(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 025 408 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.02.2009 Patentblatt 2009/08

(51) Int Cl.:
B02C 13/13 *(2006.01)* ***B02C 23/24*** *(2006.01)*
B02C 25/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **08014048.6**

(22) Anmeldetag: **06.08.2008**

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

(30) Priorität: **17.08.2007 DE 102007038956**

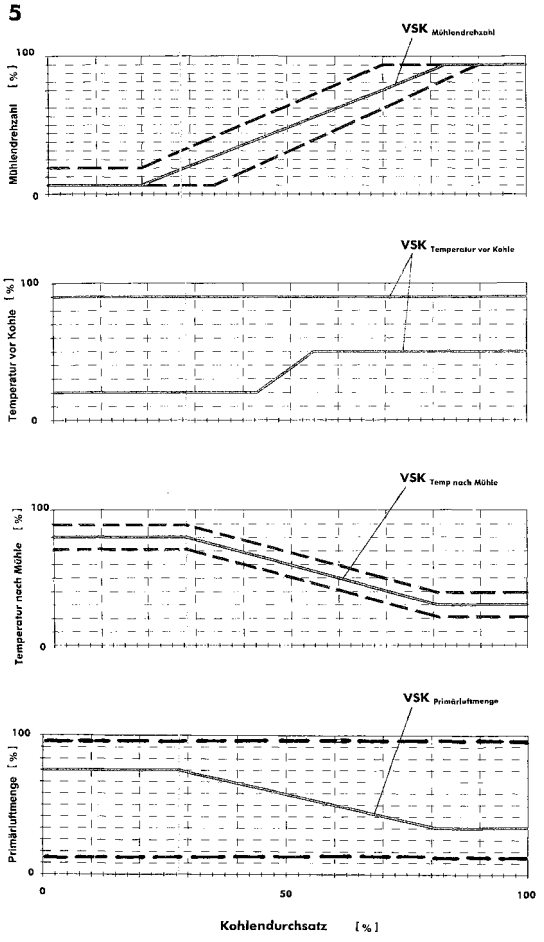
(71) Anmelder: **Alstom Technology Ltd**
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder: **Stegelitz, Peter**
75015 Bretten (DE)

(54) **Verfahren und Anordnung zur Regelung des Mahltrocknungsprozesses einer Kohlenstaub-Ventilatormühle**

(57) Verfahren zur Regelung des Mahltrocknungsprozesses einer Kohlenstaub-Ventilatormühle, insbesondere des Mahltrocknungsprozesses von Rohbraunkohle, wobei wenigstens die Parameter Mühlendrehzahl, Temperatur nach Mühle und Primärluftmenge geregelt werden, umfassend
eine Vorsteuerkurve ($VSK_{Mühlendrehzahl}$) für die Regelung der Mühlendrehzahl,
eine Vorsteuerkurve ($VSK_{Temp\ nach\ Mühle}$) für die Regelung der Temperatur nach Mühle,
eine Vorsteuerkurve ($VSK_{Primärluftmenge}$) für die Regelung der Primärluftmenge,
wobei die Vorsteuerkurven ($VSK_{Mühlendrehzahl}$, $VSK_{Temp\ nach\ Mühle}$, $VSK_{Primärluftmenge}$) jeweils in Abhängigkeit des Kohlendurchsatzes bestimmt sind
und die Mühlendrehzahl-Vorsteuerkurve ($VSK_{Mühlendrehzahl}$) in Abhängigkeit des Verschleißzustandes (V_{IST}) wenigstens eines Mahlwerkzeuges der Ventilatormühle korrigiert wird, und wobei die jeweiligen Vorsteuerkurven Min- und Max-Kurven aufweisen (Fig. 5).

Fig. 5



EP 2 025 408 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Anordnung zur Regelung des Mahltrocknungsprozesses einer Kohlenstaub-Ventilatormühle.

[0002] Kohlenstaub-Ventilatormühlen oder -Schlagradmühlen werden in Kraftwerken eingesetzt, in denen fossiler, fester Brennstoff, insbesondere Rohbraunkohle getrocknet und zu Kohlenstaub gemahlen wird und der Kohlenstaub anschließend mittels Kohlenstaubleitungen Brennern zugeführt und in der Brennkammer bzw. Feuerung eines Dampferzeugers verbrannt wird. Zum Trocknen und Fördern des Mahlgutes wird heißes Verbrennungsabgas benutzt, das aus dem oberen Bereich der Brennkammer entnommen und durch einen Rauchgas-Rücksaugeschacht von der Ventilatormühle angesaugt wird. Der zu mahlende und zu trocknende Rohbrennstoff bzw. Rohbraunkohle wird in der Regel in Kohlebunker bereitgestellt und mittels Bunkerabzugseinrichtungen und/oder Kohlezuteiler dem Rauchgas-Rücksaugeschacht und über diesen der Kohlenstaub-Ventilatormühle zugeführt. Um den Kohlendurchsatz durch die Mühle bzw. den Mühlen verändern bzw. regeln zu können, ist die Drehzahl oder Fördergeschwindigkeit der Bunkerabzugseinrichtungen oder Kohlezuteiler verstellbar bzw. regelbar.

[0003] Die Mühlenregelung in Kraftwerken bzw. die Regelung des Mahltrocknungsprozesses in den Kraftwerks-Kohlemühlen ist im allgemeinen in erster Linie abhängig von der Leistungsvorgabe des Block- bzw. des Kraftwerkleitsystems. Durch die Vorgaben des Blockleitsystems kommt es zur Erhöhung oder Reduzierung des Gesamtbrennstoff-Massenstroms zu den Mühlen, bis die geforderte Blockleistung erreicht ist. Der Gesamtbrennstoff-Massenstrom teilt sich auf die in Betrieb befindlichen Mühlen auf. Die Höhe des Brennstoffdurchsatzes der einzelnen Mühlen ist abhängig von ihrer Mahltrocknungs- bzw. Ventilationsleistung. Die Regelung der Mühlen erfolgt auf Basis des Kohledurchsatzes. In Abhängigkeit des Kohledurchsatzes (z.B. dargestellt in Form von Zuteilerdrehzahl, Bunkeraustragsgröße bzw. -menge o.ä.) werden weitere maßgebliche Mühlen-Parameter, wie beispielsweise die Mühlendrehzahl über Vorsteuerkurven geregelt. Um eine gewisse Flexibilität beim Mahltrocknungsprozess zu erzielen, sind die diversen Vorsteuerkurven der zu regelnden Mühlen-Parameter mit Max- und Min-Werten bzw. Max- und Min-Kurven ausgebildet.

