



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 484 955 A2**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91119030.4**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F23K 1/04, F24H 3/08,  
B02C 23/18**

22 Anmeldetag: **07.11.91**

30 Priorität: **09.11.90 DE 4035730**

71 Anmelder: **LOESCHE GMBH  
Steinstrasse 18  
W-4000 Düsseldorf 1(DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.05.92 Patentblatt 92/20**

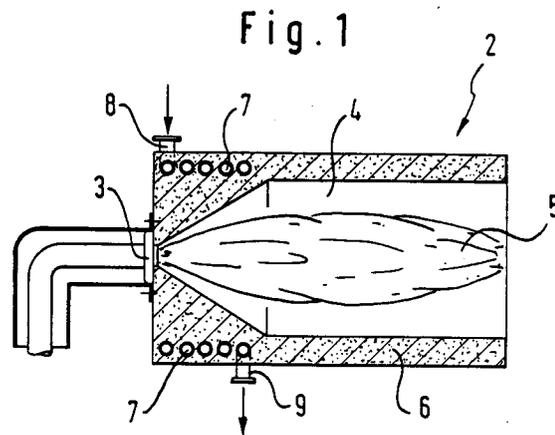
72 Erfinder: **Kasseck, Klaus  
Peter-Gens-Strasse 15  
W-4052 Korschenbroich 1(DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE DK GB**

74 Vertreter: **Heim, Hans-Karl, Dipl.-Ing. et al  
c/o Weber & Heim Hofbrunnstrasse 36  
W-8000 München 71(DE)**

54 **Verfahren und Vorrichtung zur Behandlung von feuchten Gas-Staub-Gemischen.**

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von feuchten, explosiven Gas-Staub-Gemischen, insbesondere Kohlenstaub-Gemischen in Mahltrocknungsanlagen. Um hierbei ein Auskondensieren von Restfeuchte von in eventuell zwischengelagertem Staub zu verhindern, geht man den Weg, den Transport des Kohlenstaubes bzw. Zwischenlager mit mit aufgeheiztem Inertgas zu bedüsen.



EP 0 484 955 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von feuchten, explosiven Gas-Staub-Gemischen, insbesondere Kohlenstaub-Gemischen in Mahltrocknungsanlagen.

Bei Verfahren dieser Art, die hinreichend in der Hochofen-Technik und Kohlenkraftwerks-Technik bekannt sind, und die nachstehend weitgehend beispielhaft anhand der Aufbereitung feuchter Rohkohle zu Luft-Kohlenstaub-Gemischen beschrieben wird, verwendet man bisher zunächst üblicherweise eine Rauchgasströmung. Die beim Mahlen von feuchter Rohkohle eingesetzten Mühlen werden im Rahmen des Mahltrocknungsprozesses von Rauchgas und speziell heißem Prozeßgas durchströmt. Aufgrund dieser Rauchgasströmung gelingt es, einen Großteil der in der Rohkohle enthaltenen Feuchtigkeit zu verdampfen, wobei das in die Mühle eingeblasene Rauchgas gleichzeitig als Transportmedium für das Kohlenstaub-Gemisch durch die Rohrleitungen und die nachfolgenden Staubabscheider dient.

Da häufig unterschiedliche Kapazitäten beim Mahlprozeß in den Mühlen und bei der letztlich erfolgenden Verbrennung des Kohlenstaub-Gemisches auftreten, wird der Kohlenstaub anschließend an die Staubabscheider aus dem System Mahltrocknungsanlage ausgeschleust und in Silos oder Vorratsbunkern zwischengelagert.

Um beim Transport des Kohlenstaub-Gemisches oder auch in der Phase der Zwischenlagerung des Kohlenstaubes Kohlenstaubexplosionen, Verpuffungen oder dergleichen zu verhindern, nutzt man hier bereits eine Bedüsung mit kaltem Inertgas aus, so daß die Bildung explosiver Gemische vermieden wird.

