



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 24 F / 258 103 6

(22) 19.12.83

(44) 02.05.85

(71) Forschungszentrum für Tierproduktion, 2551 Dummerstorf, DD

(72) Schremmer, Heinz, Prof. Dr. sc.; Runge, Ulrich, Dr.-Ing.; Rump, Werner, Dipl.-Ing.; Kirschner, Kurt, Dipl.-Ing.; Glende, Peter, Dr. agr., DD

(54) Verfahren und Einrichtung zur Klimatisierung von Ställen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine diesbezügliche Einrichtung zur Heizung und Klimatisierung von Tierställen mit reihenförmig in zwei oder mehr Ebenen übereinander angeordneten Tierbehältern, sog. Käfigbatterien, zur Gruppenhaltung von Tieren, insbesondere GAZ-Ställe für die Läuferaufzucht. In derartigen Aufzucht-Ställen werden Raumtemperaturen von etwa 20 bis 30 °C gefordert und auch bei tiefen Außen- bzw.

Umgebungstemperaturen ist eine zwangsweise Zuführung einer Mindestaußenluftmenge notwendig, um eine für die Produktion und zur Erfüllung von Komfortbedürfnissen optimales Stallklima zu garantieren. Bisher wurden diese Ställe im Winter mit Fremdenergie wie Gas, Öl oder feste Brennstoffe beheizt. Die Aufgabe der Erfindung besteht in einer einfachen und wirkungsvollen Anpassung der Heizleistung und des Außenluftförderstromes an die während eines Tages bzw. während eines Jahres und in Abhängigkeit von der Lebendmasseentwicklung der Tiere stark schwankenden Lastbedingungen. Die Erfindung beinhaltet eine energie- und materialsparende Lösung für die Heizung und Klimatisierung unter den als Aufgabe genannten Bedingungen und ergibt insbesondere eine wesentliche Verringerung des erforderlichen Primärenergieaufwandes.

Erfindungsansprüche:

