

Eckhard Meyer, Felicitas Gschwender und Ines Jahn, Köllitsch

# Oberflächentemperatur von Stallfußböden unterschiedlichen Materials

*Mithilfe einer Wärmebildkamera wurde in einem Schweinemastabteil die Entwicklung der Fußbodentemperaturen von verschiedenen Spaltenbodenelementen dargestellt. Zur Ermittlung genauer Werte müssen der Körper und die Schlitze getrennt vermessen werden, was nicht nur bei dem gewählten Messverfahren zu methodischen Problemen führt. Die Fußbodentemperatur entwickelt sich im Winter anders als im Sommer nur sehr langsam gegenüber der Raumtemperatur. Die gefundenen Temperaturunterschiede der einzelnen Spaltenbodenelemente hängen vom Material und weniger von ihrem Schlitzanteil (0 bis 50 %) ab. Eigenschaften der Böden, die sich hieraus ergeben, sind im Zusammenhang mit der Jahreszeit zu sehen. Die Wärmedifferenzen reichen nicht aus, um das Tierverhalten hinsichtlich einer ausreichenden Liegeflächenakzeptanz sicher zu steuern.*

Dr. Eckhard Meyer, Felicitas Gschwender und Ines Jahn sind tätig im Fachbereich 6 – Tierische Erzeugung – der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Köllitsch; e-mail: [Eckhard.Meyer@smul.sachsen.de](mailto:Eckhard.Meyer@smul.sachsen.de)

## Schlüsselwörter

Mastschweinehaltung, Stallfußboden, Oberflächentemperatur

## Keywords

Pig fattening, house floors, surface temperatures

## Literatur

Literaturhinweise finden sich unter LT 08306 über Internet [www.landtechnik-net.de/literatur.htm](http://www.landtechnik-net.de/literatur.htm)

Wesentliche Merkmale der Oberflächeneigenschaften von Stallfußböden sind ihre Struktur und Oberflächentemperatur. Je nach dem Einsatzbereich in der Schweinehaltung können die Eigenschaften des eingesetzten Materials von erheblicher Bedeutung beispielsweise für die Funktionssicherheit von Haltungssystemen mit Festflächen oder für die Tiergesundheit in Abferkelbuchten sein. In Wahlversuchen wählen Schweine ihre Liegefläche nicht in erster Linie nach der Bodenbeschaffenheit, sondern nach der Temperatur aus [1], wobei zum Ruhen grundsätzlich geschlossene Böden bevorzugt werden. Die Angaben für Oberflächentemperaturen einzelner Böden schwanken unter Praxisbedingungen nicht nur in Abhängigkeit vom Haltungssystem. Bei praxisüblichen Temperaturen soll Betonspaltenboden 3 bis 5 °C kälter sein als geschlossener Betonboden und 7 bis 8 °C kälter als eine Mistmatratze [2]. Fraglich ist, wie hoch dieser Unterschied in anderen Temperaturbereichen ausfällt, denn in konventionell ausgerüsteten Warmställen wird es zunehmend schwieriger mit vertretbarem Aufwand die Außentemperaturschwankungen auszugleichen. Bei Temperaturstress, der leistungsabhängig heute eher eintritt als früher (> 18,5 bis 23,0 °C) [2, 3, 4], wird ein Wechsel der Liegeflächen in kühlere Buchtenbereiche beobachtet.

In mehrjährigen Untersuchungen [5] wurde nachgewiesen, dass je nach Baukörper der Ställe vor allem die beiden Faktoren Temperaturkomfort und Strukturierung der Bucht das Tierverhalten in der gewünschten Weise unterstützen. In der nachfolgend vorgestellten Untersuchung sollte geklärt werden, welchen Beitrag die Bauart und das Material des Spaltenbodens für die Entwicklung der Fußbodentemperaturen bei zunehmender Raumtemperatur leisten kann.

