

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 937 957 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.08.1999 Patentblatt 1999/34

(51) Int Cl. 6: F27B 7/20, F27D 13/00

(21) Anmeldenummer: 99890051.8

(22) Anmeldetag: 10.02.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Balci, Ahmet, Dipl.-Ing.**
4020 Linz (AT)

(74) Vertreter: **Patentanwälte**
BARGER, PISO & PARTNER
Mahlerstrasse 9
Postfach 96
1015 Wien (AT)

(30) Priorität: 12.02.1998 AT 25498

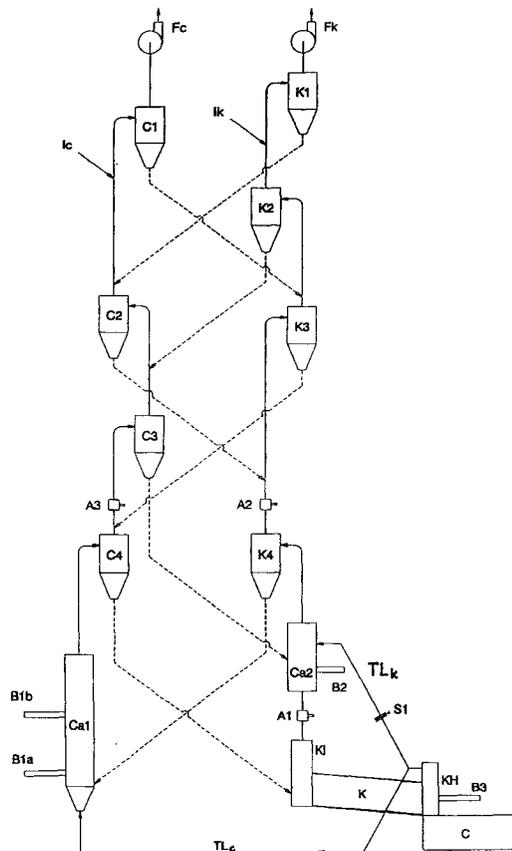
(71) Anmelder: **Ömag-Montananlagenbau GmbH**
4020 Linz (AT)

(54) Verfahren und Anlage zum Brennen von pulverförmigen Rohmaterial

(57) Verfahren zum Brennen von pulverförmigem Rohmaterial in einer Anlage mit einem parallel arbeitenden, mehrstufigen Zyklonvorwärmer mit Ofenstrang und Kalzinatorstrang, einem Ofen (K) und einer Kühler-einheit (C), von der ein Teilstrom als Sekundärluft durch den Ofen (K) und Ofenstrang strömt und ein anderer Teilstrom als Tertiärluft dem Kalzinator (Ca1) des Kalzinatorstrangs zugeführt wird und weiter in den Kalzinatorstrang strömt, wobei aufgegebenes Rohmaterial stufenweise vorerwärmt, dann kalziniert und schließlich gesintert wird.

Der durch den Ofen (K) geleitete Gasstrom wird in einen dem Ofenstrang zugeordneten Kalzinator (Ca2) geleitet, in dessen unteren Bereich Brennstoff zugeführt und in dessen oberen Teil ein weiterer, von der Kühler-einheit (C) abgeleiteter Teilstrom als Tertiärluft eingeführt wird. In den mit dem Gesamtmaterialstrom beschickten Kalzinator (Ca1) des Kalzinatorstrangs wird oberhalb der Einmündung des Tertiärluft-Teilstroms Brennstoff in zwei übereinander liegenden Ebenen zugeführt.

