

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. Januar 2017 (26.01.2017)



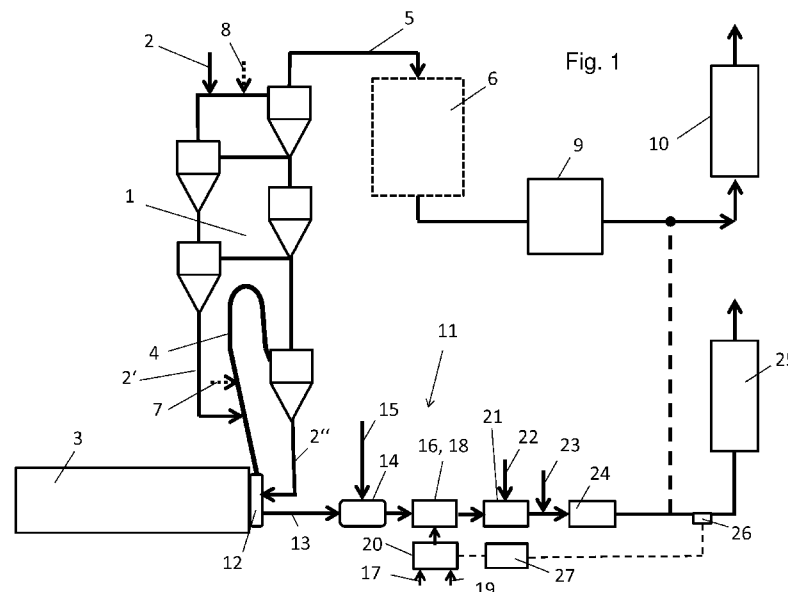
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/012880 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
C04B 7/36 (2006.01) *B01D 53/54* (2006.01)
F27D 17/00 (2006.01) *B01D 53/56* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/066068
- (22) Internationales Anmeldedatum: 7. Juli 2016 (07.07.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2015 111 974.9 23. Juli 2015 (23.07.2015) DE
- (71) Anmelder: **THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS AG** [DE/DE]; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (DE). **THYSSENKRUPP AG** [DE/DE]; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (DE).
- (72) Erfinder: **FRIE, Sebastian**; Pappelweg 4, 48165 Münster (DE). **FLEUTER, Peter**; Bergeickeler Weg 11, 59227 Ahlen (DE). **STENDER, Timo**; Ibbingsen 8, 58730 Fröndenberg (DE).
- (74) Anwalt: **THYSSENKRUPP INTELLECTUAL PROPERTY GMBH**; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (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, 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: PROCESS AND PLANT FOR PRODUCING CEMENT CLINKER OR OTHER MINERAL PRODUCTS AND FOR REMOVING NITROGEN OXIDES FROM BYPASS GASES

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND ANLAGE ZUR HERSTELLUNG VON ZEMENTKLINKER ODER ANDEREN MINERALISCHEN PRODUKTEN UND ZUR ENTSTICKUNG VON BYPASSGASEN



(57) Abstract: In the process according to the invention for producing cement clinker or other mineral products and for removing nitrogen oxides from bypass gases diverted between heat-treatment equipment and at least one set of preheater equipment, at least one coolant is used to cool the bypass gas to a temperature of from 800°C to 1100°C, preferably to a temperature of from 800°C to 950°C. An ammonia-containing reducing agent in aqueous and/or gaseous form is moreover introduced into the bypass gas to reduce the content of nitrogen oxides.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/012880 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).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung von Zementklinker oder anderen mineralischen Produkten und zur Entstickung von Bypassgasen, welche zwischen einer Wärmebehandlungseinrichtung und wenigstens einer Vorwärmereinrichtung abgezweigt werden, wird das Bypassgas mittels wenigstens einem Kühlmittel auf eine Temperatur zwischen 800°C und 1100°C, vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 800°C und 950°C abgekühlt. Ferner wird ein ammoniakhaltiges Reduktionsmittel in wässriger und/oder gasförmiger Form in das Bypassgas zur Minderung der enthaltenen Stickoxide eingebracht.

Verfahren und Anlage zur Herstellung von Zementklinker oder anderen mineralischen Produkten und zur Entstickung von Bypassgasen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Anlage zur Herstellung von Zementklinker oder anderen mineralischen Produkten und zur Entstickung von Bypassgasen.

Beispielsweise bei der Zementklinkerherstellung wird das Rohmehl in einem Vorwärmer mit Ofen- und/oder Calcinatorabgasen vorgewärmt, anschließend in einem Calcinator vorcalciniert und schließlich in einem Wärmebehandlungseinrichtung, insbesondere einem Drehrohrofen, fertiggebrannt. Bei der Verbrennung von Brennstoffen im Drehrohrofen und im Calcinator entstehen hohe Stickoxidemengen, die ein effektives Stickoxid-Minderungsverfahren erfordern. Dabei kommen derzeit zwei Verfahren zum Einsatz: Bei der katalytischen Entstickung (SCR) werden V_2O_5 -haltige Katalysatoren eingesetzt, die im Abgasstrang nach dem Vorwärmer oder nach einem Haupt-Entstaubungsfilter platziert werden. Alternativ kommt die nicht katalytische Entstickung (SNCR) durch Eindüsung von Ammoniak-Wasser in das Rauchgas der Anlage im Bereich des Calcinator zur Anwendung.

Beispielsweise durch den zunehmenden Einsatz von Kunststoffabfällen und die damit verbundene Substitution von konventionellen, fossilen Brennstoffen, wie Kohle, Gas oder Öl, steigt der Chlor-Eintrag in das Herstellungsverfahren. Es bildet sich dabei zwischen Vorwärmer und Drehrohrofen ein geschlossener Chlor-Kreislauf aus, der zu erheblichen Betriebsproblemen führt und üblicherweise dadurch entlastet wird, dass ein Bypasssystem vorgesehen wird, sodass ein Teil des etwa 1.100°C bis 1.200°C heißen Abgases des Drehrohrofens zwischen dem Drehrohrofen und dem Vorwärmer, insbesondere zwischen dem Drehrohrofen und dem Calcinator, aus dem System als Bypassgas ausgeschleust wird. Bei dieser Temperatur liegt das Chlor gasförmig vor, sodass es über das abgezweigte Bypassgas effektiv aus dem Kreislauf herausgenommen werden kann. Das Problem dieser Bypasssysteme besteht aber darin, dass die Bypassgase zwar in ihrer Menge meist gering sind (typischerweise 3-

10% der Ofenabgase), aber einen hohen Gehalt an Stickoxiden aufweisen. Um niedrigste NO-Reingaswerte der Gesamtanlage sicher einhalten zu können, wird daher die Entstickung des Bypassgases zukünftig an Bedeutung gewinnen.

