

# Untersuchung einer Unterflur-Zuluftführung in der Schweinemast

## Einfluss auf Stallklima und Ammoniakemission

*In der Schweinemast wird die Zwangslüftung bevorzugt. Sie soll geringe Investitionen und Betriebskosten verursachen, aber andererseits gute Stallklimaverhältnisse bei geringen Emissionen gewährleisten. Im vorliegenden Fall wird ein Lüftungssystem untersucht, bei dem die Frischluft über Kanäle im Fußboden zugeführt wird. Im Gegensatz zum Erdwärmetauscher werden die Kanäle nicht 2 m tief geführt, sondern die Kanalabdeckung ist praktisch der Fußboden des Ganges. Die geringere Verlegungstiefe und die kleineren Tauscherflächen führen zwangsläufig zu einer geringeren Nutzung der Wärmekapazität des Erdbodens im Vergleich zum Erdwärmetauscher.*

Dr.-Ing. Hans-Joachim Müller ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Technik in der Tierhaltung am Institut für Agrartechnik Bornim e.V. (ATB); e-mail: [hmueller@atb-potsdam.de](mailto:hmueller@atb-potsdam.de)  
Dr.-Ing. Fritz-Wilhelm Venzlaff ist Fachreferent im Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung des Landes Brandenburg.

### Schlüsselwörter

Schweinemast, Unterflurbelüftung, Stallklima, Emission

### Keywords

Pig fattening, sub-floor ventilation, microclimate in animal houses, emission

### Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 07409 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Ökonomische Zwänge sowie die Forderungen durch Tierschutz und Umweltschutz zwingen den Landwirt ständig nach neuen haltungstechnischen Lösungen zu suchen. Ein wesentlicher Bestandteil der artgerechten Tierhaltung ist die Einhaltung der in der DIN 18910-1 [1] und in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung [2] vorgegebenen Stallklimaparameter. Im Sommer bereiten die hohen Außentemperaturspitzen und die starken Temperaturschwankungen Probleme. Unter solchen Bedingungen geht die Futteraufnahme der Tiere zurück und damit auch die Masttagszunahme [3]. Besonders kritisch ist es, wenn hohe Stalllufttemperaturen mit hoher relativer Luftfeuchte gekoppelt sind [4]. Deshalb sollte sich gerade bei hohen Stalllufttemperaturen die Luftfeuchte in einem für Mensch und Tier erträglichen Rahmen befinden. Mit Hilfe von Erdwärmetauschern ist es möglich, während der Tagesmaximalwerte der Außentemperatur die angesaugte Frischluft um etwa 11 K zu senken. Dadurch kann die Stallraumtemperatur rund 7 K unter der Außentemperatur gehalten werden. Gleichzeitig kann die maximale Sommerluftfrate reduziert werden. Im Winter dagegen wird die angesaugte Außenluft im Erdwärmetauscher vorgewärmt, wodurch am Beginn der Mastphase Heizenergie eingespart werden kann. Im vorliegenden Fall war zu untersuchen, ob sich im Sommer wie auch im Winter bei einer Unterflur-Zuluftzu-

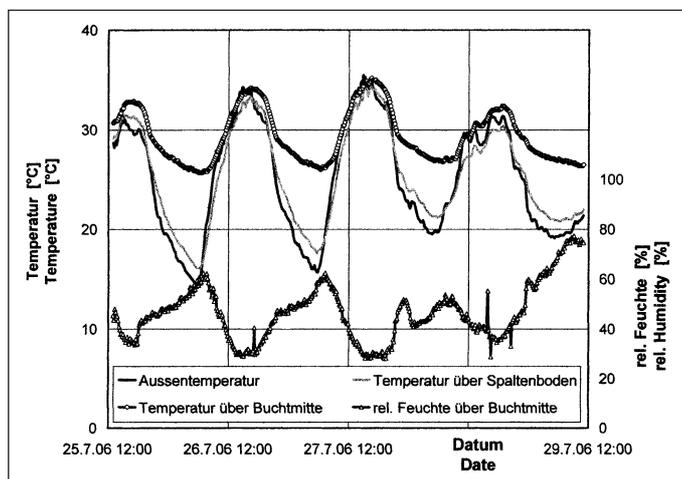
führung ähnlich positive Effekte ergeben. Dazu wurde ein im Norden Brandenburgs neu errichteter Stall im Sommer 2006 und im Winter 2007 untersucht. Nachfolgend werden die wesentlichen Messergebnisse dargestellt und diskutiert.

