

Thomas Heidenreich, Leipzig

Lüftungsprobleme in Offenställen

Außenklima-, Offenfront- und Offenställe haben sich in den letzten Jahren nicht nur aus Baukostengründen durchgesetzt. Allerdings bringen sie auch eine Reihe von Nachteilen mit sich. Vor allem an warmen, windarmen Tagen treten Lüftungsprobleme auf, die sich negativ auf Tierleistung und -gesundheit auswirken können. Die Wärmeeinträge über das Dach solcher Ställe sind mit bis zu 300 Watt/m² Dachfläche dann höher als die Wärmeabgabe der Kühe selbst. Bei der Planung der Lüftungsflächen und Anlagen zur Unterstützungslüftung sind diese Einträge zusätzlich zu berücksichtigen.

Seit Ende der 80-er Jahre geht der Trend in der Rinderhaltung über Außenklimastall, Offenfrontstall wieder zum Offenstall (Louisiana-Stall). Dies wird neben der Einsparung von Baukosten und Arbeitszeit vorrangig durch die „artgerechte Tierhaltung“ begründet. Während die Erschwernisse im Winter heute weitestgehend beherrscht werden, ergeben sich durch diese Bauformen weitere Probleme, die, auch bedingt durch hohe tierische Leistungen, jetzt vorrangig im Sommer auftreten. Austauscharme Wetterlagen verbunden mit hohen Temperaturen reduzieren den Luftwechsel in den freigelüfteten Ställen so erheblich, dass die Tiere unter „Hitzestress“ leiden.

Notwendige Lüfraten

Nach DIN 18910 (1992) beträgt die notwendige Lüfrate für eine 700 kg schwere Milchkuh im Sommer bei einer Außentemperatur von 30 °C und einer zulässigen Temperaturerhöhung im Stall von 3 K 375 m³/h. Die Angaben zum Strom der sensiblen Wärme im Sommer unterstellen dabei eine Milchleistung von 5000 kg/Kuh•Jahr. Höhere Leistungen werden im Sommer nicht berücksichtigt. Berechnungsgrundlage für die in der DIN 18910 dargestellten Wärme-

geht die Leistung um etwa 20% zurück. Gleichzeitig treten dann auch erhebliche Fruchtbarkeitsprobleme auf, von denen besonders Hochleistungskühe betroffen sind.

In Abhängigkeit der Umgebungstemperatur wird die von einer Hochleistungskuh produzierte Gesamtwärme teilweise als Wasserdampf, teilweise als sogenannte „Sensible Wärme“ direkt abgegeben (Tab. 2). Im „Wohlfühlbereich“ der Kühe, also bis zu etwa 25°C, liegt die notwendige Lüfrate dann bei 890 m³/Kuh•h.

Einfluss des ungedämmten Daches

Die errechneten Sommerlüfraten nach DIN oder CIGR beziehen sich lediglich auf die Wärmeabgabe der Tiere in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur. Einflüsse des Gebäudes bleiben unberücksichtigt. Da bei der Planung von Außenklimaställen vorrangig die „Freie Lüftung“ Anwendung findet, sind aber Einflüsse des Gebäudes, vor allem der Wärmeeintrag über das Dach zusätzlich zu berücksichtigen.

An sonnenreichen Tagen werden im Stundenmittel Globalstrahlungswerte bis zu 800 W/m² gemessen. Unterstellt man, dass etwa 30% dieser Wärmestrahlung reflektiert, die verbleibenden 70% nach beiden Seiten der Platten abgegeben werden, kann der Wärmeeintrag in den Stall bis zu 300 Watt/m² Dachfläche betragen. Dies gilt für Dächer mit grauen Platten. Bei rot eingefärbten Dacheindeckungen können diese Werte noch etwa 10% höher liegen. Entsprechend der Außentemperatur und der Windgeschwindigkeit erreichen die Stalldächer

Tab. 1: Notwendige Lüfraten einer Kuh mit 700 kg LG, 10000 kg Milchleistung bei 30 °C, Δt = 3 K

Table 1: Necessary air rates for a cow with 700 kg weight, 10000 kg milk yield, 30 °C, Δt = 3 K

Leistungsgruppe	Laktationsdrittel			Trockensterher
	1.	2.	3.	
Sommerlüfrate in m ³ /h	569	473	412	334

Dipl.-Ing. agr. Thomas Heidenreich ist Referent für landwirtschaftliches Bauwesen und Verfahrenstechnik an der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Ländlicher Raum, Betriebswirtschaft und Landtechnik, Leipziger Straße 200, 04178 Leipzig, e-mail: thomas.heidenreich@fb03.lfl.smul.sachsen.de

Schlüsselwörter

Wärmeabgabe, Wärmeeintrag, Hitzestress, Lüfrate, Luftgeschwindigkeit, Unterstützungslüftung

Keywords

Heat production, heat entry, heat stress, air rate, air velocity, supporting ventilation

ströme ist der Report der Arbeitsgruppe „climatization of animal houses“ der CIGR von 1984. Danach errechnet sich für eine Milchkuh mit 10000 kg Milchleistung unter diesen Bedingungen eine notwendige Lüfrate von 477 m³/h. Innerhalb der Laktation sind aber auch erhebliche Unterschiede vorhanden (Tab. 1).