In der DE 10 2013 112 210 A1 und der WO 2015/052123 A1 wurden daher die katalytische Entstickung (SCR) der Bypassgase vorgeschlagen, wobei in der Bypassleitung ein entsprechender SCR-Katalysator vorgesehen wird. Aufgrund der meist relativ kleinen Bypassmengen ist jedoch der Einsatz eines SCR-Katalysators unter ökonomischen Gesichtspunkten grenzwertig. So erfordern diese Katalysatoren für die Einrichtung der Sensorik und der Infrastruktur eine relativ hohe Grundinvestition, die nur in untergeordnetem Maße mit dem Abgasvolumen steigt. Außerdem können die im Bypassgas angereicherten Schadstoffe, wie beispielsweise Alkalien, die katalytischen Zentren des Katalysators deaktivieren, was geringere Standzeiten der Katalysatoren zufolge hat. Es entstehen daher aufgrund der geringen Bypassgasmenge somit sehr hohe Minderungskosten je Kilogramm NO.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine kostengünstigere Entstickung zu gewährleisten. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 12 gelöst. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung von Zementklinker oder anderen mineralischen Produkten und zur Entstickung von Bypassgasen, welche zwischen einer Wärmebehandlungseinrichtung und wenigstens einer Vorwärmereinrichtung abgezweigt werden, wird das Bypassgas mittels wenigstens einem Kühlmittel auf eine Temperatur zwischen 800°C und 1000°C, vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 800°C und 950°C abgekühlt. Ferner wird ein ammoniakhaltiges Reduktionsmittel in fester, wässriger und/oder gasförmiger Form in das Bypassgas zur Minderung der enthaltenen Stickoxide eingebracht.

In der erfindungsgemäßen Anlage zur Herstellung von Zementklinker oder anderen mineralischen Produkten ist eine Wärmebehandlungseinrichtung, wenigstens eine Vorwärmereinrichtung und ein Bypasssystem vorgesehen, wobei das Bypasssystem eine zwischen der Wärmebehandlungseinrichtung und der wenigstens einen Vorwärmereinrichtung abzweigende Bypassleitung zur Abzweigung von Bypassgas, wenigstens eine Einrichtung zur Aufgabe eines Kühlmittels und wenigstens eine Entstickungszone mit einer Einrichtung zur Aufgabe von ammoniakhaltigen Reduktionsmittel aufweist. Die Entstickungszone ist dabei als selektive nicht katalytische Entstickungszone (SNCR) ausgebildet.

Unter den anderen mineralischen Produkten sind beispielsweise Branntkalk oder Dolomit zu verstehen. Als Wärmebehandlungseinrichtung kommt für die Zementklinkerherstellung insbesondere ein Drehrohrföfen in Betracht. Bei anderen mineralischen Produkten, wie Branntkalk oder Dolomit, können aber auch Schachtföfen oder Flugstrombehandlungseinrichtungen zur Anwendung kommen.

Prinzipiell besteht das Problem, dass die abgezogenen Bypassgase für eine effiziente SNCR-Reaktion eine zu hohe Temperatur aufweisen und daher zunächst auf eine Temperatur zwischen 800°C und 1100°C abgekühlt werden müssen. Auf diesem Temperaturniveau liegt aber auch der Schmelzpunkt der in den Bypassgasen enthaltenen Alkali-Salze, so dass der Staub der Bypassgase sehr adhäsiv wird. In der Folge kann es daher zu massiven Betriebsproblemen durch Anbackungen in der Bypassleitung kommen. Es ist deswegen von Vorteil, wenn die Temperatur des Bypassgases für maximal 0,1 s bis 5s in dem für Anbackungen kritischen Temperaturbereich von 800°C und 1100°C gehalten werden, bevor eine weitere Abkühlung erfolgt. Die Strömungsgeschwindigkeit des Bypassgases beträgt 1m/s bis 50 m/s.

Damit in dem vergleichsweise kurzen Zeitfenster dennoch eine ausreichende SNCR-Reaktion, also die Reduktion der Stickoxide, erfolgen kann, sollte die SNCR-Reduktion möglichst schnell und effizient ablaufen.

Um dies zu erreichen wird das ammoniakhaltige Reduktionsmittel gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung zusammen mit dem wenigstens einen Kühlmittel in das Bypassgas eingebracht. Dazu können die Einrichtung zur Aufgabe des Kühlmittels und die Einrichtung zur Aufgabe des Reduktionsmittels beispielsweise gemeinsam genutzte, in der Bypassleitung mündende Düsen oder Lanzen aufweisen. Durch die gleichzeitige Aufgabe des Kühlmittels und des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels kann die SNCR-Reaktion besonders schnell und effektiv ablaufen. Auf diese Weise kann das für die SNCR-Reaktion besonders effektive Temperaturfenster zwischen 800°C und 1100°C schnell durchschritten werden, wodurch etwaige Anbackungen minimiert werden können.

Eine weitere Maßnahme besteht darin, das ammoniakhaltige Reduktionsmittel zusammen mit dem wenigstens einen Kühlmittel entgegen der Strömungsrichtung des Bypassgases in das Bypassgas einzubringen. Dadurch werden eine gute Verteilung des Reduktionsmittels und eine maximale Ausnutzung der SNCR-Reaktion bewirkt.