## Material und Methoden

Ein für die Schweinemast relativ kleines Abteil mit 177 m<sup>3</sup> Rauminhalt (~ 2 • 35 Plätze, 35 m<sup>2</sup> je Bucht) wurde in eine bestehende Stallhülle eingebaut. Als Unterbau wurde ein Badewannensystem mit 70 cm Kanaltie-

fe vorgesehen. Auf dem Stallboden wurden verschiedene Varianten von handelsüblichen Spaltenböden unterschiedlicher Hersteller mit 0 %, 10 % und 13 % Schlitzanteil aus Beton, mit 10 % Schlitzanteil aus Kunststoff sowie Dreikantstahlelemente mit 50 % Schlitzanteil eingebaut. Während der Untersuchungen waren keine Tiere im Stall und der Güllekanal war restlos entleert und sauber. Der Stall wurde jeweils einmal während der warmen (Juli 2007) und einmal während der kalten Jahreszeit (November 2007) mit Hilfe einer Gaskanone (4 bis 15 kW) auf drei vom Klimacomputer (Firma Skov) regulierte Raumtemperaturen von 20 °C, 25 °C und 30 °C aufgeheizt. Dazu wurde mit Ausnahme der 20 °C Messung im Sommer (ohne Heizung) eine Vorheizzeit von mindestens 48 Stunden eingehalten. In dem Versuchsabteil wurden 15 verschiedene Messpunkte auf dem Fußboden festgelegt (Bild 1). Diese wurden in zeitlich definierten Abständen mit einer Wärmebildkamera sowie einem Infrarotthermometer vermessen. In der Auswertung werden nur die Ergebnisse der Wärmebilder mit dem höherem Informationswert dargestellt.

Der Emissionsfaktor für die Strahlung der verwendeten Böden wurde einheitlich mit 0,95 festgelegt. Um einen kontinuierlichen zeitlichen Verlauf darzustellen, wurden exakt jeweils die gleichen Bildabschnitte ausgewertet. Das setzt eine Aufnahme der Photos in gleicher Höhe und möglichst frontalem Aufnahmewinkel zwischen Kamera und Fußbodenelement voraus. Als Abstand zur Spaltenbodenoberfläche wurde eine Höhe von 1,2 m eingehalten. Insgesamt wurden 90 Fotos mit einem Ausschnitt von etwa 12000 Punkten getrennt nach Spaltenbodenkörper und Schlitzen vermessen und anschließend ausgewertet. Dieser Ansatz ist mit methodischen Problemen behaftet, denn die Lufttemperaturen in den Schlitzen lassen sich nicht ohne Hilfsmittel darstellen. Dazu wurden diese mit verschiedenen Materialien (Pergament, Klebestreifen aus Kunststoff) abgeklebt. Die über die Bildpunkte gemittelten Temperaturen wurden anteilig (Spaltenbodenkörper 0,5 bis 0,9, Schlitz 0 bis 0,5) miteinander verrechnet. Bei der Auswertung

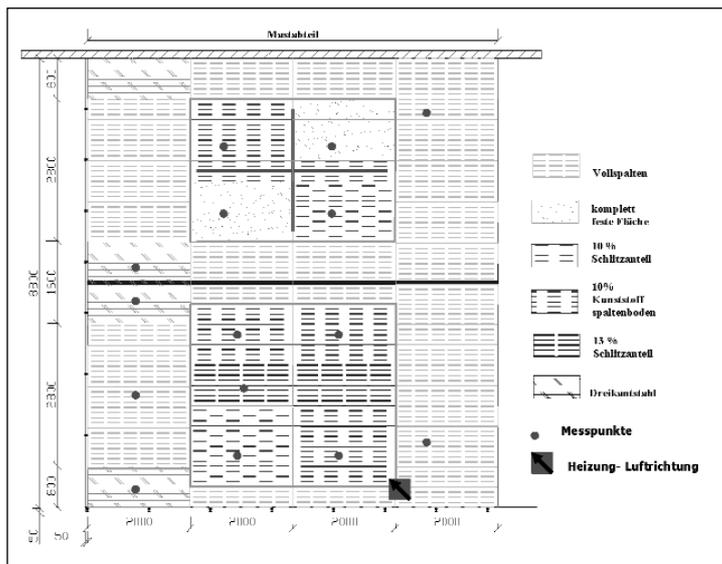
wurde die Positionierung des Spaltenbodenelementes im Raum berücksichtigt und damit der Abstand zur Gaskanone korrigiert.

