



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 872 689 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.10.1998 Patentblatt 1998/43

(51) Int. Cl.⁶: **F23K 1/00**, F23K 3/02,
F23D 1/00

(21) Anmeldenummer: **98106210.2**

(22) Anmeldetag: **04.04.1998**

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

(30) Priorität: **17.04.1997 DE 19715973**

(71) Anmelder:
**Noell-KRC Energie- und Umwelttechnik GmbH
04435 Schkeuditz (DE)**

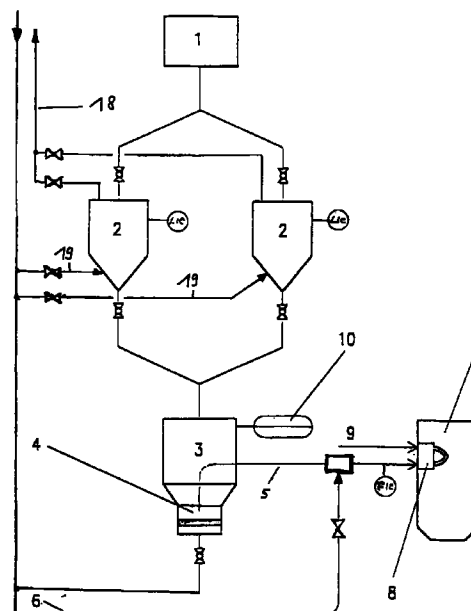
(72) Erfinder:
• **Kretschmer, Horst, Dr.-Ing.
09600 Weissenborn (DE)**

• **Degenkolb, Dietmar, Dipl.-Ing.
09599 Freiberg (DE)**
• **Fritz, Peter, Dr.-Ing.
97274 Leinach (DE)**
• **Schingnitz, Manfred, Dr.-Ing.
09599 Freiberg (DE)**

(74) Vertreter: **Lüdtke, Frank et al
Preussag AG
Patente und Lizenzen
Postfach 61 02 09
30602 Hannover (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Förderung und Dosierung von Trockenbraunkohlestaub (TBK-Staub) in den Feuerraum von Dampferzeugern (DE)**

(57) Verfahren und Vorrichtung zur Förderung und Dosierung von Trockenbraunkohlestaub in den Feuerraum von Dampferzeugern (7) mittels pneumatischer Fördertechnik, wobei vorgemahlene und getrocknete Rohbraunkohle über Druckschleusen (2) und Einspeisebehälter mit Wirbelboden (3,4) in einem Förderrohr (5) zu einem Brenner (8) geführt wird.



Figur 1

EP 0 872 689 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Förderung und Dosierung von Trockenbraunkohlestaub in den Feuerraum von Dampferzeugern mittels pneumatischer Fördertechnik entsprechend dem Oberbegriff des 1. Patentanspruches und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Die Erfindung ist geeignet, Trockenbraunkohlestaub in den Feuerungsraum von Dampferzeugern zu fördern und zu dosieren, wobei eine hohe Dosiergenauigkeit und ein verschleißarmer Betrieb erreicht wird.

Wegen des relativ hohen Gehalts der Rohbraunkohle an Wasser müssen bei der Verbrennung von Braunkohle besondere Maßnahmen ergriffen werden. Aus DE 42 14 496 C2 ist ein Verfahren zur Verbrennung von Rohbraunkohle bekannt, bei dem aus dem heißen Rauchgasstrom der Verbrennungsanlage ein Teilstrom rückgesaugt und einer Gebläse- bzw. Ventilatormühle zugeführt wird, in der die feuchte Rohbraunkohle gleichzeitig getrocknet und vermahlen wird.

