

Felix Adrion, Joachim Threm, Eva Gallmann, Wilhelm Pflanz und Thomas Jungbluth

Simulation der Luftströmung in Mastschweineeställen mit unterschiedlicher Zuluftführung

Für die Bewertung von Zuluftführungen in Mastschweineeställen ist die Kenntnis der Luftströmungen im Stallabteil von besonderer Bedeutung. Ergänzend zu Stallklimamessungen wurden Strömungssimulationen für zwei Schweinemastabteile an der Landesanstalt für Schweinezucht (LSZ) in Boxberg durchgeführt. Untersucht wurden ein Porendecken- und ein Unterflurzuluftabteil in der Sommer- und Wintersituation. Ziel der Simulationen war es, einen tieferen Einblick in das Strömungsgeschehen der Ställe zu gewinnen. Die Ergebnisse zeigen grundlegende Unterschiede im Strömungsbild zwischen den Abteilen und weisen auf Optimierungsmöglichkeiten der Systeme hin.

Schlüsselwörter

Strömungssimulation (CFD), Porendecke, Unterflurzuluft, Mastschweine

Keywords

Computational Fluid Dynamics (CFD), porous ceiling, underfloor air inlet, fattening pigs

Abstract

Adrion, Felix; Threm, Joachim; Gallmann, Eva; Pflanz, Wilhelm and Jungbluth, Thomas

Simulation of airflow in pig fattening houses with different air supply systems

Landtechnik 68(2), 2013, pp. 89–94, 6 figures, 1 table
11 references

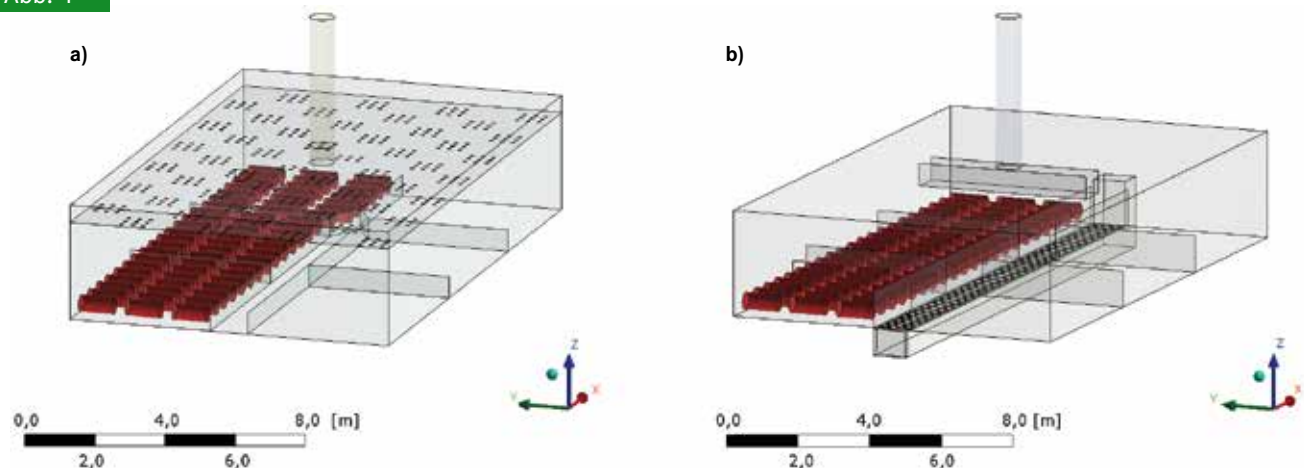
For the assessment of different air supply systems in pig fattening houses the knowledge of the airflow pattern in the barn is of major importance. In addition to indoor climate measurements at the Landesanstalt für Schweinezucht (LSZ) in Boxberg computational fluid dynamics (CFD) studies were conducted in two pig fattening compartments. In particular, a compartment with air supply through a porous ceiling and one with underfloor air inlet were examined under summer and winter ventilation conditions. Aim of the CFD simulations

was to get a deeper insight into the airflow pattern of the compartments. Results show major differences in the airflow pattern between the compartments and reveal potential for optimization of the ventilation systems.

