

(19)



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

(11)

N° de publication :

LU103158

(12)

BREVET D'INVENTION**B1**

(21)

N° de dépôt: LU103158

(51)

Int. Cl.:

F27D 17/00, F27B 7/20, C04B 7/43, F27B 7/38, C04B 7/36

(22)

Date de dépôt: 26/06/2023

(30)

Priorité:

(72)

Inventeur(s):

LEMKE Jost – Deutschland, KIMMIG Constantin –
Deutschland

(43)

Date de mise à disposition du public: 27/12/2024

(74)

Mandataire(s):

THYSSENKRUPP INTELLECTUAL PROPERTY GMBH –
45143 Essen (Deutschland)

(47)

Date de délivrance: 27/12/2024

(73)

Titulaire(s):

THYSSENKRUPP POLYSIUS GMBH – 59269
Beckum (Deutschland), THYSSENKRUPP AG – 45143
Essen (Deutschland)

(54)

Vereinfachung der Kohlendioxidabscheidung aus Abgasen einer Zementanlage.

(57)

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung eines mineralischen Materials, wobei die Vorrichtung einen Wärmeverbraucher, insbesondere eine Zerkleinerungsvorrichtung 10, und eine Behandlungsvorrichtung 20 aufweist, wobei die Behandlungsvorrichtung einen Gasauslass aufweist, wobei der Wärmeverbraucher, insbesondere die Zerkleinerungsvorrichtung, einen Gaseinlass aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung einen Gas-Gas-Wärmetauscher 30 aufweist, wobei der Gas-Gas-Wärmetauscher 30 eine erste Seite mit einem ersten Einlass und einem ersten Auslass und eine zweite Seite mit einem zweiten Einlass und einem zweiten Auslass aufweist, wobei der Gasauslass mit dem ersten Einlass verbunden ist und der zweite Auslass mit dem Gaseinlass verbunden ist, wobei der Gas-Gas-Wärmetauscher 30 ein Rotationswärmeüberträger ist.

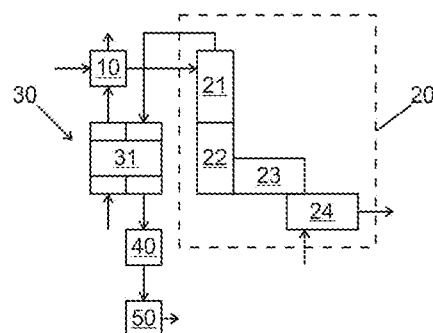


Fig. 1

Vereinfachung der Kohlendioxidabscheidung aus Abgasen einer Zementanlage

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur thermischen Behandlung eines mineralischen Materials beispielsweise zur Herstellung von Klinker, bei der das entstehende Kohlendioxid in besonders effizienter Weise abgetrennt werden kann.

Gerade der Zementbereich ist vergleichsweise stark an Kohlendioxidemissionen beteiligt, da neben dem aus dem Brennstoff entstehenden Kohlendioxid beispielsweise aus dem behandelten Kalkstein ebenfalls weiteres Kohlendioxid austritt. Daher gibt es viele Ansätze, das so erzeugte Kohlendioxid abzutrennen, um eine Emission zu verhindern.

Aus der WO 2011 / 029 690 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung von Zement mit Abtrennung von CO₂ bekannt.

Die Abtrennung des Kohlendioxids geht umso einfacher, je höher der anfängliche Kohlendioxid-Gehalt bereits ist. Daher sind Verfahren bekannt, die innerhalb der thermischen Behandlung möglichst reinen Sauerstoff einsetzen und so die Verunreinigung des entstehenden Kohlendioxids insbesondere mit Stickstoff minimieren. Solche Verfahren sind beispielsweise aus der DE 10 2018 206 673 A1 oder der DE 10 2018 206 674 A1 bekannt. Dieses macht jedoch nur Sinn, wenn auch im Folgenden der Eintrag von Stickstoff möglichst weitgehend minimiert wird.

Um die Wärme in einer Anlage zur thermischen Behandlung effizient zu nutzen, kann beispielsweise das Abgas aus dem Vorwärmer genutzt werden, um zum Beispiel im Rahmen einer Mahltrocknung des ankommenden Materialstroms die Wärme noch zu nutzen. Nachteilig ist hierbei, dass der Eintrag von Luft wahrscheinlich ist und somit die Konzentration des Kohlendioxids sinkt, was wiederum den Aufwand für die Abtrennung erhöht.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Wärme optimal zu nutzen als auch einen Eintrag von Nebenluft in den Hauptgasstrom zu minimieren.