[0004] Die bisherigen Mühlenregelungen sind aus Sicht der Mahltrocknung bzw. Ventilation, d.h. der Mühlendrehzahl und der Temperaturüberwachung nach Mühle (der Temperatur am Kohlenstaubaustritt der Mühle) entwickelt worden. Mit zunehmender Betriebsdauer der Mühlen kommt es infolge des Verschleißes der Mühlen-Mahlwerkzeuge, als da sind u.a. Vorschlägerköpfe, Schlagplatten und Eckpanzer, und insbesondere bei Mühlen mit Vorschlägern und ohne Sichter zu einer deutlichen Vergröberung des in der Mühle erzeugten Brenn- bzw. Kohlenstaubes. Für die Feuerung bedeutet eine Vergröberung des Brennstaubes, dass mehr Grobpartikel mit höherem Wassergehalt den Brennern zugeführt werden. Die Zündbedingungen sowie die Verbrennungsbedingungen des eingebrachten, vergröberten Kohlenstaubes werden dadurch verschlechtert. Des weiteren führt die Brennstaubvergröberung zur Verschlechterung der Transportbedingungen innerhalb der Mühlenspirale sowie in den nachgeschalteten Kohlenstaubleitungen. Zusätzlich kommt es bei Sichtermühlen, d.h. bei Ventilatormühlen mit am Kohlenstaubaustritt angeordnetem Sichter zur Erhöhung des internen Feststoffumlaufs, da ein größerer Anteil von gröberem Mahlgut wieder der Mühle zugeführt wird. Verschlissene Eckpanzer erhöhen gleichermaßen bei Vorschlägermühlen sowie Mühlen mit Sichter den Gas-/Feststoffumlauf in der Spirale und führen zur Verschlechterung der Mühlen- und Feuerungsbedingungen.

[0005] Durch Druckschrift DE 198 53 925 C2 ist ein Verfahren zur Regelung des Mahltrocknungsprozesses einer Kohlenstaub-Ventilatormühle sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens bekannt geworden, bei dem bzw. der der Mahltrocknungsprozess der Mühle in allen Betriebsfällen auch bei geringeren Temperierungsgasmengen derart geregelt wird, dass keine unzulässigen Übertemperaturen in der Mühle sowie an deren Peripherie, d.h. im Mühlen-Ansaugkanal sowie Mühlenaustrittskanal bzw. Mühlensichter auftreten.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es nun, ein Verfahren zur Regelung des Mahltrocknungsprozesses einer Kohlenstaub-Ventilatormühle, insbesondere des Mahltrocknungsprozesses von Rohbraunkohle in einer Kohlenstaub-Ventilatormühle zu schaffen, das die vorgenannten Nachteile vermeidet. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Regelung des Mahltrocknungsprozesses einer Kohlenstaub-Ventilatormühle zu schaffen, bei dem die Feinheit des erzeugten Brenn- bzw. Kohlenstaubes über einen längeren Zeitraum im wesentlichen auf gleichem Feinheitsniveau gehalten wird. Es ist des weiteren eine Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung zur Regelung des Mahltrocknungsprozesses einer Kohlenstaub-Ventilatormühle vorzuschlagen.

[0007] Die vorstehend genannte Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und hinsichtlich der Anordnung durch die Merkmale des Patentanspruches 7 gelöst.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0009] Durch die erfindungsgemäße Lösung wird ein Verfahren und eine Anordnung zur Regelung des Mahltrocknungsprozesses einer Kohlenstaub-Ventilatormühle geschaffen, das bzw. die die nachfolgenden Vorteile aufweist:

- Brennstaubfeinheit und -feuchte über längeren Zeitraum gleich,
- Förderstabilität innerhalb der Kohlenstaubleitungen

bei feinem Brennstaub höher,
- Feststoffrezirkulation bei Sichtermühlen ist geringer,
- Gas-/Feststoffumlauf in Mühlenspirale ist niedriger,
- Zündbedingungen am Brenner längere Zeit gleich.

[0010] Eine vorteilhafte Ausbildung der Erfindung sieht vor, dass der Verschleißzustand V_{IST} an wenigstens einem der Mahlwerkzeuge Vorschlägerköpfe, Schlagplatten und Eckpanzer durch Messung ermittelt wird und der Messwert als Korrekturgröße in die Regelung der Mühlendrehzahl-Vorsteuerkurve $VSK_{Mühlendrehzahl}$ eingeht. Die Messung kann durch wenigstens einen Messfühler erfolgen. Durch die direkte Messung des Verschleißzustandes V_{IST} am Mahlwerkzeug mittels eines Messfühlers kann die Veränderung am Mahlwerkzeug real in die Regelung des Mahltrocknungsprozesses einfließen. Die Messung kann mit handelsüblichen Geräten erfolgen, beispielsweise durch optische oder andere Messgeräte bzw. -fühler.

[0011] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Verschleißzustand V_{IST} an wenigstens einem der Mahlwerkzeuge Vorschlägerköpfe, Schlagplatten und Eckpanzer durch empirische Ermittlung über die Laufzeit des Mahlwerkzeuges festgelegt und eine daraus abgeleitete Korrekturgröße geht in die Regelung der Mühlendrehzahl-Vorsteuerkurve $VSK_{Mühlendrehzahl}$ ein. Dabei kann man sich zum einen den oder die Messfühler ersparen und zum anderen sich die langjährigen Erfahrungen über Verschleißzustände an den Mahlwerkzeugen über die Laufzeit einer Ventilatormühle zu eigen machen.

[0012] In vorteilhafter Ausbildung der Erfindung wird der Parameter Temperatur vor Kohle mittels einer in Abhängigkeit des Kohlendurchsatzes bestimmten Vorsteuerkurve $VSK_{Temp\ ovr\ Kohle}$ geregelt, wobei die Vorsteuerkurve $VSK_{Temp\ vor\ Kohle}$ eine Min- und Max-Kurve aufweist. Durch diese Maßnahme wird erreicht, dass material- und verfahrenstechnische Temperaturgrenzen in der Mühle eingehalten werden können.

[0013] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass bei Über- oder Unterschreitung der zugeordneten Max- oder Min-Kurve eines der geregelten Parameter wenigstens ein anderer der geregelten Parameter bei gleichbleibendem Kohlendurchsatz innerhalb dessen Max- und Min-Kurven solange verändert wird bis der überschreitende Parameter innerhalb dessen zugeordneter Max- und Min-Kurven zu liegen kommt. Damit wird erreicht, dass der Mahltrocknungsprozess einer Kohlenstaub-Ventilatormühle völlig automatisch innerhalb der Grenzwerte bzw. -kurven von bestimmten Vorsteuerkurven gleitend betrieben werden kann.