Als Kühlmittel eignet sich insbesondere Wasser, sodass das ammoniakhaltige Reduktionsmittel zusammen mit dem Wasser in einer Konzentration von weniger als 10%, vorzugsweise in einer Konzentration von 2 bis weniger als 10% eingebracht wird. Die eingesetzte Menge an ammoniakhaltigem Reduktionsmittel wird vorzugsweise in Abhängigkeit der im Bypassgas vorhandenen Stickoxide geregelt. Dazu wird beispielsweise an einem Kamin des Bypasssystems oder nach einem Staubfilter des Bypasssystems der Stickoxidgehalt in den Bypassgasen ermittelt und zur Einstellung der Konzentration verwendet. Die Mischung aus Wasser und dem ammoniakhaltigen Reduktionsmittel dient somit einerseits zur Kühlung und andererseits zur Entstickung. Die Konzentration der wässrigen Ammoniaklösung ist daher geringer als bei herkömmlichen SNCR-Verfahren, bei denen das ammoniakhaltige Reduktionsmittel auch als wässrige Lösung eingebracht wird, dort aber keinen wesentlichen Beitrag zur Kühlung leistet.

Neben Wasser ist auch Luft als wenigstens ein Teil des Kühlmittels denkbar. Auch können Feststoffe, insbesondere Rohmehl und/oder Filterstaub aus dem Verfahren zur Herstellung von Zementklinker, als wenigstens ein Teil des Kühlmittels eingesetzt werden. Wird Luft zur Kühlung vorgesehen, wird das ammoniakhaltige Reduktionsmittel vorzugsweise in gasförmiger Form zusammen mit der zur Kühlung dienenden Luft aufgegeben.

Um die Anbackungen durch im Bypassgas enthaltene Alkali-Salze möglichst gering zu halten, wird das Bypassgas nach der Entstickung auf weniger als 400°C, vorzugsweise auf weniger als 300°C und höchstvorzugsweise auf weniger als 200°C abgekühlt.

Für eine möglichst schnelle und effiziente SNCR-Reaktion kann die Einrichtung zur Aufgabe des Reduktionsmittels durch ein oder mehrere Lanzen gebildet werden, die jeweils mehrere, insbesondere mehr als drei Öffnungen aufweisen. Eine weitere Maßnahme zur effizienten Umsetzung zwischen NO und NH₃ wird dadurch erreicht, dass die Bypassleitung in Strömungsrichtung des Bypassgases nach der Einrichtung zur Aufgabe des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels Wandbereiche aufweist, die mit dem Bypassgas in Kontakt kommen und aus einem das ammoniakhaltige Reduktionsmittel absorbierenden Material, insbesondere aus wenigstens 30% TiO₂, vorzugsweise wenigstens 50% TiO₂ bestehen. Dieses Material soll aber kein katalytisch aktives V₂O₅ aufweisen.

Eine weitere Umsatzsteigerung kann dadurch erreicht werden, dass sich an oder in Strömungsrichtung nach der Aufgabestelle des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels in das Bypassgases eine Vermischungszone anschließt, die beispielsweise aus Düsen und/oder einem Zyklon und/oder Umlenkungen und/oder einem Wirbeltopf besteht.

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung wird das Bypassgas zunächst mittels Luft gekühlt und anschließend mittels Wasser auf den Temperaturbereich

zwischen 800°C und 1100°C weiter abgekühlt, wobei gleichzeitig das ammoniakhaltige Reduktionsmittel zugegeben wird. Nachfolgend wird das Bypassgas wiederum durch Luft weiter abgekühlt, bevor es einem Staubfilter zugeführt wird.

Da schlüpfendes Ammoniak durch die Reaktion mit Chlor oder Schwefel eine Aerosolbildung hervorrufen kann, ist eine Entfernung der sauren Komponenten aus dem Abgas, beispielsweise mit Hilfe von eingedüstem Kalkhydrat, Branntkalk oder Bicarbonat möglich. Bevorzugt erfolgt die Abscheidung der entstehenden Rauchgasreinigungsprodukte simultan mit dem Staub im Staubfilter.

Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beschreibung und der Zeichnung näher erläutert.

In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Anlage zur Herstellung von Zementklinker mit einem erfindungsgemäßen Bypasssystem,

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Bypasssystems gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 eine schematische Querschnittsdarstellung einer Einrichtung zur Aufgabe des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel und

Fig. 4 eine schematische Querschnittsdarstellung einer Einrichtung zur Aufgabe des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Die in Fig. 1 dargestellte Anlage zur Herstellung von Zementklinker besteht im Wesentlichen aus einer Vorwärmereinrichtung 1, der hier als 5-stufiger Zyklonvorwärmer ausgebildet ist und in dem Rohmehl 2 mit Abgasen aus einer, hier als Drehrohrofen ausgebildeten Wärmebehandlungseinrichtung 3 vorgewärmt wird. Das vorgewärmte Material 2' gelangt anschließend in einem Calcinator 4 der ebenfalls von Abgasen des der Wärmebehandlungseinrichtung 3 durchströmt wird. Das vorcaclinierte Rohmehl 2'' wird schließlich in der Wärmebehandlungseinrichtung 3 fertiggebrannt. Das die Vorwärmereinrichtung 1 verlassene Abgas 5 wird ggf. in einem optionalen SCR-Reaktor 6 entstickt. Darüber hinaus kann eine Entstickung des Abgases auch nach dem SNCR-Verfahren erfolgen, indem im Bereich des Calcinator 4 Mittel 7 zur Eindüsung eines ammoniakhaltigen Reduktionsmittels vorgesehen sind. Optionale Mittel 8 zur Eindüsung eines solchen Reduktionsmittels könne zudem im oberen Bereich der Vorwärmereinrichtung 1 angeordnet werden. Nach dem SCR-Reaktor 6 wird das Abgas in einem Staubfilter 9 entstaubt, bevor es über einen Kamin 10 in die Atmosphäre gelangt. Selbstverständlich können zusätzliche Einrichtungen zur Abgasbehandlung und Schadstoffminderung vorgesehen werden.

Zur Unterbrechung der zwischen Wärmebehandlungseinrichtung 3 und Vorwärmer 1 entstehenden Schadstoffkreisläufe, insbesondere einem Chlorkreislauf, ist ein Bypasssystem 11 vorgesehen. Hierzu wird im Bereich des Einlaufs 12 ein Teil der Abgase als Bypassgas über eine Bypassleitung 13 abgezogen. Je nachdem, welcher Brennstoff im Bereich der Wärmebehandlungseinrichtung 3 und des Calcinator 4 verwendet wird, kann die als Bypassgas abzuziehende Menge durchaus 10% und mehr des aus der Wärmebehandlungseinrichtung 3 ausströmenden Abgases ausmachen.

