

(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
20. September 2007 (20.09.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/104787 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F27B 7/20 (2006.01) *C04B 7/43* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/052453

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. März 2007 (15.03.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 012 267.4 15. März 2006 (15.03.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **CEMAG ANLAGENBAU DESSAU GMBH**
[—/DE]; Alte Landebahn 15, 06846 Dessau (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KROHN, Reiner**
[DE/DE]; Friedrich-Schneider-Strasse 11, 06844 Dessau
(DE). **SCHUSTER, Frank** [DE/DE]; Altener Damm
40, 06847 Dessau (DE). **TEICHLER, Ingo** [DE/DE];
Sandweg 11, 06766 Wolfen (DE).

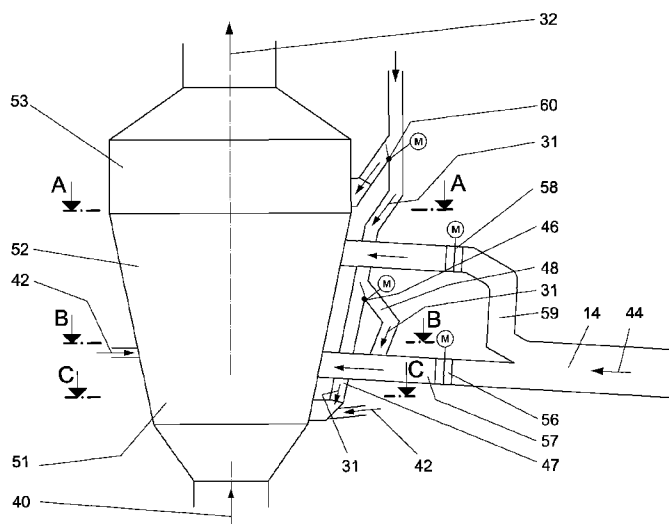
(74) Anwälte: **GRITSCHNEDER, Martin** usw.; Abitz &
Partner, Hörselbergstr. 5, 81677 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONTAINER-CALCINATOR AND USE THEREOF

(54) Bezeichnung: BEHÄLTER-KALZINATOR UND DESSEN VERWENDUNG



(57) **Abstract:** The container-calcinator (12) is used to precalcinate raw meal (31) in the production of cement clinkers. The calcinator (12) is a container in which it joins below the calcinator waste gas line of the rotating kiln (16) and leads away over the calcinator waste gas line. Devices for guiding the raw meal, fuel and tertiary air are provided. The combustion chamber of the calcinator (12) is sub-divided in the vertical direction into a lower reaction area (51), a central reaction area (52) and an upper reaction area (53). One first part of the fuel (42) and one first part of the raw meal (31) is evacuated at the end of the lower reaction area (51). One second part of the fuel (42) and one second part of the raw meal (31) is evacuated at the lower end of the central reaction area (52) and one first part of the tertiary air (44) is fed. One second part of the tertiary air is guided to the lower end of the upper reaction area (53). Each amount of tertiary air flows through two or more connection opening in the calcinator.

(57) **Zusammenfassung:** Der Behälter-Kalzinator (12) dient zum Vorkalziniieren von Rohmehl (31) bei der Herstellung von Zementklinker. Der Kalzinator (12) ist ein Behälter, in den unten die Abgasleitung eines Drehofens (16) mündet und oben die Kalzinator-Abgasleitung wegführt, wobei Einrichtungen für die Zuführung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/104787 A1



RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

von Rohmehl, Brennstoff und Tertiärluft vorgesehen sind. Der Brennraum des Kalzinators (12) ist in vertikaler Richtung in eine untere Reaktionszone (51), eine mittlere Reaktionszone (52) und eine obere Reaktionszone (53) unterteilt. Am unteren Ende der unteren Reaktionszone (51) werden ein erster Teil des Brennstoffs (42) und ein erster Teil des Rohmehls (31) aufgegeben. Am unteren Ende der mittleren Reaktionszone (52) werden ein zweiter Teil des Brennstoffs (42) und ein zweiter Teil des Rohmehls (31) aufgegeben und wird ein erster Teil der Tertiärluft (44) zugeführt. Am unteren Ende der oberen Reaktionszone (53) wird ein zweiter Teil der Tertiärluft (44) zugeführt. Jede Tertiärluftmenge strömt durch zwei oder mehrere Anschlussöffnungen in den Kalzinators.

Beschreibung

BEHÄLTER-KALZINATOR UND DESSEN VERWENDUNG

Technisches Gebiet

- [0001] Die Erfindung betrifft einen Behälter-Kalzinator zum Vorkalzinieren von Rohmehl bei der Herstellung von Zementklinker. Der Behälter-Kalzinator ist ein Behälter, in den unten die Abgasleitung eines Drehofens mündet und von dem oben die Kalzinator-Abgasleitung wegführt. Es sind Einrichtungen für die Zuführung von Rohmehl, Brennstoff und Tertiärluft vorgesehen. Durch den Kalzinator wird als Gasphase gleichzeitig Ofenabgas und Kühlerheiße Luft (= Tertiärluft) hindurch gesaugt. Als Feststoffphase wird heißes Rohmehl zugeführt. Dazu kommt fester, flüssiger und/oder gasförmiger Brennstoff. Die Erfindung betrifft ferner die Verwendung des Kalzinators.
- [0002] Bei der Herstellung von Zementklinker wird Rohmehl vorgewärmt, restgetrocknet, kalziniert, zu Klinker gebrannt und dann gekühlt. Nach diesem Trockenverfahren arbeitende Anlagen bestehen aus Zyklonvorwärmer, Kalzinator, Tertiärluftleitung, Drehofen und Klinkerkühler. Die Energiezuführung für die Stoffumwandlung in dieser Anlage erfolgt durch Brennstoffzuführung in den Drehofen und in den Kalzinator. Die im Klinkerkühler erhitzte Luft wird zum Teil als so genannte Sekundärluft dem Drehofen und zum Teil als so genannte Tertiärluft dem Kalzinator zugeführt. Die Abgase des Drehofens werden durch eine Ofeneinlaufkammer und eine darüber befindliche Strömungseinschnürung, der so genannten Gutsperre, zum Kalzinator geführt, durchströmen diesen und werden zusammen mit den im Kalzinator erzeugten Abgasen, bestehend aus Rauchgas des Kalzinator-Brennstoffes und CO₂, in den Zyklonvorwärmer abgeführt.
- [0003] Der Zyklonvorwärmer besteht aus einem oder mehreren Strängen und jeder Strang aus mehreren Zyklonstufen, die jeweils als Schwebegaswärmetauscher fungieren. Das trockene Zementrohmehl wird dem Steigrohr der obersten Zyklonstufe aufgegeben, durchwandert von oben nach unten die Zyklonstufen und wird aus der vorletzten (zweituntersten) Zyklonstufe in den Kalzinator geleitet. Im Kalzinator wird das heiße Rohmehl nahezu völlig entsäuert und strömt mit dem Kalzinator-Abgas in die unterste Zyklonstufe, wird dort abgeschieden, der Ofeneinlaufkammer aufgegeben und gelangt durch diese als Heißmehl in den Drehofen. Das Heißmehl wird im Drehofen restentsäuert und durch den Sinterungsprozess zu Klinker gebrannt.
- [0004] In der Verbrennungsluft ist ein bestimmter Anteil Stickstoff enthalten, der zwar abhängig von der relativen Luftfeuchtigkeit ist, aber ansonsten relativ gleichmäßig ist.

