

(19)



(11)

EP 2 524 729 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.11.2012 Patentblatt 2012/47

(51) Int Cl.:
B02C 15/00 (2006.01) **B02C 23/18** (2006.01)
B02C 23/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11166867.9**

(22) Anmeldetag: **20.05.2011**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder: **Thiel, Jens-Peter**
21640, Horneburg (DE)

(74) Vertreter: **Glawe, Delfs, Moll**
Patent- und Rechtsanwälte
Rothenbaumchaussee 58
20148 Hamburg (DE)

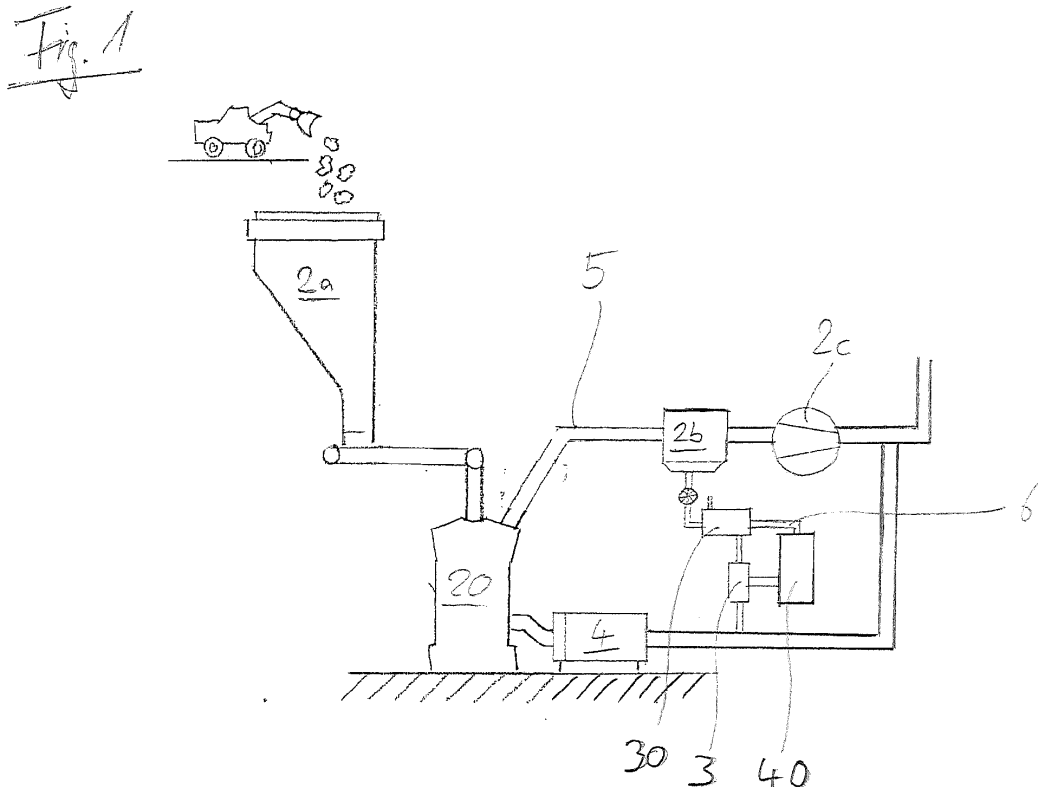
(71) Anmelder: **Claudius Peters Projects GmbH**
21614 Buxtehude (DE)

(54) **Anlage und Verfahren zur Mahltrocknung und Einlagerung von Braunkohle**

(57) Gemäß der Erfindung wird Braunkohle in einer sauerstoffarmen Atmosphäre bei im Vergleich zum Stand der Technik höheren Temperaturen zu Braunkohlestaub gemahlen. Anschließend wird der Braunkohlestaub mit sauerstoffarmem, trockenem zweiten Fördergas gewaschen und in einem Silo in sauerstoffarmer,

trockener Atmosphäre bei einer Temperatur von über 60°C eingelagert.

Die erfindungsgemäße Anlage (1) ist zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet und umfasst für die oben genannten Verfahrensschritte eine Mühle (20), eine Staubwaschanlage (30) und ein Silo (40).

**EP 2 524 729 A1**

Beschreibung

[0001] Bei der Mahltrocknung von Rohbraunkohle soll die Braunkohle auf eine geringe Partikelgröße gemahlen werden. Gleichzeitig soll der Rohbraunkohle Feuchtigkeit entzogen werden, so dass nach erfolgter Mahltrocknung Braunkohlestaub mit geringer Feuchtigkeit zur Verfügung steht. Im Stand der Technik ist es dazu bekannt, die Braunkohle in einem Trockner (z.B. einem Röhrentrockner) zu trocknen und so der Braunkohle die Feuchtigkeit zu entziehen. Anschließend wird die getrocknete Braunkohle zu Braunkohlestaub gemahlen und eingelagert. Um Explosionsgefahr während des Mahlvorgangs und Selbstentzündungsgefahr bei der Einlagerung zu bannen, sind für das Mahlen und die Einlagerung Maximaltemperaturen vorgesehen, die unterhalb der Explosions- bzw. Selbstzündungstemperatur liegen. In der DE 42 23 151 sind als Temperaturbereiche für das Mahlen 70 bis 85°C, für die Einlagerung maximal 60°C angegeben. Diese Temperaturen können nur durch aktive Kühlung erreicht werden.

[0002] Weiterhin ist bekannt, das Mahlen von Braunkohle und die Trocknung derselben in einer einzigen Prozessstufe durchzuführen. Dazu wird die Braunkohle während des Mahlvorganges getrocknet, bspw. durch Einblasen von heißem Gas in den Mahlraum der Mühle. Um Staubexplosionen in der Mühle zu vermeiden, darf das Trocknungsgas bei Eintritt in die Mühle jedoch eine bestimmte Temperatur nicht überschreiten. In der VDI 2263 ist festgelegt, dass die entsprechende Gaseintrittstemperatur nicht über 2/3 der Zündtemperatur des zu mahlenden Stoffes liegen darf. Das bedeutet für das Mahlen von Braunkohle eine maximale Gaseintrittstemperatur des Trocknungsgases von ca. 270°C. Der durch ein entsprechendes Verfahren hergestellte Braunkohlestaub weist bei Austritt aus der Mühle eine Temperatur von ca. 90°C auf und muss für die sichere Einlagerung aktiv auf unter 60°C abgekühlt werden.

[0003] Bei Verfahren, in denen Braunkohle mahlgetrocknet und anschließend direkt in einem Kessel verfeuert wird, ist es weiterhin bekannt, Rauchgas zur Trocknung in der Mühle einzusetzen. Das Rauchgas weist dabei eine Temperatur oberhalb der Zündtemperatur von Braunkohle auf, bspw. 1000°C. Gleichzeitig hat dieses Rauchgas jedoch einen geringen Sauerstoffanteil von ca. 6 bis 12 Vol.-%, so dass Staubexplosionen innerhalb der Mühle verhindert werden können. Da der Braunkohlestaub anschließend direkt verfeuert wird, besteht praktisch keine Gefahr, dass es zu einer Staubexplosion und/oder Selbstentzündung des Braunkohlestaubes kommt.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein gegenüber dem eingangs genannten Stand der Technik verbessertes Verfahren bzw. eine verbesserte Anlage zur Mahltrocknung und Einlagerung von Braunkohle zu schaffen.

