

(19)



(11)

EP 3 749 906 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.09.2021 Patentblatt 2021/35

(51) Int Cl.:
F27B 7/20 ^(2006.01) **F27B 7/42** ^(2006.01)
F27D 19/00 ^(2006.01) **F27D 21/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19703661.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2019/052462

(22) Anmeldetag: **01.02.2019**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2019/154723 (15.08.2019 Gazette 2019/33)

(54) **CALCINATOR EINER ZEMENTHERSTELLUNGSANLAGE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES CALCINATORS**

CALCINER OF A CEMENT PRODUCTION SYSTEM, AND METHOD FOR OPERATING A CALCINER
CALCINATEUR D'UNE INSTALLATION DE FABRICATION DE CIMENT ET PROCÉDÉ POUR L'EXPLOITATION D'UN CALCINATEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **09.02.2018 DE 102018202063**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.12.2020 Patentblatt 2020/51

(73) Patentinhaber:
• **thyssenkrupp Industrial Solutions AG**
45143 Essen (DE)
• **thyssenkrupp AG**
45143 Essen (DE)

(72) Erfinder:
• **ADLER, Klaus**
33378 Rheda-Wiedenbrück (DE)
• **VECKENSTEDT, Ines**
33397 Rietberg (DE)
• **LEMKE, Jost**
59320 Ennigerloh (DE)
• **STREFFING, Michael**
59510 Lippetal (DE)

(74) Vertreter: **thyssenkrupp Intellectual Property GmbH**
ThyssenKrupp Allee 1
45143 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 3 433 786 DE-A1-102013 006 237

EP 3 749 906 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Calcinator einer Zementherstellungsanlage und einen Calcinator einer Zementherstellungsanlage.

[0002] Zur Behandlung von Zementklinker oder Erzen oder Tonen oder anderen mineralischen Produkten werden große Mengen an thermischer Energie benötigt, um das gemahlene Rohmehl zu Trocknen und/oder zu Calcinieren und/oder zu Reduzieren. Hierzu wird das Rohmehl im Flugstrom auf eine benötigte Temperatur erhitzt, bevor es weiterbehandelt wird.

[0003] Beispielsweise wird zur Herstellung von Zementklinker Rohmehl aus gemahlenem kalkhaltigem und silikathaltigem Gestein einer Wärmebehandlung unterzogen, wobei der Kalkstein von CO₂ befreit und in gebrannten Kalk CaO überführt wird. In einem weiteren Schritt wird üblicherweise das durch die CO₂-Befreiung entsäuerte Rohmehl unter Wärmeeinfluss zu verschiedenen Calciumsilikatphasen gesintert. Bei der Vorcalciniierung (Entsäuerung) wird das aus der zweituntersten Zyklonstufe austretende heiße Rohmehl von aus dem Drehrohren ausströmenden Heißgas mitgerissen und in einen Calcinator geführt, der zwischen Zyklonvorwärmer und Drehrohren angeordnet ist. Dabei handelt es sich üblicherweise um ein Steigrohr, in dem Ofengas und Brenngut im Gleichstrom geführt werden und miteinander reagieren. Um die endotherm ablaufende Entsäuerungsreaktion aufrecht zu erhalten, werden im Calcinator Brennstoffe zugegeben. Die für die Calcinatorfeuerung erforderliche Verbrennungsluft kann beispielsweise durch den Drehrohren und/oder in einer gesonderten Gasleitung, der sogenannten Tertiärluftleitung, vom Klinkerkühler zum Calcinator geführt werden.

[0004] Aus der DE 34 33 786 A1 ist eine Vorrichtung gemäß des Oberbegriffs von Anspruch 1 bekannt. Bei bekannten Calcinatoren treten häufig Probleme bei der Verbrennung der Brennstoffe auf. Beispielsweise sorgt ein schlechter Ausbrand der Brennstoffe für einen erhöhten Wert an Kohlenmonoxid (CO) in dem Abgas des Calcinator. Des Weiteren wird häufig eine zu geringe Stickoxidreduzierung in dem Calcinatorabgas erreicht, wobei beispielsweise die erforderliche Menge an Ammoniak sehr hoch ist. Des Weiteren kommt es dem Calcinator häufig zu einer Beschädigung der Innenwand durch Überhitzung.

[0005] Davon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Calcinator bereitzustellen, der eine erhöhte Betriebssicherheit aufweist und einen geringeren Wartungsaufwand erfordert. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Verfahrensanspruchs 1 und durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Vorrichtungsanspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0006] Ein Verfahren zum Betreiben eines Calcinator einer Zementherstellungsanlage umfasst nach einem ersten Aspekt die Schritte

- Ermitteln jeweils einer Temperaturverteilung in zumindest zwei Messebenen innerhalb des Calcinator, und
- Regeln/ Steuern einer Menge an Brennstoff, vorgewärmten Rohmehl und/oder Verbrennungsluft in den Calcinator in Abhängigkeit der ermittelten Temperaturverteilungen.

[0007] Eine Zementherstellungsanlage zur Herstellung von beispielsweise Zementklinker umfasst insbesondere einen mehrstufigen Vorwärmer zum Vorwärmen von Zementrohmehl, einen Ofen, vorzugsweise einen Drehrohren, zum Brennen des Zementrohmehls zu Zementklinker und einen Kühler zum Kühlen des Zementklinkers. Beispielsweise weist der Vorwärmer eine Mehrzahl von Zyklonstufen auf, wobei die erste Zyklonstufe im Anschluss an den Einlass des Zementrohmehls in den Vorwärmer und die letzte Zyklonstufe in Strömungsrichtung des Rohmehls vor dem Einlass in den Ofen angeordnet ist. Der Calcinator ist in Gasrichtung vorzugsweise zwischen dem Einlass in den Ofen und der letzten Zyklonstufe des Vorwärmers angeordnet, und dient vorzugsweise der Vorcalciniierung des Rohmehls. Die Heißgase des Ofens durchströmen den Calcinator und den Vorwärmer im Gegenstrom zu dem Zementrohmehl. Der Calcinator umfasst beispielsweise zumindest eine Brennkammer, in der Brennstoff zusammen mit sauerstoffhaltiger Verbrennungsluft verbrannt wird und das durch den Calcinator strömende Rohmehl erhitzt. Insbesondere weist der Calcinator zumindest eine als Steigleitung ausgebildete Brennkammer aus, die der Materialstrom aus vorgewärmtem Rohmehl, Brennstoff und Verbrennungsluft von unten nach oben durchströmt.

[0008] Unter einer Temperaturverteilung ist die insbesondere zweidimensionale Verteilung der Temperatur in einer Ebene zu verstehen. Beispielsweise wird die Temperaturverteilung aus einzelnen in der Messebene ermittelten Temperaturmesswerten berechnet. Die Temperatur wird dazu insbesondere an einer Mehrzahl von Punkten oder Linien in der Ebene gemessen und daraus eine Verteilung der Temperatur über die gesamte Messebene oder zumindest einen Teil der Messebene berechnet. Vorzugsweise umfasst eine Temperaturverteilung eine Mehrzahl von Temperaturwerten, beispielsweise gemessen oder berechnet, die einem Ort oder einem Bereich in der jeweiligen Messebene zuzuordnen sind. Die Messpunkte sind vorzugsweise gleichmäßig zueinander beabstandet und über die gesamte jeweilige Messebene verteilt. Beispielsweise weist eine Messebene zumindest 2, vorzugsweise 30, insbesondere 90 Messpunkte auf. An jedem Messpunkt ist beispielsweise jeweils eine Temperaturmesseinrichtung angeordnet. Vorzugsweise weist eine Temperaturmesseinrichtung einen Sender und einen Empfänger auf, wobei die ermittelte Temperatur vorzugsweise eine mittlere Temperatur zwischen dem Sender und dem Empfänger ist. Es ist ebenfalls denkbar, dass jeder Temperaturwert einem Messwert entspricht oder einen berechneten Mittelwert aus meh-

renen Messungen darstellt.

