



Die Luftströmung im Schweinestall

W. Göbel

1. Einleitung

Ein Lüftungssystem hat im Stall einen für das Wohlbefinden und die Gesundheit der Tiere günstigen Luftzustand zu schaffen. Dieser Zustand wird erreicht, wenn das Lüftungssystem genügend Sauerstoff in den Stall einträgt, den anfallenden Wasserdampf und die überschüssige Wärme abführt und Güllegase, Kohlendioxyd, Geruch, Staub und Mikroorganismen entfernt.

In der freien Natur wird das Tier klimatisch mit den Problemen extremer Temperaturen, Niederschläge und Wind konfrontiert. Sauerstoff ist ausreichend vorhanden. Kohlendioxyd, Wasserdampf und Wärme als Stoffwechselprodukte werden durch die grosse zur Verfügung stehende Luftmenge schnell verdünnt. Ebenso werden Kot und Harn weit verteilt. Im Stall ergibt sich eine umgekehrte Situation: Der Stall schützt vor extremen Temperaturen, Niederschlägen und Wind. Hingegen entsteht durch die beschränkte Luftmenge eine starke Konzentration der Stoffwechselprodukte Kohlendioxyd, Wasserdampf, Wärme, Güllegase, Staub, Geruch und Mikroorganismen. Durch einen andauernden Luftaustausch im Stall und eine ständige Entfernung von Gülle und Kot liesse sich der Zustand der freien Natur erreichen. Doch sind diesen Massnahmen durch die zu berücksichtigende Wirtschaftlichkeit Grenzen gesetzt. Ein tragbarer Kompromiss zwischen Aufwand und Ertrag ergibt sich, wenn bei mässigem Luftwechsel eine günstige Luftströmung erreicht, das heisst der Stallraum genügend «ausgespült» wird.

2. Faktoren, welche die Luftströmung beeinflussen

Folgende sechs Faktoren beeinflussen die Luftströmung wesentlich:

- Die Form, die Grösse und der Standort des Stalles.
- Die Anordnung der Bestandteile des Lüftungssystems, insbesondere die Lage der Zulufteinlässe und der Zuluftventilatoren.
- Die Richtung der einströmenden Luft, die durch die Form der Oeffnungen bestimmt wird.
- Die Luftgeschwindigkeit, die durch die Ventilatorleistung und den Querschnitt der Zuluftöffnung bestimmt wird.
- Die Temperatur der einströmenden Luft im Verhältnis zur Raumtemperatur.
- Die Stalleinrichtungen, ihre Lage, Form und Luftdurchlässigkeit.

Die Luftströmung im Stall ist aus drei Gründen von grosser Bedeutung (unter dem Begriff Luftströmung ist die vorherrschende Luftbewegung zu verstehen):

Sie bestimmt

- die im Stall vorherrschende Lufttemperatur und Luftgeschwindigkeit
- den örtlichen Mischungsgrad von frischer zu gebrauchter Luft, das heisst wieviel frische Luft das Tier erreicht