1. Verfahren zur Heizung und Klimatisierung von Tierställen mit in Reihen angeordneten mehretagigen Tierbehältern zur Gruppenhaltung von Tieren, vorzugsweise für Aufzuchtställe mit einer Außenluftmenge, die an die schwankenden Lastbedingungen angepaßt, im Heizbetrieb erwärmt und befeuchtet und in Längsrichtung des Stalles gleichmäßig verteilt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß — dem Tierstall zwangsweise zwei oder mehr voneinander getrennte Zuluftströme an unterschiedlichen Bereichen des Tierstalles zeitlich wechselnd in Anpassung an dessen Lastbedingungen zugeführt werden, wobei die Menge des ersten Zuluftstromes zum Ausgleich der Feuchtebilanz des Tierstalles dient und dessen Mengenstrom so groß gewählt wird, daß die im Tierstall gebildete Wasserdampfmenge, die der Lebendmasseentwicklung der Tiere zu einem Zeitpunkt entspricht, die nach Ablauf von ca. 20 bis 30% der Gesamtdauer der Aufzuchtphase erreicht wird und bei einer relativen Feuchte der Abluft von ca. 80% abgeführt werden kann; dieser erste Zuluftstrom einen spezifischen Mindestimpuls von $i_s \geq 15 \cdot 10^3 \text{ in kg(s m)}^{-2}$ aufweist und unter Anwendung der Leitstrahltechnik eine Grundströmung im Tierstall erzeugt, dieser erste Zuluftstrom im Heizbetrieb mit Hilfe eines regenerativen Wärmerückgewinnungsverfahrens mit zwei feststehenden Speichern, die abwechselnd mit Wärme und Feuchte aus dem Abluftstrom des Tierstalles beladen werden, erwärmt und gleichzeitig befeuchtet wird und seine Zustandsänderung einem Wert des Randmaßstabes im h, x-Diagramm für feuchte Luft von ca. 5000 kJ/kg entspricht und im Heizbetrieb, wenn ausschließlich der erste Zuluftstrom in den Tierstall und ein masseäquivalenter Abluftstrom zwangsweise aus dem Tierstall gefördert werden, das Gleichdruckprinzip realisiert wird, sowie — der zweite Zuluftstrom als Zusatzlüftung zur Außenluft-Förderstromanpassung dient und im Heizbetrieb mittels der Zusatzlüftung intervallartig eine Anpassung der Außenluftmenge an die erhöhte Stofflast bei größerer Lebendmasse der Tiere eingestellt wird, wobei der Betrieb der Zusatzlüftung in Abhängigkeit von der Stall-Lufttemperatur erfolgt und die Abluftmenge nicht erhöht wird und die Strömungsrichtung der Zusatzlüftung unter Berücksichtigung der Leitstrahlwirkung des ersten Zuluftstromes im Tierstall festgelegt wird sowie — im Betrieb ohne Wärmerückgewinnung keine Abluft zwangsweise aus dem Tierstall abgesaugt wird und der Mengenstrom des ersten Zuluftstromes auf ca. 200% im Vergleich zum Heizbetrieb erhöht und der spezifische Impuls des ersten Zuluftstromes auf das Vierfache mit gleichzeitiger Steigerung des Turbulenzgrades vergrößert wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Tierstall während der Serviceperiode erforderlichenfalls mit Hilfe einer Zusatzheizung im Umluftbetrieb mit Fremdenergie auf die gewünschte Temperatur aufgewärmt wird und diese Zusatzheizung während der ersten Tage der Aufzuchtphase im Bedarfsfall während der ersten Tage der Aufzuchtphase im Bedarfsfall mit einer den Bedingungen angepaßten Heizleistung zusätzlich zur Wärmerückgewinnung in Betrieb bleibt, um Optimal-Temperaturen im Tierstall zu garantieren.
3. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Zuluftströme in Abhängigkeit von der Stalllufttemperatur ein- bzw. abgeschaltet werden und die Zusatzheizung von Hand oder über die Stalllufttemperatur geschaltet wird.
4. Einrichtung als kombinierte Heizungs- und Klimaanlage zur Realisierung des Verfahrens nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß — eine erste Zuluftleitung in Längsrichtung des Stalles an der Stalldecke mittig installiert wird, wobei die Wandung dieser Zuluftleitung teilweise aus einem flexiblen, luftundurchlässigen Material besteht und ein Teil der Stalldecke als Wandung der Zuluftleitung dient, die leistenförmigen Bauelemente zur Befestigung der flexiblen Wandung der Zuluftleitung an der Stalldecke entsprechende Aussparungen aufweisen, die als Zuluftaustrittsöffnungen dienen sowie — eine zweite Zuluftleitung in Längsrichtung des Stalles im Bereich der Stoßkante von Stalldecke und Stallängswand angeordnet ist und die Wandung dieser zweiten Zuluftleitung teilweise aus flexiblem, luftundurchlässigem Material besteht und die weitere Wandung aus der Stalldecke und der Stallängswand gebildet wird, die leistenförmigen Bauelemente zur Befestigung des flexiblen Teils der Zuluftleitung an der Stallängswand entsprechende Aussparungen aufweisen, die als Zuluftaustrittsöffnungen dienen sowie — die erste Zuluftleitung an einem Ende über einen Zuluftventilator mit elastischem Rückschlagventil und über eine Umschalteneinrichtung wechselweise mit zwei regenerativen Wärmespeichern, die gleichzeitig die Befeuchtungseinrichtung bilden, verbunden ist, wobei diese Speicher direkt im Stall oder in einem Anbau angeordnet sind und Öffnungen zum Ansaugen von Außenluft aufweisen und diese Wärmespeicher über die Umschalteneinrichtung mit einem Abluftventilator gekoppelt sind, der die Abluft aus dem Tierstall absaugt und wechselweise über die Speicher und die genannten Öffnungen die Fortluft an die Umgebung abgibt sowie — die erste Zuluftleitung an ihrem anderen Ende einen Gegenventilator mit elastischer Rückschlagkappe aufweist sowie — die zweite Zuluftleitung mittig oder an einem der beiden Ende einen Zuluftventilator aufweist und — alle Ventilatoren über eine Meß-, Steuer- und Regeleinrichtung, die im wesentlichen aus einer Schaltung und Thermostaten besteht, automatisch ein- bzw. ausgeschaltet werden.
5. Einrichtung nach Punkt 4 zur Realisierung des Verfahrens nach Punkt 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Einrichtung nach Anspruch 3 durch eine Zusatzheizung ergänzt wird, die im Servicebetrieb von Hand und im Heizbetrieb automatisch über Thermostate der Meß-, Steuer- und Regeleinrichtung ein- bzw. ausgeschaltet wird und deren Heizleistung geregelt wird.
6. Einrichtung nach Punkt 3 oder 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Zuluftventilator und der Abluftventilator über einen Thermostat in Abhängigkeit von der Stall-Lufttemperatur bei Unterschreiten eines Sollwertes an der unteren Grenze des Optimalbereiches automatisch ein- und beim Überschreiten des Sollwertes ausgeschaltet werden. Der Gegenventilator der ersten Zuluftleitung wird dann eingeschaltet, wenn der Zuluftventilator abgeschaltet wird und der Zuluftventilator der zweiten Zuluftleitung automatisch eingeschaltet wird, wenn der Sollwert an dem zugehörigen Thermostat überschritten wird, dieser Sollwert an der oberen Grenze des optimalen Temperaturbereiches eingestellt wird und dieser Ventilator wieder abgeschaltet wird, wenn der Sollwert unterschritten wird sowie die Zusatzheizung beim Unterschreiten der unteren Grenze des Optimalbereiches der Stalltemperatur über einen Thermostaten eingeschaltet und beim Überschreiten ausgeschaltet wird.