FIG. 1



EP 0 937 957 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Brennen von pulverförmigem Rohmaterial in einer Anlage mit einem parallel arbeitenden, mehrstufigen Zyklonvorwärmer mit einem Ofenstrang und einem Kalzinators aufweisenden Kalzinatorsrang, einem Ofen und einer Kühleinheit zum Kühlen des gebrannten Materials mittels Luft, von der ein Teilstrom als Sekundärluft durch den Ofen und weiter in den Ofenstrang strömt und ein anderer Teilstrom als Tertiärluft den Kalzinatorsrang des Kalzinatorsrangs zugeführt wird und weiter in den Kalzinatorsrang strömt, wobei aufgegebenes Rohmaterial im Ofen- und Kalzinatorsrang vorerwärmt, danach kalziniert und schließlich im Ofen gesintert wird. Die Erfindung betrifft auch eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Aus dem bekannten Stand der Technik ist die AT 346 753 B bekannt, die ein Verfahren und eine Anlage der vorerwähnten Art offenbart. Die Aufgabe der hierin geoffenbarten Erfindung besteht vornehmlich in der Schaffung eines verbesserten Verfahrens zur Reduzierung der Verunreinigungskonzentrationen in den Zyklonen und Steigleitungen und folglich in einer Reduzierung der Gefahr von Verstopfungen. Gemäß dieses bekannten Verfahrens wird das zu behandelnde Rohmaterial am oberen Ende der Vorwärmerstränge eingeführt, anschließend im Kalzinatorsrang kalziniert und schließlich in den Ofen zur Sinterung eingeführt, wobei mindestens ein Teil des aus dem Kalzinatorsrang stammenden Materialstroms dem unteren Zyklon des Ofenstrangs vor der Einführung in den Kalzinatorsrang zugeführt wird.

[0003] Neben den oben dargelegten Betriebserfordernissen sollte ein Verfahren zum Brennen pulverförmiger Rohmaterialien auch einen geringen Wärmeverbrauch und im Hinblick auf eine möglichst niedrige Umweltbelastung eine geringe Schadstoffemission so wie insbesondere eine geringe Stickoxidemission (NO_x) gewährleisten. Diese Forderungen sind aber gerade bei dem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren und Anlage keineswegs befriedigend erfüllt.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist nun die Schaffung eines Verfahrens der eingangs genannten Art, dessen Durchführung mit einem geringen Wärmeverbrauch möglich ist und bei dem geringe Schadstoffemissionen und insbesondere geringe Stickoxidemissionen auftreten.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe ist das Verfahren gemäß der Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass der direkt durch den Ofen geleitete Teilstrom in einen den Ofenstrang zugeordneten, wenigstens vom Materialstrom des Kalzinatorsrangs beschickten Kalzinatorsrang geleitet wird, in dessen unteren, dem Eintritt des Teilstroms zugekehrten Bereich Brennstoff zugeführt wird und in dessen oberen Teil oberhalb der Brennstoffzuführung ein weiterer von der Kühleinheit abgeleiteter Teilstrom als Tertiärluft eingeführt wird, und dass in den

mit dem Gesamtmaterialstrom beschickten Kalzinatorsrang des Kalzinatorsrangs oberhalb der Einmündung des Tertiärluft-Teilstroms Brennstoff in zwei im Abstand übereinanderliegenden Ebenen zugeführt wird.

[0006] Der Vorteil dieses Verfahrens ist zum einen ein geringer Wärmeverbrauch, der einen geringen Brennstoffeinsatz bedeutet, so dass dadurch geringe Schadstoffemissionen auftreten. Desweiteren werden die bei der Verbrennung im Ofen thermisch entstehenden Stickoxide (NO_x) im Ofen und nachfolgenden Kalzinatorsrang im Ofenstrang durch Schaffen von Strecken mit reduzierender Atmosphäre vermindert. Durch anschließende Zugabe von vorgewärmter Verbrennungsluft von der Kühleinheit wird gewährleistet, dass noch eine vollständige Verbrennung restlos stattfinden kann. Durch die Einführung von Brennstoff in den Kalzinatorsrang des Kalzinatorsrangs in zwei im Abstand übereinander liegenden Ebenen werden die im Kalzinatorsrang entstehenden Temperaturspitzen durch eine gestufte Verbrennung gesenkt, was zu einer Vermeidung der Schadstoffbildung führt.

[0007] Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 bis 7 gekennzeichnet.