[0009] Vorzugsweise sind eine Mehrzahl von Temperaturmesseinrichtungen in jeder Messebene angeordnet, wobei jede Temperaturmesseinrichtung einen Sender und einen Empfänger aufweist. Beispielsweise kommunizieren die Temperaturmesseinrichtungen, insbesondere die Sender und Empfänger, jeder Messebene jeweils miteinander, sodass zwischen jedem Sender und Empfänger einer jeweiligen Messebene eine, insbesondere mittlere Temperatur ermittelt wird. Bei einer Anzahl von n Temperaturmesseinrichtungen werden beispielsweise $n \cdot (n-1)$ Messwerte in der Messebene ermittelt. Daraus ergibt sich beispielsweise eine zwei-dimensionale Verteilung der Temperatur. Es ist ebenfalls denkbar, dass Temperaturmesseinrichtungen unterschiedlicher Messebenen miteinander kommunizieren, sodass Temperaturwerte zwischen zwei Temperaturmesseinrichtungen unterschiedlicher Messebenen ermittelt werden. Daraus ergibt sich eine drei-dimensionale Verteilung der Temperatur.

[0010] Vorzugsweise wird die Temperaturverteilung in zumindest zwei oder mehr voneinander getrennten Messebenen innerhalb des Calcinators, vorzugsweise der Brennkammer des Calcinators ermittelt. Vorzugsweise wird die Temperatur in zwei bis acht, insbesondere vier bis sechs Messebenen ermittelt. Die Messebenen erstrecken sich innerhalb des Calcinators, vorzugsweise der Brennkammer des Calcinators. Das Ermitteln der Temperaturverteilung in jeder Messebene erfolgt über zumindest einen Teil der Erstreckung der Messebene oder über die gesamte Messebene und wird mittels zumindest einer Temperaturmesseinrichtung in jeder Messebene ermittelt. Die Temperaturmesseinrichtungen sind vorzugsweise jeweils in einer Messebene angeordnet.

[0011] In den Calcinator, insbesondere in die zumindest eine Brennkammer des Calcinators, wird Brennstoff, Verbrennungsluft und in dem Vorwärmer vorgewärmtes Rohmehl zugeführt. Beispielsweise weist die Brennkammer eine Mehrzahl von Brennstoffeinlässen, Verbrennungslufteinlässen und/ oder Einlässen zum Einlassen von vorgewärmten Rohmehl auf. Die Menge an Brennstoff, Verbrennungsluft und/ oder vorgewärmten Rohmehl ist vorzugsweise über Mittel zum Dosieren der Menge, wie Klappen oder mechanische Fördereinrichtungen einstellbar. In Abhängigkeit der ermittelten Temperaturverteilungen wird die Menge an Brennstoff, Verbrennungsluft und/ oder die Menge an in dem Vorwärmer vorgewärmten Rohmehl vorzugsweise erhöht oder verringert.

[0012] Das Regeln/ Steuern einer Menge an Brennstoff, vorgewärmten Rohmehl und/oder Verbrennungsluft in den Calcinator in Abhängigkeit der ermittelten Temperaturverteilung ermöglicht eine optimale Dosierung der Komponenten des Materialstroms des Calcinators, sodass eine optimale Verbrennung innerhalb der Brennkammer des Calcinators erreicht wird. Die Überwachung der Temperaturverteilung und eine entsprechende Steuerung/Regelung der Menge an Brennstoff, Verbren-

nungsluft und/ oder Rohmehl verhindert lokale Überhitzungen und somit Beschädigungen an der Innenwand der Brennkammer. Des Weiteren erfolgt die Steuerung/Regelung der Menge an Brennstoff, Verbrennungsluft und/ oder Rohmehl derart, dass eine Bildung von Kohlenmonoxid verhindert und die Reduzierung von Stickoxiden durch beispielsweise die Zugabe von Ammoniak begünstigt wird.

[0013] Gemäß einer ersten Ausführungsform erfolgt die Ermittlung der Temperaturverteilung in zumindest zwei Messebenen gleichzeitig. Zumindest eine oder zwei Messebenen erstrecken sich beispielsweise über einen Querschnitt der Brennkammer des Calcinators, vorzugsweise orthogonal zu der Strömungsrichtung des Materialstroms. Eine Ermittlung der Temperaturverteilung in zumindest zwei Messebenen gleichzeitig ermöglicht eine Überwachung der Temperatur in einer Mehrzahl von Bereichen innerhalb der Brennkammer. Beispielsweise werden die Messebenen in Bereichen angeordnet, in denen eine Abweichung der Temperatur von einem optimalen Wert häufig vorkommt oder vorzugsweise in der Nähe eines Einlass zum Einlassen von Brennstoff, Verbrennungsluft und/ oder vorgewärmten Rohmehl in die Brennkammer.

[0014] Die zumindest zwei Messebenen erstrecken sich gemäß einer weiteren Ausführungsform quer zur Strömungsrichtung des Rohmehls und/oder des Brennstoffs in dem Calcinator. Vorzugsweise bilden die Messebenen jeweils einen Querschnitt der Brennkammer. Die Messebenen können auch parallel zueinander angeordnet sein.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausführungsform erfolgt die Ermittlung zumindest einer der Temperaturverteilungen, vorzugsweise aller Temperaturverteilungen, akustisch. Beispielsweise umfasst eine Temperaturmesseinrichtung zum Ermitteln der Temperatur ein Schallhorn, vorzugsweise als Sender und/ oder Empfänger. Die Ermittlung der Temperaturverteilung erfolgt beispielsweise mittels Schallpyrometrie. Insbesondere wird von einem Sender ein druckluftgeneriertes Schallsignal ausgesendet, welches vorzugsweise einen Frequenzbereich zwischen 200 und 3000 Hz aufweist. Die Laufzeit des Signales zu einem Empfänger wird ermittelt und daraus die Temperatur des Pfades zwischen Sender und Empfänger ermittelt, da die Schallgeschwindigkeit in bekannter Weise von der Temperatur abhängig ist. Werden mehrere Empfänger und Sender bereitgestellt, wobei sich die Signalfade überkreuzen, lässt sich eine beispielsweise graphische Darstellung einer Temperaturverteilung einer Messebene ermitteln.

[0016] Die ermittelten Temperaturverteilungen werden gemäß einer weiteren Ausführungsform mit einem vorab ermittelten oder bestimmten Temperaturmittelwert verglichen und eine Abweichung zu diesem Wert ermittelt. Bei dem Temperaturmittelwert handelt es sich beispielsweise um einen über die gesamte Messebene gemittelten Temperaturwert, der aus der ermittelten Temperaturverteilung berechnet wurde. Der Mittelwert kann

auch ein vorab bestimmter Mittelwert von beispielsweise 850-930°C sein. Vorzugsweise wird jeder Temperaturwert der Temperaturverteilung mit dem Temperaturmittelwert verglichen und jeweils eine Abweichung bestimmt. Die Menge an Brennstoff, vorgewärmten Rohmehl und/ oder Verbrennungsluft wird beispielsweise erhöht oder verringert, wenn zumindest ein Temperaturwert der Temperaturverteilung von dem vorab ermittelten oder bestimmten Temperaturmittelwert abweicht.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird zumindest ein Bereich in der Messebene ermittelt, in dem die Abweichungen einen Wert von etwa +/-25-150°C, vorzugsweise +/-50°-100°C, insbesondere +/-60-80°C übersteigt. Dabei handelt es sich um den Bereich der Messebene, in dem alle Temperaturwerte der Temperaturverteilung eine Abweichung von etwa +/-25-150°C, vorzugsweise +/-50°-100°C, insbesondere +/-60-80°C zu dem Temperaturmittelwert übersteigt. Ein Bereich kann auch lediglich einen Punkt umfassen, der einem Temperaturwert zugeordnet ist, der die oben beschriebene Abweichung aufweist. Beispielsweise umfasst ein Bereich eine Mehrzahl von Punkten auf der jeweiligen Messebene, denen jeweils ein Temperaturwert mit einer oben genannten Abweichung zugeordnet ist. Dies ermöglicht eine Änderung der Zufuhrmenge an Brennstoff, vorgewärmten Rohmehl und/ oder Verbrennungsluft an oder in der Nähe des Bereichs der jeweiligen Messebene, an dem die Temperaturdifferenz zu hoch ist.

