



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 26 B / 282 414 3

(22) 04.11.85

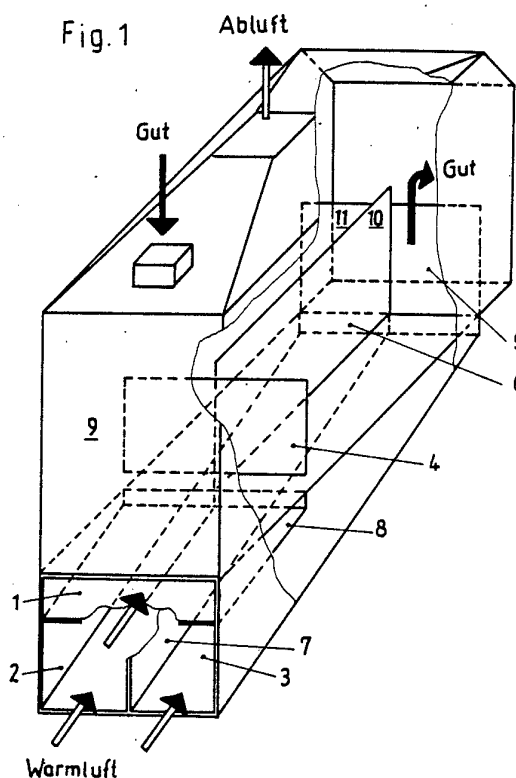
(44) 28.01.87

(71) Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Anlagenbau Petkus, Betriebsteil Mälzerei- und Speicherbau, 5010 Erfurt, Sorbenweg 7/9, DD

(72) Baumert, Hans-Heinrich, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren und Einrichtung zur energiesparenden Wirbelschichttrocknung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur energiesparenden Wirbelschichttrocknung für rieselfähige Güter in der Landwirtschaft, der Nahrungsmittelindustrie, Brennstofftechnik oder chemischen Industrie. Das Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Einrichtung zur energiesparenden Trocknung in Wirbelschicht-Horizontaltrocknern zu schaffen, die aufgabengemäß bei impulsartiger Zuführung des Trocknungsmediums insbesondere zu einer höheren Ausnutzung dessen Trocknungspotentials führt. Entsprechend dem Wesen der Erfindung wird der zu trocknende Schüttgutstrom zuerst als ganzer einer Wärmebehandlung unterworfen und danach in parallele Teilströme aufgespalten, die das Trocknungsmedium wechselweise beaufschlagt. Während gutabhängig bestimmter Verzögerungszeiten ruht das Gut in den parallel angeordneten Kammern (10, 11) der erfindungsgemäßen Einrichtung. Fig. 1



Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur energiesparenden Wirbelschichttrocknung von rieselfähigem, pulverförmigem oder körnigem Gut, in einem in mehrere Kammern unterteiltem Wirbelschicht-Horizontaltrockner mit getrennter und partiell impulsartiger Zuführung des Trocknungsmediums in die Kammern, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zu trocknende Gutstrom nach dem Passieren einer Anzahl hintereinander (9) geschalteter Kammern, vorzugsweise einer Kammer, in parallele Teilströme aufgespalten und diese durch eine Anzahl, vorzugsweise zwei, parallel zueinander liegende Kammern (10, 11) geführt werden, die das Trocknungsmedium wechselweise beaufschlagt.
2. Verfahren zur energiesparenden Wirbelschichttrocknung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß entsprechend der durchzusetzenden Menge und Art des zu trocknenden Gutes die Höhe eines ausgangsseitig angeordneten Überlaufwehres (5) und die Grundlast des Volumenstromes des Trocknungsmediums in die Kammern (9, 10, 11) des Trockners (20) entsprechend dem Wirbelbild in den Kammern (9) für den Gesamtgutstrom eingestellt werden, wobei die Einstellung des Volumenstromes des Trocknungsmediums im Hauptstrom desselben erfolgt, d. h. die Summe der den einzelnen Kammern (9, 10, 11) zugeführten Ströme des Trocknungsmediums erfaßt.
3. Verfahren zur energiesparenden Wirbelschichttrocknung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß während bestimmter Zeitabschnitte (Verzögerungszeiten t_v) das Trocknungsmedium keinem der Teilströme des zu trocknenden Gutes, wohl aber dem Gesamtstrom desselben in der/den vorgelagerten Kammer(n) (9) zugeführt wird.
4. Verfahren zur energiesparenden Wirbelschichttrocknung nach den Ansprüchen 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß in Abhängigkeit von einer Regelgröße des zu trocknenden Gutes und dessen Ausgangszustand die Pulsationsfrequenz des Trocknungsmediums in die parallel liegenden Kammern (10, 11) und die Verzögerungszeit (t_v) verändert wird.
5. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1, 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich an eine Anzahl, vorzugsweise eine, in Reihe angeordneter Kammer(n) (9) für den Gesamtstrom des zu trocknenden Gutes, die den gesamten Trocknerquerschnitt erfaßt/erfassen, eine Anzahl, vorzugsweise zwei, parallel angeordneter Kammern (10, 11) anschließt, die gegeneinander abgeschlossen sind.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Trocknungseinrichtung einen zusätzlichen Regelkreis aufweist, der Meßeinrichtungen für die verfahrensrelevanten Zustände des Behandlungsgutes am Ein- und Ausgang des Wirbelschichthorizontaltrockners und einen Regler zur Einstellung der Pulsationsfrequenz des Trocknungsmediums in die parallel liegenden Kammern (10, 11) und der Verzögerungszeit (t_v) umfaßt.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur energiesparenden Wirbelschichttrocknung für rieselfähiges, pulverförmiges oder körniges Gut in Wirbelschichthorizontaltrocknern. Sie kann in der Landwirtschaft, der Nahrungsmittelindustrie, der Brennstofftechnik oder in der chemischen Industrie zur Anwendung kommen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Trocknung von schüttfähigen Gütern wird in vielen Fällen seit Jahren die Wirbelschichttechnik angewandt. In einer Vielzahl von Veröffentlichungen sind verschiedene Vorrichtungen und Ausführungsformen dazu beschrieben worden. In Wirbelschichthorizontaltrocknern bildet sich die Wirbelschicht des zu trocknenden Gutes auf einem von unten mit dem Trocknungsmedium beaufschlagten Siebboden aus, wobei das Behandlungsgut in kontinuierlicher Weise nacheinander mehrere Kammern durchläuft, die durch Unterlaufwehre voneinander getrennt sind und auf diese Weise eine Verbesserung der Strömungsverhältnisse in der Wirbelschicht und des Verweilzeitverhaltens der Teilchen des Behandlungsgutes gewährleisten. Eine neuere Beschreibung eines Wirbelschichttrockners dieser Art findet sich in der Zeitschrift „Lebensmittelindustrie“ Berlin 32 (1985) 4, S. 176 f.

Im Sinne der Ermöglichung eines Getreide-Recyclings können die einzelnen Kammern auch völlig separat voneinander und nebeneinander angeordnet zu einer baulichen Einheit zusammengefaßt sein, wobei in diesem Fall jedoch zusätzliche Förder- und Zwischenlagerungsmöglichkeiten vorgesehen werden müssen (UdSSR-Urheberschein 909501).

Auch Redundanzschaltungen sind für Wirbelschichttrockner vorgeschlagen worden (DE-OS 34 09 135).

Ein Nachteil dieser technischen Lösungen besteht darin, daß die Luftmenge im Wirbelschichttrockner durch das Wirbelverhalten des Behandlungsgutes bestimmt wird und daher selbst bei Nennleistung in den ausgangsseitig liegenden Kammern ein Warmluftüberangebot resultiert. Als Folge davon liegt die Ablufttemperatur des Wirbelschichttrockners und auch der spezifische Wärmeverbrauch der Trocknung z. B. gegenüber dem Dächerschachttrockner höher. Die Abluft ist nicht mit Wasserdampf gesättigt. Für Dächerschachttrockner ist oftmals, insbesondere für kapillarporöse Güter, eine sogenannte Schwitz- oder Diffusionszone vorgesehen, in der gar keine oder nur eine geringe Umströmung des Gutes durch das Trocknungsmedium erfolgt und in der nach dem Abtrocknen der oberflächlichen Feuchtigkeit der Transport der Feuchtigkeit aus dem Korninneren vor sich geht.

Ein weiterer Nachteil der bekannten Wirbelschichthorizontaltrockner besteht darin, daß bei einer durch Wechsel der Gutart, Verringerung des Gutdurchsatzes und/oder der Eingangsfeuchte gegenüber der Nennleistung bedingten Reduzierung der Trocknerleistung die Temperatur des Trocknungsmediums gesenkt werden muß, um die vorgegebene Endfeuchte zu erreichen.