Hierzu 5 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Klimatisierung von Tierställen, insbesondere für Tierställe mit Zweiebenenhaltung wachsender Schweine in Form der Gruppenaufzuchtställe für Läufer mit extrem geringer Stallhöhe.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Eine bekannte Einrichtung nach DD-PS 157015 beschreibt eine Lüftungsanlage für Tierställe mit reihenförmig in zwei oder mehr Ebenen übereinander angeordneten Behältern zur Guppenhaltung von Tieren. Diese Einrichtung hat das Ziel, für alle Reihen und Ebenen von Tierbehältern eines Stallabteils eine gleichartige Belüftung zu gewährleisten und eine einfache und wirkungsvolle Anpassung der Lüftungsintensität an die stark schwankenden Lastbedingungen zu erreichen.

Bei dieser Einrichtung werden oberhalb der Tierbehälter im Bereich der Kontrollgänge jeweils zwei über die gesamte Länge des Tierstalles verlaufende, im Querschnittsverhältnis 1:2 bis 1:4 ausgelegte Luftleitungen vorgesehen, die oberhalb der Kontrollgänge angeordnet sind. Diese Luftleitungen besitzen über ihre Länge verteilte, nach unten gerichtete Luftaustrittsöffnungen, wobei die Luftaustrittsöffnungen der Luftleitung mit geringerem Querschnitt als Rohrstützen und die Luftauslässe der Luftleitung größeren Querschnitt als Düsen ausgebildet sind. An den Zuluftleitungen sind in Abhängigkeit von der CO₂-Last und der Stalllufttemperatur regelbare Zuluftventilatoren angebracht.

Bei dieser Lösung ist für die Aufzucht von Jungtieren, insbesondere von Läufern, eine gesonderte Heizung mit Fremdenergie erforderlich. Die Stallabteile müssen eine entsprechende Höhe aufweisen, um die Luftleitungen oberhalb der Kontrollgänge anzuordnen; Zugerscheinungen — vor allem im Winter — sind für das Stallpersonal nicht zu vermeiden. Außerdem ist zur Realisierung dieser Lüftungsanlage in Kombination mit einer zusätzlichen Heizungsanlage ein beträchtlicher Materialeinsatz und ein erheblicher Aufwand an Primärenergie erforderlich.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung hat das Ziel, die Heizung und Klimatisierung von Ställen mit mehretägigen Käfigbatterien mit möglichst geringen Anschaffungs- und Betriebskosten zu gewährleisten.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Erfindung hat die Aufgabe, die Klimatisierung von Ställen mit mehretägigen Käfigbatterien so zu gestalten, daß eine Leistungsanpassung der nach den diesbezüglichen Merkmalen aufgebauten Heizungs- und Lüftungsanlage an die während eines Tages bzw. während eines Jahres stark schwankenden Lastbedingungen wirkungsvoll und einfach möglich ist, wobei insbesondere die Möglichkeit bestehen muß, den großen Schwankungen der Heiz- und Feuchtelast zwischen Winter- und Sommerbetrieb zu begegnen und ungenügend erwärmte, sich leistungsmindernd auswirkende Zuluftstrahlen im Tierbereich zu verhindern sowie den Aufbau von Temperaturschichtungen zu vermeiden.

