

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 571 722 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **93103730.3**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **F23G 5/04, F23G 5/46**

(22) Anmeldetag: **09.03.93**

(30) Priorität: **29.05.92 DE 4217729**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.12.93 Patentblatt 93/48**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH DE DK FR LI NL SE**

(71) Anmelder: **ZEMENTANLAGEN- UND  
MASCHINENBAU GMBH DESSAU**  
**Brauereistrasse 13**  
**D-06847 Dessau(DE)**

(72) Erfinder: **Dahm, Bernd, Dr. rer. nat.**  
**Otto-Braun-Strasse 66**  
**O-5300 Weimar(DE)**  
Erfinder: **Frölich, Jürgen**  
**Am Schönblick 11**  
**O-5300 Weimar(DE)**  
Erfinder: **Neubert, Eckart, Dipl.-Ing.**  
**Rudi-Richter-Strasse 12**  
**O-4500 Dessau(DE)**  
Erfinder: **Assmus, Reinhard, Dr.-Ing.**  
**Gropiusallee 52**  
**O-4500 Dessau(DE)**  
Erfinder: **Schmeer, Klaus-Dieter, Dipl.-Ing.**  
**Hasenwinkel 27**  
**O-4500 Dessau(DE)**

(74) Vertreter: **Bürger, Peter, PAss. Dipl.-Ing.**  
**Gartenstrasse 2**  
**D-06779 Raguhn (DE)**

(54) **Verfahren und anlagentechnische Schaltung zur Trocknung und Verbrennung von Abfallstoffen.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und die dazugehörige anlagentechnische Schaltung zur Trocknung und Verbrennung von Abfallstoffen, insbesondere von Klärschlamm, wobei die Abfallstoffe nach mechanischer und thermischer Entwaesserung und Trocknung verbrannt werden.

Erfindungsgemäß erfolgt das dadurch, das die thermisch getrockneten Abfallstoffe aufgemahlen,

und danach in einem Reaktor pulsierend verbrannt werden, und dasz ein Teil der thermisch getrockneten Abfallstoffe mit einer Korngrösze < 1mm als Rückfuehrgut dein Prozesz nach der mechanischen Entwaesserung wieder aufgegeben wird, und das die Waermeenergie der Abgase der pulsierenden Verbrennung durch indirekten Waermetausch als Trocknungsenergie verwendet wird.