[0018] Die Menge an Brennstoff, vorgewärmten Rohmehl und/ oder Verbrennungsluft wird gemäß einer weiteren Ausführungsform erhöht oder verringert, wenn ein Temperaturwert in einer der Messebenen einen vorab ermittelten oder bestimmten Temperaturmittelwert um etwa +/- 25-150°C, vorzugsweise +/- 50°-100°C, insbesondere +/-60-80°C überschreitet.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die Menge an vorgewärmten Rohmehl erhöht, wenn ein Temperaturwert in einer der Messebenen den vorab ermittelten oder bestimmten Mittelwert um etwa 25-150°C, vorzugsweise 50°-100°C, insbesondere 60-80°C überschreitet. Beispielsweise wird die Menge an vorgewärmtem Rohmehl in dem oder in der Nähe des Bereichs der Messebene zugeführt, in dem die Temperaturwerte den Temperaturmittelwert um den oben genannten Wert überschreitet. Rohmehl dient als Temperatursenke und ermöglicht eine lokale Reduzierung der Temperatur, vorzugsweise in dem Bereich, in dem die Temperaturabweichung den voran genannten Wert überschreitet. Die Menge an Brennstoff wird gemäß einer weiteren Ausführungsform erhöht, wenn zumindest ein Temperaturwert in der Messebene einen vorab ermittelten oder bestimmten Temperaturmittelwert um etwa 25-150°C, vorzugsweise 50°-100°C, insbesondere 60-80°C unterschreitet. Vorzugsweise wird die Menge an Brennstoff in dem oder in der Nähe des Bereichs der Messebene zugeführt, in dem vorzugsweise alle Temperaturwerte den Temperaturmittelwert um den oben genannten Wert unterschreitet. Eine erhöhte Menge an Brennstoff sorgt für eine lokale

Temperaturerhöhung in dem Brennraum des Calcinator. Vorzugsweise wird gleichzeitig die Menge an Verbrennungsluft erhöht. Insbesondere ist die dem Calcinator zugeführte Menge an Brennstoff konstant, sodass lediglich die Aufgabemenge an einem der Mehrzahl von Brennstoffeinlässen in Abhängigkeit der ermittelten Temperaturverteilung variiert wird. Dadurch wird eine relativ genaue Regelung der Zufuhrmengen erreicht, in Abhängigkeit von dem Ort in dem Calcinator, an dem die Temperaturabweichungen auftreten, sodass eine lokale Temperaturregelung innerhalb des Calcinator erfolgt.

[0020] Die Erfindung umfasst auch einen Calcinator einer Zementherstellungsanlage mit einer Brennkammer, wobei an der Brennkammer zumindest ein Einlass zum Einlassen von vorgewärmten Rohmehl in die Brennkammer, zumindest ein Brennstoffeinlass zum Einlassen von Brennstoff in die Brennkammer und zumindest ein Lufteinlass zum Einlassen von Verbrennungsluft in die Brennkammer angeordnet sind. In der Brennkammer sind zumindest zwei Messebenen mit jeweils zumindest einer Temperaturmesseinrichtung zur Ermittlung der Temperaturverteilung in der jeweiligen Messebene angeordnet. Eine Steuerungs-/ Regelungseinrichtung ist vorgesehen, die derart ausgebildet ist, dass sie die Menge an vorgewärmten Rohmehl, Brennstoff und/ oder Verbrennungsluft in die Brennkammer in Abhängigkeit der ermittelten Temperaturverteilung steuert/ regelt.

[0021] Die Brennkammer ist vorzugsweise als Steigleitung ausgebildet, wobei der Materialstrom aus Brennstoff, Rohmehl und Verbrennungsluft von unten nach oben durch die Steigleitung strömt. Insbesondere steht die Steuerungs-/ Regelungseinrichtung mit jeder der Temperaturmesseinrichtungen in Verbindung, sodass diese die ermittelte Temperaturverteilung an die Steuerungs-/ Regelungseinrichtung übermitteln. Beispielsweise sind eine Mehrzahl von Temperaturmesseinrichtungen in einer Messebene angeordnet, insbesondere 2 bis 10, vorzugsweise 4 bis 8 oder 6.

[0022] Die mit Bezug auf das Verfahren zum Betreiben eines Calcinator beschriebenen Vorteile treffen in vorrichtungsmäßiger Entsprechung auch auf den Calcinator zu.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform weist zumindest einer der Einlässe zum Einlassen von vorgewärmten Rohmehl, Brennstoff und/ oder Verbrennungsluft ein Mittel zum Regeln der Menge an durch den Einlass in die Brennkammer strömendes vorgewärmtes Rohmehl, Brennstoff und/ oder Verbrennungsluft auf. Vorzugsweise weisen mehrere oder alle der Einlässe ein solches Mittel auf. Die Steuerungs-/ Regelungseinrichtung steht gemäß einer weiteren Ausführungsform mit zumindest einem der Mittel in Verbindung steht, sodass die Steuerungs-/ Regelungseinrichtung die Menge an vorgewärmten Rohmehl, Brennstoff und/ oder Verbrennungsluft in die Brennkammer, vorzugsweise die Steigleitung, in Abhängigkeit der mittels der Temperaturmesseinrichtung ermittelten Temperatur, insbesondere Temperaturverteilung steuert/ regelt.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die Messebenen in Strömungsrichtung zueinander beabstandet angeordnet. Vorzugsweise sind die Messebenen parallel zueinander angeordnet. Jede der Messebenen weist gemäß einer weiteren Ausführungsform eine Mehrzahl von Temperaturmesseinrichtungen auf, wobei die Temperaturmesseinrichtungen insbesondere gleichmäßig zueinander beabstandet sind. Die Temperaturmesseinrichtungen sind vorzugsweise an der Innenwand der Brennkammer des Calcinators angeordnet. Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Temperaturmesseinrichtung ein akustischer Sensor. Insbesondere weist der Calcinator eine Mehrzahl von Brennkammern auf, wobei zumindest eine Brennkammer als Steigleitung ausgebildet ist und jede der Brennkammern zumindest mit der als Steigleitung ausgebildeten Brennkammer in Verbindung steht.

Beschreibung der Zeichnungen

[0025] Die Erfindung ist nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele mit Bezug auf die beiliegenden Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Zementherstellungsanlage mit einem Calcinator gemäß einem Ausführungsbeispiel.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Calcinators gemäß einem Ausführungsbeispiel.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Calcinators gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0026] Fig. 1 zeigt eine Anlage zur Herstellung von beispielsweise Zementklinker mit einem mehrstufigen Vorwärmer 12 zum Vorwärmen von Zementrohmehl 28, einem Calcinator 16 zum Vorcalcinieren des vorgewärmten Zementrohmehls 14, einen Ofen 22 zum Brennen des vorcalcinieren Zementrohmehls 18 zu Zementklinker und einen Kühler 26 zum Kühlen des Zementklinkers. Der Vorwärmer 12 weist beispielhaft vier Zyklonstufen auf, wobei die erste Zyklonstufe im Anschluss an den Einlass des Zementrohmehls 28 und die letzte, vierte Zyklonstufe in Strömungsrichtung des Rohmehls vor dem Einlass in den Ofen 22 angeordnet ist. Jede Zyklonstufe weist einen Zyklon auf, der der Abscheidung des Rohmehls aus dem Materialstrom aus Ofenabgas und Rohmehl dient. Zwischen der letzten und der vorletzten Zyklonstufe ist der Calcinator 16 angeordnet, in dem das Rohmehl vorzugsweise vorcalcinieren wird. Die im Ofen 22 entstehenden Heißgase 20 durchströmen zunächst den Calcinator 16 und anschließend den Vorwärmer 12 im Gegenstrom zu dem Zementrohmehl. Ferner wird eine im Kühler 22 entstehende Kühlerabluft 24 als Verbrennungsluft im Calcinator 16 genutzt.

[0027] Fig. 2 zeigt einen Calcinator 16, der eine als Steigleitung ausgebildete Brennkammer 46 mit einem

beispielhaft rechteckigen Querschnitt, in der die Verbrennung von Brennstoff 30 zusammen mit Verbrennungsluft 32 zum Erhitzen des vorgewärmten Rohmehls 14 erfolgt. Die sauerstoffhaltige Verbrennungsluft 32 ist beispielsweise Kühlerabluft gemäß Fig. 1 oder mit Sauerstoff angereicherte Umgebungsluft. Die Steigleitung 46 weist zwei Einlässe 48, 50 zum

[0028] Einlassen von vorgewärmten Rohmehl 14 in die Steigleitung 46 auf. Es ist ebenfalls denkbar mehr als zwei Einlässe zum Einlassen von vorgewärmten Rohmehl 14 an der Steigleitung 46 vorzusehen. Die Einlässe 48, 50 sind in der mit dem Pfeil gekennzeichneten Strömungsrichtung des Materialstroms zueinander beabstandet angeordnet. Beispielsweise sind zwei bis vier Rohmehleinlässe an dem Calcinator 16 angeordnet, die beispielsweise in Umfangsrichtung und/ oder in Materialströmungsrichtung zueinander beabstandet sind.

