

Günter Beyersdorfer und Ulrich Gernand

Kühlung von Schweineställen durch Unterflur-Zuluftführung

Im Rahmen eines vom BMELV geförderten Projektes wurde ein Abferkelstall mit 266 Abferkelplätzen mit einer Unterflur-Zuluftführung ausgestattet. In einem Versuchs- und einem Vergleichsabschnitt mit unterschiedlichen Kanallängen wurden Dauermessstellen für Temperatur, Luftfeuchte und Gasanalyse (NH₃, CO₂) installiert, die eine komplexe Auswertung ermöglichen. Es zeigte sich, dass an Sommertagen mit 28 bis 33 °C eine Zuluftabkühlung von 6 K und an Extremtagen mit 35 °C von 8 K erreicht werden konnte. Die Zuluftabkühlung bewirkte eine Luftfeuchteregulierung und eine relative Reduzierung der NH₃-Konzentration im Versuchsabschnitt. Im Versuch konnten fundierte Messreihen zur Temperaturschichtung im Stall gewonnen werden. Außerdem wurden tierische Leistungsparameter und Kosten für die Kühlung dokumentiert.

Schlüsselwörter

Stallklimatisierung, Unterflurzuluft, Kühlung von Schweineställen

Keywords

ventilation, underground air inlet ducts, cooling of pig stables

Abstract

Beyersdorfer, Günter and Gernand, Ulrich

Cooling pig stables through underground air inlet ducts

Landtechnik 67 (2012), no. 3, pp. 221–224, 6 figures, 1 table

Farrowing accommodation with 266 pens was built with an underfloor air intake system. Permanent measuring points were installed enabling comprehensive evaluation of temperature, air moisture and gas analyses (NH₃, CO₂) in respective trial and control compartments with different lengths of air ducting in each. The results showed that on summer days with 28 to 33 °C a supply air cooling of 6 K was achieved with 8 K achieved on extreme days with 35 °C. The cooling of the supply air enabled regulation of air moisture content and relative reduction of NH₃ concentration in the trial compartment. Documented is a series of proven recordings on the temperature layering within the housing (at 0.6 m to 2.4 m). In addition, livestock production performance parameters and cooling costs are documented in this ministry of agriculture supported project.

■ In der Agrargenossenschaft „Am Dün“ Deuna e.G. wurde die Sauenanlage Rüdigershagen schrittweise rekonstruiert. Ab 2008 stand der Neubau eines Abferkelstalles an, der anstelle zweier Abrissställe errichtet werden sollte. In der Projektierungsphase fiel, aufgrund der Möglichkeit die vorhandenen Betonkanäle zu nutzen, die Entscheidung für eine Unterflur-zuluftführung.

Der Neubau des Abferkelstalles mit 4 Abteilen mit jeweils 63 Abferkelbuchten und 2 x 7 Reserveabferkelplätzen erforderte einen Stall mit 52 m Länge und 39,3 m Breite, der auf den Abrissflächen der alten Ställe errichtet wurde.

Mit der Inbetriebnahme des Stalles Ende 2008 ergab sich die Möglichkeit in den Jahren 2009/2010 innerhalb des KTBL-Projektes „Kühlung von Schweineställen“ umfangreiche Daten zu erfassen.

Datenerfassung und Messstelleninstallation

Die zeitliche Übereinstimmung der Inbetriebnahme der Abferkelabteile im Neubaustall mit dem Beginn des KTBL-Projektes ermöglichte es, ein festes Messstellensystem für Temperatur, Feuchte und Gasanalyse in 2 identischen Abferkelabteilen zu installieren. Durch die unterschiedliche Zuluftführung – eine Gebäudehälfte mit Unterflurbereich im Anschluss an lange Betonkanäle als Versuchsabschnitt und die andere mit Unterflurbereich in direkter Verbindung zur Außenluft als Vergleichsabschnitt – wurden Vergleichsmessungen zu Stalltemperaturen, Luftfeuchte, Staub-, Ammoniak- und CO₂-Gehalt möglich.

