



(19)

österreichisches  
patentamt

(10)

AT 413 283 B 2006-01-15

(12)

## Patentschrift

- (21) Anmeldenummer: A 583/2004 (51) Int. Cl.<sup>7</sup>: C21B 3/06  
(22) Anmeldetag: 2004-04-01  
(42) Beginn der Patentdauer: 2005-06-15  
(45) Ausgabetag: 2006-01-15

- 
- (73) Patentinhaber:  
TRIBOVENT  
VERFAHRENSENTWICKLUNG GMBH  
A-6700 LORÜNS, VORARLBERG (AT).  
(72) Erfinder:  
EDLINGER ALFRED DIPLO.ING.  
BARTHOLOMÄBERG, VORARLBERG  
(AT).

---

(54) EINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM OXIDIEREN, REDUZIEREN, KALZINIEREN,  
SINTERN ODER SCHMELZEN VON STÄUBEN

- (57) Bei einer Einrichtung zum Oxidieren, Reduzieren, Kalzinieren, Sintern oder Schmelzen von Stäuben, wie z.B. Ofen- oder Stahlstäuben, Mergel- und Kalkstaubgemischen, Shredderleichtfraktionen, mineralischen Stäuben wie z.B. Glas-, Zementofen-Bypass-Stäuben, trockenen Kommunalschlammern oder Papierschlammern, mit einem Dosierzyklon, in welchen die Stäube eingetragen werden, an welchen ein tangentialer Anschluss für den Eintrag von Trägergasen mündet, und einer an dem Dosierzyklon in axialer Richtung anschließenden Brennkammer, wobei koaxial zur Zylonaustragsöffnung Brennstoff sowie ggf. weiteres Trägergas in die Brennkammer eingestoßen wird, ist für den Einstoß von flüssigen, in Flüssigkeit gelösten, in Gas suspendierten oder gasförmigen oxidierbaren Substanzen, insbesondere Brennstoffen, eine Lanze koaxial zur Austragsöffnung des Dosierzyklons im Inneren des Dosierzyklons angeordnet. Gemäß dem vorgeschlagenen Verfahren wird der Dosierzyklon mit einem gegenüber dem Druck in der Brennstoffflanze geringeren Druck betrieben.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum Oxidieren, Reduzieren, Kalzinieren, Sintern oder Schmelzen von Stäuben, wie z.B. Ofen- oder Stahlstäuben, Mergel- und Kalkstaubgemischen, Shredderleichtfraktionen, mineralischen Stäuben wie z.B. Glas-, Zementofen-Bypass-Stäuben, trockenen Kommunalschlamm oder Papierschlamm, mit einem Dosierzyklon, in welchen die Stäube eingetragen werden, an welchen ein tangentialer Anschluss für den Eintrag von Trägergasen mündet, und einer an dem Dosierzyklon in axialer Richtung anschließenden Brennkammer, wobei koaxial zur Zyklonaustragsöffnung Brennstoff sowie ggf. weiteres Trägergas in die Brennkammer eingestoßen wird sowie auf ein Verfahren zum Oxidieren, Reduzieren, Kalzinieren, Sintern oder Schmelzen von Stäuben unter Verwendung einer derartigen Einrichtung.

Zum Schmelzen von feinen Feststoffen sowie ggf. von Schlamm ist es bekannt, Brenner einzusetzen, welche mit unterschiedlichen Brennstoffen betrieben werden können. Die Feststoffe können hierbei in die Brennkammer oder einen Schmelzyklon injiziert werden, wobei mehr oder minder aufwändige Injektoren Verwendung finden. Derartige Injektoren bzw. Systeme, bei welchen unter Verwendung von Trägergasen Feststoffe in eine Brennkammer eingestoßen werden, erfordern in aller Regel komplizierte Düsen, welche zur Einstellung einer geeigneten Vormischung in der Regel auch noch verstellbar sein müssen. Bekannte Injektoren sind in hohem Maße verschleißanfällig, wobei insbesondere bei der Verwendung von extrem abrasivem Einsatzmaterial bei bekannten Injektoren mit zunehmender Abrasion bzw. zunehmendem Verschleiß auch eine unterschiedliche Durchmischung beobachtet wird, welche zu unregelmäßigen Einschmelzergebnissen führt. Darüber hinaus werden Injektoren in aller Regel pulsierend betrieben, wodurch sich wiederum Unregelmäßigkeiten im Schmelzverhalten ergeben können.

