheideeinheit, insbesondere Filter in einer Richtung entgegengesetzt zu der Richtung, in welcher die Prozessabluft durch die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung geleitet wird.

30

Der Begriff Konzentration soll in diesem Zusammenhang jede Art einer auf das Volumen eines Gemisches bezogenen Gehaltsangabe bezeichnen (DIN 1310). Der Begriff Konzentration umfasst daher in diesem Zusammenhang insbesondere eine Stoffmengenkonzentration 35 (Molarität), eine Äquivalentkonzentration (Normalität), eine

Massenkonzentration, eine Volumenkonzentration und eine Partikelkonzentration (Teilchendichte).

Der erste Teilstrom des Regenerationsstroms weist eine Verunreinigungskonzentration kleiner als ein erster vorbestimmter Grenzwert, d. h. eine relativ geringe Verunreinigungskonzentration auf. Der erste vorbestimmte Grenzwert ist bevorzugt so gewählt, dass die Verunreinigungskonzentration des ersten Teilstroms maximal jener der Prozessabluft ist. Der zweite Teilstrom des Regenerationsstroms weist eine Verunreinigungskonzentration gleich oder größer als ein zweiter vorbestimmter Grenzwert, d.h. eine mittlere oder höhere Verunreinigungskonzentration auf. Der zweite vorbestimmte Grenzwert ist bevorzugt so gewählt, dass die Verunreinigungskonzentration des zweiten Teilstroms jene der Prozessabluft übersteigt.

In einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung wird eine Eingangskonzentration oder Beladung der eingehenden Prozessabluft an Verunreinigungen, insbesondere zumindest einer brennbaren Teilkomponente wie zum Beispiel einem flüchtigen organischen Bestandteil (VOC) beim Durchtritt durch die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung derart abgesenkt, dass eine Ausgangskonzentration in der ausgehenden Prozessabluft zumindest die gesetzlichen oder normativen Erfordernisse hinsichtlich dieser Verunreinigungen für die Emission der Prozessabluft in die Umgebung erfüllt oder zumindest nicht mehr als störend in der Umgebung wahrgenommen werden kann, für den Fall dass keine gesetzlichen Erfordernisse für die entsprechende Art von Verunreinigung einzuhalten wären.

In einer besonders bevorzugten Variante ist der erste vorbestimmte Grenzwert einer Verunreinigungskonzentration im ersten Teilstrom des Regenerationsstroms geringer als die Eingangskonzentration in der eingehenden Prozessabluft. Weiters kann vorzugsweise der

zweite vorbestimmte Grenzwert einer Verunreinigungskonzentration im zweiten Teilstrom des Regenerationsstroms höher als die Eingangskonzentration in der eingehenden Prozessabluft sein, insbesondere kann ein Verhältnis des zweiten Grenzwerts der Verunreinigungskonzentration im zweiten Teilstrom oder zumindest bezogen auf die Eingangskonzentration zwischen 2:1 und 40:1, vorzugsweise zwischen 10:1 und 30:1, bevorzugt von mindestens 20:1 betragen.

Die Reinigungseinrichtung ist in diesem Zusammenhang eine Einrichtung, die geeignet ist, die Verunreinigungen aus dem zweiten Teilstrom des Regenerationsstroms zu extrahieren oder rückzugewinnen. Die Reinigungseinrichtung ist vorzugsweise ausgestaltet zur regenerativen thermischen Oxidation (RTO), direkten thermischen Oxidation (TO), rekuperativen katalytischen Oxidation (CO), regenerativen katalytischen Oxidation (RCO), Kondensation oder dergleichen oder weist ein Gasturbinenaggregat mit einer Verbrennungsanlage zum Verbrennen des zweiten Teilstroms bzw. der in ihm enthaltenen brennbaren Verunreinigungen auf. Der Regenerationsstrom kann mit dem zweiten Teilstrom und der Reinigungseinrichtung wahlweise einen geschlossenen oder einen offenen Regenerationskreis bilden.

Bei dem Gasturbinenaggregat handelt es sich vorzugsweise um ein Mikrogasturbinenaggregat wie es zum Beispiel in der DE 10 2013 203 448 A1 offenbart ist. Bezüglich des Aufbaus und der Funktionsweise wird vollinhaltlich auf diese ältere Patentanmeldung Bezug genommen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird eine Strömungsmenge des beim Regenerieren erzeugten ersten Teilstroms variabel geregelt. Vorzugsweise wird ein Verhältnis der Strömungsmenge des beim Regenerieren erzeugten ersten Teilstroms zur Strömungsmenge des beim Regenerieren erzeugten zweiten Teilstroms

variabel geregelt. Auf diese Weise können die Aufkonzentration und die Temperatur des zweiten Teilstroms des Regenerationsstroms optimiert und so die Effizienz der Reinigungseinrichtung erhöht werden. Vorzugsweise werden die Strömungsmenge bzw. das Strömungs-
5 mengenverhältnis des ersten Teilstroms des Regenerationsstroms so geregelt, dass die Reinigungseinrichtung autotherm, d. h. ohne zusätzliche Energiezufuhr betrieben werden kann. Vorzugsweise erfolgt die Regelung des ersten Teilstroms in Abhängigkeit von einer Temperatur des ersten Teilstroms, einer Verunreinigungs-
10 konzentration des ersten Teilstroms, einer Temperatur des zweiten Teilstroms, einer Verunreinigungskonzentration des zweiten Teilstroms, einer Temperatur der Prozessabluft, einer Verunreinigungskonzentration der Prozessabluft, einem Strömungsvolumen der Prozessabluft, einer Temperatur des Regenerationsstroms, einem
15 Strömungsvolumen des Regenerationsstroms und/oder einer Energiebilanz der Reinigungseinrichtung.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird der beim Regenerieren erzeugte erste Teilstrom der Prozessabluft stromauf
20 der Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung zugeleitet. Auf diese Weise können die Verunreinigungskonzentration der Prozessabluft und damit auch des zweiten Teilstroms erhöht werden, sodass die Effizienz der Reinigungseinrichtung weiter verbessert werden kann. Alternativ oder zusätzlich ist es auch
25 möglich, den beim Regenerieren erzeugten ersten Teilstrom direkt in die Abscheideeinrichtung einzuleiten.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung zwischen dem
30 Regenerieren und einem nächsten Abreinigen der Prozessabluft mittels eines Kühlluftstroms gekühlt. Nach einem Regenerationsvorgang ist es von Vorteil, die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung von den zum Regenerieren erhöhten Temperaturen wieder auf einen zum Anlagern der Verunreinigungen geeigneten
35 Temperaturbereich abzukühlen.

Bei dieser Ausgestaltung kann der beim Regenerieren erzeugte erste Teilstrom vorzugsweise auch dem Kühlluftstrom stromauf der Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung zugeleitet werden. Auf diese Weise können die Verunreinigungskonzentration in der Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung und damit auch des zweiten Teilstroms erhöht werden, sodass die Effizienz der Reinigungseinrichtung weiter verbessert werden kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird von dem beim Regenerieren erzeugten zweiten Teilstrom ein weiterer Teilstrom abgezweigt und zur Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung rückgeführt. Dieser abgezweigte weitere Teilstrom wird vorzugsweise dem ersten Teilstrom, der Prozessabluft und/oder dem Regenerationsstrom zugeleitet. Auf diese Weise können die Verunreinigungskonzentration in der Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung und damit auch des zweiten Teilstroms weiter erhöht werden, sodass die Effizienz der Reinigungseinrichtung noch weiter gesteigert werden kann.