EP 0 571 722 A2

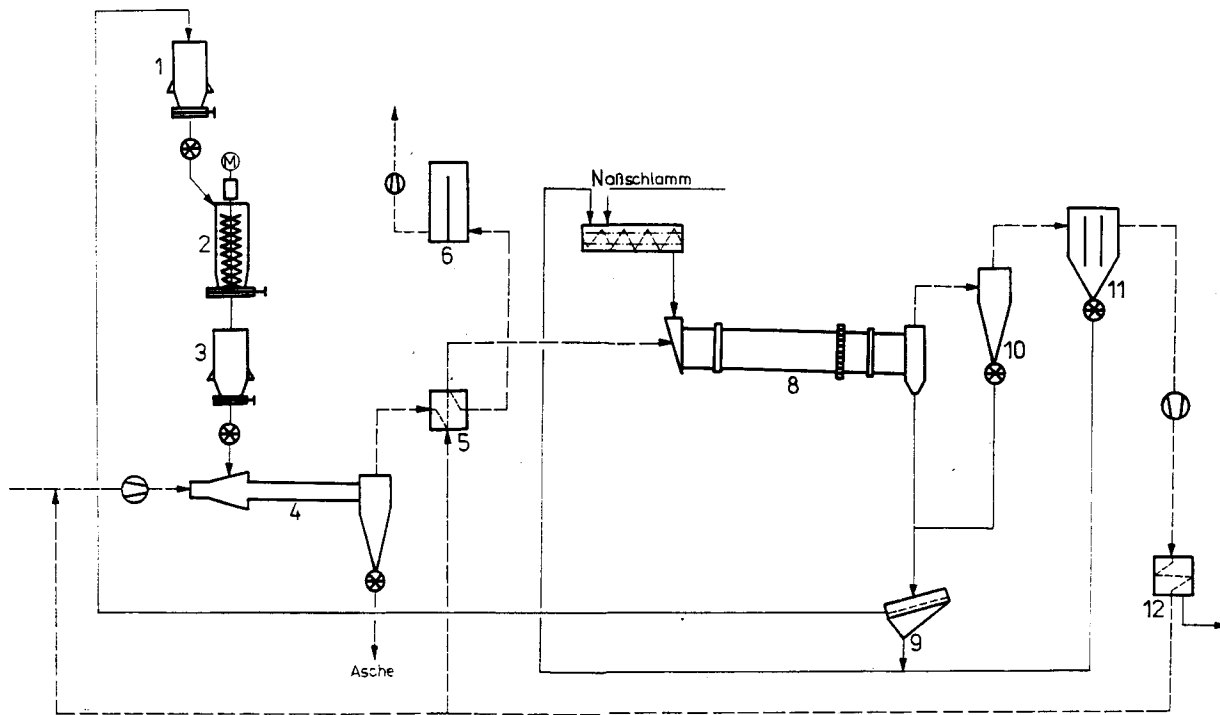


Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und die dazugehoehrige anlagentechnische Schaltung zur Trocknung und Verbrennung von Abfallstoffen, insbesondere von Klaerschlam, wobei die Abfallstoffe nach mechanischer und thermischer Entwaesserung verbrannt werden

Durch die staendig steigenden Anforderungen an die Abwasserreinigung erhoehrt sich die Menge an Klaerschlam. Im Jahre 2000 ist von ca. 3,3 Mill. Tonnen Trockensubstanz auszugehen, die entsorgt bzw. verwertet werden muessen.

Eine Deponierung wird fuer die Zukunft auf zwei Gruenden schwieriger. Erstens wird die Schaffung von genuegend Deponieraum immer problematischer und zweitens wird die Ablagerung organischer Substanzen nach Einfuehrung der TA Siedlungsabfall immer mehr eingeschaenkt.

Die Akzeptanz fuer eine landwirtschaftliche Nutzung ist auf Grund der Schadstoffgehalte kaum gegeben. Fuer diese Art der Verwertung kommen somit nur wenig belastete Klaerschlaemme in Frage. Somit bietet sich als einzige Alternative die thermische Verwertung an.

Zur thermischen Verwertung von Klaerschlaemmen sind eine Vielzahl von Verfahren entwickelt worden bei denen die Klaerschlaemme nach einer Trocknung verbrannt werden. Die dabei entstandene Abwaerme wird teilweise zur Gewinnung von Nutzenergie und teilweise zur Trocknung des Klaerschlammes verwendet.

Diese Verfahren haben den Nachteil, dass der Verbrennung des getrockneten Schlammes eine aufwendige Rauchgaswaesche nachgeschaltet werden muss. Ferner entstehen bei der Schlamm Trocknung geruchsbelaeestigende Brueden, deren Geruchstoffe kostenaufwendig beseitigt werden muessen.

Zur Beseitigung dieser Nachteile ist es gemas der DE 35 42 004 bekannt, Schlaemme aus Klaeranlagen beim Zementherstellungsprozess thermisch zu verwerten. Dabei werden die Schlaemme mit einem Teil der bei der Zementklinkerkuehlung anfallenden heissen Abluft getrocknet und danach dem Zementklinkerherstellungsprozess als Sekundaerbrennstoff zugefuehrt. Durch die hohen Betriebstemperaturen ist eine sichere Entsorgungsmoeglichkeit der Klaerschlaemme gegeben. Die in den Klaerschlammen enthaltenen Schadstoffe werden immobil im erzeugten Zementklinker eingebunden.