[0029] In Strömungsrichtung des Materials vor den Einlässen 48, 50 sind beispielhaft zwei Brennstoffeinlässe 52, 54 an der Steigleitung 46 angebracht, durch welche Brennstoff 30 in die Steigleitung 46 eingeleitet wird. Es ist ebenfalls denkbar, eine Mehrzahl von Brennstoffeinlässen in Umfangsrichtung und/ oder in Materialströmungsrichtung zueinander beabstandet an der Steigleitung 46 anzuordnen. Zumindest einer der Brennstoffeinlässe 52, 54 kann stromabwärts eines der Einlässe 48, 50 angeordnet sein.

[0030] Die Steigleitung 46 weist auch eine Mehrzahl von Lufteinlässen 56, 58 auf, durch welche Verbrennungsluft 32 in die Steigleitung 46 eingeführt wird. Beispielsweise sind in Fig. 2 zwei Lufteinlässe 56, 58 gezeigt, wobei die Steigleitung auch mehr als zwei Lufteinlässe aufweisen kann, die in Umfangsrichtung der Steigleitung 46 und/ oder in Materialströmungsrichtung zueinander beabstandet an der Steigleitung 46 angebracht sind. Zumindest einer oder jeder der Einlässe 48, 50, 52, 54, 56, 58 zum Einlassen von vorgewärmten Rohmehl 14, Brennstoff 30 oder Verbrennungsluft 32 weist insbesondere Mittel zur Dosierung der Einlassmenge auf, mittels welchem die Menge an vorgewärmten Rohmehl, Brennstoff oder Verbrennungsluft einstellbar ist. Solche Mittel sind beispielsweise Klappen, Waagen, volumetrische Dosiereinrichtungen oder Fördereinrichtungen, wie Förderschnecken, Förderbänder oder pneumatische Transportsysteme.

[0031] In der Steigleitung sind zwei Messebenen 34, 36 angeordnet, die sich im Wesentlichen orthogonal zur Strömungsrichtung erstrecken und vorzugsweise eine Querschnittsebene der Steigleitung 46 bilden. Die Messebenen 34, 36 sind in Strömungsrichtung des Materials zueinander beabstandet in der Steigleitung 46 angeordnet und beispielsweise zueinander parallel. Beispielsweise ist die erste Messebene 34 in Strömungsrichtung hinter der zweiten Messebene 36 und vorzugsweise zwischen den Einlässen 48, 50 zum Einlassen von Rohmehl 14 angeordnet. Die zweite Messebene 36 ist beispielhaft zwischen den Brennstoffeinlässen 52, 54 angeordnet.

[0032] In jeder Messebene 34, 36 weist die Steiglei-

tung 46 jeweils eine Mehrzahl von Temperaturmesseinrichtung 40 zum Ermitteln der Temperatur innerhalb der Steigleitung 46 auf. Beispielhaft sind in jeder Messebene 34, 36 jeweils vier Temperaturmesseinrichtung 40 angebracht. Vorzugsweise weist jede Messebene 2-10, vorzugsweise 4-6 Temperaturmesseinrichtungen 40 auf. Die Temperaturmesseinrichtungen 40 sind vorzugsweise an der Innenwand des Steigrohrs 46 in der Messebene 34, 36 angebracht und insbesondere gleichmäßig zueinander beabstandet angeordnet. Es ist ebenfalls denkbar, in jeder Messebene 34, 36 lediglich eine Temperaturmesseinrichtung 40 anzuordnen.

[0033] Die Temperaturmesseinrichtungen 40 sind insbesondere dazu ausgebildet eine Temperaturverteilung innerhalb der Messebene 34, 36 zu ermitteln. Dazu eignen sich insbesondere die Verwendung eines akustischen Sensors als Temperaturmesseinrichtung.

[0034] Der Calcinator weist vorzugsweise einen in Fig. 2 nicht dargestellte Steuerungs-/Regelungseinrichtung zum Steuern/ Regeln der Materialströme auf. Die Steuerungs-/Regelungseinrichtung ist mit zumindest einer der Temperaturmesseinrichtungen 40 verbunden, so dass diese die ermittelte Temperatur, insbesondere die ermittelte Temperaturverteilung in der jeweiligen Messebene an die Steuerungs-/Regelungseinrichtung übermittelt. Vorzugsweise ist die Steuerungs-/Regelungseinrichtung mit jeder Temperaturmesseinrichtung 40 des Calcinators verbunden. Des Weiteren ist die Steuerungs-/Regelungseinrichtung mit den Einlässen 48, 50, 52, 54, 56, 58, insbesondere mit dem Mittel zur Dosierung der Einlassmenge des jeweiligen Einlasses 48, 50, 52, 54, 56, 58 in Verbindung, sodass die Steuerungs-/Regelungseinrichtung die Menge an vorgewärmten Rohmehl, Brennstoff und/ oder Verbrennungsluft in den Calcinator 16, insbesondere in die Steigleitung 46 des Calcinators 16 steuert/ regelt. Die Menge an vorgewärmten Rohmehl, Brennstoff und/ oder Verbrennungsluft in den Calcinator 16 wird insbesondere in Abhängigkeit der vorab mittels der Temperaturmesseinrichtungen 40 ermittelten Temperaturverteilung gesteuert/ geregelt.

[0035] Beispielsweise erfolgt die Steuerung/ Regelung derart, dass eine möglichst gleichmäßige Temperaturverteilung über die jeweilige Messebene 34, 36 erreicht wird. Vorzugsweise beträgt die mittlere Temperatur in einer Messebene 34, 36 etwa 700-1100°, vorzugsweise 850-950°C, insbesondere 900°C. Die ermittelte Temperaturverteilung wird vorzugsweise mit einer vorab ermittelten mittleren Temperatur oder einer vorab festgelegten mittleren Temperatur verglichen. Bei einer Abweichung von dieser Temperatur um beispielsweise mehr als +/- 25-150°C, vorzugsweise +/- 50°-100°C, insbesondere +/- 60-80°C, wird die Menge an vorgewärmten Rohmehl, Brennstoff und/ oder Verbrennungsluft in die Steigleitung 46 derart gesteuert/ geregelt, dass die Abweichung der Temperatur auf einen Wert unterhalb des beschriebenen Wertes verringert.

[0036] Übersteigt beispielsweise die Temperatur in einem bestimmten Bereich innerhalb der Messebene die

ermittelte oder festgelegte mittlere Temperatur um den oben angegebenen Wert von etwa 25-150°C, vorzugsweise 50°-100°C, insbesondere 60-80°C, wird die Menge an vorgewärmten Rohmehl, das durch einen der Einlässe 48, 50 in die Steigleitung 46 aufgegeben wird, erhöht. Rohmehl dient als Wärmesenke und verringert die Temperatur innerhalb der Steigleitung 46. Beispielsweise wird die Menge an Rohmehl 14 an dem Einlass 48, 50 erhöht, der dem Bereich der Messebene 34, 36, in dem die Temperatur erhöht ist, am nächsten ist.

[0037] Unterschreitet die Temperatur in einem bestimmten Bereich innerhalb der Messebene 34, 36 die ermittelte oder festgelegte mittlere Temperatur um etwa 25-150°C, vorzugsweise 50°-100°C, insbesondere 60-80°C, wird die Menge an Brennstoff 30, der in die Steigleitung 46 aufgegeben wird erhöht. Insbesondere wird die Menge an Brennstoff 30 an dem Einlass 52, 54 erhöht, der dem Bereich der Messebene 34, 36, in dem die Temperatur erhöht ist, am nächsten ist.

[0038] Beispielsweise wird die Menge an Verbrennungsluft erhöht, wenn die Temperatur in einem bestimmten Bereich innerhalb der Messebene 34, 36 die ermittelte oder festgelegte mittlere Temperatur um etwa 25-150°C, vorzugsweise 50°-100°C, insbesondere 60-80°C unterschreitet, wobei vorzugsweise die Menge an Verbrennungsluft an dem Einlass erhöht wird, der dem Bereich der Messebene 34, 36, in dem die Temperatur erhöht ist, am nächsten ist.

