

Ergebnisse einer kohlendioxidgestützten Stalllüftung für Mastschweine

Kohlendioxid gehört zu den klimarelevanten Gasen. An der FAL in Braunschweig wurde in Praxisversuchen bei Mastschweinen untersucht, inwieweit sich durch eine temperatur- und CO₂-gestützte Stallluftführung eine Verbesserung der Stallluftqualität und gleichzeitig eine Emissionsminderung realisieren lassen.

Schweinehalter möchten ihre Tiere in einer guten Haltungsumgebung, bei gutem Stallklima und guter Stallluftqualität halten, um auch gute Leistungen zu erzielen. Dabei stehen sie oft unter immensem Kostendruck. Überhöhte Konzentrationen an Schadgasen in der Stallluft beeinträchtigen die Tiergesundheit und Leistung, aber auch die Gesundheit des Stallpersonals [1, 2, 3]. Eine Verbesserung des Stallklimas führt zu einer Verbesserung der Tiergesundheit [4, 5].

An der FAL wurde im Rahmen des Projektes „Bau- und Verfahrenstechnische Ansätze für eine tiergerechte und umweltfreundliche Stallluftqualität“ die Stalllüftung hinsichtlich Stallluftqualität bei Mastschweinen variiert und verglichen. Ziel war die Verbesserung der Stallluftqualität und die Verringerung der Emissionen. Kohlendioxid ist ein Indikator für die Stalllüftung [6].

Kohlendioxid wird in Schweineställen hauptsächlich bei der Atmung produziert [7]. Die Höhe der CO₂-Konzentrationen wird von vielen Faktoren bestimmt. Großen Einfluss haben Tiergewicht, Fütterung, Tieraktivität, Haltungssystem, Jahreszeit, Stalltemperatur, Abluftvolumenströme [7, 8, 9].

Material und Methode

Im Zeitraum von September 2004 bis Januar 2007 wurden am Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der FAL Braunschweig während sieben Mastdurchgängen in vier Versuchsbuchten Untersuchungen hinsichtlich des Stallklimas durchgeführt. Von vier räumlich voneinander getrennten Stallabteilen wurden in je zwei baugleichen Abteilen unterschiedliche Lüftungskonzepte entwickelt, eine Versuchsvariante und eine Nullvariante. Alle Versuchsbuchten sind mit Beton-Vollspalten mit einem Schlitzanteil von deutlich unter 15 % ausgelegt. Die Güllelagerung fand während jedem Mastdurchgang unterhalb des Spaltenbodens statt. Die Fütterung wurde 2-phasig über Rohrbreiautomaten geregelt.

Pro Versuchsvariante konnten 34 Schweine gehalten werden. Eine Tiergewichtserfassung fand alle vier Wochen statt. Das Stall-

klima wurde in allen Abteilen unabhängig voneinander über den Klimacomputer FSU8 der Firma Fancom gesteuert. Als grundsätzliches Lüftungsprinzip fand eine Unterdrucklüftung statt. In allen Abteilen wurden die CO₂-Konzentrationen mit je einem Polytron IR CO₂ NDH Sensor mit einem Messbereich bis 5000 ppm gemessen. In jeder Bucht wurden kontinuierlich neben dem CO₂ Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftmenge und außerhalb des Stalls die Außentemperatur gemessen. Alle Daten wurden im 2-Minuten-Rhythmus erfasst und über den Klimacomputer abgespeichert. Zusätzlich wurden durch das Institut für Technologie und Biosystemtechnik der FAL in der Abluft Kohlendioxid und Ammoniak erfasst (siehe LANDTECHNIK 3/2006). Regelmäßig wurden der Wasserverbrauch und der Stromverbrauch ermittelt.

Die erfassten Rohdaten wurden in Access Datenbanken eingelesen und dann weiter mit dem Statistikprogramm SPSS 14 ausgewertet. Eine statistische Prüfung der Daten fand mit Hilfe der Varianzanalyse statt.

In die hier vorgestellte Auswertung wurden - aufgrund der Entwicklung der Lüftungskonzepte und daher Nichtvergleichbarkeit der Daten - nur drei von sieben Mastperioden einbezogen. Diese Auswertung enthält somit nur Daten aus dem Zeitraum vom Dezember 2005 bis Januar 2007.

Die *Nullvariante* basiert auf einem herkömmlichen Lüftungsprinzip, bei dem nach Temperaturvorgaben gelüftet wird. Da es sich um zwangsbelüftete Ställe handelt, wird bei zu geringen Außentemperaturen über die Heizung und bei zu hohen - in Abwesenheit einer Kühlmöglichkeit - über eine Erhöhung des Volumenstroms die Temperatur reguliert. Die Minimumablüfterleistung wurde standardmäßig auf 20 % ihres möglichen Gesamtvermögens eingestellt und erhöhte sich automatisch je nach Stallinnentemperatur bis auf eingestellte 80 % Maximumlüftung.