Längere Transportwege des Kohlenstaub-Gemisches auch im Rahmen der Rauchgasströmung sowie die Zuführung von kaltem Inertgas in nachgeschalteten Phasen wie z. B. der Zwischenlagerung, führen jedoch dazu, daß die Temperatur des Staubgemisches bzw. des Staubes in einem Silo unter die Taupunkttemperatur des Wasserdampfes absinken kann und somit eine Kondensation der im Staubgemisch bzw. Staub enthaltenen Restfeuchte eintritt.

Diese Kondensation auch nur der Restfeuchte führt häufig zu einer Verklumpung des Kohlenstaubes, was wiederum mit Schwierigkeiten bei der Austragung des Kohlenstaub-Gemisches mittels der Gasströmung einhergeht. Es können sich auf diese Weise Ablagerungen in den Rohrleitungen bilden und vor allen Dingen treten Verstopfungen von Injektionsdüsen auf, über die das Kohlenstaub-Gemisch z. B. in die Brenner von Hochöfen geführt wird.

Speziell bei der Zwischenlagerung von Kohlenstaub in Vorratsbunkern ist eine derartige Kondensation in den kühleren Bereich festzustellen, so daß

auch eine Kopfbeheizung, wie sie häufig durchgeführt wird, im oberen Bereich der Vorratsbunker hierfür kaum Abhilfe schafft.

In der DE 35 45 828 A1 ist ein Verfahren bei einer inertgasbetriebenen Mahlanlage beschrieben, bei der das Inertgas im Kreislauf geführt wird. Bei Kreislaufprozessen besteht während eines Mahltrocknungsvorgangs die Gefahr, daß verdampfte Mahlgut-Feuchtigkeit sich immer weiter anreichert und die Betriebstemperatur schließlich in die Gegend der Taupunkt-Temperatur gerät. Bei Taupunkt-Unterschreitung würde Wasser ausfallen und zusammen mit dem Kohlenstaub Schlamm bilden. Dies wird gemäß dieser Druckschrift verhindert, indem man das Gas durch einen Kühler schickt, in dem die Feuchtigkeit über einen Kondensationsvorgang entfernt wird. Bei einem Stillstand der Anlage besteht jedoch die Gefahr, daß das sich absetzende Staubgemisch in den Bereich der Taupunkt-Temperatur gelangt und die damit verbundenen Nachteile auftreten.

Die DE 37 34 359 beschreibt eine Kohlenmahlanlage mit einem Inertgas-Kreislauf. Auch bei dieser Anlage besteht die Gefahr, daß sich der Kohlenstaub bei einer Unterbrechung des Prozesses in den Transporteinrichtungen oder Lagern absetzt und sich dort der Bereich der Taupunkt-Temperatur mit den daraus resultierenden Nachteilen einstellt.

In der deutschen Zeitschrift "Zement-Kalk-Gips" (35. Jahrgang, Nr. 5, 1982, S. 230 bis 238) ist eine Kohlemahltrocknungsanlage in druckstoßfester Bauweise mit Druckentlastung beschrieben. Hier wird ein heißes Prozeßgas zum Transport der Kohle verwendet. Diese Druckschrift betrifft jedoch aufgrund der druckstoßfesten Auslegung eine Kohlemahlanlage mit nicht-inerter Betriebsweise.

Unter Berücksichtigung dieser Probleme liegt daher der Erfindung die **Aufgabe** zugrunde, ein Verfahren und eine wirtschaftliche Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mittels dem bei explosionskritischen Gas-Staub-Gemischen von Materialien Verbesserungen für den nachfolgenden Fluidtransport und größtmögliche Wartungsfreiheit der eingesetzten Anlagen erreicht werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Einsatz eines vorgewärmten bzw. aufgeheizten Inertgases auf eine höhere Temperatur als die Taupunkttemperatur der Restfeuchte des Staubgemisches erreicht.

