

Heiz- und Elektroenergiekonsum in der Ferkelaufzucht

Zahlreiche neue Entwicklungen zur technischen Ausrüstungen von konventionellen zwangsbelüfteten Ferkelaufzuchtställen sollen die Kosten senken und die Betriebsergebnisse steigern. Die laufenden Untersuchungen sollen dazu dienen, unter Praxisbedingungen in sechs Stallabteilen Vergleiche zur verschiedenen Heizungstechniken und Ventilator-Steuergerät-Kombinationen durchzuführen. Besonders vorteilhaft haben sich die EC-Energiesparventilatoren erwiesen, die bisher schon zu einer Strom einsparung von über 30% geführt haben.

Prof. Dr. Wolfgang Büscher ist Direktor des Instituts für Agrartechnik und Landeskultur. Er vertritt das Fachgebiet für Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und Bauwesen der Landwirtschaft; Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Agrartechnik und Landeskultur, 06108 Halle, e-mail: Buescher@landw.uni-halle.de
Dipl.-Ing. agr. Jens Kluge ist Angestellter des Agrarunternehmens Barnstädt. Er betreut das Projekt als Doktorand.

Schlüsselwörter

Ferkelaufzucht, Lüftung, Ventilator, Heizung

Keywords

Piglet rearing, ventilation, fan, heating system

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 99414 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Tab. 1: Beschreibung der Versuchsvarianten (Zuluft über Rieselkanäle)

Table 1: Description of the experimental variants (air inlet through perforated ceiling)

Kontrolle 1
Gaskanone & Axialventilator + Phasenanschnittsteuerung

Kontrolle 2
Gaskanone & Axialventilator + Phasenanschnittsteuerung

Kontrolle 3
Gaskanone & Axialventilator + Phasenanschnittsteuerung

Variante 1
Gaskanone & EC-Energiesparventilator + Messventilator und Drosseleinrichtung

Variante 2
Warmwasser-Fußbodenheizung im Liegebereich + Delta Rohre zur Raumheizung & Axialventilator + Phasenanschnittsteuerung

Variante 3
Warmwasser-Fußbodenheizung im Liegebereich + Delta Rohre zur Raumheizung & EC-Energiesparventilator + Messventilator und Drosseleinrichtung

Für die vielfältigen neuen Entwicklungen bei der Lüftungs- und Heizungstechnik für die Ferkelaufzucht fehlen aktuelle Vergleichsdaten für Beratung und bauinteressierte Landwirte. Durch die unzureichende Vergleichbarkeit führen Erhebungen auf der Basis von betrieblichen Verbrauchsdaten nicht zu belastbaren Ergebnissen. Nur ein paralleler (zeitgleicher) Vergleich unter sonst standardisierten Bedingungen (Tiermaterial, Fütterung) mit den derzeit üblichen Lüftungs- und Heizungstechnischen Kombinationen kann eine methodisch belastbare verfahrenstechnische Bewertung erreichen.

Ziel der laufenden Untersuchungen soll daher ein derartiger Vergleich verschiedener Heizungs- sowie Lüftungsverfahren in der Ferkelaufzucht im Hinblick auf den Konsum von Elektro- und Heizenergie sein. Die Erfassung der tierischen Leistung unter Berücksichtigung des Tierverhaltens soll eine umfassende Betrachtung gewährleisten. Die Untersuchungen werden dankenswerterweise finanziell von der Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft (AEL), dem Agrarunternehmen Barnstädt und sechs Herstellern für Lüftungen, Heizungen und Stallfußböden unterstützt.

Methodische Vorgehensweise bei den laufenden Untersuchungen

In den Untersuchungen soll ein energetischer Vergleich von Ferkelaufzuchtställen mit unterschiedlicher technischer Ausrüstung erfolgen. Dabei soll nicht nur der Elektroenergieaufwand für die Prozesstechnik (insbesondere der Aufwand für den Luftwechsel), sondern auch der Heizenergieauf-

wand fester Bestandteil des Vergleichs sein. Da an die Erfassung beider Komponenten unterschiedliche Anforderungen gestellt werden, sind getrennte Erfassungsmethoden notwendig.

Ermittlung des Energieaufwandes für den Luftwechsel

Der vom Steuergerät und den Ventilatoren eines Stallabteils benötigte Strom lässt sich elektrotechnisch problemlos über die üblichen Stromzähler ermitteln. Auch die Beleuchtung und andere abteilsspezifische Schaltkreise sind so erfassbar. Spitzenlasten sind für die Anschlussleistung der Anlage wichtig. Sie können über eine bewährte Technik zur Lastgangaufzeichnung an den ohnehin benötigten Stromzählern ermittelt werden.