Die Erhebung von baulichen Kennwerten, Betriebskosten und tierischen Leistungsparametern war an den Vorgaben des KTBL-Projektes ausgerichtet, aber nicht in jedem Fall bis auf die Abferkelgruppe aufzuteilen. **Abbildung 1** zeigt die wichtigsten Messstellen im Lageplan und schematisch die Zuluftführung.

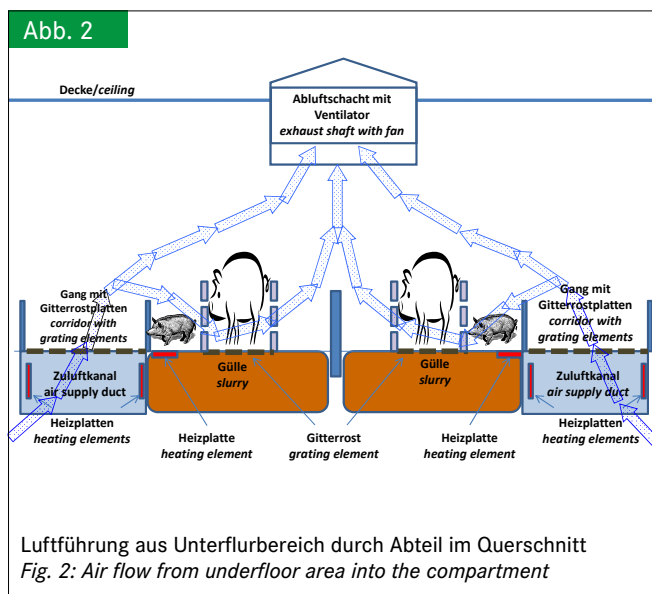
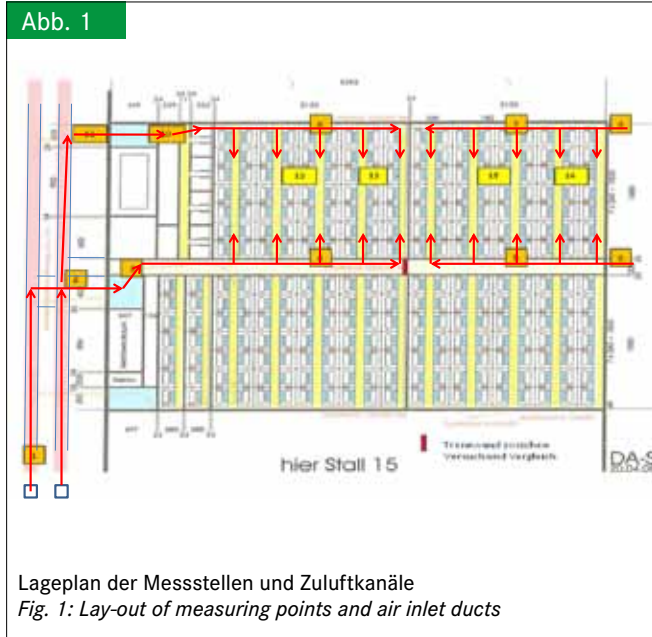


Abbildung 2 zeigt anschaulich im Querschnitt die Zuluftführung aus dem Unterflurbereich in das Abteil.

Der Bau eines zentralen begehbaren Zuluftkanals für alle 4 Abferkelabteile ermöglichte die offene Installation der Gülleabflussrohre in diesem Zentralgang. Das erleichtert die Bewirtschaftung und sorgt für gute Zugangsverhältnisse bei Havarien und für geringe Schadgasemissionen.

Die Messung der Konzentrationen von NH_3 , CO_2 und Wasserdampf erfolgte mit einem Innova-Multigasanalysegerät durch die TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie). Die Messperioden wurden in die Sommermonate gelegt, um parallel zu den kontinuierlichen Messungen auch heiße Außentemperaturphasen zu erfassen. Als Stichtagsmessung erfolgte die Erfassung der Gesamt- und Feinstaubwerte in den Stallabteilen.