Zur Lösung der Aufgabe wird erfindungsgemäß ein Verfahren geschaffen, das durch folgende Merkmale gekennzeichnet ist:

- Zwei oder mehr voneinander getrennte Zuluftströme werden dem Tierstall an unterschiedlichen Bereichen zeitlich wechselnd in Anpassung an die Lastbedingungen des Tierstalles zugeführt; die Menge des ersten Zuluftstromes dient zum Ausgleich der Feuchtebilanz des Tierstalles; sein Mengenstrom wird so groß gewählt, daß die im Tierstall gebildete Wasserdampfmenge, die der Lebendmasseentwicklung der Tiere zu einem Zeitpunkt entspricht, die nach Ablauf von 20 bis 30% der Gesamtdauer der Aufzuchtphase erreicht wird, bei einer relativen Feuchte der Abluft von ca. 80% abgeführt werden kann; beispielsweise beträgt die Zeitdauer der Aufzuchtphase für Läufer ca. neun Wochen; die Luftmenge des ersten Zuluftstromes wird aus der Wasserdampfabgabe der Tiere im Stall, die bei einer Lebendmasse am Ende der 3. Woche der Aufzuchtphase erreicht wird, ermittelt; dabei wird die spezifische Feuchtigkeitsaufnahme der Zuluft (als Außenluft) für die Optimaltemperatur bei einer relativen Feuchte der Abluft von 80% zugrunde gelegt;
- Die Austrittsgeschwindigkeit dieses ersten Zuluftstromes wird so hoch gewählt, daß sein spezifischer Impuls einen Wert von $i_s = 15 \cdot 10^3 \text{ kg (s}^2 \cdot \text{m}^2)^{-1}$ aufweist, wobei der spezifische Impuls i_s als Produkt aus Massenstrom m_s in kg/s und dessen durchschnittliche Austrittsgeschwindigkeit aus den Zuluftauslässen c_A in m/s, geteilt durch das Raumvolumen des Tierstalles V_s in m³ — vgl. Gl. (1) — berechnet wird

$$i_s = \frac{m_s \cdot c_A}{V_s} \quad \text{in Kg (s m)}^{-2} \quad (1)$$

- der erste Zuluftstrom wird als Grundströmung im Tierstall verwendet und erzeugt für die weiteren Zuluftströme Leitstrahlen, zu denen die zusätzlichen Zuluftstrahlen aufgeladen werden;
- der erste Zuluftstrom wird im Heizbetrieb mit Hilfe eines regenerativen Wärmerückgewinnungsverfahrens mit zwei feststehenden Speichern, die abwechselnd mit Wärme und Feuchte aus dem Abluftstrom des Tierstalles beladen werden, erwärmt, wobei seine Zustandsänderung einem Wert des Randmaßstabes im h, x-Diagramm für feuchte Luft von ca. 5000 ± 500 kJ/kg entspricht,
- im Heizbetrieb, wenn ausschließlich der erste Zuluftstrom in den Tierstall und ein masseäquivalenter Abluftstrom zwangsweise aus dem Stall gefördert werden, wird das Gleichdruckprinzip realisiert,
- im Betrieb ohne Wärmerückgewinnung wird keine Abluft zwangsweise aus dem Tierstall abgesaugt und gleichzeitig wird der Mengenstrom des ersten Zuluftstromes auf ca. 200% im Vergleich zum Heizbetrieb erhöht, dabei wird der spezifische Impuls des ersten Zuluftstromes auf das Vierfache mit gleichzeitiger Steigerung des Turbulenzgrades vergrößert,
- der zweite Zuluftstrom dient zur Außenluftförderstromanpassung als Zusatzlüftung; mittels dieser Zusatzlüftung wird innerhalb der Aufzuchtphase intervallartig eine Anpassung der Außenluftmenge an die erhöhte Stofflast bei größerer Lebendmasse der Tiere eingestellt, wobei der Betrieb der Zusatzlüftung in Abhängigkeit von der Stalllufttemperatur erfolgt und die Abluftmenge nicht erhöht wird; die Strömungsrichtung der Zusatzlüftung wird unter Berücksichtigung der Leistrahlwirkung des ersten Zuluftstromes im Tierstall festgelegt;
- der Tierstall wird während der Serviceperiode, d.h. bei Anwendung des Rein-Raus-Prinzips während der Reinigung und Desinfektion und vor der Einstellung neuer kleiner Tiere mit Hilfe einer Zusatzheizung im Umluftbetrieb mit Fremdenergie (als Wärmeenergie) auf die gewünschte Temperatur aufgewärmt, diese Zusatzheizung wird während der ersten Tage der Aufzuchtphase im Bedarfsfall mit einer den jeweiligen Bedingungen angepaßten Heizleistung zusätzlich zur Wärmerückgewinnung betrieben, um Optimaltemperaturen im Tierstall zu garantieren.