### Ergebnisse und Diskussion

Weitgehend unabhängig vom verwendeten Stallfußboden werden im Winter erst nach 48 Stunden Aufheizen des relativ kleinen Abteils (2,37 m Raumhöhe) auf 30°C die für das Einstellen geforderten Spaltenbodentemperaturen von 20°C erreicht. Im Sommer dagegen wird die Fußbodentemperatur durch das Außenklima unterstützt, sie folgt relativ weit den Außentemperaturen. Diese für die Schweine stark belastende Entwicklung können die unterschiedlichen Stallfußböden leider nur in geringem Maße ausgleichen. Die vom verwendeten Material ausgehenden Unterschiede kommen vor allem bei niedrigen Temperaturen im Stall zum Tragen. Das führt zu unterschiedlichen Oberflächentemperaturen, die erwartungsgemäß bei Dreikantstahl am niedrigsten, bei Kunststoff am höchsten sind. In dem ungeheizten Stall im Sommer sind die festgestellten Oberflächentemperaturen der Metallroste sogar höher als die aller anderen Materialien. Somit wird deutlich, dass die Materialeigenschaft nur zum Tragen kommt, wenn auch ein entsprechendes Temperaturgefälle zu einem Medium (Baukörper) vorliegt, in das die Wärme abgeleitet werden kann. Der Metallboden leitet die Wärme besonders effizient ab im Winter, weil der Unterbau kühl ist und so die Wärme aus dem Inneren des Gebäudes abgeführt wird. Vorteilhaft kann das bei der Standflächengestaltung von fixierten Sauen in Abferkelställen sein, wenn Raum und Fußbodentemperatur oberhalb eines Optimums sind. Ohne Tierbesatz und bei der im Jahresmittel häufig erreichten Abteilstemperatur von 25 °C ist der Metallboden etwa 1,5°C kühler als die Alternative Kunststoff. Im Winter werden die materialseitigen Unterschiede mit der Innentemperatur größer. Im Sommer werden sie kleiner und können sich sogar umdrehen.

*Bild 1: Verteilung der Messpunkte in den Schweinemastbuchten*

*Fig. 1: Distribution of the measuring points within the pig-fattening pens*



Die physikalischen Eigenschaften (Wärmeleitfähigkeit, Masse) unterschiedlicher Fußbodenmaterialien können theoretisch einen positiven Beitrag zur Funktionsfähigkeit des gesamten Systems leisten. Besonders in der Schweinemast, in der relativ wenige Materialien (Beton, Gusseisen) zur Verfügung stehen, sind sie nachweislich kein Garant für eine ausreichende Funktionssicherheit des Stallsystems [5]. Eine mögliche Erklärung dafür kann sein, dass unter Praxisbedingungen und besonders bei hohen Stalltemperaturen die zur Verfügung stehenden Materialien nur beschränkt Wärme aufnehmen und gegebenenfalls ableiten können. Das gilt auch für Böden, die aus unterschiedlichem Material hergestellt sind, obwohl sich die Materialkennwerte erheblich unterscheiden. Als Wärmeleitfähigkeit von Stahlguss wird ein Wert von 45 W/mK, für Beton von 2 W/mK und für Kunststoff von 0,2 bis 0,3 W/mK angegeben [7].

Aufgrund seiner Preiswürdigkeit werden im Mastbereich bevorzugt Spaltenböden aus Beton mit deutlich geringerer Wärmeleitfähigkeit als Stahl verbaut. Bei diesen bewegen sich die gefundenen Temperatur-Unterschiede in einer Größenordnung von unter 1°C. Sie sind damit deutlich geringer als die

Angaben der Literatur [2]. Eine mögliche Ursache für eine nicht exakte Bewertung der Fußbodentemperatur kann methodischer Art sein, weil auch beim Einsatz von Infrarothermometern nicht ein Punkt, sondern ein Ausschnitt gemessen wird. Die in der vorliegenden Untersuchung bewerteten Schlitztemperaturen sind durchschnittlich 2 °C geringer als die Temperaturen der Spaltenbodenkörper. Diese Differenz steigt materialabhängig mit der Innentemperatur.

