

Wolfgang Büscher, Halle, und Thomas Heidenreich, Böhlitz-Ehrenberg

Lüftungsverfahren für Großraumabteile zur Schweinemast

Verfahrenstechnische Bewertung

In einer Großanlage für die Schweinemast wurden Vergleichsuntersuchungen von vier Lüftungsvarianten durchgeführt. Die Luftqualität und die tierischen Leistungen waren in allen Varianten nahezu gleich. Deutliche Unterschiede bestanden beim Elektroenergiekonsum. Einsatzdauer, Ventilatorzahl und -durchmesser sowie Strömungswiderstand sind die Ursachen für die Differenzen, die bei niedrigen Außentemperaturen am größten sind. Da zwischen den Varianten auch Unterschiede im Kapitalanspruch bestehen, ist die Ermittlung der gesamten Verfahrenskosten für einen Variantenvergleich notwendig. Es ergaben sich Verfahrenskosten von 10,70 DM bis 17,50 DM je Mastplatz und Jahr.

In den letzten Jahren wurden zahlreiche Stallanlagen zur Schweinemast in den neuen Bundesländern umgebaut. Modernisierung, Rationalisierung und Sanierung waren Ursache für diese Maßnahmen im Kontext veränderter Wettbewerbsbedingungen. Die Umbaulösungen sind hinsichtlich Fütterung, Lüftung und Ausrüstung keineswegs einheitlich. Die dankenswerterweise von der sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft und der Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft unterstützten Untersuchungen sollen einen Beitrag leisten, um Beratungs- und Planungsgrundlagen hinsichtlich Eignung und Ressourcenanspruch verschiedener Lüftungsverfahren zu aktualisieren. Dabei stellen „Großraumabteile“ besondere Anforderungen an die Luftführung im Hinblick auf die Homogenität der Luftqualität in dem sehr ausgedehnten Aufenthaltsbereich der Tiere.

Prof. Dr. Wolfgang Büscher vertritt das Fachgebiet für Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und Bauwesen der Landwirtschaft am Institut für Agrartechnik und Landeskultur der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Ludwig-Wucherer-Straße 81, 06108 Halle, e-mail: Buescher@mliu-ags1.landw.uni-halle.de.

Dipl.-Ing. agr. Thomas Heidenreich ist im Fachbereich Ländlicher Raum, Betriebswirtschaft und Landtechnik der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Böhlitz-Ehrenberg, tätig.

Tab. 1: Auswertung des Stromverbrauchs der einzelnen Lüftungsverfahren (bei niedrigen Außentemperaturen)

Variante	Stromverbrauch im Zeitraum 18.11.97 bis 6.5.98 in kWh	Stromverbrauch pro Mastperiode und Stall in kWh	Stromverbrauch pro Mastperiode und Tier in kWh	Stromverbrauch in % (Var. 1 = 100)
1	3747,0	2204,1	3,67	100
2	8540,4	5023,8	8,37	227,9
3	1820,2	1070,7	1,78	48,6
4	677,47	398,5	0,66	18,1

Table 1: Evaluation of current consumption of the ventilation methods (at low outside temperatures)

Luftführung in Großraumabteilen

Großraumabteile in der Schweinemast sind durch ihre Flächenausdehnung gekennzeichnet. Die standardisierten Stallhüllen, die für 600 Mastplätze unter planwirtschaftlichen Bedingungen entstanden, hatten üblicherweise eine Breite von 12 m und eine Länge von 54 m. Diese Ställe sind im Inneren nicht weiter in Abteile geteilt. Abgestimmt auf große Sauherden erfolgt die Belegung nach dem Rein-Raus-Prinzip. In Großanlagen sind diese Stallabteile durch einen Zentralgang verbunden; bei kleineren Tierbeständen stehen die Ställe auch frei.

Eine homogene Luftverteilung ist in Großraumabteilen aufgrund der großen Entfernungen zwischen Einströmöffnung und „Tier“ schwieriger zu gewährleisten als in kleinen. Im Ausgangszustand handelte es sich üblicherweise um Strahl-lüftungen, wobei die Zuluft über Düsen seitlich (quer zur Längsachse des Stalles) in den Raum geführt wurde. Die Anlagen waren als Über- oder Gleichdrucklüftung ausgeführt. Die Abluft wurde oberflurseitig, mit senkrechten Schächten aus dem Raum geleitet. Bei der Strahl-lüftung kommt es bei hohen Einströmgeschwindigkeiten zu einer intensiven Luftverwirbelung im Raum (Luftwalzenbildung). Bei hohem Luftwechsel war die Luftqualität im gesamten Raum weitgehend homogen. An diesem Ausgangszustand müssen sich in Frage kommende Umbaulösungen messen lassen.

