

wechsel ($L \approx 5 \text{ h}^{-1}$) durch die Lüftungsanlage realisiert, wirkt sich die Fähigkeit des massiven Bauwerks zur Wärmespeicherung vorteilhaft aus. Bei großen Luftwechselzahlen ($L \approx 30 \dots 40 \text{ h}^{-1}$) ist der Wärmespeichereffekt dagegen viel geringer [6].

Durch Adam [7] konnte nachgewiesen werden, daß sich auch bei intensiv belüfteten Ställen im Sommer eine raumseitige Wärmespeicherung der Bauteile auf die Raumlufttemperatur auswirkt.

2.3. Tierart und Haltungsform

Die Tierart und die Haltungsform sowie alle weiteren mit dem landwirtschaftlichen Verfahren im Zusammenhang stehenden Faktoren müssen in die Betrachtungen einbezogen werden. So stellt besonders die Aufzucht von Jungtieren hohe Forderungen an das Stallklima [5], und bei Schweinen kommt als Besonderheit gegenüber anderen Nutztieren ihre Empfindlichkeit gegenüber zu hohen Temperaturen hinzu. Weiterhin werden besonders durch die Haltungsform der Feuchtigkeits- und Wärmeschutz beeinflusst. Durch die Einstreuhaltung verringert sich

beispielsweise nicht nur die Wärmeableitung im Fußbodenbereich, sondern auch die Luftfeuchte im Stallraum [7, 8], und die Raumtemperatur kann verringert werden [9]. Dadurch vermindern sich wiederum die Wärmeverluste durch die Bauhülle, und es kommt zu Auswirkungen auf den Feuchtegehalt der Baustoffe und auf die Tauwasserbildung.

3. Zusammenfassung

Der wechselseitige Zusammenhang zwischen den Funktionen eines Stallgebäudes, der vorhandenen Systemlösung der Lüftungstechnik sowie der verfahrenstechnischen Lösung bedingt auch eine komplexe Betrachtung maßgeblich zur thermischen Schutzfunktion des Gebäudes und zu den Lüftungs- und heizungstechnischen Anlagen. Zur Quantifizierung der Aussagen sind neben theoretischen Betrachtungen experimentelle Untersuchungen zweckmäßig.

Literatur

[1] Kühnhausen, S.; Schilling, O.; Knispel, A.: Voraussetzungen zur Gestaltung energieökonomischer Anlagen der Tierproduktion. agrartech-

nik, Berlin 38 (1988) 2, S. 54–56.

- [2] TGL 26 760/02 Heizlast von Bauwerken; Berechnungsgrößen. Ausg. September 1985.
 [3] TGL 35 424/01 Bautechnischer Wärmeschutz; Allgemeine Forderungen, Außenklima, Grundsätze, Wetterschutz. Ausg. Februar 1981.
 [4] Bähr, H.: Ergebnisse von Wärmebilanzrechnungen bei Stallbauten und Schlußfolgerungen für die Baugestaltung. Technische Universität Dresden, Schriftenreihe der Sektion Architektur, AID-Heft (1982) 18, S. 11–22.
 [5] TGL 29 084 Stallklimagestaltung; Rinder, Schafe, Schweine und Geflügel. Ausg. Juli 1986.
 [6] Kaul, P.: Thermisches Verhalten von Tierproduktionsanlagen. Luft- und Kältetechnik, Berlin 13 (1977) 3, S. 132–136.
 [7] Adam, M.: Untersuchungen über wärmetechnisches Verhalten der raumumschließenden Bauteile intensiv belüfteter Ställe. Universität Hohenheim, Dissertation 1979.
 [8] Tischler, H.; Bähr, H.: Anforderungen an die Ausrüstung von Wärmedämmung und Dampfsperren in landwirtschaftlichen Produktionsbauten. Melioration und Landwirtschaftsbau, Berlin 17 (1983) 9, S. 421–425.
 [9] Bartelmus, W.: Untersuchungen über Wärmeableitung der Stallfußböden in Schweinezucht- und Mästställen. Universität München, Dissertation 1973. A 5375

Ergebnisse der Messungen von Temperatur und Strahlungsintensität beim Einsatz von Infrarot-Hochtemperaturstrahlern für Saugferkel

Dipl.-Phys. E. Böhme, KDT/Dr. agr. M. Jakob, Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock der AdL der DDR

Einleitung

Saugferkel stellen aufgrund ihrer physiologischen Besonderheiten hohe Ansprüche an die Umweltbedingungen, vor allem im geburtsnahen Zeitraum. Die physiologischen Besonderheiten neugeborener Ferkel werden charakterisiert durch:

- unvollständig ausgebildetes Wärmeregulationsvermögen
 - schlechte Wärmeisolation durch die Haut
 - ungenügende zelluläre Infektionsabwehr
 - geringe Glykogen- und Eisenreserven.
- In Verbindung mit Unterkühlung, Erregerbe-

siedlung und Fehlernährung ergeben sich damit wichtige Ursachen für Ferkelverluste. Um hohe Tierleistungen zu erreichen, müssen für Saugferkel hinsichtlich der Wärmeversorgung optimale Bedingungen in engen Grenzen eingehalten werden.

