

Allen unseren Lesern,
Autoren und Mitarbeitern
wünschen wir für das Jahr

1989

Gesundheit, Glück
und erfolgreiches Schaffen!



Faktoren der thermischen Beeinflussung von Ställen

Dr.-Ing. Olga Schilling/Dozent Dr.-Ing. S. Kühnhausen, KDT/Dipl.-Ing. A. Knispel, KDT
Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Tierproduktion

Verwendete Formelzeichen

c_R	g/m ³	Schadgaskonzentration im Stall
L	h ⁻¹	Luftwechselzahl
t_R	°C	Stalllufttemperatur
w_R	m/s	Luftgeschwindigkeit im Stall
ϕ_R	%	relative Stallluftfeuchte

1. Aufgabenstellung

Die raumumschließenden Bauteile von Ställen haben die Aufgabe, den unmittelbaren Einfluß des Außenklimas auf das Raumklima zu verhindern. Weiterhin soll gewährleistet werden, daß über den gesamten Jahresgang (Sommer, Winter, Übergangsperiode) ein leistungsförderndes Stallklima für die verschiedenen Tierarten und Nutzungsrichtungen erreicht wird. Aus diesen allgemeinen Aufgaben leitet sich eine Vielzahl von Anforderungen ab, die im wesentlichen auf Wärme- und Stofftransportprozesse zurückgeführt werden können. Sie sind unmittelbar miteinander gekoppelt und können somit in ihren Wirkungsmechanismen nur gemeinsam betrachtet werden. Die wesentlichen Aufgaben und Funktionen von raumumschließenden Bauteilen sind:

- Wärmedämmung
- Wärmespeicherung
- Feuchtigkeitsschutz.

Diese drei Faktoren werden als thermische Schutzfunktionen bezeichnet und können über die Auswahl und Struktur der Baustoffe sowie über die gewählte baukonstruktive Lösung beeinflusst werden. Bei der Auswahl und dem Einsatz der entsprechenden Baustoffe sind neben den physikalischen und konstruktiven auch die wirtschaftlichen Faktoren zu beachten, d. h., es sind die Bauelemente einzusetzen, die eine ausreichende Funktion bei niedrigen jährlichen Kosten gewährleisten. Erst die optimale Erfüllung aller dieser Anforderungen ermöglicht wirtschaftliche Lösungen für die Errichtung von Ställen.

2. Komplexe Betrachtungsweise von Ställen

Das thermische Verhalten von Ställen muß stets mit anderen Faktoren im Zusammenhang betrachtet werden [1], von denen die wichtigsten sind (Bild 1):

- Standort des Stalles (Bauwerk)
- gewähltes Lüftungsprinzip und realisierte Systemlösung (Raumklima)
- Tierart- und Haltungsform (landwirtschaftliches Verfahren).

2.1. Standort des Stalles

Der Standort des Stalles sowie seine Lage werden durch folgende Größen charakterisiert:

- Wärmedämmgebiet [2]
Für die Berechnung der Wärmeverluste werden differenzierte Außenklimadaten [3] berücksichtigt, die wiederum Auswirkungen auf die Festlegung des Wärmeschutzes haben.
- Strahlungslast auf die Außenbauwerksteile entsprechend der Lage des Stalles, bezogen auf die Himmelsrichtung [3]
- örtliche Gegebenheiten, wie Bebauungsplan, Lage der Ställe zueinander, weitere klimatische Einflüsse.

Diese Faktoren sind bei Neubauten sowie bei Rekonstruktionsvorhaben zu berücksichtigen. So ist z. B. bei Rekonstruktionsobjekten zu prüfen, ob bei gegebenem Standort ein verbesserter bautechnischer Wärmeschutz die Raumbilanz positiv beeinflusst und zur Energieeinsparung führt. Weiterhin soll der Stall ganzjährig seine thermische Schutzfunktion erfüllen.