[0008] Die Erfindung betrifft auch eine Anlage zur Durchführung des vorgenannten Verfahrens mit einem parallel arbeitenden, mehrstufigen Zyklonvorwärmer mit einem Ofenstrang und einem Kalzinators aufweisenden Kalzinatorsrang, einem Ofen und einer Kühleinheit mit einer Leitung zur Aufteilung der Abluft der Kühleinheit und zur Weiterleitung eines Teilstromes im Ofen und eines anderen Teilstromes in den Kalzinatorsrang. Die Anlage ist gemäß der Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass am unteren Ende des Ofenstranges ein Kalzinatorsrang angeordnet ist, in dessen unterem Teil eine Zufuhrleitung für den durch den Ofen geleiteten Teilstrom einmündet und in dessen der Einmündung der Zufuhrleitung zugekehrten Bereich ein Brenner in einer oberhalb der Einmündung der Zufuhrleitung liegenden Ebene vorgesehen ist, dass eine Zuleitung für einen weiteren Tertiärluft-Teilstrom von der Kühleinheit zum Kalzinatorsrang des Ofenstrangs vorgesehen ist, die in den oberen Teil des Kalzinators oberhalb des Brenners einmündet und dass der Kalzinatorsrang oberhalb der Einmündung der Tertiärluft-Teilstromleitung in zwei im Abstand übereinander liegenden Ebenen mit mindestens je einem Brenner ausgestattet ist.

[0009] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Anlage gemäß der Erfindung sind in den Unteransprüchen 9 bis 11 gekennzeichnet.

[0010] In der Zeichnung wird der Gegenstand der Erfindung an Hand von zwei Ausführungsformen schematisch näher veranschaulicht, worin Fig. 1 eine schematische Ansicht einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäß gestalteten und arbeitenden Anlage und Fig. 2 eine schematische Ansicht einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäß gestalteten und arbeitenden Anlage zeigen.

[0011] Das Brennen von pulverförmigem Rohmaterial geschieht in einer Anlage (Fig. 1), die aus einem parallel arbeitenden mehrstufigen Zyklonvorwärmer, aus jeweils einem Kalzinator Ca1; Ca2 in jedem Strang, einem Ofen K und einer Kühleinheit C steht. Der Ofenstrang wird von Prozessgasen, die vom Ofen K und dem Kalzinator Ca2 kommen, durchströmt, während der Kalzinatorstrang von den Prozessgasen, die aus dem Kalzinator Ca1 kommen, durchströmt wird. Im Kalzinator Ca1 des Kalzinatorstranges findet die Hauptentsäuerung statt.

[0012] Das pulverförmige Rohmaterial wird zu 40 % bis 100 % in die oberste Stufe K1 bei Ik des Ofenstranges und zu 0 % bis 60 % in die oberste Stufe C1 bei Ic des Kalzinatorstranges aufgegeben. In dieser obersten Stufe K1 des Ofenstranges findet der Wärmeaustausch des kalten pulverförmigen Rohmaterials mit den heißeren Prozessgasen aus der darunterliegenden Stufe K2 des Ofenstranges statt. Die Temperatur des pulverförmigen Rohmaterials wird dabei erhöht, die des Prozessgases dabei vermindert. Nach dem Wärmeaustausch mit dem Prozessgas des Ofenstranges gelangt das pulverförmige Rohmaterial gemeinsam mit dem Prozessgas in den Zyklonabscheider der obersten Stufe K1, wo es vom Gasstrom getrennt wird und gemeinsam mit dem für die oberste Stufe C1 des Kalzinatorstranges frisch aufgegebenen pulverförmigen Rohmaterial in die gleiche Stufe C1 des Kalzinatorstranges gelangt.

