

# Entwicklung innovativer Lüftungssysteme für Mastschweine

## Teil I - Methode und erste Ergebnisse

Mit dem Ziel der Emissionsminderung umwelt- und klimarelevanter Gase sowie einer verbesserten Stallklimaregelung werden neu entwickelte Regelkonzepte durch eine umfassende Datenaufnahme im Hohenheimer Versuchsstall für Mastschweine überprüft. Der Beitrag stellt die Vorgehensweise der Messwerterfassung und technischen Umsetzung sowie die statistische Versuchsplanung und die Funktionsweise der Regelkonzepte dar.

Dipl.-Ing. Angelika Häußermann ist wissenschaftliche Mitarbeiterin, PD Dr. habil. Eberhard Hartung ist Oberassistent am Fachgebiet für Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen (Leiter: Prof. Dr. T. Jungbluth), Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim, Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart, e-mail: [haeusser@uni-hohenheim.de](mailto:haeusser@uni-hohenheim.de).

Das Projekt wird im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs „Strategien zur Vermeidung der Emission klimarelevanter Gase und umwelttoxischer Stoffe aus Landwirtschaft und Landschaftsnutzung“ an der Universität Hohenheim durchgeführt.

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

### Schlüsselwörter

Lüftungsregelung, Stallklima, Emissionen

### Keywords

Ventilation control, indoor air quality, emissions

### Literatur

[1] • Hartung, E.: Konzeption, Realisierung und Evaluierung einer Versuchseinrichtung zur Entwicklung und differenzierten Beurteilung von Haltungssystemen für Mastschweine. VDI-MEG Schrift 392, Habilitationsschrift Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim, 2001

Bild 1: Randomisierte Verteilung der Lüftungsregelkonzepte

Fig. 1: Randomised distribution of the ventilation control strategies

	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4
HV 1 - Abteil 1 / comp. 1 Breifütterung / slop feeding	C	A	B	D
HV 1 - Abteil 2 / comp. 2 Flüssigfütterung / wet feeding	D	B	C	A
HV 2 - Abteil 1 / comp. 1 Flüssigfütterung / wet feeding	B	D	A	C
HV 2 - Abteil 2 / comp. 2 Breifütterung / slop feeding	A	C	⊙	B

↓ Effekt des Mastabschnitts / effect of the measuring section  
 → Effekt Abteil und Fütterungssystem / effect compartment and feeding system  
 A,B,C,D Effekt des Lüftungssystems / effect of the ventilation control strategy  
 ⊙ Effekt des Zeitpunktes / effect of the seasonal time  
 HV = Hauptversuch / main fattening period  
 MA = Messabschnitt / measuring section  
 A, B, C, D = Lüftungsregelungs-Konzepte / ventilation control strategies

Verglichen werden insgesamt vier unterschiedliche Stallklimaregelkonzepte. Die weiterentwickelte statistische Versuchsplanung basiert auf der Grundidee einer effizienteren Durchführung von Versuchen zur Bewertung des Einflusses unterschiedlicher Lüftungsverfahren auf die Luftqualität in und die Emissionen aus einem Mastschweinestall. Sie entspricht den allgemeinen Kriterien für die Durchführung von Untersuchungen zur repräsentativen Quantifizierung von Schadgasen in und aus der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung [1]. Im Gegensatz zur herkömmlichen Vorgehensweise bei Langzeituntersuchungen zur Emissionsproblematik, also dem - für den vorliegenden Fall - Vergleich vier unterschiedlicher Varianten parallel in vier als gleich angenommenen Abteilen über ein Jahr, werden die Varianten und zwei verschiedene Fütterungssysteme bei der weiterentwickelten Versuchsplanung in definierten Abschnitten über insgesamt zwei Versuchsabteile verteilt. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass bei der späteren Auswertung sowohl ein möglicher Effekt des Abteils als auch der Effekt des Fütterungssystems vom zu untersuchenden Einfluss der Variante getrennt werden können.

Für den Vergleich der Lüftungskonzepte untereinander ist daher jeder Versuchsdurch-

gang in vier jeweils dreiwöchige Mess- und Mastabschnitte unterteilt und die Varianten randomisiert über die Versuchsdurchgänge, die Messabschnitte, die Abteile und die Fütterungssysteme verteilt (Bild 1).