Nachteilig dabei ist, dass fuer die Klaerschlaemme teilweise lange Anfahrtswege benoetigt werden um sie in einem Zementwerk verwerten zu koennen. Ausserdem werden durch die Hg- und Cl-Gehalte des Klaerschlammes die Einsatzgrenzen fuer die Zugabe des Klaerschlammes als Sekundaerbrennstoff beim Zementherstellungsprozess bestimmt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und die dazugehoehrige anlagentechnische Schaltung zur Trocknung und Verbrennung von Abfallstoffen, insbesondere von Klaerschlam, zu entwickeln, mit dem wirtschaftlich und ohne zusaetzliche Belastung der Umwelt eine vollstaendige Verbrennung der organischen Schad- und Geruchstoffe bei einer hohen Verfuegbarkeit der Anlage erreicht wird.

Erfindungsgemaesz wird das dadurch erreicht, dass die Abfallstoffe, insbesondere Klaerschlam, nach mechanischer Entwaesserung und thermischer Trocknung durch heisse Umluft aufgemahlen und danach in einem Pulsationsreaktor pulsierend verbrannt werden, wobei die Abfallstoffe gleichzeitig als ein Teil des Brennstoffbedarfs fuer die pulsierende Verbrennung dienen.

Ein Teil der thermisch getrockneten Abfallstoffe mit einer Korngroesse < 1mm wird als Rueckfuehrgut dem Prozess nach der mechanischen Entwaesserung wieder aufgegeben, um sie dort mit dem entwaesserten Naszschlam zu einem homogenen rieselfaehigen Gut zu verarbeiten.

Die Umluft zur thermischen Trocknung des rieselfaehigen Gutes wird durch indirekten Waermetausch mit den Abgasen der pulsierenden Verbrennung aufgeheizt und einem Drehroehrtrockner zugefuehrt.

Die anlagentechnische Schaltung zur Trocknung und Verbrennung von Abfallstoffen besteht aus einem Drehroehrtrockner zur thermischen Trocknung des bereits vorher mechanisch entwaesserten und rieselfaehig gemachten Gutes, dem materialseitig eine Aufbereitungsanlage und gasseitig ein Grobabscheider, ein Filter und ein Kondensator nachgeschaltet sind.

Die Aufbereitungsanlage besteht aus einer an sich bekannten Mahlanlage zur Aufmahlung der thermisch getrockneten Abfallstoffe. Ein Teil der thermisch getrockneten Abfallstoffe mit einer Korngroesse < 1 mm wird mittels einer Siebmaschine oder einem Siebtrichter abgeschieden und ueber eine Materialleitung dem materialseitig dem Drehroehrtrockner vorgeschalteten Doppelwellenmischer als Rueckfuehrgut zugefuehrt. Der in einer Ruehrwerkskugelmuehle oder Federrollenmuehle aufgemahlene thermisch getrocknete Abfallstoff wird ueber ein Zwischensilo dem nachgeschalteten Pulsationsreaktor zur Verbrennung aufgegeben.

Die heissen Abgase, die bei der Abfallverbrennung im Pulsationsreaktor entstehen, werden ueber eine Leitung einem Rekuperator zugefuehrt, in den ebenfalls die Umluftleitung von dem Kondensator muen-det. Die im Rekuperator indirekt aufgeheizte Umluft von dem Kondensator wird ueber eine Rohrleitung dem Drehroehrtrockner wieder zugefuehrt. Die Abgase des Pulsationsreaktors werden nach verlassen des Rekuperators einer Abgasreinigung

aufgegeben.