[0013] In dieser Stufe findet ein Wärmeaustausch zwischen dem gesamten (= 100 %) pulverförmigen Rohmaterial und den Prozessgasen der darunter liegenden Stufe C2 des Kalzinatorstranges statt. Bis zum Eintritt in den Ofen K wechselt das pulverförmige Rohmaterial zwischen dem Ofen- und Kalzinatorstrang. Das pulverförmige Rohmaterial durchläuft dabei die Stufen von oben nach unten, bis es in den Kalzinator Ca2 des Ofenstranges gelangt. Im Kalzinator Ca2 des Ofenstranges findet eine Vorentsäuerung des pulverförmigen Rohmaterials statt, das dann über den Zyklonabscheider der untersten Stufe K4 im nachfolgenden Kalzinator Ca1 des Kalzinatorstrangs fast vollständig entsäuert wird. Im Zyklonabscheider der untersten Stufe C4 des Kalzinatorstrangs wird dann das pulverförmige Rohmaterial vom Gasstrom getrennt und über den Ofeneinlauf K1 in den Ofen K aufgegeben. Im Ofen K wird das pulverförmige Rohmaterial fertig gebrannt. Im nachgeschalteten Kühler C wird der dabei entstandene heiße Zementklinker durch Kühlluft abgekühlt, die sich dabei erwärmende Kühlluft wird als Verbrennungsluft für den Ofenbrenner am Ofenkopf KH, für die Kalzinatorbrenner im Kalzinator Ca1 des Kalzinatorstranges und im Kalzinator Ca2 des Ofenstrangs verwendet.

[0014] Die Prozessgase werden in parallelen Strängen geführt. Die durch den Ofen K, Kalzinator Ca2 des Ofenstrangs und Zyklonvorwärmerstufen K4 bis K1 des Ofenstrangs strömenden Gase werden von einem Gebläse Fk und die durch den Kalzinator Ca1 des Kal-

zinatorsstrangs und Zyklonvorwärmerstufen C4 bis C1 des Kalzinatorsstrangs strömenden Gase von einem Gebläse Fc abgezogen. Die Aufteilung des Brennstoffs bei den Brennern erfolgt so, dass ein Teil des Gesamtbrennstoffs (30% bis 70 %) im Kalzinator Ca1 des Kalzinatorsstranges und ein Teil des Gesamtbrennstoffs (30 % bis 70 %) im Ofen K und im Kalzinator Ca2 des Ofenstrangs aufgegeben wird.

[0015] Die Brennstoffaufgabe in den Kalzinator Ca1 des Kalzinatorsstrangs kann also in diesem Bereich zwischen 30 % und 70 % freigestellt werden und ist daher relativ unabhängig von der Brennstoffaufgabe im Ofenstrang. Eine Abhängigkeit besteht also nur darin, dass die Gesamtbrennstoffaufgabe immer 100 % ausmacht. Das bedeutet, dass im Ofen immer die Restverbrennungsmenge auf 100 % verbrannt werden muss. Auch die Brennstoffaufgabe im Kalzinator Ca2 des Ofenstrangs kann unabhängig von der Brennstoffaufgabe in den übrigen Brennern relativ frei gewählt werden, sollte aber im Bereich bis ca. 15 % der Gesamtbrennstoffaufgabe liegen.

[0016] Durch diese Anordnung wird erreicht, dass in beiden Strängen die Prozessgasmengen in einem erwünschten Verhältnis stehen. Die vorgewärmte Verbrennungsluft für die Brenner vom Ofen K vom Kalzinator Ca2 des Ofenstrangs und vom Kalzinator Ca1 des Kalzinatorsstrangs wird dem Kühler C entnommen. Dabei wird ein Teil der Gesamtverbrennungsluft als Sekundärluft in den Ofen K und ein Teil der Gesamtverbrennungsluft als Tertiärluft in Leitungen TL_k und TL_c den Kalzinatoren Ca1 und Ca2 im Verhältnis der Brennstoffaufgabe zugeführt. Die Tertiärluft wird mittels eines Schiebers S1 in der Zuleitung TL_k zum Kalzinator Ca2 des Ofenstrangs derart geregelt, dass die Aufteilung gemäß dem Verhältnis der Brennstoffaufgabe erfolgt.