In einer noch weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung kontinuierlich betrieben. Vorzugsweise weist die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung hierzu eine rotierende (z.B. scheibenförmige) Abscheideeinheit, insbesondere Filter auf, die fortlaufend nacheinander die Bereiche der Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung zum Filtern, Regenerieren und ggf. Kühlen durchläuft.

Die regenerative Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Prozessabluft weist gemäß der Erfindung auf: einen Anschluss zum Einleiten von Prozessabluft; eine Abscheideeinheit, insbesondere einen Filter zum Aufnehmen der Verunreinigungen aus der in die Abscheide-

einrichtung, insbesondere Filtereinrichtung eingeleiteten Prozessabluft; einen Anschluss zum Ausleiten von Reinluft; einen Anschluss zum Einleiten eines Regenerationsstroms; eine Trenneinrichtung zum Trennen des durch die Abscheideeinheit, insbesondere den Filter hindurch geströmten Regenerationsstroms in einen ersten Teilstrom, der eine Verunreinigungskonzentration kleiner als ein erster vorbestimmter Grenzwert aufweist, und einen zweiten Teilstrom, der eine Verunreinigungskonzentration gleich oder größer als ein zweiter vorbestimmter Grenzwert aufweist, wobei der zweite vorbestimmte Grenzwert gleich oder größer als der erste vorbestimmte Grenzwert ist; einen Anschluss zum Ausleiten des ersten Teilstroms; und einen Anschluss zum Ausleiten des zweiten Teilstroms.

Bezüglich der mit dieser Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung erzielbaren Vorteile und der Begriffsdefinitionen wird auf die obigen Erläuterungen in Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren verwiesen, die für die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung entsprechend gelten.

20

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Trennvorrichtung derart ausgestaltet, dass sie eine Strömungsmenge des ersten Teilstroms variabel regeln kann. Vorzugsweise ist die Trennvorrichtung so ausgestaltet, dass sie ein Verhältnis der Strömungsmenge des beim Regenerieren erzeugten ersten Teilstroms zur Strömungsmenge des beim Regenerieren erzeugten zweiten Teilstroms variabel regeln kann. Die Trennvorrichtung weist zu diesem Zweck bevorzugt eine verstellbare Trennwand, einen verstellbaren Strömungsregler oder dergleichen auf.

30

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Abscheideeinheit, insbesondere der Filter als ein Rotor ausgestaltet, dessen Stirnseiten fortlaufend mit der Prozessabluft und dem Regenerationsstrom beaufschlagt werden kann. Die Abscheideeinheit, insbesondere der Filter ist bevorzugt scheibenförmig

35

ausgebildet. Die Achslage des Rotors ist grundsätzlich frei wählbar, bevorzugt im Wesentlichen horizontal oder im Wesentlichen vertikal.

5 Bei dieser Ausgestaltung weist die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung vorzugsweise eine sektorförmige Abscheide- oder Filterzone und eine sektorförmige Regenerationszone auf, wobei die Abscheidezone und die Regenerationszone
10 einander nicht überlappen. Die Abscheidezone steht bevorzugt mit dem Anschluss zum Einleiten von Prozessabluft und dem Anschluss zum Ausleiten von Reinluft in Verbindung. Die Regenerationszone steht bevorzugt mit dem Anschluss zum Einleiten eines Regenerationsstroms, dem Anschluss zum Ausleiten des ersten Teilstroms und dem Anschluss zum Ausleiten des zweiten Teilstroms
15 in Verbindung. Das Verhältnis der Fläche der Regenerationszone zur Fläche der Abscheidezone liegt vorzugsweise in einem Bereich von etwa 5% bis etwa 25%, bevorzugter von etwa 10% bis etwa 15%.

Außerdem ist bei dieser Ausgestaltung vorzugsweise vorgesehen,
20 dass die Trennvorrichtung die Regenerationszone in einer Drehrichtung der Abscheideeinheit, insbesondere des Filters in eine erste Teilzone und eine zweite Teilzone unterteilt. Die erste Teilzone der Regenerationszone steht bevorzugt mit dem Anschluss zum Einleiten eines Regenerationsstroms und dem Anschluss zum
25 Ausleiten des ersten Teilstroms in Verbindung, und die zweite Teilzone steht bevorzugt mit dem Anschluss zum Einleiten eines Regenerationsstroms und dem Anschluss zum Ausleiten des zweiten Teilstroms in Verbindung. Das Flächenverhältnis der ersten Teilzone zur zweiten Teilzone ist vorzugsweise durch die Trenn-
30 vorrichtung variabel einstellbar. Die Fläche der ersten Teilzone beträgt vorzugsweise maximal etwa 40%, bevorzugter maximal etwa 30% oder maximal etwa 20% der Fläche der Regenerationszone.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist
35 die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung ferner

einen Anschluss zum Einleiten eines Kühlluftstroms und einen Anschluss zum Ausleiten des Kühlluftstroms nach Durchströmen der Abscheideeinheit, insbesondere des Filters auf.

- 5 Bei dieser Ausgestaltung weist die Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung vorzugsweise eine sektorförmige Kühlzone auf, die in einer Drehrichtung der Abscheideeinheit, insbesondere des Filters zwischen der Regenerationszone und der Abscheidezzone angeordnet ist. Diese Kühlzone steht bevorzugt mit
10 dem Anschluss zum Einleiten eines Kühlluftstroms und dem Anschluss zum Ausleiten des Kühlluftstroms nach Durchströmen der Abscheideeinheit, insbesondere des Filters in Verbindung.

- Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ferner eine Anlage zum
15 Abtrennen von Verunreinigungen aus Prozessabluft, beispielsweise zum Abtrennen von organischen Lösemitteln aus lösemittelhaltiger Prozessabluft, welche eine oben beschriebene regenerative Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung gemäß der Erfindung sowie eine Reinigungseinrichtung zum Extrahieren bzw.
20 Rückgewinnen der Verunreinigungen aus dem bei einem Regenerationsvorgang der Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung erzeugten zweiten Teilstrom aufweist. Diese Anlage ist insbesondere auch zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens gemäß der Erfindung geeignet.

25

- In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die Anlage ferner eine Strömungsleitung zum Rückführen des bei einem Regenerationsvorgang erzeugten ersten Teilstroms zur Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung auf. Die Strömungs-
30 leitung ist vorzugsweise ausgestaltet und angeordnet, um den ersten Teilstrom in die Prozessabluft, in den Kühlluftstrom und/oder in die Abscheide-/Filterzone der Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung einzuleiten.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die Anlage zudem einen Strömungsregler zum Abzweigen eines weiteren Teilstroms von dem bei einem Regenerationsvorgang erzeugten zweiten Teilstrom und wenigstens eine weitere Strömungs-
5 leitung zum Rückführen des weiteren Teilstroms zur Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung auf. Der Strömungsregler weist vorzugsweise ein Mehrwegeventil, eine Strömungsweiche oder dergleichen auf. Die weitere Strömungsleitung ist vorzugsweise ausgestaltet und angeordnet, um den abgezweigten weiteren
10 Teilstrom in den Regenerationsstrom, in den ersten Teilstrom und/oder in die Prozessabluft einzuleiten.