Der Vorteil der erfindungsgemaeszen Loesung besteht darin, dasz durch den einfachen und robusten Aufbaueiner Trocknungsanlage mit indirekt beheiztem Drehrohrtrockner eine hohe Verfuegbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Anlage erreicher wird. Ausserdem wird durch die anlagentechnische Schaltung ein durchgehender Betrieb ohne dauernde Bedienung der Anlage erzielt. Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens und der Anlage wird auch dadurch erreicht, dasz die fuehlbare Waerme der bei der Verbrennung der Abfallstoffe entstehenden heissen Abgase durch indirekten Waermetausch mit der Umluft des Trocknerkreislaufes genutzt werden kann. Ausserdem wird der fuer die Verbrennung der Abfallstoffe benoetigte Brennstoff teilweise oder gaenzlich durch die Abfallstoffe selbst geliefert, so dasz auch eine wirtschaftliche Verbrennung der Abfallstoffe erfolgt.

Durch die hohen Temperaturen im Pulsationsreaktor erfolgt eine vollstaendige Verbrennung der organischen Schad- und Geruchsstoffe mit einem geringen Ascheanfall, der dann problemlos deponiert werden kann. Schwermetalle werden immobil in der Asche eingelagert.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht in der lufttechnischen Trennung des Trocknerkreislaufes von dem Heizkreislauf zur Verbrennung der Abfallstoffe.

Die Erfindung wird anhand von Ausfuehrungsbeispielen naeher erlaeutert. Die dazugehoerige Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: die erfindungsgemaesze anlagentechnische Schaltung zur Trocknung und Verbrennung von Abfallstoffen

Fig. 2: eine Variante der erfindungsgemaeszen Schaltung zur Trocknung und Verbrennung von Abfallstoffen

Gemaesz Figur 1 wird der zu verwertende Klaerschlam in einer nichtdargestellten bekannten Entwaesserungseinrichtung mechanisch entwaessert. In einem Doppelwellenmischer 7 wird der mechanisch entwaesserte Naszschlamm mit bereits thermisch getrocknetem Klaerschlam, der eine Korngroesze  $< 1\text{ mm}$  besitzt, zu einem homogenen rieselfaehigen Gut vermischt. Dieser rieselfaehige Klaerschlam wird zur thermischen Trocknung einem speziell fuer Klaerschlam modifizierten Drehrohrtrockner 8 aufgegeben, in dem er durch heisse Umluft konvektiv getrocknet wird.

Die mit Wasserdampf beladenen Brueden werden in einem Grobabscheider 10 und einem Filter 11 von dem mit der Umluft mitgerissenen thermisch getrocknetem Material getrennt. Die gereinigten Brueden werden in einem nachgeschalteten Kondensator 12 abgekuehlt. Dabei geben sie den Groszteil ihrer Wasserbeladung ab. Das abfliessende Kondensat wird zurueck in die Klaeranlage gefuehrt.

ehrt.

Das im Grobabscheider 10 abgeschiedene Material wird ueber eine Materialleitung dem aus dem Drehrohrtrockner 8 kommenden Material zugefuehrt. In einer dem Drehrohrtrockner materialseitig nachgeschalteten Siebmaschine 9 erfolgt eine Trennung des thermisch getrockneten Klaerschlammes in eine oder mehrere Kornfraktionen. Die abgeseibte Kornfraktion  $< 1\text{ mm}$  wird zusammen mit dem im Filter 11 abgeschiedenen Material als Rueckfuehrgut dem Doppelwellenmischer 7 aufgegeben.

Die in der Siebmaschine 9 anfallende groebere Fraktion  $> 1\text{ mm}$  wird einem Vorratssilo 1 zugefuehrt. Nach Aufmahlung des thermisch getrockneten Klaerschlammes mit einer Korngroesze  $\geq 1\text{ mm}$  in einer Ruehrwerkskugelmuehle 2 wird das aufbereitete Material ueber ein Zwischensilo 3 zur Verbrennung einem Pulsationsreaktor 4 aufgegeben, wobei der getrocknete Klaerschlam gleichzeitig einen Teil des fuer die Trocknung benoetigten Brennstoffes ersetzt. Infolge der hohen Temperaturen erfolgt eine vollstaendige Verbrennung der organischen Schad- und Geruchsstoffe im Pulsationsreaktor 4.