Die Temperatur des im Bereich des Einlaufs 12 abgezogenen Bypassgases beträgt etwa 1.100°C bis 1.300°C und wird an einer ersten Einrichtung 14 zur Aufgabe eines ersten Kühlmittels 15 (insbesondere Wasser oder Luft) auf 950° bis 1050°C abgekühlt. In Strömungsrichtung des Bypassgases schließt sich dann eine zweite

Einrichtung 16 zur Aufgabe eines zweiten Kühlmittels 17 an, die gleichzeitig auch als Einrichtung 18 zur Aufgabe eines ammoniakhaltigen Reduktionsmittels 19 dient. Das zweite Kühlmittel 17 (insbesondere Wasser oder Luft) und das ammoniakhaltige Reduktionsmittel 19 werden in einer Mischeinrichtung 20 im gewünschten Verhältnis miteinander vermischt und dann über gemeinsam genutzte, in der Bypassleitung 13 mündende Düsen oder Lanzen in das Bypassgas eingebracht. Durch das zweite Kühlmittel 17 verringert sich die Temperatur des Bypassgases auf 800°C bis 1.000°C, insbesondere auf 850°C bis 950°C. In diesem Temperaturfenster ist eine effektive Stickoxidminderung möglich.

In Strömungsrichtung der Bypassgase schließlich dann an die Einrichtungen 16, 18 eine dritte Einrichtung 21 zur Aufgabe eines dritten Kühlmittels 22 (Wasser oder Luft) an. Der Abstand zwischen der Einrichtung 18 zur Aufgabe des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels 19 und der dritten Einrichtung 21 ist dabei so bemessen, dass die SNCR-Reaktion im Wesentlichen abgeschlossen ist.

Da schlüpfendes Ammoniak durch die Reaktion mit Chlor oder Schwefel eine Aerosolbildung hervorrufen kann, ist eine Entfernung der sauren Komponenten aus dem Bypassgas, beispielsweise mit Hilfe von eingedüstem Kalkhydrat, Branntkalk oder Bicarbonat, zweckmäßig. Diese Mittel werden zweckmäßigerweise nach der dritten Einrichtung 21 zur Aufgabe des dritten Kühlmittels 22 über eine geeignete Einrichtung 23 zugegeben. Die Abscheidung der dabei entstehenden Rauchgasreinigungsprodukte kann anschließend zusammen mit dem im Bypassgas enthaltenen Staub an einem Staubfilter 24 erfolgen, bevor das Bypassgas über einen separaten Bypasskamin 25 oder den Kamin 10 in die Atmosphäre geleitet wird.

Der Stickoxidgehalt in dem Bypassgasen wird zweckmäßigerweise zwischen dem Staubfilter 24 und dem Bypasskamin 25 über einen geeigneten Sensor 26 gemessen, wobei über eine Steuereinrichtung 27 das Mengenverhältnis zwischen dem zweiten Kühlmittel 17 und dem ammoniakhaltigen Reduktionsmittel anhand des über den Sensor 26 ermittelten Stickoxidgehalts eingestellt wird. Die Steuereinrichtung kann

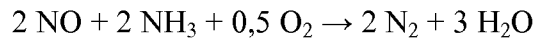
des Weiteren mit Temperaturfühlern in der Bypassleitung in Verbindung stehen, um die Menge der verschiedenen Kühlmittel 15, 17, 22 zu dosieren.

Aus Fig. 2 sind weitere Details einer bevorzugten Ausgestaltung des Bypasssystems ersichtlich. Die erste Einrichtung 14 zur Aufgabe des ersten Kühlmittels 15 und die zweite Einrichtung 16 zur Aufgabe des zweiten Kühlmittels sowie die Einrichtung 18 zur Aufgabe des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels 19 werden hier durch Düsen gebildet, die in der Bypassleitung 13 münden. Anstelle von Düsen können aber beispielsweise auch Lanzen vorgesehen werden, die in die Bypassleitung 13 hineinragen und mehrere Öffnungen aufweisen, um eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Kühlmittel bzw. des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels zu gewährleisten.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit Lanzen 16', 18' zur gleichzeitigen Aufgabe des zweiten Kühlmittels 17 und des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels 19. Die erste Einrichtung 14 zur Aufgabe des ersten Kühlmittels 15 und auch die dritte Einrichtung 21 zur Aufgabe des dritten Kühlmittels 22 könnten entsprechend ausgebildet sein. Eine alternative Art der Einbringung ist in Fig. 4 dargestellt, bei der das Kühlmittel bzw. das ammoniakhaltige Reduktionsmittel über eine Ringleitung 28 der Bypassleitung 23 zugeführt werden, wobei die Ringleitung 28 eine Vielzahl von über den Umfang verteilt angeordnete Düsen aufweist, die in die Bypassleitung 13 münden.

Eine weitere Maßnahme zur effizienten Umsetzung zwischen NO und NH₃ wird dadurch erreicht, dass die Bypassleitung 13 in Strömungsrichtung des Bypassgases 29 nach der Einrichtung 18 zur Aufgabe des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels 19 Wandbereiche 32 aufweist, die mit dem Bypassgas 29 in Kontakt kommen und aus einem das ammoniakhaltige Reduktionsmittel absorbierenden Material, insbesondere aus wenigstens 30% TiO₂ bestehen (Fig. 2). Diese Wandbereiche sollen aber nicht als SCR-Katalysator wirken und weisen daher kein Vanadiumoxid auf.