Das oben beschriebene Verfahren der Erfindung, die oben beschriebene regenerative Abscheideeinrichtung, insbesondere
15 Filtereinrichtung der Erfindung und die oben beschriebene Anlage der Erfindung sind in besonders vorteilhafter Weise in industriellen Oberflächenbehandlungsanlagen zum Behandeln einer Oberfläche eines Werkstücks einsetzbar. Vorzugsweise sind sie in Lackieranlagen zum Lackieren von Fahrzeugteilen wie insbesondere
20 Fahrzeugkarosserien einsetzbar, in denen die organischen Lösemittel aus der Lackierabluft abgetrennt werden sollen. Darüber hinaus ist die vorliegende Erfindung in allen Fällen der Reinigung von mit oxidationsfähigen Schadstoffen belasteten Abgasen / Ablüften in vorteilhafter Weise einsetzbar, wie für Minengas,
25 nicht anderweitig aufkonzentrierbare Ablüfte aus Biogas- oder Müllverbrennungsanlagen, mit geringen Mengen an VOC belastete Luft aus Druckereien oder kunststoffverarbeitenden Betrieben, und dergleichen.

30 Obige sowie weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung von verschiedenen Ausführungsbeispielen anhand der beiliegenden Zeichnungen besser verständlich. Darin zeigen, größtenteils schematisch:

Fig. 1 den Aufbau einer Anlage gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in verschiedenen Varianten;

Fig. 2 eine vereinfachte Darstellung eines als Rotor ausgestalteten Filters einer erfindungsgemäßen Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel;

Fig. 3 eine vereinfachte Darstellung einer Trennvorrichtung einer erfindungsgemäßen Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel;

Fig. 4 den Aufbau einer Reinigungseinrichtung mit einem Gasturbinenaggregat; und

Fig. 5 eine vereinfachte Darstellung einer Trennvorrichtung einer erfindungsgemäßen Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel.

Bezug nehmend auf Fig. 1 werden verschiedene Varianten des Aufbaus einer erfindungsgemäßen Anlage zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Prozessabluft näher erläutert. Bezug nehmend auf Fig. 2 und 3 werden Aufbau und Funktionsweise der Abscheideeinrichtung, insbesondere Filtereinrichtung einer solchen Anlage näher beschrieben.

Zum Abtrennen von Verunreinigungen (z. B. organischen Lösemitteln) wird die Prozessabluft (z. B. lösemittelhaltige Lackierabluft) einer Abscheideeinrichtung 12 über einen Anschluss 13a zugeleitet. Die in der Abscheideeinrichtung gereinigte Prozessabluft wird über einen Anschluss 13b ausgeleitet und mittels eines Gebläses 16 als so genannte Reinfluft 14 zum Beispiel in die Umgebung abgegeben oder wieder dem Prozess rückgeführt.

Die Abscheideeinrichtung 12 weist eine Abscheideeinheit 18, insbesondere einen Filter auf, an den sich die in der Prozessabluft 10 enthaltenen Verunreinigungen beim Durchströmen der Abscheideeinrichtung 12 anlagern. Die Abscheideeinheit 18 der Abscheideeinrichtung 12 ist zum Beispiel als ein Adsorptionsfilter, ein Absorptionsfilter oder dergleichen ausgebildet und weist zum Beispiel Aktivkohle als Filtermaterial auf. Die Abscheideeinheit 18 kann mittels erhöhter Temperaturen zum Durchführen zum Beispiel eines Desorptionsvorganges regeneriert werden.

Wie in Fig. 2 angedeutet, ist die Abscheideeinheit 18 in diesem Ausführungsbeispiel als ein scheibenförmiger Rotor ausgestaltet. Die Abscheideeinrichtung 12 weist eine Abscheidezzone 20 und eine Regenerationszone 22 auf, welche jeweils sektorförmig ausgestaltet sind, wobei die Fläche der Regenerationszone 22 deutlich kleiner bemessen ist als die Fläche der Abscheidezzone 20. Der scheibenförmige Rotor hat vorzugsweise eine im Wesentlichen horizontale oder im Wesentlichen vertikale Achslage.

Die Abscheideeinrichtung 12 wird kontinuierlich betrieben. D. h. die Abscheideeinheit 18 durchläuft fortlaufend nacheinander die Abscheidezzone 20 und die Regenerationszone 22 in einer Drehrichtung 26.

Wie in Fig. 2 dargestellt, ist die Regenerationszone 22 in der Drehrichtung 26 der Abscheideeinheit 18 in eine erste Teilzone 22a und eine zweite Teilzone 22b unterteilt. Die Fläche der ersten Teilzone 22a ist dabei deutlich kleiner bemessen als die Fläche der zweiten Teilzone 22b. Wie in Fig. 3 veranschaulicht, erfolgt eine Trennung zwischen der ersten und der zweiten Teilzone 22a, 22b mit Hilfe einer Trennvorrichtung 28 in Form einer Trennwand. Diese Trennvorrichtung 28 ist an einer Lagerung 30 über einen vorbestimmten Schwenkbereich 32 schwenkbar gelagert. Durch das

Verschwenken der Trennvorrichtung 28 kann ein Flächenverhältnis zwischen der ersten und der zweiten Teilzone 22a, 22b der Regenerationszone 22 variabel eingestellt werden.

5 Fig. 3 zeigt somit eine Abscheideeinheit 18 mit einer relativ einfach aufgebauten mechanischen Trennvorrichtung 28, die an einer Lagerung 30 im Endbereich schwenkbar gelagert ist. Die Lagerung 30 ist z. B. mit einem Antrieb gekoppelt, der beispielsweise über eine hinsichtlich der Austrittsfläche mittlere Ausgangstemperatur
10 des ersten und/oder des zweiten Teilstroms 42, 44 gesteuert werden kann.

Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Trenn-
vorrichtung 28 für die Abscheideeinheit 18 der Abscheide-
15 einrichtung 12. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Trenn-
vorrichtung 28 in Form einer Trennwand an ihren beiden End-
bereichen (oben und unten in Fig. 5) bewegbar bzw. verschiebbar
gelagert. Die zwei Lagerungen 31, 31b sind jeweils mit einem
Antrieb gekoppelt und bevorzugt unabhängig voneinander ansteuer-
20 bar. Außerdem sind entlang der Trennvorrichtung 28 vorzugsweise
mehrere (bevorzugt wenigstens zwei, bevorzugter wenigstens vier)
Temperatursensoren 34a, 34b vorgesehen, um die Austritts-
temperaturen des ersten und/oder des zweiten Teilstroms 42, 44 als
Regelparameter für die Trennvorrichtung 28 zu erfassen. Bei dieser
25 Konfiguration besteht die Möglichkeit, die Trennvorrichtung 28 auf
einer Linie einer im Wesentlichen gleichen Temperatur und damit
bevorzugt auch einer im Wesentlich gleichen Verunreinigungskonzentration auszurichten. Die Verunreinigungskonzentration im
zweiten Teilstrom 44 und damit die Effizienz der Reinigungs-
30 einrichtung 46 können so weiter erhöht werden.