Diesen hohen thermischen Ansprüchen bei der Saugferkelauzucht stehen volkswirtschaftliche Anforderungen zur Verringerung und Substitution des Elektroenergieverbrauchs entgegen. In der Schweineproduktion der DDR werden rd. 75% aller Abferkelplätze mit Infrarot-Hochtemperaturstrahlern

beheizt [1]. Die Ferkelliegeplatzheizung mit elektrisch betriebenen Infrarot-Hochtemperaturstrahlern wird auch weiterhin von Bedeutung sein. Deshalb gibt es intensive Bemühungen, den Elektroenergieaufwand für die Ferkelliegeplatzheizung mit Infrarot-Hochtemperaturstrahlern erheblich zu senken [2, 3]. Hierzu werden prinzipiell zwei Wege beschritten:

- elektronische Leistungsregelung der Infrarot-Hochtemperaturstrahler in Abhängigkeit vom Alter der Saugferkel
- Einsatz von Infrarot-Hochtemperaturstrahlern mit geringerer Leistung durch Verwendung von Ferkelliegeplatzumhausungen, um Wärmeverluste durch Wärmestrahlung und Konvektion zu verhindern.

Auch die Kombination beider o. g. technischen Lösungen ist möglich. Odin [4] konnte mit Hilfe eines thermodynamischen Modells und eines darauf aufbauenden Rechnerprogramms IRAP theoretisch nachweisen, daß durch vollständig geschlossene infrarotverspiegelte Ferkelliegeplatzumhausungen 60% und mehr der z. Z. bereitzustellenden Elektroenergie für Ferkelliegeplatzheizungen mit Infrarot-Hochtemperaturstrahlern eingespart werden können.

Aufgabenstellung

Infrarot-Hochtemperaturstrahler haben nach dem Lambertschen Gesetz eine inhomogene Verteilung der Strahlungsintensität über der Projektionsfläche. Das führt i. allg. dazu, daß die Strahlungsintensitätsdichte im Zentrum des Strahlenkegels für die Ferkel zu hoch sein kann, während sie in den Randberei-

Bild 1. Luft- und Bodentemperaturen unter dem Infrarot-Hochtemperaturstrahler NARVA Infrarot 6000 Biotherm (Aufhängehöhe des Strahlers 60 cm);

a Bodentemperatur bei einer Stalllufttemperatur von 20°C, b Lufttemperatur bei einer Stalllufttemperatur von 20°C, c Bodentemperatur bei einer Stalllufttemperatur von 15°C, d Lufttemperatur bei einer Stalllufttemperatur von 15°C

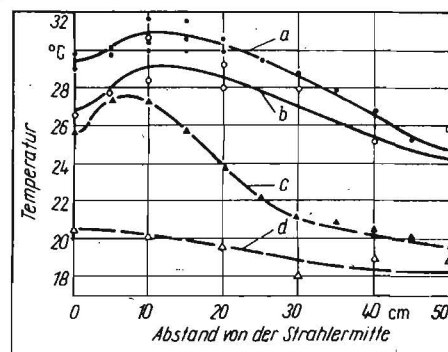
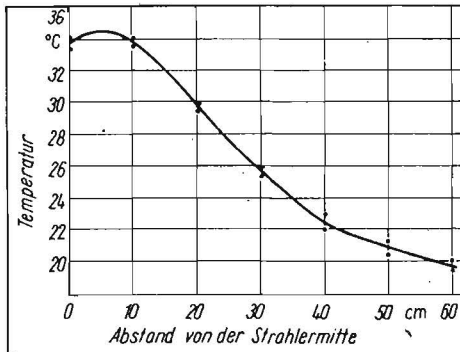


Bild 2. Temperatur der schwarzen Kugel unter dem Infrarot-Hochtemperaturstrahler NARVA Infrarot 6000 Biotherm (Aufhängehöhe des Strahlers 60 cm, Durchmesser der schwarzen Kugel 10 cm, Abstand der schwarzen Kugel vom Boden rd. 2 mm)



Tafel 1. Verwendete Meßgeräte zur Ausmessung der energetischen Verhältnisse unter einem Infrarot-Hochtemperaturstrahler