Im Anschluss schließt sich daran in Strömungsrichtung der Bypassgase 29 ein Zyklon 30 an, der eine innige Vermischung des Bypassgases mit dem Kühlmittels 17 und dem ammoniakhaltigen Reduktionsmittel 19 bewirkt, sodass die die nicht katalytische Entstickung gemäß der nachfolgenden Gleichung ablaufen kann:



Etwaiger, im Zyklon anfallender Staub 31 kann aus dem Zyklon ausgetragen werden, während das entstickte Bypassgas anschließend in die dritte Einrichtung 21 gelangt, wo es mittels des dritten Kühlmittels 22, insbesondere Frischluft, auf weniger als 400°C, vorzugsweise weniger als 200°C und höchstvorzugsweise auf weniger als 150°C abgekühlt wird. Anschließend gelangt das Abgas in den Staubfilter 24 und wird schließlich über den Bypasskamin 25 in die Atmosphäre abgeleitet.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von Zementklinker oder anderen mineralischen Produkten und zur Entstickung von Bypassgasen, wobei zwischen einer Wärmebehandlungseinrichtung (3) und wenigstens einer Vorwärmereinrichtung (1) ein Bypassgas (29) abgezweigt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass das Bypassgas (29) mittels wenigstens einem Kühlmittel (15, 17, 22) auf eine Temperatur zwischen 800°C und 1.100°C abgekühlt wird und ein ammoniakhaltiges Reduktionsmittel (19) in fester, wässriger und/oder gasförmiger Form in das Bypassgas zur Minderung der enthaltenen Stickoxide eingebracht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das ammoniakhaltige Reduktionsmittel (19) zusammen mit dem wenigstens einen Kühlmittel (17) in das Bypassgas (29) eingebracht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bypassgas (29) für maximal 5s in einem Temperaturbereich zwischen 800°C und 1.100°C gehalten wird, um dann weiter abgekühlt zu werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das ammoniakhaltige Reduktionsmittel (19) zusammen mit dem wenigstens einen Kühlmittel (17) entgegen der Strömungsrichtung des Bypassgases in das Bypassgas eingebracht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Wasser als Kühlmittel verwendet wird und das ammoniakhaltige Reduktionsmittel (19) zusammen mit dem Wasser in einer Konzentration von weniger als 10% in das Bypassgas eingebracht wird.

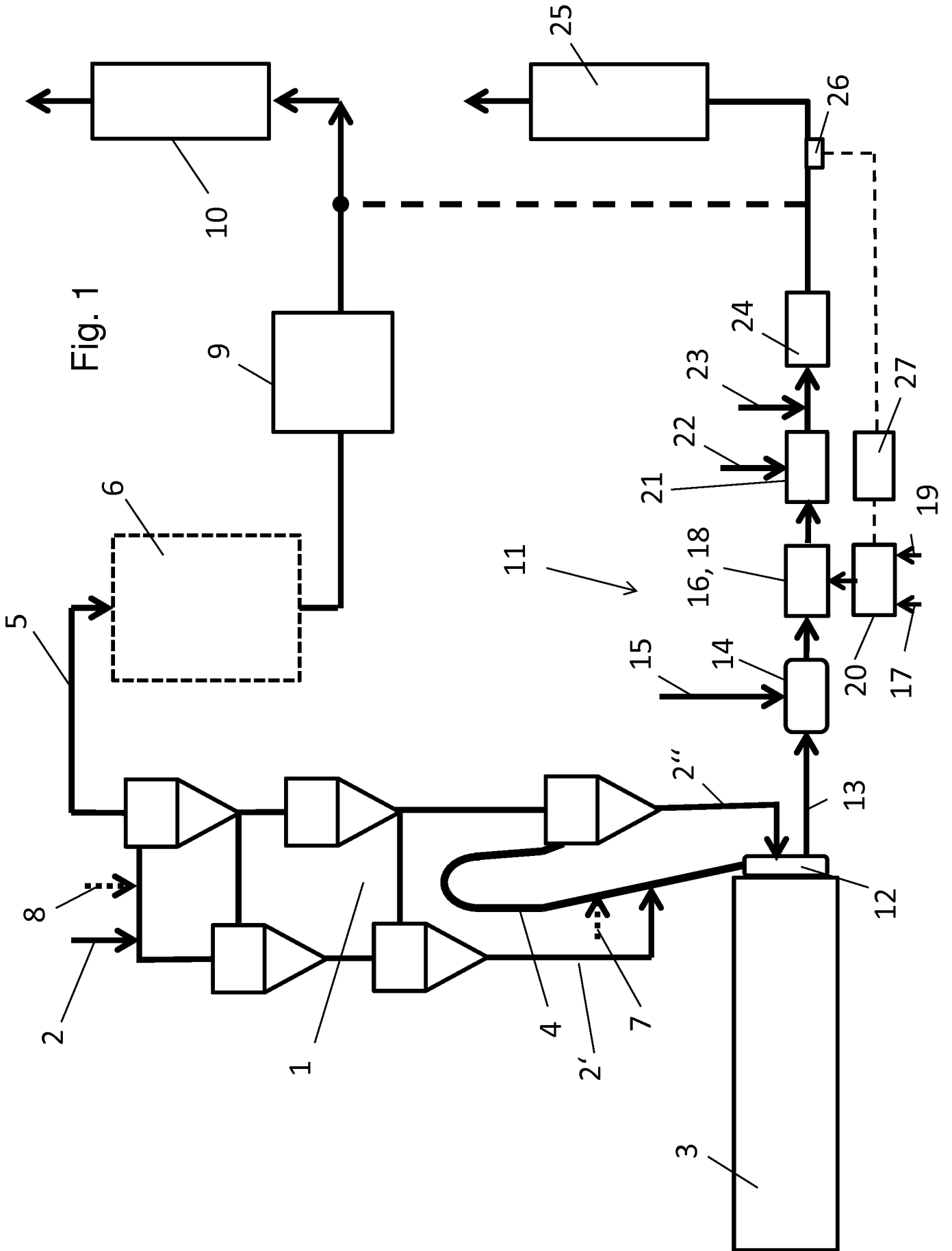
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eingesetzte Menge an ammoniakhaltigem Reduktionsmittel (19) in Abhängigkeit der im Bypassgas (29) vorhandenen Stickoxide geregelt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das ammoniakhaltige Reduktionsmittel (19) zusammen mit dem Kühlmittel (17) aufgegeben wird und die Konzentration des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels (19) im Kühlmittel (17) in Abhängigkeit der im Bypassgas vorhandenen Stickoxide eingestellt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Luft als wenigstens ein Teil des Kühlmittels eingesetzt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Feststoff, insbesondere Rohmehl und/oder Filterstaub aus dem Verfahren zur Herstellung von Zementklinker, als wenigstens ein Teil des Kühlmittels eingesetzt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das ammoniakhaltige Reduktionsmittel (19) in gasförmiger Form zusammen mit der zur Kühlung dienenden Luft aufgegeben wird.
11. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bypassgas (29) nach der Entstickung auf weniger als 400°C abgekühlt wird.
12. Anlage zur Herstellung von Zementklinker oder anderen mineralischen Produkten mit einer Wärmebehandlungseinrichtung (3) und wenigstens einer Vorwärmereinrichtung (1) sowie einem Bypasssystem (11), wobei das Bypasssystem (11) eine zwischen Wärmebehandlungseinrichtung (3) und der wenigstens einen Vorwärmereinrichtung (1) abzweigende Bypassleitung (13) zur Abzweigung von Bypassgas (29), wenigstens eine Einrichtung (14, 16, 21) zur Aufgabe eines Kühlmittels (15, 17, 22) und wenigstens eine Entstickungszone mit einer Einrichtung (18) zur Aufgabe von ammoniakhaltigem Reduktionsmittel (19) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass das die Entstickungszone als selektive nichtkatalytische Entstickungszone ausgebildet ist.

13. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (10) zur Aufgabe des Kühlmittels (17) und die Einrichtung (18) zur Aufgabe des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels (19) gemeinsam genutzte, in der Bypassleitung mündende Düsen oder Lanzen aufweisen.
14. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (18) zur Aufgabe des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels (19) durch eine oder mehrere Lanzen gebildet wird, die jeweils mehrere Öffnungen aufweisen.
15. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bypassleitung (13) in Strömungsrichtung des Bypassgases (29) nach der Einrichtung (18) zur Aufgabe des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels (19) Wandbereiche aufweist, die mit dem Bypassgas (29) in Kontakt kommen und aus einem das ammoniakhaltige Reduktionsmittel (19) absorbierenden Material bestehen.
16. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bypassleitung (13) in Strömungsrichtung des Bypassgases (29) nach der Einrichtung (18) zur Aufgabe des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels (19) eine weitere Einrichtung (21) zur Aufgabe eines Kühlmittels (22) aufweist.
17. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bypassleitung (13) in Strömungsrichtung des Bypassgases (29) vor oder an der Einrichtung (18) zur Aufgabe des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels (19) wenigstens eine erste und eine zweite Einrichtung (14, 16) zur Aufgabe eines Kühlmittels (15, 17) aufweist und sich nach der Einrichtung (18) zur Aufgabe des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels (19) wenigstens eine dritte Einrichtung (21) zur Aufgabe eines Kühlmittels (22) anschließt.
18. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich an oder in Strömungsrichtung des Bypassgases (29) eine Vermischungszone anschließt, die

beispielsweise aus Düsen und/oder einem Zyklon (30) und/oder Umlenkungen und/oder einem Wirbeltopf besteht.

19. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bypasssystem (11) einen in Strömungsrichtung des Bypassgases (29) nach der selektive nichtkatalytischen Entstickungszone angeordneten Staubfilter (24) aufweist.