[0014] Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung sieht vor, dass in dem Fall, bei dem durch die Veränderung wenigstens eines der anderen geregelten Parameter der überschreitende Parameter nicht innerhalb dessen zugeordneter Max- und Min-Kurven zu liegen kommt, der Kohlendurchsatz solange verändert wird bis der überschreitende Parameter innerhalb dessen zugeordneter Max- und Min-Kurven zu liegen kommt. Damit wird erreicht, dass der Mahltrocknungsprozess einer Kohlenstaub-Ventilatormühle völlig automatisch innerhalb der Grenzwerte bzw. -kurven von bestimmten Vorsteuerkurven betrieben werden kann, wobei allerdings eine Korrektur des Kohledurchsatzes durch dessen Absenken oder Anheben erfolgen muss.

[0015] Nachstehend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung an Hand der Zeichnungen und der Beschreibung näher erläutert.

Es zeigt:

[0016]

Fig. 1 schematisch dargestellt eine Kohlenstaub-Ventilatormühle mit Sichter im Querschnitt,

Fig. 2 wie Figur 1, jedoch im Längsschnitt,

Fig. 3 schematisch dargestellt eine Kohlenstaub-Ventilatormühle mit Vorschläger und ohne Sichter im Querschnitt,

Fig. 4 wie Figur 3, jedoch im Längsschnitt,

Fig. 5 Vorsteuerkurven der geregelten Mühlen-Parameter,

Fig. 6 schematisch dargestellt den Verschleißzustand V_{IST} an den Mahlwerkzeugen Vorschlägerkopf bzw. Schlagplatte bzw. Eckpanzer.

[0017] Figur 1 und 2 zeigt schematisch eine Kohlenstaub-Ventilatormühle 1 mit Sichter 3, bei der das erfindungsgemäße Verfahren zur Anwendung kommt. In einer derartigen Ventilatormühle 1 wird Rohbrennstoff, insbesondere Rohbraunkohle aus einem nicht dargestellten Kohlebunker durch eine Zuteileinrichtung 16, beispielsweise einen Kohlezuteiler, eine Bunkerabzugseinrichtung oder ein anderes Zuteilorgan, und durch einen Kohleeintritt 8 in den Rauchgas-Rücksaugeschacht 7 eingebracht, von dem aus der Rohbrennstoff durch den Mühleneintritt 9 in die Mühle 1 gelangt. Der Rohbrennstoff wird in der Ventilatormühle bzw. Schlagradmühle 1 getrocknet und mittels der Mahlwerkzeuge 13, 14 zerkleinert bzw. gemahlen. Zur Trocknung wird von der Ventilatormühle 1 aus dem oberen Bereich der nicht dargestellten Brennkammer eines mit Brennstoff aus der Mühle 1 befeuerten Kraftwerksdampferzeugers Verbrennungsabgas bzw. Rauchgas angesaugt, wobei das Verbrennungsabgas durch jeweils einen Rauchgas-Rücksaugeschacht 7 jeweils einer Mühle 1 zugeführt wird. Dem Verbrennungsabgas wird ferner Primärluft zugegeben, die zusammen das Trocknungs- und Fördergas 17 für den zu trocknenden und zu mahlenden Rohbrennstoff bzw. nach der Mahltrocknung für den gemahlenen Kohlenstaub bilden. Der gemahlene Kohlenstaub

verlässt als Kohlenstaub/Fördergas-Gemisch 18 die Mühle 1 am Austritt 10 und gelangt über den Sichter 3, in dem gröberes Korn abgeschieden und wieder der Mühle 1 zugeführt werden kann, zu der Kohlenstaubleitung 11, durch den der Kohlenstaub zu den nicht dargestellten Brennern an der Brennkammer geführt wird. Das Mühlengehäuse 4 der Mühle 1 weist eine Mühlenspirale 5 auf, innerhalb der das für die Zerkleinerung der Kohle verantwortliche und mit Schlagplatten 13 ausgebildete Schlagrad 6 angeordnet ist. Die Zuteileinrichtung 16 ist fördermengenseitig regelbar, so dass der Kohlendurchsatz entsprechend der Vorgabe der Block- bzw. Kraftwerksleistung eingestellt wird. Da ein mit Kohle befeuerter Block bzw. befeuertes Kraftwerk mehrere Mühlen 1 aufweist, wird der entsprechend der vorgegebenen Blockleistung durchzusetzende Kohlendurchsatz auf die in Betrieb befindlichen Mühlen 1 und deren Zuteileinrichtung 16 aufgeteilt.

[0018] Im Gegensatz zu den Figuren 1 und 2 weisen die Figuren 3 und 4 eine Ventilatormühle 1 ohne Sichter 3, aber mit vorgeschalteten Vorschlägern 2 auf. Hier entfällt somit die Sichtung des Mahlgutes, dieses wird aber bereits vor dem eigentlichen Mahlen innerhalb der Mühlenspirale 5 durch Vorschläger 2 vorzerkleinert. Dazu sind die Vorschläger 2 mit Vorschlägerköpfen 12 ausgebildet, die als Mahlwerkzeuge dienen.

[0019] Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Regelung des Mahltrocknungsprozesses einer Kohlenstaub-Ventilatormühle 1, insbesondere des Mahltrocknungsprozesses von Rohbraunkohle, werden wenigstens die Parameter "Mühlendrehzahl", "Temperatur nach Mühle" und "Primärluftmenge" geregelt, wobei die Mühlendrehzahl die Drehzahl des Mühlen-Schlagrades 6 bezeichnet, die Temperatur nach Mühle die Temperatur des Gemisches Mahlgut-/Fördergasstrom 18 an dessen Austritt 10 aus der Mühle 1 bezeichnet und die Primärluftmenge die Menge der Luft bezeichnet, die dem von der Ventilatormühle 1 aus der nicht dargestellten Brennkammer rückgesaugten Rauchgas vor Eintritt 9 in die Mühle 1 zugegeben wird. Die Regelung dieser Parameter erfolgt jeweils durch eine Vorsteuerkurve $VSK_{Mühlendrehzahl}$, $VSK_{Temp\ nach\ Mühle}$, $VSK_{Primärluhmenge}$, wobei die Vorsteuerkurven $VSK_{Mühlendrehzahl}$, $VSK_{Temp\ nach\ Mühle}$, $VSK_{Primärluftmenge}$ jeweils in Abhängigkeit des Kohlendurchsatzes bestimmt bzw. festgelegt sind, siehe Figur 5. Die jeweiligen Vorsteuerkurven $VSK_{Mühlendrehzahl}$, $VSK_{Temp\ nach\ Mühle}$, $VSK_{Primärluftemnge}$ weisen Min- und Max-Werte bzw. Min- und Max-Kurven auf, die eine gewisse Flexibilität des jeweiligen Parameters innerhalb der Min- und Max-Werte bzw. Min- und Max-Kurven erlauben. Des weiteren wird erfindungsgemäß die Mühlendrehzahl-Vorsteuerkurve $VSK_{Mühlendrehzahl}$ in Abhängigkeit des Verschleißzustandes V_{IST} des Mahlwerkzeuges bzw. der Mahlwerkzeuge 12, 13, 14 der Ventilatormühle 1 korrigiert.