Der in Brennstoffen enthaltene Stickstoff kann dagegen sehr schwanken. Bei der Verbrennung führt der aus beiden Quellen stammende Stickstoff zur Bildung von NO_x, wobei hohe Temperaturen und Sauerstoff-Überschuss die Bildung von NO_x begünstigen. Die für die Klinkerproduktion erforderliche Brennstoff-Wärmemenge wird zu etwa 40% im Drehofen und zu etwa 60% im Kalzinator eingesetzt. Der Klinkerbrand im Drehofen erfolgt bei Temperaturen von 1450 bis 1500°C, die Temperaturen im Kalzinator liegen nur bei ca. 900°C. Dadurch entsteht im Drehofen Hochtemperatur-NO_x und Brennstoff-NO_x, während im Kalzinator nur Brennstoff-NO_x gebildet wird.

Stand der Technik

- [0005] Aus EP-A-1 004 553 und EP-B-1 167 314 ist es bekannt, das gebildete NO_x durch eine unterstöchiometrische Verbrennung zu reduzieren. Der aus diesen Druckschriften bekannte Kalzinator ist ein so genannter Strömungs- oder Schwanenhals-Kalzinator und besteht im unteren Teil aus zwei Strömungskanälen, in denen jeweils eine unterstöchiometrische Verbrennung stattfindet, wobei die Verbrennung parallel erfolgt. Der eine Strömungskanal ist verbunden mit dem Drehofen, und der andere Strömungskanal mit der Tertiärluftzuleitung. Beide Strömungskanäle werden mit Brennstoff beschickt und erzeugen durch unterstöchiometrische Verbrennung einen CO-haltigen Gasstrom, so dass in beiden Strängen des Kalzinators zwei CO-haltige Gasstromstrahlen entstehen. Die gemeinsame Nachverbrennung dieser Gasströme erfolgt im gemeinsamen, oberen, ansteigenden Kalzinatorabschnitt, wobei diesem Kanal über eine Umgehungsleitung, welche von der Tertiärluftzuleitung abzweigt, Tertiärluft zugeführt wird. Durch diese Tertiärluftzuführung wird das entstandene CO-Gas nachverbrannt. Durch diese Art der Verbrennung und die Verbrennung in einer Rohmehlwolke entstehen Verbrennungstemperaturen unter 1000 °C, wodurch der NO_x-Gehalt im Kalzinatorabgas sowie im Abgas der gesamten Zementklinkerproduktionslinie abgesenkt werden kann.
- [0006] Aus DE 196 49 922 ein Rohr-Kalzinator bekannt, bei dem das Rohmehl, der Brennstoff und die Tertiärluft jeweils in zwei Chargen zugeführt werden. Die ersten und zweiten Chargen werden dabei jeweils etwa auf gleicher Höhe zugeführt.
- [0007] Aus DE 103 58 317 ist eine Anlage zur thermischen Behandlung von Rohmaterial bekannt, bei dem die Vorkalzinationsstufe aus einer separaten Verbrennungszone sowie einer von den Abgasen des Sinterofens durchströmten Reaktionszone besteht. Die Tertiärluft wird aufgeteilt und zusammen mit dem Rohmaterial aufgegeben.

- [0008] Aus DE 3 817 357 ist eine Vorrichtung zur Wärmebehandlung von feinkörnigem Gut bekannt, bei der die Vorkalzinationszone aus einer oberen Drallkammer und einer unteren Drallkammer besteht. In die obere Drallkammer wird Tertiärluft, Brennstoff und Gut zugeführt. Beide Drallkammern sind durch einen Diffusor verbunden, und im unteren Bereich des Diffusors befindet sich eine Brennstoffzuführung, sowie eine Gutzuführung. Auch hier wird die Tertiärluft aufgeteilt und zusammen mit dem Gut aufgegeben.

Darstellung der Erfindung

[0009]

Technische Aufgabe

- [0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den NO_x-Gehalt im Abgas einer Anlage zur Herstellung von Zementklinker weiter zu senken.

Technische Lösung

- [0011] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Behälter-Kalzinator der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass der Brennraum des Kalzinators in vertikaler Richtung in eine untere Reaktionszone, eine mittlere Reaktionszone und eine obere Reaktionszone unterteilt ist, dass am unteren Ende der unteren Reaktionszone ein erster Teil des Brennstoffs und ein erster Teil des Rohmehls aufgegeben werden, dass am unteren Ende der mittleren Reaktionszone ein zweiter Teil des Brennstoffs und ein zweiter Teil des Rohmehls aufgegeben werden sowie ein erster Teil der Tertiärluft zugeführt wird, und dass am unteren Ende der oberen Reaktionszone ein zweiter Teil der Tertiärluft zugeführt wird.

Vorteilhafte Wirkungen

- [0012] Jede Tertiärluftmenge kann durch eine oder mehrere Anschlussöffnungen in den Kalzinator strömen. Vorzugsweise strömt sie durch mindestens zwei Anschlussöffnungen in den Kalzinator.
- [0013] Der Kalzinator ist somit ein Behälter- bzw. Kompakt-Kalzinator. Der Brennstoff wird also in zwei Chargen zugegeben, die zuerst hintereinander unterstöchiometrisch verbrannt werden, und danach im gleichen Behälter gemeinsam vollständig verbrannt werden. Die Tertiärluftzufuhr erfolgt durch eine geteilte Rohrleitung an zwei Stellen des Behälter- bzw. Kompakt-Kalzinators.
- [0014] Durch das relativ niedrige Temperaturniveau gelingt es bei dem erfindungsgemäßen Kompakt-Kalzinator insbesondere die Bildung von Hochtemperatur-NO_x zu reduzieren.