Als Verbrennungsluft fuer die pulsierende Verbrennung wird dem Pulsationsreaktor 4 Frischluft und der Teil der vom Kondensator 12 abgefuehrten Trocknerluft zugefuehrt, der nicht unmittelbar zur Trocknung benoetigt wird.

Nach der Verbrennung des Klaerschlammes wird die anfallende Asche aus dem System ausgelesen und die heissen Rauchgase einem Rekuperator 5 zugefuehrt. Im Rekuperator 4 gibt das heisse Rauchgas seine fuehlbare Waerme durch indirekten Waermetausch an die von dem Kondensator 12 kommende Trocknerluft ab. Die aufgeheizte Trocknerumluft wird wieder dem Drehrohrtrockner 8 und die abgekuehlten Rauchgase von der pulsierenden Verbrennung werden einer Abgasreinigung 6 zugefuehrt.

Die Figur 2 zeigt eine Variante der erfindungsgemaeszen Schaltung zur Trocknung und Verbrennung des Klaerschlammes. Der wesentliche Unterschied gegenueber der Variante 1 besteht darin, dasz die Aufmahlung des thermisch getrockneten Klaerschlammes in einer Federrollenmuehle 13 an Stelle der Ruehrwerkskugelmuehle 2 erfolgt. Dabei wird der im Drehrohrtrockner 8 thermisch getrocknete Klaerschlam ueber eine Materialleitung einer Federrollenmuehle 13 zur Aufmahlung aufgegeben. Ueber ein Becherwerk 14 gelangt der aufgemahlene Klaerschlam in einen Umluftsichter 15, wobei die im Umluftsichter 15 abgeschiedenen Griesze einem Foerderer 16 zugefuehrt werden. Dabei wird eine Teilmaterialmenge als Rueckfuehrgut dem Doppelwellenmischer 7 aufgegeben waehrend der andere Teil der Federrollenmuehle 13 wieder zugefuehrt wird.

Das im Grobabscheider 10 und im Filter 11 abgeschiedene Material gelangt ueber eine gemeinsame Materialleitung in das Becherwerk 14 und/oder in das dem Umluftsichter 15 nachgeschaltete Zwischensilo 3.

Das aufbereitete Material aus dem Zwischensilo 3 wird, wie in Variante 1 beschrieben, zur Verbrennung einem Pulsationsreaktor 4 aufgegeben, wobei ebenfalls die heissen Rauchgase des Pulsationsreaktors 4 zum indirekten Waermetausch mit der Trocknerumluft genutzt werden.

#### Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

1. Vorratssilo
2. Ruehrwerkskugelmuehle
3. Zwischensilo
4. Pulsationsreaktor
5. Rekuperator
6. Abgasreinigung
7. Doppelwellenmischer
8. Drehrohrtrockner
9. Siebmaschine
10. Grobabscheider
11. Filter
12. Kondensator
13. Federrollenmuehle
14. Becherwerk
15. Umluftsichter
16. Foerderer

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Trocknung und Verbrennung von Abfallstoffen, insbesondere Klaerschamm, wobei die Abfallstoffe nach mechanischer und thermischer Entwaesserung verbrannt werden, **gekennzeichnet** dadurch, dass die thermisch getrockneten Abfallstoffe aufgemahlen und danach in einem Reaktor pulsierend verbrannt werden, und dass ein Teil der thermisch getrockneten Abfallstoffe mit einer Korngroesse < 1mm als Rueckfuehrgut dem Prozess nach der mechanischen Entwaesserung wieder aufgegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet** dadurch, dass die Waermeenergie der Abgase der pulsierenden Verbrennung durch indirekten Waermetausch als Trocknungsenergie verwendet wird.
3. Anlagentechnische Schaltung zur Trocknung und Verbrennung von Abfallstoffen, insbesondere von Klaerschamm, unter Verwendung von mechanischen Entwaesserungseinrichtungen, thermischen Trocknungseinrichtungen, wie Drehrohrtrockner, und einer Verbrennungsein-