Untersuchte Varianten

Die Untersuchungen wurden in einer Schweinemastanlage durchgeführt, in der verschiedene Umbaulösungen parallel betrieben werden. Die Anlage befindet sich im östlichen Erzgebirge in einer Höhe von etwa 550 m über NN. Am Untersuchungsstandort sind etwa 10000

Mastplätze vorhanden. Die untersuchten Abteile haben eine Kapazität von jeweils 600 Mastplätzen. Die Mastschweine werden strohlos auf Vollspalten (0,7 m²/Tier) gehalten. In allen Abteilen werden die Lüftungsanlagen auf 400-Volt-Basis mit transformatorischer Steuerung betrieben.

Mit Hilfe einer speziellen Messtechnik wurden über zwei Mastperioden die elektrische Leistung und Arbeit aufgezeichnet, wobei insgesamt vier Abteile mit unterschiedlicher Lüftungstechnik elektrotechnisch getrennt betrachtet wurden. Folgende Lüftungstechniken wurden verglichen:

- Var. 1: Unterdrucklüftung als Zwangslüftung; Zuluftführung über Rieselkanäle
- Var. 2: Sommer: Unterdruckentlüftung, Zuluftführung über Rieselkanäle; Winter und „Übergang“: Unterdrucklüftung mit Wärmerückgewinnung
- Var. 3: Unterdruckentlüftung als Zwangslüftung, Zuluftführung über Außenwandventile
- Var. 4: Schwerkraftentlüftung über Monoschacht, bei hohen Raumtemperaturen mit Unterstützungsventilatoren; Zuluftführung über Rieselkanäle

Die untersuchten Lüftungsvarianten sind sowohl in ihrer Kombination, wie auch für die verschiedenen Umbaulösungen in den neuen Bundesländern typisch. Die energetischen Messungen waren Bestandteil einer übergeordneten Fragestellung hinsichtlich tierischer Leistung, Luftqualität im Tierbereich, NH₃-Emissionen und Ressourcenaufwand von verschiedenen Umbaulösungen in der Schweinemast [3]. Durch die genetische Homogenität und einheitliche Tierbetreuung lassen sich verfahrenstechnische Effekte sauber zuordnen.

Tab. 2: Auswertung des Stromverbrauchs vom 6. Mai bis 11. Juni 1998 der einzelnen Lüftungsverfahren (hohe Außentemperaturen; Sommerbedingungen)

Variante	Stromverbrauch in kWh	Stromverbrauch pro Mastperiode und Stall in kWh	Stromverbrauch pro Mastperiode und Tier in kWh	Stromverbrauch in % (Var. 1 = 100)
1	1717,9	4642,9	7,74	100
2	2503,0	6764,8	11,27	145,7
3	1084,1	2930,0	4,88	63,1
4	859,3	2322,4	3,87	50,0

Table 2: Evaluation of current consumption from May 6 till June 11, 1998 of the ventilation methods (high outside temperatures, summer conditions)

Tab. 3: Kalkulation der Verfahrenskosten der Lüftungsvarianten 1 bis 4 in DM/Mastplatz und Jahr

Kostenblock	Variante			
	1	2	3	4
Investitionskosten (hier davon 10 % p.a.)	5,60	7,46	4,90	6,00
Instandhaltung 5 %	2,80	3,73	2,45	3,00
Elektroenergie	6,24	10,75	3,65	2,48
Heizung	0,65	0,10	0,65	0,65
Verfahrenskosten	15,29	22,04	11,66	12,13

Table 3: Calculation of operation costs of ventilation variants 1 to 4 in DEM/fattening place and year

Ergebnisse

Das Lüftungsverfahren hatte keinen signifikanten Einfluss auf die ökonomischen Leistungsparameter in der Schweinemast. Geringe bis keine Unterschiede zwischen den täglichen Zunahmen, der Futtermittelverwertung und den Tierverlusten lassen eine leistungsbezogene Gleichwertigkeit der untersuchten Lüftungsvarianten zu.

Bei den untersuchten Lüftungsverfahren konnten die über die Steuergeräte vorgegebenen Soll-Temperaturkurven im Winter- und in den Übergangszeiten eingehalten werden. Während der Sommermonate wurden im wesentlichen in allen Stalleinheiten Temperaturdifferenzen zur Außentemperatur von +3 K nicht überschritten. Dies entspricht der nach DIN 18910 für den Sommertemperaturbereich am Standort planerisch angestrebten Differenz.