Um eine Aussage über den spezifischen Energieverbrauch der Gesamtanlage [kWh/1000 m³ geförderte Luft] machen zu können, ist darüber hinaus die kontinuierliche Erfassung des Luftvolumenstroms notwendig. Dies ist derzeit nur mit kalibrierten Messventilatoren möglich. Diese Sensoren bestehen aus einem zweiflügligen Ventilatorblatt, das den gesamten Kanalquerschnitt abdeckt. Die Drehfrequenz, die über berührungslose Näherungsschalter (Impulssensoren) ermittelt wird, ist oberhalb der Trägheitsgrenze direkt proportional zur Höhe des Luftvolumenstroms [1].

Ermittlung des Heizenergieaufwandes

Der Wärmebedarf eines Raumes, der durch Heizung abzudecken ist, ergibt sich kalkulatorisch aus dem Wärmedefizit bei einer Wärmehaushaltsberechnung (Wärmebilanz). Dieser Planungsschritt ist ebenfalls notwendig, um die tierschutzrechtlichen

Planungsbedingungen	m ³ /h je Tier	m ³ /h je Abteil	Regelverhältnis
Sommer: 30 kg Ferkel	62	12400	31
Winter: 5 kg Ferkel	2	400	1

Tab. 2: Sommer- und Winterluftfrate des Abteils für das Planungsbeispiel

Table 2: Ventilation rates under summer and winter conditions of the compartment for the exemplary pig house

Temperaturanforderungen für die Ferkelaufzucht einzuhalten [5]. Dabei wird die von den Tieren erzeugte (sensible) Wärme den Verlustgrößen gegenüber gestellt. Wärmeverluste sind die Transmissionswärmeverluste durch raumschließende Bauteile und die Lüftungswärmeverluste durch den zur Abfuhr der Raumlasten notwendigen Luftaustausch nach DIN 18910 (Gl. 1) [4].

$\dot{Q}_{\text{Heizung}} = \dot{Q}_{\text{Tiere}} - (\dot{Q}_{\text{Bauteile}} + \dot{Q}_{\text{Lüftung}})$ Gl. 1
Die Wärmeverluste durch die raumschließenden Bauteile werden nach Gleichung 2 berechnet.

$$\dot{Q}_{\text{Bauteil}} = \text{Fläche}_{\text{Bauteil}} \cdot k\text{-Wert}_{\text{Bauteil}} \cdot (\partial_{\text{Innenseite}} - \partial_{\text{Außenseite}}) \quad \text{Gl. 2}$$

Dabei beschreibt der k-Wert (Gleichung 3) den Wärmestrom durch einen Quadratmeter Wand je Kelvin Temperaturunterschied in [W/m²K] vom hohen zum niedrigen Temperaturniveau.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_a}} \quad \text{Gl. 3}$$

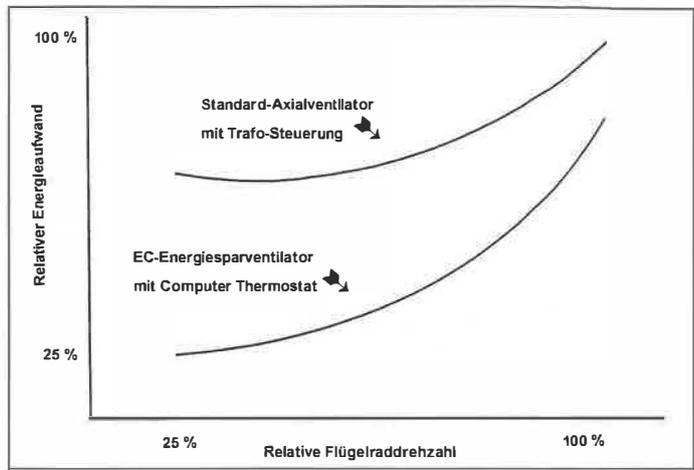
mit α_i = Wärmeübergangskoeffizient innen = 8;

α_a = Wärmeübergangskoeffizient außen = 25

Die Wärmeverluste durch die raumschließenden Bauteile lassen sich kalkulatorisch bei Kenntnis der Temperaturdifferenz (d_{Innen} - d_{Außen}) ermitteln. Für die Anlage wurden die Wärmebilanzen der zu untersuchenden Kammabteile für 200 Aufzuchtferkel mit einer und zwei Außenwänden für den Standort Barnstädt auf der Basis der DIN 18910 kalkulatorisch ermittelt. Es ergeben sich Wärmedefizite und somit ein Heizbedarf von 5,6 (Kammabteil mit zwei Außenwänden) oder 4,8 kW (Abteil mit nur einer Außenwand).

