

Peter Epinatjeff, Jürgen Beck, Thomas Jungbluth und Andreas Scheuble, Hohenheim

## Kühlere Stallluft – geringere Ammoniakemissionen

### Ein BML-Modellvorhaben zur Minderung von Ammoniakemissionen durch Lüftung mit Erdreichwärmetauscher

**Im Rahmen eines BML-Vorhabens sollten die synergetischen Wirkungen von nährstoffangepaßter Fütterung und Zuluftkonditionierung durch einen Erdreichwärmetauscher in einem Mastschweinestall untersucht werden. Im Rahmen dieses Beitrags werden die Untersuchungen zur Minderung von Umweltbelastungen und von Ammoniakemissionen sowie zur umweltfreundlichen Energienutzung in der Schweinemast unter praktischen Bedingungen an einem Schweinestall mit 480 Mastplätzen aufgezeigt.**

Der Erdreichwärmetauscher schafft durch Konditionierung der Zuluft im Stallabteil ein ausgeglichenes Klima. So können die großen täglichen Temperaturschwankungen durch die thermische Speicherkapazität der Erde gedämpft und auch hohe Stalltemperaturen vermieden werden. Die Temperaturabsenkung durch den Erdreichwärmetauscher kann so zu einer Minderung der Ammoniakemissionen aus dem Stall beitragen.

#### Das Modellvorhaben

wurde in einem im geschlossenen System arbeitenden Schweinehaltungsbetrieb in Baden-Württemberg durchgeführt. Der Schweinemaststall (480 Mastplätze) ist in Kammabteile mit jeweils 60 Mastschweinen in sechs teilperforierten Buchten (2,40 x 3,60 m) aufgeteilt. Für die Versuche standen zwei Abteile zur Verfügung, die im Abstand von 14 Tagen mit Ferkeln belegt wurden. Die Untersuchungen wurden in der Sommersituation über eine gesamte Mastperiode durchgeführt.

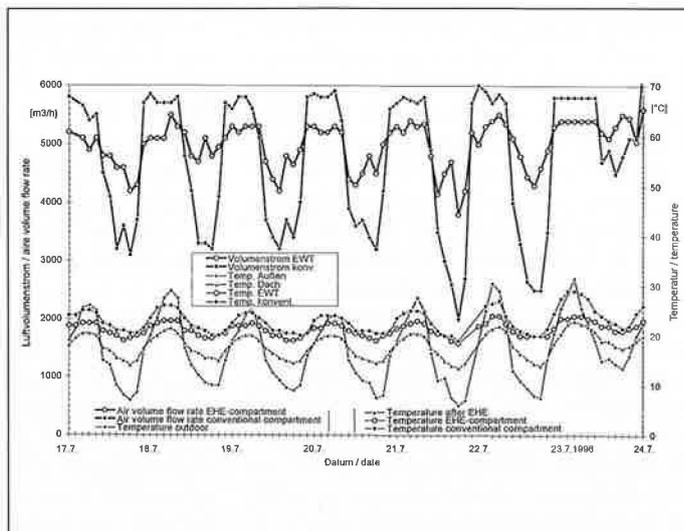
Das eine Versuchsabteil (EWT-Abteil) entsprach der gesamten Anlage: Die Stalllüftung ist als Unterdrucksystem mit Zuluftführung aus dem Dachraum über eine Porendecke und Ablufführung aus

Unterflurabsaugung ausgebildet. In den Dachraum gelangt die im Erdreichwärmetauscher (EWT) konditionierte Außenluft. Je Stallabteil sind ein zentraler Abluftkamin mit Ventilator und Meßventilator vorhanden. Die nährstoffangepaßte Fütterung erfolgt mit einer computergesteuerten Breifütterungsanlage, die Entmistung über ein funktionssicheres Staumistverfahren mit Umspülen im zweiwöchigen Turnus.