Aus der Literatur sind auch Wirbelschichttrockner mit diskontinuierlicher bzw. impulsartiger Zuführung des Trocknungsmediums bekannt (Chemie-Ingenieur-Technik 23 [1960] 4, S. 253–257). Bei gleichbleibender Verweilzeit des Gutes und Trocknerleistung (Durchsatz und Feuchteentzug) kann dadurch die eingesetzte Menge des Trocknungsmediums reduziert werden, und es ist die Möglichkeit gegeben, auch fließunwillige Haufwerke einer gleichmäßigen Wirbelschichtbehandlung zu unterziehen (DD-WP 140635 und 201490). Die Zuführung des Trocknungsmediums erfolgt dabei entweder zur gesamten Trockenzone (z. B. Die Mühle + Mischfüttertechnik 117 [1980] 14, S. 176f., DE-OS 2634267, UdSSR-Urheberschein 846943), zu einem Teil der Trockenzone, wobei durch entsprechende Luftverteilereinrichtungen, beispielsweise eine umlaufende Wellenfront aufgebaut wird (z. B. DE-AS 2512988), oder zu hintereinanderliegenden Kammern gleicher oder unterschiedlicher Größe (z. B. DE-AS 2753409, CH-PS 518510).

Der Nachteil dieser technischen Lösungen ist, daß das Grundproblem der Anpassung der Menge des eingesetzten Trocknungsmediums an die wechselnden Ausgangsbedingungen des Gutes nicht gelöst und daher das Trocknungspotential des Behandlungsmediums nur unzureichend ausgenutzt wird.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Einrichtung zur energiesparenden Trocknung in Wirbelschichthorizontaltrocknern zu schaffen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Einrichtung zur energiesparenden Trocknung in Wirbelschichthorizontaltrocknern zu schaffen, bei denen unter Anwendung des Prinzips der impulsartigen Zuführung des Trocknungsmediums die aufgezeigten Nachteile der bekannten technischen Lösungen überwunden werden.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Strom des rieselfähigen, pulverförmigen oder körnigen Gutes in einem in Kammern unterteilten Wirbelschichthorizontaltrockner bei partiell getrennter und impulsartiger Zuführung des Trocknungsmediums in die Kammern nach dem Passieren einer Anzahl hintereinander angeordneter Kammern, vorzugsweise einer Kammer, in parallele Teilströme aufgespalten und diese durch eine Anzahl, vorzugsweise zwei, parallel zueinander liegende Kammern geführt werden, die das Trocknungsmedium wechselweise beaufschlagt.

Entsprechend der durchzusetzenden Menge und Art des zu trocknenden Gutes wird die Höhe eines ausgangsseitig angeordneten Überlaufwehres und entsprechend dem Wirbelbild in der/den Kammer(n) für den Gesamtgutstrom wird der Grundlast des Volumenstromes des Trocknungsmediums in die Kammern des Trocknungsgutes eingestellt, wobei die Einstellung des Volumenstromes des Trocknungsmediums im Hauptstrom desselben erfolgt, d. h. die Summe der den einzelnen Kammern zugeführten Ströme am Trocknungsmedium erfaßt.

Eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß während bestimmter Zeitabschnitte (Verzögerungszeiten) das Trocknungsmedium keinem der Teilströme des zu trocknenden Gutes wohl aber dem Gesamtstrom desselben in der/den vorgelagerten Kammer(n) zugeführt wird. Diese Verzögerungszeit sowie die Pulsationsfrequenz werden in Abhängigkeit von einer Regelgröße des zu trocknenden Gutes, wie der Trockengutfeuchte, dem Feuchteentzug beim Durchgang durch den Trockner, der Gutausgangstemperatur oder dgl. und dessen Ausgangszustand verändert.

Die Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß sich an eine Anzahl, vorzugsweise einer, in Reihe angeordneter Kammer(n) für den Gesamtstrom des zu trocknenden Gutes, die den gesamten Trocknungsquerschnitt erfassen/erfaßt, eine Anzahl, vorzugsweise zwei, parallel angeordneter Kammern anschließt, die gegeneinander abgeschlossen sind.