Messergebnisse

Temperatur und Luftfeuchte

Der Temperaturverlauf (**Abbildung 3**) an ausgewählten Messstellen entlang der Zuluftführung des heißesten Tages zeigt die Leistungsfähigkeit der Unterflurzuluft zur Stallklimatisierung.

Bereits im Ansaugschacht steigt die Temperatur deutlich langsamer an als außen, die Maximalwerte werden erst am Nachmittag erreicht. Bereits vor der Verzweigung in die Kellergänge liegt in den Abendstunden die Maximaltemperatur um 5 K unter dem Tagesmaximum im Außenbereich. An der Eintrittsstelle in das Stallabteil liegt die Temperatur um bis zu 8 K niedriger als die Außentemperatur. Im Abteil, dessen Solltemperatur auf 25 °C eingestellt ist, ergeben sich infolge der Abwärme der Sauen und der Ferkelnestheizung Temperaturen zwischen 27 und 29 °C im Bereich der Sauen. Die am Tag von den Wänden des Zuluftkanals aufgenommene Wärme wird in der Nacht wieder abgegeben. Damit kühlen sich die Wände des Zuluftkanals wieder ab und die in den Stall einströmende Zuluft wird erwärmt.

Infolge der Zuluft von unten bildet sich eine deutliche Temperaturschichtung mit ca. 2 K Differenz von oben nach unten. **Abbildung 4** zeigt den Temperaturverlauf an 3 aufeinander folgenden warmen Tagen. Hier wird die Phasenverschiebung der Maxima der Außen- und Zulufttemperatur deutlich. Gut zu erkennen sind auch die niedrigeren Temperaturen im unteren Bereich (Messhöhe 0,6 m über Boden), der für die Sauen relevant ist, gegenüber der Ablufttemperatur. Im Gegensatz dazu wird bei einer Rieseldecke die von oben eintretende, eventuell gekühlte Luft bereits beim Absinken erwärmt und der Aufwand zur Kühlung der Zuluft in der Wirkung abgeschwächt.

Bezüglich der Luftfeuchte konnten in keinem Fall kritische Verhältnisse festgestellt werden. Die relative Feuchte im Stall lag immer im Bereich zwischen 40 und 70 % r.F. Auch bei sehr feuchter Außenluft gibt diese beim Abkühlen im Zuluftkanal bei Taupunktunterschreitung Feuchtigkeit ab und trocknet bei der anschließenden Erwärmung im Stall so weit, dass sie auch die dort verdunstende Wassermenge aufnehmen kann.