Die Luftströmung in Stallgebäuden lässt sich messtechnisch nur unter sehr großem Aufwand detailliert abbilden. Für die Interpretation der Ergebnisse von Stallklimamessungen und zur Erlangung eines Verständnisses für das Strömungsbild in unterschiedlichen Lüftungssystemen ist eine dreidimensionale Modellierung der Strömungsvorgänge notwendig. Hierfür ist die numerische Strömungssimulation eine geeignete Methode, die durch höhere verfügbare Rechnerleistungen und verbesserte Löser immer häufiger auch zur Gebäudesimulation in der agrartechnischen Forschung angewendet wird [1–5].

An der Landesanstalt für Schweinezucht (LSZ) in Boxberg wurden über zwei Jahre Stallklimamessungen vorgenommen, um verschiedene Zuluftführungs- und Kühlungssysteme in vier Schweinemastabteilen zu vergleichen [6]. Ergänzend zu den Messungen wurden Strömungssimulationen in einem Stallabteil mit Porendeckenzuluft und in einem Stallabteil mit Unterflurzuluft durchgeführt. Hierbei wurde nicht die exakte Wiedergabe der Strömung in den Versuchszeiträumen angestrebt, sondern die Darstellung typischer Strömungsmuster in den beiden Zuluftsystemen. Zusätzlich erfolgten Simulationen zur Optimierung der Luftführung. Des Weiteren wurden methodische Untersuchungen zur Modellierung der Porendecke und zum Einfluss der Wärmeproduktion der Tiere auf die Strömung durchgeführt, um diese möglichst realitätsnah nachzubilden.

Abb. 1



Modell des Abteils mit a) Porendeckenzuluft und b) mit Unterfluruluft

Fig. 1: Model of the compartment a) with porous ceiling and b) with underfloor air inlet

In diesem Beitrag werden die verwendeten Stallmodelle, Raumgitter und Randbedingungen sowie ausgewählte Ergebnisse der Simulationen für die Sommer- und Wintersituation dargestellt.

Material und Methoden

Als Löser für die Strömungsberechnungen wurde die Software Ansys Fluent 14.0 (Ansys Inc.) verwendet. Die Modell- und Gittererstellung und die Auswertung der Ergebnisse wurden mit den Anwendungen DesignModeler, Meshing und CFD-Post im Ansys Academic Research CFD Paket (Ansys Inc.) durchgeführt.

Die betrachteten Abteile sind Teil des Versuchsstalles für konventionelle Schweinemast an der LSZ Boxberg. Die Innenmaße betragen 16,01 m auf 9,53 m. Jedes Abteil ist in 6 Buchten mit je 21 Tierplätzen à ca. 1,0 m² Fläche unterteilt und weist einen Zentralgang mit 1,10 m Breite auf. Die Deckenhöhe im Porendeckenabteil beträgt 2,85 m, im Unterfluruluftabteil 3,00 m.

Bei der Modellierung der Stallabteile wurden folgende Vereinfachungen vorgenommen, um die Erstellung der Raumgitter zu erleichtern und die Rechenzeit zu begrenzen. Es wurde jeweils nur das Fluidvolumen der Stallabteile konstruiert (**Abbildung 1**). Der Güllekeller und der Spaltenboden wurden nicht berücksichtigt. Von den Buchtenabtrennungen wurde nur der geschlossene Teil in die Modelle integriert (0,63 m und 1,03 m Höhe). Für die Gittererstellung der Simulation und für die Strömungsberechnungen wurden die Stallmodelle mit einer Symmetrieebene in der Mitte des Zentralganges halbiert. Aus diesem Grund ist bei der Erläuterung der Vernetzung und der Ergebnisse nur die in **Abbildung 1** mit Tiermodellen ausgestattete linke Hälfte der Abteile berücksichtigt.