richtung, **gekennzeichnet** dadurch, dass dem Drehrohrtrockner (8) materialseitig eine an sich bekannte Mahlanlage, ein Zwischensilo (3) und ein Pulsationsreaktor (4) und gasseitig ein Grobabscheider (10), ein Filter (11) und ein Kondensator (12) nachgeschaltet sind, und dass die Abgasleitung des Pulsationsreaktors (4) und die Umlufleitung der Bruedenkondensation (12) in einen Rekuperator (5) munden, in dem das Trocknergas von dem Kondensator (12) durch indirekten Waermetausch aufgeheizt und ueber eine zwischen Rekuperator (5) und Drehrohrtrockner (8) angeordnete Rohrleitung dem Drehrohrtrockner (8) zugefuehrt wird.

4. Anlagentechnische Schaltung nach Anspruch 3, **gekennzeichnet** dadurch, dass eine Teilabgasleitung von dem Kondensator (12) in die Verbrennungsluftzufuehrungsleitung des Pulsationsreaktors (4) muen-det.

5. Anlagentechnische Schaltung nach Anspruch 3 und 4, **gekennzeichnet** dadurch, dass die dem Drehrohrtrockner (8) nachgeschaltete Mahlanlage aus einer Siebmaschine (9) mit nachgeschaltetem Vorratssilo (1) und Ruehrwerkskugelmuehle (2) besteht..

6. Anlagentechnische Schaltung nach Anspruch 3 bis 5, **gekennzeichnet** dadurch, dass die Siebmaschine (9) zur Abfuehrung der Abfallstoffe  $\geq 1$  mm ueber eine Materialleitung mit dem Vorratssilo (1) verbunden ist.

7. Anlagentechnische Schaltung nach Anspruch 3, bis 6, **gekennzeichnet** dadurch, dass die Materialleitung des Filters (11) und die Materialleitung der Siebmaschine (9), in der die Kornfraktion < 1mm abgefuehrt wird, gemeinsam in dem materialseitig vor dem Drehrohrtrockner (8) angeordneten Doppelwellenmischer (7) munden.

8. Anlagentechnische Schaltung nach Anspruch 3 bis 7, **gekennzeichnet** dadurch, dass die Materialleitung des Grobabscheiders (10) in die zwischen Drehrohrtrockner (8) und Siebmaschine (9) angeordnete Materialleitung muen-det.

9. Anlagentechnische Schaltung nach Anspruch 3 und 4, **gekennzeichnet** dadurch, dass die dem Drehrohrtrockner (8) nachgeschaltete Mahlanlage aus einer Federrollenmuehle (13) mit nachgeschaltetem Sichtaggregat, beispielsweise Becherwerk (14) und Umluftsichter (15), besteht.

10. Anlagentechnische Schaltung nach Anspruch 3, 4 und 9, **gekennzeichnet** dadurch, dass die Materialleitungen des Grobabscheiders (10) und des Filters (11) in eine gemeinsame Materialleitung die in das Becherwerk (14) und/oder in das Zwischensilo (3) mündet. 5

11. Anlagentechnische Schaltung nach Anspruch 3, 4, 9, und 10, **gekennzeichnet** dadurch, dass die Griesleitung des Umluftsichters (15) mit einem Foerderer (16) verbunden ist, und das eine Materialleitung des Foerderers (16), in der ein Teil der Abfallstoffe mit einer Kornfraktion < 1 mm abgefuehrt wird, mit dem Doppelwellenmischer (7) verbunden ist. 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55