Alternativ zu den Ausführungsformen der Fig. 3 oder Fig. 5 kann die Trennvorrichtung 28 beispielsweise auch als fächerartig, variabel ausspreizbarer Trennvorhang oder als variabel in

Umfangsrichtung über einen definierten Winkelbereich aufspreizbare Lamellenvorrichtung ausgebildet sein.

In beiden Ausführungsformen der Fig. 3 und 5 können anstelle der Temperatur auch andere Parameter zum Regeln der Trennvorrichtung 28 verwendet werden. So können als Regelparameter vorzugsweise die Temperatur, die Verunreinigungskonzentration, der Volumenstrom und/oder der Druck des ersten und/oder des zweiten Teilstroms 42, 44 benutzt werden.

Wie ferner in Fig. 2 dargestellt, ist in der Drehrichtung 26 der Abscheideeinheit 18 zudem zwischen der Regenerationszone 22 und der Abscheidezone 20 eine Kühlzone 24 vorgesehen. Die Fläche dieser Kühlzone 24 ist deutlich kleiner bemessen als die Fläche der Abscheidezone 20, und vorzugsweise auch kleiner als die Fläche der Regenerationszone 22.

Die Kühlzone 24 der Abscheideeinrichtung 12 steht bevorzugt mit einem Anschluss 13c in Verbindung, über den der Abscheideeinrichtung 12 mittels eines Gebläses 52 ein Kühlluftstrom 50 zugeführt werden kann. Nach Durchströmen der Abscheideeinheit 18 wird der Kühlluftstrom 54 über einen Anschluss 13d aus der Abscheideeinrichtung 12 ausgeleitet. Wie beispielhaft in Fig. 1 dargestellt, wird der Kühlluftstrom 54 nach Durchströmen der Abscheideeinrichtung 12 der Prozessabluft 10 stromauf der Abscheideeinrichtung 12 zugeleitet. Alternativ oder ergänzend kann der Kühlluftstrom 50 auch als Teilstrom aus der Prozessabluft 10 abgetrennt oder von dieser abgeleitet werden. Dies ist insbesondere dann möglich, wenn der Ventilator 52 saugseitig betrieben wird und/oder der Ventilator 16 im Prozessabluftstrom 10 vorgesehen wird oder ist. In diesem Fall kann die Kühlluft bis auf eine Desorptionstemperatur aufgeheizt und vorzugsweise zur Regeneration der Abscheideeinrichtung 12 verwendet werden.

Der Kühlluftstrom 50 durchströmt die Abscheideeinrichtung 12 vorzugsweise in einer Richtung entgegengesetzt zu der Richtung, in welcher die Prozessabluft 10 die Abscheideeinrichtung 12 durchströmt. Der Kühlluftstrom 50 kühlt die Abscheideeinheit 18 der Abscheideeinrichtung 12 nach einem Regenerationsvorgang in der Regenerationszone 22 wieder auf einen Temperaturbereich von etwa 10 bis 60°C ab, in dem sich die in der Prozessabluft 10 enthaltenen Verunreinigungen an dem Filter 18 anlagern können.

Die Regenerationszone 22 der Abscheideeinrichtung 12 steht eingangsseitig mit einem Anschluss 13e zum Einleiten eines Regenerationsstroms 36 in Verbindung. Der Regenerationsstrom 36 ist vorzugsweise Heißluft, die mittels eines Wärmetauschers 40 auf eine Temperatur im Bereich von 140 bis 450°C gebracht und mittels eines Gebläses 38 in die Abscheideeinrichtung 12 geblasen wird.

Ausgangsseitig steht die Regenerationszone 22 mit zwei Anschlüssen 13f und 13g in Verbindung. Genauer steht die erste Teilzone 22a der Regenerationszone 22 mit dem Anschluss 13f zum Ausleiten eines ersten Teilstroms 42 in Verbindung und steht die zweite Teilzone 22b der Regenerationszone 22 mit dem Anschluss 13g zum Ausleiten eines zweiten Teilstroms 44 in Verbindung. Der Regenerationsstrom 36 durchströmt die Abscheideeinrichtung 12 vorzugsweise in einer Richtung entgegengesetzt zu der Richtung, in welcher die Prozessabluft 10 die Abscheideeinrichtung 12 durchströmt.

Nachdem sich die Verunreinigungen der Prozessabluft 10 in der relativ kühlen Abscheidezone 20 an der Abscheideeinheit 18 angelagert haben, wird die Abscheideeinheit 18 in der Regenerationszone 22 aufgeheizt, um die Verunreinigung wieder von der Abscheideeinheit 18 lösen zu können (Desorption). Da sich die Abscheideeinheit 18 in einer ersten Phase dieses Regenerationsvorganges noch auf einem niedrigen Temperaturniveau befindet (erste Teilzone 22a), werden nur wenige Verunreinigungen von dem

Filter gelöst, sodass der erste Teilstrom 42 nur eine relativ geringe Verunreinigungskonzentration aufweist.

Aus diesem Grund wird dieser erste Teilstrom 42 von dem Regenerationsstrom abgetrennt, weshalb er auch als "Splitstrom" bezeichnet wird. In dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 wird der erste Teilstrom 42 der Prozessabluft 10 stromauf der Abscheideeinrichtung 12 zugeleitet und so letztlich zur Abscheideeinrichtung 12 rückgeführt. Auf diese Weise wird die Verunreinigungskonzentration in der Prozessabluft 10 erhöht, sodass auch die Verunreinigungskonzentration in der Abscheideeinheit 18 der Abscheideeinrichtung 12 erhöht werden kann.

Wie in Fig. 1 dargestellt, ist in der ersten Teilstromleitung optional ein Strömungsregler 60 vorgesehen. Von diesem Strömungsregler 60 führt eine Strömungsleitung 62 zum Kühlluftstrom 50 stromauf der Abscheideeinrichtung 12. Der Strömungsregler 60 ist bevorzugt variabel ansteuerbar.

Nachdem der Filter 18 der Abscheideeinrichtung 12 in der Regenerationszone 22 eine bestimmte Zeitdauer mit dem heißen Regenerationsstrom 36 beaufschlagt worden ist, erreicht die Abscheideeinheit 18 ein Temperaturniveau, das für eine Desorption der Verunreinigungen von der Abscheideeinheit 18 ausreichend ist (zweite Teilzone). Der zweite Teilstrom 44 des Regenerationsstroms 36 hat deshalb eine hohe Verunreinigungskonzentration, weshalb er auch als "Konzentratstrom" bezeichnet wird.