[0005] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren gemäß dem Hauptanspruch sowie eine Anlage gemäß dem nebengeordneten Anspruch. Vorteilhafte Weiterbil-

dungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0006] Demnach betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Mahltrocknung und Einlagerung von Braunkohle umfassend die Schritte:

a) Mahlen und Trocknen von Braunkohle zu Braunkohlestaub in einer Mühle mit einem sauerstoffarmen Trocknungsgas und einer Gaseintrittstemperatur oberhalb der Zündtemperatur von Braunkohle;

b) Förderung des gemahlten und getrockneten Braunkohlestaubs aus der Mühle mit Hilfe eines ersten Fördergases;

c) Spülen des geförderten Braunkohlestaubes mit einem trockenen, gegenüber dem ersten Fördergas noch sauerstoffärmeren zweiten Fördergas zum Austausch des ersten Fördergases mit dem zweiten Fördergas;

d) Weiterförderung des Braunkohlestaubes mit Hilfe des zweiten Fördergases; und

e) Einlagerung des weitergeförderten Braunkohlestaubes in einem Silo bei einer Temperatur von über 60°C und sauerstoffarmer, trockener Atmosphäre.

[0007] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Anlage zur Mahltrocknung von Braunkohle, umfassend eine Mühle zur Zerkleinerung von Braunkohle zu Braunkohlestaub und ein Silo zur Lagerung von Braunkohlestaub, wobei die Mühle eine Gaszuführöffnung für Trocknungsgas und einen Materialauslass für gemahlten und getrockneten Braunkohlestaub aufweist, wobei eine mit dem Materialauslass der Mühle und dem Silo verbundene Staubwaschanlage zur Spülung des Braunkohlestaubes mit einem trockenen, sauerstoffarmen zweiten Fördergas vorgesehen ist.

[0008] "Sauerstoffarm" im Sinne dieser Erfindung bedeutet, dass der Sauerstoffanteil eines Gases oder einer Atmosphäre unter dem Sauerstoffanteil von Luft liegt, vorzugsweise um 10%, ggf. auch darunter. Bei einem gegenüber einem sauerstoffarmen Gas noch sauerstoffärmeren Gas liegt der Sauerstoffanteil vorzugsweise um 3% oder darunter. Ein Gas oder eine Atmosphäre ist im Sinne dieser Erfindung "trocken", wenn der jeweilige Wasseranteil unter 3 Vol-% liegt.

[0009] "Spülen" im Sinne dieser Erfindung umfasst zum einen den Austausch eines ersten Gases durch ein zweites Gas. Zum anderen kann aber auch vorgesehen sein, das erste Gas mit einem weiteren Gas durchmischt oder durch dieses verdünnt wird, so dass das zweite Gas entsteht.

[0010] "Braunkohle" umfasst im Zusammenhang mit dieser Erfindung als Oberbegriff sowohl Hartbraunkohle als auch Weichbraunkohle.

[0011] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es

möglich, den Wasseranteil bei Braunkohle von bspw. ursprünglich 30 Vol.-% auf 8 Vol.-% zu reduzieren und gleichzeitig eine Zerkleinerung auf Partikel mit einer Korngröße von unter 500 µm zu erreichen. Die Erfindung hat erkannt, dass bei der Braunkohlemahltrocknung mit anschließender Einlagerung Temperaturen eingesetzt werden können, die über den im Stand der Technik angegebenen Maximaltemperaturen liegen, ohne dass es zu Explosionen oder Selbstentzündungen kommt, wenn gleichzeitig Sauerstoff- und/oder Wasseranteil in der die Braunkohle bzw. den Braunkohlestaub umgebenden Atmosphäre ausreichend reduziert wird, dass eine Explosions- oder Selbstentzündungsreaktion nicht in Gang gesetzt wird. Dies gilt insbesondere während des Mahlens und bei der Einlagerung von Braunkohlestaub.

[0012] Zu einer Staubexplosion kommt es, wenn in der sauerstoffreichen Atmosphäre, wie z.B. Luft, fein verteilte, feste Staubpartikel eines brennbaren Stoffes gezündet bzw. auf eine Temperatur oberhalb der Zündtemperatur erwärmt werden. Aufgrund der großen gemeinsamen Oberfläche der Staubpartikel kommt es zu einer plötzlichen explosionsartigen Entzündung des gesamten Staubes.

[0013] Wird Braunkohlestaub, die unter ihre Gleichgewichtsfeuchte abgetrocknet ist, bei erhöhter Temperatur und frei verfügbarer Luftfeuchtigkeit eingelagert, kommt es zu Kondensation der Luftfeuchtigkeit, die zu einem Anstieg der Temperatur des Braunkohlestaubes führt. Mit steigender Temperatur löst dann im Staubpartikelzwischenraum bzw. Zwickelvolumen befindlicher Sauerstoff weitere exotherme Reaktionen aus. Mit noch weiter steigender Temperatur wird der in der Kohle gebundene Sauerstoff zum freien Partner für exotherme Reaktionen im gesamten Braunkohlestaubvolumen und es kommt zu einer Selbstentzündung des Braunkohlestaubes.

[0014] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Braunkohle in einer Mühle mahlgetrocknet wird. Das für die Trocknung erforderliche Trocknungsgas weist dabei eine Gaseintrittstemperatur (die Temperatur des Trocknungsgases bei Eintritt in die Mühle) oberhalb der Zündtemperatur von Braunkohle auf. Gleichzeitig handelt es sich bei dem Trocknungsgas um ein sauerstoffarmes Gas, so dass Staubexplosionen in der Mühle trotz der vorgenannten Gaseintrittstemperatur wirksam vermieden werden. Der Sauerstoffanteil des Trocknungsgases ist bevorzugt kleiner-gleich 12 Vol.-%, weiter bevorzugt zwischen 8 und 12 Vol.-%. Der Wasseranteil des Trocknungsgases ist bevorzugt kleiner-gleich 35 Vol.-%. Es ist weiter bevorzugt, wenn der Wasseranteil des Trocknungsgases so eingestellt wird, dass sich in der Atmosphäre innerhalb der Mühle ein Wasseranteil von kleiner-gleich 35 Vol.-% einstellt.

[0015] Bei einem entsprechenden Trocknungsgas sind Gaseintrittstemperaturen oberhalb der Zündtemperatur von Braunkohle möglich. Bevorzugt liegt die Gaseintrittstemperatur des Trocknungsgases dabei unter oder bei 850°C, weiter bevorzugt unter oder bei

625°C, weiter bevorzugt bei 625°C. Mit der letztgenannten Temperatur kann eine gute Trocknungswirkung erzielt werden. Gleichzeitig ist es - wie Untersuchungen gezeigt haben - möglich, für die verschiedenen Komponenten der Mühle den Stahl 1.4878 einzusetzen. Indem auf die Einsatzgrenzen dieses Stahls Rücksicht genommen wird, kann die Mühle vergleichsweise kostengünstig hergestellt werden. Werden höhere Gaseintrittstemperaturen benötigt oder gewünscht, müssen ggf. einzelne Komponenten der Mühle aus kostenintensiveren Werkstoffen hergestellt werden.

[0016] Die Mühle ist bevorzugt so eingestellt, dass die gemahlene Braunkohle bzw. der Braunkohlestaub eine mittlere Produktfeinheit von 40 bis 100 µm aufweist. Die Mühle ist bevorzugt als Kugelmühl ausgeführt. Es können aber alle Arten von Luftstrommühlen, insb. alle Arten von Wälzmühlen, verwendet werden.