Aufgrund der gleichen Bauart und den nur geringen Unterschieden im Schlitzanteil von voll (13,1 %) und gering (9,6 %) perforierten Betonspaltenböden unterscheiden sich diese in der Oberflächentemperatur nur um ein halbes °C. Das erklärt, warum in vielen Praxisbeobachtungen und bei unstrukturierter Buchtenaufbau [6] keine eindeutige Bevorzugung von schlitzreduziertem Spaltenboden über den ersten Durchgang hinaus beobachtet wird. Auf standardisierte und konstante Raumtemperaturen bezogen, steigt die Akzeptanz der Böden als Liegefläche mit der Abnahme des Schlitzanteils [5]. Das kann somit vermutlich nur eine Frage des Liegekomforts sein. Zur Funktionssicherheit von Haltungssystemen mit statischen Funktionsbereichen müssen in abnehmender Bedeutung die Faktoren Temperatur von Raum und Fußböden, die Struktur der Bucht und eventuell ein entsprechender Liegekomfort in ein Optimum gebracht werden. Die von der Bauart der Spaltenböden ausgehenden möglichen Effekte sind nachweislich gering und reichen nicht aus, um das Tierverhalten zu lenken. Nicht funktionierende Haltungssysteme mit Festflächen sind eher kontraproduktiv für den Tierschutz zu sehen.

	Stallinnentemperatur °C		
	20°C	25°C	30°C
	Winter		
	Außentemperatur °C = - 0,3°C		
	Wärmebild		
Dreikantstahl	14,0	16,9	20,2
Beton (0 %)	14,5	18,7	21,6
Beton (13 %)	15,1	18,2	21,4
Beton (10 %)	15,4	18,9	21,8
Kunststoff (10 %)	16,0	19,1	22,3
	Sommer		
	Außentemperatur °C = 17,3°C		
Beton (0 %)	17,4	22,1	26,3
Beton (10 %)	17,5	21,4	27,2
Beton (13 %)	17,8	20,7	27,2
Kunststoff (10 %)	17,9	21,9	28,2
Dreikantstahl	18,7	20,3	26,5

*Tab. 1: Oberflächentemperaturen verschiedener Fußbodenelemente*

*Table 1: Surface temperatures of various floor elements*

## Literatur

- [1] *Valle Zarate, A., A. Sundrum, T. Kutsch, H.-J. Krekeler, K. Zaludik, I. Rubelowski und K. Schubert*: Bewertung praxisüblicher Mastschweine- und Mastbullenhaltungen in Nordrhein-Westfalen. Rheinische Friedrich-Wilhelms- Universität, Bonn, 2000, Forschungsberichte 84
- [2] *Feske, I., A. Hesse. und D. Hesse*: Präferenzversuche mit Mastschweinen im Liegebereich bezüglich Bodenstruktur und Lufttemperatur. 7. Tagung für Bau, Technik und Umwelt 2005 in Braunschweig, S. 79-85; ISBN 3-7843-2185-2
- [3] *Mayer, C., und R. Hauser*: Ableitung des optimalen Temperaturbereichs für Mastschweine aus dem Liegeverhalten und der Vokalisation. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1999, KTBL-Schrift 391, Darmstadt, 1999, S. 129 - 136
- [4] *Huynh, T., et al.*: Thermal behaviour of growing pigs in response to high temperature and humidity. *Applied animal behaviour science* 91 (2005), pp. 1-16
- [5] *Meyer, E., und I. Jahn*: Untersuchungen zur Festflächenakzeptanz von Mastschweinen in Versuchs- und Praxisbetrieben. Tagungsband 8. Internationale Tagung Bau Technik und Umwelt vom 8.-10. 10. 2007 in Bonn, S. 150-155, ISBN: 978-3-9371-41-0
- [6] *Häuser, S., und E. Meyer*: Bester Kompromiss gesucht. *diz* 59 (2008), H. 4, S. 138-143
- [7] *Roth, E., und C. Meyer*: Die Erprobung von drainierten Spaltenböden bei Mastschweinen. Persönliche Mitteilung