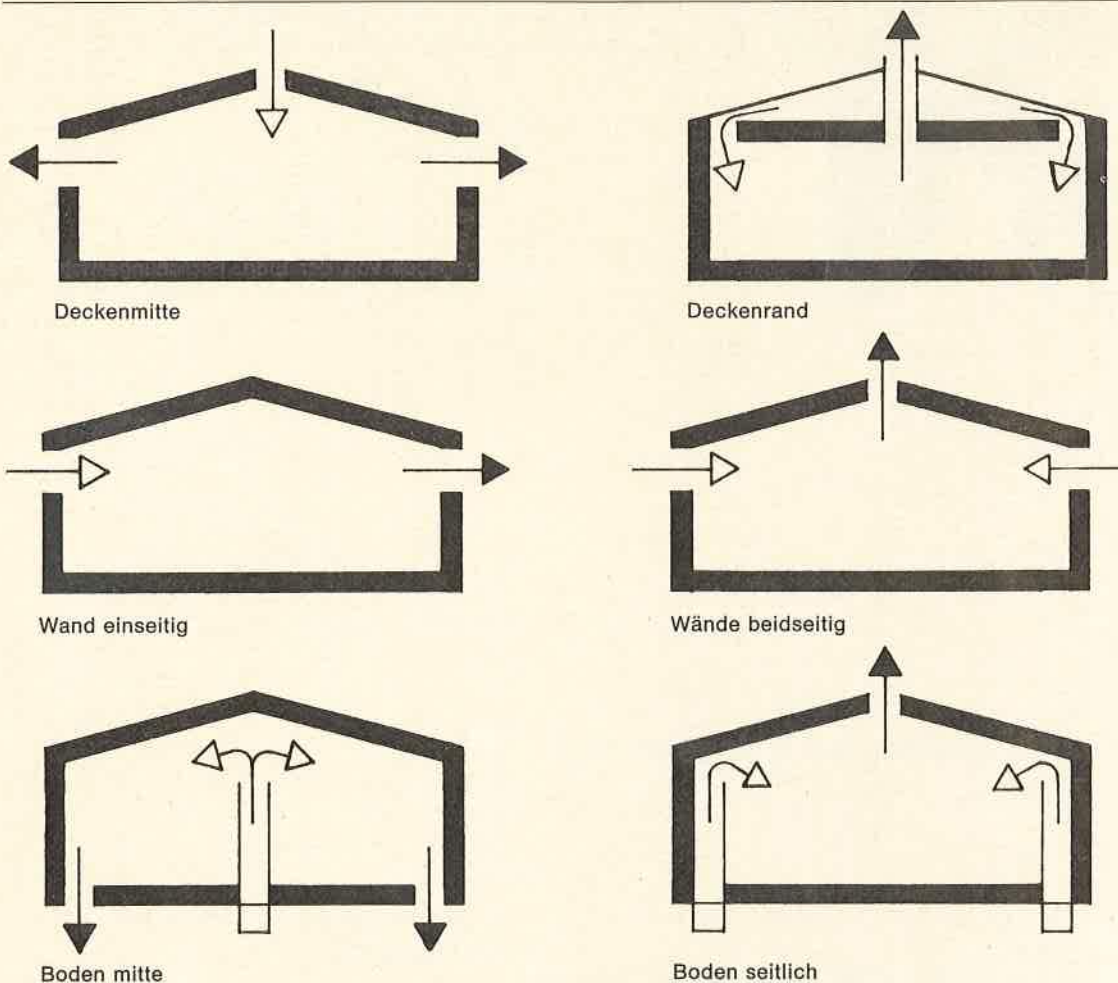


Abb. 1: Anordnung der grundsätzlich möglichen Lufteinlässe bei der Stalllüftung.

– den Konzentrationsgrad von Gasen, Gerüchen und Staubteilchen an gewissen Stellen im Stall.

3. Die Form der Schweineställe und die Lage der Lüftungsöffnungen

In der Regel sind Schweineställe 7 bis 10 m breit, sehr lang und einstöckig. Die Gruppenhaltung, das Füttern und Beobachten des Tierbestandes, die Entmistungssysteme, die einfachere Kontrolle der Zu- und Abgänge der Tiere, die Intensivhaltung und das Lüftungssystem begünstigen längliche Ställe. Die Luft durchströmt den Stall quer zur Hauptachse. Deshalb sind die Strömungswege kurz, der Luftwiderstand ist gering. Eine Klassifikation gemäss der möglichen Anordnung von Ein- und Auslässen ist in Abb. 1 dargestellt.

Es gibt drei Hauptmöglichkeiten, um die Luft einzutragen: Die direkte Einführung durch Wand- oder Deckenschlitze, die indirekte Einführung durch Kanäle, die entweder aus steifem Material oder aus aufblasbaren Kunststoffschläuchen bestehen, und schliesslich die Luftzuführung über Lochplatten an Wänden und Decken. Vorteilhaft sind Lufteinlässe, bei denen der Luftstrahl gerichtet werden kann.

4. Ventilator und Regelung

Wenn ein Lüftungssystem geplant wird, sind fünf Faktoren zu berücksichtigen:

- Die Kosten der Anlage.
- Der Luftwiderstand im Stall.
- Die Beeinflussung des Systems durch Wind und im beschränkten Rahmen durch thermischen Auftrieb.
- Die Beeinträchtigung der Ventilatoren durch Staub.
- Das Ventilatorgeräusch.