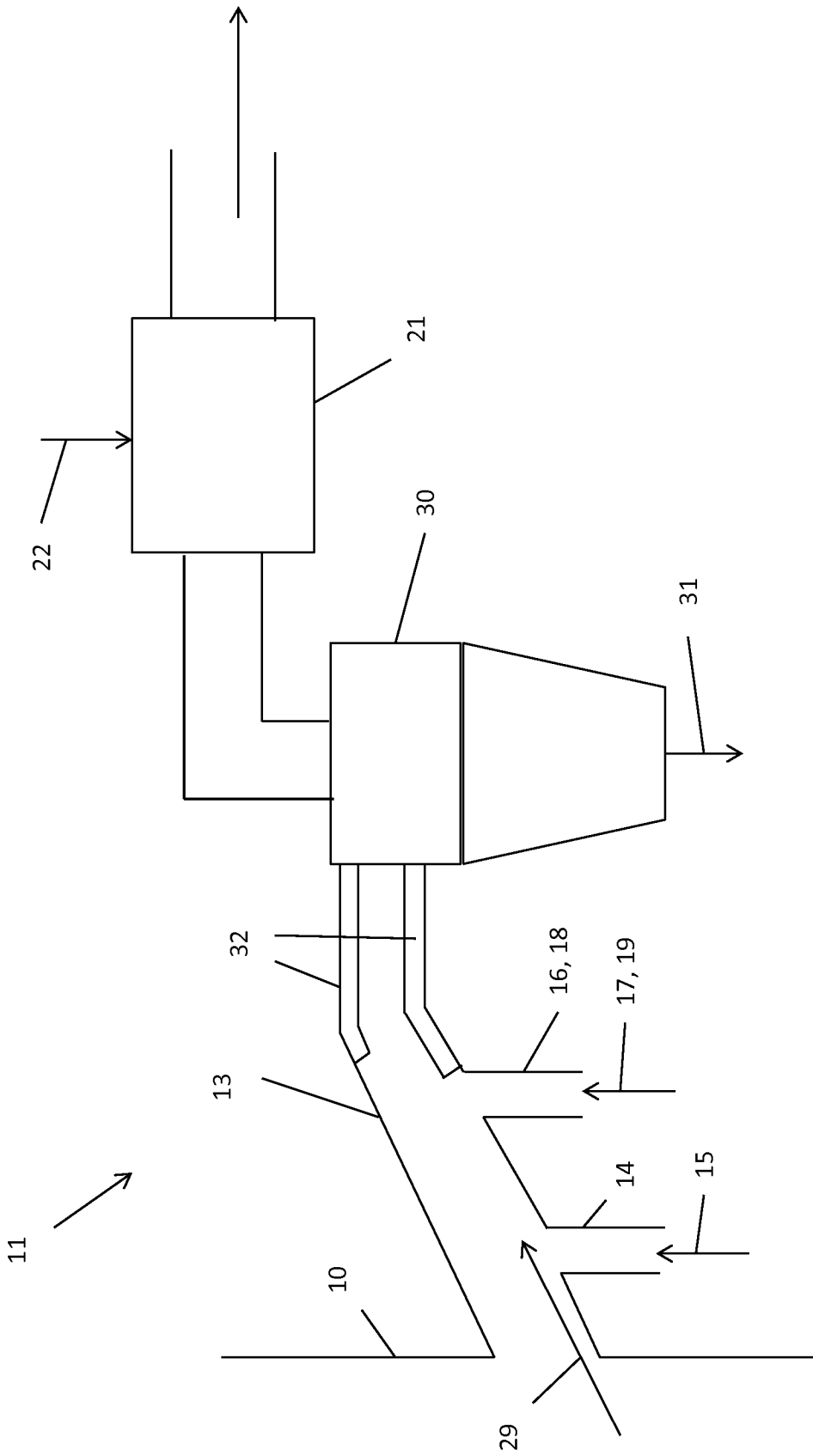


Fig. 2

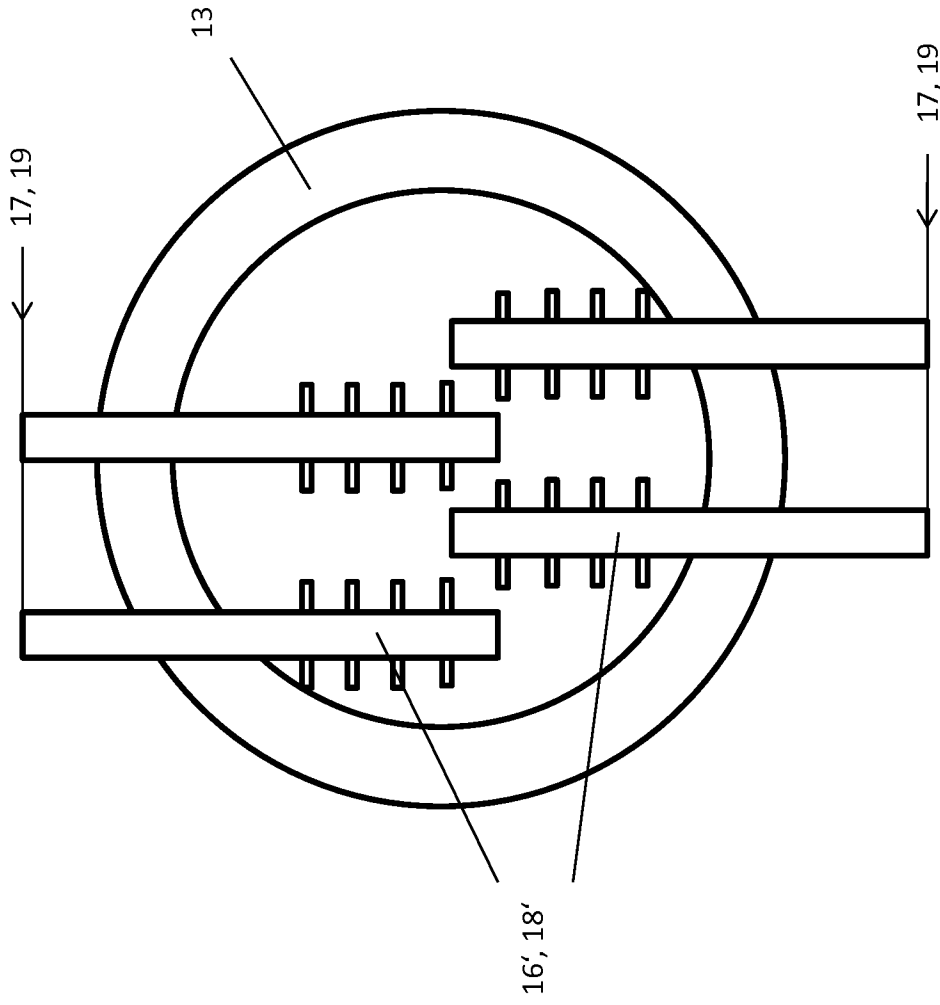


Fig. 3

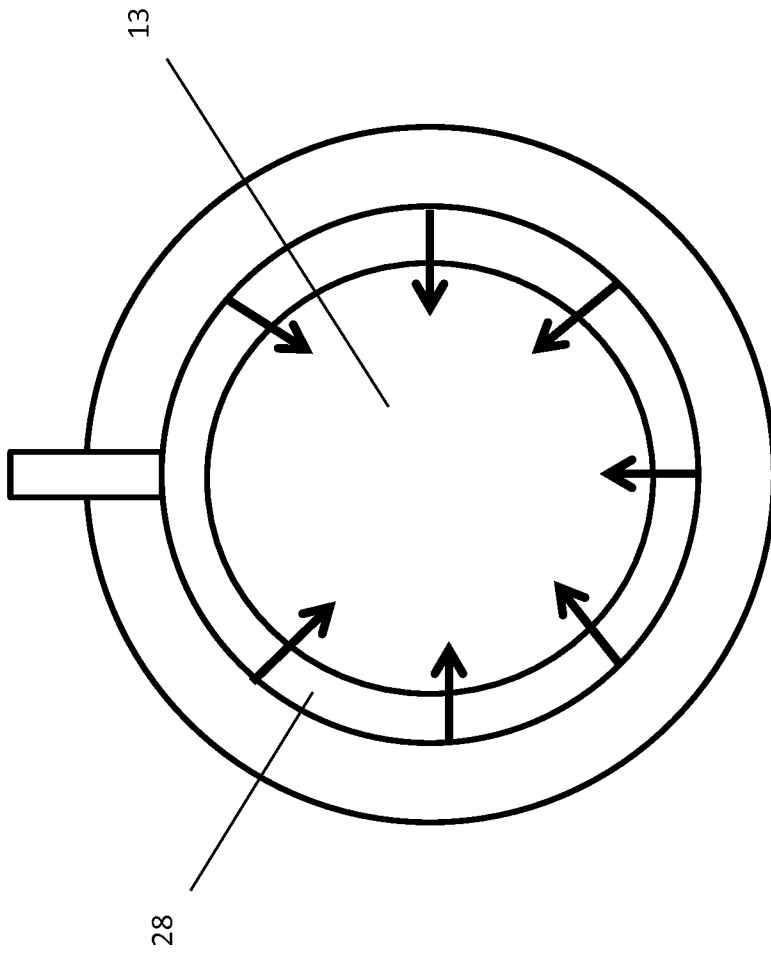


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/066068

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. C04B7/36 F27D17/00 B01D53/54 B01D53/56
 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)
 C04B F27D 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2010/023105 A1 (POLYSIUS AG [DE]; BEYER CHRISTOPH [DE]; SCHEFER DIRK [DE]) 4 March 2010 (2010-03-04) page 2, line 29 - page 5, line 27 -----	1-19
X	WO 01/66233 A1 (SAMANT GURUDAS [DE]; SAUTER GERD [DE]) 13 September 2001 (2001-09-13) figures 1,2 -----	1-19
X	WO 2012/176161 A1 (ECOSPRAY TECHNOLOGIES S R L [IT]; ARCHETTI MAURIZIO [CH]) 27 December 2012 (2012-12-27) page 6, line 18 - page 8, line 20; figure 1 ----- -/--	1-19