In das Porendeckenabteil strömt die Luft aus dem Dachraum durch die Porendecke, bei der geschlossene und perforierte Deckenplatten schachbrettartig verlegt sind. Beim Unterflurabteil

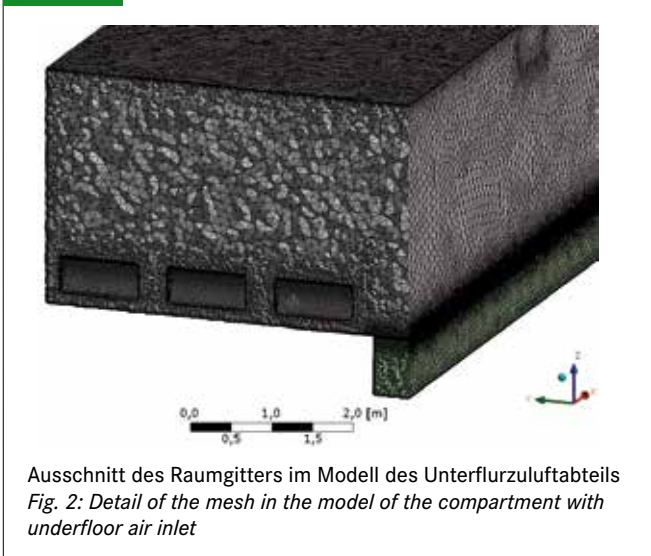
strömt die Zuluft im Sommer sowohl aus dem Unterflurkanalsystem (Vorderseite des Modells) als auch durch einen Schacht an der Außenseite des Abteiles in den Zuluftkanal unter dem Zentralgang des Abteiles. Von dort steigt die Luft durch den Spaltenboden im Gang auf und gelangt über die Buchtenwände in den Tierbereich. In beiden Abteilen wird die Luft mit einem Ventilator im Abluftschacht über dem Zentralgang abgesaugt, der aus baulichen Gründen 0,6 m hinter der Abteilmitte angeordnet ist. Im Unterfluruluftabteil ist ein Abluftkasten unterhalb des Schachtes angebracht, der einen Kurzschluss mit der aufwärts strömenden Zuluft verhindern soll. Im Modell des Porendeckenabteils wurde dieser vernachlässigt, da er in diesem Lüftungssystem nur einen sehr geringen Einfluss auf die Strömung hat. Eine detailliertere Beschreibung der beiden Lüftungssysteme ist in [6] zu finden.

Sowohl die Porendecke als auch der Spaltenboden im Zentralgang des Unterflurabteils wurden für die Simulationen stark vereinfacht. So wurde die Öffnungsfläche der Porenplatten im Modell auf 9 Öffnungen anstelle von 180 Öffnungen pro Platte verteilt, um die Anzahl der Gitterelemente zu begrenzen. Auch die Anzahl der Öffnungen des Spaltenbodens wurde im Modell von 21 auf 6 pro Spaltenelement verringert. Ebenso wurde das Unterflurkanalsystem, durch das die Zuluft vor dem Eintritt in das Abteil strömt, nicht in das Modell integriert.

Zur Modellierung der Tiere wurden je Bucht 21 Zylinder in 0,15 m Abstand zum Stallboden gleichmäßig verteilt [7]. Die Maße der Zylinder wurden durch Berechnung der Körperoberfläche an das Tiergewicht der eingestellten Schweine nach [8] angepasst.

Zur Berechnung von Strömungen mit CFD ist eine Diskretisierung des Fluidvolumens notwendig. Hierbei wird das Strömungsgebiet in eine endliche Zahl Kontrollvolumina unterteilt, über die der Löser dann für die Erhaltungsgleichungen (Masse, Impuls, Energie und Turbulenzgrößen) Gleichungssysteme erstellt und löst. In beiden Stallmodellen wurde hierzu ein