- [0015] Die Verminderung des NO_x-Gehalts im Abgas ist besonders ausgeprägt, wenn der Kalzinator als Mischgas-Kalzinator eingesetzt wird. Vorzugsweise wird der Kalzinator ferner einsträngig ausgeführt. Der Behälter- bzw. Kompaktkalzinator wird so mit Ofenabgas, Brennstoff, Rohmehl und Tertiärluft beschickt, dass drei Reaktionszonen entstehen, eine untere, eine mittlere und eine obere Reaktionszone. Die drei Reaktionszonen haben etwa die gleiche vertikale Erstreckung. Das vorerhitzte Rohmehl, die Tertiärluft und der Brennstoff werden jeweils in mindestens zwei Teilen an mindestens zwei Stellen unterschiedlicher Höhe zugeführt.
- [0016] In der unteren Reaktionszone werden der erste Teil des Kalzinator-Brennstoffes und der erste Teil des Rohmeihls aufgegeben. Der Brennstoff wird mit Hilfe des Sauerstoffes des Ofenabgases understöchiometrisch verbrannt. Das Rohmehl wird teilkalzinieren. Das Abgas der unteren Reaktionszone strömt dann nach oben in die mittlere Reaktionszone, wo der zweite Teil des Brennstoffes, der zweite Teil des Rohmeihls und der erste Teil der Tertiärluft zugegeben werden. Dieser Teil der Tertiärluft ist so bemessen, dass der zweite Teil des Brennstoffes wiederum understöchiometrisch verbrennt. Im mittleren Reaktionsbereich erfolgt eine weitere Teilkalzinierung des Rohmeihls. Vorzugsweise wird der zweite Teil des Rohmeihls dem ersten Teil der Tertiärluft aufgegeben, bevor diese in den Behälter eintritt.
- [0017] Alle Gase und Feststoffe der mittleren Reaktionszone strömen nach oben in die obere Reaktionszone des Kalzinators. Hinzu kommt der zweite Teil der Tertiärluft. Dieser sorgt für die restliche überstöchiometrische Verbrennung der unverbrannten oder teilverbrannten Stoffe. Da alle Verbrennungsprozesse im Kalzinator bei relativ niedrigen Temperaturen ablaufen, entstehen Abgase mit reduziertem NO_x-Gehalt.
- [0018] Vorzugsweise erweitert sich der Behälter ausgehend von der Gutsperre, die sich zwischen der Ofeneinlaufkammer und dem Kalzinator befindet, in einem ersten Teil von unten nach oben unter einem spitzen Winkel konisch, besteht anschließend aus einem zylindrischen, zweiten Teil und verjüngt sich oben wieder in einem dritten Teil unter einem stumpfen Winkel zur Abgasleitung hin, die in den oder die Zyklone der untersten Stufe mündet.
- [0019] Der spitze Winkel des ersten Teils kann zunächst etwas weniger als 45° betragen und sich dann auf etwa 20 bis 30° verringern. Der erste Teil kann etwa die drei- bis fünffache vertikale Erstreckung wie der zweite, zylindrische Teil haben, der wiederum etwa die gleiche vertikale Erstreckung wie der dritte, stumpfwinkelige Teil hat.
- [0020] Die untere Reaktionszone nimmt etwa das untere bis mittlere Drittel des unteren Teils ein, die mittlere Reaktionszone das obere Drittel und die obere Reaktionszone

- den zweiten, zylindrischen und den dritten, kegelmantelförmigen Teil des Kalzinators.
- [0021] Zur stärkeren Trennung der Reaktionszonen im Kalzinator kann dieser mit einer oder mehreren Einengungen ausgestattet sein. Insbesondere zwischen der mittleren und der oberen Reaktionszone kann eine Einengung vorgesehen werden.
- [0022] Das Länge/Durchmesser-Verhältnis des Behälter-Kalzinators beträgt vorzugsweise etwa 2:1.
- [0023] Der erfindungsgemäße Behälter-Kalzinator kann auch in Verbindung mit einem Rohr-Kalzinator eingesetzt werden, um die Verweilzeit im Kalzinatorsystem zu erhöhen. Dies kann insbesondere beim Einsatz von trägen Brennstoffen, z.B. Ersatzbrennstoffen, vorteilhaft sein. Das Länge/Durchmesser-Verhältnis des Behälter-Kalzinators liegt dann vorzugsweise zwischen etwa 3:1 und etwa 4:1.
- [0024] Die Aufgabe der festen, flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoffe kann durch Brennerrohre mit den für den jeweiligen Brennstoff üblichen Einbauten erfolgen. Das heiße Rohmehl wird mittels Aufgabekästen direkt in den Kalzinator aufgegeben. Die Tertiärluft als Verbrennungsluft für den Kalzinatorbrenner wird durch einen einfachen nach unten oder oben gerichteten und/oder tangential angeordneten Anschluss der Tertiärluftleitung an den Kalzinator diesem zugeführt.
- [0025] Die durch die Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen ferner in der kompakten Bauweise des Kalzinators.
- [0026] Der erfindungsgemäße Kalzinator kann insbesondere in dem Verfahren eingesetzt werden, das in der gleichzeitig eingereichten Internationalen Patentanmeldung "Herstellung von Zementklinker" (Eigenes Zeichen: 36864-PCT = DE-Patentanmeldung 10 2006 012 301.8) beschrieben ist. Bei diesem Verfahren wird zur Herstellung von Zementklinker im Trockenverfahren der Rohstoff in einer Rohmühle zu Zementrohmehl gemahlen, wird das Rohmehl in einem Rohmehlvorwärmer vorgewärmt und in einem Kalzinator vorkalziniert, wird das Heißmehl in einem Drehofen restkalziniert und zu Zementklinker gebrannt und wird der Zementklinker in einem Rostkühler gekühlt, wobei die Abgase des Drehofens dem Kalzinator zugeführt werden und dem Drehofen mittels eines Primärluftventilators Primärluft zugeführt wird. Die Anlage ist in einem Verbundbetrieb mit Rohmehlmahlung und in einem Direktbetrieb ohne Rohmehlmahlung betreibbar, wobei im Verbundbetrieb der Drehofen, der Rohmehlvorwärmer und die Rohmühle im Gasverbund arbeiten, indem das Heißgas des Rohmehlvorwärmers der Rohmühle zugeführt wird und danach als Abgas durch einen Abgasschornstein ins Freie abgegeben wird, und wobei im Direktbetrieb das Heißgas des Rohmehlvorwärmers an der Rohmühle vorbei zum

Abgasschornstein geleitet wird. Im Verbundbetrieb wird ein Teil des Abgases dem Drehofen als Primärluft zugeführt, und im Direktbetrieb wird ein Teil des Abgases zusammen mit Frischluft dem Drehofen als Primärluft zugeführt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- [0027] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:
- Fig. 1 in einer schematischen Darstellung eine Anlage zur Herstellung von Zementklinker aus Zementrohmehl;
- Fig. 2 im Detail ein Ausführungsbeispiel des Kalzinators der Anlage von Fig. 1;
- Fig. 3 den Kalzinator im Schnitt nach A-A von Fig. 2;
- Fig. 4 den Kalzinator im Schnitt nach B-B von Fig. 2;
- Fig. 5 den Kalzinator im Schnitt nach C-C von Fig. 2;
- Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kalzinators mit Einengungen und
- Fig. 7 die Kombination eines erfindungsgemäßen Behälter-Kalzinators mit einem Rohr-Kalzinators.