Der zweite Teilstrom 44 wird einer Reinigungseinrichtung 46 zugeführt, in welcher die Verunreinigungen (z. B. organischen Lösemittel) 48 aus dem zweiten Teilstrom 44 extrahiert bzw. zurückgewonnen werden. Bei der Reinigungseinrichtung 46 handelt es sich zum Beispiel um eine Vorrichtung zur regenerativen thermischen Oxidation (RTO). Die Effizienz einer solchen Reinigungs-

einrichtung 46 ist umso höher je höher die Verunreinigungs-
konzentration im zweiten Teilstrom 44 ist. Aus diesem Grund ist es
von Vorteil, den ersten Teilstrom 42 mit einer relativ geringen
Verunreinigungskonzentration abzutrennen.

5

Alternativ kann es sich bei der Reinigungseinrichtung 46 auch um
eine solche mit einem Gasturbinenaggregat handeln. Eine solche ist
beispielhaft in Fig. 4 veranschaulicht und zum Beispiel in der DE
10 2013 203 448 A1, auf welche hinsichtlich Aufbau und Funktions-
10 weise vollinhaltlich Bezug genommen wird. Bei der Gasturbinen-
anlage handelt es sich grundsätzlich um ein Energieerzeugungs-
system, welches in Kombination mit dem erfindungsgemäßen Verfahren
zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Prozessabluft als
Reinigungseinrichtung 46 eingesetzt werden kann, in welcher der
15 zweite Teilstrom 44 bzw. seine brennbaren Bestandteile verbrannt
werden.

Wie in Fig. 4 dargestellt, weist diese Reinigungseinrichtung 46
ein Gasturbinenaggregat 64, insbesondere ein Mikrogasturbinen-
20 aggregat auf. Das Gasturbinenaggregat 64 enthält eine Gasturbine
66, die mit einem Verdichter 68 gekoppelt ist und die einen
Generator 70 antreibt. Die Gasturbine 66 kann insbesondere als
sogenannte Mikrogasturbine ausgebildet sein und den in der WO
2012/089837 A1 beschriebenen Aufbau haben. Mit dem Verdichter 68
25 wird der brennbare Bestandteile enthaltende zweite Teilstrom 44
angesaugt und verdichtet. Der angesaugte zweite Teilstrom 44 wird
dann durch einen als Rekuperator 72 ausgebildeten Wärmetauscher
geführt, in dem Wärme aus dem mit dem Pfeil 74 kenntlich gemachten
Abgasstrom der Gasturbine 66 auf den verdichteten zweiten Teil-
30 strom übertragen wird.

In der Verbrennungsanlage 76 wird der brennbare Bestandteile
enthaltende zweite Teilstrom 44 zusammen mit Starkgas verbrannt.
Brennbares Gas oder Gasgemisch, dessen Heizwert HA oberhalb von 15
35 MJ/m³ liegt, wird als sogenanntes Starkgas bezeichnet. Bei dem in

der Verbrennungsanlage 76 verbrannten Starkgas kann es sich z. B. um Erdgas, insbesondere Bioerdgas handeln.

Durch die erhöhte Verunreinigungskonzentration des zweiten Teilstroms 44 kann das Gasturbinenaggregat 64 wahlweise auch ohne den Rekuperator 72 ausgeführt werden. So lässt sich ggf. vermeiden, dass das Vorwärmen von brennbare Bestandteile enthaltendem gasförmigem Medium in diesem chemische Vorreaktionen hervorruft, bevor es in den Brennraum eines Brenners gelangt.

Während in Fig. 1 ein geschlossener Regenerationskreis veranschaulicht ist, kann dieser in anderen Ausführungsformen auch offen ausgestaltet sein.

Wie in Fig. 1 dargestellt, ist in der zweiten Teilstromleitung stromab der Abscheideeinrichtung 12 ein Strömungsregler 56 angeordnet. Mit Hilfe dieses Strömungsreglers 56 können ein oder mehrere weitere Teilströme von dem zweiten Teilstrom 44 abgezweigt werden.

In Fig. 1 sind beispielhaft drei optionale weitere Teilströme vorgesehen. Ein weiterer Teilstrom kann über eine erste Strömungsleitung 58a dem Regenerationsstrom 36 stromauf der Abscheideeinrichtung 12 zugeleitet werden, ein weiterer Teilstrom kann über eine zweite Strömungsleitung 58b dem ersten Teilstrom 42 vor dessen Einleitung in die Prozessabluft 10 zugeleitet werden, und ein weiterer Teilstrom kann über eine dritte Strömungsleitung 58c der Prozessabluft 10 stromauf der Abscheideeinrichtung 12 zugeleitet werden.

Durch diese Maßnahmen können die Verunreinigungskonzentrationen in der Abscheideeinrichtung 12 und damit letztlich auch im zweiten Teilstrom 44 des Regenerationsstroms erhöht werden. Im Ergebnis

kann die Reinigungseinrichtung 46 effizienter arbeiten. Gegebenenfalls kann die Reinigungseinrichtung 46 auf diese Weise autotherm, d. h. ohne zusätzliche Energiezufuhr arbeiten.

5 Mit dem in Fig. 1 veranschaulichten Aufbau lassen sich Aufkonzentrationsfaktoren für den zweiten Teilstrom 44 von bis zu 40:1 und mehr im Verhältnis zur Prozessabluft 10 erzielen. Derart hohe Aufkonzentrationen waren bisher nur mit mehrstufigen Abscheideeinrichtungen erreichbar.

10

Durch die höhere Temperatur des zweiten Teilstroms 44 (im Vergleich zu einer Situation ohne abgetrennten ersten Teilstrom 42) kann zudem der Taupunkt verschoben werden. Im Ergebnis kann die Reinigungseinrichtung 46 ebenfalls effizienter arbeiten.

15

Durch die Rückführung der abgezweigten weiteren Teilströme besteht zudem die Möglichkeit, eine sicherheitstechnische Fahrweise der Anlage zu erreichen, die im Störfall ein unzulässiges Ansteigen der Konzentration über die Explosionsgrenze verhindert.

20

Eine Gefährdung der Betriebssicherheit der Reinigungseinrichtung kann so reduziert werden.

Als weiterer Vorteil kann zudem eine Pufferung von Konzentrationspitzen ermöglicht werden.

25

Um den Betrieb der gesamten Anlage zu optimieren, können ein oder mehrere der folgenden Parameter überwacht werden: eine Temperatur des ersten Teilstroms 42, eine Verunreinigungskonzentration des ersten Teilstroms 42, eine Temperatur des zweiten Teilstroms 44,

30

eine Verunreinigungskonzentration des zweiten Teilstroms 44, eine Temperatur der Prozessabluft 10, eine Verunreinigungskonzentration der Prozessabluft 10, ein Strömungsvolumen der Prozessabluft 10, eine Temperatur des Regenerationsstroms 36, ein Strömungsvolumen des Regenerationsstroms 36, eine Energiebilanz der Reinigungs-

35

einrichtung 46, ein Druck des ersten Teilstroms 42, ein Druck des

zweiten Teilstroms 44, ein Volumenstrom des ersten Teilstroms 42, ein Volumenstrom des zweiten Teilstroms 44 und dergleichen. Die Trennvorrichtung 28 kann dann in Abhängigkeit von diesen Parametern variabel angesteuert werden, um ein Flächenverhältnis zwischen der ersten Teilzone 22a und der zweiten Teilzone 22b einzustellen. Auf diese Weise kann eine Strömungsmenge des ersten Teilstroms 42 variabel geregelt werden bzw. kann ein Strömungsmengenverhältnis des ersten Teilstroms 42 zum zweiten Teilstrom 44 variabel geregelt werden.