Zwischen den Varianten bestanden ebenfalls keine nachweisbaren Unterschiede in der Luftqualität. Bezüglich den Ammoniakkonzentrationen konnten die Anforderungen der Schweinehaltungsverordnung (im Tagesmittel maximal 20 ppm NH₃) in Phasen mit ganztägigen Außentemperaturen unter dem Gefrierpunkt von keiner Lüftungsvariante erfüllt werden. Auch in anderen Untersuchungen wird das Überschreiten dieses Grenzwertes in den Wintermonaten beschrieben [2, 4]. Da hohe Ammoniakkonzentrationen ohne eine geeignete Sensorik nicht wahrgenommen werden, kann das Problem nur durch die Anhebung der Winter-Mindestluftstraten (mit der Konsequenz eines höheren Heizaufwandes) gelöst werden.

Energiekonsum

bei niedrigen Außentemperaturen

In Tabelle 1 sind die Stromverbräuche der einzelnen Lüftungsverfahren pro Mastperiode und Stall sowie pro Mastperiode und Tier aufgeführt. Diese Werte gelten für den Zeitabschnitt vom 18. November 1997 bis zum 6. Mai 1998, also für relativ kühle Außentemperaturen. Für die Hochrechnung wurde eine Mastdauer von 100 Tagen unterstellt.

Es ist zu erkennen, daß die Unterdruckentlüftung mit Rieselkanälen (Variante 1) unter diesen Bedingungen weniger als die Hälfte an Energie konsumierte als die Unterdruckentlüftung mit Wärmerückgewinnung (Variante 2). Bei Luft-Luft-Wärmetauschern ist der Einsatz von Zuluftventilatoren zur Überwindung der Strömungswiderstände notwendig. Durch den häufigen Betrieb der Zuluftventilatoren wird der Elektroenergiekonsum der Gesamtanlage erheblich gesteigert. Vergleicht man den Energiekonsum der Lüftungsvariante 1 (Unterdruckentlüftung, Zuluft über Rieselkanäle) mit denen der Varianten 3 und 4, so ist zu erkennen, dass hier nur etwa 49 % beziehungsweise 18 % des Energiebedarfs der Variante 1 benötigt wurden. Der deutliche Vorteil der Monoschichtlüftung ist auf den nur zeitweisen Betrieb der Unterstützungsventilatoren zurückzuführen. Bei diesem Verfahren wird unter Winterbedingungen der Luftwechsel allein durch Thermik gewährleistet. Diese Zusammenhänge gewinnen mit steigendem Temperaturunterschied zwischen Raum- und Außenluft an Bedeutung; also überwiegend im Winterhalbjahr mit relativ kühlen Außenbedingungen! Variante 3 zeigt deutlich, dass bei gleicher Luftleistung durch wenige

Ventilatoren mit großem Durchmesser eine höhere Energieausnutzung erreicht wird.

Energiekonsum

bei hohen Außentemperaturen

Tabelle 2 fasst die Stromverbräuche der einzelnen Lüftungsvarianten pro Mastperiode und Stall sowie pro Mastperiode und Tier zusammen. Die Daten beziehen sich auf den Zeitabschnitt vom 6. Mai bis 11. Juni 1998 mit relativ hohen Außentemperaturen. Unterstellt wurde auch hier eine Mastdauer von 100 Tagen.

Vergleicht man den Energiekonsum, fällt auf, dass es bei einem Anstieg der Außentemperaturen zu wesentlich geringeren Unterschieden zwischen den Varianten kommt. Da die Anlagen im Sommer überwiegend unter „Vollastbedingungen“ arbeiten, haben unter sonst gleichen Bedingungen Ventilator Durchmesser und Strömungswiderstand der Gesamtanlage übergeordneten Einfluss auf den Elektroenergiekonsum. Die Unterschiede zwischen den Lüftungsvarianten sind trotz einer Annäherung noch deutlich ausgeprägt. Diese energetischen Zusammenhänge haben für die ökonomische Bewertung große Bedeutung!

Kalkulation der Verfahrenskosten

In die Kalkulation der Verfahrenskosten (Tab. 3) gehen die Kosten für den Stallumbau (anteilige Abschreibung), die Instandhaltung, Elektroenergie sowie Heizkosten ein. Bei den Heizkosten der Variante 3 sind die Heizenergieeinsparungen durch die Wärmerückgewinnung berücksichtigt. Investitions- und Heizkosten wurden aus den Betriebsaufzeichnungen berechnet.

Nicht nur die Elektroenergie-, sondern auch die gesamten Verfahrenskosten lassen den Schluss zu, dass durchaus Kostenunterschiede bei der Auswahl des Lüftungsverfahrens vorhanden sind [1, 5]. Da sich die Lüftungsvarianten hinsichtlich Stallklima und tierischer Leistungen kaum unterscheiden, wirken sich die Kostenunterschiede unmittelbar auf den Deckungsbeitrag und Gewinn aus.

Literaturhinweise sind unter LT 98603 vom Verlag erhältlich.

Schlüsselwörter

Stallklima, Lüftungstechnik, Elektroenergie

Keywords

Climatization, ventilation, electricity