Mit der WO 03/70651 A1 wurde eine Einrichtung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, welche sich durch extrem geringen Verschleiß auch bei Einsatz von überaus abrasivem Rohmaterial auszeichnet und mit welcher auch grobes Einsatzmaterial ohne Schwierigkeiten aufgeschmolzen werden kann. Insbesondere ist es mit einer derartigen Ausbildung gelungen, Feuerfestprobleme bei der Auskleidung der Brennkammer zu minimieren und mit einfachen Einrichtungen das Auslangen zu finden, bei welchen der Schmelzvorgang weitestgehend ohne Berührung der Schmelzen mit den Wänden der Brennkammer geführt werden kann.

Die Betriebsweise des Dosierzyklons ist in der Wirkung vergleichbar einem Windkessel, sodass ein kontinuierlicher und von Pulsationen freier Einstoss von Stäuben bzw. feinen Feststoffen in eine nachfolgende Brennkammer in einfacher Weise gewährleistet ist. Die Brennkammer selbst kann auf die für das Schmelzen der Stäube erforderlichen Temperaturen, beispielsweise Temperaturen von 1200° C bis 1650° C mittels Brennern aufgeheizt werden, wobei bei der bekannten Ausbildung koaxial zur Zyklonaustragsöffnung Brennstoff sowie ggf. weiteres Trägergas in die Brennkammer eingestoßen wird. Eine derartige koaxiale Zuführung von Brennstoffen erlaubt es, die unter einen Drall eingestoßenen Feststoffe in einem ersten Bereich mit den Brenngasen zu vermischen, worauf mit besonders rascher Temperaturübertragung in der Flamme ein rasches Aufschmelzen der feinteiligen Feststoffe ermöglicht wird, wobei die zirkulierende Drallströmung weitestgehend aufrecht erhalten werden kann. Dies hat zur Folge, dass über eine kurze axiale Länge eine relativ lange Kontaktzeit mit der Flamme gewährleistet wird, da ja die Feststoffpartikel im wesentlichen im Brennkegel längs einer Schraubenlinie einen im Vergleich zur axialen Länge relativ langen Weg zurücklegen.

Die Erfindung zielt nun darauf ab, eine Einrichtung der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, dass das Anwendungsgebiet wesentlich verbreitert wird, wobei insbesondere eine stabile und einstellbare Flamme sowie ein verbessertes Flammenbild erreicht werden soll, wobei durch Optimierung der Flammenform sowohl der Ausbrand als auch die jeweils gewünschte Umsetzung mit den Reaktanten bei hohen Temperaturen verbessert werden sollen. Durch die Optimierung der Flammenform soll es gleichzeitig gelingen, die jeweils eingestellte Temperatur zu optimieren, um auf diese Weise ein Sintern oder Schmelzen in der Gasphase sicherzustellen. Ausgehend von der eingangs genannten bekannten Einrichtung besteht die