Gelöst wird diese Aufgabe durch Vorrichtung mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie der Zeichnung.

- 5 Die erfindungsgemäße Vorrichtung dient zur thermischen Behandlung eines mineralischen Materials, beispielsweise zur Erzeugung von Klinker aus Kalkstein. Die Vorrichtung weist einen Wärmeverbraucher, insbesondere eine Zerkleinerungsvorrichtung, und eine Behandlungsvorrichtung auf. Die Behandlungsvorrichtung weist einen Gasauslass auf. Der Gasauslass ist der Punkt, an dem der Gasstrom die thermische Behandlungsvorrichtung verlässt, üblicherweise an dem Punkt eines Vorwärmers, an dem auch der Auftrag des mineralischen Materials erfolgt. Materialstrom und Gasstrom sind hierbei üblicherweise über die gesamte Vorrichtung betrachtet gegenläufig, auch wenn oftmals streckenweise parallel verlaufend. Der Wärmeverbraucher, insbesondere die Zerkleinerungsvorrichtung, weist einen Gaseinlass auf. Durch den Gaseinlass wird warmes Gas zugeführt, welches wiederum in der Lage ist, beispielsweise Feuchtigkeit aus dem Material auszutragen. Solche Anlagen sind in vielfältigsten Ausführungsformen dem Fachmann bekannt und dienen beispielsweise der Klinkerherstellung aus Kalkstein oder der Erzeugung künstlicher Puzzolane aus Tonen. Die genaue Ausführungsform der thermischen Behandlungsvorrichtung oder des Wärmeverbrauchers, insbesondere der Zerkleinerungsvorrichtung, ist hierbei nicht wesentlich für die Erfindung und kann entsprechend dem Stand der Technik erfolgen.

- Erfindungsgemäß weist die Vorrichtung einen Gas-Gas-Wärmetauscher auf. Der Gas-Gas-Wärmetauscher weist eine erste Seite mit einem ersten Einlass und einem ersten Auslass und eine zweite Seite mit einem zweiten Einlass und einem zweiten Auslass auf. Der Gasauslass ist mit dem ersten Einlass verbunden. Das warme Abgas der thermischen Behandlungsvorrichtung wird also in die erste Seite des Gas-Gas-Wärmetauschers geführt, um dort seine Wärme abzugeben. Der zweite Auslass mit dem Gaseinlass verbunden, das in der zweiten Seite des Gas-Gas-Wärmetauschers erwärmte Gas wird also dem Wärmeverbraucher, insbesondere der Zerkleinerungsvorrichtung, zugeführt. Der Gas-Gas-Wärmetauscher ist ein Rotationswärmeüberträger, auch Regenerator genannt. Bei einem

Rotationswärmeüberträger wird ein meist scheibenförmiger mit Gasdurchlässen versehender Körper rotiert. Ein Teil des rotierenden Körpers befindet sich in der ersten Seite, der andere Teil in der zweiten Seite. Hierbei wird er rotierende Körper auf der ersten Seite in einer Richtung durchströmt und auf der zweiten Seite in der entgegen
5 gesetzten Richtung. Faktisch ergibt sich somit ein Gegenstromwärmetauscher, welcher eine möglichst vollständige Übertragung der Wärme ermöglicht. Derartige Rotationswärmeüberträger werden heutzutage beispielsweise gerne in der Gebäude-Klima-Technik eingesetzt. Vorteil eines Rotationswärmeüberträgers ist die vergleichsweise kompakte Bauweise. Dafür wird in Kauf genommen, dass bei der
10 Rotation des rotierenden Körpers immer ein gewisser, aber vergleichsweise geringer Austausch von Gas zwischen der ersten Seite und der zweiten Seite durch die Gaskanäle des rotierenden Körpers erfolgt. Dieses ist aber in einem akzeptabel geringen Rahmen im Vergleich zum Gesamtvolumenstrom. Somit kann die Abwärme effizient genutzt werden, ohne hohen apparativen Aufwand und ohne eine Kontamination des
15 kohlendioxidhaltigen Gases.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der erste Auslass mit einer Kohlendioxidabscheidevorrichtung verbunden. Bevorzugt ist der erste Auslass über eine Entstaubungsvorrichtung mit einer Kohlendioxidabscheidevorrichtung verbunden. Somit
20 kann das Kohlendioxid mit nur sehr geringer Verunreinigung durch Fremdgase abgetrennt werden, was den Aufwand der Abtrennung minimiert.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Behandlungsvorrichtung einen Vorwärmer und einen Calcinator auf. Zusätzlich kann die Behandlungsvorrichtung auch
25 einen Drehrohrofen aufweisen. Der Gasauslass ist am gasströmungsseitigen Ende des Vorwärmers angeordnet.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der Wärmeverbraucher eine Zerkleinerungsvorrichtung. In der Zerkleinerungsvorrichtung wird üblicherweise der
30 mineralische Rohstoff, zum Beispiel der Kalkstein zunächst zerkleinert, insbesondere gebrochen und/oder gemahlen. Gleichzeitig oder anschließend erfolgt üblicherweise auch eine Trocknung, um das Wasser bereits zu entfernen, um so später diesen Energiebedarf dafür nicht mehr in der thermischen Behandlungsvorrichtung zu haben.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Zerkleinerungsvorrichtung eine Mühle. Beispielsweise ist die Mühle eine Vertikalrollenmühle.