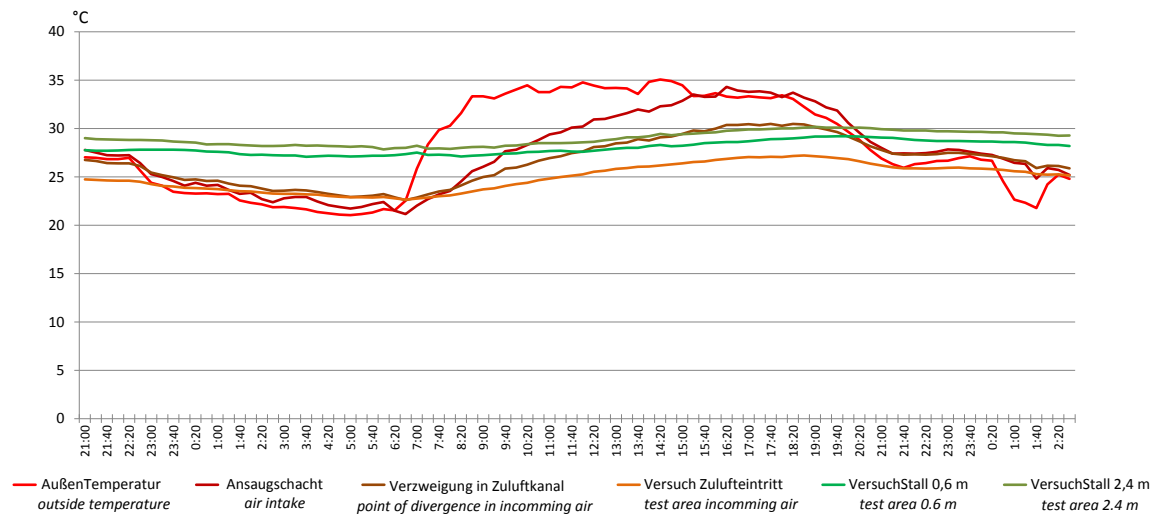
Ammoniak

In **Abbildung 5** wird die Ammoniakkonzentration im Stall in der für die Sauen relevanten Höhe (0,6 m) und am Abluftschacht (2,4 m) im Verlauf von 3 Tagen gezeigt. Auch hier zeigt sich der Vorteil der Luftzuführung von unten. Im Bereich der Schnauze ist die Ammoniakkonzentration nur gering gegenüber der Außenluft erhöht. In 2,4 m Höhe ist dagegen bereits eine deutliche NH_3 -Anreicherung um ca. 5 mg/m^3 erkennbar. Aber auch diese Konzentrationen zwischen 5 und 9 mg/m^3 sowie die im Vergleichsstall 10 bis 15 % höheren Werte sind noch im grünen Bereich.

Tierische Leistungen

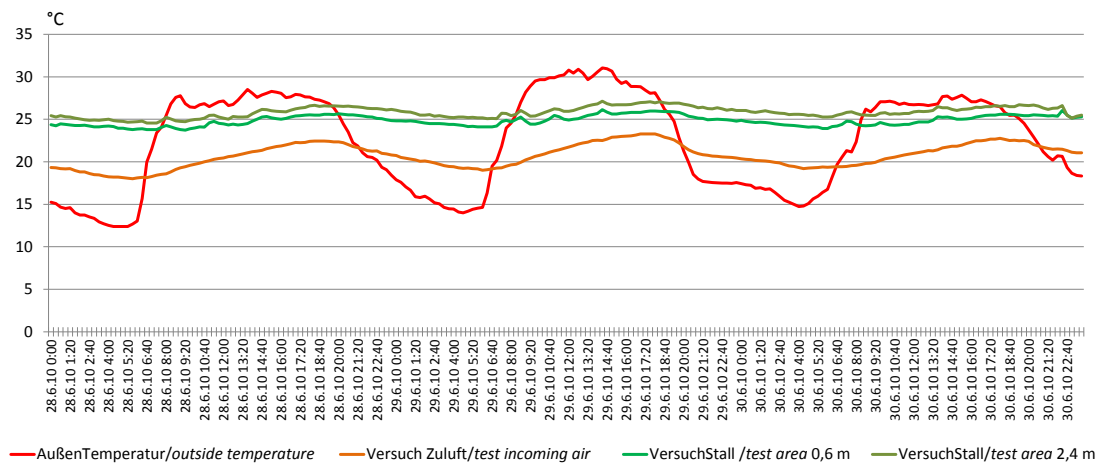
Die im Versuchs- und Vergleichsabteil erreichten Aufzuchtleistungen sind für einen ausgewählten Zeitraum exemplarisch in **Tabelle 1** gegenübergestellt. Dabei zeigt sich trotz des geringen