BEZUGSZIFFERNLISTE

10	10	Prozessabluft
15	12	Abscheideeinrichtung
	13a	Anschluss zum Einleiten der Prozessabluft
	13b	Anschluss zum Ausleiten der Reinluft
	13c	Anschluss zum Einleiten des Kühlluftstroms
	13d	Anschluss zum Ausleiten des Kühlluftstroms
20	13e	Anschluss zum Einleiten des Regenerationsstroms
	13f	Anschluss zum Ausleiten des ersten Teilstroms des Regenerationsstroms (Splitstrom)
	13g	Anschluss zum Ausleiten des zweiten Teilstroms des Regenerationsstroms (Konzentratstrom)
25	14	Reinluft
	16	Gebläse
	18	Abscheideeinheit
	20	Abscheidezone
	22	Regenerationszone
30	22a	erste Teilzone von 22
	22b	zweite Teilzone von 22
	24	Kühlzone
	26	Drehrichtung
	28	Trennwand
35	30	Lagerung

	31a, 31b	Lagerungen
	32	Schwenkbereich
	34a, 34b	Temperatursensoren
	36	Regenerationsstrom
5	38	Gebläse
	40	Wärmetauscher
	42	erster Teilstrom (Splitstrom)
	44	zweiter Teilstrom (Konzentratstrom)
	46	Reinigungseinrichtung
10	48	Lösemittel
	50	Kühlluftstrom
	52	Gebläse
	54	Kühlluftstrom nach Durchlaufen des Filters
	56	Strömungsregler (Mehrwegeventil, Strömungsweiche)
15	58a	erste Strömungsleitung
	58b	zweite Strömungsleitung
	58c	dritte Strömungsleitung
	60	Strömungsregler
	62	Strömungsleitung
20	64	Gasturbinenaggregat
	66	Gasturbine
	68	Verdichter
	70	Generator
	72	Rekuperator
25	74	Abgasstrom
	76	Verbrennungsanlage

ANSPRÜCHE

5 1. Verfahren zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Prozess-
abluft, mit den Schritten:

- Leiten einer Prozessabluft (10) durch eine Abscheide-
einrichtung (12) hindurch;

10

- Regenerieren der Abscheideeinrichtung (12) durch Hindurch-
leiten eines Regenerationsstroms (36);

15

- Trennen des beim Regenerieren durch die Filtereinrichtung
(12) hindurch strömenden Regenerationsstroms (36) in einen
ersten Teilstrom (42), der eine Verunreinigungs-
konzentration kleiner als ein erster vorbestimmter Grenz-
wert aufweist, und einen zweiten Teilstrom (44), der eine
Verunreinigungskonzentration gleich oder größer als ein
zweiter vorbestimmter Grenzwert aufweist, wobei der zweite
vorbestimmte Grenzwert gleich oder größer als der erste
vorbestimmte Grenzwert ist;

20

- Rückführen des beim Regenerieren erzeugten ersten Teil-
stroms zur Abscheideeinrichtung (12); und

25

- Leiten des beim Regenerieren erzeugten zweiten Teilstroms
zu einer Reinigungseinrichtung (46).

30

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine
Strömungsmenge des beim Regenerieren erzeugten ersten Teil-
stroms (42) variabel geregelt wird.

35

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
ein Verhältnis der Strömungsmenge des beim Regenerieren

erzeugten ersten Teilstroms (42) zur Strömungsmenge des beim Regenerieren erzeugten zweiten Teilstroms (44) variabel geregelt wird.

- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der beim Regenerieren erzeugte erste Teilstrom (42) der Prozessabluft (10) stromauf der Abscheideeinrichtung (12) zugeleitet wird.
- 10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abscheideeinrichtung (12) zwischen dem Regenerieren und einem nächsten Abreinigen der Prozessabluft (10) mittels eines Kühlluftstroms (50) gekühlt wird und der
15 beim Regenerieren erzeugte erste Teilstrom (42) dem Kühlluftstrom (50) stromauf der Abscheideeinrichtung (12) zugeleitet wird.
- 20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass von dem beim Regenerieren erzeugten zweiten Teilstrom (44) ein weiterer Teilstrom abgezweigt und der Abscheideeinrichtung (12) zurückgeführt wird.
- 25 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der abgezweigte weitere Teilstrom dem ersten Teilstrom (42), der Prozessabluft (10) und/oder dem Regenerationsstrom (36) zugeleitet wird.
- 30 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Abscheideeinrichtung (12) kontinuierlich betrieben wird.
9. Regenerative Abscheideeinrichtung (12) zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Prozessabluft, aufweisend:

- einen Anschluss (13a) zum Einleiten einer Prozessabluft (10);
 - eine Abscheideeinheit (18) zum Aufnehmen der Verunreinigungen aus der in die Abscheideeinrichtung (12) eingeleiteten Prozessabluft (10);
 - einen Anschluss (13b) zum Ausleiten von Reinluft (14);
 - einen Anschluss (13e) zum Einleiten eines Regenerationsstroms (36);
 - eine Trenneinrichtung (28) zum Trennen des durch die Abscheideeinheit (18) hindurch geströmten Regenerationsstroms (36) in einen ersten Teilstrom (42), der eine Verunreinigungskonzentration kleiner als ein erster vorbestimmter Grenzwert aufweist, und einen zweiten Teilstrom (44), der eine Verunreinigungskonzentration gleich oder größer als ein zweiter vorbestimmter Grenzwert aufweist, wobei der zweite vorbestimmte Grenzwert gleich oder größer als der erste vorbestimmte Grenzwert ist;
 - einen Anschluss (13f) zum Ausleiten des ersten Teilstroms (42); und
 - einen Anschluss (13g) zum Ausleiten des zweiten Teilstroms (44).
10. Abscheideeinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennvorrichtung (28) ausgestaltet ist, um eine Strömungsmenge des ersten Teilstroms (42) variabel zu regeln.
11. Abscheideeinrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Abscheideeinheit (18) als ein Rotor ausgestaltet ist, dessen Stirnseiten fortlaufend mit der

Prozessabluft (10) und dem Regenerationsstrom (36) beaufschlagt werden.

12. Abscheideeinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
5 dass sie eine sektorförmige Abscheidezzone (20) und eine sektorförmige Regenerationszone (22) aufweist, wobei die Abscheidezzone (20) und die Regenerationszone (22) einander nicht überlappen, und die Trennvorrichtung (28) die Regenerationszone (22) in einer Drehrichtung (26) der
10 Abscheideeinheit (18) in eine erste Teilzone (22a) und eine zweite Teilzone (22b) unterteilt.
13. Abscheideeinrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass sie ferner einen Anschluss (13c)
15 zum Einleiten eines Kühlluftstroms (50) und einen Anschluss (13d) zum Ausleiten des Kühlluftstroms (54) nach Durchströmen der Abscheideeinheit (18) aufweist.
14. Anlage zum Abtrennen von Verunreinigungen aus Prozessabluft,
20 aufweisend:
- eine regenerative Abscheideeinrichtung (12) nach einem der Ansprüche 9 bis 13; und
 - 25 - eine Reinigungseinrichtung (46) zum Extrahieren der Verunreinigungen (48) aus dem bei einem Regenerationsvorgang der Abscheideeinrichtung (12) erzeugten zweiten Teilstrom (44).
- 30 15. Anlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass sie ferner eine Strömungsleitung zum Rückführen des bei einem Regenerationsvorgang erzeugten ersten Teilstroms (42) zur Abscheideeinrichtung (12) aufweist.

