

Hans-Joachim Müller und Ulrich Stollberg, Potsdam, sowie Fritz-Wilhelm Venzlaff, Ruhlsdorf

# Erdwärmetauscher in der Sauenaufzucht

## Eine Möglichkeit zur Verbesserung des Stallklimas und zur Emissionsminderung

*Mit Hilfe der Stalllüftung sollen gute Stallklimaparameter erreicht werden. Die dazu notwendige Lüftung ist mit Emissionen verbunden, die zu minimieren sind. Zu den emissionsarmen Lüftungssystemen, die dennoch ein gutes Stallklima gewährleisten, gehört die Frischluftführung über einen Erdwärmetauscher vor Eintritt in den Stallraum. Ein Sauenaufzuchtstall wird während Sommer- und Winterperiode untersucht. Neben dem Abbau sommerlicher Temperaturspitzen können die jährlichen Ammoniakemissionen bis zu 30 % reduziert werden.*

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)  
Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Stollberg ist dort wissenschaftlich-technischer Mitarbeiter.  
Dr.-Ing. Fritz-Wilhelm Venzlaff ist Fachreferent im Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung des Landes Brandenburg.

Referierter Beitrag der **LANDTECHNIK**, die Langfassung finden Sie unter **LANDTECHNIK-NET.com**.

### Schlüsselwörter

Erdwärmetauscher, Schweine, Stallklima, Emission

### Keywords

Geothermal heat exchanger, pigs, microclimate in animal houses, emission

Die Stallklimagestaltung ist seit Jahren ein Hauptproblem bei Bau und Betrieb von Schweineställen. Insbesondere die hohen Temperaturen im Sommer können für Schweine problematisch werden, da sie nicht in der Lage sind durch Schwitzen Wärme abzuführen. Stalllufttemperaturen über 28°C, gekoppelt mit einer relativen Luftfeuchte von mehr als 80 %, stellen für Mastschweine und Sauen ein Problem dar [1]. Die Stalllufttemperaturen sollten in der warmen Jahreszeit unter 28°C, möglichst unter 25°C und gleichzeitig die rel. Luftfeuchte nicht über 80 % liegen. Im Winter sollte die Mindeststalltemperatur für Mastschweine dagegen nicht für längere Zeit unter 16°C und die Abteilluftfeuchte nicht über 90% betragen. Ein wesentliches Ziel der Stallklimagestaltung besteht darin, die Stallklimaparameter möglichst lange in dem aufgezeigten günstigen Bereich zu halten. Die gegenwärtige Praxis der Lüftung von Schweineställen ist dadurch gekennzeichnet, dass bei hohen Außentemperaturen auch hohe Luftraten gefahren werden [2, 3]. Wird die Frischluft dann noch über den Dachraum angesaugt, dann sind hohe Stalllufttemperaturen vorprogrammiert. So bleibt Hitzestress für die Tiere mit den entsprechenden Folgen nicht aus. Außerdem führen hohe Luftraten zu hohen Emissionsmassenströmen. Die Anwendung des Erdwärmetauschers bietet die Möglichkeit der Reduzierung des Volumenstroms und damit der Emissionen. Außerdem führt das Speichervermögen des Erdreichs zu einer Absenkung der Temperaturspitzen im Sommer und im Winter zur Reduzierung des Heizenergieeinsatzes. Konkrete Angaben zu diesen Sachverhalten werden im Folgenden auf der Basis messtechnischer Untersuchungen in einem Praxisbetrieb vorgenommen.

### Untersuchter Stall

Der Schweinestall mit Erdwärmetauscher wurde im Jahr 2000 neu errichtet und ist als Doppelkammstall konzipiert. Er hat eine Länge von 49,50 m und eine Breite von 23,60 m. Beidseitig am 2,00 m breiten Zentralgang befinden sich jeweils fünf Stallabteile. Die im Rein-Raus-Prinzip bewirtschafteten

Abteile sind so gestaltet, dass sich an jeder Seite des 1 m breiten Kontroll- und Treibeganges je vier Buchten in Quertrogaufstallung befinden. Die Futterversorgung erfolgt dreimal täglich über eine computergesteuerte Flüssigfütterung. Zusätzlich ist in jeder Bucht ein Tränkezapfen installiert. In den 3,50 m • 2,55 m großen, mit Betonspaltenfußböden ausgelegten Buchten sind je zehn Tiere aufgestellt (pro Abteil 80 Tiere; Gesamtkapazität des Stalles 800 Plätze). Die lichte Abteilhöhe beträgt 2,80 m. Die Tiere werden mit 25 bis 30 kg eingestallt und verbleiben bis zum Ausstallen mit 100 bis 110 kg ohne zwischenzeitliche Umstallung in der jeweiligen Bucht. Der Stall wird einstreulos auf Flüssigmistbasis betrieben.