[0017] Im Kalzinator Ca1 des Kalzinatorsstranges erfolgt die Verbrennung in mindestens zwei Verbrennungsebenen, wobei in einer Verbrennungsebene mindestens ein Brenner angeordnet ist. In der untersten Verbrennungsebene B1a wird ca. 2/6 des Gesamtbrennstoffs aufgegeben. In dieser Ebene wird auch 100 % des pulverförmigen Rohmaterials gebracht. Dadurch werden hohe Temperaturspitzen im Kalzinator Ca1 verhindert. Dies wiederum reduziert die NO_x-Bildung im Verbrennungsraum. In der höher gelegenen, zweiten Verbrennungsebene wird nun der restliche Brennstoff von ca. 1/6, bezogen auf die Gesamtbrennstoffmenge, eingebracht. Die zweite, im Abstand über der unteren Verbrennungsebene B1a vorgesehene Verbrennungsebene B1b wird im Bereich des Kalzinators Ca1 so angeordnet, dass der Brennstoff zur Gänze noch im Kalzinator Ca1 verbrennen kann und die Verweilzeit für das pulverförmige Rohmaterial genügend groß ist. Andernfalls würde nämlich die Gastemperatur nach dem Kalzinator Ca1 unerwünschterweise ansteigen. Dies wiederum würde zu einem höheren Gesamtwärmeverbrauch führen, was es aber zu vermeiden gilt.

[0018] Im Kalzinator Ca2 des Ofenstrangs wird ca.

1/6 des Gesamtbrennstoffs verbrannt. In dieser Anordnung werden mehrere Aufgaben erfüllt. Der Ofen K wird durch eine reduzierte Brennstoffaufgabe von ca. 2/6, bezogen auf die Gesamtbrennstoffmenge, geringerer thermischer Belastung ausgesetzt. Die Verbrennungsluft für den Kalzinator Ca2 des Ofenstrangs wird nicht durch den Ofen K geführt, sondern über eine eigene Zuleitung dem Kühler C entnommen. Dadurch ergeben sich durch niedrigere Gasgeschwindigkeiten im Ofen K auch geringere Staubkreisläufe.

[0019] Eine weitere Aufgabe des Kalzinators Ca2 des Ofenstrangs ist die Reduzierung des durch die Verbrennung im Ofen K entstandenen NO_x . Da die Verbrennungsluft des Kalzinators Ca2 des Ofenstrangs nicht durch den Ofen K geführt wird, kann die Verbrennung im Ofen K mit niedrigerem Luftüberschuss stattfinden. Niedrigerer Luftüberschuss bei der Verbrennung bedeutet geringere thermische NO_x -Bildung im Verbrennungsraum. Im Kalzinator Ca2 des Ofenstrangs wird der Brennstoff im unteren Teil eingebracht, so dass eine Strecke mit reduzierender Atmosphäre gebildet wird. In dieser reduzierenden Atmosphäre wird nun das im Ofen entstandene NO_x reduziert. Im oberen Teil des Kalzinators Ca2 des Ofenstrangs wird die vorgewärmte Tertiärluft als Verbrennungsluft zugeführt, damit der unverbrannte Brennstoff restlos verbrennen kann. Die Verbrennungsluft für die Verbrennung der Brennstoffe in den Kalzinatoren wird als Tertiärluft den Kühler C über den Ofenkopf KH oder direkt über die Kühlerwand entnommen und durch die Tertiärluftleitungen TL_k und TL_c den Kalzinatoren Ca1 und Ca2 zugeführt.

[0020] Bei der in Fig. 2 gezeigten Anlage wird das pulverförmige Rohmaterial in den beiden obersten Stufen C1, K1 des Zyklonwärmetauschers bei Ic und Ik eingebracht. Das pulverförmige Rohmaterial wird auf beide Stränge im Verhältnis der Brennstoffaufgabe aufgeteilt. Nach dem Wärmetausch wird das pulverförmige Rohmaterial in dem jeweiligen Zyklonabscheider dieser Stufen C1, K1 von den Prozessgasen getrennt und in die darunter liegenden Stufen C2, K2 geführt. Dort wird der Vorgang wiederholt. Der Materialstrom wechselt dabei nicht den Strang. Erst nach der vorletzten Zyklonstufe C3 des Kalzinators wechelt der Materialstrom des Kalzinators den Strang und wird gemeinsam mit dem pulverförmigen Rohmaterial von der vorletzten Stufe K3 des Ofenstrangs in den Kalzinator Ca2 aufgegeben.