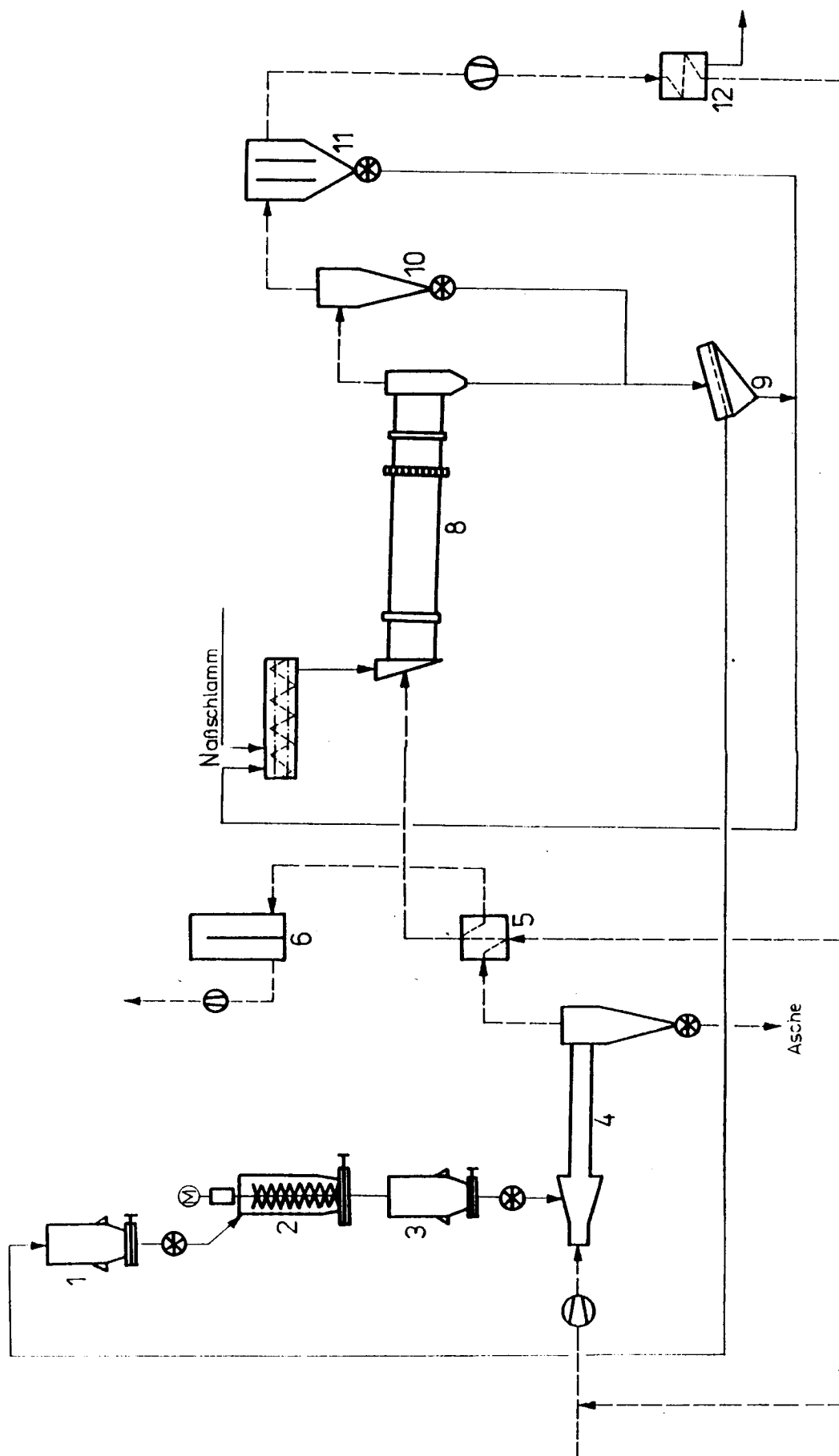


Fig. 1

Fig. 2