- 5 In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der erste Auslass mit einer Entstaubungsvorrichtung verbunden. Durch die Verwendung des Gas-Gas-Wärmetauschers kann der Gasstrom bereits ausreichend abgekühlt werden, sodass auf eine weitere Kühlvorrichtung beispielsweise und insbesondere einen Verdampfungskühler, verzichtet werden kann.

10

In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Das Verhältnis von in den ersten Einlass zu in den zweiten Einlass zugeführtem Gas wird so gewählt, dass der aus dem ersten Auslass austretende Gasstrom für eine weitere Verarbeitung, insbesondere eine
15 Staubabscheidung, keine weitere Abkühlung notwendig ist. Wird als Gas für die zweite Seite einfach Umgebungsluft verwendet (beispielsweise 20 °C), so kann der die Abkühlung des Gasstromes in der ersten Seite durch das Verhältnis der Gasströme in einfacher Weise gezielt eingestellt werden.

- 20 In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird das Gas der ersten Seite nicht unter 100°C abgekühlt, vorzugsweise nicht unter 120 °C. Auf diese Weise wird eine Kondensation von Wasser in dem rotierenden Körper vermieden. Dieses hat mehrere Vorzüge. Zum einen würde die Kondensation auf der ersten Seite und Verdampfung auf der zweiten Seite große Wärmemengen benötigen. Zum anderen würde der Gasstrom
25 der zweiten Seite befeuchtet werden, welcher aber anschließend in der Zerkleinerungsvorrichtung gerade auch der Trocknung dienen soll.

Nachfolgend ist die erfindungsgemäße Vorrichtung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

30

Fig. 1 schematische Darstellung der Vorrichtung

In Fig. 1 ist die erfindungsgemäße Vorrichtung stark schematisch und nicht maßstabsgerecht dargestellt.

Das mineralische Material, beispielsweise Kalkstein, wird der Zerkleinerungsvorrichtung 10, beispielsweise einer Vertikalrollenmühle zugeführt und dort zerkleinert und durch den Gasstrom gleichzeitig getrocknet. Der Materialstrom wird dann der Behandlungsvorrichtung 20 zugeführt, genauer dem Vorwärmer 21. Das vorgewärmte Material gelangt in den Calcinator 22 und den Drehrohrofen 23 und anschließend in den Materialkühler 24 und kann dann als Produkt, zum Beispiel Klinker, entnommen werden.

Der Gasstrom gelangt über den Materialkühler 24 vorgewärmt im Drehrohrofen 23 und von dort in den Calcinator 22. Typischer Weise erfolgen im Drehrohrofen 23 und im Calcinator 22 Verbrennungsreaktionen zur Erzeugung der für die thermische Behandlung notwendige Energie. Im Vorwärmer 21 gibt der Gasstrom dann einen großen Teil der Wärme an den Materialstrom ab. Der Gasstrom verlässt den Vorwärmer beispielsweise mit 300°C. Dieser Gasstrom wird in die erste Seite des Gas-Gas-Wärmetauschers 30 geleitet und durch den rotierenden Körper 31 geleitet. Der rotierende Körper 31 rotiert im gezeigten Beispiel um eine Drehachse, welche senkrecht in der Bildebene angeordnet ist. Im rotierenden Körper 31 gibt der Gasstrom die Wärme an den rotierenden Körper 31 ab, welcher durch die Strömungsrichtung bedingt an der Oberseite wärmer ist als an der Unterseite (in dieser Darstellung). Der abgekühlte Gasstrom wird beispielsweise mit 120°C in eine Entstaubungsvorrichtung 40 und anschließend in eine Kohlendioxidabscheidevorrichtung 50 geführt.