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 2 November 2016	Date of mailing of the international search report 28/11/2016
-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

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 Bonneau, Sébastien
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/066068

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CH 698 991 B1 (ELEX AG [CH]) 31 December 2009 (2009-12-31) paragraph [0018] - paragraph [0022]; claims 1-10; figures 1,2 -----	1-19
X	CN 202 555 173 U (LAN TIAN ENVIRONMENTAL ENGINEERING CO LTD) 28 November 2012 (2012-11-28) paragraph [0021]; claims 1-5; figure 1 -----	1-19
X	WO 2015/052123 A1 (KHD HUMBOLDT WEDAG GMBH [DE]) 16 April 2015 (2015-04-16) cited in the application page 5, line 22 - page 7, line 21; figures 1-3 -----	1-19
X	DE 196 49 922 A1 (KRUPP POLYSIUS AG [DE]) 4 June 1998 (1998-06-04) column 3, line 42 - column 5, line 57 column 2, line 42 - line 50 -----	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2016/066068

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2010023105	A1	04-03-2010	BR PI0914001 A2 27-10-2015 CN 102112832 A 29-06-2011 DE 102008039545 B3 12-05-2010 EP 2344825 A1 20-07-2011 ES 2418483 T3 14-08-2013 RU 2011111275 A 27-09-2012 WO 2010023105 A1 04-03-2010
WO 0166233	A1	13-09-2001	AU 5217001 A 17-09-2001 CA 2391710 A1 13-09-2001 EP 1244511 A1 02-10-2002 WO 0166233 A1 13-09-2001
WO 2012176161	A1	27-12-2012	EP 2723474 A1 30-04-2014 US 2014134089 A1 15-05-2014 WO 2012176161 A1 27-12-2012
CH 698991	B1	31-12-2009	NONE
CN 202555173	U	28-11-2012	NONE
WO 2015052123	A1	16-04-2015	CN 105829261 A 03-08-2016 DE 102013016701 A1 09-04-2015 EP 3055266 A1 17-08-2016 WO 2015052123 A1 16-04-2015
DE 19649922	A1	04-06-1998	DE 19649922 A1 04-06-1998 EP 0854339 A1 22-07-1998 ES 2183061 T3 16-03-2003 US 5919301 A 06-07-1999

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C04B7/36 F27D17/00 B01D53/54 B01D53/56 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C04B F27D 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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2010/023105 A1 (POLYSIUS AG [DE]; BEYER CHRISTOPH [DE]; SCHEFER DIRK [DE]) 4. März 2010 (2010-03-04) Seite 2, Zeile 29 - Seite 5, Zeile 27 -----	1-19
X	WO 01/66233 A1 (SAMANT GURUDAS [DE]; SAUTER GERD [DE]) 13. September 2001 (2001-09-13) Abbildungen 1,2 -----	1-19
X	WO 2012/176161 A1 (ECOSPRAY TECHNOLOGIES S R L [IT]; ARCHETTI MAURIZIO [CH]) 27. Dezember 2012 (2012-12-27) Seite 6, Zeile 18 - Seite 8, Zeile 20; Abbildung 1 ----- -/--	1-19
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
2. November 2016		28/11/2016
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 Bonneau, Sébastien

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CH 698 991 B1 (ELEX AG [CH]) 31. Dezember 2009 (2009-12-31) Absatz [0018] - Absatz [0022]; Ansprüche 1-10; Abbildungen 1,2 -----	1-19
X	CN 202 555 173 U (LAN TIAN ENVIRONMENTAL ENGINEERING CO LTD) 28. November 2012 (2012-11-28) Absatz [0021]; Ansprüche 1-5; Abbildung 1 -----	1-19
X	WO 2015/052123 A1 (KHD HUMBOLDT WEDAG GMBH [DE]) 16. April 2015 (2015-04-16) in der Anmeldung erwähnt Seite 5, Zeile 22 - Seite 7, Zeile 21; Abbildungen 1-3 -----	1-19
X	DE 196 49 922 A1 (KRUPP POLYSIUS AG [DE]) 4. Juni 1998 (1998-06-04) Spalte 3, Zeile 42 - Spalte 5, Zeile 57 Spalte 2, Zeile 42 - Zeile 50 -----	1-19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/066068

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2010023105	A1	04-03-2010	BR PI0914001 A2 27-10-2015
			CN 102112832 A 29-06-2011
			DE 102008039545 B3 12-05-2010
			EP 2344825 A1 20-07-2011
			ES 2418483 T3 14-08-2013
			RU 2011111275 A 27-09-2012
			WO 2010023105 A1 04-03-2010

WO 0166233	A1	13-09-2001	AU 5217001 A 17-09-2001
			CA 2391710 A1 13-09-2001
			EP 1244511 A1 02-10-2002
			WO 0166233 A1 13-09-2001

WO 2012176161	A1	27-12-2012	EP 2723474 A1 30-04-2014
			US 2014134089 A1 15-05-2014
			WO 2012176161 A1 27-12-2012

CH 698991	B1	31-12-2009	KEINE

CN 202555173	U	28-11-2012	KEINE

WO 2015052123	A1	16-04-2015	CN 105829261 A 03-08-2016
			DE 102013016701 A1 09-04-2015
			EP 3055266 A1 17-08-2016
			WO 2015052123 A1 16-04-2015

DE 19649922	A1	04-06-1998	DE 19649922 A1 04-06-1998
			EP 0854339 A1 22-07-1998
			ES 2183061 T3 16-03-2003
			US 5919301 A 06-07-1999