Abb. 2



Raumgitter aus Tetraedern weitgehend automatisiert erstellt. Beispielfür beide Abteile ist in **Abbildung 2** ein Ausschnitt des Gitters im Unterflurzuluftabteil in der Sommersituation dargestellt. Zur Auflösung der Grenzschichtströmung an den Wänden (dimensionsloser Wandabstand $y^+ < 1$) wurden an den Wänden, der Decke und der Bodenfläche der Abteile sowie auf den Wänden des Unterflurkanals, dem Spaltenboden und den Oberflächen der Tiermodelle jeweils acht Prismenschichten in das Gitter integriert. Die Höhe der ersten Zellschicht an den Wänden betrug 1 mm. Im Raum war die Zellgröße auf maximal 0,12 m begrenzt. So enthielten die Gitter in den unterschiedlichen Modellen zwischen 8,6 und 12,6 Millionen Zellen. Die Gitterqualität wurde anhand der Merkmale orthogonale Qualität (Maß für die Abweichung von der optimalen Tetraederform) und

Aspect Ratio (Maß für die Elementstreckung) kontrolliert [9]. Alle Gitter hatten eine minimale orthogonale Qualität größer als 0,11 und ein maximales Aspect Ratio kleiner als 105. Dies ist akzeptabel, jedoch sind Werte größer 0,15 und kleiner 100 zur Erhöhung der Genauigkeit der Simulationen anzustreben.

Datengrundlage und Randbedingungen

Als Grundlage für die Simulation von Winter- und Sommerbedingungen in den Abteilen wurden zwei zehnmündige Messintervalle mit je 20 Einzelmessungen ausgewählt (13.02.2011: 00:55–01:05 Uhr und 04.07.2011: 13:55–14:05 Uhr). Die Messpunkte befanden sich im Dachraum, im Unterflurkanal, in den Abteilen und Abluftschächten sowie an der Außenluft in 3,2 m Höhe. Die Mediane der Messdaten dienten als Randbedingungen für Einlasstemperatur, Volumenstrom sowie Differenzdruck zwischen Abteil und Außenluft (**Tabelle 1**). Zum Teil wurden die Messdaten für die Simulationen in geringem Maß angepasst.

Der Volumenstrom wurde in den Simulationen über die Angabe einer festen Geschwindigkeit am Auslass des Abluftschachtes festgelegt. Als Lufteinlass mit entsprechender Lufttemperatur dienten die obere Fläche des in **Abbildung 1** angedeuteten Dachraumes im Porendeckenabteil bzw. die Eingangsflächen des Unterflurkanals. Die Druckdifferenz zwischen Stall und Außenluft wurde mithilfe von sogenannten porösen Sprüngen (definierter Druckverlust) auf den Öffnungsflächen der Porendecke, des Spaltenbodens im Zentralgang des Unterflurzuluftabteils und am Eingang des Unterflurkanals simuliert (**Tabelle 1**). Der Differenzdruck im Stall ließ sich so mit einer Genauigkeit von 1 bis 4 Pa abbilden, was in etwa der Genauigkeit der Druckmesser entsprach.

Anhand der Lebendgewichte (LG) an den Versuchstagen wurde die konvektive Wärmeabgabe der Schweine nach dem Modell von [8] berechnet. Der Vorteil dieses Modells besteht da-