Der Einfluß des Erdreichwärmetauschers und der nährstoffangepaßten Fütterung auf die Ammoniak- und Geruchsemissionen wurde zum Vergleich in einem konventionellen Abteil ermittelt. Dieses erhielt seine Zuluft über den Dachraum, aber direkt aus der geöffneten Dachtraufe, oh-

Bild 1: Temperaturverläufe und Luftvolumenströme in den Versuchsabteilen

Fig. 1: Course of temperature and of air volume flow in the experimental partitions



ne Vorkonditionierung. Die Fütterung entsprach der Universalmast.

Die hier beschriebenen Untersuchungen bezogen sich auf die Erfassung des Stallklimas mit Ammoniak- und Geruchsemissionen. Als Meßgrößen zur Beurteilung der Stallklimabeeinflussung wurden folgende Parameter erfaßt: Außentemperatur und -feuchte, Zulufttemperatur im Ansaugrohr des EWT, Bodentemperatur, Temperatur und Feuchte der konditionierten Zuluft nach Verlassen des EWT, Lufttemperatur und -feuchte im Dachraum, Temperatur und Feuchte der Luft in den beiden Abteilen.

Die Ammoniakkonzentration im Abluftstrom wurde im naß-chemischen Verfahren über jeweils 24 h bestimmt. Unter Berücksichtigung des Luftvolumenstro-

mes und der Dichte von Ammoniak errechnet sich daraus die Ammoniakemission. Der Luftvolumenstrom wurde mit den in den Abluftkanälen installierten und kalibrierten Meßventilatoren (System Fancom) gemessen. Weiterhin wurde die Leistungsaufnahme der Lüftungsanlage für jedes Versuchsabteil separat mit Stromzählern erfaßt.

#### Stallklima

Der Erdreichwärmetauscher führte während der Untersuchungsperiode im Vergleich zum konventionellen Abteil zu einer deutlichen Verbesserung der Stallklimaparameter Temperatur und Luftfeuchte. Obwohl in der Beispielswoche im Juli 1996 keine extrem hohen Außentemperaturen auftraten, wirkten sich dennoch starke Tag-Nacht-Schwankungen der Außentemperatur (bis zu 24,5 K) direkt auf die Lufttemperaturen im konventionellen Abteil aus. Dessen Schwankungen betragen immerhin noch 9,0 K bei Temperaturspitzen von bis zu 29,0 °C.

Im Gegensatz dazu lagen die Tag-Nacht-Schwankungen im EWT-Abteil bei

höchstens 5,5 K. Die Stalllufttemperaturen blieben auf einem niedrigeren Niveau, maximal 24 °C wurden erreicht. Die Außenluft gab also wie erwartet tagsüber Wärme an den Erdboden ab und nahm nachts von dort wieder Wärme auf. So wurden die Temperaturamplituden deutlich gedämpft und ein wesentlich gleichmäßigeres Stallklima erzielt (Bild 1).

Darüber hinaus bewirkt der EWT einen ähnlichen Ausgleich in der relativen Luftfeuchte des Stallabteils (Bild 2). Während im konventionellen Abteil die Luftfeuchte stark durch die Außenluft beeinflusst wurde (Schwankungen von bis zu 77 %), ergab sich im EWT-Abteil ein gedämpfter Verlauf (maximal 30 % Schwankungen), Werte unter 40 % relativer Luftfeuchte konnten vermieden werden. Es kommt

Dipl.-Ing. Architekt Peter Epinatjeff ist wissenschaftlicher Angestellter, Dr. Jürgen Beck ist Akademischer Rat, cand.-Ing. agr. Andreas Scheuble ist Diplomand und Prof. Dr. Thomas Jungbluth ist Leiter des Lehrstuhls für Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen, Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart.

somit im EWT durch Anwärmung oder Kühlung der Zuluft zu Verdunstungs- und Kondensationsvorgängen. Das Kondensat wird vermutlich in den Rippen der Tauscherrohre gespeichert.