erfindungsgemäß Ausbildung hierbei im wesentlichen darin, dass für den Einstoß von flüssigen, in Flüssigkeit gelösten, in Gas suspendierten oder gasförmigen oxidierbaren Substanzen, insbesondere Brennstoffen, eine Lanze koaxial zur Austragsöffnung des Dosierzyklons im Inneren des Dosierzyklons angeordnet ist. Während bei der vorbekannten Ausführung zwar bereits ein koaxialer Ausstoß von Brennstoffen vorgeschlagen wurde, wird erfindungsgemäß die Ausbildung nun dahingehend weitergebildet, dass eine Lanze im Inneren des Dosierzyklons angeordnet ist, über welche der koaxiale Ausstoß von Brennstoffen bzw. weiteren Gasen ermöglicht wird. Eine derartige Lanze führt zur Ausbildung eines Kreisringspaltes im Bereich der Austragsöffnung des Zylkons, wobei das zu sinternde, zu oxidierende, zu reduzierende, zu kalzinierende oder zu schmelzende Material nunmehr als Mantel der Flamme ausgestoßen wird. Die diesem Material im Dosierzyklon erteilte Rotationsbewegung führt nun dazu, dass über eine entsprechend kurze axiale Länge eine größere Verweilzeit im Bereich der Flamme erzielt wird und die gewünschte Umsetzung optimiert werden kann. Gleichzeitig führt diese Ausbildung dazu, dass im Bereich der Mündung des Dosierzyklons in die Brennkammer ein entsprechend geringer Druck eingestellt werden kann, wobei die Druckabnahme der zunehmenden Rotationsgeschwindigkeit proportional ist. Durch den über die Lanze ausgestoßenen Brennstoff bzw. die weiteren Gase kann ein entsprechender Saugdruck im Bereich der Mündung erzielt werden, welcher einem Rückschlagen des Brenners in den Zyklon entgegenwirkt und insgesamt im Bereich des Zylkons ein wesentlich geringeres Druckniveau erlaubt. Eine Verringerung des Druckniveaus im Dosierzyklon hat zur Folge, dass auf aufwändige Dosiervorrichtungen für die Aufgabe des unzusetzenden staubförmigen Gutes verzichtet werden kann und dass einfache Dosierpendelklappen anstelle aufwändiger Zellradschleusen zum Einsatz gelangen können, welche sich darüber hinaus dadurch auszeichnen, dass das umzusetzende staubförmige Gut auch als Heißgut aufgegeben werden kann.

Zur Optimierung des Flammenbildes und der jeweils gewünschten Umsetzung ist mit Vorteil die Ausbildung so getroffen, dass die Lanze in axialer Richtung höhenverstellbar ist. Durch die axiale Höhenverstellung der Lanze lässt sich die Größe des verbleibenden Ringspaltes am Austritt des Dosierzyklons entsprechend variieren und gleichzeitig auch der entsprechende Saugdruck im Bereich dieses Ringspaltes den jeweiligen Bedürfnissen anpassen. Prinzipiell kann die Lanze beliebige Düsen und insbesondere auch Düsen mit Drallkörpern tragen, wobei die Verwendung einer Lanze die Möglichkeit bietet, im Bereich der Austragsöffnung des Dosierzyklons beliebige Düsen einzusetzen.

Wie bereits erwähnt, kann insbesondere für die Heißgutaufgabe die Ausbildung so getroffen sein, dass für die Staubaufgabe wenigstens ein Fallrohr mit Pendelklappen vorgesehen ist. Eine derartige einfache Ausbildung erlaubt es bei entsprechendem Unterdruck im Dosierzyklon bzw. bei entsprechendem Gewicht der anstehenden Staubsäule auch heißes Material optimal zudosieren. Prinzipiell kann Brennstoff fest, insbesondere mit einem Trägergas, flüssig oder gasförmig eingebracht werden. Die höhenverstellbare Lanze kann in einer einfachen Gasdichtung in der Austragsöffnung gegenüberliegenden Wand des Dosierzyklons geführt sein. Das Trägergas, mittels welchem dem staubförmigen Kalt- oder Heißgut die gewünschte Rotation verliehen wird, kann von Kalt- oder Heißwind oder Sauerstoff gebildet sein. Prinzipiell können auch reduzierende Gase als Trägergase eingesetzt werden, wenn in der Folge Eisenoxidstäube aus metallurgischen Verfahren reduziert werden sollen. Bei entsprechender Beschränkung der Temperatur auf Sintertemperaturen bzw. unter den Schmelzpunkt gelingt es mit der erfindungsgemäßen Einrichtung, das gewünschte Fertigprodukt weiterhin staubförmig zu halten. Insbesondere bei der Aufarbeitung von Materialien wie beispielsweise Zement-Bypass-Stäuben oder Mergel und Kalksteinstäuben gelingt es auf diese Art und Weise, unmittelbar staubförmigen Klinker bzw. Zement herzustellen, wobei der Aufwand für eine gesonderte Mahlung entfallen kann.