Während es bekannterweise üblich ist, für die Trocknung und den Transport eines feuchten Staubgemisches ein heißes Prozeß- bzw. Anlagen-gas zu verwenden, z. B. ein Rauchgas, das von Natur aus über der Taupunkttemperatur des feuchten Staubgemisches liegt, wird erfindungsgemäß ein zusätzliches kaltes Fremd-Inertgas, z. B. aus einem Vorratsbehälter verwendet, das erst über die

Taupunkttemperatur des feuchten Staubgemisches aufgeheizt wird, um so eine Trocknung des Staubgemisches sicherzustellen und ein Auskondensieren von Feuchtigkeit zu vermeiden. Hierdurch kann in den Transportleitungen bzw. in Zwischenbehältern ein Auskondensieren von Feuchtigkeit vermieden werden, selbst wenn die Anlage zur Herstellung des heißen Prozeßgases ausfällt. Durch das Einführen des beheizten zusätzlichen Fremd-Inertgases wird somit die Sicherheit einer derartigen Anlage wesentlich erhöht.

Mit dieser Lösung vermeidet man das ganz gravierende Problem einer Kondensation der im Kohlenstaub vorhandenen Restfeuchtigkeit und damit letztlich ein Agglomerieren der Staubpartikel. Zweckmäßigerweise wird die Aufheizung auf ca 30° C über der Taupunkttemperatur durchgeführt, um sicher die Kondensation auszuschließen. Als Intertgase können vorzugsweise Stickstoff-Gas (N<sub>2</sub>) oder Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) verwendet werden. Insbesondere bei der Bedüsung von Kohlenstaub in Vorratsbunkern ist es vorteilhaft, hierfür CO<sub>2</sub>-Gas zu verwenden, da dieses auch längs der inneren Außenwände des Vorratsbunkers durch sein spezifisches Gewicht in die unteren Bereiche des Vorratsbunkers dringen kann und somit auch dort ein Auskondensieren von Wasserdampf verhindert. Eine alternative oder ergänzende Möglichkeit zur besseren Fluidisierung des Kohlenstaubes ist mittels Begasungskissen oder -kästen oder auch pilzförmigen Düsen zum Einströmen von Inertgas im Bereich des Vorratsbunkerauslasses erreichbar.

Die Maßnahmen des Verfahrens können sowohl bei fremdinertisierten wie auch selbst-inerten Mahltrocknungsanlagen eingesetzt werden. Da in diesen Mahltrocknungsanlagen in der Regel Heißgaserzeuger im Sinne von Rauchgaserzeugern vorhanden sind, kann die Erwärmung bzw. Aufheizung des Inertgases direkt oder direkt gekoppelt mit diesen Heißgaserzeugern erfolgen.

Als eine Alternative für die Inertgas-Aufheizung bietet sich hier der Einbau von Rohrwedeln in der Ummantelung bzw. Ausmauerung des Brennerraumes an. Als weitere Alternativen im Sinne einer nachträglichen Ausstattung der Mahltrocknungsanlagen kann die Erwärmung des Inertgases auch in einem separaten Wärmetauscher durchgeführt werden, der direkt in der Rauchgasströmung vorgesehen ist. Eine weitere Möglichkeit besteht in einem Einbau von Rohrwedeln für das Inertgas nach dem Brennerraum, sozusagen parallel zur Rauchgasführung.

Das auf diese Weise aufgeheizte Inertgas kann daher an die entsprechenden Bedarfsstellen, z. B. der Vorratsbunker-Inertisierung oder der Inertisierung für den Kohlenstaubtransport zu den Vorratsbunkern etc. zugeleitet werden.

Im Hinblick auf Notabschaltungen der Mahltrocknungsanlage oder des Rauchgaserzeugers, in denen aufgeheiztes Inertgas nicht zur Verfügung steht, kann das Inertgas-Rohrsystem auf eine Luftströmung umgeschaltet werden, so daß Verzweigungen des Rohrsystems verhindert werden.