[0039] Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Calcinators 16 mit einer ersten Brennkammer 46, die als Steigleitung ausgebildet ist und einer zweiten Brennkammer 44, die mit der ersten Brennkammer derart verbunden ist, dass ein Materialstrom aus erhitzten Rohmehl 14 von der zweiten Brennkammer 44 in die erste Brennkammer 46 strömt. Die erste Brennkammer 46 entspricht vorzugsweise der mit Bezug auf Fig. 2 beschriebenen Brennkammer 46, in der zwei Messebenen 34, 36 angeordnet sind. Beispielhaft weist die erste Brennkammer 46 der Fig. 3 lediglich einen Brennstoffeinlass 52 und einen Verbrennungslufteinlass 52 auf, die jeweils unterhalb der zweiten, unteren Messebene angeordnet sind. Des Weiteren weist die erste Brennkammer insbesondere zwei Einlässe 48, 50 zum Einlassen von vorgewärmten Rohmehl 14 auf, wobei der erste Einlass 50 in Strömungsrichtung des Materialstroms vor dem zweiten Einlass 48 und den Messebenen 34, 36 angeordnet ist und der zweite Einlass 48 stromabwärts des ersten Einlasses 50 und der beiden Messebenen 34, 36 angeordnet ist. Die zweite Brennkammer 44 ist beispielhaft nicht als Steigleitung ausgebildet. Es ist ebenfalls denkbar, mehr als zwei Brennkammern 44, 46 in dem Calcinator 16 vorzusehen, wobei die Brennkammern 44, 46 miteinander verbunden sind und zumindest eine Brennkammer 44, 46 als Steigleitung ausgebildet ist.

[0040] Die untere der beiden Messebenen 34, 36 erstreckt sich von der ersten Brennkammer 46 in die zweite Brennkammer 44. Die zweite Brennkammer 44 weist beispielhaft einen Brennstoffeinlass 60 zum Einlassen von

Brennstoff in die zweite Brennkammer 44 auf. Die zweite Brennkammer 44 weist beispielhaft einen im Wesentlichen horizontalen Auflagebereich zur Aufnahme von Brennstoff 30 auf, wobei der Brennstoffeinlass 60 derart angeordnet ist, dass Brennstoff 30 aus dem Brennstoffeinlass 60 auf den Auflagebereich fällt. Des Weiteren weist die zweite Brennkammer 44 einen Verbrennungslufteinlass 62 und einen Einlass 64 zum Einlassen von vorgewärmten Rohmehl 14 auf. An den horizontalen Auflagebereich der zweiten Brennkammer 44 schließt sich ein vertikal abfallender Bereich, insbesondere ein Rutsche, an, der in die zweite Brennkammer 46 mündet. Der Brennstoff 30 wird beispielsweise nach einer ausreichenden Verweilzeit auf dem Auflagebereich in den abfallenden Bereich geschoben. Dies kann vorzugsweise durch mechanische Fördereinrichtungen wie Förderschnecken oder Schieber oder auch pneumatische Luftstoßeinrichtungen erfolgen. Der Brennstoff 30 der zweiten Brennkammer wird anschließend von dem Materialstrom der als Steigleitung 46 ausgebildeten ersten Brennkammer erfasst und weiter verbrannt.

[0041] In der zweiten Brennkammer 44 ist lediglich eine Messebene 36 angeordnet. Die sich von der zweiten Brennkammer 44 in einem Winkel zur Horizontalen von etwa 10- 60°, vorzugsweise 20-50°, insbesondere 45° in die erste Brennkammer 46 erstreckt. Die Fläche der unteren, zweiten Messebene 36 ist daher vorzugsweise größer als die Fläche der ersten darüber angeordnete Messebene 34, die sich lediglich innerhalb der ersten Brennkammer 46 erstreckt. Die zweite Messebene 36 weist beispielhaft acht Temperaturmesseinrichtungen 40 auf, die vorzugsweise gleichmäßig zueinander beabstandet an der Innenseite der ersten und zweiten Brennkammer 44, 46 angebracht sind. Eine davon abweichende Anzahl an Temperaturmesseinrichtungen 40, wie beispielsweise 10 bis 20 Temperaturmesseinrichtungen 40 ist ebenfalls denkbar. Die Temperaturmesseinrichtungen 40 der zweiten Messebene 36 ermitteln eine Temperaturverteilung der sich von der ersten Brennkammer 46 in die zweite Brennkammer 44 erstreckenden Messebene 36. Die Anordnung der ersten Messebene entspricht der mit Bezug auf Fig. 2 beschriebenen Anordnung der Messebene 34.

[0042] Zumindest eine oder alle Temperaturmesseinrichtungen 40 der ersten und zweiten Messebenen 34, 36 sind ebenfalls mit einer nicht dargestellten Steuerungs-/Regelungseinrichtung zum Steuern/ Regeln der Materialströme auf, wobei die ermittelte Temperatur, insbesondere die ermittelte Temperaturverteilung in der jeweiligen Messebene an die Steuerungs-/Regelungseinrichtung übermittelt wird. Des Weiteren ist die Steuerungs-/Regelungseinrichtung mit den Einlässen 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64 insbesondere mit dem Mittel zur Dosierung der Einlassmenge des jeweiligen Einlasses 48-64 in Verbindung, sodass die Steuerungs-/Regelungseinrichtung die Menge an vorgewärmten Rohmehl, Brennstoff und/ oder Verbrennungsluft in den Calcinator 16, insbesondere in die erste und/oder zweite Brennkam-

mer 44, 46 des Calcinators 16 steuert/ regelt. Die Menge an vorgewärmten Rohmehl, Brennstoff und/ oder Verbrennungsluft in den Calcinator 16 wird wie bereits mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben, in Abhängigkeit der vorab mittels der Temperaturmesseinrichtungen 40 ermittelten Temperaturverteilung gesteuert/ geregelt.

[0043] Übersteigt beispielsweise die Temperatur in einem Bereich innerhalb der zweiten Messebene 36, der innerhalb der ersten Brennkammer 46 liegt, die ermittelte oder festgelegte mittlere Temperatur um den oben angegebenen Wert von etwa 25-150°C, vorzugsweise 50°-100°C, insbesondere 60-80°C, wird die Menge an vorgewärmten Rohmehl, das durch einen der Einlässe 48, 50 in die erste Brennkammer 46 aufgegeben wird, erhöht. Die Menge an vorgewärmten Rohmehl, das durch einen den Einlass 60 in die zweite Brennkammer 46 aufgegeben wird, wird erhöht, wenn die Temperatur in einem Bereich innerhalb der zweiten Messebene 36, der innerhalb der zweiten Brennkammer 44 liegt, die ermittelte oder festgelegte mittlere Temperatur um den oben angegebenen Wert von etwa 25-150°C, vorzugsweise 50°-100°C, insbesondere 60-80°C übersteigt.

[0044] Unterschreitet die Temperatur in einem Bereich innerhalb der zweiten Messebene 36, der innerhalb der ersten Brennkammer 46 liegt, die ermittelte oder festgelegte mittlere Temperatur um etwa 25-150°C, vorzugsweise 50°-100°C, insbesondere 60-80°C, wird die Menge an Brennstoff 30, der in die erste Brennkammer 46 aufgegeben wird erhöht. Insbesondere wird die Menge an Brennstoff 30 an dem Einlass 52, 54 erhöht, der dem Bereich der Messebene 34, 36, in dem die Temperatur erhöht ist, am nächsten ist.

[0045] Beispielsweise wird die Menge an Verbrennungsluft, die in die erste Brennkammer 46 aufgegeben wird, erhöht, wenn die Temperatur in einem bestimmten Bereich in einem Bereich innerhalb der zweiten Messebene 36, der innerhalb der ersten Brennkammer 46 liegt, die ermittelte oder festgelegte mittlere Temperatur um etwa 25-150°C, vorzugsweise 50°-100°C, insbesondere 60-80°C unterschreitet. Auf die gleiche Weise wird die Menge an Verbrennungsluft in der zweiten Brennkammer geregelt.

[0046] Eine Regelung der Menge an Brennstoff, Verbrennungsluft und/ oder vorgewärmten Rohmehl in Abhängigkeit der ermittelten Temperatur, insbesondere der Temperaturverteilung, ermöglicht eine optimale Verbrennung, wobei gleichzeitig eine Beschädigung des Calcinators durch überhitze verhindert wird. Auch ein optimales Erhitzen des Rohmeihls zum Erreichen einer Kalzinierung wird durch den voran beschriebenen Calcinator erreicht.