Weiterhin ist aus DE 34 33 313 A1 bekannt, zur Wirkungsgradsteigerung von Kraftwerksblöcken, die mit sehr feuchter Braunkohle beheizt werden, der mit Kohlenstaubbrennern ausgerüsteten Feuerungsanlage eine Kohletrocknungsanlage vorzuschalten. Die vorgebrochene, getrocknete Kohle wird in einer Schlagradmühle zerkleinert und mit Hilfe eines Transportgases, vorzugsweise entstaubtem, rückgeführtem kaltem Rauchgas, auf die Mühle aufgetragen und den Kohlenstaubbrennern zugeführt. Eine solche Anordnung ist auch in DE 40 03 499 C2 beschrieben, hier erfolgt jedoch die Trocknung in einem mit Dampf indirekt beheizten Wirbelschichttrockner. Als Mühle kann eine Ventilatormühle oder Schlagradmühle eingesetzt werden. Weitere Trockner, wie zur Trocknung von Braunkohle, sind in der DE-Z, Braunkohle 39 (1987) Heft 3, S. 46-56, beschrieben, wobei dem Dampf-Wirbelschicht-trocknungsverfahren besondere Bedeutung zukommt. In diesem wird die Rohbraunkohle in relativ grober Körnung mit Dampf indirekt getrocknet.

Den bekannten Verfahren hatten die folgenden Nachteile an:

Die Trocknung und Vermahlung von Rohbraunkohle in mit heißem Rauchgas betriebenen Ventilatormühlen führt zu einem hohen spezifischen Kraftbedarf für die Vermahlung.

Bei Vortrocknung und Zwischenschaltung einer Mühle zwischen Trockner und Feuerraum führt die Zwischenschaltung der Mühle zu einer Beschränkung der Regelfähigkeit der Verbrennungsanlage.

In der DE 195 24 711 A1 wird zur Beseitigung der angeführten Nachteile ein Verfahren zur Verbrennung von Braunkohle vorgeschlagen, bei dem die Trocknung der Rohbraunkohle nach Zerkleinerung mit einem energetisch effektiven Verfahren, wie es die Dampf Wirbelschichttrocknung darstellt, erfolgt und nach zweistufigem Transportvorgang ohne eine weitere Zer-

kleinerung dem Dampferzeugerbrenner zugeführt wird. Die Teilchengrößenverteilung der getrockneten Braunkohle liegt in dem Bereich, daß höchstens 15 %, vorzugsweise 4 bis 8 %, als Rückstand auf einem Sieb der Maschenweite von 1 mm vorliegen. Der Feuchtegehalt der TBK liegt nach der Trocknung bei 10 bis 18 % und die TBK wird dem Brenner bei einer Transportgasbelastung von 4 bis 8 kg/kg Transportgas zugeführt.

Dem dargestellten Stand der Technik haftet der Nachteil an, daß die pneumatische Förderung im Dünnstrom erfolgt und daß damit mit geringen Transportgasbelastungen, hohen Fördergeschwindigkeiten sowie hohem Verschleiß gearbeitet wird und daß die Förderrohre große Abmessungen besitzen. Der zweistufige Transportvorgang erfordert einen großen Ausrüstungsumfang, und jedes Förderrohr benötigt ein Dosierzellenrad, das als bewegtes Element störanfällig ist.

Es ist deshalb die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Förderung und Dosierung von Trockenbraunkohlestaub in den Feuerraum eines Dampferzeugers vorzuschlagen, bei dem eine höhere Dosiergenauigkeit und ein verschleißschonender Betrieb erreicht werden.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach den kennzeichnenden Merkmalen des 1. Patentanspruches und eine Vorrichtung nach den Merkmalen des 8., 9. und 10. Patentanspruches gelöst. Unteransprüche geben vorteilhafte Ausführungen der Erfindung wieder. Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, daß zur Förderung und Dosierung von Trockenbraunkohlestaub nach effektiven Verfahren Rohbraunkohle zu Trockenbraunkohlestaub mit einem Wassergehalt unter 20 Masse-%, einer Teilchengrößenverteilung von kleiner 15 Masse-% Rückstand auf einem Sieb mit Maschenweite 1 mm sowie maximal 55 Masse-% Rückstand auf einem Sieb mit Maschenweite 0,09 mm aufbereitet, mittels Dichtstromfördersystem einstufig gefördert und ohne bewegte Dosierelemente dosiert aus der partiellen Wirbelschicht eines Einspeisebehälters mit einer Transportgasbelastung von mindestens 60 kg Staub/kg Transportgas bzw. mit einer Förderstromdichte zwischen 100 und 350 kg/m³ mindestens über ein, in der Regel über mehrere Förderrohre je einem Dampferzeugerbrenner zugeführt wird. Die Regelung des Staubmassenstromes und der Beladung jedes Förderrohres wird separat mit Fördergas im Förderrohr durchgeführt, der TBK-Staub wird ohne Abkühlung nach der Trocknung sowie Mahlung dem Dichtstromfördersystem zugeführt und zur Druckhaltung bzw. -regelung, zur Erzeugung der Wirbelschicht im Einspeisebehälter sowie zum Transport wird Wasserdampf oder ein heißes Inertgas, wie z. B. Rauchgas, Stickstoff, verwendet, wobei die Temperatur des Transportgases oberhalb der Trocknungsendtemperatur des TBK-Staubes eingestellt wird.