[0020] Der Verschleißzustand V_{IST} des Mahlwerkzeuges bzw. der Mahlwerkzeuge 12, 13, 14 kann durch ein oder mehrere Messinstrument(e), beispielsweise einen Messfühler 15, vor Ort am Mahlwerkzeug 12, 13, 14 gemäß der Figur 6 gemessen bzw. ermittelt werden und als Messwert des Verschleißzustand-Ist-Wertes der Regelung zugeführt werden. Er kann aber auch durch empirische Ermittlung über die Betriebslaufzeit des Mahlwerkzeuges 12, 13, 14 festgelegt und eine davon abhängige Kenn- bzw. Korrekturgröße sozusagen als Messwert der Regelung zugeführt werden. Wird nur ein oder ggf. zwei Messfühler 15 zur Ermittlung des Verschleißzustandes V_{IST} des Mahlwerkzeuges bzw. der Mahlwerkzeuge 12, 13, 14 eingesetzt, so ist es naheliegend den einen oder die zwei Messfühler 15 an dem bzw. den kritischen Mahlwerkzeugen 12, 13, 14 anzusetzen. Über empirische Erfahrungen ist es möglich, den Verschleißzustand V_{IST} des Mahlwerkzeuges bzw. der Mahlwerkzeuge 12, 13, 14 der nicht mittels Messfühler 15 überwachten Mahlwerkzeuge zu bestimmen. In dem Fall, dass an sämtlichen Mahlwerkzeugen, d.h. an den Vorschlägerköpfen 12, an den Schlagplatten 13 und an dem Eckpanzer 14 der Verschleißzustand V_{IST} mittels Messfühler 15 ermittelt wird, wird das Augenmerk hinsichtlich der Mahltrocknungs-Prozessregelung und der Mühlen-Instandhaltung auf das kritischeste Mahlwerkzeug 12, 13, 14 und dessen Verschleißzustand V_{IST} gelegt. Dies soll heißen, dass das Mahlwerkzeug 12, 13, 14 mit dem gravierendsten bzw. fortgeschrittensten Verschleißzustand V_{IST} für die Mahltrocknungs-Prozessregelung und der Mühlen-Instandhaltung herangezogen wird. Bei der Messung des Verschleißzustandes V_{IST} durch den oder die Messfühler 15 kann der Verschleiß der Mahlwerkzeuge 12, 13, 14 entweder in mm oder in Verschleißanteilen (Prozentual) an dem jeweiligen verschleißenden Mahlwerkzeug 12, 13, 14 gemessen bzw. ermittelt werden. Beispielsweise werden 10 mm Verschleiß oder 20 % Verschleißanteil an dem Mahlwerkzeug 12, 13, 14 ermittelt. Das hieße in dem genannten Beispiel, dass insgesamt 50 mm Verschleißmaterial zur Verfügung stünden, bevor die verschlissenen durch neue Mahlwerkzeuge 12, 13, 14 ersetzt werden müssen.

[0021] Als verschleißgefährdete Mahlwerkzeuge sind im wesentlichen Vorschlägerköpfe 12 an dem bzw. den Vorschläger(n) 2, Schlagplatten 13 am Schlagrad 6 und Eckpanzer 14 am Mühlengehäuse 4 bzw. an der engsten Stelle der Mühlenspirale 5 der Ventilatormühle 1 anzusehen. Sollte somit nach einer gewissen Betriebslaufzeit der Ventilatormühle 1, beispielsweise 1000 Stunden, an wenigstens einem der Mahlwerkzeuge 12, 13, 14 Verschleiß aufgetreten sein, so wird durch den der Regelung zugeführten Messwert erfindungsgemäß die Vorsteuerkurve $VSK_{Mühlendrehzahl}$ der Mühlendrehzahl korrigiert. Die Korrektur erfolgt dermaßen, dass abhängig vom Verschleißzustand V_{IST} die Mühlendrehzahl angehoben bzw. erhöht wird, so dass trotz eingetretenem Verschleiß an den Mahlwerkzeugen 12, 13, 14 die Feinheit des gemahlenen Kohlenstaubes im wesentlichen konstant bleibt und keine Vergröberung des Mahlgutes eintritt. Die Größe der graduellen und quantitativen Anhebung bzw. Erhöhung der Mühlendrehzahl in Abhängigkeit des Ver-

schleißes an den Mahlwerkzeugen 12, 13, 14 zur Erzielung einer im wesentlichen konstanten Feinheit des Mahlgutes während der Betriebsphase mit ansteigendem Verschleiß an den Mahlwerkzeugen 12, 13, 14 kann durch Versuche ermittelt oder durch empirische Werte festgelegt werden.

[0022] Neben den obengenannten Parametern kann ferner der Parameter "Temperatur vor Kohle" zur Regelung des Mahltrocknungsprozesses herangezogen werden. Bei diesem Parameter handelt es sich um die Temperatur des Verbrennungs- bzw. Rauchgases vor dem Kohleeintritt 8, d.h. rauchgasseitig stromaufwärts des Kohleeintrittes 8, in den Rauchgas-Rücksaugeschacht 7 bzw. um die Regelung dieser Temperatur. Wie oben bereits ausgesagt, wird das der Mühle 1 zugeführte Rauchgas aus dem oberen Teil der nicht dargestellten Brennkammer abgezogen und durch den Rauchgas-Rücksaugeschacht 7 von der Mühle 1 angesaugt. Für die Regelung der Temperatur des Rauchgases vor dem Kohleeintritt 8 wird ebenfalls eine Vorsteuerkurve $VSK_{Temp\ vor\ Kohle}$ mit Min- und Max-Kurven bzw. Min- und Max-Werten festgelegt, wobei die Vorsteuerkurve $VSK_{Temp\ vor\ Kohle}$ wiederum in Abhängigkeit zu dem Kohlendurchsatz steht, siehe Figur 5.