[0017] Nach erfolgter Mahltrocknung wird der Braunkohlestaub mit Hilfe eines ersten Fördergases aus der Mühle gefördert. Der Braunkohlestaub hat zu diesem Zeitpunkt eine Temperatur von deutlich über 60°C. Insbesondere kann seine Temperatur 70 bis 110°C, vorzugsweise 80 bis 100°C, vorzugsweise 90°C betragen. Bei dem ersten Fördergas kann es sich bevorzugt um Trocknungsgas handeln. In diesem Fall kann das in die Mühle eingebrachte Trocknungsgas beim Verlassen der Mühle ausreichend fein gemahlene Braunkohlepartikel mitreißen und so aus der Mühle befördern. Wird als erstes Fördergas ein anderes Gas als das Trocknungsgas eingesetzt, müssen Temperatur und Sauerstoffanteil dieses Gases so gewählt werden, dass die Gefahr einer Staubexplosion vermieden wird. Das erste Fördergas bzw. Trocknungsgas weist in der Regel einen hohen Wasseranteil auf, da das in der Mühle aus der Braunkohle stammende, freiwerdende Wasser in dem ersten Fördergas bzw. Trocknungsgas mitgeführt wird.

[0018] Der mit dem ersten Fördergas aus der Mühle geförderte gemahlene Braunkohlestaub wird anschließend mit einem trockenen, gegenüber dem ersten Fördergas noch sauerstoffärmeren zweiten Fördergas gespült. Dabei kommt es vorzugsweise zu einem praktisch vollständigen Austausch des ersten Fördergases durch das zweite Fördergas. Das zweite Fördergas hat bevorzugt einen Sauerstoffanteil von kleiner-gleich 3 Vol.-% und vorzugsweise einen Wasseranteil von kleiner-gleich 5 Vol.-%, weiter vorzugsweise kleiner als 3 Vol.-%. Zum Spülen des Braunkohlestaubes kann bspw. eine Gasförderrinne eingesetzt werden, bei der der Braunkohlestaub über einen gasdurchlässigen Boden geleitet wird. Aus dem gasdurchlässigen Boden tritt dann das zweite Fördergas aus und verdrängt das erste Fördergas aus den Zwischenräumen des Braunkohlestaubes. Handelt es sich bei dem ersten Fördergas um Trocknungsgas werden durch die vorbeschriebene Spülung sowohl der Sauerstoff- als auch der Wasseranteil im Braunkohlestaub-Gas-Gemisch deutlich reduziert, da es sich bei dem zweiten Fördergas um sauerstoffarmes, trockenes Gas handelt, dessen Sauerstoff- und Wasseranteil grundsätzlich

geringer ist als der des Trocknungsgases. Sinngemäß gilt dies auch dann, wenn das erste Fördergas nicht das Trocknungsgas ist. Das zweite Fördergas hat also bevorzugt einen geringeren Sauerstoff- und Wasseranteil als das erste Fördergas.

[0019] Alternativ dazu ist es möglich, dass dem Gemisch aus erstem Fördergas und Braunkohlestaub ein weiteres Gas zugemischt wird, sodass durch das Vermischen des ersten Fördergases mit dem weiteren Gas das zweite Fördergas entsteht. Das erste Fördergas wird also durch Durchmischung mit oder Verdünnung durch das weitere Gas zum zweiten Fördergas.

[0020] Mit Hilfe des zweiten Fördergases wird der Braunkohlestaub dann weiter gefördert und letztendlich in einem Silo eingelagert. Die Temperatur des Braunkohlestaubes liegt bei der Einlagerung über 60°C, meist um die 90°C. Um eine Selbstzündung des Braunkohlestaubes im Silo zu vermeiden, herrscht im Silo eine sauerstoffarme und trockene Atmosphäre. Indem der Braunkohlestaub mit Hilfe des ebenfalls trockenen und sauerstoffarmen zweiten Fördergases in das Silo eingebracht wird, kann eine entsprechende Atmosphäre auch bei Zuführung von Braunkohlestaub beibehalten werden. Der Sauerstoffanteil in der Atmosphäre im Silo ist bevorzugt kleiner gleich 3 Vol.-%. Der Wasseranteil der Atmosphäre im Silo ist vorzugsweise kleiner gleich 3 Vol.-%. Bei entsprechender Atmosphäre ist es möglich, dass die Temperatur des Braunkohlestaubes bei Einlagerung im Silo 70 bis 110°C, vorzugsweise 80 bis 100°C, vorzugsweise 90°C beträgt, ohne dass die Gefahr einer Selbstentzündung besteht.

[0021] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass das Silo mit trockenem und sauerstoffarmem Gas gespült werden kann. Eine entsprechende Spülung kann bei Bedarf, bspw. bei entsprechender Überwachung der Atmosphäre im Silo, oder regelmäßig erfolgen. Durch eine entsprechende Spülung kann sichergestellt werden, dass die Atmosphäre im Silo fortwährend trocken und sauerstoffarm ist, so dass eine Selbstentzündung des Braunkohlestaubes im Silo wirksam verhindert werden kann.

[0022] Weiterhin ist bevorzugt, wenn im Silo und/oder der Mühle ein Überdruck gegenüber der Atmosphäre herrscht. Dadurch wird ein Fremdluft einbruch (ungewolltes Zuströmen von Umgebungsluft mit einem ggf. hohen Sauerstoff- und/oder Wassergehalt) wirksam vermieden.

[0023] Als zweites Fördergas und/oder Gas zur Spülung des Silos wird bevorzugt ein Inertgas, bspw. Stickstoff, verwendet. Um die erforderlichen oder gewünschten Sauerstoff- und/oder Wasseranteile bei den einzelnen vorgenannten Gasen zu erreichen, kann das Inertgas ggf. mit Be- und Entfeuchtern, sowie durch Vermischung mit Luft auf die gewünschte Zusammensetzung eingestellt werden. Für das Trocknungsgas und/oder das erste Fördergas ist es auch möglich, anstelle eines Inertgases Verbrennungsabgase o.ä. mit einem geringen Sauerstoffanteil zu verwenden. Durch Vermischung mit Luft und/oder den Einsatz von Be- und Entfeuchtern las-

sen sich auch bei Verbrennungsabgasen beliebige Sauerstoff- und Wasseranteile einstellen.

[0024] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Anlage zur Mahltrocknung und Einlagerung von Braunkohle, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet ist. Die erfindungsgemäße Anlage umfasst eine Mühle zur Zerkleinerung von Braunkohle zu Braunkohlestaub und ein Silo zur Lagerung von Braunkohlestaub, wobei die Mühle eine Gaszuführöffnung für Trocknungsgas und einen Materialauslass für gemahlene und getrocknete Braunkohlestaub aufweist, und wobei eine mit dem Materialauslass der Mühle und dem Silo verbundene Staubwaschanlage zur Spülung des Braunkohlestaubes mit trockenem, sauerstoffarmen zweiten Fördergas vorgesehen ist.

[0025] Bevorzugt ist weiterhin, wenn das Silo eine Gaseinlassöffnung für trockenes und sauerstoffarmes Gas aufweist und dass eine Regelungseinrichtung vorgesehen ist, welche die Gaszufuhr in die Mühle und/oder das Silo so steuert, dass die Betriebsparameter des erfindungsgemäßen Verfahrens eingehalten werden.