Die vorteilhafte Ausgestaltung der Lösung sieht vor, daß jedes Förderrohr in einen Parallelstrombrenner mündet und der dichte TBK-Staubstrom mit Verbren-

nungsluft bis zu $\lambda = 0,8$ durch intensive Vermischung und Dispergierung aufgelöst und im Feuerraum verteilt wird. Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn mehrere Förderrohre einem Brenner zugeführt werden. Das als Transportgas verwendete Inertgas kann adiabatisch ohne oder durch teilweise Zwischenkühlung auf etwa 200 °C verdichtet werden.

In das Dichtstromfördersystem kann fremd aufbereiteter TBK-Staub oder abgekühlter TBK-Staub eingetragen werden. Weiterhin kann als Transportgas kaltes Inertgas eingesetzt werden.

Die Dosierung des TBK-Staubes kann in einen DE-Feuerraum mit beliebigem Druckniveau erfolgen.

In Form einer Leistungsregelung des DE kann die Zuführung der TBK-Staubmenge in Abhängigkeit vom Dampfbedarf und unabhängig von vorgeschalteten technologischen Stufen geregelt werden. Bei einer Realisierung des Verfahrens mittels einer Vorrichtung nach den Merkmalen des Anspruchs 8 ist erfindungswesentlich, daß die pneumatische Förderanlage eine Dichtstromförder- und Dosieranlage mit folgenden Komponenten aufweist:

- mindestens eine füllstandsgesteuerte TBK-Schleuse mit Besspannungs- und Entspannungs- gaszuführungen für den Druckausgleich des TBK-Staubes an das Druckniveau des Einspeisebehälters und mit Max.-/Min.-Füllstandsmeß- sowie -steuereinrichtung,
- einem Dichtstromeinspeisebehälter mit einem Wirbelboden, einer mechanischen Homogenisier- vorrichtung in der Wirbelschicht, einer Wiegevorrichtung zur Massenstromermittlung sowie -regelung und einer Druckmessung sowie -regelung in Abhängigkeit vom TBK-Staubstromsollwert.

Erfindungsgemäß wird weiterhin als TBK-Staubbrenner ein Parallelstrombrenner gemäß Figur 2 mit zentralem Staubrohr verwendet. Erfindungsgemäß wird weiterhin als TBK-Staubbrenner ein Parallelstrombrenner mit gewendelterm Staubzuführungsrohr um das zentrale Primärluftzuführungsrohr verwendet.

Die Erfindung sei an nachfolgendem Ausführungsbeispiel und drei schematischen Darstellungen näher erläutert. Die Figuren zeigen:

- Fig. 1: Dichtstromförder- und -dosiersystem für TBK-Staub zu einem Dampferzeuger,
- Fig. 2: Parallelstrombrenner für TBK-Staub mit zentralem Staubrohr,
- Fig. 3: Parallelstrombrenner für TBK-Staub mit gewendelterm Staubrohr