Durch die **Ventilatorregelung** wird die Luftmenge bestimmt, die in den Stall strömt. Mit der Luftmengenregelung kann man auch die Temperatur im Stall regeln. Die vier Methoden um die Luftmenge zu variieren sind:

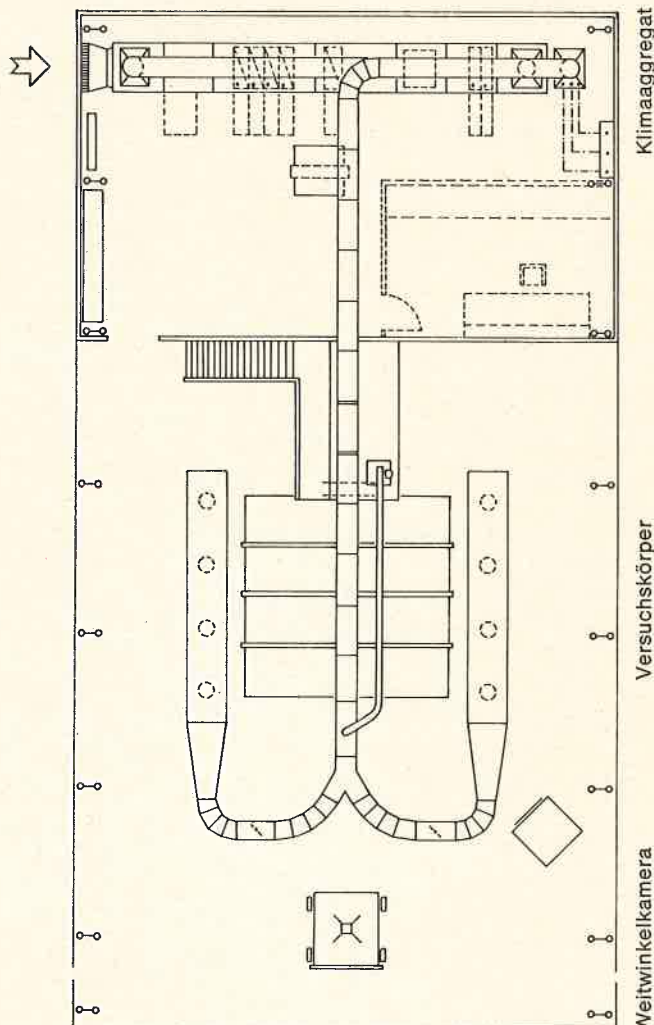
- Veränderung der Drehzahl des Ventilators.
- Bei konstanter Drehzahl den Anteil der Umluft verändern (Umluftsystem).
- Bei konstanter Drehzahl den Querschnitt der Lufteinlässe verstellen.
- Bei Vorhandensein mehrerer Ventilatoren einige ausschalten.

Die erste Möglichkeit hat den Nachteil, dass bei geringer Drehzahl anstehender Wind die Luftströmung im Stall umkehrt. Die dritte Methode wird selten angewandt. Lüftungssysteme mit Kanälen eignen sich für die zweite Möglichkeit. Beim Umluftsystem wird ein Teil der warmen Luft zurückgeführt. Damit gelangen allerdings auch Krankheitserreger wieder in den Stall. Bei der Temperaturregelung ist darauf zu achten, dass der Thermostat an der richtigen Stelle (Tierhöhe) angebracht wird. Zudem soll die Luft nicht ungenutzt entweichen. Die Ventilatoren müssten dann sehr schnell laufen, weil eine zu grosse Zuluftmenge ohne den Raum abzukühlen gleich wieder hinausströmt.

5. Einlassöffnungen und Richtungen der Luftströmung

Bisherige Erfahrungen lassen folgende Schlüsse zu:

- Die Luftströmung wird zur Hauptsache durch die Einlassöffnung bestimmt. Lüftungsöffnungen am Boden sind zu vermeiden, da die Stallsohle ja als Liege-, Stand-, Entmistungs- und Verkehrsfläche dient.