[0026] Es ist bevorzugt, wenn die Staubwaschanlage zum Spülen des Braunkohlestaubes als eine gasbetriebene Förderrinne ausgebildet ist, bei der der Braunkohlestaub zusammen mit einem ersten Fördergas über einen gasdurchlässigen Boden strömt. Das zweite Fördergas strömt durch den luftdurchlässigen Boden und verdrängt das erste Fördergas aus den Zwischenräumen des Braunkohlestaubs.

[0027] Weiter bevorzugt ist es, wenn das Silo und/oder die Mühle gegen Frischlufteinbruch ausgebildet sind. Dazu kann vorgesehen sein, dass die Mühle und/oder das Silo besonders abgedichtet sind. Insbesondere können einzelne Bauteile der Mühle und/oder des Silos zu diesem Zwecke miteinander druckdicht verschweißt sein.

[0028] Der Begriff "Silo" ist im Zusammenhang mit dieser Erfindung weit auszulegen. So umfasst der Begriff Silo nicht nur stationäre Speicher sondern bspw. auch Kesselwagen oder entsprechende LKW.

[0029] Der in dem Silo eingelagerte Braunkohlestaub kann beliebig entnommen werden und bspw. in der Kohlevergasung oder bei der Brikettherstellung, aber auch zur Befeuerung von Hochöfen oder in Kraftwerken verwendet werden.

[0030] An der Mühle können Kühlelemente vorgesehen sein, die im Falle einer Betriebsunterbrechung aktiviert werden, um sich in der Mühle ansammelnden Braunkohlestaub soweit abzukühlen, dass es zu keiner Selbstentzündung oder einem Glimmbrand kommt. Die Kühlelemente sind während des ordnungsgemäßen Betriebs jedoch nicht aktiviert und entfalten somit keinerlei Kühlwirkung. Desweiteren können in der Mühle Vorrichtungen, z.B. Ausräumer, vorgesehen sein, mit denen sich Ablagerungen von Braunkohlestaub während des Betriebes beseitigen lassen. In der Mühle kann weiterhin eine Löscheinrichtung vorgesehen sein, mit der evtl. auftretende Glimmbrände gelöscht werden können.

[0031] Die Erfindung wird nun anhand einer vorteilhaft-

ten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die beige-
fügten Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 eine erfindungsgemäße Anlage zur Mahltrocknung und Einlagerung von Braunkohle;
- Figur 2 eine Detailansicht der Mühle der Anlage gemäß Figur 1;
- Figur 3a-c Detaildarstellung möglicher Staubwaschanlage für die Anlage gemäß Figur 1;
- Figur 4 eine Detaildarstellung des Silos der Anlage gemäß Figur 1; und
- Figur 5 eine schematische Darstellung des mit der Anlage aus Figur 1 durchgeführten, erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0032] In Figur 1 ist eine erfindungsgemäße Anlage 1 zur Mahltrocknung und Einlagerung von Braunkohle gezeigt. In Figur 5 ist das mit dieser Anlage 1 durchgeführte Verfahren 100 schematisch dargestellt.

[0033] Die Anlage 1 umfasst eine Mühle 20, eine Staubwaschanlage 30 und ein Silo 40. Der Aufbau der Mühle 20, der Staubwaschanlage 30 und des Silos 40 ist in den Figuren 2 bis 4 näher dargestellt. Des Weiteren sind bei der Anlage 1 noch eine Aufgabevorrichtung 2a, ein Filter 2b, ein Ventilator 2c, eine Gasquelle 3 und ein Heizelement 4 vorgesehen. Bei dem Heizelement 4 kann es sich insbesondere um einen Heißgaserzeuger handeln.

[0034] Die zur Mahltrocknung und Einlagerung bestimmte Braunkohle gelangt über die Aufgabevorrichtung 2 dosiert in die Mühle 20. Die Aufgabevorrichtung 2 wird dabei so betrieben, dass der Füllstand in der Mühle 20 immer in einem vorgegebenen Toleranzbereich liegt.

[0035] In der Mühle 20 wird der erste Verfahrensschritt 101, das Mahlen und Trocknen der Braunkohle zu Braunkohlestaub, durchgeführt.

[0036] Bei der Mühle 20 handelt es sich, wie in Figur 2 dargestellt, um eine Kugelringmühle, bei der die Braunkohle durch einen Materialeinlass 21 einem Mahlwerk 22 zugeführt wird. Die Braunkohle wird in dem Mahlwerk 22 auf bekannte Weise gemahlen und tritt anschließend seitlich aus dem Mahlwerk 22 aus. Ringförmig um das Mahlwerk 22 am Boden angeordnet ist ein Düsenring 23 vorgesehen, durch den erstes das Fördergas strömt. Die gemahlene Braunkohle wird durch das erste Fördergas mitgerissen und zu einem Sieb 24 im oberen Bereich der Mühle 20 transportiert. Durch den Sieb 24 werden Partikel, die die gewünschte Feinheit von, in diesem Fall, unter 500 µm noch nicht erreicht haben, aussortiert und dem Mahlwerk 22 erneut zugeführt. Ausreichend feine Partikel mit einer Partikelgröße von unter 500 µm bilden den gewünschten Braunkohlestaub und werden mit dem ersten Fördergas durch den Materialauslass 26 geför-

dert.

[0037] Bei der Mühle 20 in Figur 2 handelt es sich bei dem ersten Fördergas gleichzeitig um das erfindungsgemäße Trocknungsgas. Das Trocknungsgas tritt über den Anschluss 27 mit einer Temperatur oberhalb der Zündtemperatur der zu mahlenden Braunkohle in die Mühle 20 ein. Diese Gaseintrittstemperatur beträgt 625°C. Darüber hinaus weist das Trocknungsgas noch einen Sauerstoffanteil von kleiner-gleich 12 Vol.-% und einen Wasseranteil von kleiner-gleich 35 Vol.-% auf.

[0038] Der Volumenstrom des Trocknungsgases wird durch den Ventilator 2c bestimmt. Die Zusammensetzung des Trocknungsgases ergibt sich aus den Heißgasen aus dem Heizelement 4, dem aus der Kohle verdampften Wasserdampfe und evtl. eintretenden Leckluftströmungen sowie ggf. einem Inertgas, das von der Gasquelle 3 zur Verfügung gestellt wird.

[0039] Die Einspeisung des vorgenannten Trocknungsgases in die Mühle 20 hat zur Folge, dass sich innerhalb der Mühle 20 eine ausreichend hohe Temperatur ergibt, die eine Trocknung der Braunkohle bewirkt. Entsprechende Temperaturen würden zwar unter normalen atmosphärischen Bedingungen zu Staubexplosionen führen, jedoch werden Staubexplosionen durch den geringen Sauerstoffanteil im Trocknungsgas und damit auch innerhalb der Mühle 20 wirksam vermieden.

[0040] Die gemahlene und getrocknete Braunkohle gelangt zusammen mit dem Trocknungsgas (bzw. ersten Fördergas) in den Materialauslass 26, sofern die gewünschte Partikelgröße erreicht wurde, die Braunkohle also in Form von Braunkohlestaub vorliegt. Der Braunkohlestaub weist an diesem Punkt eine Temperatur von ca. 90°C auf. Da der Braunkohlestaub weiterhin von dem sauerstoffarmen Trocknungsgas umgeben ist, sind Staubexplosionen nicht zu befürchten.