Weg(e) zur Ausführung der Erfindung

- [0028] Fig. 1 zeigt schematisch eine Anlage zur Herstellung von Zementklinker aus Zementrohmehl im Trockenverfahren. Die Anlage weist einen Zyklonvorwärmer 10, einen Kalzinator 12 mit Tertiärluftleitung 14, einen Drehofen 16 und einen Klinkerkühler 18 auf.
- [0029] Der Zyklonvorwärmer 10 setzt sich aus fünf Zyklonstufen 21, 22, 23, 24 und 25 zusammen, die in einem Strang angeordnet sind. Jede Zyklonstufe 21 - 25 besteht aus einem Zyklon 20 mit innerem Tauchrohr, dem vorgeschalteten Steigrohr 26 mit Mehlaufgabekasten und der dem Zyklon nachgeschalteten Mehllleitung 28 mit Pendelklappe. Das Zementrohmehl 30 wird dem Steigrohr 26 der obersten Zyklonstufe 21 aufgegeben, durchwandert die oberste Zyklonstufe 21 und nacheinander die drei folgenden Zyklonstufen 22, 23, 24 und wird als heißes Rohmehl 31 dem Kalzinator 12 aufgegeben. Das im Kalzinator 12 weitgehend entsäuerte Rohmehl wird durch das Kalzinator-Abgas 32 aus dem Kalzinator 12 ausgetragen und in der untersten, fünften Zyklonstufe 25 als Heißmehl 33 abgeschieden und durch eine Ofeneinlaufkammer 36 dem Drehofen 16 zugeführt. Das Kalzinatorabgas 32 strömt von unten nach oben durch die einzelnen Zyklonstufen 25 - 21, kühlt durch den Wärmeaustausch mit dem Rohmehl ab und verlässt als Vorwärmerabgas 38 den Zyklonvorwärmer 10. Durch den

Kalzinator 12 wird als Gasphase gleichzeitig das Abgas 40 des Drehofens 16, durch die Verbrennung des Kalzinatorbrennstoffes 42 mittels Heißluft (= Tertiärluft 44) des Klinkerkühlers 18 entstandenes Rauchgas und durch die Entsäuerung erzeugtes CO₂-Gas hindurch gesaugt. Als Feststoffphase wird das heiße Rohmehl 31 zugeführt, das in der vierten, vorletzten Zyklonstufe 24 abgeschieden wurde. Das heiße Rohmehl 31 wird durch eine Rohmehlweiche 46 auf zwei Zuführungsleitungen 47 und 48 verteilt und in den Kalzinator 12 geleitet. Der in den Kalzinator 12 zugeführte Brennstoff 42 kann fest, flüssig und/oder gasförmig sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist er Kohlenstaub. Das Abgas 32 des Kalzinators 12 wird dem Zyklonvorwärmer 10 an der untersten Zyklonstufe 25 zugeführt, und das dort abgeschiedene Heißmehl 33 wird dem Drehofen 16 durch die Ofeneinlaufkammer 36 zugeführt und in dem Drehofen 16 gesintert.

- [0030] Wie Fig. 2 zeigt, besteht der Kalzinator 12 von der Form her betrachtet aus drei Teilen. Der untere Teil ist ein sich nach oben spitz öffnender Konus, wobei der Konuswinkel zunächst sehr groß und dann klein ist, der mittlere Teil ist zylindrisch und der obere Teil ist ein sich nach oben stumpf verjüngender Konus. Der untere, spitz-konische Teil hat etwa die drei- bis vierfache vertikale Erstreckung der mittleren, zylindrischen und der oberen, stumpf-konischen Teil. Das untere Ende des Kalzinators 12 beginnt an der Gutsperre oberhalb der Ofeneinlaufkammer 36 des Drehofens 16, und am oberen Ende ist die Abgasleitung 37 des Kalzinators 12 angesetzt, die im untersten Zyklon 25 des Zyklonvorwärmers 10 endet. Das Länge/Durchmesser-Verhältnis des Behälter-Kalzinators 12 beträgt etwa 2:1.
- [0031] Der Kalzinator 12 ist in drei übereinander angeordnete Reaktionszonen 51, 52, 53 unterteilt, wobei die drei Reaktionszonen etwa die gleiche vertikale Erstreckung haben, und sich die untere und die mittlere Reaktionszone 51, 52 jeweils über etwa das untere bis mittlere bzw. obere Drittel des unteren, spitz-konischen Teils erstrecken und die obere Reaktionszone 53 etwa den zylindrischen und den stumpf-konischen Teil des Kalzinators 12 einnimmt.
- [0032] Am unteren Ende der unteren Reaktionszone 51 und der mittleren Reaktionszone 52 wird jeweils Brennstoff 42 aufgegeben. Der Brennstoff 42 ist Kohlenstaub und wird mittels Förderluft aufgegeben. Die vom Klinkerkühler 18 zugeführte Tertiärluftleitung 14 wird in eine untere und eine obere Zweigleitung 57, 59 aufgeteilt, und ein Teil der Tertiärluft 44 wird über die untere Zweigleitung 57 und einen unteren Regulierring 56 am unteren Ende der mittleren Reaktionszone 52 zugeführt, während der andere Teil über die obere Zweigleitung 59 und einen oberen

Regulierschieber 58 am unteren Ende der oberen Reaktionszone 53 zugeführt wird. Beide Tertiärluftzweigleitungen 57, 59 sind nach den Regulierschiebern 56, 58 gegabelt (Fig. 3 und 4), so dass jeder Tertiärluftanteil durch zwei Öffnungen in den Kalzinator 12 strömt, und eine gute Verteilung der Tertiärluft über die entsprechenden Kalzinatorquerschnitte erreicht wird. Das von der vorletzten Zyklonstufe 24 zugeführte Rohmehl 31 wird - wie bereits erwähnt - in der Rohmehlweiche 46 aufgeteilt. Die untere Zuführungsleitung 47 mündet am unteren Ende der unteren Reaktionszone 51 (Fig. 5), während die obere Zuführungsleitung 48 nach dem unteren Regulierschieber 56 in die dortige Tertiärluftzweigleitung 57 mündet (Fig. 4). Vor der Rohmehlweiche 46 befindet sich noch eine Anfahrweiche 60, über die beim Anfahren des Prozesses das gesamte Rohmehl an der oberen Reaktionszone 53 aufgegeben werden kann.

[0033] Fig. 6 zeigt einen Behälter-Kalzinator 12 mit einer Einengung 62 zwischen der mittleren Reaktionszone 52 und der oberen Reaktionszone 53. Durch eine solche Einengung 62 werden die Reaktionszonen stärker getrennt, wodurch sich der Ablauf der Verbrennung präziser steuern lässt. Die Zuführung des Brennstoffs, des Rohmehls und der Tertiärluft erfolgt in der gleichen Weise wie bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 5 und ist in Fig. 6 nur angedeutet.

[0034] Gemäß Fig. 7 kann dem erfindungsgemäßen Behälter-Kalzinator 12 ein Rohr-Kalzinator 64 nachgeschaltet sein. Durch den nachgeschalteten Rohr-Kalzinator wird die Verweilzeit im Kalzinatorsystem insgesamt erhöht, was beim Einsatz träger Brennstoffe, z. B. Ersatzbrennstoffen, von Vorteil ist. Die Zuführung des Brennstoffs, des Rohmehls und der Tertiärluft erfolgt so wie in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 5 und ist in Fig. 7 nur angedeutet. Das Längen/Durchmesser-Verhältnis liegt im Bereich von etwa 3:1 bis etwa 4:1 und beträgt insbesondere 3,5:1.