Ein wesentlicher Kerngedanke der Erfindung muß daher darin gesehen werden, die Wirkungszusammenhänge im gesamten System einer Mahltrocknungsanlage zu erkennen und im Rahmen einer relativ einfach erscheinenden Maßnahme eine überzeugende Abhilfe für Störeffekte im Gesamtsystem zu schaffen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand zweier schematischer Ausführungsbeispiele eines Rauchgaserzeugers noch beispielhaft erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines Rauchgaserzeugers mit integrierter Inertgasleitung und

Fig. 2 einen vergleichbaren Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines Rauchgaserzeugers mit Gehäuseummantelung und nachfolgender Rauchgasableitung.

Der schematische Schnitt nach Fig. 1 zeigt einen Rauchgaserzeuger 2, bei dem über einen Brenner 3 eine Befeuerung des als Brennerraums ausgelegten Innenraums erfolgt. Der Brennerraum ist von einer feuerfesten Ausmauerung 6 umgeben, in der die Brennerflamme 5 schematisch angedeutet ist. Im Beispiel ist im linken Bereich der stärkeren Ausmauerung 6 ein Rohrwedel 7 in Längsrichtung der Ausmauerung 6 vorgesehen. Dieses Rohrwedel 7 steht mit einer Einlaßleitung 8 und einer Auslaßleitung 9 für das aufzuheizende Inertgas in Verbindung.

Über die Einlaßleitung 8 wird üblicherweise kaltes Inertgas über entsprechende Ventile zugeführt, wobei auch eine Luftzufuhr, insbesondere für Notsituationen, möglich ist. Die Auslaßleitung 9 steht mit einem entsprechenden Verteilersystem zu Vorratsbunkern oder den Transportleitungen in Verbindung.

Im Beispiel nach Fig. 2 ist eine Alternative für eine ökonomische Aufheizung des Inertgases mit einem etwas modifizierten Rauchgaserzeuger 12 gezeigt. In der Schnittdarstellung in Längsrichtung des Rauchgaserzeugers 12 ist zunächst mit gleichem Bezugszeichen der Brenner 3 und die nach rechts offene Ausmauerung 6 gezeigt. Innerhalb der Brennerkammer ist die Flamme 5 angedeutet.

Die heiße Prozeßgasströmung 22 kommt dadurch zustande, daß der Gehäusemantel 14 mit geringem Abstand zur Außenwand der Ausmauerung vorgesehen ist, so daß hier Strömungskanäle um die Brennkammer entstehen. Durch Gebläse

bzw. durch die thermischen Unterschiede wird über die Eintrittsöffnung 15 Prozeßgas zur Aufheizung eingeblasen bzw. eingesaugt, das im vorderen rechten Bereich als Prozeß- bzw. Heißgasströmung 22 durch die Mahltrocknungsanlage strömt.

Als eine erste Alternative zeigt das Beispiel nach Fig. 2 die Anordnung eines Rohrwedels 7 für das Inertgas angrenzend an das rechtsseitige Ende der Ausmauerung 6, so daß dieses Rohrwedel 7 noch im Bereich der Flamme 5 des Brenners 3 zu liegen kommt. Man kann daher von einer parallelen Anordnung zur Prozeßgasführung 22 sprechen.

Eine weitere Alternative ist im rechten Teil der Fig. 2 gezeigt, wobei dort ein Wärmeaustauscher 21 direkt in die Prozeßgasströmung 22 eingebaut ist.

Durch die Rohrwedel 7 bzw. den Wärmetauscher 21 wird das zunächst kalte Inertgas geführt, was austrittseitig z. B. auf eine Temperatur von 50 bis 90° C, auf alle Fälle jedoch über die Taupunkttemperatur des Gas-Kohlenstaub-Gemisches aufgeheizt ist.