[0041] Der Braunkohlestaub wird in nächsten Verfahrensschritt 102 mit Hilfe des Trocknungsgases (bzw. ersten Fördergases) von dem Materialauslass 26 der Mühle 20 über eine Verbindungsleitung 5 in einen Filter 2b gefördert und dort abgeschieden. Der abgeschiedene Braunkohlestaub wird weiter zu einer Staubwaschanlage 30 gefördert und dort gespült (Schritt 103). Verschiedene Ausführungsformen von Staubwaschanlagen 30 sind in Figuren 3a-c näher dargestellt. Die Staubwaschanlage 30 kann je nach Anforderung über ein der in Figuren 3a-c gezeigten Systeme realisiert werden.

[0042] Bei der Staubwaschanlage gemäß Figur 3a gelangt das Gemisch aus Trocknungsgas und Braunkohlestaub über den Einlass 31 in die Staubwaschanlage 30, die als Belüftungskasten ausgeführt ist. Die Staubwaschanlage 30 zeichnet sich dadurch aus, dass der Strömungskanal 32 für den Braunkohlestaub einen gasdurchlässigen Boden 33 und eine gasdurchlässige obere Begrenzung 34 aufweist. Vom Strömungskanal 32 aus gesehen befinden sich hinter dem gasdurchlässigen Boden 33 und der gasdurchlässigen oberen Begrenzung 34 jeweils ein Gasverteilteraum 35, 36. Der untere Gasverteilteraum 35 ist dabei mit der Gasquelle 3 (vgl. Figur

1) verbunden, während der obere Gasverteilteraum 36 mit der Umgebung verbunden ist. In den unteren Gasverteilteraum 35 wird von der Gasquelle 3 ein zweites Fördergas eingebracht, welches durch den gasdurchlässigen Boden 33 in den Strömungskanal 32 strömt. Indem das zweite Fördergas in den Strömungskanal 32 einströmt, in dem sich das Gemisch aus Braunkohlestaub und Trocknungsgase (bzw. erstem Fördergas) befinden, wird der Braunkohlestaub gewaschen. Das zweite Fördergas verdrängt nämlich das Trocknungsgas (bzw. erste Fördergas) aus den Zwischenräumen des Braunkohlestaubes. Das Trocknungsgas (bzw. erste Fördergas) gelangt über die gasdurchlässige obere Begrenzung 34 in den Gasverteilteraum 36 und von da aus in die Umgebung. Im Ergebnis liegt am Ausgang der Staubwaschanlage 30 ein Gemisch aus Braunkohlestaub und zweitem Fördergas vor.

[0043] Die Staubwaschanlage 30 gemäß Figur 3b ist als Gasfördererin ausgebildet und funktioniert im Prinzip wie die Staubwaschanlage 30 gemäß Figur 3a. Das Gemisch aus Trocknungsgas und Braunkohlestaub gelangt über den Einlass 31 in die Staubwaschanlage 30. Die Staubwaschanlage 30 umfasst einen der Strömungskanal 32 für den Braunkohlestaub, der einen gasdurchlässigen Boden 33 aufweist. Unterhalb des gasdurchlässigen Bodens 33 befindet sich ein Gasverteilteraum 35, der mit der Gasquelle 3 (vgl. Figur 1) verbunden ist. In den unteren Gasverteilteraum 35 wird von der Gasquelle 3 ein zweites Fördergas eingebracht, welches durch den gasdurchlässigen Boden 33 in den Strömungskanal 32 strömt. Indem das zweite Fördergas in den Strömungskanal 32 einströmt, in dem sich das Gemisch aus Braunkohlestaub und Trocknungsgase (bzw. erstem Fördergas) befinden, wird der Braunkohlestaub gewaschen. Das zweite Fördergas verdrängt nämlich das Trocknungsgas (bzw. erste Fördergas) aus den Zwischenräumen des Braunkohlestaubes. Das Trocknungsgas (bzw. erste Fördergas) gelangt über den Gasauslass 37 in die Umgebung. Im Ergebnis liegt am Ausgang der Staubwaschanlage 30 ein Gemisch aus Braunkohlestaub und zweitem Fördergas vor.

[0044] Die Staubwaschanlage 30 in Figur 3c ist als pneumatische Förderleitung ausgestaltet. Das Gemisch aus Trocknungsgas und Braunkohlestaub gelangt über ein Einschleußorgan 31' in die Staubwaschanlage 30. Die Staubwaschanlage 30 umfasst einen der Strömungskanal 32 für den Braunkohlestaub, der einen gasdurchlässigen Boden 33 aufweist. Unterhalb des gasdurchlässigen Bodens 33 befindet sich ein Gasverteilteraum 35, der mit der Gasquelle 3 (vgl. Figur 1) verbunden ist. In den unteren Gasverteilteraum 35 wird von der Gasquelle 3 ein Gas eingebracht, welches durch den gasdurchlässigen Boden 33 in den Strömungskanal 32 strömt. Außerdem wird das Gas noch an dem einen Ende des Strömungskanals 32 eingebracht, wodurch ein Impuls auf das Braunkohlestaub-Gas-Gemisch ausgeübt wird, so dass eine Förderung des Braunkohlestaubes zum anderen Ende des Strömungskanals 32 erreicht

wird. Durch das in den Strömungskanal 32 eingebrachte Gas wird das Trocknungsgas (bzw. erste Fördergas) derart verdünnt, dass sich das zweite Fördergas bildet. Das Gemisch aus Braunkohlestaub und zweitem Fördergas tritt dann am Ende der pneumatische Förderleitung aus.

[0045] Das zweite Fördergas weist gegenüber dem Trocknungsgas (bzw. erstem Fördergas) einen geringeren Sauerstoff-und/oder Wasseranteil auf. Dies gilt besonders, da das aus der Braunkohle während des Trocknens ausgelöste Wasser mit dem Trocknungsgas mitgeführt wird und dessen Wasseranteil erhöht. Das zweite Fördergas zeichnet sich dadurch aus, dass der Sauerstoffanteil kleiner gleich 3 Vol.-% und der Wasseranteil kleiner als 3 Vol.-% ist. Ein entsprechendes Gas wird von der Gasquelle 3 zur Verfügung gestellt.

[0046] Ausgehend von der Staubwaschanlage wird das Gemisch aus zweitem Fördergas und Braunkohlestaub über die Verbindungsleitung 6 zum Silo 40 weitergefördert (Schritt 104). Die Temperatur des Braunkohlestaubes hat sich durch die Förderung und die Spülung im Wesentlichen nicht verändert, so dass der Braunkohlestaub bei Eintritt in das Silo 40 eine Temperatur von ca. 90°C aufweist. Der Braunkohlestaub wird also mit einer Temperatur von 90°C im Silo 40 eingelagert (Schritt 105).

[0047] Der Braunkohlestaub gelangt zusammen mit dem zweiten Fördergas in das Silo 40 und wird dort eingelagert. Da ständig zweites Fördergas zusammen mit dem Braunkohlestaub dem Silo 40 zufließt, stellt sich im Silo 40 eine Atmosphäre mit einem Sauerstoffanteil von kleiner gleich 3 Vol.-% und einem Wasseranteil kleiner gleich 3 Vol.-% ein. Bei einer entsprechenden Atmosphäre ist die Einlagerung von Braunkohlestaub bei einer Temperatur von bis zu 90°C möglich, wobei insbesondere keine Selbstentzündung auftritt.

[0048] Der Braunkohlestaub lagert sich aufgrund der Schwerkraft am Boden 41 des Siloinnenraums 42 ab und kann durch eine Öffnung 43 im Boden 41 des Silos entnommen werden. Da zusammen mit dem Braunkohlestaub auch ständig zweites Fördergas dem Silo zufließt, ist außerdem ein Entlüftungsventil 44 vorgesehen, mit dem Gas in die Umgebung abgelassen werden kann. Das Entlüftungsventil 44 ist dabei mit Staubfiltern ausgestattet, so dass es nur für Gas durchlässig ist.