Der thermoneutrale Bereich von Milchkühen liegt aber wesentlich niedriger als die für die Lüftungsberechnung angesetzten Werte, nämlich zwischen 4 und 16°C. Bis etwa 22°C verschlechtert sich die Futtermittelaufnahme und die Milchleistung sinkt. Bei einer Umgebungstemperatur von 30°C

Tab. 2: Wärmeproduktion und Wasserdampfproduktion einer Hochleistungskuh im ersten Laktationsdrittel

Table 2: Heat and water vapour production of a high-yield dairy cow in the first time of lactation

Stalltemperatur in °C	Wärmeabgabe in W	Wasserdampfproduktion in g/h
5	1546	600
10	1380	605
20	1120	885
25	895	1200
30	540	1640
35	60	2100

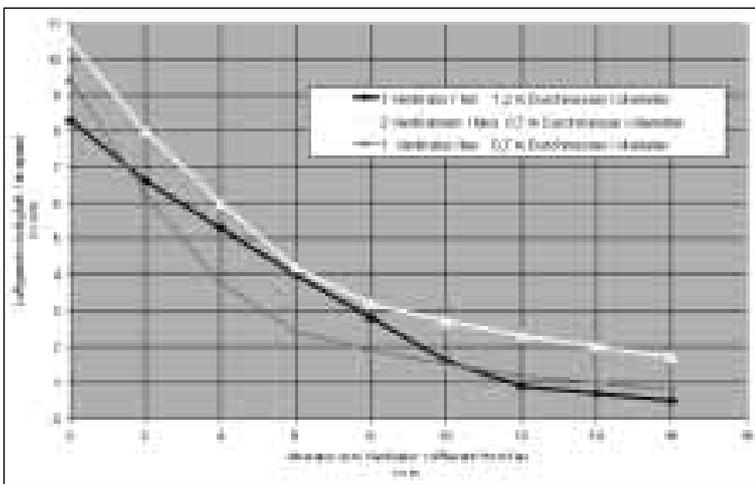


Bild 1: Wurfweite unterschiedlicher Ventilatoren und Ventilatoranordnungen

Fig.1: Throwing range of different fans and arrangement

Dachtemperatur in °C	35	40	45	50	55	60
Wärmeeintrag in W/Tier	132	264	396	528	660	792
Notwendige Luftrate in m ³ bei 30 °C	139	278	417	556	695	834

Tab. 3: Wärmeeintrag bei ungedämmten Dächern und notwendige Luftrate zum Abtransport der zusätzlichen Wärme

Table 3: Heat entry of non-insulated roofs and necessary air rates for removing additional heat

Windgeschwindigkeit in m/s	0,5	1	2	3	4
Zu- und Abluftflächen in m ² /Kuh	1,57	0,79	0,39	0,26	0,20

Tab. 4: Zu- und Abluftflächen für nicht wärmedämmte Ställe in

Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit bei einer maximalen Luftwechselrate von 1700 m³/Kuh•h

Table 4: In- and exhaust air surfaces for non-insulated houses depending on wind velocity at a maximum air rate of 1700 m³/dairy cow • h

dann an der Oberfläche Temperaturen über 60°C.

Typische Liegeboxenlaufställe wie Zweireiher und Dreireiher verfügen über eine Dachfläche von 7 bis 9,5 m²/Kuhplatz. Berücksichtigt man einen k-Wert der Dachplatten von 3,3, ergeben sich bei Dachtemperaturen von 35 bis 60°C zusätzliche Wärmeeinträge zwischen 132 bis 790 Watt je Kuh (Tab. 3) als Konvektion. Die Wärmestrahlung ist dabei noch nicht berücksichtigt.

Je nach Außentemperatur, Sonneneinstrahlung, Leistung der Tiere und Laktationsstadium sind im Außenklimastall im Sommer dann also Luftraten zwischen 350 und 1700 m³/Kuh und Stunde notwendig, um ein gutes Stallklima zu erzielen.

Einfluss der Luftgeschwindigkeit auf die Tiere

Während bei Schweinen im Sommer Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich von 0,5 m/s nicht wesentlich überschritten werden sollten, sind Kühe diesbezüglich absolut tolerant. Sie bevorzugen bei hohen Temperaturen sogar hohe Luftgeschwindigkeiten, um Wärme und Wasser besser abgeben zu können. Luftgeschwindigkeiten im Stall bis zu 5 m/s sind bei hohen Umgebungstemperaturen unproblematisch. So beträgt die Erhöhung der Wärmeabgabe bei einer Luftgeschwindigkeit von 0,8 m/s rund 6%, bei 5 m/s bereits 20%. Angaben aus den USA sagen aus, dass in der Umgebung der Tiere im Sommer eine Luftgeschwindigkeit von 1 bis 2,5 m/s erreicht werden soll. Dies entspricht einer Erhöhung der Wärmeabgabe von 7,5 bis 12%.