Die Erfindung schafft im vorgenannten Sinn eine hervorragende Möglichkeit, auch nach dem Ausschleusen des Kohlenstaubes zur Zwischenlagerung oder dergleichen eine Kondensation der Restfeuchte zu vermeiden, was letztlich zu einer erheblichen Verringerung der Störanfälligkeit des gesamten Systems bzw. der Mahltrocknungsanlage führt.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Behandlung von feuchten, explosiven Gas-Staub-Gemischen, insbesondere Kohlenstaub-Gemischen, in Mahltrocknungsanlagen beim Fluidtransport und bei der Lagerung daraus resultierenden Staubes, unter Verwendung eines Rauchgases, insbesondere eines heißen Prozessgases, und eines Inertgases, bei dem die Rauchgasströmung als Trocknungs- und Transportmedium des feuchten Staubgemisches durch die Mühle, die anschließenden Rohrleitungen und die Staubabscheider verwendet wird und bei dem nachfolgend für den Weitertransport und/oder die Zwischenlagerung des Staubes das Inertgas allein oder ergänzend zum Rauchgas eingesetzt wird, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Inertgas auf eine höhere Temperatur als die Taupunkt-Temperatur der Restfeuchte des Staubgemisches aufgeheizt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Aufheizung des Inertgases auf etwa 30°C über der Taupunkt-Temperatur durchgeführt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß in Zwischenlagerungsstätten auch eine innere Seitenflächenbedüsung mit aufgeheiztem Inertgas, insbesondere CO<sub>2</sub>-Gas, durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß das beim Weitertransport und/oder der Zwischenlagerung verwendete aufgeheizte Inertgas mit einer Volumenströmung eingesetzt wird, die eine Kondensation der im Staub bzw. Staub-Gemisch enthaltenen Restfeuchte verhindert.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Aufheizung des Inertgases direkt oder indirekt im Bereich der Rauchgaserzeugung, insbesondere der heißen Prozeßgaserzeugung, erfolgt.
6. Vorrichtung zur Aufheizung von Inertgas in einer Mahltrocknungsanlage mit mindestens einem Rauchgaserzeuger insbesondere für ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß in der oder anschließend an die Ummantelung (6), insbesondere der Ausmauerung, des Rauchgaserzeugers (2;12) und/oder in der Rauchgasströmung (22) eine Rohrwedel (7; 21) aus hitzebeständigem Material zur Erwärmung des hindurchgeleiteten Inertgases vorgesehen ist.

Fig. 1

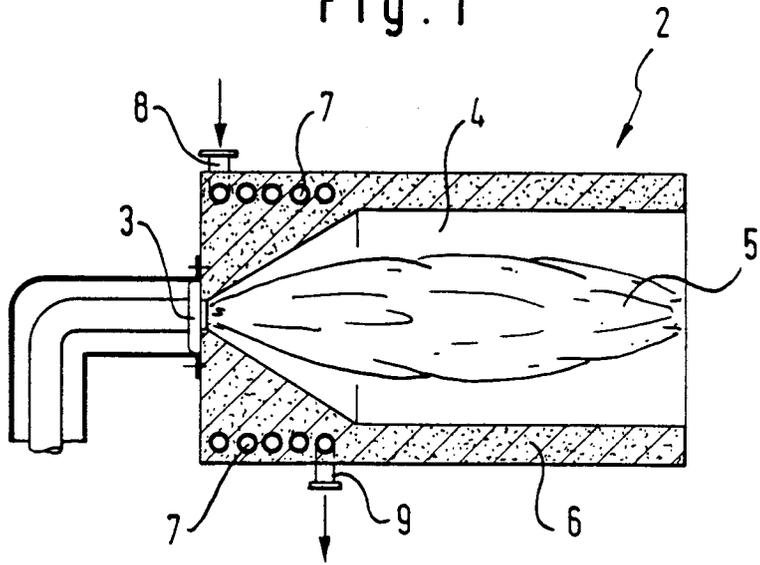


Fig. 2