Bild 1: Energieaufwand für den geförderten Luftvolumenstrom bei einem Standard-Axialventilator und einem EC-Energiesparventilator

Fig. 1: Comparing energy use for air volume flow for standard axial fans and EC low energy fans



Die Wärmeverluste durch den Luftwechsel lassen sich ebenfalls kalkulatorisch auf der Basis der DIN 18910 ermitteln. Sie betragen für die Untersuchungsabteile 7,7 kW. Unter Praxisbedingungen müssen für einen Verfahrenvergleich die Lüftungswärmeverluste der Abteile jedoch kontinuierlich messtechnisch ermittelt werden. Die Luftvolumenströme werden mit Hilfe von Mesuventilatoren erfasst, die Differenz der Wärmeinhalte von Abluft und Zuluft durch Temperatur und Luftfeuchtemessung in beiden Luftströmen. Die temperatur- und feuchtebedingten Dichteunterschiede zwischen Zu- und Abluft können auf diesem Wege ebenfalls berücksichtigt werden.

Da ein Stall systemtheoretisch nur unter Berücksichtigung der im Futter und im Tierkörper gebundenen Energie ein energetisches Bilanzgleichgewicht aufweist, müssen zur Erfassung des tatsächlichen Heizenergieaufwandes direkte kalorimetrische Messungen an den Heizungssystemen bei Einhaltung der gewünschten Raumtemperatur erfolgen. Hierzu sind bei Warmwassersystemen „Wärmemengenzähler“, bei Gasheizungen „Gasvolumen-Zähler“ notwendig.

Erste Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellung soll sich an dieser Stelle auf die Elektroenergie beschränken; zu den Heizenergiekosten soll zu einem späteren Zeitpunkt berichtet werden, weil bisher nur Winterdaten vorliegen. *Table 1* zeigt die Vergleichsvarianten der Untersuchung.

Nach drei Versuchsdurchgängen sollen für den zweiten Untersuchungsabschnitt die am günstigsten abgeschnittenen Verfahren wei-

ter variiert werden, um energetische Vergleiche zwischen verschiedenen (oft als gleichwertig eingestuft) Produkten durchzuführen.

Damit der Stall auch unter extremen Bedingungen funktioniert, waren für den Sommer die höchste Belegungsichte, für den Winter die geringste vorzusehen. *Table 2* zeigt das Resultat, wobei die 5 kg Tiere dem Winter zugeordnet sind. Für die Untersuchung wurde die Winterluftfrate nach den geltenden Regelwerken berechnet. Es ergibt sich ein Regelverhältnis zwischen Sommer- und Winterluftfrate von über 30:1. Diese Forderung für den minimalen und maximalen Luftvolumenstrom stellt höchste steuerungstechnische Anforderung an die Anlage [2]. Die Einstellung der Versuchsanlage erwies sich in den Wintermonaten als problematisch. Die exakte Steuerung der Winterluftfrate beeinflusste die Lüftungswärmeverluste maßgeblich.

Großen Einfluss auf den Strombedarf hatte die Auswahl der Ablufttechnik (Steuergerät und Ventilator). Hier erwiesen sich die neuen EC-Energiesparventilatoren als besonders sparsam. Der Unterschied im Energiekonsum liegt in der veränderten Antriebstechnik zum Standard-Axialventilator und im großen Energieverlust der Phasenanschnitt-Steuerung. *Bild 1* zeigt den Effekt graphisch. Bei Vollast ist die Leistungsaufnahme zwischen Standard-Ventilator (am Prüfstand über Transformator angesteuert) und Energiesparventilator bei gleichem Durchmesser in etwa gleich. Im abgeregelten Bereich, also in den Lüfterstufen unterhalb der Nennspannung, hat der EC-Energiesparventilator große Vorteile. Im Winter 1998/99 benötigten die Abteile mit jeweils zwei Energiesparventilatoren lediglich 30% Elektroenergie im Vergleich zur Standard-Technik! Die Zahlen für den Jahresdurchschnitt liegen leider noch nicht vor.

Obwohl diese Ventilatoren einen höheren Anschaffungspreis haben, zeigt sich bei einer Kostenkalkulation (*Tab. 3*), dass sich selbst bei einer Kreditfinanzierung schon im dritten Nutzungsjahr die höheren Investitionen durch verminderte Stromkosten wieder amortisiert haben.

	Einheit	Standard 50 cm Ø/230 V	Energiesparventilator 50 cm Ø/ 230 V
Anschaffungspreise incl. Steuerung und Motorschutz	DM	1350	1860
Annuität bei 5% Zinsen und zehn Jahren Nutzung	DM	175	241
Stromkosten pro Jahr bei einer mittleren Auslastung von 60%	kWh	2630	1314
Stromkosten pro Jahr bei 0,28 DM/kWh	DM	736	368
Jährliche Kosten	DM	911	609

Tab. 3: Rechenbeispiel zur Amortisation des Energiesparventilators (Preise nach Angaben des Herstellers Ziehl-Abegg)

Table 3: Calculation example for the amortization of standard and EC low energy fan (prices according to the manufacturer Ziehl-Abegg)