Prinzipiell lassen sich mit einer derartigen Einrichtung eine große Anzahl von Gas-Feststoff-Reaktionen realisieren, bei denen es auf eine große Feststoffoberfläche ankommt. Stäube mit extrem niedriger Wärmeleitfähigkeit und insbesondere mineralische Systeme wie Glas, Mergel-

Kalzinat oder dgl. lassen sich mit geringem energetischen Aufwand auf Sintertemperaturen bringen oder aber im Fall von Glas einschmelzen. Insbesondere bei der Zementschlackenherstellung besteht ein wesentlicher Vorteil darin, dass Heißgut bei Temperaturen unter der Schmelztemperatur zugeführt werden kann und im nachfolgenden Stubbrenner entsprechend umgesetzt werden kann. Zu den möglichen Umsetzungen zählen unter anderem die Reduktion von eisenoxid- und schwermetalloxidhaltigen Stäuben oder aber auch nur die Vorwärmung von Material für die Keramikherstellung. Die Aufarbeitung von Zement-Bypass-Stäuben ebenso wie die Verwendung trockener Kommunalschlämme und Papierschlämme sowie von Müllverbrennungsanlagenstäuben ebenso wie von metallurgischen Stäuben, wie sie in Sinteranlagen, Hochöfen, Stahlkonvertern oder Elektroöfen anfallen, lassen sich ebenso verwirklichen wie eine einfache Verbrennung von Shredderleichtfraktionen.

Mittels des überaus einfach gebauten Aggregates, welches sich bei kleinen Abmessungen durch eine hohe Durchsatzmenge auszeichnet, lassen sich auch Pyrohydrolysen ebenso wie die Eisenoxiddirektrreduktion nach Art eines Flugstromreaktors durchführen. Pyrohydrolysen von Halogen- oder Schwefelverbindungen gelingen durch Zudosieren von  $H_2O$ , wobei z.B. Salzsäure aus Elektronikschrottlaugen rückgewonnen und reines Eisenoxid hergestellt werden kann. Eine Reihe von mineralischen Substanzen wie Eisenkupferstein können zur Kupfergewinnung umgesetzt werden, wobei auch die thermische Energieerzeugung in Form eines verschlackenden Stubbrenners in einem Dampfkraftwerk oder einer Müllverbrennungsanlage im Betracht zu ziehen sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Oxidieren, Reduzieren, Kalzinieren, Sintern oder Schmelzen von Stäuben mit einer Einrichtung der eingangs genannten Art ist im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass der Dosierzyklon mit einem gegenüber dem Druck in der Brennstoffflange geringeren Druck betrieben wird. Mit einer derartigen Betriebsweise kann sichergestellt werden, dass auf aufwändige Dichtungen am Dosierzyklon verzichtet werden kann und dass tatsächlich mittels der Brennstoffflange eine entsprechende Ansaugung des Materials erzielt werden kann. Insbesondere im Falle der Verwendung von Heißgut können hierbei Schleusen, welche für Heißgut ungeeignet sind und relativ aufwändig sind, vermieden werden. Mit Vorteil wird daher erfindungsgemäß so vorgegangen, dass die Stäube als Heißgut aufgegeben werden.

Ebenso wie bei den bereits bekannten Einrichtungen wird mit Vorteil das Verfahren so betrieben, dass koaxial zur Mündung der Brennstoffflange und des Dosierzyklons Sekundärluft oder andere reaktive Gase in die Brennkammer eingeblasen werden, wobei derartige Sekundärluft als Mantel auf das zu behandelnde staubförmige Material auftrifft, und auf diese Weise wiederum geeignet ist, die Flammenform zu optimieren und die Reaktionszeit entsprechend zu verlängern. Die Sekundärluft kann selbst je nach dem gewünschten Verwendungszweck oxidierend, reduzierend oder neutral sein und ggf. Wasserdampf enthalten, wodurch eine Pyrohydrolyse unter Abtrennung von Halogenwasserstoff gelingt.