Der zweiten Seite des Gas-Gas-Wärmetauschers 30 wird beispielsweise Umgebungsluft mit zum Beispiel 20 C zugeführt. Dieser Gasstrom wird etwas kleiner als der Gasstrom aus der Behandlungsvorrichtung 20 gewählt, sodass das Gas der zweiten Seite des Gas-Gas-Wärmetauschers 30 der Zerkleinerungsvorrichtung 10 beispielsweise mit 275°C zugeführt wird.

Bezugszeichen

10 Zerkleinerungsvorrichtung

20 Behandlungsvorrichtung

- 21 Vorwärmer
- 22 Calcinator
- 23 Drehrohrföfen
- 24 Materialkühler
- 5 30 Gas-Gas-Wärmetauscher
- 31 rotierender Körper
- 40 Entstaubungsvorrichtung
- 50 Kohlendioxidabscheidevorrichtung

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur thermischen Behandlung eines mineralischen Materials, wobei die Vorrichtung einen Wärmeverbraucher und eine Behandlungsvorrichtung (20)
5 aufweist, wobei die Behandlungsvorrichtung einen Gasauslass aufweist, wobei der Wärmeverbraucher einen Gaseinlass aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung einen Gas-Gas-Wärmetauscher (30) aufweist, wobei der Gas-Gas-Wärmetauscher (30) eine erste Seite mit einem ersten Einlass und einem ersten Auslass und eine zweite Seite mit einem zweiten Einlass und einem
10 zweiten Auslass aufweist, wobei der Gasauslass mit dem ersten Einlass verbunden ist und der zweite Auslass mit dem Gaseinlass verbunden ist, wobei der Gas-Gas-Wärmetauscher (30) ein Rotationswärmeüberträger ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Auslass
15 mit einer Kohlendioxidabscheidevorrichtung (50) verbunden ist.
3. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Behandlungsvorrichtung (20) einen Vorwärmer (21) und einen Calcinator (22) aufweist, wobei der Gasauslass am gasströmungsseitigen Ende des
20 Vorwärmers angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmeverbraucher eine Zerkleinerungsvorrichtung (10) ist.
- 25 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zerkleinerungsvorrichtung (10) eine Mühle ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Auslass mit einer Entstaubungsvorrichtung (40) verbunden ist.
30
7. Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis von in den ersten Einlass zu in den zweiten Einlass zugeführtem Gas so gewählt wird, dass der aus dem ersten Auslass austretende Gasstrom für eine weitere Verarbeitung keine
35 weitere Abkühlung notwendig ist.

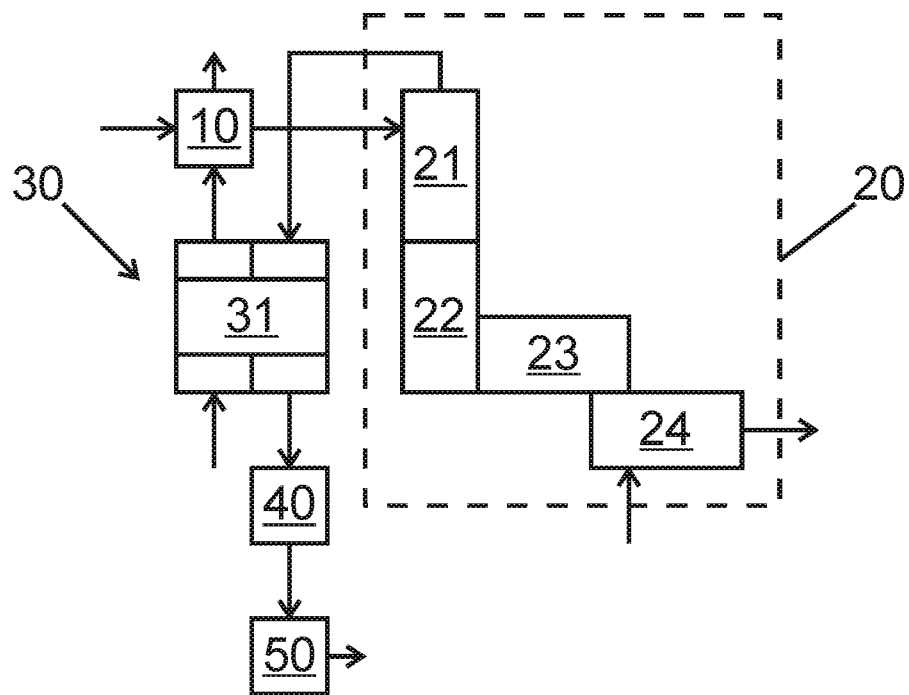


Fig. 1