Grundriss

Abb. 2: Stalllüftungsversuchsanlage

- Am einfachsten lassen sich Luftströmungsbilder für die hohen Sommerluftstraten gewinnen. Im Winter können die Luftströmungen durch die geringe Menge an Zuluft und durch die niedrige Zulufttemperatur anders als im Sommer verlaufen.
- Durch kleine Hindernisse wie Futtertröge und Belichtungskörper kann die Luft stark abgelenkt werden.
- Hindernisse am Einlass oder Buchtenabspergitter können die Bewegungsenergie der einströmenden Luft zerstören. Die Folge ist ein langsamer, turbulenter Luftstrom ohne grosse Wirkung.

6. Versuchsanlage für die Stalllüftung

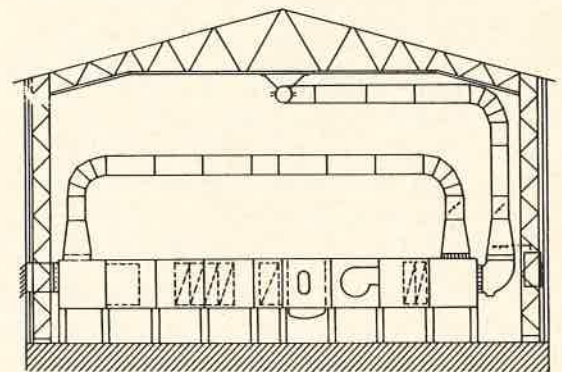
Um die sechs Faktoren zu studieren, die die Luftströmung beeinflussen, wurde eine Stalllüftungsversuchsanlage erstellt (Abb. 2).

Die Versuchsanlage besteht zur Hauptsache aus fünf Teilen:

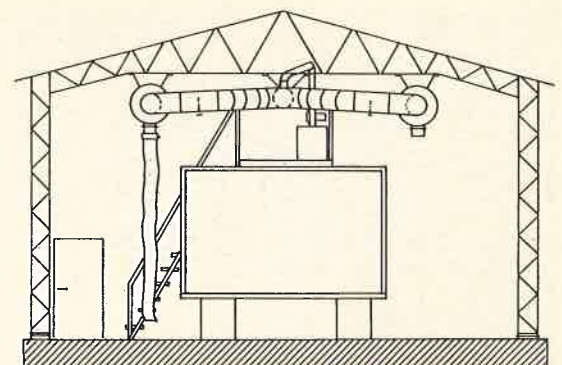
- Klimaaggregat
- Regelanlage
- Versuchskörper (Prüfmodell)
- Luftkanäle vom Klimaaggregat zum Versuchskörper
- Messeinrichtungen

6.1 Das Klimaaggregat

Es besteht aus einer vollständigen Klimaanlage mit sämtlichen Luftbehandlungssystemen wie Filtrierung, Vorwärmung, Kühlung, Befeuchtung und Nachwärmung. Die Luftmenge kann von Null bis 14'000 m³/h geregelt werden (Abb. 3).



Schnitt, Ansicht Klimaaggregat



Ansicht Versuchskörper

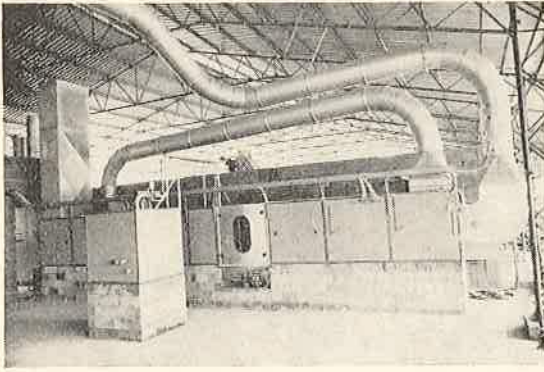


Abb. 3: Klimaagregat

Die Luftvorwärmung und -nachwärmung wird durch stufenlos gesteuerte Elektrolufferhitzer erreicht. Die für die Luftkühlung nötige Kälteleistung wird von einer wassergekühlten Kältemaschine geliefert. Für die Hauptbefeuchtung dient ein Luftwäscher und für die Nachbehandlung ein Dampfbefeuchter mit Umschaltung von Absolut- auf Taupunktregelung.