Die diesbezügliche Einrichtung ist durch folgende Merkmale charakterisiert:

- Eine erste Zuluftleitung wird in Längsrichtung des Stalles an der Stalldecke mittig installiert, wobei die Wandung dieser Zuluftleitung teilweise aus einem flexiblen, luftundurchlässigen Material besteht und gleichzeitig ein Teil der Stalldecke als Wandung der Zuluftleitung dient, die leistenförmigen Bauelemente zur Befestigung des flexiblen Teils der Zuluftleitung an

- Eine zweite Zuluftleitung ist in Längsrichtung des Stalles im Bereich der Stoßfuge von Stalldecke und Stallängswand angeordnet; die Wandung dieser zweiten Zuluftleitung besteht teilweise aus flexiblem, luftundurchlässigem Material und die weitere Wandung wird etwa zu gleichen Teilen aus der Stalldecke und der Stallängswand gebildet; die leistenförmigen Bauelemente zur Befestigung des flexiblen Teils der Zuluftleitung an der Stallängswand weisen entsprechende Aussparungen auf, die als Zuluftaustrittsöffnungen dienen;
- die erste Zuluftleitung ist an einem Ende über einen Zuluftventilator mit elastischem Rückschlagventil und über eine Umschalteneinrichtung wechselweise mit zwei regenerativen, feststehenden Wärme- und Feuchtigkeitsspeichern verbunden, wobei diese Speicher direkt im Stall oder in einem Anbau angeordnet sind und Öffnungen zum Ansaugen von Außenluft aufweisen; diese Wärmespeicher sind über die Umschalteneinrichtung außerdem mit einem oder zwei Abluftventilatoren gekoppelt, die Abluft aus dem Tierstall absaugen und die diese Abluft wechselweise über die Speicher und die genannten Öffnungen als Fortluft an die Umgebung abgeben.
- Die erste Zuluftleitung besitzt an ihrem anderen Ende einen Gegenventilator mit elastischer Rückschlagklappe, der wahlweise außerhalb des Heizbetriebes zur Zuluftförderung dient.
- Die zweite Zuluftleitung wird von der Mitte oder an einem der beiden Enden mit einem Zuluftventilator versehen.
- Die Zuluft- und Abluftventilatoren werden über eine Meß-, Steuer- und Regeleinrichtung, die im wesentlichen aus einer Schaltuhr und Thermostaten besteht, automatisch ein- bzw. ausgeschaltet.
- Die Einrichtung kann erfindungsgemäß durch eine Heizeinrichtung ergänzt werden, die während des Servicebetriebes von Hand und am Anfang der Aufzuchtphase automatisch über Thermostate der Meß-, Steuer- und Regeleinrichtung ein- bzw. ausgeschaltet und deren Heizleistung geregelt wird.
Diese Heizeinrichtung kann als Luftheizer oder als Konvektionsheizkörper (z.B. Plattenheizkörper oder Rohrschlange) getrennt von der Einrichtung aufgestellt werden, bei der Anordnung ist ein Zusammenwirken mit der Raumströmung zu berücksichtigen oder der Warmluftstrom der Heizeinrichtung wird als Teilstrom des ersten Zuluftstromes über die diesbezügliche Zuluftleitung verteilt.
- Der Zuluftventilator der ersten Zuluftleitung und die zugeordneten Abluftventilatoren werden über einen Thermostaten in Abhängigkeit von der Stalllufttemperatur geschaltet, dabei wird an diesem Thermostat ein Sollwert eingestellt, der an der unteren Grenze des Optimalbereiches gewählt wird; beim Unterschreiten dieses Sollwertes werden die genannten Ventilatoren automatisch eingeschaltet und beim Überschreiten ausgeschaltet. Wenn der Zuluftventilator der ersten Zuluftleitung abgeschaltet wird, wird der Gegenventilator eingeschaltet und umgekehrt.
- Die Zusatzheizung wird automatisch über einen Thermostaten eingeschaltet, wenn die Stalllufttemperatur den unteren Wert des Optimalbereiches unterschreitet und umgekehrt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend am Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1: Schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Heizung und Klimatisierung

Fig. 2: Querschnitt eines Aufzuchtstalles mit Angaben zur Gestaltung der erfindungsgemäßen Einrichtung.