[0049] Um die Atmosphäre im Siloinnenraum 42 regulieren zu können, sind am Boden 41 und/oder in der Seitenwand des Silos 40 Gaseinlassöffnungen 45 vorgesehen, mit denen von der Gasquelle 3 stammendes Gas in den Siloinnenraum 42 eingespeist werden kann. Durch eine (nicht dargestellte) Regelungseinheit ist es möglich, die Atmosphäre im Siloinnenraum 42 zu überwachen und gegebenenfalls durch Zuführung von Gas mit vorgegebener Zusammensetzung zu regulieren, so dass die Atmosphäre im Siloinnenraum 42 einen Sauerstoffanteil von kleiner-gleich 3 Vol.-% und einen Wasseranteil von kleiner-gleich 3 Vol.-% aufweist. Somit kann dauerhaft eine Selbstentzündung des Braunkohlestaubes im Siloinnenraum 42 verhindert werden.

[0050] Im Siloinnenraum 42 herrscht gegenüber der Umgebung ein Überdruck. Dadurch kann vermieden werden, dass durch eventuelle Undichtigkeiten in dem Silo 40 Umgebungsluft mit einem höheren Sauerstoff- und/oder Wasseranteil eindringen und ggf. unerwünschte Reaktionen hervorrufen kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Mahltrocknung und Einlagerung von Braunkohle, umfassend die Schritte:

- a) Mahlen und Trocknen (101) von Braunkohle zu Braunkohlestaub in einer Mühle (20) mit einem sauerstoffarmen Trocknungsgas und einer Gaseintrittstemperatur oberhalb der Zündtemperatur von Braunkohle;
- b) Förderung (102) des gemahlenen und getrockneten Braunkohlestaubes aus der Mühle (20) mit Hilfe eines ersten Fördergases;
- c) Spülen (103) des geförderten Braunkohlestaubes mit einem trockenen, sauerstoffarmen zweiten Fördergas zum Austausch des ersten Fördergases mit dem zweiten Fördergas;
- d) Weiterförderung (104) des Braunkohlestaubes mit Hilfe des zweiten Fördergases; und
- e) Einlagerung (105) des weitergeführten Braunkohlestaubes in einem Silo (40) bei einer Temperatur von über 60°C und sauerstoffarmer, trockener Atmosphäre.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trocknungsgas einen Sauerstoffanteil von kleiner-gleich 12 Vol.-%, bevorzugt 8 bis 12 Vol.-%, und einen Wasseranteil von kleiner-gleich 35 Vol.-% aufweist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Fördergas einen Sauerstoffanteil von kleiner-gleich 3 Vol.-% und/oder einen Wasseranteil von kleiner-gleich 3 Vol.-% aufweist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sauerstoffanteil im Silo kleiner-gleich 3 Vol.-% und/oder der Wasseranteil kleiner-gleich 3 Vol.-% ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gaseintrittstemperatur des Trocknungsgases 625°C ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur des Braunkohlestaubes bei Einlagerung im Silo 70 bis 110°C, vorzugsweise 80 bis 100°C, vorzugsweise 90°C beträgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Braunkohlestaub eine mittlere Produktfeinheit von 40 bis 100 µm aufweist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Fördergas Trocknungsgas ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Anstieg des Sauerstoff- und/oder Wassergehaltes im Silo (40) das Silo (40) mit trockenem, sauerstoffarmem Gas gespült wird.

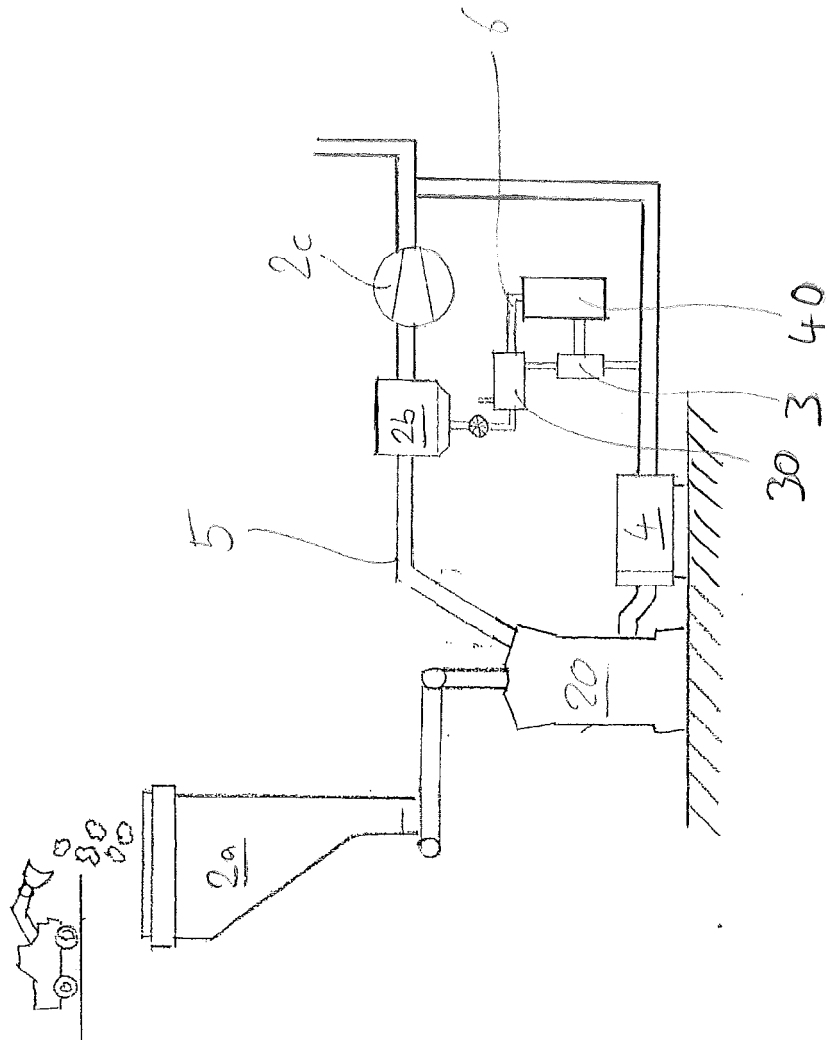
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Fördergas im Wesentlichen ein Inertgas, vorzugsweise Stickstoff, ist.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Silo (40) ein Überdruck gegenüber der Umgebung eingestellt wird.

12. Anlage zur Mahltrocknung und Einlagerung von Braunkohle, umfassend eine Mühle (20) zur Zerkleinerung von Braunkohle zu Braunkohlestaub und einem Silo (40) zur Lagerung von Braunkohlestaub, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mühle (20) eine Gaszuführöffnung (27) für Trocknungsgas und einen Materialauslass (26) für gemahlenen und getrockneten Braunkohlestaub aufweist, und eine mit dem Materialauslass (26) der Mühle (20) und dem Silo (40) verbundene Staubwaschanlage (30) zur Spülung des Braunkohlestaubes mit trockenem, sauerstoffarmem zweitem Fördergas vorgesehen ist.

13. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Silo (40) eine Gaseinlassöffnung (45) für trockenes und sauerstoffarmes Gas aufweist und eine Regelungseinrichtung vorgesehen ist, welche die Gaszufuhr in die Mühle (20) und/oder das Silo (40) so steuert, dass die Betriebsparameter aus wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7 eingehalten werden.