Die Figur 1 zeigt das Dichtstromförder- und -dosier-

system für TBK-Staub zu einem Dampferzeuger. Die thermische Leistung des Dampferzeugers soll 540 MW und die elektrische Leistung 240 MW betragen. Dazu werden 90 t/h Trockenbraunkohle mit ca. 135 °C mit einem Wassergehalt von 10 % und mit einer Teilchengrößenverteilung von 4 % Rückstand auf einem Sieb mit der Maschenweite von 1 mm sowie 50 % Rückstand auf einem Sieb mit der Maschenweite von 0,09 mm bereitgestellt. Da ein Förderdruck von 2 bar bis zum drucklosen Dampferzeuger benötigt wird, erfolgt in der Druckschleuse 2 die Druckanhebung des TBK-Staubes mittels Inertgas von ca. 160 °C auf 2 barÜ. Dabei ist die Schleuse 2 gegen die Atmosphäre und gegen den Einspeisebehälter 3 hin durch Kugelhähne abgetrennt. Es werden für die Leistung von 90 t/h zwei Druckschleusen 2 benötigt, die im Wechsel den Einspeisebehälter 3 nachfüllen. Bei Erreichen des Min.-Füllstandes im Einspeisebehälter 3 entleert bei Druckausgleich die Druckschleuse 2 in den Einspeisebehälter 3 hinein.

Im Unterteil des Einspeisebehälters 3 wird eine partielle Wirbelschicht 4 erzeugt. Der fließfähige, mit heißem Inertgas aufgelockerte TBK-Staub wird durch die massenstromäquivalente Druckdifferenz von 2 bar zwischen partieller Wirbelschicht 4 und Dampferzeuger 7 im Förderrohr 5 nach Zugabe von heißem Fördergas 6 zum Staubbrenner 8 dosiert und gefördert. Beim vorliegenden beispielhaften System werden acht Förderrohre 5 und acht Staubbrenner 8 betrieben. Das heißt, jedes Förderrohr 5 setzt 11 250 kg/h TBK-Staub durch. Jedem Förderrohr 5 werden 18 m³_N/h Fördergas 6 zugegeben, so daß die Fließdichte am Förderrohranfang 300 kg/m³ und am Förderrohrende 117 kg/m³ beträgt. Die Geschwindigkeit am Förderrohranfang beträgt dabei ca. 5,3 m/s und am Förderrohrende ca. 8,1 m/s, wobei das Förderrohr 5 am Anfang eine Nennweite DN 50 und im letzten Drittel eine Nennweite DN 65 besitzt.

Am Mund jedes Staubbrenners 8 erfolgt mit einem Teil der Verbrennungsluft 9 (Anteil $\lambda = 0,8$) eine intensive Mischung und Dispergierung des an sich fluiden TBK-Staubstromes. Jedem Staubbrenner 8 werden in Summe von Primärluft 14, Sekundärluft 15, Tertiärluft 17 51.000 m³_N/h zugeführt. Heißes Fördergas 16 wird nur im Bedarfsfall dem Brenner-Staubzuführungsrohr zugegeben, um die Geschwindigkeit des Staubstromes am Brennermund zu erhöhen.

Das vorliegende beispielhafte System der Dichtstromdosierung wird nach dem Dampfbedarf geregelt. Dem äquivalenten TBK-Staubstrom entspricht ein Förderdruck im Einspeisebehälter 3, der geregelt wird. Der Förderdruck wird kontinuierlich mit Hilfe des Soll-Ist-Vergleiches des TBK-Staubstromes 12 auf der Basis des Wiegeergebnisses der Vorrichtung 12 abgeglichen. Während der Staubbrenner nach Fig. 2 mit zentralem Staubrohr 13 in der Regel eingesetzt wird, erfolgt der Einsatz des Staubbrenners nach Fig. 3 mit gewendelterm Staubrohr 13 an den Stellen, wo in der Staubbrennerachse ein Zündbrenner und/oder eine

Flammenüberwachungseinrichtung installiert werden sollen.

Liste der Verwendeten Bezugszeichen

1	Trockenbraunkohlestaub / Erzeuger oder Bereitsteller	5
2	Druckschleuse	
3	Einspeisebehälter	10
4	Partielle Wirbelschicht	
5	TBK-Förderrohr	15
6	Fördergas	
7	Dampferzeuger	
8	TBK-Staubbrenner	20
9	Verbrennungsluft zum TBK-Staubbrenner	
10	Wiegevorrichtung	25
11	Feuerraum des DE	
12	TBK-Staub	
13	Staubzuführungsrohr des Brenners	30
14	Primärluft	
15	Sekundärluft	35
16	Fördergas	
17	Tertiärluft	
18	Entspannungsgasabführung	40
19	Bespannungsgaszuführung	