16. Anlage nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Strömungsregler (56) zum Abzweigen eines weiteren Teilstroms von dem bei einem Regenerationsvorgang erzeugten zweiten Teilstrom (44) und wenigstens eine Strömungsleitung (58a, 58b, 58c) zum Rückführen des weiteren Teilstroms zur Abscheideeinrichtung (12) aufweist.

17. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Reinigungseinrichtung (46) ausgestaltet ist zur regenerativen thermischen Oxidation (RTO), direkten thermischen Oxidation (TO), rekuperativen katalytischen Oxidation (CO), regenerativen katalytischen Oxidation (RCO), Kondensation oder ein Gasturbinenaggregat (64) mit einer Verbrennungsanlage (76) zum Verbrennen der des zweiten Teilstroms (44) aufweist.

1/3

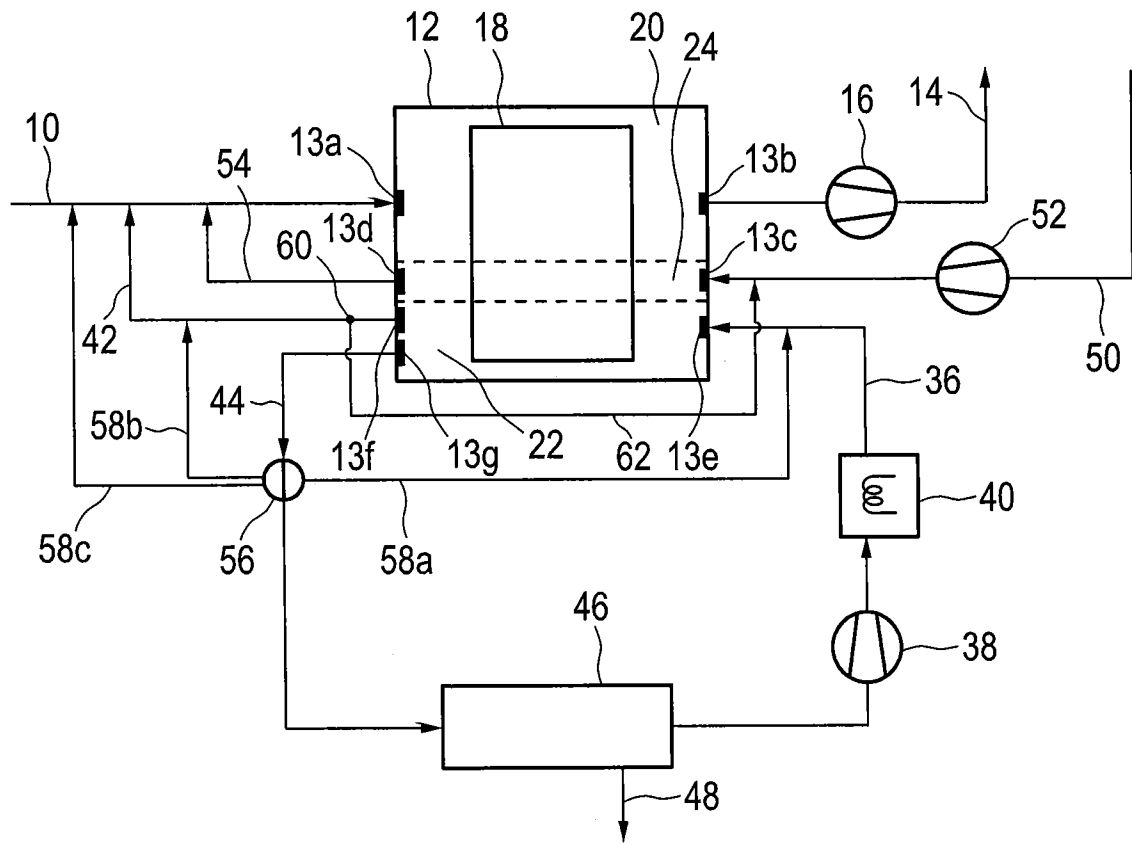
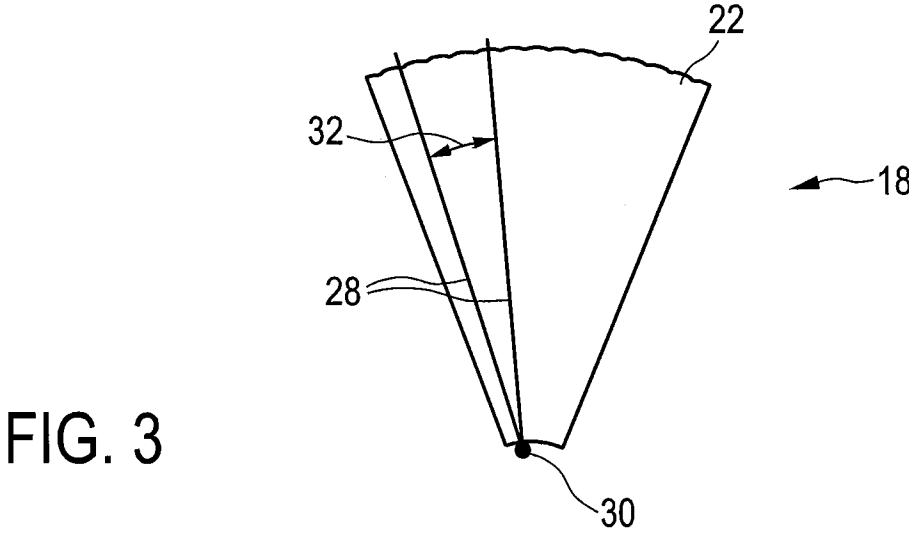
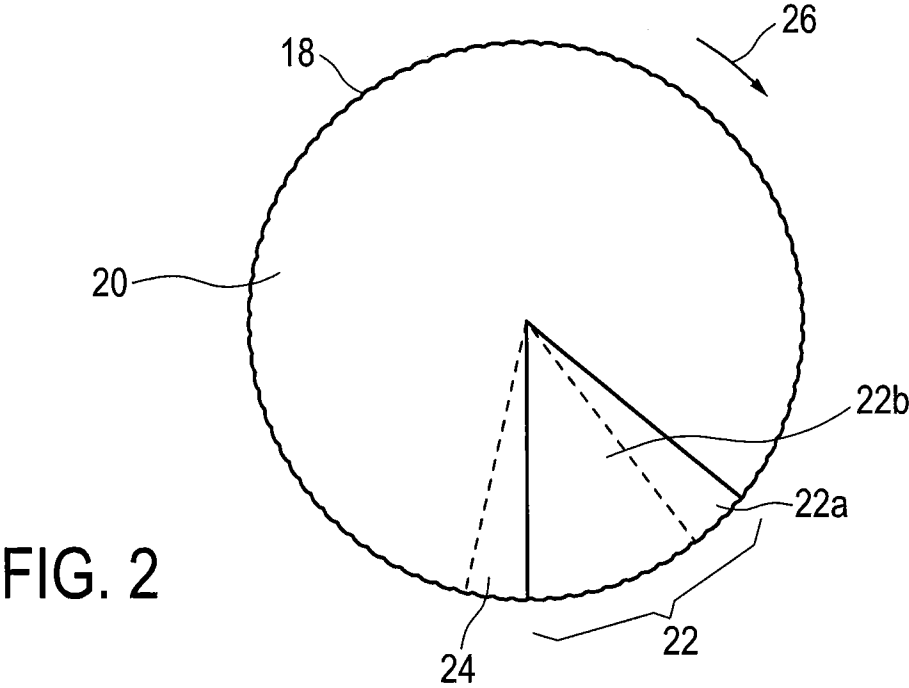