[0035] Liste der Bezugszeichen

10 Zyklonvorwärmer

12 Kalzinator

14 Tertiärluftleitung

16 Drehofen

18 Klinkerkühler

20 Zyklon

21-25 Zyklonstufe

26 Steigrohr

28 Mehlleitung

30 Rohmehl

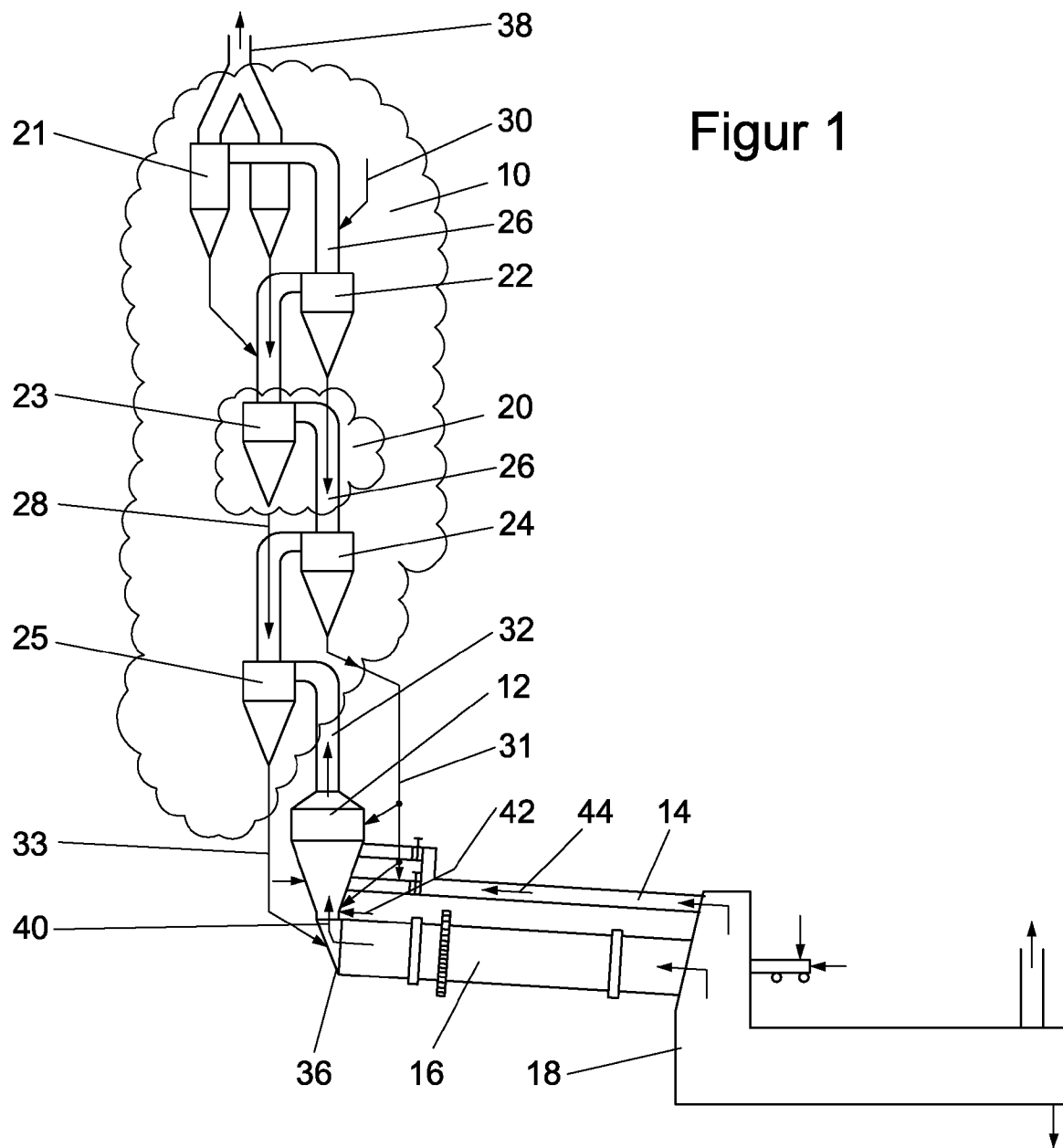
- 31 heißes Rohmehl
- 32 Kalzinatorabgas
- 33 Heißmehl
- 36 Ofeneinlaufkammer
- 38 Vorwärmerabgas
- 40 Abgas (Drehofen)
- 42 Brennstoff
- 44 Tertiärluft
- 46 Rohmehlweiche
- 47 untere Zuführungsleitung
- 48 obere Zuführungsleitung
- 51 untere Reaktionszone
- 52 mittlere Reaktionszone
- 53 obere Reaktionszone
- 56 unterer Regulierring
- 57 untere Zweigleitung
- 58 oberer Regulierring
- 59 obere Zweigleitung
- 60 Anfahrweiche
- 62 Einengung
- 64 Rohr-Kalzinator