Fig. 3: Darstellung der Wärmerückgewinnungseinrichtung

Fig. 4: Aufbau der Luftverteilung im Firstbereich

Fig. 5: Aufbau der Luftverteilung im Traufenbereich

Fig. 1: zeigt die Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Klimatisierung mit einer in Längsrichtung des Stalles an der Decke mittig installierten Zuluftleitung 9, die an einem Ende über einen Zuluftventilator mit elastischem Rückschlagventil 7 und über eine Umschalteneinrichtung 2 mit zwei regenerativen, feststehenden Wärme- und Feuchtigkeitsspeichern 1 verbunden ist.

Die Wärmespeicher 1 sind über die Umschalteneinrichtung 2 außerdem an einen Abluftventilator 3 gekoppelt, der die Abluft aus dem Stall absaugt und wechselweise über die Speicher 1 als Fortluft an die Umgebung abgibt.

An die Zuluftleitung 9 ist am anderen Ende ein Gegenventilator mit elastischem Rückschlagventil 5 angeschlossen, der außerhalb des Heizbetriebes die Zuluftführung gewährleistet.

Zwei weitere Zuluftleitungen 10 sind in Längsrichtung des Stalles im Bereich der Stoßfuge von Stallängswand und Stalldecke angeordnet. Sie sind mittig mit je einem Zuluftventilator 4 und 8 verbunden und dienen der Außenluftförderstromanpassung an die erhöhte Stofflast bei größerer Lebendmasse der Tiere.

Erfindungsgemäß wird die Anlage durch eine Heizeinrichtung 6 ergänzt, die im gezeigten Beispiel als Luftheizung ausgeführt wurde.

Fig. 2: zeigt die Anordnung der Zuluftleitung 9 u. 10 im Stallquerschnitt

Fig. 3: zeigt die Wärmerückgewinnungsanlage mit Fortlufthauben 11, Wärmespeicher 1, Abluftventilator 3, Umschalteneinrichtung 2, Zuluftventilator mit elastischem Rückschlagventil 7 und der Zuluftleitung 9.

Fig. 4: zeigt den Querschnitt der Zuluftleitung im Firstbereich mit der als Kanalwand gerulzten Dachhülle 12, dem flexiblen Teil der Zuluftleitung 13 und den Befestigungsleisten 14.

Fig. 5: zeigt den Querschnitt der Zuluftleitung im Traufenbereich mit Längswand 14, Dachhülle 12, Schutzgitterrohr 15, Zuluftventilator 4, Anschlußkasten 16, Befestigungsleiste 17 und flexibler Zuluftleitung 18.