### Ammoniak-Emissionen

Die Freisetzung von Ammoniak wird auch durch die Art der Luftführung, die Geschwindigkeit und die Temperatur der Stallluft beeinflusst [4]. Die Verschmutzungen der beiden Versuchsabteile wurden im gesamten Versuchszeitraum systematisch festgehalten. Zwischen beiden Abteilen war kein Unterschied festzustellen, die durchschnittliche Verschmutzung lag bei etwa 12 % der gesamten Abteifläche (ohne Futtergang).

In der Beispielswoche traten die höchsten Außentemperaturen und große Tag-Nacht-Schwankungen auf. In diesem Zeitraum wurden in der Abluft beider Stallabteile Ammoniakkonzentrationen zwischen 2 und 10 ppm gemessen.

Diese Unterschiede der Ammoniakkonzentrationen der beiden Abteile sind keine Folge des Luftvolumenstromes. Nach Umrechnung der Ammoniakkonzentrationen in Ammoniakemissionen ( $\text{g NH}_3/\text{GV}\cdot\text{d}$ ), bei der der Luftvolumenstrom in die Formel mit eingeht, zeigt sich das gleiche Bild. Die Emissionen zeigen den gleichen Verlauf wie die Konzentrationen. Die Ammoniakemissionen im konventionellen Abteil liegen deutlich über denen im EWT-Abteil (Bild 3).

Im Versuchszeitraum emittierten aus dem EWT-Abteil 188,65 g Ammoniak pro Tag, im konventionellen Abteil dagegen 557,23 g Ammoniak pro Tag. Trotz der höheren Stickstoffversorgung im EWT-Abteil [6] und der größeren Stickstoffmenge in der Gülle ergaben sich geringere Emissionen gegenüber dem konventionellen Abteil.

Die gleichmäßigen Zulufttemperaturen im EWT-Abteil führten auch zu einem gleichmäßigen Luftvolumenstrom mit einer geringen Schwankung von 6,7 % um den Mittelwert gegenüber 22,5 % im konventionellen Abteil (Bild 1). Der Luftvolumenstrom in diesem Abteil weist große Schwankungen auf, die aus den Schwan-

Tab. 1: Ammoniakemissionen aus der Schweinemast

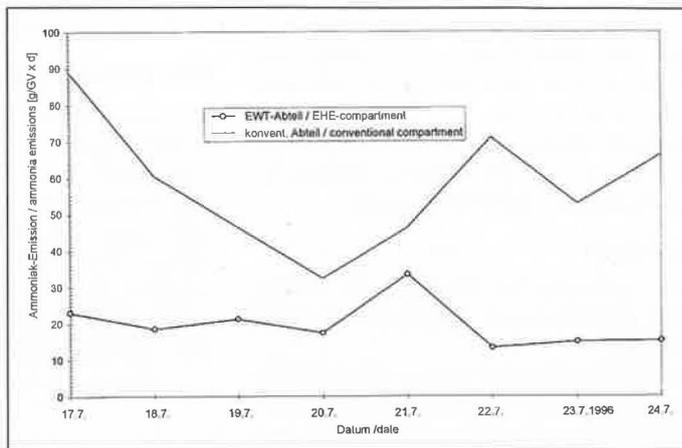
Table 1: Ammonia emissions from pig fattening

	Haltungsform	Ammoniakemission [g NH <sub>3</sub> /GV·d]
[5] (verändert)	Vollspalten	57
	Teilspalten	32
	Vormast	35
	Endmast	119
[3]	Futterganglüftung	92
	Oberflurabsaugung	
	Futterganglüftung	89
	Unterflurabsaugung	83
Eigene Messungen	Rieselkanallüftung	
	Unterflurabsaugung	
	Porendecke	20
	Erdreichwärmetauscher	
	Porendecke	58
	Unterflurabsaugung	

kungen der Zulufttemperatur resultieren. Obwohl sich die Luftvolumenströme im Mittel kaum unterscheiden, emittierte aus dem EWT-Abteil deutlich weniger Ammoniak. Dies könnte eine Folge des gleichmäßigeren Luftvolumenstroms in diesem Abteil sein. Im konventionellen Abteil liegt bei hohen Außentemperaturen tagsüber ein sehr hoher Luftvolumenstrom vor. Dieser verursacht eine gesteigerte Luftbewegung über der Gülleober-

Bild 3: Ammoniakemissionen im Beispielzeitraum 17. bis 24. Juli 1996

Fig. 3: Ammonia emissions in the period from 17th to 24th July 1996



fläche, wodurch die Freisetzung von Ammoniak erhöht wird [2]. Der niedrigere Luftvolumenstrom in den Nachtstunden kann diesen erhöhten Austrag nicht mehr kompensieren.