[0021] Im Kalzinator Ca2 findet eine Vorentsäuerung des pulverförmigen Rohmaterials statt, das dann im darauffolgenden Kalzinator Ca1 des Kalzinators fast vollständig entsäuert wird. Im Zyklonabscheider der untersten Stufe C4 des Kalzinators wird dann das pulverförmige Rohmaterial vom Gasstrom getrennt und in den Ofen K aufgegeben. Im Ofen K wird das pulverförmige Rohmaterial fertig gebrannt. Im nachgeschalteten Kühler C wird der dabei entstandene heiße Zementklinker durch die Luft abgekühlt, die sich dabei erwärmende Kühlluft wird als Verbrennungsluft für

den Ofenbrenner am Ofenkopf KH, für die Kalzinatorbrenner im Kalzinator Ca1 des Kalzinators und im Kalzinator Ca2 des Ofenstrangs verwendet. Die Führung der Prozessgase, Brennstoffaufgabe, Verbrennung und Verbrennungsluftzuführung erfolgt wie vorstehend an Hand der Fig. 1 beschrieben.

[0022] Die Regelung der Verbrennungsluftzufuhr zu den Brennern B1a, B1b des Kalzinators Ca1 des Kalzinators erfolgt über das Gebläse Fc des Kalzinators, abhängig von der Gasanalyse (CO , O_2) der Prozessgase des Kalzinators. Die Überwachung von O_2 , CO in den Prozessgasen erfolgt über Gasproben und Analyse mittels eines Analysenmessgerätes A3 nach der Zyklonstufe C4 des Kalzinators.

[0023] Die Regelung der Verbrennungsluftzufuhr zum Ofenbrenner B3 und dem Brenner B2 im Kalzinator Ca2 des Ofenstrangs erfolgt über das Gebläse Fk des Ofenstrangs, abhängig von der Gasanalyse (CO , O_2) der Prozessgase des Ofenstrangs. Die Überwachung von O_2 , CO in den Prozessgasen erfolgt über Gasproben und Analyse mittels eines Analysenmessgerätes A2 nach der Zyklonstufe K4 des Ofenstrangs. Die Aufteilung der Verbrennungsluftzufuhr zwischen dem Ofenbrenner B3 und dem Brenner B2 im Kalzinator Ca2 im Ofenstrang erfolgt über den Schieber S1 in der Tertiärluftleitung TL_k zum Kalzinator Ca2 des Ofenstrangs. Eine Gasanalysenmessung mittels eines vor dem Kalzinator Ca2 des Ofenstrangs in der Leitung der vom Ofen kommenden Abgase angeordneten Analysenmessgerätes A1 überwacht die O_2 , CO -Werte der Prozessgase aus dem Ofen K. Im Ofen K soll eine Verbrennung mit möglichst wenig Luftüberschuss ablaufen, um schon von vornherein die Bildung NO_x zu verringern. Andererseits wird eine vollständige Verbrennung im Ofen K angestrebt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Brennen von pulverförmigem Rohmaterial in einer Anlage mit einem parallel arbeitenden, mehrstufigen Zyklonvorwärmer mit einem Ofenstrang und einem einen Kalzinator aufweisenden Kalzinators, einem Ofen und einer Kühleinheit zum Kühlen des gebrannten Materials mittels Luft, von der ein Teilstrom als Sekundärluft durch den Ofen und weiter in den Ofenstrang strömt und ein anderer Teilstrom als Tertiärluft dem Kalzinators des Kalzinators zugeführt wird und weiter in den Kalzinators strömt, wobei aufgegebenes Rohmaterial im Ofen- und Kalzinators vorerwärmt, danach kalziniert und schließlich im Ofen gesintert wird, dadurch gekennzeichnet, dass der direkt durch den Ofen geleitete Teilstrom in einen dem Ofenstrang zugeordneten, wenigstens vom Materialstrom des Kalzinators beschickten Kalzinators geleitet wird, in dessen unterem, dem Eintritt des Teilstroms zugekehrten Be-