Tab. 1

Randbedingungen der Strömungssimulationen

Table 1: Boundary conditions of the CFD simulations

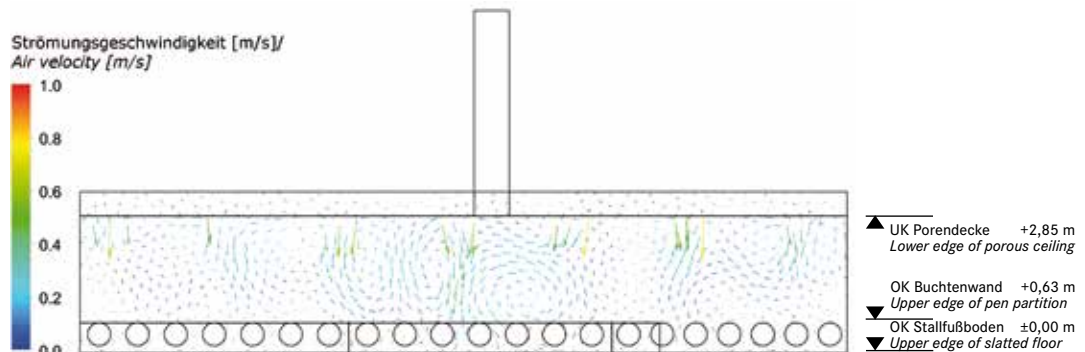
Parameter/Parameter	Porendeckenabteil/Compartment with porous ceiling	
	Sommer/Summer	Winter/Winter
Einlasstemperatur/Inlet temperature [°C]	22,1 ¹⁾	4,2
Volumenstrom/Ventilation rate [m ³ /h]	10 351 ²⁾	2795
Druckverlust Porendecke/Pressure loss porous ceiling [Pa]	-37,7 ³⁾	-5,6 ³⁾
	Unterflurzuluftabteil/Compartment with underfloor air inlet	
	Sommer/Summer	Winter/Winter
Einlasstemperatur Unterflurkanal/Inlet temperature underfloor canal [°C]	19,1	8,6
Einlasstemperatur außen/Inlet temperature outside [°C]	22,1	-
Volumenstrom/Ventilation rate [m ³ /h]	11 228	1857
Druckverlust Spaltenboden/Pressure loss slatted floor [Pa]	-15,2 ³⁾	-2,2 ³⁾
Druckverlust Unterflurkanal/Pressure loss underfloor canal [Pa]	-2,0 ³⁾	-0,5 ³⁾

¹⁾ Abweichung vom Messwert +0,1 °C / deviation from measurement +0,1 °C.

²⁾ Abweichung vom Messwert -125 m³/h / deviation from measurement -125 m³/h.

³⁾ Berechneter Druckverlust des porösen Sprunges / calculated pressure loss of the porous jump.

Abb. 3



Strömungsgeschwindigkeit im Längsschnitt des Porendeckenabteils (Sommer), Vektoren 15-fach verlängert

Fig. 3: Air velocity in the longitudinal section of the compartment with porous ceiling (summer), vectors 15-fold extended

rin, dass es im Gegensatz zu den Berechnungen nach [10] eine getrennte Ermittlung der konvektiven Wärmeabgabe und der Wärmeabgabe durch Strahlung ermöglicht. Letztere wurde in den Simulationen jedoch zur Verkürzung der Rechenzeit noch nicht berücksichtigt. Für beide Abteile wurde in der Sommersituation ein Tiergewicht von 91 kg angenommen mit einer resultierenden konvektiven Wärmeleistung von 45,5 W pro Tier. In der Wintersituation betrug die Wärmeleistung der Tiere im Unterflurzuluftablaufteil 35,1 W (51 kg LG). Diese wurde als konstanter Wärmefluss auf der Oberfläche der Tiermodelle in die Simulationen integriert. Andere Wärmequellen waren nicht zu berücksichtigen, da auch am Versuchstag im Februar in beiden Abteilen die Heizung nicht in Betrieb war.

Löser und Konvergenzkriterien

Die Berechnungen erfolgten mit einem druckbasierten Löser unter Verwendung des SIMPLE-Algorithmus. Die Variablen wurden mit dem Aufwind-Verfahren zweiter Ordnung interpoliert. Lediglich die Simulation der Wintersituation im Unterflurzuluftablaufteil wurde mit dem Aufwind-Verfahren erster Ordnung durchgeführt, was zu einer etwas verminderten Genauigkeit der Ergebnisse führte. Als Turbulenzmodell wurde das realizable $k-\epsilon$ -Modell ausgewählt. Für die Simulation der thermischen Konvektion erfolgte die Dichteberechnung der Luft nach dem idealen Gasgesetz bei ansonsten inkompressibler Berechnung des Strömungsfeldes [11]. Als Konvergenzkriterien wurden ein Absinken des Residuums der Energiegleichung um sechs Zehnerpotenzen, der Residuen der übrigen Erhaltungsgleichungen um drei Zehnerpotenzen und das Vorliegen einer ausgeglichenen Energie- und Massenbilanz im gesamten Strömungsgebiet festgelegt.