Die Lüftung der Stallabteile erfolgt nach dem Unterdruckprinzip. Die Frischluft strömt entlang der Außenwände in die Tauscherrohre. Diese sind zunächst senkrecht bis zur Tiefe von 2 m ins Erdreich geführt und dann weiter mit leichtem horizontalen Gefälle zur Stallmitte. Dort münden die Rohre direkt in den „Zuluftkeller“ unter dem Zentralgang. Die Tauscherrohre haben einen Durchmesser von 260 mm und einen Abstand von 450 mm. Unter dem Abteilgang befindet sich der mit Rosten abgedeckte Zuluftkanal, der mit dem „Zuluftkeller“ in Verbindung steht. Der Unterdruck im Abteil führt dazu, dass die Frischluft aus dem „Zuluftkeller“ durch den Zuluftkanal in das Abteil strömt. Die Abluft gelangt über einen Rohrstutzen, der mit einer Regelklappe zur Luftratensteuerung versehen ist, in den Abluftkanal. Dieser ist über dem Zentralgang angeordnet. Mit vier gleichmäßig in Stalllängsrichtung verteilten Fortluftschächten, die jeweils mit einem Ventilator bestückt sind, wird die Fortluft über First ausgeblasen.

### Messungen

Die Untersuchungen werden in zwei Messperioden durchgeführt: Sommerperiode vom 3. 8. bis 30. 8. 2004 und Winterperiode vom 2. 2. bis 1. 3. 2005. In jedem Messdurchgang werden dabei die Werte für zwei Stallabteile erfasst. Die „Messabteile“ sind

so gewählt, dass ein großer Lebendmassebereich abgedeckt wird (ein Abteil im unteren Lebendmassebereich: 35 bis 70 kg je Tier und ein zweites im oberen: 70 bis 110 kg je Tier).

Die klimatischen Randbedingungen werden durch Temperatur-/Feuchte-Datenlogger aufgezeichnet. Die Bestimmung des Luftvolumenstroms der „Messabteile“ erfolgt nach drei unterschiedlichen Methoden:

- Messung der Luftgeschwindigkeit mit einem Flügelrad im Abuftkanal (Kurzzeitmessungen) durch „Abfahren“ des Querschnittes und Verlaufsmessung in der Mitte des Abluftkanales.
- CO<sub>2</sub>-Bilanzmethode [4] (Verlaufsmessung möglich)
- Tracergasmessung unter Verwendung von SF<sub>6</sub> als Tracergas (kontinuierliche Tracergasdosierung - Verlaufsmessung).

Der Verlauf der CO<sub>2</sub>-, NH<sub>3</sub>- und SF<sub>6</sub>-Konzentrationen wird mit einem Multigasmonitor ermittelt.

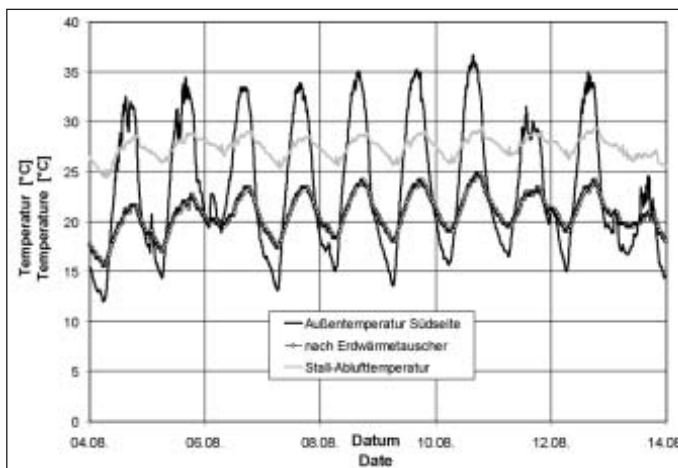
Der Emissionsmassenstrom eines Gases ergibt sich als Produkt aus dem Volumenstrom und der parallel dazu gemessenen Konzentration des Gases. Da sich sowohl der Volumenstrom als auch die Konzentration ständig ändern, variiert auch der Emissionsmassenstrom. Damit man eine Aussage über die Ammoniakemission bei der Schweinehaltung treffen kann, ist über längere Zeitabschnitte der Emissionsmassenstrom zu bestimmen und zu integrieren.

## Ergebnisse

Zu den Stallklimaparametern kann festgestellt werden, dass die erhofften positiven Wirkungen des Erdwärmetauschers eingetreten sind. Besonders deutlich wird das am Temperaturverlauf in der Sommerperiode (Bild 1). In dem Bild sind aus Übersichtsgründen nur drei Lufttemperaturen dargestellt. Zwischen dem 4. 8. und 14. 8. 2005 treten sehr hohe Maximalwerte auf und es ist der typische Tagesgang der Sommerperiode gut zu erkennen (Lufttemperatur im Eintrittsbereich des Erdwärmetauschers). Nach dem Erdwärmetauscher ist der Tagesgang der Lufttemperatur stark gedämpft und die maximalen Zulufttemperaturen liegen bis zu 11 K unter den Maximalwerten der Außen-

Bild 1: Luft-Temperatur-Verläufe außerhalb und innerhalb des Stallgebäudes in einem ausgewählten Zeitabschnitt in der Sommerperiode 2004