- reich Brennstoff zugeführt wird und in dessen oberen Teil oberhalb der Brennstoffzuführung ein weiterer, von der Kühleinheit abgeleiteter Teilstrom als Tertiärluft eingeführt wird, und dass in den mit dem Gesamtmaterialstrom beschickten Kalzinator des Kalzinatorstrangs oberhalb der Einmündung des Tertiärluft-Teilstromes Brennstoff in zwei im Abstand übereinander liegenden Ebenen zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass pulverförmiges Rohmaterial zu 40 % bis 100% in die oberste Stufe des Ofenstrangs und zu 0 % bis 60 % in die oberste Stufe des Kalzinatorstrangs aufgegeben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffaufteilung im Ofenstrang und Kalzinatorstrang im Bereich von 30 % bis 70 % erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffaufgabe im Kalzinator des Kalzinatorstrangs zwischen 30 % und 70 % bezogen auf 100 % Gesamtbrennstoffaufgabe und die Brennstoffaufgabe im Kalzinator des Ofenstrangs bis etwa 15 % der Gesamtbrennstoffaufgabe liegt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Ofen ca. 2/6 und im Kalzinator des Ofenstrangs ca. 1/6 und im Kalzinator des Kalzinatorstrangs auf der unteren Verbrennungsebene ca. 2/6 und auf der oberen Verbrennungsebene ca. 1/6 des Gesamtbrennstoffs verbrannt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungsluftzufuhr in den Ofen und in den Kalzinator des Ofenstranges sowie in den Kalzinator des Kalzinatorstranges mittels Regelung von jeweils dem Ofen- und Kalzinatorstrang zugeordnetem Gebläse in Abhängigkeit von einer Gasanalysenmessung der Prozessgase im Ofen- und Kalzinatorstrang gesteuert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Aufteilung der Verbrennungsluftzufuhr zwischen Ofen und Kalzinator des Ofenstranges mittels Regelung der Tertiärluftzuführung zum Kalzinator des Ofenstranges in Abhängigkeit von einer Gasanalysenmessung der aus dem Ofen austretenden Prozessgase gesteuert wird.
8. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem parallel arbeitenden, mehrstufigen Zyklonvorwärmer mit einem Ofenstrang und einem Kalzinator aufweisenden Kalzinatorstrang, einem Ofen und einer Kühleinheit mit einer Leitung zur Aufteilung der Abluft der Kühleinheit und zur Weiterleitung eines Teilstroms in den Ofen und eines anderen Teilstroms in den Kalzinatorstrang, dadurch gekennzeichnet, dass am unteren Ende des Ofenstrangs ein Kalzinator (Ca2) angeordnet ist, in dessen unteren Teil eine Zufuhrleitung für den durch den Ofen (K) geleiteten Teilstrom einmündet und in dessen der Einmündung der Zufuhrleitung zugekehrten Bereich ein Brenner (B2) in einer oberhalb der Einmündung der Zufuhrleitung liegenden Ebene vorgesehen ist, dass eine Zuleitung TL_k für einen weiteren Tertiärluft-Teilstrom von der Kühleinheit (C) zum Kalzinator (Ca2) des Ofenstrangs vorgesehen ist, die in den oberen Teil des Kalzinators (Ca2) oberhalb des Brenners (B2) einmündet und dass der Kalzinator (Ca1) des Kalzinatorstranges oberhalb der Einmündung der Tertiärluft-Teilstromleitung (TL_c) in zwei im Abstand übereinanderliegenden Ebenen mit mindestens je einem Brenner (B1a, B1b) ausgestattet ist.
9. Anlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass in der Zuleitung (TL_k) des Tertiärluft-Teilstroms von der Kühleinheit (C) zum Kalzinator (Ca2) des Ofenstrangs ein Regelorgan (S1), vorzugsweise ein Schieber angeordnet ist.
10. Anlage nach Anspruch 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Regelorgan (S1) zu seiner Steuerung mit einem in der Verbindungsleitung zwischen Ofen (K) und Kalzinator (Ca2) des Ofenstrangs angeordnetem Analysenmessgerät (A1) für die Prozessgase in Wirkverbindung steht.
11. Anlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass im Ofen- und Kalzinatorstrang jeweils vorzugsweise nach der untersten Zyklonstufe (K4; C4) ein Analysenmessgerät ((A2; A3) für die Prozessgase angeordnet ist, das zur Steuerung eines jeweils dem Ofen- und Kalzinatorstrang zugeordneten Gebläses (F_k; F_c) in Wirkverbindung steht.