### Funktionsweise der Regelkonzepte

Die Einstellungen für die Solltemperatur und die minimale und maximale Lüfterleistung in % der Gesamtleistung der Anlage basieren für die verschiedenen Regelkonzepte auf den Einstellungen der Referenzvariante (Var. D). Alle Lüftungsregelkonzepte (Var. A bis Var. C, Tab. 1), mit Ausnahme der Referenzvariante (Var. D), arbeiten mit einer zusätzlichen Befeuchtung (Var. B) des Innenraums und der Zuluft. Die Befeuchtung wird sowohl bei zu niedriger relativer Luftfeuchte (rel. F < 50 %) als auch bei zu hohen Lufttemperaturen im Innenraum ( $T > T_{\text{soll}} + 1,5$  K und rel. F < 80 %) zugeschaltet.

Bei Var. A werden der Volumenstrom und die Befeuchtung zusätzlich über die Tieraktivität geregelt, um einer aktivitätsbedingten Erhöhung der Temperatur vorzeitig entgegenzuwirken. Ziel der CO<sub>2</sub>-geregelten Lüftungsvariante (Var. C) ist es, mit einem möglichst geringen Volumenstrom das Stallklima angemessen zu regeln, ohne zum Beispiel den Grenzwert für die CO<sub>2</sub>-Innen-

Tab. 1: Darstellung der unterschiedlichen Lüftungsregelkonzepte

Table 1: Description of the different ventilation control strategies

Variante	Var. A (Tieraktivität)	Var. B (Befeuchtung)	Var. C (CO <sub>2</sub> -geregelt)	Var. D (Referenz)
Regelgröße	Temperatur & Tieraktivität	Temperatur	CO <sub>2</sub> -Innenraumkonzentration & Temperatur	Temperatur
Befeuchtung	Aktiv (Puls-Pausen-Rhythmus)	Aktiv (Puls-Pausen-Rhythmus)	Aktiv (Puls-Pausen-Rhythmus)	Nicht aktiv

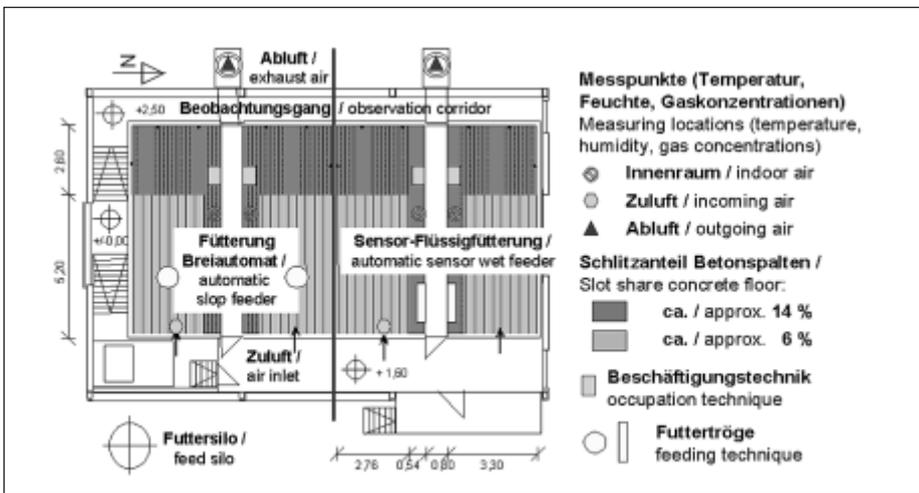


Bild 2: Grundriss des Hohenheimer Versuchsstalles für Mastschweine

Fig. 2: Ground plan of the Hohenheim research stable

raumkonzentration (3000 ppm) zu überschreiten.

### Versuchseinrichtung

Das Haltungssystem im Versuchsstall für Mastschweine der Universität Hohenheim [1] wurde in beiden Abteilen für die laufenden Versuche an aktuelle Anforderungen der Haltung von Mastschweinen angepasst. Die Abteile sind in je zwei Großbuchten unterteilt, die bei einer Nettogrundfläche von 0,9 m<sup>2</sup>/Tier jeweils Platz für 27 Tiere bieten (Bild 2). Die Strukturierung der Haltungsumgebung ermöglicht die räumliche Unterteilung in einen Liege- und Fressbereich und einen Kotbereich.

Die Entmistung des Mastschweinestalles erfolgt über den perforierten Betonspaltenboden. Dieser weist jeweils einen Perforationsanteil von 6 % im Liege- und Fressbereich und 14 % im Kotbereich auf (Bild 2).

Die Fütterung ist in den jeweiligen Buchten im geringer perforierten Liege- und Fressbereich angebracht. Ein Abteil verfügt pro Bucht über eine Sensor-Flüssigfütterung am Kurztrög mit 20 Fütterungszeiten zwischen 6 Uhr morgens und 22 Uhr abends, das andere Abteil über eine ad libitum - Breifütterung am Rundtrög mit sechs Befüllzeiten von 6:10 Uhr morgens bis 20:10 Uhr abends.