Abb. 3



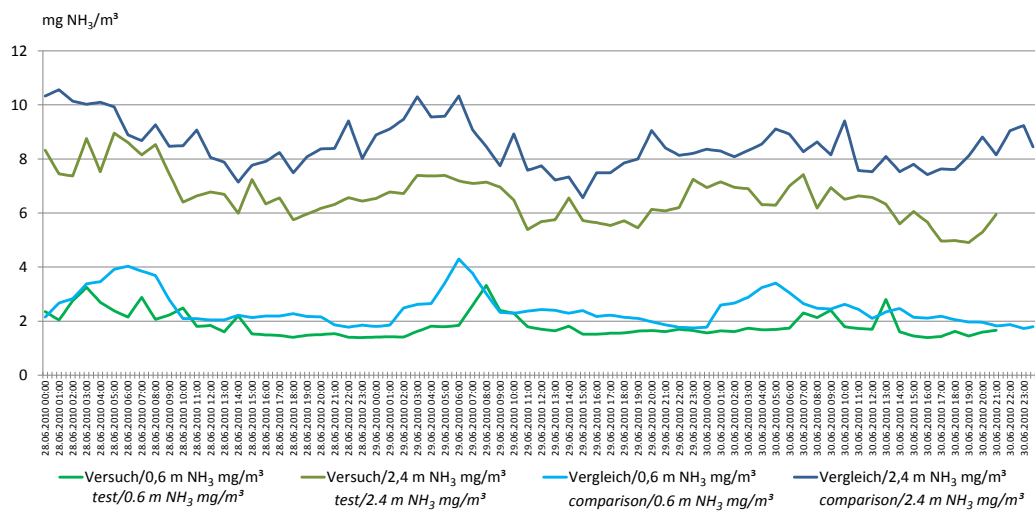
Temperaturverlauf an einem heißen Tag
Fig. 3: Temperature variation during a hot day

Abb. 4



Temperaturverlauf an 3 aufeinander folgenden warmen Tagen
Fig. 4: Temperature variation at 3 consecutive warm days

Abb. 5



Ammoniakkonzentration im Stall in 0,6 und 2,4 m Höhe
Fig. 5: Ammonia concentration in the stable at a height of 0.6 and 2.4 m

Tab. 1

Leistungsdaten Juli/August aus dem Versuchs- und Vergleichsabteil des Abferkelstalles
 Table 1: Performance data Juli/August for the test and control compartments of the stable

| Zeitraum Period | 4.6.–1.7.10 Versuch test | 11.6.–8.7.10 Vergleich control | 2.7.–29.7.10 Versuch test | 9.7.–2.8.10 Vergleich control |
|--|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Anzahl Sauen Number of sows | 63 | 62 | 63 | 59 |
| Leb. geb. Ferkel je Wurf Live born piglets per litter | 13,85 | 13,9 | 13,55 | 12,8 |
| Abgesetzte Ferkel je Wurf Weaned piglets per litter | 12,71 | 12,1 | 12,31 | 11,1 |
| Ferkelverluste % Loss of piglets | 8,3 | 13,0 | 9,2 | 13,1 |

Temperaturvorteils von 1 bis 2 K in den kritischen Wetterperioden ein deutlicher Vorteil des besser temperierten Versuchsstalles. Auch bei der Umrauscherquote ist das Versuchsabteil im Vorteil wie in **Abbildung 6** zu sehen ist. Infolge der Überlagerung anderer Einflussgrößen fällt diese Aussage weniger deutlich aus.

Der Anstieg der Umrauscherquote während Hitzeperioden ist im Versuchsabteil meist deutlich geringer. Wegen der Vielzahl überlagerter Einflussgrößen und weil die Trächtigkeit erst zeitversetzt festgestellt werden kann, wäre eine Verlängerung des Auswertungszeitraumes wünschenswert.

Schlussfolgerungen

Im Sommer 2010 wurden bei Tag-Nacht-Differenzen im Freien von 18 K am Lufteintritt in den Stall 4 K Differenz festgestellt. Im Versuchsstall wurde 2009 bei maximalen Außentempera-

turen von 34 °C die Stalltemperatur auf 28 °C und 2010 bei 35 °C außen das Maximum für die Sau auf 29 °C begrenzt. Im Vergleichsabteil (Zuluft über kurzen Kellergang) wurden zum gleichen Zeitpunkt 30 °C gemessen, was die Wirksamkeit der Luftzuführung über die Bodenkanäle unterstreicht. In Perioden von 3 bis 5 Tagen in Folge mit Tagestemperaturmaxima zwischen 28 und 30 °C konnte in der Zuluft eine Maximaltemperatur von unter 24 °C über die gesamte Zeit gehalten werden. Am folgenden Tag mit 35 °C außen stieg die Zulufttemperatur nicht über 27 °C. Über länger anhaltende Hitzeperioden ist keine Aussage möglich. Von grundsätzlicher Bedeutung ist die nachgewiesene Temperaturschichtung im Abteil von Schnauzenhöhe bis Eingang Ablüfter. Das erbringt auch sehr günstige NH₃-Werte im Tierbereich.