Bezugszeichenliste

[0047]

10 Anlage zur Herstellung von Zement
12 Vorwärmer

14 vorgewärmtes Rohmehl
 16 Calcinator
 18 vorcalcinierter Rohmehl
 20 Heißgase
 22 Ofen
 24 Kühlerabluft
 26 Kühler
 28 Rohmehl
 30 Brennstoff
 32 Verbrennungsluft
 34 erste Messebene
 36 zweite Messebene
 40 Temperaturmesseinrichtung
 44 Brennkammer
 46 Steigleitung
 46 Einlass zum Einlassen von vorgewärmten Rohmehl
 50 Einlass zum Einlassen von vorgewärmten Rohmehl
 52 Brennstoffeinlass
 54 Brennstoffeinlass
 56 Verbrennungslufteinlass
 58 Verbrennungslufteinlass
 60 Brennstoffeinlass
 62 Verbrennungslufteinlass
 64 Einlass zum Einlassen von vorgewärmten Rohmehl

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Calcinators (16) einer Zementherstellungsanlage aufweisend die Schritte
 - Ermitteln jeweils einer Temperaturverteilung in zumindest zwei Messebenen (34, 36) innerhalb des Calcinators (16), und **gekennzeichnet durch**
 - Regeln/ Steuern einer Menge an Brennstoff (30), vorgewärmten Rohmehl (14) und/oder Verbrennungsluft (32) in den Calcinator (16) in Abhängigkeit der ermittelten Temperaturverteilungen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Ermittlung der Temperaturverteilung in zumindest zwei Messebenen (34, 36) gleichzeitig erfolgt.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei sich die zumindest zwei Messebenen (34, 36) quer zur Strömungsrichtung des Materialstroms aus Rohmehl (14) und/oder des Brennstoff (30) in dem Calcinator (16) erstrecken.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Ermittlung zumindest einer der Temperaturverteilungen akustisch erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die ermittelten Temperaturverteilungen mit einem vorab ermittelten oder bestimmten Temperaturmittelwert verglichen werden und eine Abweichung zu diesem Temperaturmittelwert ermittelt wird.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zumindest ein Bereich in der Messebene (34, 36) ermittelt wird, in dem die Abweichung einen Wert von etwa $\pm 25-150^{\circ}\text{C}$, vorzugsweise $\pm 50^{\circ}-100^{\circ}\text{C}$, insbesondere $\pm 60-80^{\circ}\text{C}$ übersteigt.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Menge an Brennstoff (30), vorgewärmten Rohmehl (14) und/ oder Verbrennungsluft (32) erhöht oder verringert wird, wenn ein Temperaturwert einer der Temperaturverteilungen in der jeweiligen Messebene (34, 36) einen vorab ermittelten oder bestimmten Temperaturmittelwert um etwa $\pm 25-150^{\circ}\text{C}$, vorzugsweise $\pm 50^{\circ}-100^{\circ}\text{C}$, insbesondere $\pm 60-80^{\circ}\text{C}$ überschreitet.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Menge an vorgewärmten Rohmehl (14) erhöht wird, wenn ein Temperaturwert einer der Temperaturverteilungen in der jeweiligen Messebene (34, 36) den vorab ermittelten oder bestimmten Temperaturmittelwert um etwa $25-150^{\circ}\text{C}$, vorzugsweise $50^{\circ}-100^{\circ}\text{C}$, insbesondere $60-80^{\circ}\text{C}$ überschreitet.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Menge an Brennstoff erhöht wird, wenn ein Temperaturwert einer der Temperaturverteilungen in der jeweiligen Messebene einen vorab ermittelten oder bestimmten Temperaturmittelwert um etwa $25-150^{\circ}\text{C}$, vorzugsweise $50^{\circ}-100^{\circ}\text{C}$, insbesondere $60-80^{\circ}\text{C}$ unterschreitet.
10. Calcinator (16) einer Zementherstellungsanlage mit einer Brennkammer (44, 46), wobei an der Brennkammer (46) zumindest ein Einlass (48, 50, 64) zum Einlassen von vorgewärmten Rohmehl (14) in die Brennkammer (44, 46),
 - zumindest ein Brennstoffeinlass (52, 54, 60) zum Einlassen von Brennstoff (30) in die Brennkammer (44, 46) und
 - zumindest ein Lufteinlass (56, 58, 62) zum Einlassen von Verbrennungsluft (32) in die Brennkammer (44, 46) angeordnet sind, und **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Brennkammer (44, 46) zumindest zwei Messebenen (34, 36) mit jeweils zumindest einer Temperaturmesseinrichtung (40) zur Ermittlung einer Temperaturverteilung in der jeweiligen Messebene (34, 36) angeordnet sind, und

eine Steuerungs-/Regelungseinrichtung vorgesehen ist, die derart ausgebildet ist, dass sie die Menge an vorgewärmten Rohmehl (14), Brennstoff (30) und/ oder Verbrennungsluft (32) in die Brennkammer (44, 46) in Abhängigkeit der ermittelten Temperaturverteilung steuert/ regelt.

11. Calcinator (16) nach Anspruch 10, wobei zumindest einer der Einlässe (48-64) zum Einlassen von vorgewärmten Rohmehl (14), Brennstoff (30) und/ oder Verbrennungsluft (32) ein Mittel zum Dosieren der Menge durch den Einlass (48-64) in die Brennkammer strömendes vorgewärmtes Rohmehl (14), Brennstoff (30) und/ oder Verbrennungsluft (32).
12. Calcinator (16) nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Steuerungs-/ Regelungseinrichtung mit zumindest einem Mittel in Verbindung steht, sodass die Steuerungs-/ Regelungseinrichtung die Menge an vorgewärmten Rohmehl (14), Brennstoff (30) und/ oder Verbrennungsluft (32) in die Brennkammer (44, 46) in Abhängigkeit der mittels der Temperaturmesseinrichtung (40) ermittelten Temperatur, insbesondere Temperaturverteilung steuert/ regelt.
13. Calcinator (16) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Messebenen (34, 36) in Strömungsrichtung des Materialstroms zueinander beabstandet sind.
14. Calcinator (16) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei jede Messebene (34, 36) eine Mehrzahl von Temperaturmesseinrichtungen (40) aufweist und wobei die Temperaturmesseinrichtungen (40) gleichmäßig zueinander beabstandet sind.
15. Calcinator (16) nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei die Temperaturmesseinrichtung (40) ein akustischer Sensor ist.

Claims

1. A method of operating a calciner (16) of a cement production plant, having the steps of
 - ascertaining a temperature distribution in each of at least two measurement planes (34, 36) within the calciner (16), and **characterized by**
 - closed-loop/open-loop control of an amount of fuel (30), preheated raw meal (14) and/or combustion air (32) into the calciner (16) as a function of the temperature distributions ascertained.
2. The method as claimed in claim 1, wherein the temperature distribution in at least two measurement planes (34, 36) is ascertained simultaneously.

3. The method as claimed in either of the preceding claims, wherein the at least two measurement planes (34, 36) extend transverse to the flow direction of the material flow of raw meal (14) and/or of the fuel (30) in the calciner (16).
4. The method as claimed in any of the preceding claims, wherein at least one of the temperature distributions is ascertained acoustically.
5. The method as claimed in any of the preceding claims, wherein the temperature distributions ascertained are compared with a temperature average ascertained or determined beforehand and a variance from this temperature average is ascertained.
6. The method as claimed in any of the preceding claims, wherein at least one region in the measurement plane (34, 36) in which the variance exceeds a value of about $\pm 25-150^{\circ}\text{C}$, preferably $\pm 50^{\circ}-100^{\circ}\text{C}$, especially $\pm 60-80^{\circ}\text{C}$ is ascertained.
7. The method as claimed in any of the preceding claims, wherein the amount of fuel (30), preheated raw meal (14) and/or combustion air (32) is increased or reduced when a temperature value of one of the temperature distributions in the respective measurement plane (34, 36) exceeds a temperature average ascertained or determined beforehand by about $\pm 25-150^{\circ}\text{C}$, preferably $\pm 50^{\circ}-100^{\circ}\text{C}$, especially $\pm 60-80^{\circ}\text{C}$.
8. The method as claimed in any of the preceding claims, wherein the amount of preheated raw meal (14) is increased when a temperature value of one of the temperature distributions in the respective measurement plane (34, 36) exceeds the temperature average ascertained or determined beforehand by $25-150^{\circ}\text{C}$, preferably $50^{\circ}-100^{\circ}\text{C}$, especially $60-80^{\circ}\text{C}$.
9. The method as claimed in any of the preceding claims, wherein the amount of fuel is increased when a temperature value of one of the temperature distributions in the respective measurement plane is below a temperature average ascertained or determined beforehand by about $25-150^{\circ}\text{C}$, preferably $50^{\circ}-100^{\circ}\text{C}$, especially $60-80^{\circ}\text{C}$.
10. A calciner (16) of a cement production plant having a combustion chamber (44, 46), wherein
 - the combustion chamber (46) incorporates at least one inlet (48, 50, 64) for admission of preheated raw meal (14) into the combustion chamber (44, 46),
 - at least one fuel inlet (52, 54, 60) for admission of fuel (30) into the combustion chamber (44,