Die in die Brennkammer eingestoßenen Stäube können aufgrund ihrer rotierenden Bewegung und der ggf. von außen aufgebrachten Sekundärluft von einer Kollision mit den Wänden der Brennkammer abgelenkt werden, sodass der Feuerfestaufwand in der Brennkammer wesentlich verringert werden kann. Die Einstellung der jeweils optimalen Strömungsgeschwindigkeiten bzw. Turbulenzen führt zu einem entsprechend hohen Stoffwärmeaustausch, wobei bei entsprechend reaktiven Gasen auch eine Optimierung der jeweiligen Umsetzung gelingt. Das jeweils gebildete Material kann in fester oder schmelzflüssiger Form aus dem Brenner ausge tragen werden, wobei das in der Brennkammer gebildete Verbrennungsgas ebenso wie das Trägergas im Dosierzyklon mit Vorteil tangential ausgetragen werden kann, um die gewünschte schraubenlinienförmige Strömung in der Brennkammer sicherzustellen. Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung wird im Dosierzyklon der Staub im Trägergas fein und gleichmäßig dispergiert.

- Shredder-Leichtfraktionen können dem Brennstoff beigemengt werden oder als Brennstoff eingesetzt werden, wobei die Lanze zusätzlichen Verbrennungssauerstoff zuführen kann und die Feststoffe wiederum über den Zyklon zudosiert werden können. Heißgase können gewünschtenfalls aus verschiedenen Zonen der Brennkammer ausgebracht werden. Die im Falle einer Schmelze sich bildende Schlacke kann entsprechend abgestochen werden, wobei auch ein Metallbad, insbesondere Eisenbad, in der Brennkammer vorgelegt werden kann, um weitere Umsetzungen zwischen Schlacke und Metallbad unter unmittelbarer Nutzung der Verbrennungswärme vornehmen zu können.
- Die erfindungsgemäße Einrichtung zeichnet sich ebenso wie die vorbekannte Einrichtung auch dadurch aus, dass sie auf Injektoren verzichten kann und daher auch grobkörniges Material zusätzlich zu extrem feinkörnigem Material verarbeiten kann.
- Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung näher erläutert. In der Zeichnung ist mit 1 ein Dosierzyklon bezeichnet, welchem über ein Fallrohr 2 Rohmaterial aufgegeben wird. Das Rohmaterial kann entsprechend feinkörnig aufgegeben werden und besteht insbesondere aus kalten oder heißen Stäuben. Die jeweils sich ausbildende Materialsäule lastet auf Dosierpendelklappen 3, über welche das Material unter dem Eigengewicht in den Dosierzyklon 1 eingebracht wird. Über eine tangentiale Leitung 4 wird Kalt- bzw. Heißwind oder auch Sauerstoff eingebracht, welcher dem Aufgabegut die durch die strichlierte Linie 5 angedeutete schraubenlinienförmige Beschleunigung erteilt. Im Bereich der Austragsöffnung 6 des Dosierzyklons ist die Beschleunigung am höchsten, wobei der Druck entsprechend abnimmt. Um auch schlecht rieselfähiges backendes (Heiß-)Gut im Zyklon zu fluidisieren und gut förderbar zu machen können zusätzlich zur tangentialen Leitung 4 weitere Heißluft- bzw. Sauerstoffdüsen, wie schematisch mit 17 angedeutet, tangential in den Zyklon 1 münden. Die Düsen 17 können hierbei über den Umfang des Zyklons verteilt angeordnet werden, wobei beispielsweise im Falle von 3 Düsen diese jeweils einen Winkel von 120° miteinander einschließen. Über eine Lanze 7 wird fester, flüssiger oder gasförmiger Brennstoff eingebracht und im Inneren einer Brennkammer 8 gezündet. Der Dosierzyklon sitzt hierbei im Deckel 9 der Brennkammer. Die Lanze 7 kann entsprechend des Doppelpfeiles 10 in Höhenrichtung verstellt werden. Je nach Position der Lanze ergibt sich ein mehr oder minder breiter ringförmiger Austrittsspalt im Bereich der Austrittsöffnung 6 des Dosierzyklons, wodurch sich zum einen die Flammenform und der jeweilige erzielbare Saugdruck verstetzen lässt.
- Im Inneren der Brennkammer ist ein Ringkanal 11 ersichtlich, über welchen Sekundärluft als Mantel der den Dosierzyklon in axialer Richtung verlassenden Gemische ausgestoßen wird. Der Ringkanal 11 kann auch den Dosierzyklon 1 umgebend außerhalb der Brennkammer 8 angeordnet sein, d.h. oberhalb des Deckels 9, sodass er besser vor den hohen Brennkammer-Temperaturen geschützt ist. In diesem Fall ist der Ringkanal 11 mit Düsen verbunden, die in die Brennkammer 8 münden. Dieser zusätzliche Sekundärluft- bzw. Reaktionsgasmantel dient gleichfalls der Formgebung der Flamme, welche schematisch mit 12 bezeichnet ist. Die Austrittsrichtung der Sekundärluftstrahlen wird durch die Pfeile 13 veranschaulicht, wobei diese Austrittsrichtung entsprechend auch zur Achse der Lanze geneigt verlaufen kann.
- Das umgesetzte Material kann in fester oder flüssiger Form über die den Bodenauslass 14 der Brennkammer 9 abgezogen werden. Die gebildeten Verbrennungsabgase verlassen über den seitlichen Anschluss 15 die Brennkammer und werden in Richtung des Pfeiles 16 tangential abgezogen.
- Insgesamt ergibt sich durch die Optimierung der Flammenform eine Verbesserung der Vermischung der Gase sowohl mit dem Brennstoff als auch mit dem umzusetzenden Gut, wobei bei entsprechender Temperaturführung auch unmittelbar staubförmiges gesintertes Material über die Bodenaustragsöffnung 14 der Brennkammer abgezogen werden kann.