Bei der *Versuchsvariante* lag die standardmäßige Einstellung der Ablüfter auf 5 % Minimumlüftung. Zusätzlich beeinflusste neben dem ersten Regelparameter 'Temperatur' als zweiter Parameter der 'Kohlendi-

Dipl.-Ing. agr. Karin Müller und Dr. sc. agr. Andrea Hesse waren wissenschaftliche Mitarbeiterinnen am Institut für Betriebstechnik und Bauforschung (Leiter: Prof. Dr. habil. F.-J. Bockisch) der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, e-mail: bb@fal.de

Schlüsselwörter

Stallluftqualität, Mastschweinehaltung, Kohlendioxid, Lüftung

Keywords

Stable air quality, pig fattening husbandry, carbon dioxide, aeration

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 07321 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

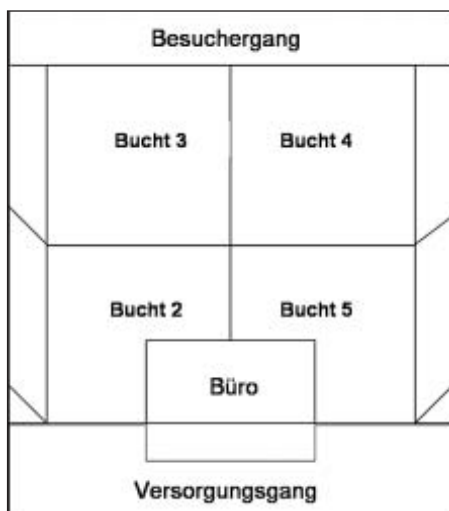


Bild 1: Grundriss des Versuchsstalls für Mast Schweine

Fig. 1: Ground plan of the experimental pig-fattening stall

oxidgehalt' die Lüftungssteuerung. Das heißt, erst wenn die Temperatur den Vorgaben entsprach, hatten die CO₂-Werte einen Einfluss auf die Ablüfterleistung und die Lüftungsrate wurde dann entsprechend angepasst. Vorversuche zeigten, dass für dieses Haltungssystem ein Lüftungsschwellenwert von 1000 ppm machbar war. Zwischen 1000 ppm und 1500 ppm erhöhte sich die Ablüfterleistung von 5% auf die standardmäßig eingestellte Maximumleistung von 80%.

Ergebnisse und Diskussion

Die Versuchs- (V) und die Nullvariante (R₀) wurden hinsichtlich der CO₂- und NH₃-Konzentrationen, der Luftmenge, des Stromverbrauches, der Innentemperatur, der Luftfeuchte und der Zunahmen während der Mast mit einander verglichen.

Die CO₂-Konzentrationen waren sowohl in der Bucht als auch in der Abluft in der Versuchsvariante niedriger als in der Nullvariante (je nach Messort zwischen 100 und 200 ppm). Jedoch variierten die Konzentrationen in der Nullvariante (26,35% und 11,19%) weniger als in der Versuchsvariante (27,48% und 15,79%). Insgesamt lag das CO₂-Niveau weit unter dem in der neuen Schweine-

nehaltungsverordnung von August 2006 geforderten CO₂-Grenzwert von 3000 ppm für Schweineställe [10]. In der Abluft wurden im Verlauf ähnliche Werte gemessen, aber auf einem höheren Niveau (siehe LANDTECHNIK 3/2006). Die NH₃-Gehalte in der Abluft waren ebenfalls bei der Versuchsvariante (9,74 ppm) niedriger als bei der Referenzmessung (10,58 ppm).

Bezüglich der Luftmengen fällt auf, dass durchschnittlich bei der CO₂-unterstützten Lüftung fast doppelt so viel Abluftvolumen in einer Stunde nach außen befördert wurde (43,22 m³/h) als bei der herkömmlichen Variante (26,81 m³/h), während dort die Werte mehr streuten (V: VK von 44,19% und R₀: VK von 62,14%). Da eine zusätzliche CO₂-Steuerung der Lüftung erst dann einsetzte, wenn die Temperaturen im zulässigen Bereich waren, wurden die Daten mit einer Außentemperatur von unter 14 °C gesondert ausgewertet. Diese Unterschiede zwischen den Varianten (V: 39,48 m³/h und R₀: 25,10 m³/h) sind geringer, zeigen aber die gleiche Tendenz. Die eindeutig höhere Luftmenge in der Versuchsvariante begründet die dort festgestellten niedrigeren Gaskonzentrationen.

Der Stromverbrauch zwischen den Varianten unterschied sich nur sehr geringfügig voneinander und spiegelt nicht die Unterschiede in den Luftmengen wider. Eine Ursache könnte darin liegen, dass bei einer kontinuierlichen 20%-Mindestlüftung ein höherer Luftwiderstand aufgebaut wird als bei einer 5%-Mindestlüftung und für die Überwindung dessen verhältnismäßig mehr Energie verbraucht wurde.