Ansprüche

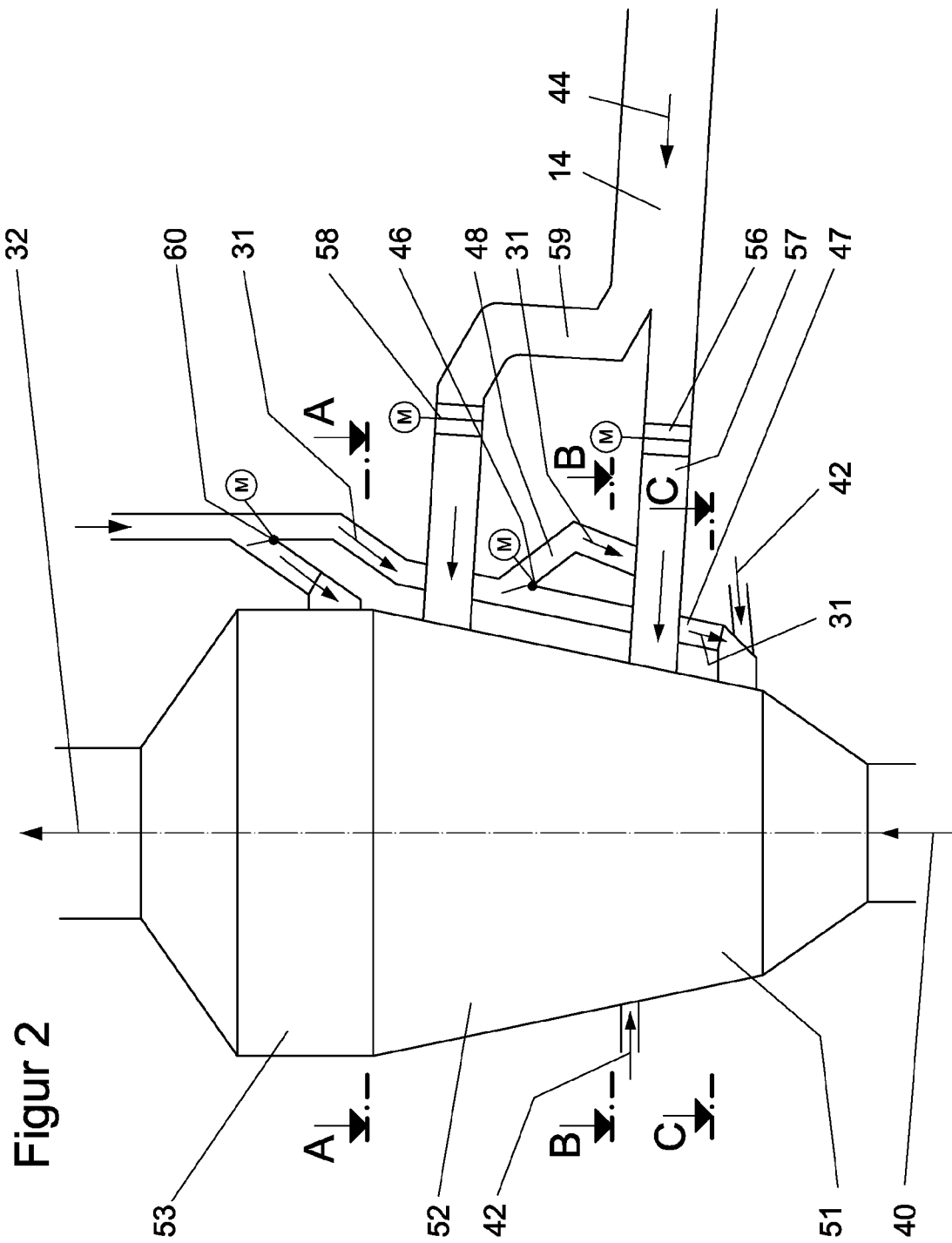
- [0001] Behälter-Kalzinator (12) zum Vorkalzिनieren von Rohmehl (31) bei der Herstellung von Zementklinker, wobei der Behälter-Kalzinator (12) ein Behälter ist, in den unten die Abgasleitung eines Drehofens (16) mündet und oben die Kalzinator-Abgasleitung wegführt und wobei Einrichtungen für die Zuführung von Rohmehl, Brennstoff und Tertiärluft vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Brennraum des Kalzinator (12) in vertikaler Richtung in eine untere Reaktionszone (51), eine mittlere Reaktionszone (52) und eine obere Reaktionszone (53) unterteilt ist, dass am unteren Ende der unteren Reaktionszone (51) ein erster Teil des Brennstoffs (42) und ein erster Teil des Rohmehls (31) aufgegeben werden, dass am unteren Ende der mittleren Reaktionszone (52) ein zweiter Teil des Brennstoffs (42) und ein zweiter Teil des Rohmehls (31) aufgegeben werden sowie ein erster Teil der Tertiärluft (44) zugeführt wird, und dass am unteren Ende der oberen Reaktionszone (53) ein zweiter Teil der Tertiärluft (44) zugeführt wird.
- [0002] Kalzinator nach Anspruch 1, wobei jede Tertiärluftmenge durch zwei oder mehrere Anschlussöffnungen in den Kalzinator strömt.
- [0003] Kalzinator nach Anspruch 1 oder 2, wobei sich der Behälter ausgehend von der Abgasleitung des Drehofens (16) von unten nach oben unter einem spitzen Winkel konisch erweitert und oben unter einem stumpfen Winkel zur Abgasleitung des Kalzinator (12) hin verjüngt.
- [0004] Kalzinator nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei der zweite Teil des Rohmehls (31) dem ersten Teil der Tertiärluft (44) aufgegeben wird, bevor diese in den Behälter eintritt.
- [0005] Kalzinator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit einer oder mehreren Einengungen (62) zur Trennung der Reaktionszonen (51, 52, 53).
- [0006] Kalzinator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Länge/Durchmesser-Verhältnis etwa 2:1 beträgt.
- [0007] Kalzinator-System mit einem Behälter-Kalzinator (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und einem nachgeschalteten Rohr-Kalzinator (64), wobei das Länge/Durchmesser-Verhältnis des Behälter-Kalzinator (12) im Bereich von 3:1 bis 4:1 liegt.
- [0008] Verwendung des Behälter-Kalzinator (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und eines Kalzinator-Systems nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,

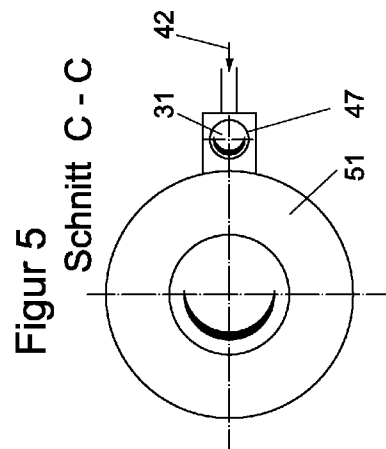
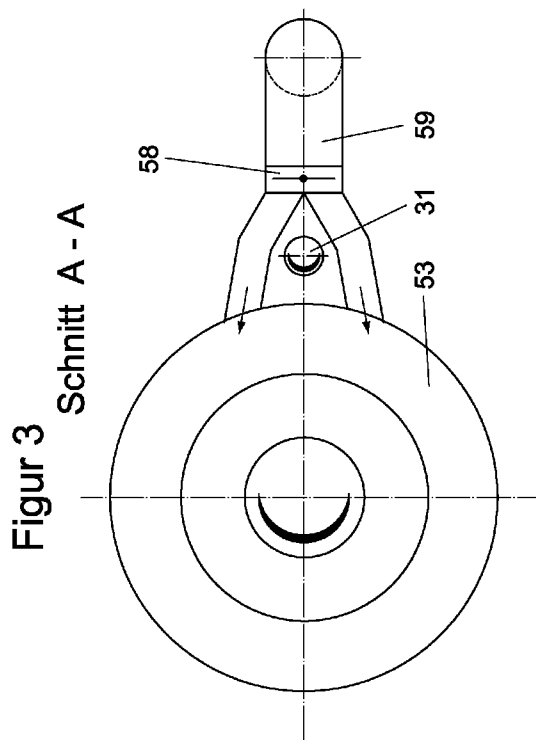
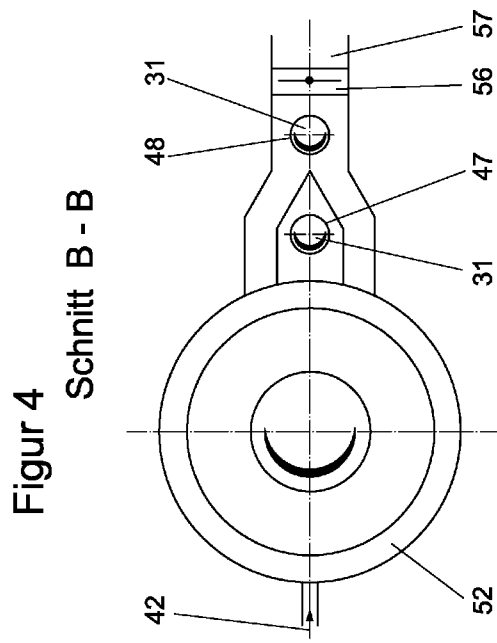
- dass der erste Teil des Brennstoffs (42) mittels des Drehofenabgases (40) in der unteren Reaktionszone (51) unterstöchiometrisch verbrannt wird, wobei das Rohmehl (31) teilkalzinieren wird,
- dass der erste Teil der Tertiärluft (44) so bemessen ist, dass der zweite Teil des Brennstoffes (42) in der mittleren Reaktionszone (52) wiederum unterstöchiometrisch verbrannt wird, wobei eine weitere Teilkalzinierung des Rohmehls (31) erfolgt,
- dass in der oberen Reaktionszone (53) die unverbrannten oder nur teilweise verbrannten Bestandteile mittels des zweiten Teils der Tertiärluft (44) überstöchiometrisch verbrannt werden.