Zu- und Abluftflächen

Aus den Angaben zu den notwendigen Luftwechselraten resultieren für den Sommer entsprechende Zu- und Abluftflächen. Da aufgrund der nicht mehr vorhandenen Temperaturdifferenz Innen-Außen der Auftrieb fast vollständig zum Erliegen kommt, kann der notwendige Lüftungswechsel nur noch über den Wind realisiert werden. In wie weit dieser im Stallgebäude wirksam wird, hängt vom Standort des Stalles, der Lage des Stalles zur Hauptwindrichtung, Druckverlusten beim Eintritt und Strömungshindernissen im Stall ab. Die auftretenden Druckverluste können mit etwa 40% angenommen werden. Danach errechnen sich Zu- und Abluftflächen entsprechend Tabelle 4.

Aus diesen Berechnungen wird deutlich, dass bisherige Angaben zu Zu- und Abluftflächen (KTBL, ALB Bayern) für Tiere mit hohen Leistungen in Ställen mit ungedämmten Dächern bei Weitem nicht mehr ausreichend sind. Gleichzeitig resultiert daraus, dass heutige Stallgebäude, insbesondere Ställe mit Stallbreiten über 20 m, eine geöffnete Seitenwandfläche von 2,5 bis 3 m Höhe haben müssten, um noch bei einer Außenwindgeschwindigkeit von 1 m/s die erforderliche Luftwechselrate zu erreichen.

Weiterhin ist aber auch zu berücksichtigen, dass bei diesen Berechnungen die Luftgeschwindigkeit in der Umgebung der Tiere bereits unter 1 m/s absinkt, und damit das Wohlbefinden der Tiere bei Temperaturen oberhalb 20 °C beeinträchtigt ist. Also versagt bei Außenwindgeschwindigkeit unter 2 m/s die „Freie Lüftung“ an warmen Tagen.

Unterstützungslüftung

In der Milchviehhaltung werden drei Verfahren der Unterstützungslüftung eingesetzt:

Umluftverfahren:

Hier werden bewegliche Ventilatoren an den Stallwänden und im Innern des Gebäudes installiert. Durch die oszillierende Bewegung wird die Luft im Stall verwirbelt, was zu einer Abkühlung an der Haut der Tiere führt. Dieses Verfahren fördert aber nur unzureichend den notwendigen Luftwechsel.

Tunnellüftung:

Es werden mehrere große Ventilatoren in eine Stirnwand des Stalles installiert, der gesamte Stall bis auf eine definierte Zuluftöffnung in der gegenüberliegenden Stirnwand verschlossen. Die Ventilatoren erzeugen einen Unterdruck, so dass die Luft den gesamten Stall in Längsrichtung durchströmt. Die Strömungsgeschwindigkeit beträgt dabei bis zu 2,5 m/s. Dieses Verfahren ist aber bei typischen deutschen Stallquerschnitten oft ungeeignet, da hier Ventilatorleistungen bis 4000 m³/Kuh•h benötigt werden.

Step by step-Verfahren:

Es nutzt sowohl den Saug- wie auch den Druckbereich der Ventilatoren. Durch eine Reihung mehrerer großer Ventilatoren, meist in Längsrichtung des Stalles angeordnet, wird die Luft Schritt für Schritt durch den Stall transportiert. Damit werden unterschiedliche Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich und ein ausreichender Luftwechsel realisiert.

Die Tunnellüftung und das step-by-step-Verfahren ermöglichen es im Sommer, die Abluft gerichtet aus dem Stall zu transportieren. Damit wird eine Möglichkeit geschaffen, gezielt Immissionen gegenüber der Wohnbebauung zu mindern. Allerdings kann die Wirksamkeit der Ventilatoren erhöht werden, wenn sie entsprechend der Hauptwindrichtung ausblasen.

Häufig werden in der Praxis große Ventilatoren mit einem Durchmesser bis zu 1,40 m eingesetzt. Diese haben den Vorteil eines günstigen Energie-Leistungs-Verhältnisses bei hohem Luftvolumenstrom. Allerdings handelt es sich dabei meist um sogenannte „Langsamläufer“, deren Wurfweite relativ gering ist. Beim Einsatz von nur einem großen Ventilator besteht außerdem das Problem des Regelungsbedarfes bei geringeren Luftraten. Dies führt ebenfalls zu einem erhöhten Stromverbrauch, bezogen auf die Leistung. Günstig ist der Einsatz von 2 bis 3 mittelgroßen Ventilatoren (Durchmesser 0,7 bis 0,9 m) als Block zu beurteilen. Vorteile gegenüber einzeln hängenden Ventilatoren:

- keine Drehzahlregelung notwendig
- besseres flächiges Überblasen der einzelnen Funktionsbereiche möglich
- Erhöhung der Wurfweite (Bild 1).