[0023] Die aus der Figur 5 ersichtlichen jeweiligen Vorsteuerkurven $VSK_{Mühlendrehzahl}$, $VSK_{Temp\ nach\ Mühle}$, $VSK_{Primärluftmenge}$, $VSK_{Temp\ vor\ Kohle}$ und deren Min- und Max-Kurven in Abhängigkeit vom Kohlendurchsatz basieren auf verfahrens- und regelungstechnischen Kalkulationen und Betriebserfahrungen. Die Vorsteuerkurven $VSK_{Mühlendrehazhl}$ $VSK_{Temp\ nach\ Mühle}$, $VSK_{Primärluftmenge}$, $VSK_{Temp\ vor\ Kohle}$ und deren Min- und Max- Kurven sind zwangsläufig brennstoff- bzw. kohlenabhängig, d.h. abhängig unter anderem von deren Wasser- und Aschegehalt. Die Min- und Max- Kurven der jeweiligen Vorsteuerkurven können je nach Art und Wirkungsweise der Systemkomponenten und brennstoffabhängig unterschiedlich ausfallen. Die Min- und Max- Kurven können beispielsweise parallel zu der Vorsteuerkurve verlaufen und so eine Min- und eine Max- Kurve bestimmen. Siehe hierzu beispielhaft die Min- und Max- Kurve der Vorsteuerkurve $VSK_{Temperatur\ nach\ Mühle}$ über den Kohledurchsatzbereich 0 bis 100 %. Die Min- und Max- Kurven können aber auch beispielsweise über einen Teil oder über die Gänze des Kohledurchsatzbereiches 0 bis 100 % einen gleichbleibenden Wert bestimmen. Siehe hierzu beispielhaft die Min- und Max- Kurve der Vorsteuerkurve $VS\text{-}K_{Primärluftmenge}$ über den Kohledurchsatzbereich 0 bis 100 %. Ferner kann die Vorsteuerkurve einen Bereich definieren, der durch eine Min- und eine Max- Kurve begrenzt wird, wie beispielhaft bei der Vorsteuerkurve $VSK_{Temp\ vor\ Kohle}$ zu sehen.

[0024] Durch die Min- und Max-Werte bzw. Min- und Max-Kurven der Vorsteuerkurven gemäß der Figur 5 wird ein gleitender Betrieb der Mühle 1 bzw. des Mahltrocknungsprozesses innerhalb der durch diese Werte vorgegebenen Parametergrenzen ermöglicht. Verlässt eine der Regelgrößen bzw. einer der geregelten Parameter den definierten Bereich für den aktuellen Kohledurchsatz, beispielsweise Kohlendurchsatz für 80 % Dampferzeuger- bzw. Kraftwerksleistung, dann wird einer oder werden mehrere der anderen geregelten Parameter verändert bis die abweichende bzw. überschreitende Regelgröße wieder im definierten Bereich, d.h. innerhalb der Min- bzw. Max-Kurve, liegt. Gelingt dies nicht, wird der Kohlendurchsatz der Mühle 1 so weit verändert, d.h. erhöht oder reduziert, bis alle Regelgrößen bzw. geregelten Parameter wieder in einem definierten Regelbereich, d.h. innerhalb der Min- bzw. Max-Kurven, liegen. In diesem Fall wird entsprechend der Kohlendurchsatzveränderung die Dampferzeuger- bzw. Kraftwerksleistung entsprechend erhöht oder reduziert.

[0025] Durch die Berücksichtigung der Verschleißzustände V_{IST} von Vorschlägerköpfen 12 und/oder Schlagplatten 13 und/oder Eckpanzern 14 in der Mühlenregelung kann die Feinheit des erzeugten Brennstaubes über einen längeren Zeitraum auf im wesentlichen gleichem Niveau gehalten werden. Die Förderbedingungen innerhalb der Mühle 1 und innerhalb der zu den nicht dargestellten Kohlestaubbrennern führenden nachgeschalteten Kohlenstaubleitungen 11 bleiben wie auch die Bedingungen für die Verbrennung des Kohlenstaubes innerhalb der Brennkammer längere Zeit unverändert. Die Wechselzyklen für die Verschleißteile 12, 13, 14 können aus zerkleinerungstechnischer Sicht zielgerichteter optimiert werden.

Bezugszeichenliste:

[0026]

1	Ventilatormühle
2	Vorschläger
3	Sichter
4	Mühlengehäuse
5	Mühlenspirale
6	Schlagrad
7	Rauchgas-Rücksaugeschacht
8	Kohleeintritt in Rücksaugeschacht
9	Mühleneintritt
10	Kohlenstaubaustritt
11	Kohlenstaubleitung
12	Vorschlägerkopf
13	Schlagplatte
14	Eckpanzer
15	Messfühler
16	Zuteileinrichtung
17	Trocknungs- und Fördergas
18	Gemisch Kohlenstaub/Fördergas

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Mahltrocknungsprozesses einer Kohlenstaub-Ventilatormühle,

insbesondere des Mahltrocknungsprozesses von Rohbraunkohle,
wobei wenigstens die Parameter Mühlendrehzahl, Temperatur nach Mühle und Primärluftmenge geregelt werden, umfassend eine Vorsteuerkurve ($VSK_{Mühlendrehzahl}$) für die Regelung der Mühlendrehzahl, eine Vorsteuerkurve ($VSK_{Temp\ nach\ Mühle}$) für die Regelung der Temperatur nach Mühle, eine Vorsteuerkurve ($VSK_{Primärluftmenge}$) für die Regelung der Primärluftmenge, wobei die Vorsteuerkurven ($VSK_{Mühlendrehzahl}$, $VSK_{Temp\ nach\ Mühle}$, $VSK_{Primärluftmenge}$) jeweils in Abhängigkeit des Kohlendurchsatzes bestimmt sind und die Mühlendrehzahl-Vorsteuerkurve ($VSK_{Mühlendrehzahl}$) in Abhängigkeit des Verschleißzustandes (V_{IST}) wenigstens eines Mahlwerkzeuges der Ventilatormühle korrigiert wird, und wobei die jeweiligen Vorsteuerkurven Min- und Max-Kurven aufweisen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verschleißzustand (V_{IST}) an wenigstens einem der Mahlwerkzeuge Vorschlägerköpfe, Schlagplatten und Eckpanzer durch Messung ermittelt wird und der Messwert als Korrekturgröße in die Regelung der Mühlendrehzahl-Vorsteuerkurve ($VSK_{Mühlendrehzahl}$) eingeht.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verschleißzustand (V_{IST}) an wenigstens einem der Mahlwerkzeuge Vorschlägerköpfe, Schlagplatten und Eckpanzer durch empirische Ermittlung über die Laufzeit des Mahlwerkzeuges festgelegt wird und eine daraus abgeleitete Korrekturgröße in die Regelung der Mühlendrehzahl-Vorsteuerkurve ($VSK_{Mühlendrehzahl}$) eingeht.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Parameter Temperatur vor Kohle mittels einer in Abhängigkeit des Kohlendurchsatzes bestimmten Vorsteuerkurve ($VSK_{Temp\ vor\ Kohle}$) geregelt wird und die Vorsteuerkurve ($VSK_{Temp\text{-}vor\ Kohle}$) eine Min- und Max-Kurve aufweist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Über- oder Unterschreitung der zugeordneten Max- oder Min-Kurve eines der geregelten Parameter wenigstens ein anderer der geregelten Parameter bei gleichbleibendem Kohlendurchsatz innerhalb dessen Max- und Min-Kurven solange verändert wird bis der überschreitende Parameter innerhalb dessen zugeordneter Max- und Min-Kurven zu liegen kommt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Fall, bei dem durch die Veränderung wenigstens eines der anderen geregelten Parameter der überschreitende Parameter nicht innerhalb dessen zugeordneter Max- und Min-Kurven zu liegen kommt, der Kohlendurchsatz solange verändert wird bis der überschreitende Parameter innerhalb dessen zugeordneter Max- und Min-Kurven zu liegen kommt.