Neben den bekannten Regelkreisen, z. B. zur Einstellung der Wirbelschichttemperatur, weist die erfindungsgemäße Einrichtung einen zusätzlichen Regelkreis auf, der Meßeinrichtungen für die verfahrensrelevanten Zustände des Behandlungsgutes am Ein- und Ausgang in den Wirbelschichthorizontaltrockner und einen Regler zur Einstellung der Pulsationsfrequenz und der Verzögerungszeit umfaßt. Diese technische Lösung schließt ein, daß die verfahrensrelevanten Zustandsgrößen des Gutstromes durch Out-stream-Messungen ermittelt und danach der Regler manuell eingestellt oder daß eine In-stream-Messung der genannten Größen mit Signalverarbeitung und Ausgabe des Stellgrößensignals entsprechend einem gutabhängig vorgegebenen Programm in einem Mikroprozessor erfolgt, wobei die Einstellung der zulässigen Wirbelschichtgrenztemperatur integriert ist.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1: einen Wirbelschichthorizontaltrockner in Kavalierperspektive

Fig. 2: das Fließbild einer Wirbelschichttrocknungsanlage

Fig. 3: die Darstellung des Volumendurchflusses der Warmluft über der Zeit:

a — in Kammer 1

b — in Kammer 2

c — in Kammer 3

Der Wirbelschichthorizontaltrockner Fig. 1 enthält drei Warmluftkammern 1, 2, 3, die durch Trennwände 7, 8 voneinander abgeteilt sind, zur Durchführung des Trocknungsmediums zu den Gutbehandlungskammern 9, 10, 11. Die erste Kammer 9 ist zur Aufnahme des gesamten Gutstromes bestimmt. Sie wird durch ein Unterlaufwehr 4 von den in Reihe dahinter und parallel zueinander liegenden Gutbehandlungskammern 10, 11 für die Teilströme des zu trocknenden Gutes getrennt. Die parallel zueinander liegenden Gutbehandlungskammern 10, 11 werden am entgegengesetzten Ende durch ein höhenverstellbares

Überlaufwehr 5 begrenzt. Gegeneinander sind sie durch eine Trennwand 6 abgeschlossen, die zum Zwecke der Reinigung klappbar ausgeführt ist.

In einer Wirbelschichttrocknungsanlage (Fig. 2) sind dem Wirbelschichttrockner 20 Lüfter 12, Wärmeübertrager 13 und eine Regelklappe 14 für den Gesamtstrom der Warmluft, sowie zwei Regelklappen 15, 16 für die Teilströme der Warmluft vorgeschaltet. Zur Gutzuführung und zum Gutaustrag ist der Trockner 20 ein- und ausgangsseitig mit Zellenradschleusen 17, 18 ausgerüstet. Die Anlage wird durch Fliehkraftabscheider 19 vervollständigt. Neben dem Regelkreis zur Einstellung der Wirbelschicht- bzw. Warmlufttemperatur ist ein weiterer Regelkreis zur Regelung des Feuchtegehaltes des zu trocknenden Gutes vorgesehen.

Bei Betrieb des Trockners 20 erfolgt die Warmluftzufuhr getrennt zu allen drei Warmluftkammern 1, 2, 3. Die Grundlast der Warmluftzufuhr wird dabei mittels der Regelklappe 14 nach dem Wirbelbild in Kammer 1 eingestellt. Da dem feuchten Aufgabegut, das über die Zellenradschleuse 17 in die Kammer 1 gelangt, dort der größte Feuchteanteil entzogen und daher auch der größte Teil der zur Trocknung erforderlichen Wärmemenge verbraucht wird, erfolgt die Warmluftzuführung in diese Kammer kontinuierlich. Die Kammern 2 und 3 werden wechselseitig mit Warmluft beaufschlagt (Fig. 3). Dadurch ruht das Gut in einer Kammer, während sich in der anderen der Wirbelprozeß, d. h. Trocknung und Guttransport, vollzieht. In der auf diese Weise erzielten Ruhezeit für die Schicht läuft ohne die Zufuhr von Warmluft innerhalb der Körner der Feuchtediffusionsprozeß ab. Das Öffnen und Schließen der Regelklappen 15 und 16 erfolgt nach einer vorgegebenen Taktzeit (z. B. zwei Minuten). Die Warmluftmenge, die durch die voll ausgezeichnete Prozeßkennlinie in Fig. 3 dargestellt wird, entspricht der Nennleistung der Trocknungsanlage. Bei Reduzierung der Trocknerleistung wird die Warmlufttemperatur so hoch eingestellt, daß die Wirbelschichtgrenztemperatur des Gutes nicht überschritten wird. Liegt diese sehr hoch, wird die Warmlufttemperatur durch die Maximaltemperatur entsprechend der Leistung des Wärmeübertragers 13 begrenzt. Durch die Verringerung der Öffnungszeit der Regelklappen 15, 16 um die Verzögerungszeit t_v wird weder der Kammer 2 noch der Kammer 3 Luft zugeführt. In beiden Kammern ruht während dieser Zeit die Schicht. Dadurch wird der Guttransport innerhalb der Trocknungszone während der Verzögerungszeit t_v verhindert. Die Gutmenge in Kammer 1 nimmt zu; die Schichthöhe steigt. Durch die reduzierte Anströmfläche für die Warmluft kann die zugeführte Warmluftmenge weiter gesenkt werden. Der Druckanstieg bei geringerer Förderluftmenge entsprechend der Lüfterkennlinie kompensiert die Schichterhöhung. Dadurch kann der Trocknungsprozeß, ohne daß der energetische Wirkungsgrad des Trockners sinkt, auch bei gegenüber der Nennleistung verringerten Parametern optimal geführt werden. In Abhängigkeit von der Endfeuchte des Gutes und seinem Eingangsfeuchtegehalt wird an den Regelklappen 15, 16 die Verzögerungszeit t_v gutabhängig eingestellt.