Patentansprüche

- Verfahren zur Förderung und Dosierung von Trockenbraunkohlestaub in den Feuerraum von Dampferzeugern mittels pneumatischer Fördertechnik nach
 - Vormahlung der Rohbraunkohle entsprechend den Anforderungen eines Trockners,
 - Trocknung der Rohbraunkohle auf Wassergehalte unter 20 %,
 - Endmahlung der Trockenbraunkohle auf eine

Teilchengrößenverteilung von kleiner 15 Masse-% Rückstand auf einem Sieb mit Maschenweite 1 mm und maximal 55 Masse-% Rückstand auf einem Sieb mit Maschenweite 0,09 mm,

dadurch gekennzeichnet, daß

- der dosierte Transport des Trockenbraunkohlestaubes (TBK-Staub) zum Feuerraum eines Dampferzeugers mittels eines Dichtstromfördersystems bei einer Beladung des Transportgases mit TBK-Staub von mindestens 60 kg TBK-Staub/kg Transportgas bzw. mit einer Förderstromdichte zwischen 100 und 350 kg/m³ erfolgt,
- die Dosierung des TBK-Staubes aus der Wirbelschicht im unteren Bereich eines Einspeisebehälters heraus in mindestens ein Förderrohr, in der Regel in eine Vielzahl von Förderrohren, hinein, die in der Regel der Anzahl von DE-Brennern entspricht, vorgenommen wird und dabei die Wirbelschicht die Aufgabe hat, einen quasi-flüssigen, leicht fließfähigen und stetig förderbaren Zustand des TBK-Staubes in Form einer Trägergas-Staub-Suspension herzustellen,
- die Regelung des Staubmassenstromes und die Beladung jedes Förderrohres separat mit Fördergas im Förderrohr durchgeführt wird
- und der TBK-Staub ohne Abkühlung nach der Trocknung sowie Mahlung dem Dichtstromfördersystem zugeführt wird und zur Druckhaltung bzw. -regelung, zur Erzeugung der Wirbelschicht im Einspeisebehälter sowie zum Transport Wasserdampf oder ein heißes Inertgas, wie z. B. Rauchgas, Stickstoff u. a., verwendet wird, wobei die Temperatur des Transportgases oberhalb der Trocknungsendtemperatur des TBK-Staubes eingestellt wird.

- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Förderrohr in einen separaten Parallelstrombrenner im Bereich des DE-Feuerraumes mündet, in dem über zum Brenner gehörende Verbrennungsluftkanäle Primärluft hoher Geschwindigkeit und verdrahlte Sekundärluft bis zu einer Luftbedarfszahl von ca. $\lambda = 0,8$ zugeführt wird, die den TBK-Staubstrom durch intensive Vermischung und Dispergierung auflösen und im Feuerraum verteilen.
- Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Förderrohre zu einem Brenner geführt werden können.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das als Transportgas verwendete Inertgas adiabat, d. h. ohne Zwischenkühlung, oder mit teilweiser Zwischenkühlung auf etwa 200 °C verdichtet wird. 5

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in das Dichtstromfördersystem fremd aufbereiteter TBK-Staub oder abgekühlter TBK-Staub eingetragen werden und daß als Transportgas ein kaltes Inertgas eingesetzt wird. 10

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dosierung des TBK-Staubes in einen DE-Feuerraum beliebigen Druckniveaus erfolgt. 15

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß in Form einer Leistungsregelung des DE die Zuführung der TBK-Staubmenge in Abhängigkeit vom Dampfbedarf und unabhängig von vorgeschalteten technologischen Stufen geregelt wird. 20

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die pneumatische Förderanlage eine Dichtstromförder- und -dosieranlage mit den folgenden Komponenten darstellt: 25