Die Innentemperaturen, die über Heizung und Lüftung geregelt wurden, unterscheiden sich, wenn auch signifikant, nur geringfügig voneinander. Es wird jedoch deutlich, dass, in Abwesenheit einer Kühlung, die Lüftung im Sommer bei hohen Außentemperaturen an ihre Grenzen stößt und dass auch gerade in dieser jahreszeitlichen Situation eine CO₂-gesteuerte Lüftung Nachteile haben kann. Bei höheren Außentemperaturen als

Innentemperaturen besteht die Gefahr, dass durch die CO₂-Steuerung mehr wärmere Luft - in eine ohnehin schon zu warme Umgebung für Mastschweine - von außen hineingesogen wird. Ein zusätzlicher Kühlungseffekt durch eine 'CO₂-Mehrlüftung' ist bei einer Außentemperatur unter 14°C zu erkennen, ansonsten entsteht dabei eher ein 'Wärmungseffekt'.

In beiden Varianten wurden sehr gute Zunahmen erzielt, was auf gute Haltungsbedingungen - insbesondere Luftqualität (niedrige CO₂- und NH₃-Werte) - schließen ließ. Insgesamt betrachtet zeigt sich, dass der Einfluss der Schadgaskonzentrationen unterhalb von Grenzwerten auf die Mastleistungen nur gering ist.

Die Minderzunahmen bei der Versuchsvariante könnten eine Ursache des höheren Luftdurchsatzes und der - bei weiblichen Mastschweinen etwas stärker ausgeprägten - Sensibilität gegen geringen Luftzug sein [11]. Jedoch sind diese Zunahmen auf der Basis einer nicht einheitlichen Aufzucht entstanden und deshalb nicht sicher.

Die gesamten Ergebnisse sollten als Tendenzen gewertet werden, da aufgrund des multifaktoriellen Stallklimas eine genaue Abtrennung einzelner Einflüsse in dieser Versuchsanstellung nicht möglich war.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Häußermann wurden in diesem Versuch bei der CO₂-gestützten Lüftungsvariante zwar niedrigere CO₂- und NH₃-Werte erzielt, aber auch gleichzeitig höhere Volumenströme erzeugt, wodurch insgesamt betrachtet keine Reduzierung der Emissionen realisiert werden konnte [3]. Diese Unterschiede könnten darin begründet sein, dass es sich um verschiedene Lüftungssysteme und verschiedene CO₂-Lüftungsstrategien handelt.

Fazit

Die hier untersuchte CO₂-gestützte-Lüftung hat dann einen Einfluss auf den Abluftvolumenstrom, wenn die Innentemperatur im Bereich der Solltemperatur liegt. Solange bei einer CO₂-Regelung eine höhere Luftmenge durchgesetzt wird, ist sie bei höheren Außentemperaturen als kritisch zu sehen. Das Ziel einer verbesserten Stallluftqualität (in Bezug auf die CO₂- und NH₃-Gehalte) wurde erreicht, jedoch immer im Zusammenhang mit einer Erhöhung der Lüfrate. Um auch eine Emissionsminderung zu erreichen, wären weitere Untersuchungen wünschenswert. Da sich die Versuchsergebnisse von den Literaturangaben unterscheiden, ist daraus zu schließen, dass jedes Haltungssystem gesondert überprüft werden muss, um Maßnahmen zu ermitteln, die zu verbesserten Haltungsbedingungen, Kostenersparnis und Emissionsminderung führen können.

	Varianten			
	V		R ₀	
	MW	VK %	MW	VK %
CO ₂ (in der Bucht) [ppm]	973,75 ^a	27,48	1145,89 ^b	26,35
CO ₂ (in der Abluft) [ppm]	1544,07 ^a	15,79	1648,86 ^b	11,19
NH ₃ (in der Abluft) [ppm]	9,74 ^a	53,23	10,58 ^b	56,48
Luftmenge pro Tier [m ³ /h]	43,22 ^a	44,19	26,81 ^b	62,14
Luftmenge pro Tier [m ³ /h] (Außentemperatur <14°C)	39,48 ^a	46,05	25,10 ^b	59,93
Stromverbrauch [kW/Tag]	3,32 ^a	19,65	3,26 ^b	10,68
Innentemperaturen [°C]	19,02 ^a	10,45	18,87 ^b	10,04
Innentemperaturen [°C] (Außentemperatur <14°C)	18,54 ^a	9,09	18,73 ^b	9,83
Rel. Luftfeuchte [%]	54,00 ^a	11,61	54,61 ^b	11,02
Zunahmen männlich [g]	981,72 ^a	20,38	1001,94 ^b	14,92
Zunahmen weiblich [g]	908,71 ^a	20,78	964,42 ^b	17,58

Tab. 1: Mittelwerte (MW) und Variationskoeffizienten (VK) der beiden Lüftungsvarianten

Table 1: Average value (MW) and coefficient of variation (VK) of both aeration versions

a, b Signifikanz (≤1% Irrtumswahrscheinlichkeit)