FIG. 1



3/3

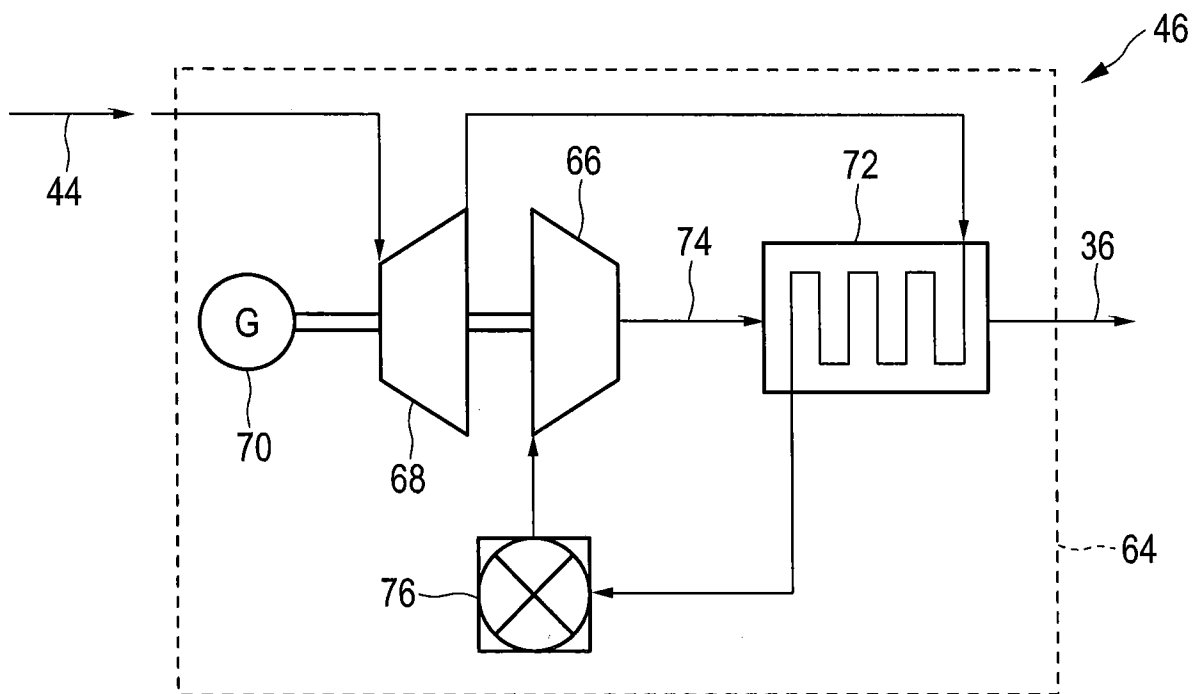


FIG. 4

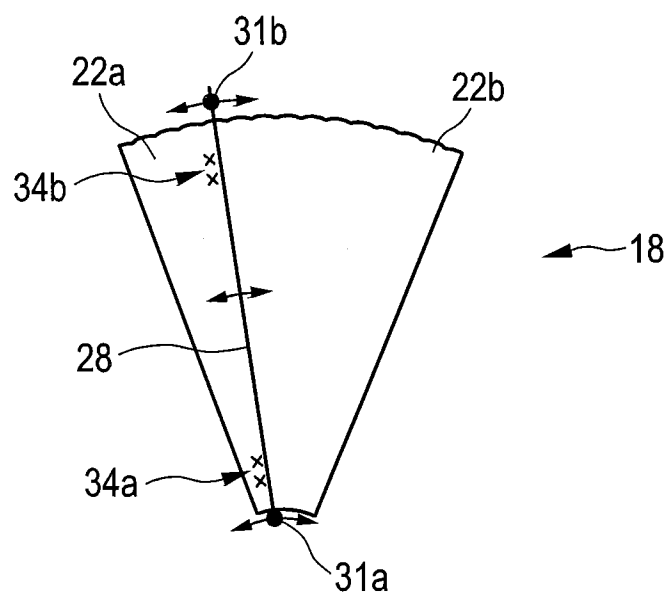


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/070456

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B01D53/04 B01D53/06
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 6 328 787 B1 (YAMAUCHI HISASHI [JP]) 11 December 2001 (2001-12-11)	1,4,5,8, 9,11-15, 17
Y A	column 1, line 8 - line 11 column 3, line 30 - line 33 column 3, line 66 - column 4, line 16 figures 1-4	5,13 2,3,6,7, 10,16
Y A	----- DE 39 35 094 A1 (DAIMLER BENZ AG [DE]) 25 April 1991 (1991-04-25) cited in the application figure 1 -----	5,13 1-4, 6-12, 14-17



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

26 November 2015

Date of mailing of the international search report

03/12/2015

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

Pöhlmann, Robert

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/070456

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6328787	B1	11-12-2001	JP 3581255 B2 27-10-2004
			JP 2000037611 A 08-02-2000
			US 6328787 B1 11-12-2001

DE 3935094	A1	25-04-1991	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B01D53/04 B01D53/06
 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 6 328 787 B1 (YAMAUCHI HISASHI [JP]) 11. Dezember 2001 (2001-12-11)	1,4,5,8, 9,11-15, 17
Y	Spalte 1, Zeile 8 - Zeile 11	5,13
A	Spalte 3, Zeile 30 - Zeile 33 Spalte 3, Zeile 66 - Spalte 4, Zeile 16 Abbildungen 1-4	2,3,6,7, 10,16
Y	DE 39 35 094 A1 (DAIMLER BENZ AG [DE]) 25. April 1991 (1991-04-25) in der Anmeldung erwähnt	5,13
A	Abbildung 1	1-4, 6-12, 14-17



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

26. November 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/12/2015

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

Pöhlmann, Robert

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/070456

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6328787	B1	11-12-2001	JP 3581255 B2 27-10-2004
		JP 2000037611 A 08-02-2000	
		US 6328787 B1 11-12-2001	

DE 3935094	A1	25-04-1991	KEINE