30

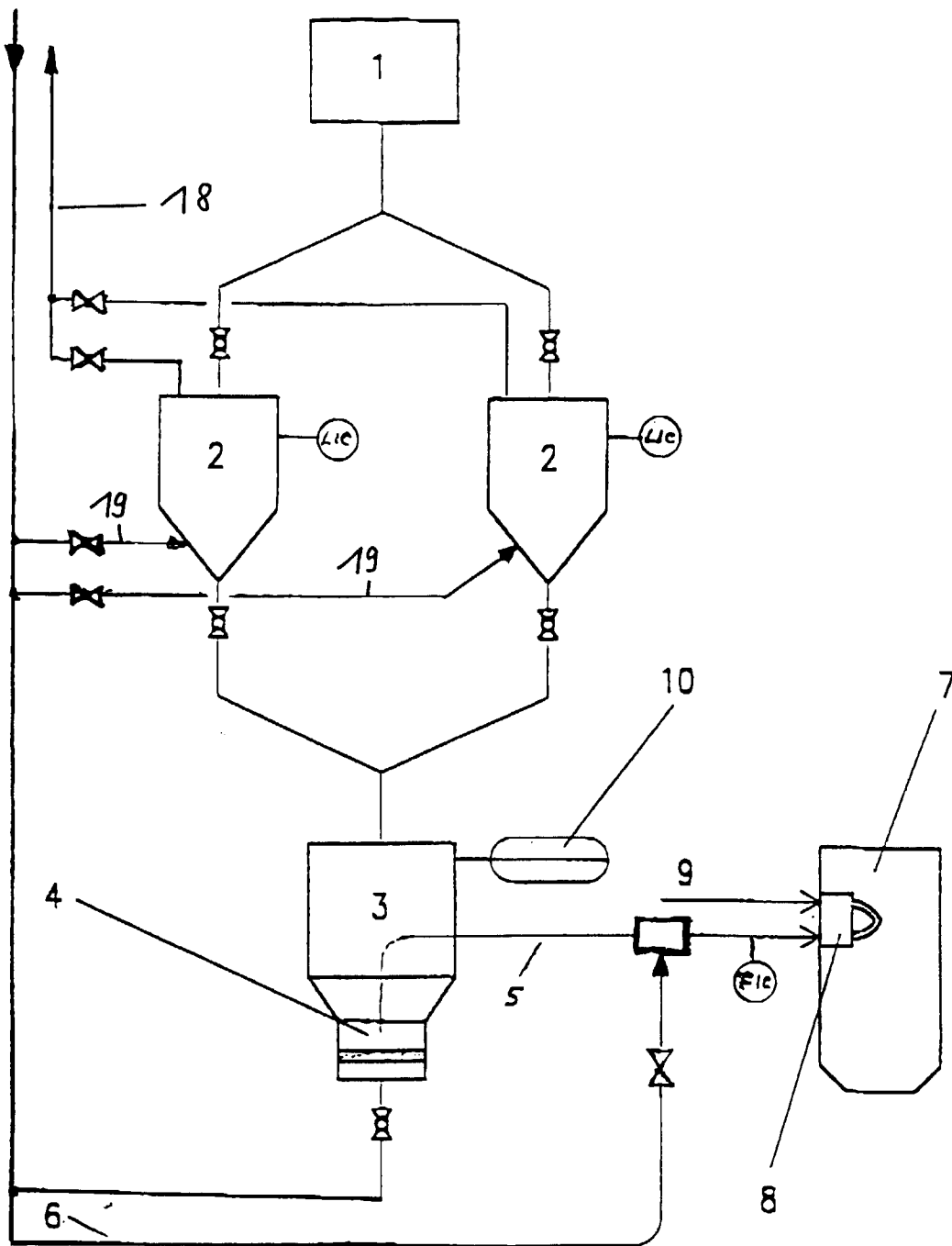
 - mindestens eine füllstandsgesteuerte TBK-Schleuse mit Bespannungs- und Entspannungsgaszuführungen für die Druckangleichung des TBK-Staubes an das Druckniveau des Einspeisebehälters und mit Max./Min.-Füllstandsmeß- sowie -steuereinrichtungen, 35

 - einem Dichtstromeinspeisebehälter mit einem Wirbelboden, einer mechanischen Homogenisiervorrichtung in der Wirbelschicht, einer Wiegevorrichtung zur Massenstromermittlung sowie -regelung und einer Druckmessung sowie -regelung in Abhängigkeit vom TBK-Staubstromsollwert. 40