FIG. 1

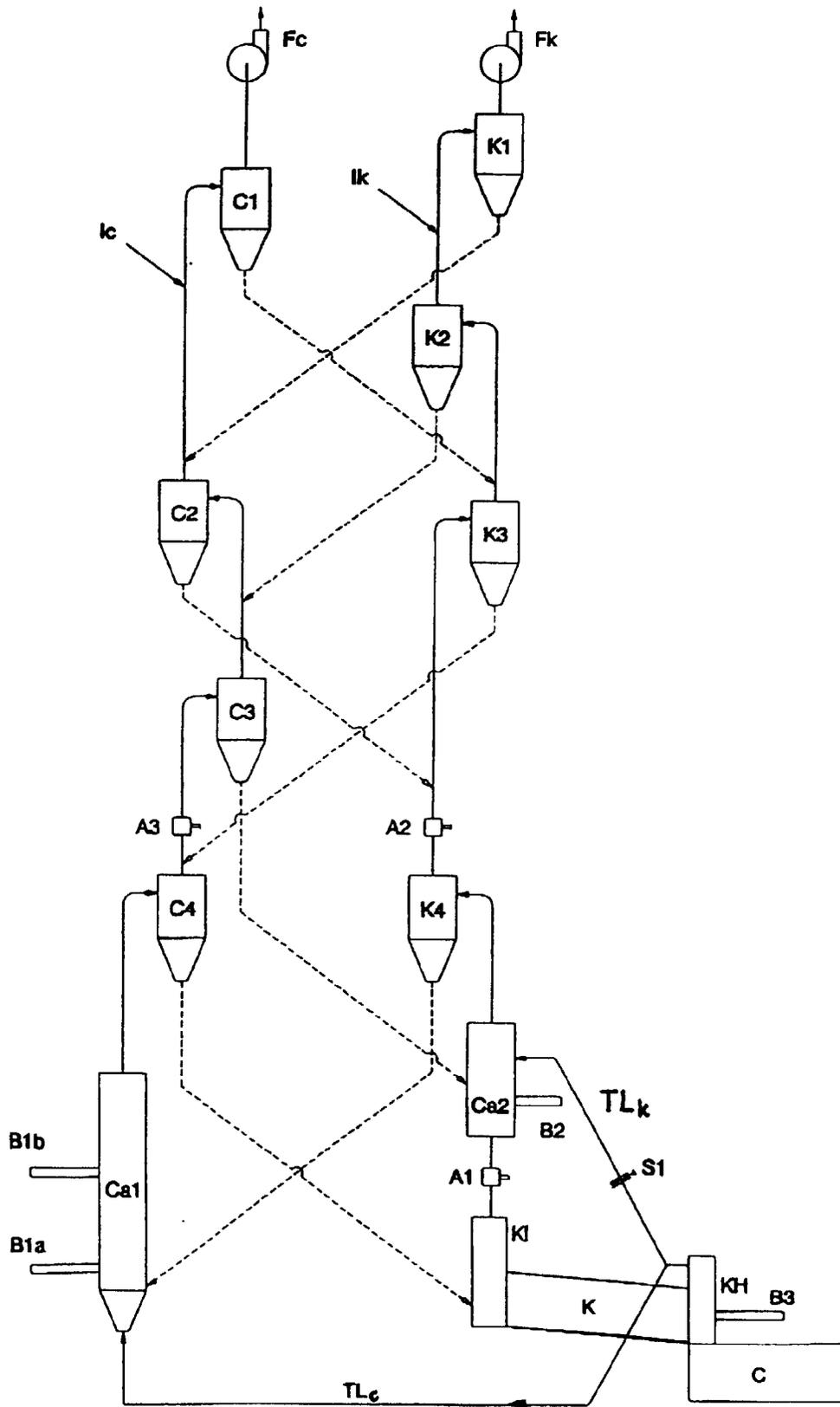


FIG. 2