Ausgewählte Ergebnisse und Diskussion

Sommersituation im Porendeckenabteil

Die Vektordarstellung der Strömungsgeschwindigkeit im Längsschnitt des Abteils (Mitte der Buchten) zeigt eine feinstrukturierte und an vielen Stellen sehr langsame Raumströmung (**Abbildung 3**). In der Länge des Abteils befanden sich acht bis neun kleinere Wirbel, die meist von einer Porenpalte

ausgingen. Die durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit im Tierbereich in 0,8 m Höhe betrug 0,14 m/s und im gesamten Stallraum durchschnittlich 0,15 m/s. Die durchschnittliche Temperatur im Tierbereich lag bei 24,1 °C.

Methodische Untersuchungen mit verschiedenen Modellen der Porendecke ergaben, dass der Einfluss der Zuluftöffnungen auf das Strömungsbild im verwendeten Modell größer war als in der Realität. Eine weitere Verkleinerung der Zuluftöffnungen ist somit für künftige Simulationen anzustreben. Trotz dieser Einschränkungen stimmten die Simulationsergebnisse mit den Messdaten recht gut überein. Am Messpunkt für Lufttemperatur und -geschwindigkeit in der Mitte der ersten Bucht in 80 cm Höhe betrug die Differenz zwischen Simulation und Messwert nur -1,6 °C bzw. +0,05 m/s.

Sommersituation im Unterflurzuluftablaufteil

Strömungsgeschwindigkeit und Lufttemperatur im Unterflurzuluftablaufteil wurden in der Simulation der Sommersituation sehr stark durch die Zuluftströme beeinflusst. Die Luft von beiden Zuluftöffnungen traf sich hierbei vor dem Abluftkasten (**Abbildung 4**). Die kühlere Luft aus dem Unterflurkanalsystem (A) nahm den vorderen Teil des Abteils ein, während die wärmere Außenluft aus dem zweiten Lufteinlass (B) im hinteren Teil verblieb. Des Weiteren wurden die Bereiche der vorderen und hinteren Bucht nahe den Abteilwänden weniger durchmischt als die Mitte des Abteils. Im Stallraum betrug die durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit 0,23 m/s, im Tierbereich 0,19 m/s. Die Eintrittsgeschwindigkeit der Luft in den Unterflurkanal betrug 2,3 m/s an der vorderen Öffnung und 2,1 m/s an der hinteren. Der Mittelwert der Temperatur im Tierbereich lag bei 22,3 °C.

Ein Vergleich mit den Messdaten am Abteilsensor war bei dieser Simulation nur eingeschränkt möglich, da das Modell den Druckverlust beim Zulufttritt nicht realistisch abbildete. Nebelproben zeigten, dass die beiden Zuluftströme in der Realität hinter dem Abluftkasten aufeinander trafen. Somit entstand in der vorderen Bucht, wo der Abteilsensor angebracht war, ein völlig anderes Strömungsbild als in der Simulation. Die