Meßgrößen	Meßgerät	Meßbereich	Meßunsicherheit
Strahlungsintensitätsdichte	integriertes Mikroklima-meßgerät ZMM-4 ¹⁾	0...2 000 mW/cm ²	10% des Meßwertes ± 1 Skalenteil
Temperatur der schwarzen Kugel	Digitalthermometer DTM 6 und schwarze Kugel (Durchmesser 10 cm)	- 9,9... 99,9°C	± 0,5 K
Lufttemperatur	elektronisches Thermometer ETM 2, Fühler gegen Wärmestrahlung abgeschirmt	18...38°C	± 0,2 K
Bodentemperatur	elektronisches Thermometer ETM 2	18...38°C	± 0,2 K

1) Die Meßsonde besteht aus einem schwarzen Körper mit einem kleinen Fenster mit einem Durchmesser von rd. 2 mm. Es wird die Intensitätsdichte der senkrecht einfallenden Gesamtstrahlung gemessen.

chen des Ferkelliegeplatzes nicht ausreicht.

Im Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock wird an der Aufgabe gearbeitet, durch geeignete physikalisch-technische Mittel die Strahlung der Infrarot-Hochtemperaturstrahler so über dem Ferkelliegebereich zu verteilen, daß sich tierphysiologisch günstige Intensitätsdichten ergeben. Im Zusammenhang mit dieser optimierten Intensitätsverteilung wird eine Verbesserung des energetischen Wirkungsgrades bei der Umsetzung der Strahlung des Infrarot-Hochtemperaturstrahlers in körpereigene Wärme der Saugferkel angestrebt. Im Rahmen bisheriger experimenteller Arbeiten wurden spezielle Messungen durchgeführt. Nachfolgend werden erste Ergebnisse der Temperatur- und Strahlungsintensitätsmessungen an einem herkömmlichen Infrarot-Hochtemperaturstrahler vorgestellt.

Meßmethodik

Zur Analyse der energetischen Verhältnisse unter einem Infrarot-Hochtemperaturstrahler wurden folgende physikalischen Größen gemessen:

- Bodentemperatur
- Lufttemperatur
- Temperatur der schwarzen Kugel (Globethermometer)
- Strahlungsintensitätsdichten der Infrarotstrahlung.

Die Luftgeschwindigkeiten im Ferkelliegebereich wurden mit einem Hitzdrahtanemometer kontrolliert. Sie waren bei allen Messungen < 0,2 m/s. Die relative Luftfeuchte, gemessen mit einem Haarhygrometer, betrug 60 bis 80%.

In Tafel 1 wird ein Überblick über die verwendeten Meßgeräte gegeben.

Die Messungen erfolgten in einem Stallabteil eines klimatisierten Versuchsstalls in einer Abferkelbuch 044 bei Nutzung einer unbeheizten Kunstharzplatte (Sonneberger Ferkelplatte, Abmessungen 1270 mm × 630 mm) als Ferkelliegebereich mit gutem Strahlenabsorptionsvermögen und gleichzeitig hohem Wärmedämmungsvermögen.

Als Infrarot-Hochtemperaturstrahler wurde die Lampe NARVA Infrarot 6000 Biotherm einschließlich des Lampenschirms vom VEB NARVA Artas Arnstadt verwendet. Die Mes-

sungen wurden bei konstant gehaltenen Stalllufttemperaturen durchgeführt.

Ergebnisse der Messungen an einem Infrarot-Hochtemperaturstrahler

Die Luft- und Bodentemperaturen unter einem Infrarot-Hochtemperaturstrahler in Längs- und Querrichtung des Ferkelliegebereichs bei Stalllufttemperaturen von 20°C und 15°C werden im Bild 1 dargestellt. Die Lufttemperaturwerte unter dem Infrarot-Hochtemperaturstrahler werden stark von der Stalllufttemperatur beeinflusst. Sie erreichen selbst bei Stalllufttemperaturen von 20°C kaum Werte über 29°C und fallen ab einer Entfernung von 10 bis 20 cm vom Zentrum des Strahlenkegels bereits stetig ab. Die nach Standard TGL 29 084 [5] geforderten Lufttemperaturen von 30 bis 33°C in der ersten Lebenswoche der Ferkel werden nicht erreicht. Dagegen steigen die Temperaturen der schwarzen Kugel im Bereich eines Durchmessers von 20 cm unter dem Infrarot-Hochtemperaturstrahler auf 34 bis 35°C an (Bild 2). Die Kunstharzplatte wird unter dem Einfluß der Strahlung auf maximal 31°C bei einer Stalllufttemperatur von 20°C bzw. 27°C bei einer Stalllufttemperatur von 15°C erwärmt.