### Untersuchter Stall

Der Schweinemaststall mit Unterfluransaugung wurde 1998 als Doppelkammstall neu gebaut. Er weist eine Länge von 55,6 m und eine Breite von 23,5 m auf. Beidseitig am 1,4 m breiten Zentralgang befinden sich die Stallabteile. Zentralgang, Abteilgänge und zwei Drittel der jeweiligen Buchtenfläche sind mit Betonspaltenböden ausgelegt. Das restliche Drittel der Buchtenfläche ist planbefestigt und mit Warmwasser-Fußbodenheizung ausgestattet. Für die Futtersorgung befindet sich zwischen je zwei Buchten ein Rohrbreiautomat mit zwei Tränkenippeln. Die Stallkapazität liegt bei insgesamt 1200 Mastplätzen. Die Zuluftführung ist im Sommer- und Winterbetrieb unterschiedlich. Im Sommerbetrieb wird die Frischluft durch die offenen Stallgiebeltüren angesaugt und gelangt dann durch den Spaltenboden des Zentralganges in den Unterflurbereich. Von dort zweigen Unterflur-Zuluftkanäle in die Stallabteile ab. Diese sind mit Betonspaltenböden abgedeckt (die Spalten haben die Funktion der Zuluftöffnung)

*Bild 1: Typische Temperaturverläufe im Stall und außerhalb sowie Stallluftfeuchte im Sommer bei einem Unterflur-Zuluftsystem in der Schweinemast*

*Fig.1: Typical course of temperature outside and inside the pig-fattening house as well as humidity inside in the summer with a sub-floor inlet air system*



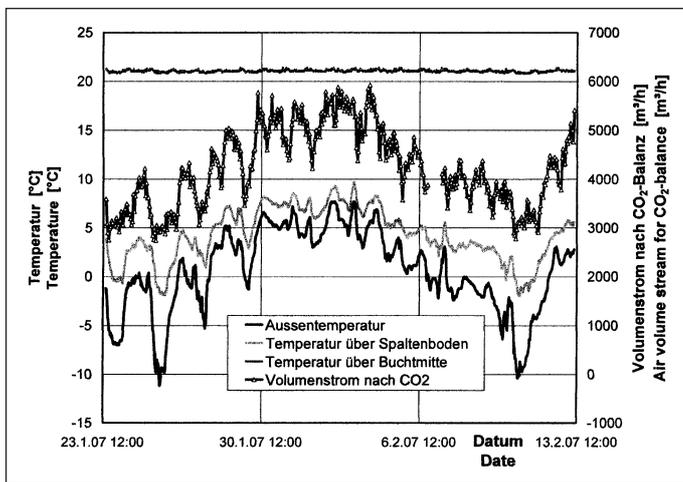


Bild 2: Typische Temperaturverläufe im Stall und außerhalb sowie Volumenstrom im Winter bei einem Unterflur-Zuluftsysteem in der Schweinemast

Fig. 2: Typical course of temperature outside and inside the pig-fattening house as well as air volume flow in winter

und sind gleichzeitig Abteilgang. Die Frischluft wird durch die geschlossenen Buchten-trennwände nach oben geführt, bevor sie in den Tierbereich gelangt. Je nach Abteilgröße sind ein oder zwei Abluftschächte etwa 0,5 m von der Decke in den Stall geführt. Die Schächte sind mit Ventilator und Messventilator ausgerüstet. Die verbrauchte Stallluft wird abgesaugt. Im Winterbetrieb wird bei geschlossenen Giebeltüren die Frischluft aus dem Traufbereich der Stalllängswände zunächst in den Dachraum gesaugt. Sie gelangt dann durch Öffnungen, die mit Pendelklappen ausgerüstet sind, von oben in den Zentralgang und von dort in den Unterflur-Zuluftkanal und zu den Abteilen.

### Messungen

Die Untersuchungen erfolgten in zwei Messperioden:

- Sommerperiode: 25. 7. bis 16. 8. 2006
- Winterperiode: 23. 1. bis 13. 2. 2007

Vom gesamten Stall wurden zwei unterschiedlich große Abteile (im Sommer und im Winter die gleichen Abteile) mit Mastschweinen unterschiedlichen Alters ausgewählt. Die Lebendmasseentwicklung in den Abteilen und Untersuchungszeiträumen ist in *Tabelle 1* dargestellt.

Die klimatechnischen Daten wurden mit Hilfe von Temperatur-/Feuchte-Datenloggern aufgezeichnet. Die Messorte waren: außen (im Traufenbereich des Stalles), die Zuluft beim Eintritt in den Stallraum, verschiedene Stellen oberhalb der Buchten (außer Reichweite der Tiere) und im Winter zusätzlich die Frischluft nach dem Eintritt aus den Dachraum in den zentralen Verbindungsgang. Der Volumenstrom wurde nach den folgenden drei Methoden bestimmt:

- Messung der Luftgeschwindigkeit im Ansaugquerschnitt des Abluftschachtes durch „Abfahren“ des Querschnittes (Kurzzeitmessung)
- CO<sub>2</sub>-Bilanzmethode
- Handaufzeichnung der Ventilatorleistung (Prozent der Maximalluftfrate – an der Klimasteuerung angezeigt) drei bis fünf mal am Tag durch das Stallpersonal. Ermittlung

des Volumenstroms aus der Kennlinie des Messventilators.