6.2 Die Regelanlage

Sie umfasst sämtliche Steuer- und Regelsysteme, welche die Einhaltung sowie die Wahl und Erreichung der gewünschten Luftzustände erlauben. Sie enthält die stufenlose Regelung für die Lufferhitzer, die Stufenschaltung für die Kältemaschine und die Regelung der Dampfbefeuchtung.

6.3. Der Versuchskörper (Prüfmodell)

Er kann von 30 bis 300 m³ variieren, in diesem Größenbereich durch einen anderen zu jeder Zeit ausgetauscht werden und ein naturgetreuer Querschnitt von einem der meistverbreiteten Ställe sein. Die Vorderseite besteht aus einer Klarglasscheibe. Ein Messraster befindet sich auf der Rückwand des Versuchskörpers. Damit lassen sich die Strömungsbilder von aussen fotografieren.

Der Versuchskörper wird aus dem in der Praxis üblichen Baumaterial hergestellt. Im Prüfkörper lassen sich Tiere einschliesslich der notwendigen Einrichtungen für die Fütterung und Entmistung unterbringen (Abb. 4).

6.4 Die Luft

Sie kann an mehreren beliebigen Stellen zugleich in den Prüfkörper eingebracht werden. Den Verbindungs-

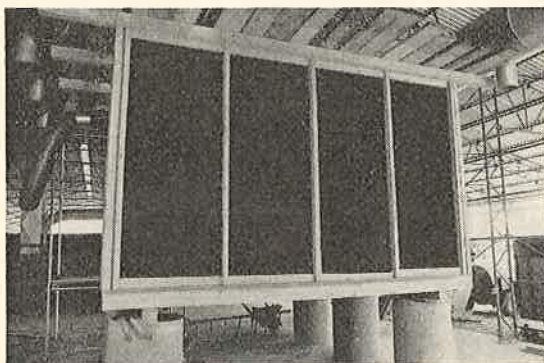


Abb. 4: Versuchskörper

ungsschläuchen sind Druckkammern vorgeschaltet, um den dynamischen Druck zu vermindern. Die Zuflussmenge wird von einer Messblende, die temperaturkompensiert ist, gemessen und durch ein Klappenspiel dosiert.

6.5 Die Messeinrichtung

Sie dient der Ueberwachung und Festhaltung des Versuchsablaufes und erlaubt eine direkte Ablesung und eine graphische Wiedergabe sämtlicher gemessenen Werte wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Die Messstreifen werden für die statistische Auswertung verwendet.

Luftströmungen werden durch Flöckchen aus einer Wirbeldüse oder durch Rauch sichtbar gemacht. Die Auswertung der Photos ermöglicht Aussagen über die Luftgeschwindigkeit und -temperatur im gesamten Stallbereich.

6.6 Arbeitsbereiche der Versuchseinrichtung

Temperaturen

	Sommer	Winter
minimum	+10° C bei 32° C	-10° C bei -15° C
maximum	+89° C bei 32° C	+27° C bei -15° C

Absolute Feuchtigkeit

minimum	7 g/kg bei 32° C	0,8 g/kg bei -15° C
maximum	19 g/kg bei 32° C	15 g/kg bei -15° C

7. Zusammenfassung

Die vielschichtigen Zusammenhänge der zahlreichen Parameter sind nicht leicht zu erkennen. Man baut auf den Ergebnissen auf, die man schon über die Lufteinlässe und Kanäle, über komplette Lüftungssysteme, Windblenden, Regelungstechnik, Strömungswalzen und alle Stoffwechselprodukte von Tier und Gülle besitzt.

Es werden verschiedene Messmethoden angewendet. Dazu gehören unter anderem das Sichtbarmachen der Luftströmung und das Messen der Luftgeschwindigkeit mit Zeitfotos.

Es gilt, aus der Fülle der angebotenen Einblasvorrichtungen wie Schlitze, Lochplatten, Gittern, Düsen und Klappen die geeignetsten bezüglich Stallform zu bestimmen. Auch werden die Aussenblenden gegen Winddruck und Regen genau untersucht.

Da im Sommer oft soviel Luft als im Winter durchgelassen werden muss, ist abzuklären, ob ein Lüftungssystem genügen kann oder ob getrennt funktionierende Anlagen erforderlich sind.

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet

Die «Blätter für Landtechnik» erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 24.—, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520. In beschränkter Anzahl können ferner Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.