

Wolfgang Büscher, Bonn, und Peter Cremer, Frankfurt/M.

# Berechnung der Sommer- und Winterluftraten aus tierphysiologischen Daten gemäß DIN 18 910 - 1

*Bei steigenden Energiepreisen werden sorgfältige Planung, exakte Ausführung und sachgerechte Betriebsweise von Lüftung und Heizung in Tierställen immer wichtiger. Die methodische Vorgehensweise zur Berechnung der Luftraten wird vorgestellt. Anhand eines konkreten Kalkulationsbeispiels für ferkelführende Sauen werden die Einflüsse „Wurfgröße“ und „Ferkelgewicht“ auf die Sommer- und Winterluftrate in diesem Haltungsabschnitt aufgezeigt. Das Beispiel zeigt, dass die benötigten Luftraten deutlich höher sind als bisher empfohlen. Einfache Computerprogramme können helfen, individuelle Rahmenbedingungen besser zu berücksichtigen.*

Prof. Dr. Wolfgang Büscher ist Leiter der Abteilung „Verfahrenstechnik der Tierischen Erzeugung“ am Institut für Landtechnik der Universität Bonn, Nussallee 5, 53115 Bonn.  
Dipl.-Ing. Peter Cremer ist freier Mitarbeiter der Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft (AEL), Frankfurt.

## Schlüsselwörter

Stallklima, Luftraten, Wärmebilanz

## Keywords

Climatization, ventilation, energy balance

## Literatur

- [1] CIGR (Working Group): Report 1 of Working Group on Climatization of Animal Houses. Scottish Farm Building Investigation Unit, Aberdeen, 1984
- [2] DIN 18 910-1 : Wärmeschutz geschlossener Ställe - Wärmedämmung und Lüftung - Teil 1: Planungs- und Berechnungsgrundlagen für geschlossene zwangsbelüftete Ställe, 2004

Energiepreise und -kosten gewinnen angesichts der aktuellen rechtlichen und gesellschaftspolitischen Entwicklungen rasant an Bedeutung. Im Kontext dieser Thematik haben die Lüftungstechnischen Planungen und Auslegungen großen Einfluss auf die späteren Verbrauchswerte in den Stallanlagen. Die Berechnung der Sommer- und Winterluftraten gemäß DIN 18 910-1 ist allerdings eine aufwändige und fehlerträchtige Angelegenheit. Um mehr Transparenz in dem Berechnungsweg zu erreichen und um stallindividuelle Lösungen zu ermöglichen, soll die Methode und ein Kalkulationsbeispiel für Ferkel führende Sauen mit unterschiedlichen einzelbetrieblichen Bedingungen mit den planungstechnischen Konsequenzen vorgestellt werden.

### Berechnungsmethode der tierphysiologischen Daten

Das derzeit gültige Berechnungsverfahren für die Ermittlung der sensiblen Wärmeproduktion der Tiere sowie des notwendigen Luftvolumenstroms für die Sommer- und Wintersituation in geschlossenen Stallanlagen (als Voraussetzung für die Wärmebilanzierung) werden im Report 1 der CIGR Working Group „Climatization of Animal Houses“ beschrieben [1]. Dieser Report ist auch Grundlage der DIN 18 910-1 [2] und nahezu aller Richtlinien unserer europäischen Nachbarländer mit annähernd gleichen Klimabedingungen, Haltungsverfahren und Tierrassen. Für das allgemeine Verständnis der methodischen Vorgehensweise sind am Beispiel der ferkelführenden Sau die folgenden Rechenschritte beschrieben und der formelmäßige Zusammenhang zur Ermittlung der tierphysiologischen Daten und daraus abgeleitet der Luftvolumenströme gezeigt.

#### Schritt 1:

Für die Ermittlung der Gesamtwärme von Sau und Ferkeln gelten die folgenden Zusammenhänge:

Die Gesamtwärmeproduktion der Sau  $\Phi_{ges}$  (griechisch, gesprochen Phi) ist physiologisch die Summe aus dem Anteil zur Erhaltung  $\Phi_{Erhaltung}$  und der Leistungskomponente Milch  $\Phi_{Laktation}$ . In Abhängigkeit zur Le-

bandmasse  $m$  gelten beispielhaft folgende Beziehungen:

$$\Phi_{ges} [W] = \Phi_{Erhaltung} + \Phi_{Laktation}$$

$$\Phi_{Erhaltung} [W] = 4,85 \cdot m^{0,75} \text{ und}$$

$$\Phi_{Laktation} [W] = 26 \cdot Y_{Milch}$$

Für die Ferkelaufzucht gilt beispielhaft in Abhängigkeit zur Lebendmasse  $m$  folgende Beziehung:

$$\Phi_{ges} = 29 \cdot (m + 2)^{0,5} - 40 \quad (A.1)$$

Dabei ist

$\Phi_{ges}$  die Gesamtwärme, in Watt (W)  
 $m$  die Lebendmasse, in Kilogramm (kg)  
 $Y_{Milch}$  die Milchleistung der Sau, in Kilogramm pro Tag (kg/Tag).