Der Verlauf der CO<sub>2</sub>- und NH<sub>3</sub>-Konzentration wurde von einem Multigasmonitor registriert. Der Emissionsmassenstrom ist das Produkt aus dem Volumenstrom und der Gaskonzentration. Da beide Größen als Verlauf vorliegen, kann auch der Emissionsmassenstrom als Verlauf dargestellt werden.

### Ergebnisse

Die wesentlichen Wirkungen des Unterflur-Zuluftsystems sind schnell an den Temperaturverläufen an verschiedenen Messorten abzulesen. In den *Bildern 1 und 2* sind typische Temperaturverläufe im Sommer und im Winter dargestellt. Da im Sommer die relative Luftfeuchtigkeit als „Stressfaktor“ eine Rolle spielt, ist der Verlauf an einem Messpunkt innerhalb des Stalles mit im *Bild 1* dargestellt. Der Übersichtlichkeit halber sind im Diagramm nur die Tage mit den höchsten Temperaturspitzen ausgewählt. Interessant ist, dass die Frischluft bei den Tagesspitzen keine wesentliche Absenkung infolge des Durchströmens des Unterflurkanals erfährt. Zu beachten ist jedoch, dass die Außentemperatur an der Südseite (dort liegen die untersuchten Abteile) mindestens 3 K über der an der Nordseite gemessenen Temperatur liegt. Demzufolge kann man dem Lüftungssystem einen gewissen Kühleffekt anrechnen, auch wenn bei den Tagesmaxima die Innen- und Außenwerte (*Bild 1*) nahezu gleich sind. Günstig für das Stallklima ist die geringe relative Luftfeuchte (etwa 30 %) bei den maximalen Temperaturwer-

ten. Bei den tiefsten Temperaturen in der Nacht erwärmt sich die Frischluft im Kanal um etwa 1 bis 2 K – im Sommer ohne größere Bedeutung für das Stallklima. Der im *Bild 2* dargestellte Winterfall zeigt sehr schön, dass die Klimasteuerung funktioniert. Die Stalltemperatur wird nahezu konstant gehalten, obwohl die Außentemperatur zwischen -11 °C und +7,5°C schwankt. *Bild 2* zeigt, dass dies insbesondere durch Steuerung des Volumenstroms erreicht wird. Positiv wirkt sich die Erwärmung der Frischluft um bis zu 9 K auf die Zusatzheizung aus. Erwähnt sei jedoch, dass die Temperaturen im Zentralgang bei niedrigen Außentemperaturen unter den Gefrierpunkt absinken (Einfriergefahr). Die bei solchen Temperaturen in den Abteilen über den Gang von unten nach oben einströmende Kaltluft wird bei längerem Aufenthalt im Abteil vom Stallpersonal als unangenehm empfunden.

Die mittleren Emissionsmassenströme sind in *Tabelle 1* zusammengestellt. Die jährlichen Emissionen wurden unter Berücksichtigung von 365-tägiger Stallbelegung errechnet. Über alle Werte gemittelt ergibt sich ein Emissionsmassenstrom für Ammoniak von 2,68 kg pro Jahr und Tierplatz, deutlich unter dem entsprechenden Wert der TA Luft mit 3,64 kg pro Jahr und Tierplatz. Die genannten positiven Effekte hinsichtlich Stallklima und Ammoniakemissionen erfordern im Vergleich mit konventionell gebauten Ställen keinen nennenswerten finanziellen Mehraufwand.

### Fazit

- Eine Unterflur-Zuluftführung reduziert im Sommer den Hitzestress für die Tiere und vermindert so hitzestressbedingte Leistungseinbußen.
- Im Winter wird eine deutliche Anwärmung der Frischluft erzielt.
- Die Ammoniakemissionen lassen sich durch die vorgestellte Lösung um etwa 25 % gegenüber konventionellen Systemen reduzieren.
- Gegenüber Ställen mit konventioneller Lüftung entstehen keine finanziellen Mehraufwendungen.

Tab. 1: Ammoniakemissionen eines Schweinemaststalles mit Unterflur-Zuluftführung (gemittelt über die jeweilige Messperiode und auf ein Jahr hochgerechnet)

Table 1: Ammonia emissions from a pig-fattening house equipped with sub-floor inlet air supply (averaged over the respective measuring period and projected for one year)

	Lebendmasse je Tier kg	Ammoniak-emission mg/h je Tier	Ammoniak-emission kg/a je Tier
Sommer	48 bis 69 77 bis 97	299 286	2,62 2,51
Winter	70 bis 85 79 bis 94	321 318	2,81 2,78
GesamtØ		306	2,68