- 46) and
 at least one air inlet (56, 58, 62) for admission
 of combustion air (32) into the combustion
 chamber (44, 46), **characterized in that**
 the combustion chamber (44, 46) incorporates
 at least two measurement planes (34, 36) each
 having at least one temperature measurement
 device (40) for ascertaining a temperature dis-
 tribution in the respective measurement plane
 (34, 36), and
 an open-loop/closed-loop control device is pro-
 vided, which is set up so as to control the amount
 of preheated raw meal (14), fuel (30) and/or
 combustion air (32) into the combustion cham-
 ber (44, 46) as a function of the temperature
 distribution ascertained.
11. The calciner (16) as claimed in claim 10, wherein at
 least one of the inlets (48-64) for admission of pre-
 heated raw meal (14), fuel (30) and/or combustion
 air (32) a means of metering of the amount of pre-
 heated raw meal (14), fuel (30) and/or combustion
 air (32) flowing into the combustion chamber through
 the inlet (48-64).
12. The calciner (16) as claimed in claim 10 or 11, where-
 in the open-loop/closed-loop control device is con-
 nected to at least one means, such that the open-
 loop/closed-loop control device controls the amount
 of preheated raw meal (14), fuel (30) and/or com-
 bustion air (32) into the combustion chamber (44,
 46) as a function of the temperature, especially tem-
 perature distribution, ascertained by means of the
 temperature measurement device (40).
13. The calciner (16) as claimed in any of claims 10 to
 12, wherein the measurement planes (34, 36) are
 spaced apart from one another in the flow direction
 of the material flow.
14. The calciner (16) as claimed in any of claims 10 to
 13, wherein each measurement plane (34, 36) has
 a multitude of temperature measurement devices
 (40) and wherein the temperature measurement de-
 vices (40) are spaced apart uniformly from one an-
 other.
15. The calciner (16) as claimed in any of claims 10 to
 14, wherein the temperature measurement device
 (40) is an acoustic sensor.
- Revendications**
1. Procédé d'exploitation d'un calcinateur (16) d'une
 installation de production de ciment, comprenant les
 étapes suivantes :
- la détermination respective d'une distribution
 de température dans au moins deux plans de
 mesure (34, 36) à l'intérieur du calcinateur (16),
et caractérisé par
 - la régulation/commande d'une quantité de
 combustible (30), de farine crue préchauffée
 (14) et/ou d'air de combustion (32) dans le cal-
 cinateur (16) en fonction des distributions de
 température déterminées.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la dé-
 termination de la distribution de température a lieu
 simultanément dans au moins deux plans de mesure
 (34, 36) .
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications
 précédentes, dans lequel les au moins deux plans
 de mesure (34, 36) s'étendent perpendiculairement
 à la direction d'écoulement du courant de matériau
 de farine crue (14) et/ou de combustible (30) dans
 le calcinateur (16) .
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications
 précédentes, dans lequel la détermination d'au
 moins une des distributions de température a lieu de
 manière acoustique.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications
 précédentes, dans lequel les distributions de tem-
 pérature déterminées sont comparées à une valeur
 moyenne de température déterminée ou établie
 auparavant et une déviation par rapport à cette va-
 leur moyenne de température est déterminée.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications
 précédentes, dans lequel au moins une zone dans
 le plan de mesure (34, 36) est déterminée, dans la-
 quelle la déviation dépasse une valeur d'environ +/-
 25-150 °C, de préférence +/-50-100 °C, notamment
 +/-60-80 °C.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications
 précédentes, dans lequel la quantité de combustible
 (30), de farine crue préchauffée (14) et/ou d'air de
 combustion (32) est augmentée ou diminuée lors-
 qu'une valeur de température d'une des distributions
 de température dans le plan de mesure respectif (34,
 36) dépasse une valeur moyenne de température
 déterminée ou établie auparavant d'environ +/-
 25-150 °C, de préférence +/-50-100 °C, notamment
 +/-60-80 °C.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications
 précédentes, dans lequel la quantité de farine crue
 préchauffée (14) est augmentée lorsqu'une valeur
 de température d'une des distributions de tempéra-
 ture dans le plan de mesure respectif (34, 36) dé-
 passe la valeur moyenne de température détermi-

née ou établie auparavant d'environ 25-150 °C, de préférence 50-100 °C, notamment 60-80 °C.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la quantité de combustible est augmentée lorsqu'une valeur de température d'une des distributions de température dans le plan de mesure respectif dépasse une valeur moyenne de température déterminée ou établie auparavant d'environ 25-150 °C, de préférence 50-100 °C, notamment 60-80 °C. 5
10. Calcinateur (16) d'une installation de production de ciment, comportant une chambre de combustion (44, 46), au moins une entrée (48, 50, 64) pour l'introduction de la farine brute préchauffée (14) dans la chambre de combustion (44, 46), 10

au moins une entrée de combustible (52, 54, 60) pour l'introduction de combustible (30) dans la chambre de combustion (44, 46) et 20

au moins une entrée d'air (56, 58, 62) pour l'introduction d'air de combustion (32) dans la chambre de combustion (44, 46) étant agencées sur la chambre de combustion (46), et **caractérisé en ce qu'**au moins deux plans de mesure (34, 36), comportant chacun au moins un dispositif de mesure de la température (40) pour la détermination d'une distribution de température dans chaque plan de mesure (34, 36) sont agencés dans la chambre de combustion (44, 46), et 25

un dispositif de commande/régulation est prévu, qui est configuré de telle sorte qu'il commande/régule la quantité de farine brute préchauffée (14), de combustible (30) et/ou d'air de combustion (32) dans la chambre de combustion (44, 46) en fonction de la distribution de température déterminée. 30
11. Calcinateur (16) selon la revendication 10, dans lequel au moins une des entrées (48-64) pour l'introduction de farine brute préchauffée (14), de combustible (30) et/ou d'air de combustion (32) comprend un moyen pour le dosage de la quantité de farine brut préchauffée (14), de combustible (30) et/ou d'air de combustion (32) s'écoulant à travers l'entrée (48-64) dans la chambre de combustion. 35
12. Calcinateur (16) selon la revendication 10 ou 11, dans lequel le dispositif de commande/régulation est en connexion avec au moins un moyen, de telle sorte que le dispositif de régulation/commande régule/commande la quantité de farine crue préchauffée (14), de combustible (30) et/ou d'air de combustion (32) dans la chambre de combustion (44, 46) en fonction de la température, notamment de la distribution de température, déterminée au moyen du dis- 40

positif de mesure de la température (40).