### Fazit

Im Vergleich zu anderen Untersuchungen liegen die Am-

moniakemissionen mit 20 g NH<sub>3</sub>/GV·d aus dem EWT-Abteil auf einem sehr niedrigen Niveau (Tab. 1). Von ähnlich niedrigen Emissionen berichtet nur [5]. Die Schweine wurden hier auch auf einem Teilspaltenboden gehalten, allerdings bei einer Oberflurabsaugung.

Die Ammoniakemissionen aus dem konventionellen Abteil erreichen trotz Unterflurabsaugung nur 57 g NH<sub>3</sub>/GV·d.

Die impulsarme Zuluftführung durch die Porendecke in Verbindung mit gleichmäßigen Zulufttemperaturen ist eine wirksame Maßnahme zur Minderung der Ammoniakemissionen. Durch einen verringerten Luftvolumenstrom könnte sogar eine weitere Minderung der Ammoniakemissionen erreicht werden. Dies wäre durch weitere Untersuchungen zu klären.

### Literatur

- [1] Gensicke, G.: Bewertung und Konzepte zur Luftreinhaltung im Rahmen des Nachweises der Umweltverträglichkeit von Tierproduktionsanlagen. In KTBL-Arbeitspapier 174, Münster-Hiltrup, 1992
- [2] Gustafsson, G.: Technische Maßnahmen zur Minderung von Geruchs- und Schadgasemissionen aus Tierproduktionsanlagen. In KTBL-Arbeitspapier 174, Münster-Hiltrup, 1992
- [3] Keck, M. et al.: Ammoniakfreisetzung aus der Schweinehaltung. Landtechnik 50 (1995), H. 6, S. 374-175

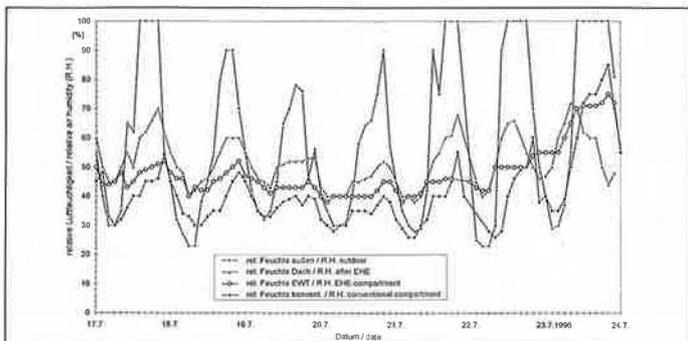


Bild 2: Einfluß des Erdreichwärmetauschers auf die relative Luftfeuchte

Fig. 2: Influence of earth-heat exchanger on relative humidity

- [4] Jansen, J. und K.-H. Krause: Stallinterne Beeinflussung der Gesamtemission aus Tierhaltungen. Grundlagen der Landtechnik 37 (1987), Nr. 6, S. 213 - 220
- [5] Oldenburg, J.: Geruchs- und Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung. KTBL-Schrift 333, Münster-Hiltrup, 1989
- [6] Reinhard, H.: Bewertung einer nährstoffangepassten Fütterung von Mastschweinen in Verbindung mit Erdreichwärmetauscher hinsichtlich Nährstoffausträge und Tierleistung. Diplomarbeit, Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, 1996

### Schlüsselwörter

Erdreichwärmetauscher, Ammoniakemission, Mastschweinehaltung

### Keywords

Earth-heat exchanger, ammonia emissions, pig fattening