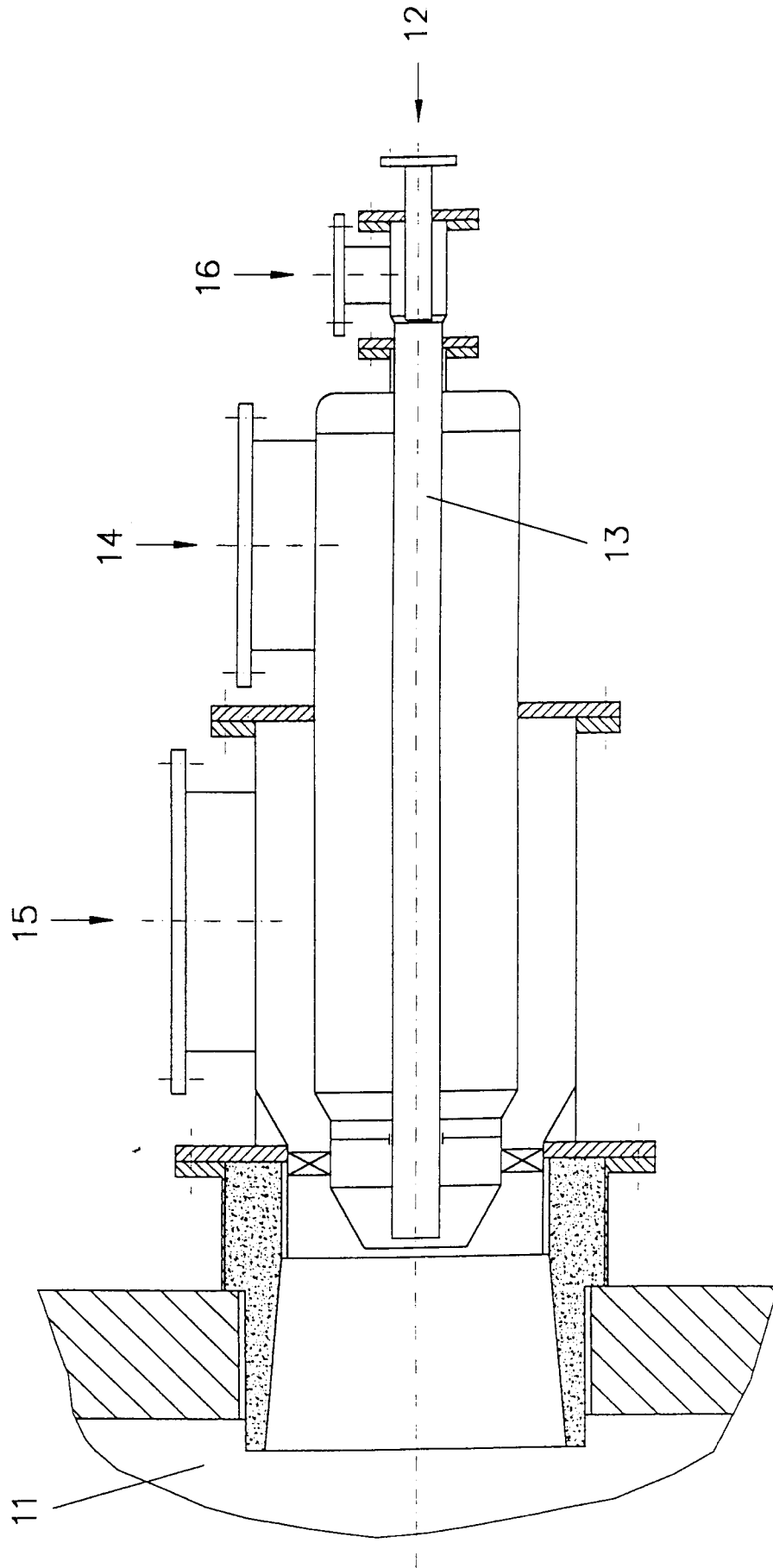
45

9. TBK-Staubbrenner zur Realisierung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß als TBK-Staubbrenner ein Parallelstrombrenner mit zentralem Staubzuführungsrohr verwendet wird. 50