7. Anordnung zur Regelung des Mahltrocknungsprozesses einer mit fossilen, festen Brennstoffen betriebenen Kohlenstaub-Ventilatormühle (1), wobei die Kohlenstaub-Ventilatormühle (1) mit über die Betriebslaufzeit der Ventilatormühle (1) gesehen verschleißenden Mahlwerkzeugen (12, 13, 14) ausgebildet ist und wenigstens die Parameter Mühlendrehzahl, Temperatur nach Mühle und Primärluftmenge regelbar sind,
wobei die Mühlendrehzahl durch eine Vorsteuerkurve ($VSK_{Mühlendrehzahl}$) regelbar ist, die Temperatur nach Mühle durch eine Vorsteuerkurve ($VSK_{Temp\ nach\ Mühle}$) regelbar ist, die Primärluftmenge durch eine Vorsteuerkurve ($VSK_{Primärluftmenge}$) regelbar ist, wobei die Vorsteuerkurven ($VSK_{Mühlendrehzohl}$, $VSK_{Temp\ nach\ Mühle}$, $VSK_{Primärluftmenge}$) jeweils in Abhängigkeit des Kohlendurchsatzes bestimmbar sind, und wobei die Mühlendrehzahl-Vorsteuerkurve ($VSK_{Mühlendrehzahl}$) in Abhängigkeit des Verschleißzustandes (V_{IST}) wenigstens eines Mahlwerkzeuges (12, 13, 14) der Ventilatormühle (1) korrigierbar ist und wobei die jeweiligen Vorsteuerkurven ($VSK_{Mühlendrehzahl}$, $VSK_{Temp\ nach\ Mühle}$, $VSK_{Primärluftmenge}$) Min- und Max-Kurven aufweisen.

8. Anordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verschleißzustand (V_{IST}) an wenigstens einem der Mahlwerkzeuge Vorschlägerköpfe (12), Schlagplatten (13) und Eckpanzer (14) mittels wenigstens eines Messfühlers (15) ermittelbar ist und der ermittelte Wert als Regelgröße der Mühlendrehzahl-Vorsteuerkurve ($VSK_{Mühlendrehzahl}$) zuführbar ist.