Fig. 1: Course of air temperature outside and inside the pig house during chosen time interval in summer 2004



lufttemperatur. Demzufolge liegen auch die Stalllufttemperaturen bis zu 7 K unter der maximalen Außenlufttemperatur. Die gemessene relative Stallluftfeuchtigkeit liegt im optimalen Bereich. In der Winterperiode schwankt die Außentemperatur zwischen -11 und 10 °C während im Stall 17 bis 21 °C herrschen. Die Frischluft wird bei -11 °C Außentemperatur durch den Erdwärmetauscher um 10 K erwärmt. Die relative Luftfeuchte schwankt im Stall zwischen 45 und 85%. Sowohl im Sommer als auch im Winter liegen die Ammoniakkonzentrationen bei 5 bis 8 mg/m<sup>3</sup>. Zu den drei täglichen Fütterungszeiten jedoch steigt infolge erhöhter Tieraktivität der Ammoniakgehalt kurzzeitig auf 21 bis 31 mg/m<sup>3</sup>.

Die Emissionsmassenströme für Ammoniak werden mit dem nach der CO<sub>2</sub>-Methode ermittelten Volumenstrom und mit der in der Abluftöffnung gemessenen Ammoniakkonzentration berechnet. Damit können längere Zeitabschnitte ausgewertet werden als bei der Verwendung von SF<sub>6</sub> (Grund: Kosten für Tracergas). Der Vergleich zwischen CO<sub>2</sub>-Bilanz und SF<sub>6</sub>-Methode hat eine gute Übereinstimmung ergeben. Die mittleren Emissionsmassenströme sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Die jährlichen Emissionen sind in Tabelle 1 unter der Voraussetzung ganzjähriger Stallbelegung berechnet (365 Tage im Jahr). Über alle Werte gemittelt ergibt sich ein Emissionsmassenstrom für Ammoniak von 2,73 kg/a und je Tierplatz. Dieser Wert liegt 25 % unter dem Vorgabewert der TA Luft von 3,64 kg/a je Tierplatz.

Die positiven Effekte des Erdwärmetauschers hinsichtlich Stallklima und Emission

erfordern zusätzliche Aufwendungen an Investitionen. [5] nennt einen Mehraufwand von 26 € bis 37 € pro Mastplatz für verschiedene Lüftungsvarianten. Bei einer Nutzung von 30 Jahren ergeben sich jährliche Kosten von 2,80 € je Mastplatz. Dem stehen hitzebedingte Leistungseinbußen bei Anlagen ohne Erdwärmetauscher gegenüber. Diese betragen nach [6] 3,00 € je Mastschwein im Sommerdurchgang. Somit wird mit dem Erdwärmetauscher eine kostenneutrale Verbesserung der Haltungsbedingungen und eine Reduzierung der Umweltbelastungen erreicht.

## Fazit

- Der Einsatz von Erdwärmetauschern wirkt sich in komplexer Weise positiv auf das Stallklima, die Tiergerechtigkeit, die Tierleistung und die Emissionen aus
- Ammoniakemissionen können um mindestens 25 % gegenüber konventionellen zwangsgelüfteten Ställen gesenkt werden
- Die zusätzlichen Kosten für den Erdwärmetauscher werden durch die Verhinderung hitzestressbedingter Leistungseinbußen während des Sommers ausgeglichen.

## Literatur

- Bücher sind mit • gezeichnet
- [1] Ratschow, J.-P., et al.: Kühlung von Schweineställen. DLG-Merkblatt 332, Frankfurt/M, 10/2003
  - [2] DIN 18910-1: Wärmeschutz geschlossener Ställe - Wärmedämmung und Lüftung - Teil 1: Planungs- und Berechnungsgrundlagen für geschlossene zwangsbeflüftete Ställe. Beuth-Verlag, Berlin, 2004
  - [3] Büscher, W.: Die neue Stallbaunorm DIN 18910-1: Wärmeschutz geschlossener Ställe. Bauen für die Landwirtschaft (2004), H. 2, S. 3-5
  - [4] Brunsch, R., und G. Hörnig: Zur Variation der Emissionen aus der Broilermast. 6. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2003, 25. - 27. März, 2003, Vechta, Germany, Proceedings pp. 311 - 316
  - [5] • Tiedemann, H.: Erdwärmetauscher für Schweineställe. KTBL-Schrift 340, Darmstadt, 1991
  - [6] Ellersiek, H.-H.: Abkühlung gefällig? top agrar, Münster (2005), H. 5, S. S16-S19

Tab. 1: Ammoniakemissionen eines Sauenaufzuchtstalles mit Erdwärmetauscher (gemittelt über die jeweilige Messperiode und auf ein Jahr hochgerechnet)

	Lebendmasse je Tier kg	Ammoniakemission mg/h je Tier	Ammoniakemission kg/a je Tier
Sommer	82 bis 97	434	3,80
	42 bis 57	337	2,96
Winter	92 bis 110	291	2,55
	54 bis 72	181	1,58
Gesamtdurchschnitt		311	2,72

Table 1: Ammonia emission flows from a sow rearing house, equipped with geothermal heat exchanger (averaged over the respective measurement period and projected for one year)