Abb. 4

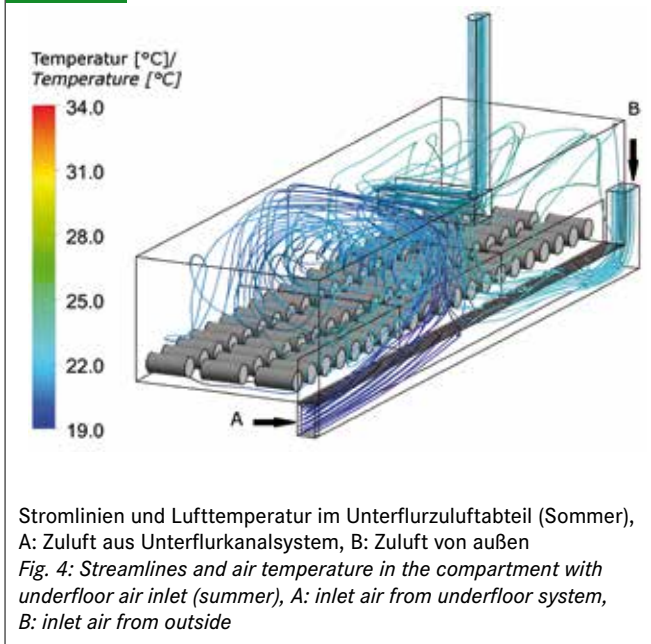
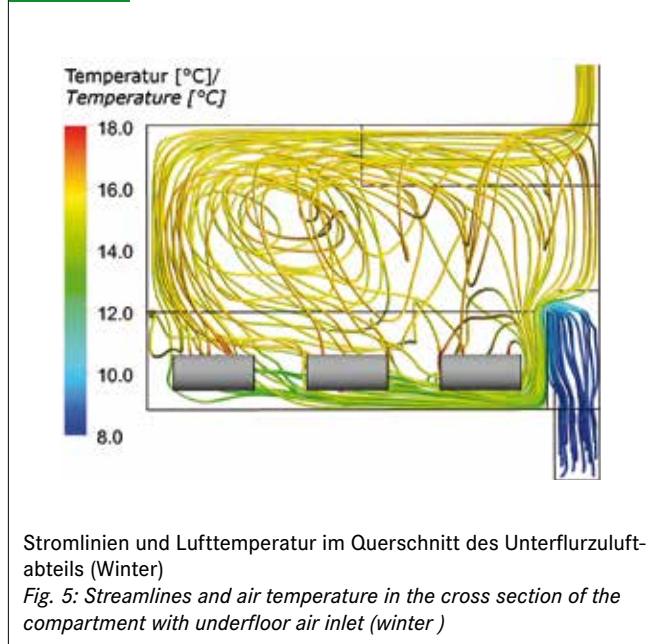


Abb. 5



durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit im Tierbereich lag jedoch im Bereich der Werte, die in ergänzenden Messungen mit einem Thermoanemometer ermittelt worden waren. Des Weiteren zeigte die Simulation zwei Nachteile dieses Lüftungssystems auf. Erstens kann die mittige Lage des Abluftschachtes trotz Abluftkasten zu einer direkten Absaugung von Frischluft führen. Ein Einbau von zwei Abluftöffnungen an den Außenwänden des Stalls, ähnlich wie bei einer klassischen Futterganglüftung, wäre hier günstiger. Zweitens wird durch den Einsatz der hinteren Zuluftöffnung bei hohen Volumenströmen eine ungleiche Temperaturverteilung im Abteil in Kauf genommen, da an dieser Stelle ungekühlte Außenluft angesaugt wird. Zur besseren Durchlüftung der Außenbereiche des Abteiles ist eine Beeinflussung der Luftströme mit Leitblechen anzustreben – dies wird in weiteren Simulationen untersucht.

Wintersituation im Unterflurzuluftheil

Im Gegensatz zur Sommersituation wird die Zuluft in der Wintersituation nur aus dem Unterflurkanal angesaugt. Die Simulation der Wintersituation ergab im Tierbereich eine sehr niedrige durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit von 0,04 m/s. In der Darstellung der Stromlinien im Querschnitt des Abteils (Mitte der vorderen Bucht) ist das Strömungsbild dieses Lüftungssystems mit einer Erwärmung der Zuluft beim Aufsteigen im Zentralgang und anschließendem Abfallen in den Tierbereich erkennbar (**Abbildung 5**).

Ein Vergleich der Ergebnisse mit Nebelproben im Abteil (**Abbildung 6**) verdeutlicht die gute Abbildung des Strömungsverlaufes durch die Simulation. Ein Schwachpunkt war jedoch, dass die Lufttemperatur nicht korrekt abgebildet wurde. Auch in den anderen Simulationen für die Sommer- und Wintersituation wurde die Temperatur im Abteil um 3–5 °C unterschätzt. Dies ließ sich auf die Vernachlässigung der von den Tieren ab-