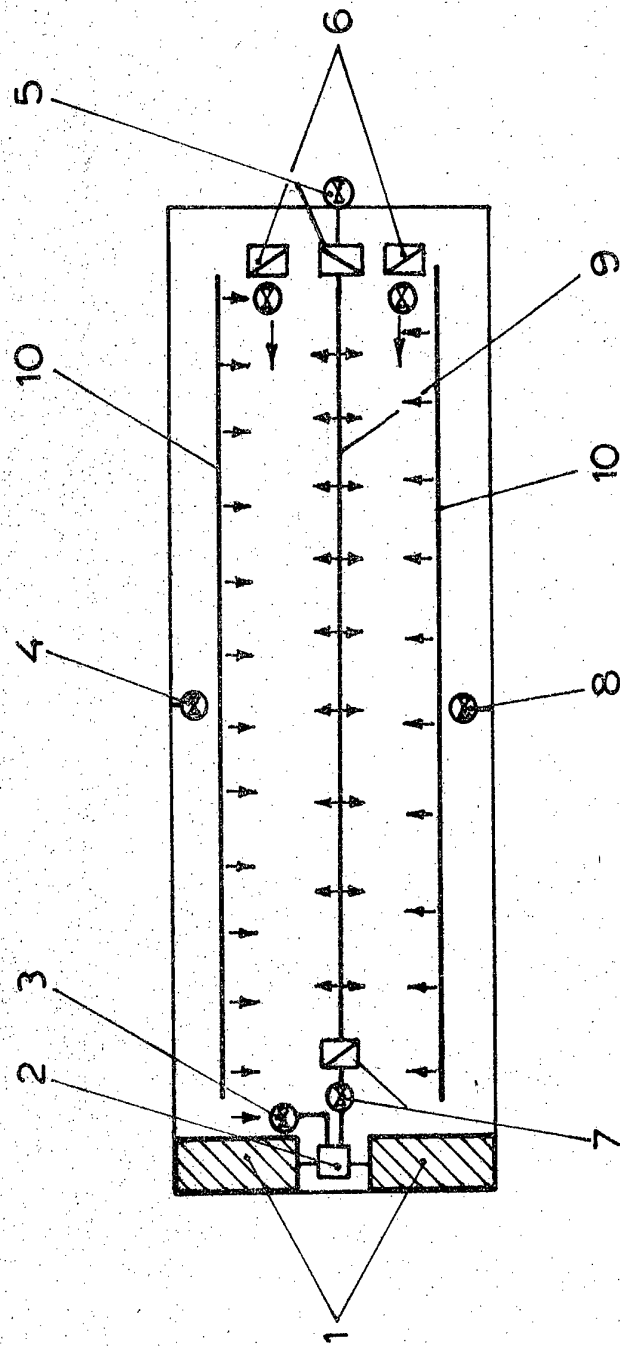


Fig. 1

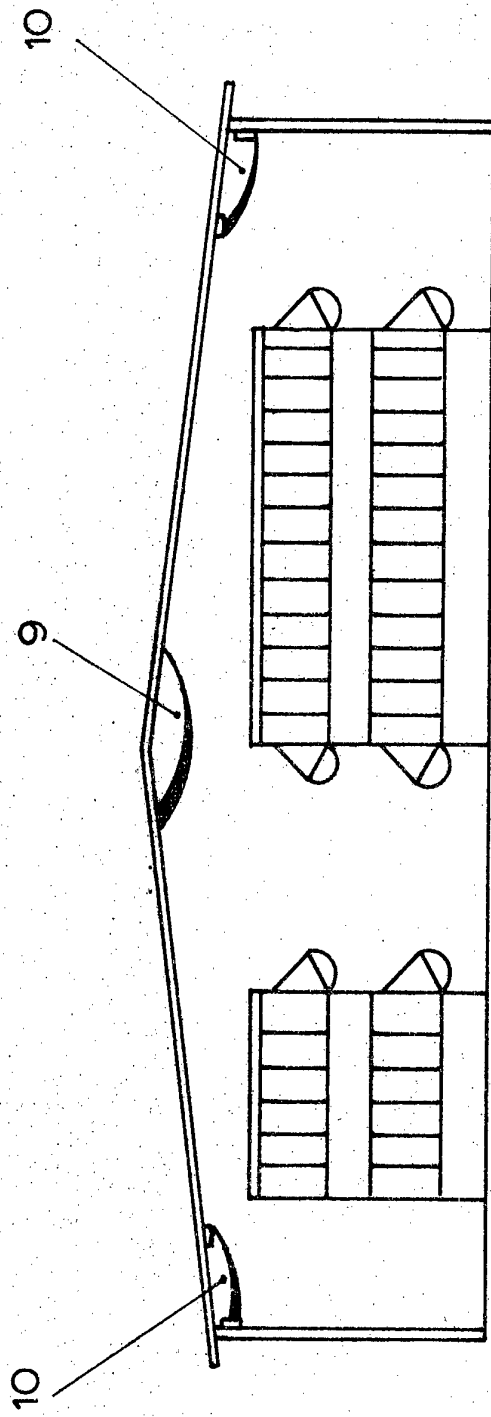


Fig. 2