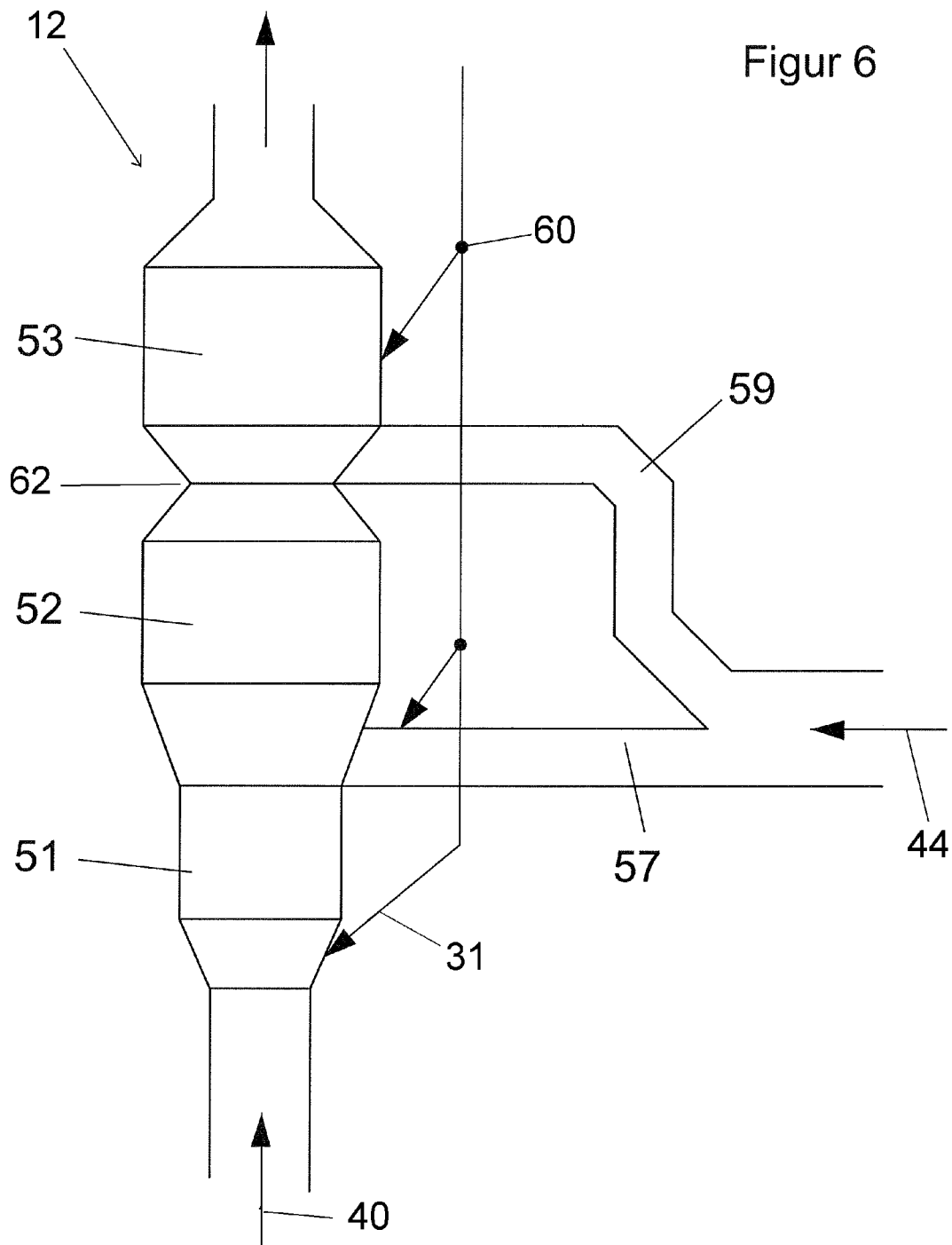
[0009] Verwendung nach Anspruch 8, wobei alle Verbrennungsprozesse im Kalzinator (12) bei niedrigen Temperaturen ablaufen.