Ein wichtiger Kennwert der tierischen Leistung ist die Anzahl der abgesetzten Ferkel je Wurf. In den Sommermonaten 2009 und 2010 sind die ermittelten Werte in der Variante mit der langen Unterflurzulufteführung besser, wobei der direkte Vergleich zu herkömmlichen Oberflur-Zuluftställen fehlt (abgesetzte Ferkel + 0,3 bis 0,5 je Wurf, Verluste 9 zu 13 %).

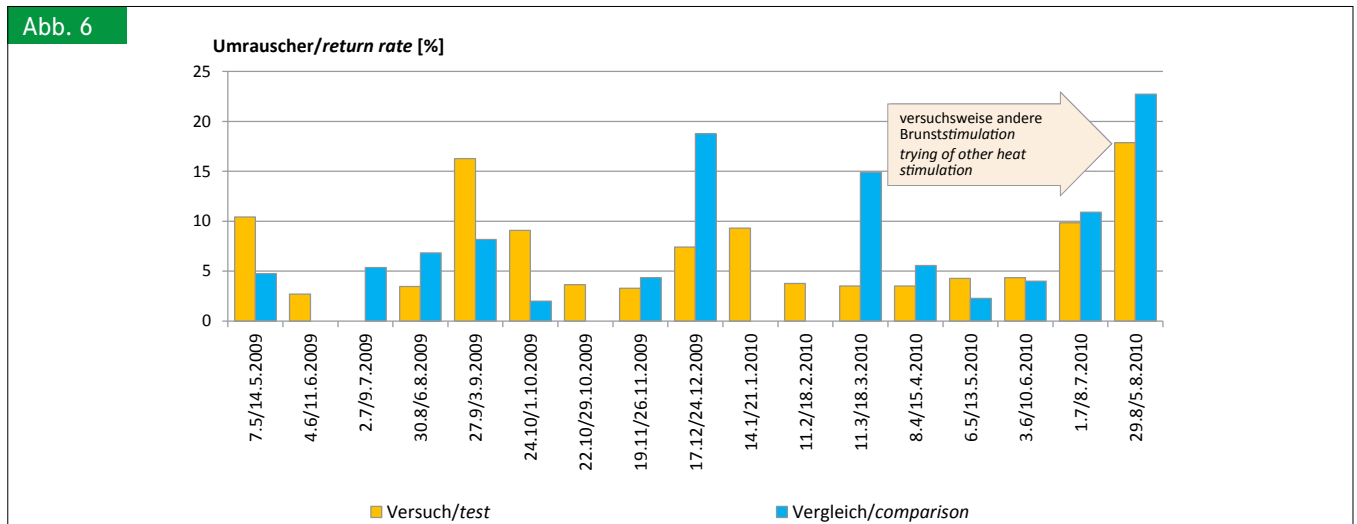
Damit ist der Nachweis der Wirksamkeit bezüglich der Raumtemperaturbeeinflussung durch Unterflurssysteme erbracht.

Bei weiteren Projekten mit Unterflurzulufteführung ist bereits in der Bauprojektierung darauf zu achten, dass die gekühlte Zuluft im Sauenbereich einströmt und nicht bei den Ferkeln. Damit sind auch bautechnische Vorteile zu erzielen. Vorhandene Unterflur-Reservoirs sollten unbedingt genutzt werden.

Autoren

Dr.-Ing. Günter Beyersdorfer und **Ulrich Gernand** sind Mitarbeiter im Fachbereich Tierproduktion an der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) Jena, Außenstelle Bad Salzungen, August-Bebel-Str. 2, 36433 Bad Salzungen, E-Mail: ulrich.gernand@tll.thueringen.de

Abb. 6



Verlauf der Umrauscherquote im Vergleich
 Fig. 6: Comparison of the course of the return rate