Abb. 6



gegebenen Wärmestrahlung zurückführen. Jedoch war die Beeinflussung des Strömungsbildes hierdurch sehr gering, sodass diese Vereinfachung akzeptabel war.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen, dass mithilfe von numerischen Simulationen ein vertiefter Einblick in die Strömungsvorgänge in Schweineställen möglich ist und welche Optimierungspotenziale sich daraus ergeben. Generelle Aussagen über das Strömungsbild der betrachteten Zuluftführungsvarianten sind mit den vorhandenen Mitteln möglich. Eine exakte Validierung der Simulationsergebnisse ist für detailliertere Aussagen jedoch unbedingt notwendig. In zukünftigen Simulationen sollen der Güllekeller in die Modelle integriert, die Raumgitter optimiert sowie die Wärmestrahlung in den Berechnungen berücksichtigt werden.

Literatur

- [1] Norton, T.; Sun, D. W.; Grant, J.; Fallon, R.; Dodd, V. (2007): Applications of computational fluid dynamics (CFD) in the modelling and design of ventilation systems in the agricultural industry: A review. *Bioresource technology* 98(12), pp. 2386–2414
- [2] Krause, K.H.; Linke, S. (2010): Mit Simulationen die Lüftung von Volierenställen auf ihre Umweltverträglichkeit hin prüfen. *Landtechnik* 65(5), S. 329–333
- [3] Krause, K.H.; Linke, S.; Müller, H.J.; Mußlick, M. (2009): Simulationen weisen der Luft den Weg - die intelligente Stalllüftung. *Landtechnik* 64(1), S. 54–56
- [4] Seo, I.H.; Lee, I.B.; Moon, O.K.; Hong, S.W.; Hwang, H.S.; Bitog, J.P.; Kwon, K.S.; Ye, Z.; Lee, J.W. (2012): Modelling of internal environmental conditions in a full-scale commercial pig house containing animals. *Biosystems Engineering* 111(1), pp. 91–106
- [5] Bjerg, B.S.; Zhang, G.; Kai, P.; Kai, P. (2008): CFD investigation of a partly pit ventilation system as method to reduce ammonia emission from pig production units. *Livestock Environment VIII - 8th International Symposium, ASABE*, 31.8.–4.9.2008, Brazil, ASABE Publication Number 701P0408, pp. 57–62
- [6] Threm, J.; Gallmann, E.; Pflanz, W.; Jungbluth, T. (2011): Vergleich von Zuluftführungs- und Kühlungssystemen in der Schweinemast. *Landtechnik* 66(5), S. 349–353
- [7] Büscher, W. (1991): Experimentelle Untersuchungen zur Luftführung in Stallanlagen. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
- [8] Bruce, J.M.; Clark, J.J. (1979): Models of heat production and critical temperature for growing pigs. *Animal Production* 28(3), pp. 353–369
- [9] ANSYS Inc. (2012): *Fluent User's Guide*. Handbuch für Lizenznehmer, Version 14.5, Kapitel 5.2.2: Mesh Quality
- [10] Pedersen, S.; Sällvik, K. (2002): 4th Report of Working Group on Climatisation of Animal Houses. Heat and moisture production at animal and house levels. CIGR Report 2002, http://www.cigr.org/documents/CIGR_4TH_WORK_GR.pdf, Zugriff am 1.3.2013
- [11] Ferziger, J.H.; Peric, M. (2008): *Numerische Strömungsmechanik*. Berlin, Heidelberg, Springer Verlag, 1. Auflage

Autoren

M. Sc. Felix Adrion und **M. Sc. Joachim Threm** sind wissenschaftliche Mitarbeiter, **PD Dr. sc. agr. Eva Gallmann** ist akademische Rätin am Fachgebiet Verfahrenstechnik der Tierhaltungssysteme (Leiter: **Prof. Dr. Thomas Jungbluth**) des Instituts für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart, E-Mail: felix.adrion@uni-hohenheim.de

Dr. sc. agr. Wilhelm Pflanz ist Leiter des Referats Haltungssysteme, Stallbau, Stallklima, Biogas am Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg - Schweinehaltung, Schweinezucht - (Landesanstalt für Schweinezucht - LSZ).

Hinweise

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), FKZ 2808HS042.