13. Calcinateur (16) selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, dans lequel les plans de mesure (34, 36) sont espacés les uns des autres dans la direction d'écoulement du courant de matière. 45
14. Calcinateur (16) selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, dans lequel chaque plan de mesure (34, 36) comprend une pluralité de dispositifs de mesure de la température (40) et dans lequel les dispositifs de mesure de la température (40) sont espacés uniformément les uns des autres. 50
15. Calcinateur (16) selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, dans lequel le dispositif de mesure de la température (40) est un capteur acoustique. 55

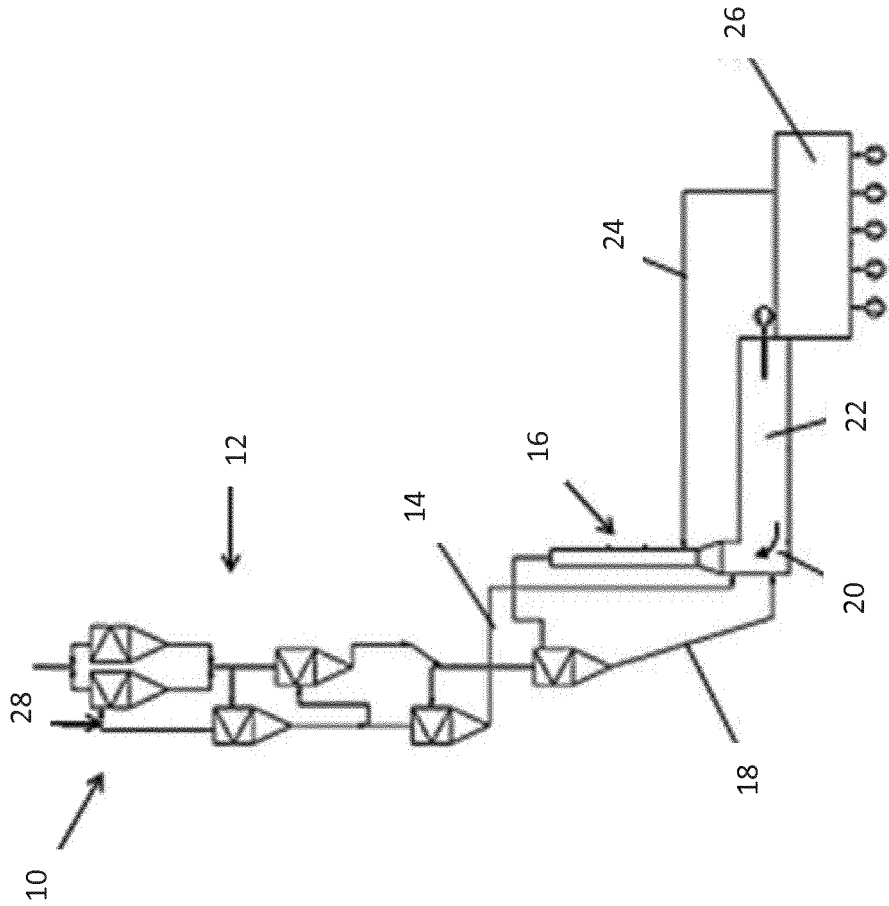


Fig. 1

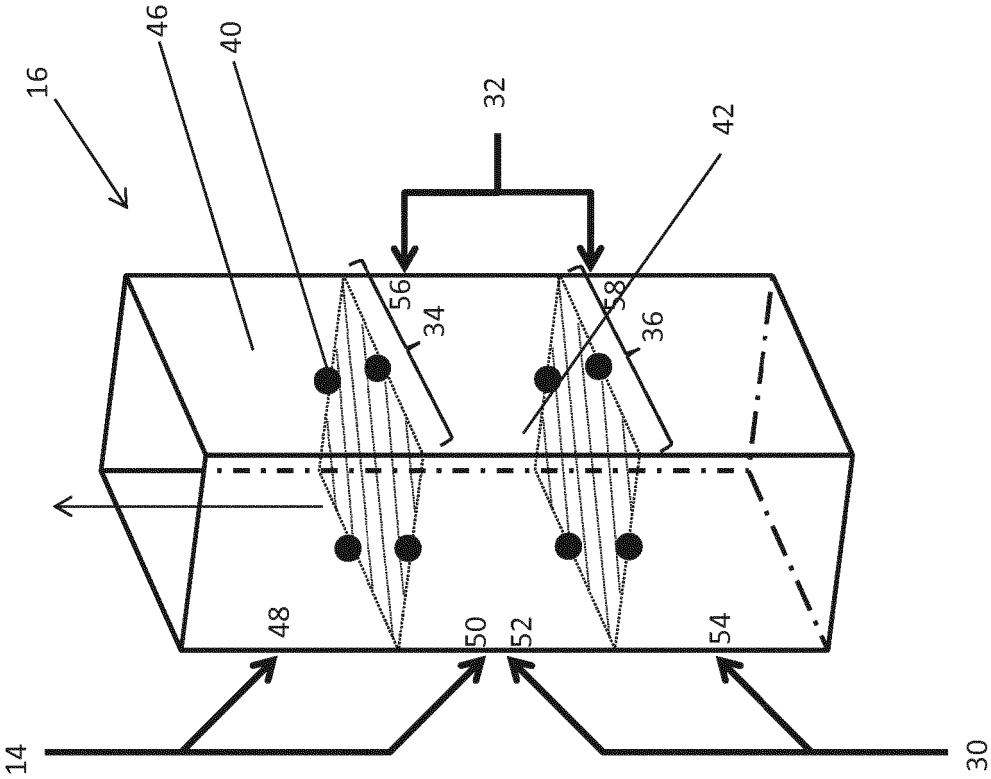


Fig. 2

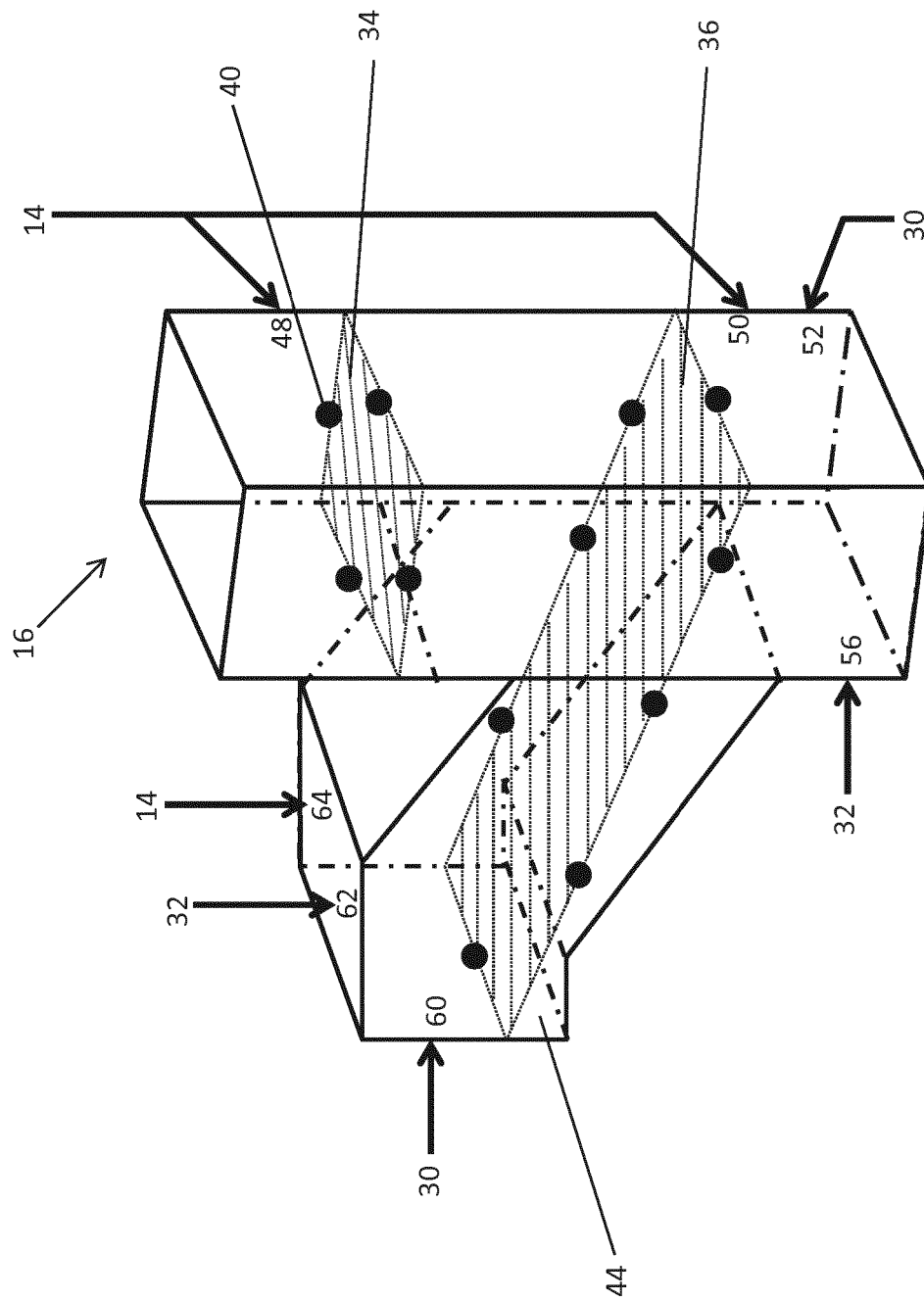


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3433786 A1 [0004]