**Patentansprüche:**

1. Einrichtung zum Oxidieren, Reduzieren, Kalzinieren, Sintern oder Schmelzen von Stäuben, wie z.B. Ofen- oder Stahlstäuben, Mergel- und Kalkstaubgemischen, Shredderleichtfraktionen, mineralischen Stäuben wie z.B. Glas-, Zementofen-Bypass-Stäuben, trockenen Kommunalschlammern oder Papierschlammern, mit einem Dosierzyklon, in welchen die Stäube eingetragen werden, an welchen ein tangentialer Anschluss für den Eintrag von Trägergasen mündet, und einer an dem Dosierzyklon in axialer Richtung anschließenden Brennkammer, wobei koaxial zur Zyklonaustragsöffnung Brennstoff sowie ggf. weiteres Trägergas in die Brennkammer eingestoßen wird, *dadurch gekennzeichnet*, dass für den Einstoß von flüssigen, in Flüssigkeit gelösten, in Gas suspendierten oder gasförmigen oxidierbaren Substanzen, insbesondere Brennstoffen, eine Lanze koaxial zur Austragsöffnung des Dosierzyklons im Inneren des Dosierzyklons angeordnet ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Lanze in axialer Richtung höhenverstellbar ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Lanze im Bereich der Austragsöffnung des Dosierzyklons eine Düse aufweist.
4. Einrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Lanze mit einem Feuerfestmaterial ummantelt oder gekühlt ist.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass für die Staubaufgabe wenigstens ein Fallrohr mit Pendelklappen vorgesehen ist.
6. Verfahren zum Oxidieren, Reduzieren, Kalzinieren, Sintern oder Schmelzen von Stäuben mit einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Dosierzyklon mit einem gegenüber dem Druck in der Lanze geringeren Druck betrieben wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Stäube als Heißgut aufgegeben werden.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass koaxial zur Mündung der Lanze und des Dosierzyklons Sekundärluft in die Brennkammer eingeblasen wird.

**Hiezu 1 Blatt Zeichnungen**

40

45

50

55