#### Schritt 2:

Da die Gesamtwärmeproduktion (Summe aus allen Komponenten) von der Umgebungstemperatur  $t$  abhängig ist, muss als nächstes folgender Korrekturfaktor  $F$  berechnet werden, der im nächsten Schritt mit der Gesamtwärmeproduktion multipliziert wird:

$$\Phi_{ges, kor} = F \cdot \Phi_{ges} \quad (A.2)$$

$$F = 4 \cdot 10^{-5} \cdot (20 - t)^3 + 1 \quad (A.3)$$

Dabei ist

$\Phi_{ges, kor}$  die korrigierte Gesamtwärmeproduktion, in Watt (W)  
 $F$  der Korrekturfaktor  
 $t$  die Umgebungstemperatur, in Grad Celsius (°C)

#### Schritt 3:

Bei dieser Kalkulation wird dem Sachzusammenhang nach folgender Formel Rechnung getragen, dass mit steigender Umgebungstemperatur die sensible Wärmeabgabe  $\Phi_{sens}$  (durch den steigenden Anteil der evaporativen Wärmeabgabe) immer geringer wird:

$$\Phi_{sens} = \Phi_{ges, kor} \cdot [0,8 - 1,85 \cdot 10^{-7} \cdot (t + 10)^4] \quad (A.4)$$

Dabei ist

$\Phi_{sens}$  die sensible Wärmeabgabe, in Watt (W)

#### Schritt 4:

Der um die sensible Wärme verminderte Rest entspricht der latenten Wärme  $\Phi_l$ . Diese kann durch Berücksichtigung der im Wasser gebundenen Verdunstungsenergie ( $680 \text{ Wh kg}^{-1}$ ) wieder auf die verdunstete Wassermenge  $X$  (Wasserdampfabgabe) nach

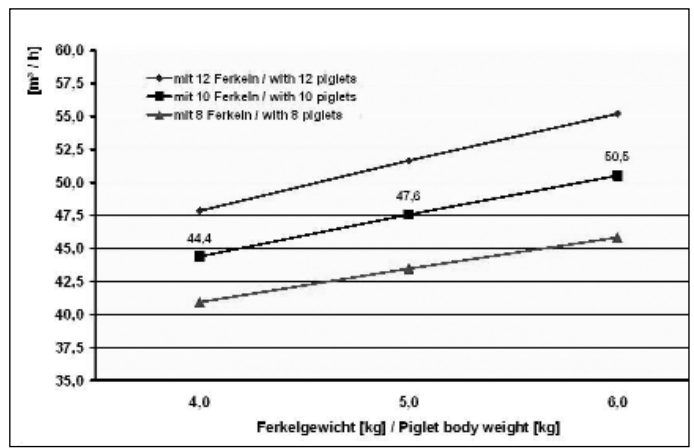
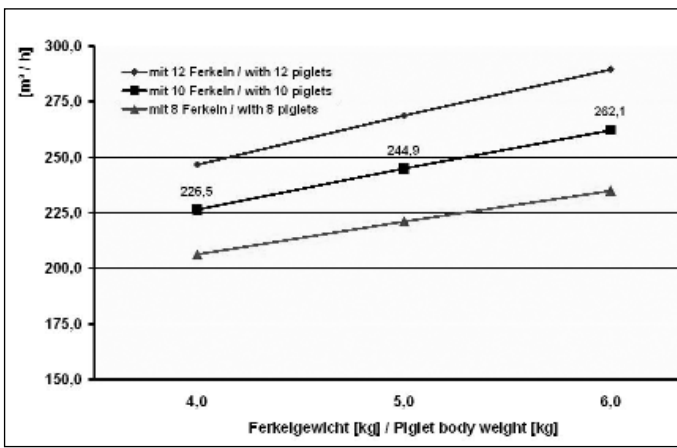


Bild 1: Sommerluftraten für ferkelführende Sauen in Abhängigkeit von der Wurfgröße und der Lebendmasse der Ferkel für einen Beispielstall (KTBL ZS 10003)

Bild 2: Winterluftraten für ferkelführende Sauen in Abhängigkeit von der Wurfgröße und der Lebendmasse der Ferkel für einen Beispielstall (KTBL ZS 10003)

Fig. 1: Summer air volume flow for lactating sows depending on litter size and piglet weight for an exemplary barn (KTBL ZS 10003)

Fig. 2: Winter air volume flow for lactating sows depending on litter size and piglet weight for an exemplary barn (KTBL ZS 10003)

folgender Formel verrechnet werden:

$$\Phi_1 = \Phi_{\text{ges, kor}} - \Phi_s \quad (\text{A.5})$$

Dabei ist

$\Phi_1$  die latente Wärme, in Watt (W);

$$X = \Phi_1 / 0,68 \quad (\text{A.6})$$

Dabei ist

X die verdunstete Wassermenge, in Gramm durch Stunde ( $\text{g h}^{-1}$ )

meproduktion zur Berechnung der zur Wärmeabfuhr benötigten Sommerluftrate von Interesse.