10. TBK-Staubbrenner zur Realisierung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß als TBK-Staubbrenner ein Parallelstrombrenner mit einem gewendelten Staubzuführungsrohr um das zentrale Primärluftzuführrohr verwendet wird. 55



Figur 1



Figur 2

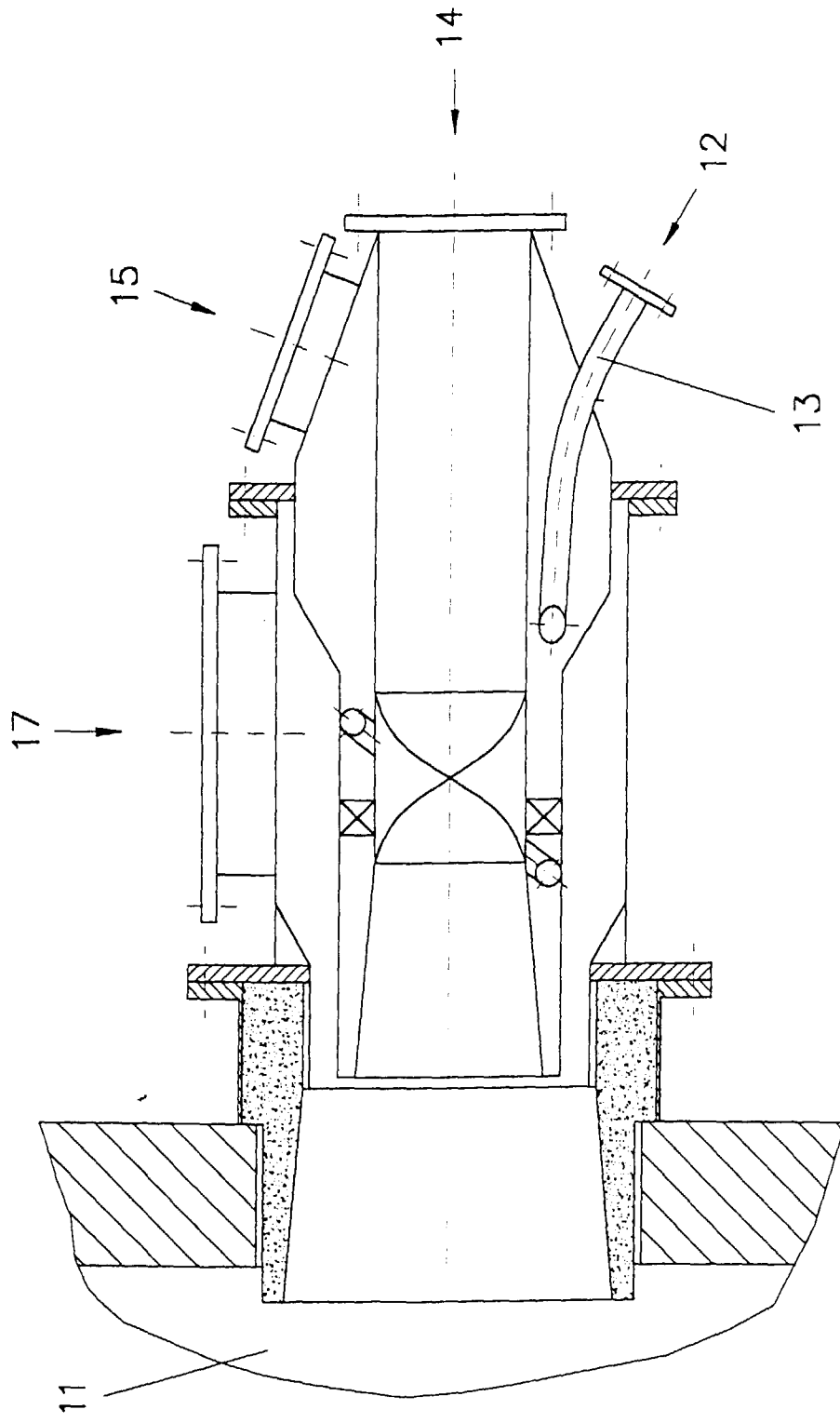


Figure 3