Fig. 2

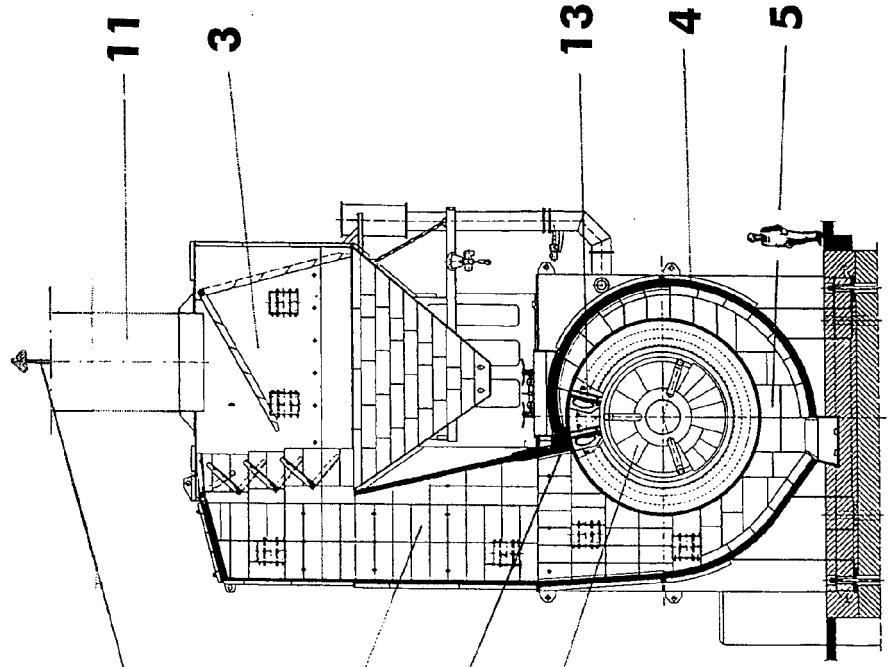


Fig. 1

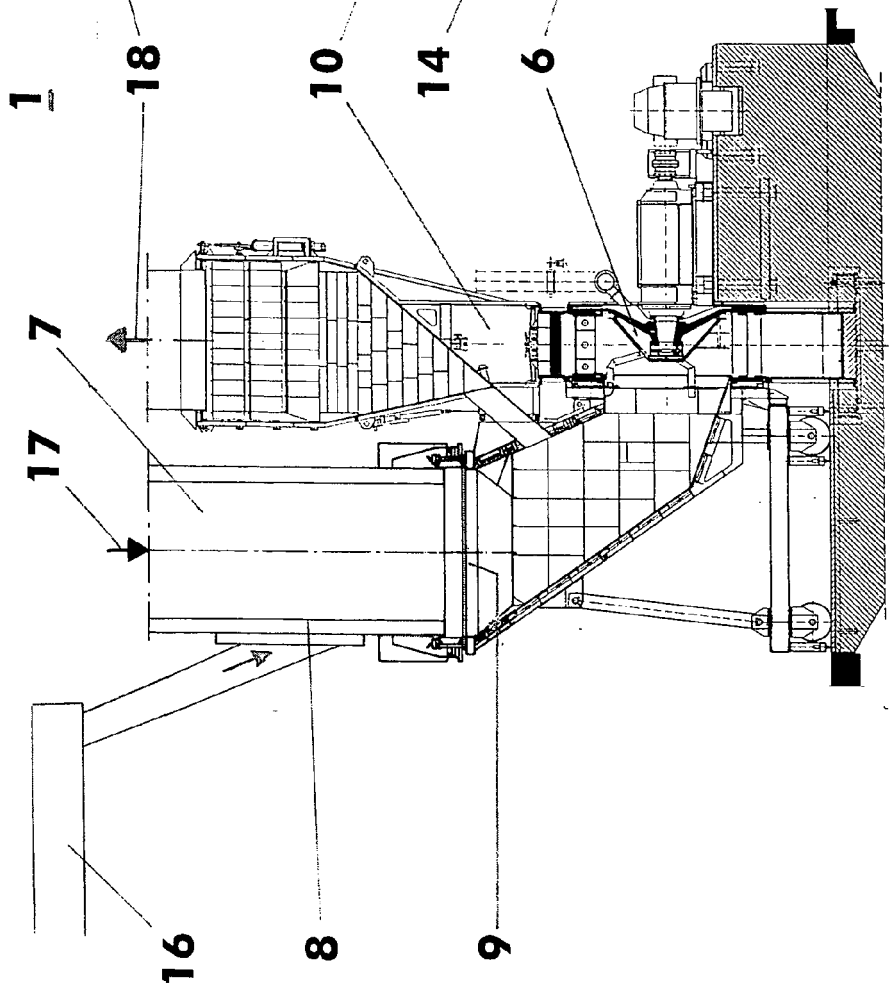


Fig. 4

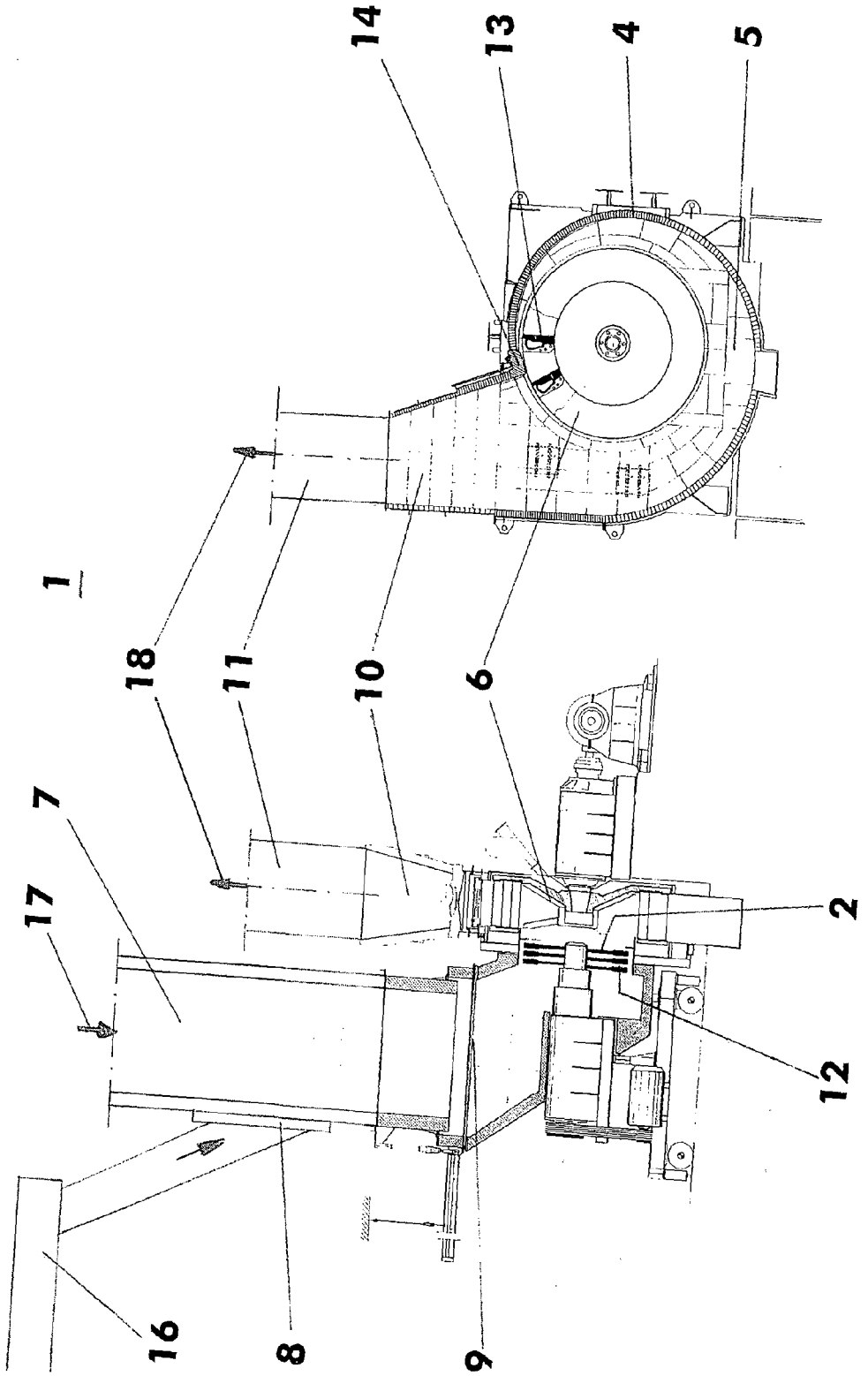


Fig. 3

Fig. 5

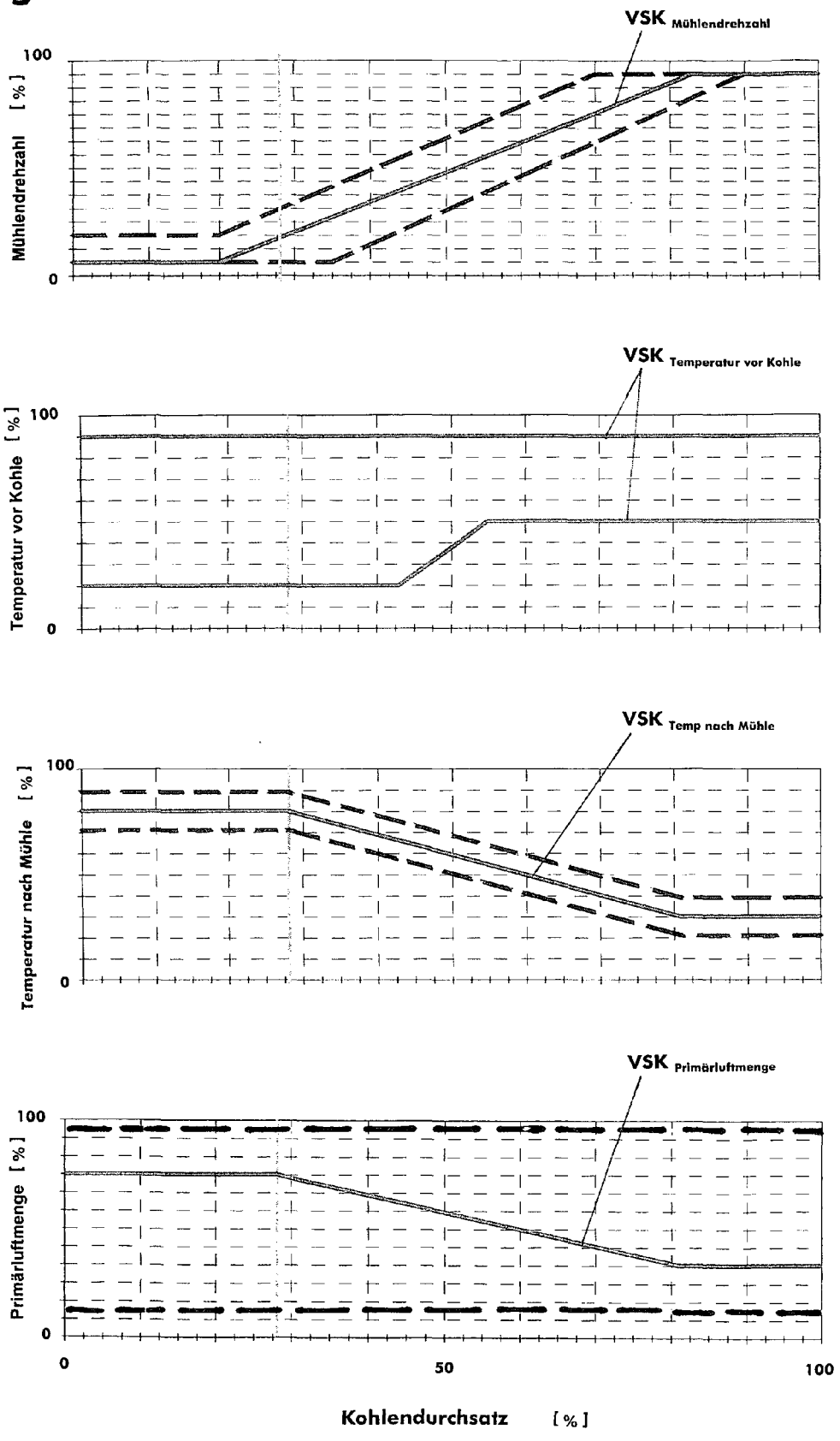
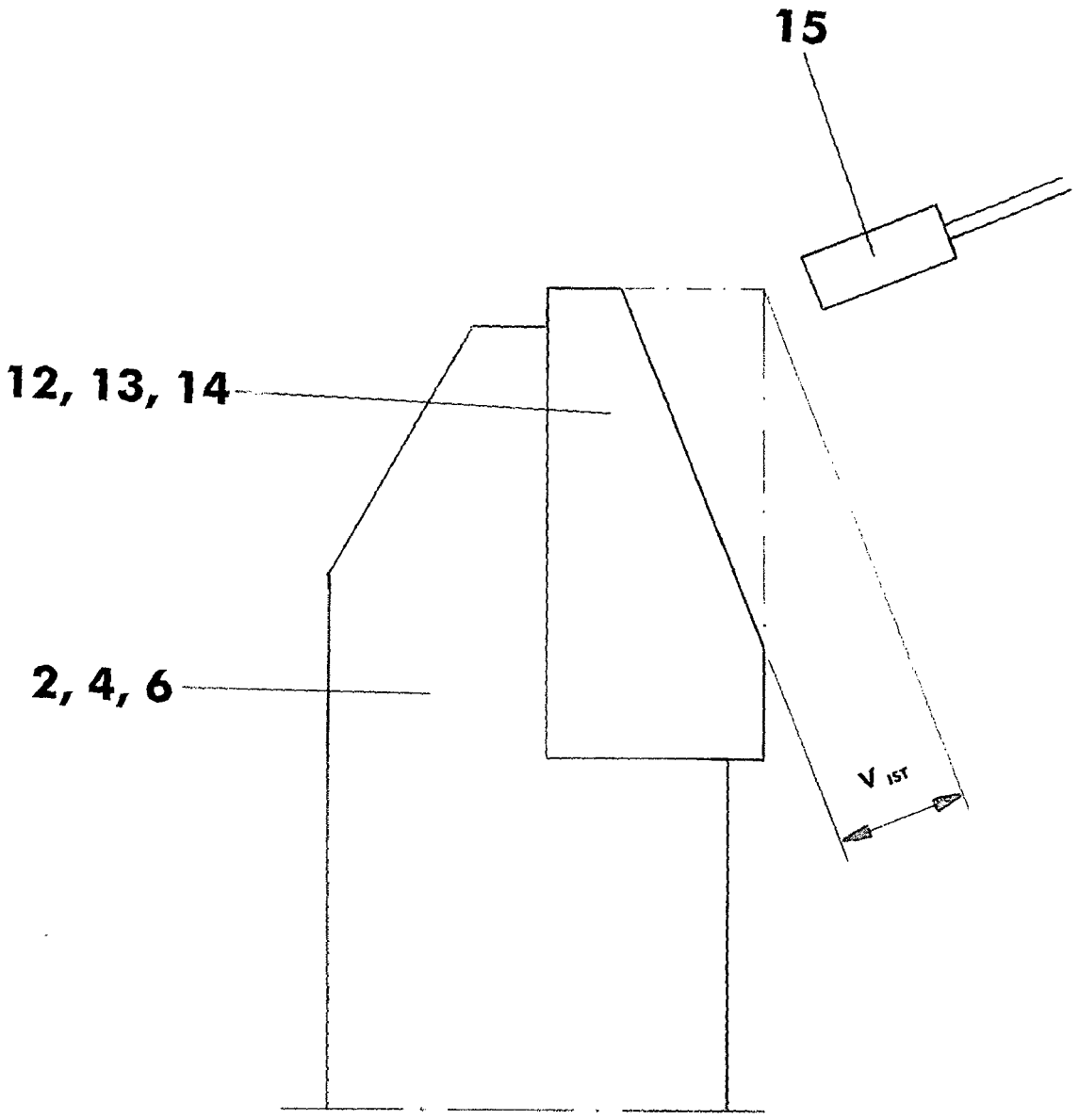

VSK Mühlendrehzahl
100
Mühlendrehzahl [%]
0
VSK Temperatur vor Kohle
100
Temperatur vor Kohle [%]
0
VSK Temp nach Mühle
100
Temperatur nach Mühle [%]
0
VSK Primärluftmenge
100
Primärluftmenge [%]
0
0
50
100
Kohlendurchsatz [%]

Fig. 6



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 01 4048

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X Y	DE 101 00 331 A1 (ALSTOM POWER BOILER GMBH [DE]) 18. Juli 2002 (2002-07-18) * Absätze [0010], [0025] - [0027], [0038] - [0054] * -----	1,2,4-7 3	INV. B02C13/13 B02C23/24 B02C25/00
Y	US 7 182 283 B1 (SANTUCCI MICHAEL T [US]) 27. Februar 2007 (2007-02-27) * Absätze [0035], [0036] * -----	3	
X Y	US 6 467 707 B1 (WILLIAMS JR ROBERT M [US]) 22. Oktober 2002 (2002-10-22) * Absätze [0025] - [0030] * -----	1,2,7 3	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

B02C

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	3. Dezember 2008	Kopacz, Ireneusz

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 08 01 4048

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.

03-12-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10100331 A1	18-07-2002	KEINE	
US 7182283 B1	27-02-2007	KEINE	
US 6467707 B1	22-10-2002	KEINE	

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 19853925 C2 **[0005]**