Vom zentralen Versorgungsgang gelangt die Zuluft in dem als Unterdrucklüftung ausgelegten Zwangslüftungssystem über zwei mittig über den Buchten verlaufende Porenkanäle in die Abteile.

Jedes Abteil verfügt über einen eigenen außerhalb der Gebäudehülle liegenden Abluftkamin (D = 63 cm). Der ausgangsseitig in den Abluftkaminen angeordnete ETAvent-Energiesparventilator wird jeweils über einen digitalen, PC-vernetzten und LON-Busfähigen Stallklimaregler Typ DR 2 (Möller GmbH Agrarklima-Steuerungen) angesteuert. Pro Abteil wird ein separater Stallklimaregler verwendet, der standardmäßig die Verarbeitung der Außen- / Innentemperatur und der relativen Luftfeuchtesignale erlaubt.

Als zusätzlicher, vom jeweiligen Stallklimaregler angesteuerter Aktor sind beide Abteile mit einer Hochdruckbefeuchtungsanlage (70 bar) ausgestattet. Die Befeuchtung der Zu- und Innenraumluft erfolgt pro Abteil über separat schaltbare Befeuchtungsstränge, die außerhalb der Abteile jeweils vor den Zuluftöffnungen im zentralen Versorgungsgang und innerhalb der Abteile mittig über dem jeweiligen Abteilgang angebracht sind.

### Datenerfassung

#### Stallklima- und Emissionsdaten

Die Lufttemperaturen und die relativen Luftfeuchten werden im Innenraum sowie in der Zu- und Abluft zeitgleich in beiden Abteilen erfasst (Messpunkte für Temperatur, Feuchte und Gaskonzentrationen, Bild 2). Zur Bestimmung der Gaskonzentrationen von NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> werden in quasikontinuierlicher Abfolge Luftproben der einzelnen Probenahmestellen (Bild 2) im Innenraum sowie der Zu- und Abluft beider Abteile zu den jeweiligen Analysegeräten gefördert. Die Gasanalyse erfolgt bei jedem der eingesetzten Analysegeräte nach dem Prinzip der Nichtdispersiven Infrarotspektroskopie (NDIR). Für die Bestimmung des Abluftvolumenstroms sind, im Abstand von 1,70 m

zum Abluftventilator, kalibrierte Messventilatoren im oberen Teil der beiden Abluftkamine eingebaut. Die durchschnittliche Tieraktivität der Tiere jeweils einer Bucht wird mit Hilfe von Passiv-Infrarot-Detektoren erfasst. Die Funktionsweise der Sensoren entspricht weitestgehend handelsüblichen Bewegungsmeldern. Ebenfalls kontinuierlich wird unterhalb der jeweiligen Buchten die Flüssigmisttemperatur gemessen.

#### Randparameter

Neben den kontinuierlich erfassten Stallklima- und Emissionsdaten werden diskontinuierlich teilweise im täglichen, wöchentlichen oder 3-wöchigen Rhythmus Tierleistungs-, Flüssigmist- und Verbrauchsdaten erfasst.

### Erste ausgewählte Ergebnisse

Bild 3 stellt die Zuluft- und Innenraumtemperatur sowie den Volumenstrom der aktivitätsregulierten Variante (Var. A) und der Befeuchtungsvariante (Var. B) jeweils mit und ohne Befeuchtung dar. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass die abgebildeten Lüftungsstrategien den an sie gestellten Anforderungen weitestgehend entsprechen. Der linke obere Teil der Abbildung (9. bis 11. 7. 2003) zeigt die Reaktion des Volumenstromes auf die Tieraktivität im aktivitätsregulierten Abteil. Die Effektivität der verwendeten Hochdruckbefeuchtung im Hinblick auf eine Kühlung der Innenraumtemperatur wird nach dem Ausschalten der Befeuchtung (11. bis 15. 7. 2003) deutlich. Bei weitestgehend gleichbleibender Zulufttemperatur über den Gesamtzeitraum differiert die Innenraumtemperatur beider Abteile um bis zu 6 K, vergleicht man die Zeiträume mit und ohne Befeuchtung (Bild 3 unten, Gesamtzeitraum).

Eine ausführliche Darstellung von Material und Methode, erster Ergebnisse sowie umfangreichere Literaturangaben finden sich in LANDTECHNIK-Net.com.

Bild 3: Innenraumtemperaturen und Luftvolumenstrom der zwei Lüftungsstrategien Aktivität (Var. A) und Befeuchtung (Var. B) mit und ohne Befeuchungskühlung

Fig. 3: Indoor temperature and ventilation rate within the two ventilation strategies activity (Var. A) and reference with humidification (Var. B) with and without air cooling by water fogging