2.2. Lüftungsprinzip

Das gewählte Lüftungsprinzip und die realisierte Systemlösung wirken genauso wie das Bauwerk als Mittler zwischen Außen- und Raumklima und sind deshalb gemeinsam zu betrachten. Besonders deutlich wird das beim Einsatz von Wärmerückgewinnungseinrichtungen. Die Gesamtwärmeverluste eines Stalles im Winter werden zu 55 bis 90% durch die Lüftungswärmeverluste [4] und nur

zum geringeren Teil durch die Transmissionswärmeverluste der Bauhülle verursacht. Verbesserungen der Wärmedämmung haben demzufolge auch nur geringe Auswirkungen auf die Stalllufttemperatur. Durch den Einsatz von Wärmerückgewinnungseinrichtungen sinkt der Anteil der Lüftungswärmeverluste, und die Wärmeverluste durch die Bauhülle gewinnen an Bedeutung. Eine Reduzierung der Wärmeverluste des Bauwerks bewirkt nun nicht nur ein beträchtlich besseres Stallklima, sondern wird dann sogar erforderlich, wenn die im Stallgebäude immer vorhandenen Undichtheiten so groß sind, daß sie die Funktionsfähigkeit der Wärmerückgewinnungseinrichtung beeinträchtigen.

Bei der Auswahl des Lüftungsprinzips sind die geforderten Stallklimaparameter während des Betriebs ein entscheidendes Kriterium. Die vom Außenklima abhängige freie Lüftung kann zur Realisierung der Wärme- und Stofflasten nur die kinetischen Kräfte von Wind- und/oder Thermikeinfluß nutzen. Bei der mechanischen Lüftung ist ganzjährig die zielgerichtete Beeinflussung des Stallklimas möglich. Aus Gründen der Energieökonomie muß geprüft werden, wie sich eine Kombination beider Lüftungsprinzipien auswirkt. Die entscheidende Größe dabei ist der Zuluftvolumenstrom bzw. die Lufrate je Tier. Im Standard TGL 29 084 [5] sind für Sommer und Winter Lufraten festgelegt. Auch hier ergibt sich eine Wechselwirkung mit dem Bauwerk.

Wird z. B. im Winter ein nur geringer Luft-

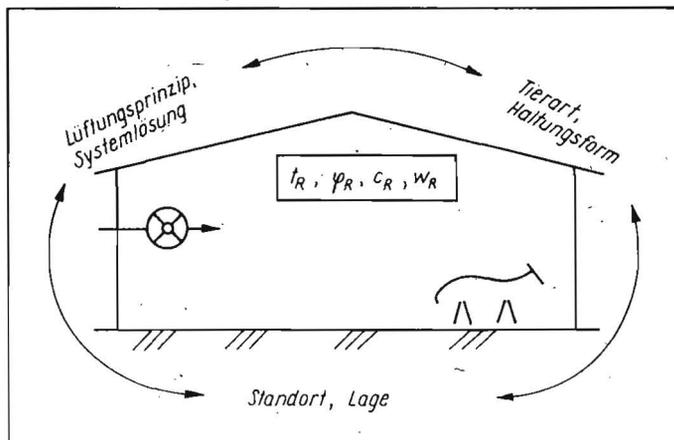


Bild 1
Faktoren der
thermischen
Beeinflussung
des Gebäudes

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 Schweine- 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 Saugferkelaufzucht 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 besprochen:

- 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

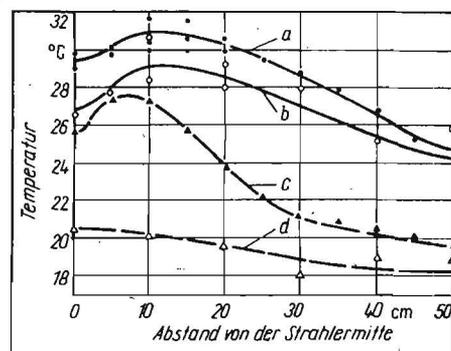


Bild 2. Temperatur der schwarzen Kugel unter dem Infrarot-Hochtemperaturstrahler NARVA Infrarot 6000 Biotherm (Aufhängehöhe des Strahlers 60 cm, Durchmesser der schwarzen Kugel 10 cm, Abstand der schwarzen Kugel vom Boden rd. 2 mm)