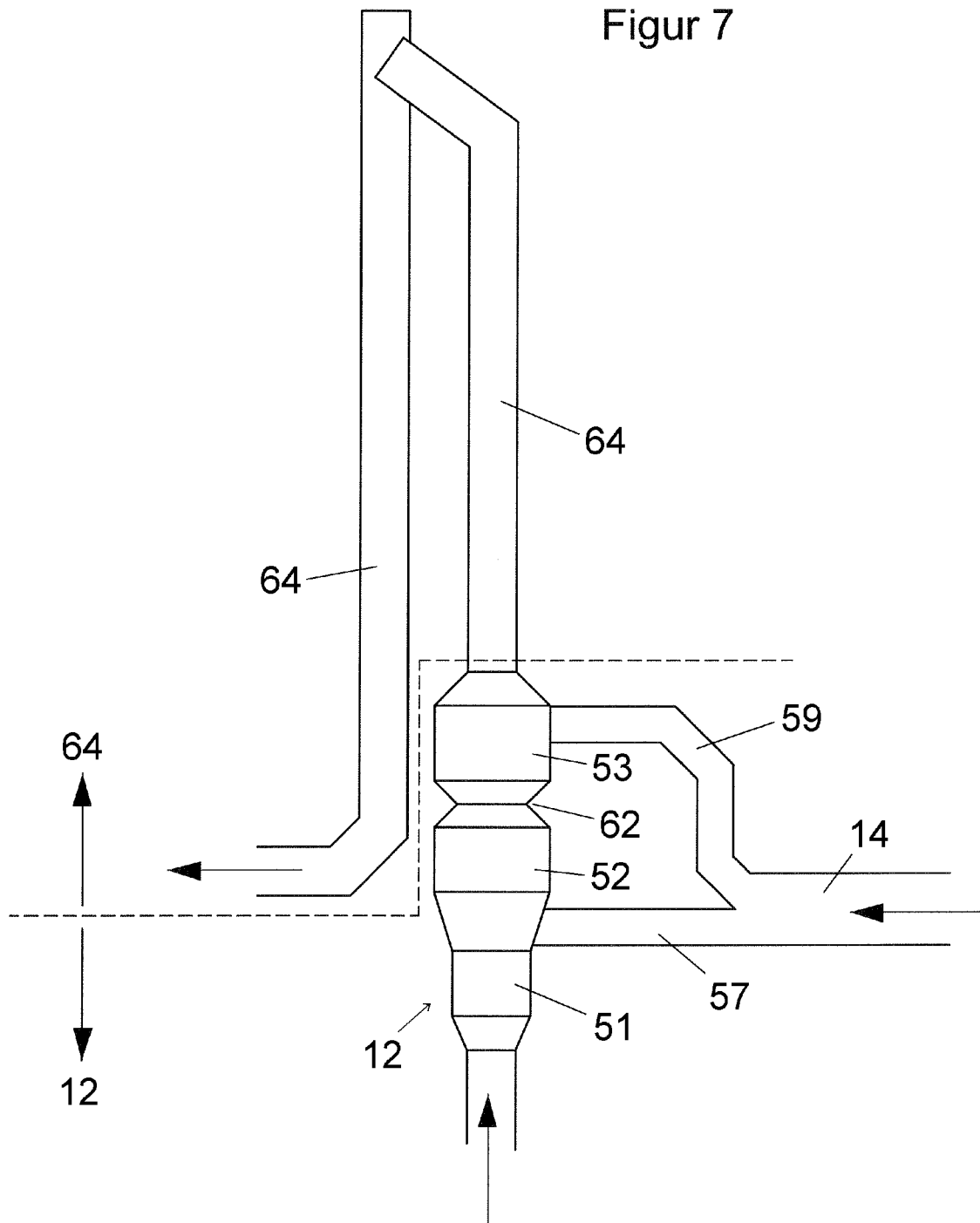
Figur 1







Figur 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2007/052453

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F27B7/20 C04B7/43

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)
 F27B C04B

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 004 553 A (KLOECKNER HUMBOLDT WEDAG [DE]) 31 May 2000 (2000-05-31) cited in the application figure 1 paragraph [0011] paragraph [0013] paragraph [0016] -----	1-9
A	DE 34 17 148 A1 (KRUPP POLYSIUS AG [DE]) 14 November 1985 (1985-11-14) figure 1 -----	2
A	DE 35 20 058 A1 (ORENSTEIN & KOPPEL AG [DE]) 4 December 1986 (1986-12-04) figure 3 ----- -/--	3

☒ 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 document 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.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 July 2007

Date of mailing of the international search report

16/07/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Peis, Stefano

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2007/052453

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 23 24 565 A1 (POLYSIUS AG) 5 December 1974 (1974-12-05) figure 4 .. -----	5
A	DE 103 58 317 A1 (POLYSIUS AG [DE]) 14 July 2005 (2005-07-14) cited in the application figure 1 -----	5
A	EP 0 754 924 A1 (TECHNIP CIE [FR]) 22 January 1997 (1997-01-22) figures 2,3 -----	5,7,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/052453

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 1004553	A	31-05-2000	DE	19854582 A1	31-05-2000
			US	6254382 B1	03-07-2001
DE 3417148	A1	14-11-1985	NONE		
DE 3520058	A1	04-12-1986	CN	86103737 A	03-12-1986
			DK	245186 A	05-12-1986
			FR	2591913 A1	26-06-1987
			GB	2178147 A	04-02-1987
			IN	166854 A1	28-07-1990
			JP	1801742 C	12-11-1993
			JP	5010289 B	09-02-1993
			JP	61286250 A	16-12-1986
			US	4929178 A	29-05-1990
			US	4955986 A	11-09-1990
DE 2324565	A1	05-12-1974	CH	605446 A5	29-09-1978
			CS	212709 B2	26-03-1982
			DD	111987 A5	12-03-1975
			ES	425605 A1	01-01-1977
			FR	2229661 A1	13-12-1974
			GB	1433109 A	22-04-1976
			HU	173915 B	28-09-1979
			IT	1012299 B	10-03-1977
			JP	1197001 C	21-03-1984
			JP	50019821 A	03-03-1975
			JP	58011376 B	02-03-1983
			JP	53036524 A	04-04-1978
			MY	17378 A	31-12-1978
			SU	629904 A3	25-10-1978
			US	3940236 A	24-02-1976
			YU	121374 A1	28-02-1982
			ZA	7402299 A	30-04-1975
DE 10358317	A1	14-07-2005	EP	1692445 A1	23-08-2006
			WO	2005059460 A1	30-06-2005
EP 0754924	A1	22-01-1997	AT	199592 T	15-03-2001
			AU	699306 B2	03-12-1998
			AU	6061496 A	30-01-1997
			CA	2181513 A1	22-01-1997
			DE	69611953 D1	12-04-2001
			DE	69611953 T2	06-09-2001
			DK	754924 T3	16-07-2001
			ES	2156986 T3	01-08-2001
			FR	2736910 A1	24-01-1997
			GR	3035968 T3	31-08-2001
			JP	9173818 A	08-07-1997
			PT	754924 T	30-08-2001
			US	5713734 A	03-02-1998

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F27B7/20 C04B7/43

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F27B C04B

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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 004 553 A (KLOECKNER HUMBOLDT WEDAG [DE]) 31. Mai 2000 (2000-05-31) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 1 Absatz [0011] Absatz [0013] Absatz [0016]	1-9
A	DE 34 17 148 A1 (KRUPP POLYSIUS AG [DE]) 14. November 1985 (1985-11-14) Abbildung 1	2
A	DE 35 20 058 A1 (ORENSTEIN & KOPPEL AG [DE]) 4. Dezember 1986 (1986-12-04) Abbildung 3	3
	----- -/--	

☒ 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" älteres Dokument, 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 anderen 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

4. Juli 2007

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/07/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Peis, Stefano

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 23 24 565 A1 (POLYSIUS AG) 5. Dezember 1974 (1974-12-05) Abbildung 4	5
A	DE 103 58 317 A1 (POLYSIUS AG [DE]) 14. Juli 2005 (2005-07-14) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 1	5
A	EP 0 754 924 A1 (TECHNIP CIE [FR]) 22. Januar 1997 (1997-01-22) Abbildungen 2,3	5,7,8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/052453

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1004553	A	31-05-2000	DE	19854582 A1	31-05-2000
			US	6254382 B1	03-07-2001
DE 3417148	A1	14-11-1985	KEINE		
DE 3520058	A1	04-12-1986	CN	86103737 A	03-12-1986
			DK	245186 A	05-12-1986
			FR	2591913 A1	26-06-1987
			GB	2178147 A	04-02-1987
			IN	166854 A1	28-07-1990
			JP	1801742 C	12-11-1993
			JP	5010289 B	09-02-1993
			JP	61286250 A	16-12-1986
			US	4929178 A	29-05-1990
			US	4955986 A	11-09-1990
DE 2324565	A1	05-12-1974	CH	605446 A5	29-09-1978
			CS	212709 B2	26-03-1982
			DD	111987 A5	12-03-1975
			ES	425605 A1	01-01-1977
			FR	2229661 A1	13-12-1974
			GB	1433109 A	22-04-1976
			HU	173915 B	28-09-1979
			IT	1012299 B	10-03-1977
			JP	1197001 C	21-03-1984
			JP	50019821 A	03-03-1975
			JP	58011376 B	02-03-1983
			JP	53036524 A	04-04-1978
			MY	17378 A	31-12-1978
			SU	629904 A3	25-10-1978
			US	3940236 A	24-02-1976
			YU	121374 A1	28-02-1982
			ZA	7402299 A	30-04-1975
DE 10358317	A1	14-07-2005	EP	1692445 A1	23-08-2006
			WO	2005059460 A1	30-06-2005
EP 0754924	A1	22-01-1997	AT	199592 T	15-03-2001
			AU	699306 B2	03-12-1998
			AU	6061496 A	30-01-1997
			CA	2181513 A1	22-01-1997
			DE	69611953 D1	12-04-2001
			DE	69611953 T2	06-09-2001
			DK	754924 T3	16-07-2001
			ES	2156986 T3	01-08-2001
			FR	2736910 A1	24-01-1997
			GR	3035968 T3	31-08-2001
			JP	9173818 A	08-07-1997
			PT	754924 T	30-08-2001
			US	5713734 A	03-02-1998