14. Anlage nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anlage 1 zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 ausgebildet ist.



14

Fig. 2

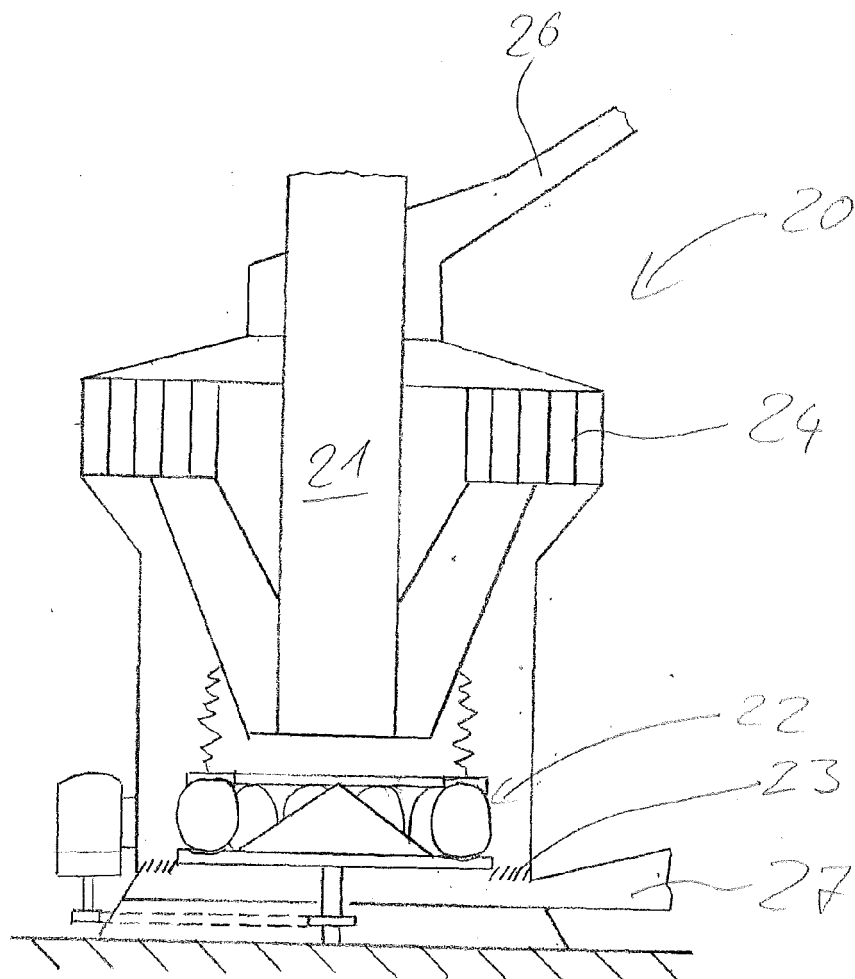


Fig. 3a

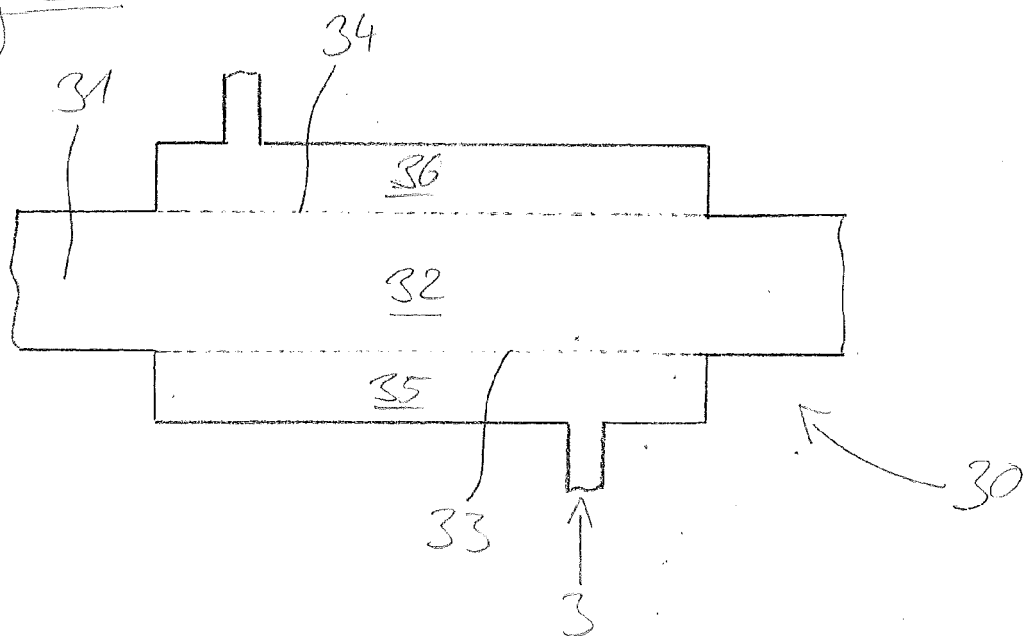


Fig. 36

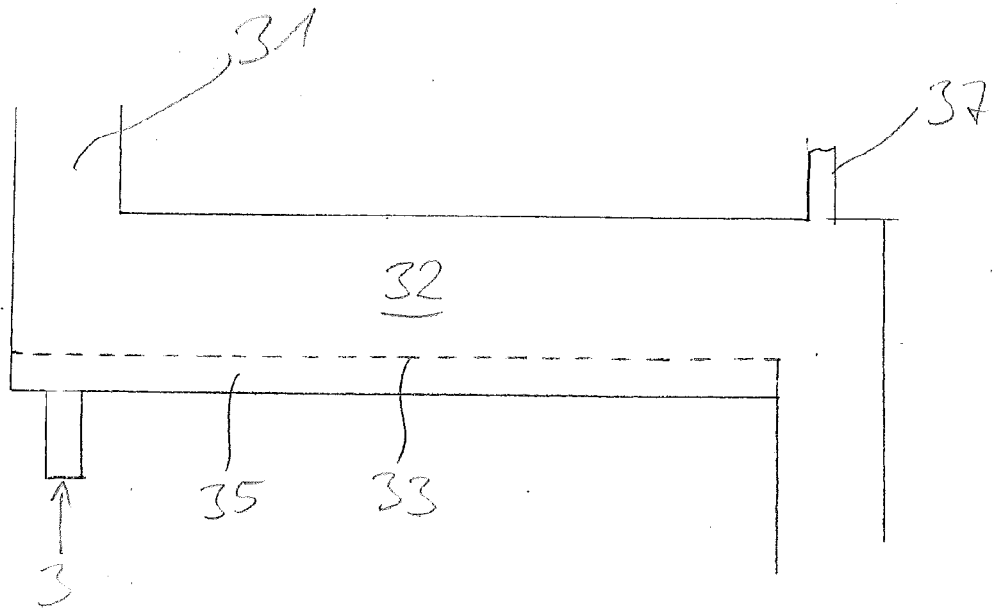


Fig. 3c

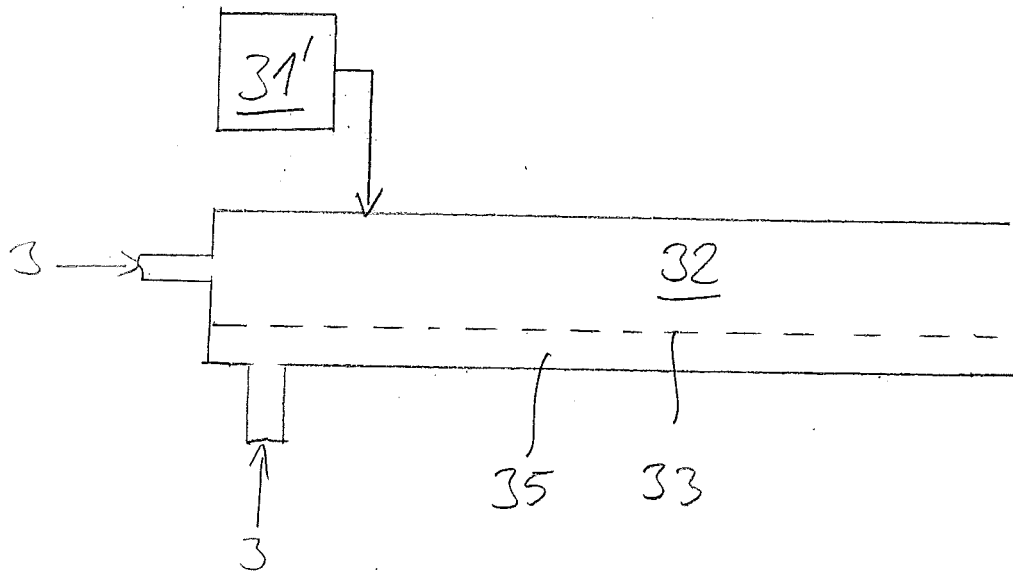


Fig. 4

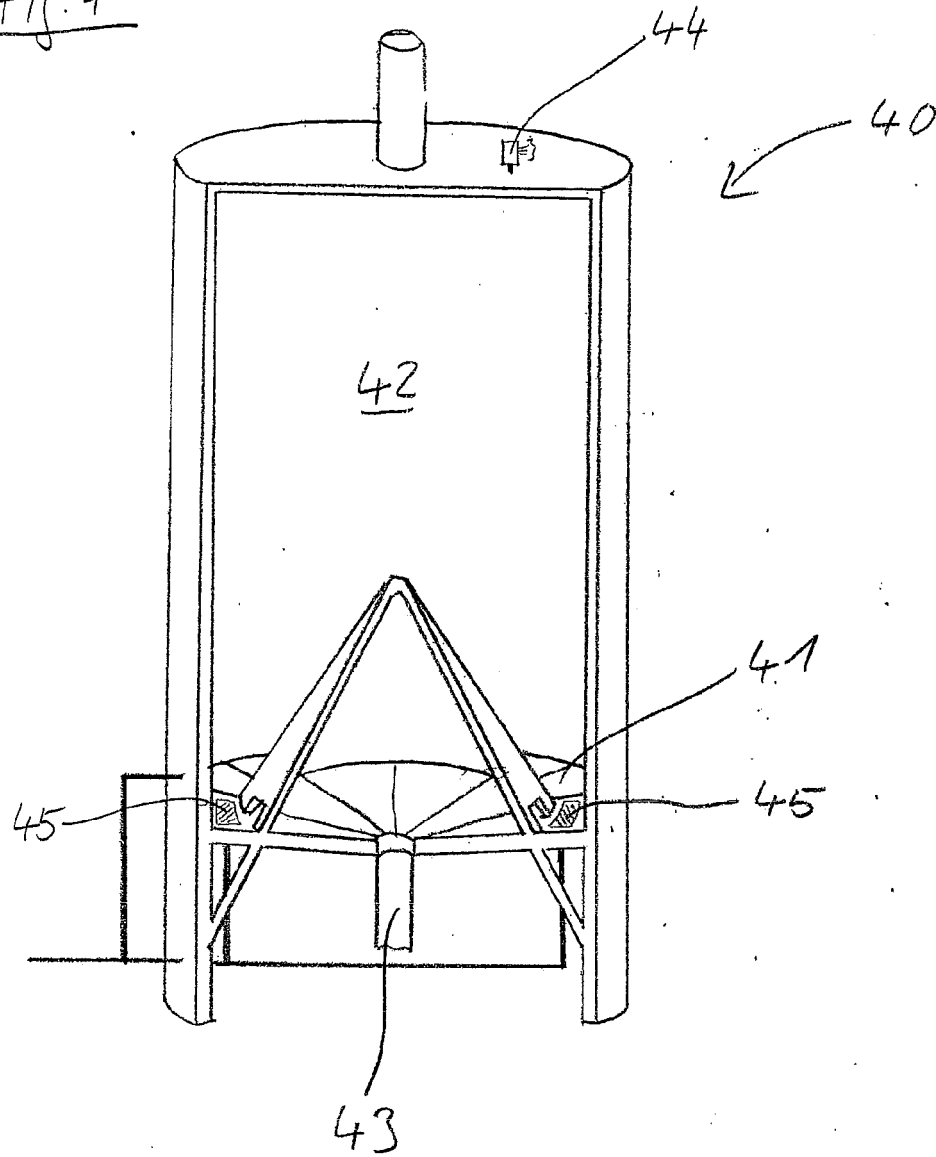
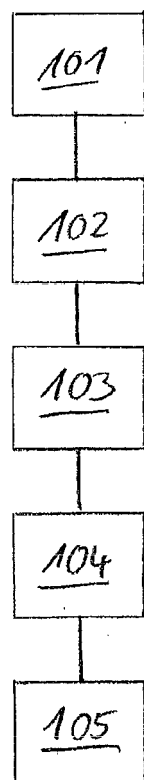


Fig. 5



↙ 100



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 11 16 6867

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 0 579 214 A1 (LOESCHE GMBH [DE]) 19. Januar 1994 (1994-01-19) * das ganze Dokument *	1-14	INV. B02C15/00 B02C23/18 B02C23/24
A	EP 0 154 281 A2 (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG [DE]; READYMIX ZEMENTWERKE [DE]) 11. September 1985 (1985-09-11) * Ansprüche 1-18; Abbildung 1 *	1,8,12	
A	WO 2007/022837 A1 (LOESCHE GMBH [DE]; LOHLE WILLY [DE]; BONK HANS [DE]; HEUKEN FRANZ-JOSE) 1. März 2007 (2007-03-01) * das ganze Dokument *	1,12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 6. Dezember 2011	Prüfer Strodel, Karl-Heinz
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

 1
 EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 16 6867

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-12-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0579214	A1	19-01-1994	AU	4193093 A	03-02-1994
			CA	2100490 A1	15-01-1994
			CN	1092700 A	28-09-1994
			CZ	9301400 A3	16-03-1994
			DE	4223151 A1	20-01-1994
			EP	0579214 A1	19-01-1994
			ES	2102557 T3	01-08-1997
			GR	3024117 T3	31-10-1997
			RU	2109569 C1	27-04-1998
			SK	74093 A3	02-02-1994
			US	5353997 A	11-10-1994
EP 0154281	A2	11-09-1985	DE	3407154 A1	17-10-1985
			EP	0154281 A2	11-09-1985
			JP	60204645 A	16-10-1985
WO 2007022837	A1	01-03-2007	CA	2615554 A1	01-03-2007
			CN	101252997 A	27-08-2008
			DE	102005040519 A1	08-03-2007
			EA	200800382 A1	30-10-2008
			EP	1922149 A1	21-05-2008
			US	2010043675 A1	25-02-2010
			WO	2007022837 A1	01-03-2007

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 4223151 [0001]