Anhand der dargestellten verschiedenen Temperaturverläufe der Boden- und Lufttemperatur sowie der Temperatur der schwarzen Kugel wird deutlich, daß eine Bestimmung der Lufttemperatur allein zur Kennzeichnung der energetischen Bedingungen im Ferkelliegebereich nicht ausreicht. Vor allem werden hierbei die Strahlungsintensitätsdichten nicht mit einbezogen. Daher muß ein Meßverfahren entwickelt werden, das die energetischen Verhältnisse im Ferkelliegebereich bei Anwesenheit der Tiere erfaßt.

Die räumliche Verteilung der Strahlungsintensitätsdichte unter dem Infrarot-Hochtemperaturstrahler bei einer Aufhängehöhe des Strahlers von 60 cm (Abstand Boden - Unterkante Strahlerschirm) ist im Bild 3 dargestellt. Die größten Strahlungsintensitätsdichten mit 28 bis 32 mW/cm² werden im Bereich eines Durchmessers von 20 cm gemessen. Dazu durchgeführte Tierbeobachtungen haben ergeben, daß Saugferkel diesen Bereich hoher Strahlungsintensität nur kurzfri-

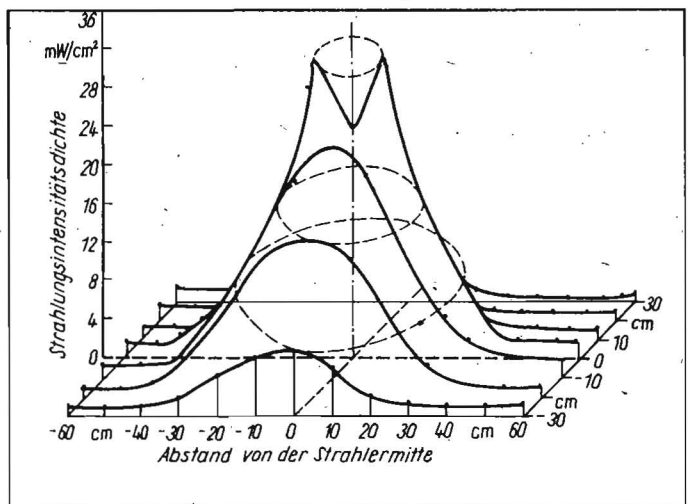


Bild 3. Räumliche Verteilung der Strahlungsintensitätsdichte unter dem Infrarot-Hochtemperaturstrahler NARVA Infrarot 6000 Biotherm (Aufhängehöhe des Strahlers 60 cm);

- Strahlungsintensitätsdichten in verschiedenen Abständen von der Strahlermitte
- - - Linien gleicher Strahlungsintensitätsdichte

stig aufsuchen, aber bei längerem Ruhen meiden. Die Tiere legen sich dann in einen Randbereich, in dem sie kaum noch direkt bestrahlt werden.

Zusammenfassung

Messungen der Luft- und Bodentemperaturen sowie der Temperatur der schwarzen Kugel unter einem Infrarot-Hochtemperaturstrahler NARVA Infrarot 6000 Biotherm wurden durchgeführt. Es zeigte sich, daß es ohne eine komplexe Betrachtung der verschiedenen energetischen Zustandsgrößen nicht möglich ist, eine optimale Lufttemperatur für Saugferkel entsprechend Standard TGL 29 084 „Stallklimagestaltung“ zu bestimmen, wenn Infrarot-Hochtemperaturstrahler als Wärmequellen für die Ferkelliegeplatzheizung eingesetzt werden. Weiterhin ergaben Strahlungsintensitätsdichtemessungen, daß das Strahlungsfeld unter einem Infrarot-Hochtemperaturstrahler sehr inhomogen ist, woraus die Notwendigkeit resultiert, durch zu entwickelnde technische Lösungen eine gleichmäßigere Verteilung der Strahlungsintensität unter dem Strahler zu erreichen.

Literatur

- [1] Siegl, O.: Lösungen zur Reduzierung des Elektroenergieaufwandes bei der Mikroklimagestaltung für Saugferkel. Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock, Forschungsbericht 1986 (unveröffentlicht).
- [2] Barth, D.; Goldmann, S.; Siegl, O.: Möglichkeiten zur Senkung des Elektroenergieaufwandes für die Ferkelliegeplatzheizung in Abferkelställen. agrartechnik, Berlin 37 (1987) 9, S. 419-420.
- [3] Grüneberg, G.; Ehlert, D.: Nestwärme automatisch gesteuert. Neue Deutsche Bauernzeitung, Berlin 28 (1987) 5, S. 8-9.
- [4] Odin, H.-U.: Untersuchung des Einflusses langwelliger infraroter Wärmestrahlung auf die Wärmeversorgung von Schweinen in ihren Unterküften. Bauakademie der DDR, Dissertation 1987.
- [5] TGL 29 084 Stallklimagestaltung. Ausg. Juli 1986. A 5397