Fig. 3

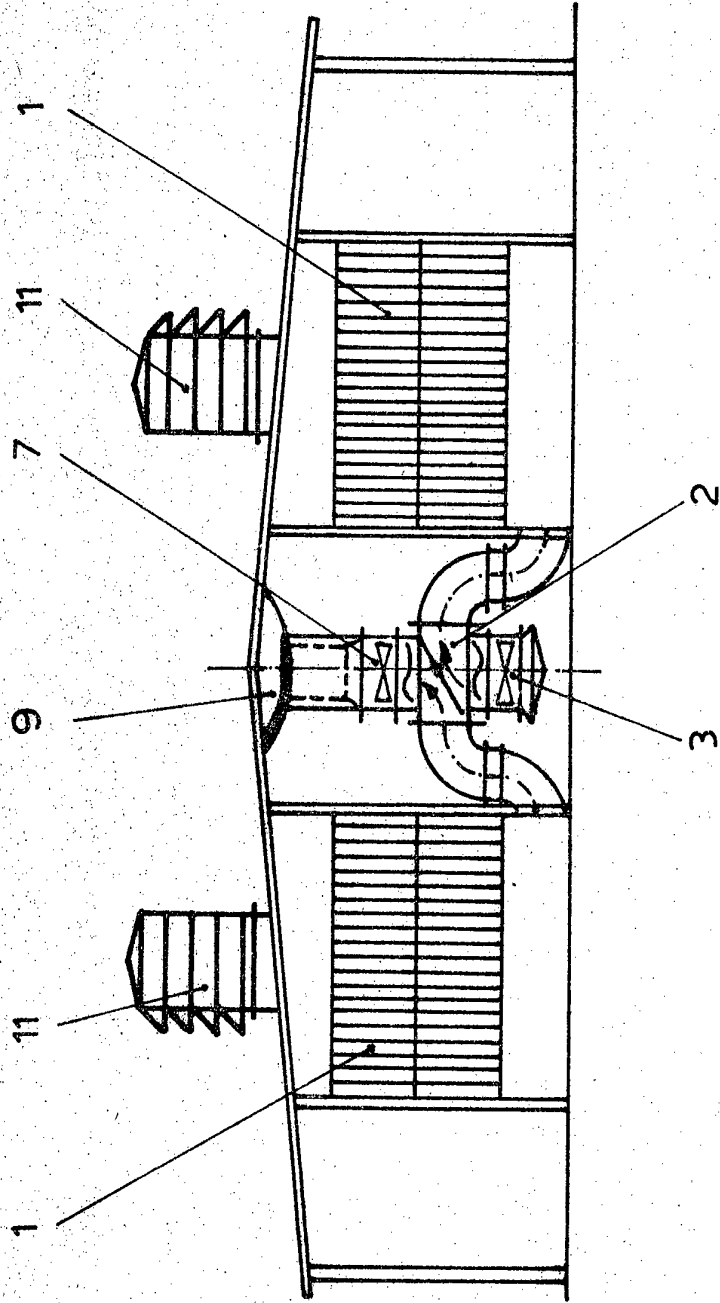


Fig. 4

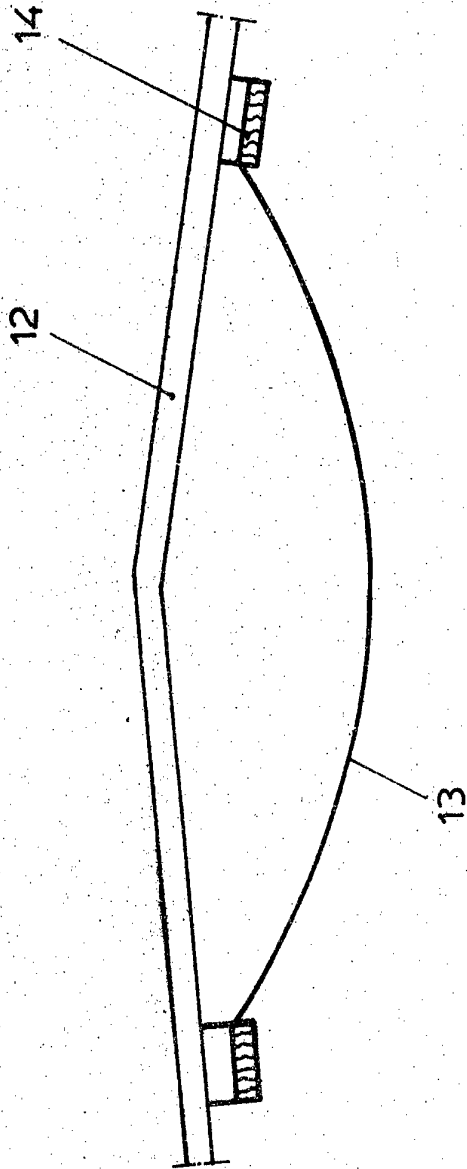


Fig. 5