Für die Berechnung der tierphysiologischen Daten und den daraus resultierenden Luftraten sind für die Schweinehaltung folgende Randbedingungen zu berücksichtigen (Tab. 1) [2].

### Ein konkretes Planungsbeispiel

Die Berechnung der Luftraten für laktierende Sauen mit den zugehörigen Ferkeln erfordert auf Grund der verschiedenen Kalkulationsvorgaben für die tierphysiologischen Leistungen zwei separate Rechengänge (einen für die Sau und einen weiteren für die Ferkel). Eine Vereinfachung ergibt sich, wenn die Gesamtwärmeproduktion  $\Phi_{\text{ges}}$  der Sau und der Ferkel in einem Rechengang ermittelt werden:

$\Phi_{\text{ges}} = \Phi_{\text{Erhaltung (Sau)}} + \Phi_{\text{Laktation (Sau)}} + \Phi_{\text{Ferkel}}$   
Der Vorteil besteht darin, dass die folgenden Berechnungsschritte (wie oben beschrieben) nur einmal erforderlich sind. Dies ist aus wärmetechnischer Sicht sinnvoll, da die Konditionen (Stalltemperatur und rel. Luftfeuchte sowie der Gebäudeeinfluss) für die Sauen und Ferkel gleich sind. Selbstverständlich ist für die Ferkel im Liegebereich ein ausreichendes Wärmeangebot sicherzustellen. Es ist jedoch nicht ratsam, die Berechnungen lediglich für ein einzelnes Tier

durchzuführen, weil dann der Gebäudeeinfluss nicht in der erforderlichen Relation steht. Mit dem AEL-Stallklimaprogramm, Version 1.2 Oktober 2007, wurden daher beispielhaft folgende Berechnungen durchgeführt (Tab. 2).

In Bild 1 und 2 sind die Luftraten im Sommer und Winter für eine Sau von 250 kg Lebendmasse mit Ferkeln in unterschiedlicher Anzahl und Gewicht dargestellt. Dabei hängt das Ferkelgewicht sicher vorrangig von der Säugezeit ab.

In Konsequenz zeigt sich, dass die Sommerluftraten für ferkelführende Sauen durch die Berücksichtigung der Wärmeabgabe der Ferkel erheblich größer sind als in den bisherigen Empfehlungen und Kalkulationsbeispielen der DIN 18 910-1. Als „Faustzahl“ für die Sommerluftrate werden stündlich  $250 \text{ m}^3 / \text{Sau}$  empfohlen, wenn keine detaillierte Berechnung der konkreten Stallbedingungen und aktuellen tierischen Leistungen durchgeführt werden soll.

- Die in der Baunorm DIN 18 910 - 1 „Wärmeschutz geschlossener Ställe“ festgelegten komplexen Zusammenhänge sind ausführlich und verständlich erläutert im AEL-Heft 17 / 2007 „Berechnungs- und Planungsgrundlagen für das Klima in geschlossenen Ställen“.
- Alle relevanten Berechnungen – auch für die übrigen Nutztiere – können komfortabel mit dem AEL-Stallklimaprogramm durchgeführt werden.

Unter [www.ael-online.de](http://www.ael-online.de) stehen Heft 17 und eine DEMO-Version des Stallklimaprogramms zum kostenlosen Herunterladen zur Verfügung.

Tab. 1: Kalkulationsvorgaben für die Ableitung der tierphysiologischen Daten nach DIN 18 910-1 [2]

Tab. 2: KTBL-Beispielstall

Table 1: Calculation specifications for deriving the physiological values with DIN 18 910 - 1 [2]

Table 2: KTBL-type barn

Tierart/Haltungsabschnitt	Rechengang
<b>Schweine</b>	
Ferkel & Mastschweine	$\Phi_{\text{ges}} [\text{W}] = 29 (m + 2)^{0,5} - 40$
Tragende Sauen Erhaltungsumsatz	$\Phi_{\text{Erhaltung}} [\text{W}] = 4,85 \cdot m^{0,75}$
Embryonalwachstum	$\Phi_{\text{Trächtigkeit}} [\text{W}] = 8 \cdot 10^{-5} \cdot p^3$
Laktierende Sauen Erhaltungsumsatz	$\Phi_{\text{Erhaltung}} [\text{W}] = 4,85 \cdot m^{0,75}$
Milch-Leistungsumsatz	$\Phi_{\text{Laktation}} [\text{W}] = 26 \cdot Y_{\text{Milch}}$
$Y_{\text{Milch}}$ : Milchleistung in kg/Tag	p: Tag der Trächtigkeit

Haltungsbedingungen	a	im Sommer	im Winter
Stalltemperatur	$^{\circ}\text{C}$	30	18
rel. Luftfeuchte	%	70	80
Korrekturfaktor r		1	1
Sommertemperaturzone	$^{\circ}\text{C}$	< 26	
zulässige Temperaturdiff. im Sommer	K	3	
Wintertemperaturzone	$^{\circ}\text{C}$		-10
(336 prod. Sauen, 72 Abferkelplätze als Einraumstall gerechnet)			