Wärmeenergieeinsparung durch Warmluftverminderung, Elektroenergieeinsparung am Lüfter 12 und bessere Anpassung der Menge des eingesetzten Trocknungsmediums an wechselnde Ausgangsbedingungen sind Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung.

Fig. 1

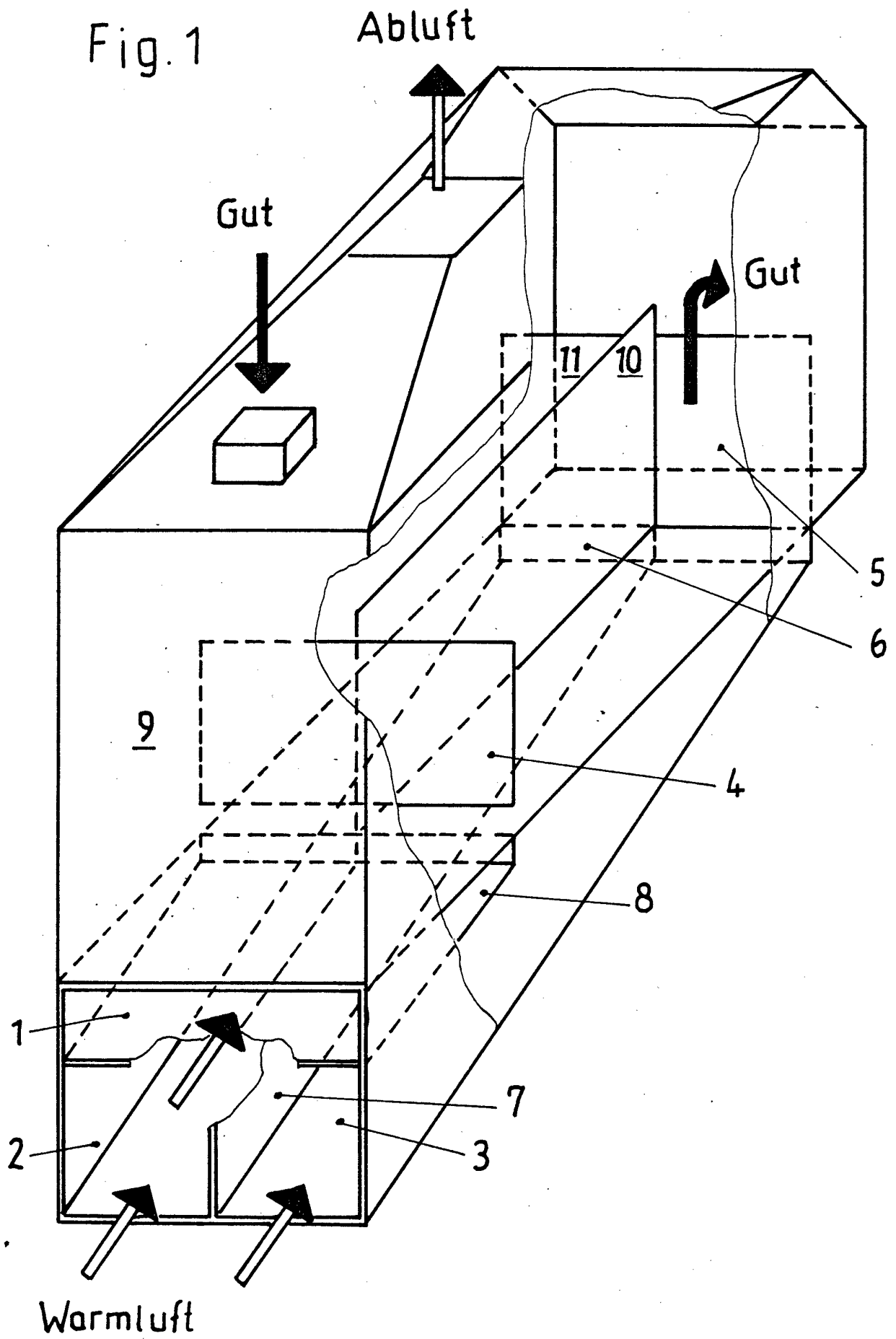


Fig.2

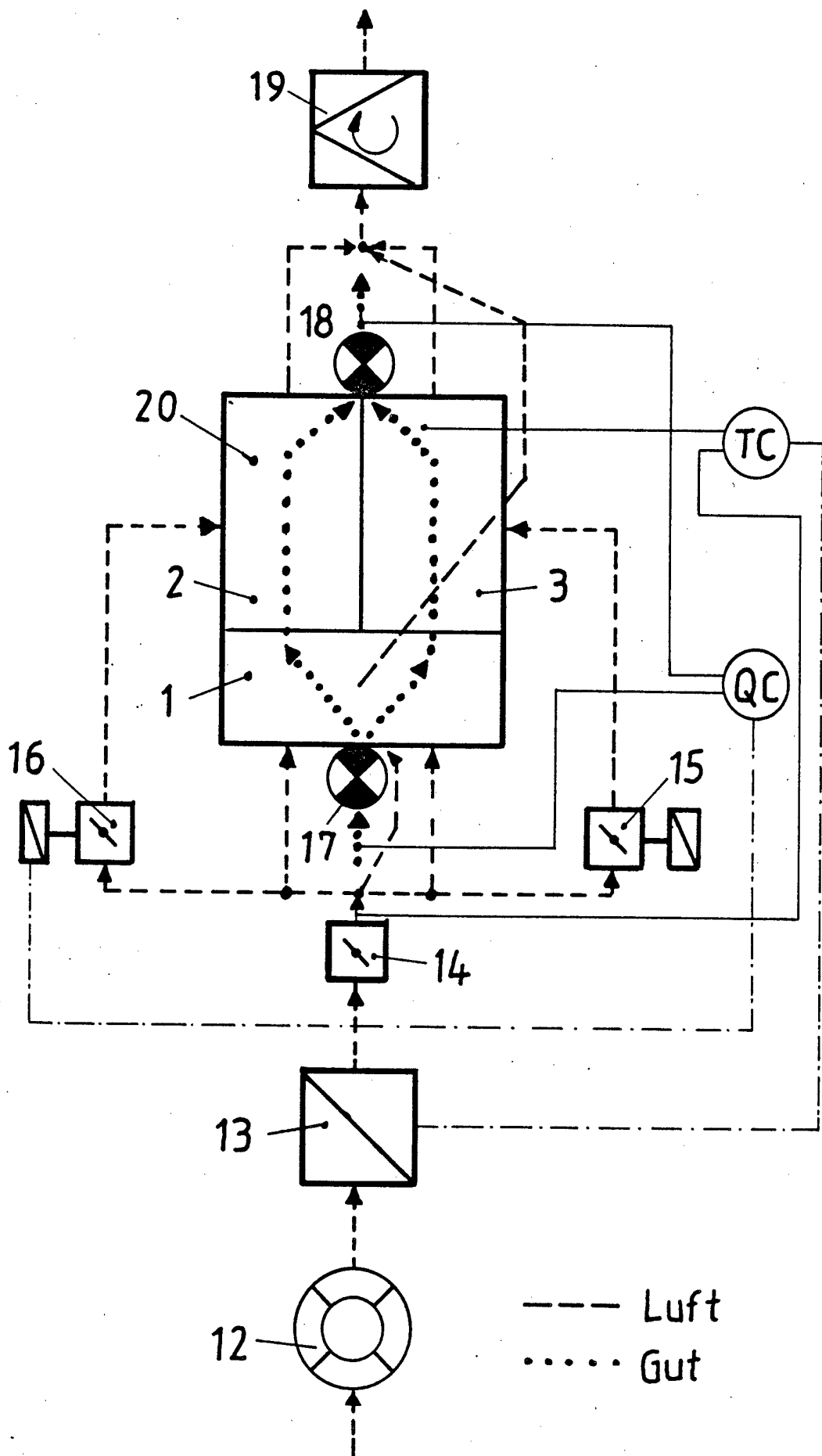


Fig.3

