

Hitzestress in der Milchviehhaltung

Hinweise zur messtechnischen Erfassung relevanter Stallklimaparameter

Hitzestress ist nicht nur ein Thema für die Milchviehhaltung in Ländern mit heißen Klimaten. Auch in Mitteleuropa führt der Klimawandel verbunden mit Hitzeperioden im Sommer bei Hochleistungskühen zu negativen Wirkungen in Bezug auf das Wohlbefinden der Tiere und die tierische Leistung. Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmeabgabemöglichkeit der Kühe scheinen in den meist frei gelüfteten Kuhställen sinnvoll zu sein. Die Konzipierung geeigneter baulicher und Lüftungstechnischer Lösungen setzt Kenntnisse über die stallinternen Klimaparameter und deren Wirkung auf die Tiere voraus. Zu diesem Zweck werden seit 2004 gemeinsame Untersuchungen des ATB und der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt.

Dr.-Ing. Hans-Joachim Müller ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB; Leiter: Prof. Dr. habil. R. Brunsch) in 14469 Potsdam, Max-Eyth-Allee 100; e-mail: hmueller@atb-potsdam.de

Dr. Peter Sanftleben ist Leiter des Instituts für Tierproduktion der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei M-V (Leiter: Prof. Dr. Dr. habil. C. Gienapp) in 18196 Dummerstorf, Wilhelm-Stahl-Allee 2; e-mail: p.sanftleben@lfa.mvnet.de

Schlüsselwörter

Hitzestress, Milchvieh, Stallklima, Tierleistung

Keywords

Heat stress, dairy cows, climate in animal houses, animal performance

Literatur

Literaturhinweise finden sich unter LT 08312 über Internet www.landtechnik-net.de/literatur.htm

Hitzestress entsteht für landwirtschaftliche Nutztiere bei hohen Außenlufttemperaturen, relativ hohen Außenluftfeuchten und geringen Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich. Solche Wettersituationen treten in den letzten Jahren mit zunehmender Häufigkeit auf. Nicht selten übersteigen auch in Deutschland die Außenlufttemperaturen 32 °C an mehreren hintereinander folgenden Tagen. Derartige Klimabedingungen stellen für Milchkühe eine thermische Belastung dar, da sie überschüssige Wärme nicht mehr ausreichend abführen können. Dieser Effekt verstärkt sich bei Hochleistungskühen, da diese aufgrund eines erhöhten Futterverbrauchs und eines höheren Energieumsatzes mehr Wärme abführen müssen. Die erhöhte Belastung der Tiere zeigt sich im Verhalten und in der tierischen Leistung. Die Kühe suchen verstärkt schattige Bereiche auf, die Wasseraufnahme steigt, die Futtermittelaufnahme sinkt, sie stehen mehr als sie liegen, die Atemfrequenz, Speichelfluss und Körpertemperatur steigen. Andererseits gehen die Trächtigkeitsrate und die Milchleistung zurück. Diese extremen Klimabedingungen wirken sich also sowohl auf das Wohlbefinden der Tiere als auch auf die Wirtschaftlichkeit negativ aus. Eine genauere Beantwortung der Fragen, wann sich Kühe im Hitzestress befinden, wie die Auswirkungen auf Tiergesundheit und Tierleistung sind sowie welche bau- und Lüftungstechnischen Lösungen zur Vermeidung oder Minderung von Hitzestress zu empfehlen sind, kann bisher für deutsche Bedingungen nicht erfolgen.

Auf dem Gebiet der Humanhygiene liegen in Bezug auf die Behaglichkeit umfangreiche Untersuchungen vor [1]. Dabei sind die Lufttemperatur, die Luftfeuchte, die Wärmestrahlung, die Luftgeschwindigkeit und der Turbulenzgrad berücksichtigt. Diese Dinge können jedoch nicht ohne weiteres auf Tiere übertragen werden.

Die Definition der Behaglichkeit für Tiere ist schwieriger als für den Menschen. In der Literatur sind verschiedene Modelle zur Bewertung der verschiedenen Einflussgrößen zu finden, die als „thermischer Behaglichkeits-Index“ (Thermal comfort index) bezeichnet werden. In [2] ist ein Überblick zu solchen Faktoren gegeben. Für Rinder gibt Johnson [3] unter Berücksichtigung von

Temperatur und Luftfeuchte den sogenannten „Temperature and Humidity Index“ (THI) an:

$$\text{THI} = \text{DBT} + 0,36 \text{ DPT} + 41,2 \quad (1)$$

mit:

DBT: Trocken-Thermometer-Temp. (°C)

DPT: Taupunkt-Temperatur (°C)

Für die sich ergebenden Zahlenwerte werden die Bereiche „kein Stress“, „geringer Stress“, „mittlerer Stress“ und „schwerer Stress“ angegeben.

Barnwell und Rossi [4] beziehen die Luftgeschwindigkeit im Tierbereich mit in die Bewertung ein. Danach können bei höheren Luftgeschwindigkeiten höhere Stalllufttemperaturen zugelassen werden (siehe auch [5] und [6]). Die zuvor dargelegten Sachverhalte und die aus der Literatur gewonnenen Erkenntnisse werden bei der Versuchsanstellung und Auswertung der Messdaten berücksichtigt.

Datenerhebung

Die Untersuchungen erfolgen in einem nichtwärmegedämmten Stall [7]. Das Metalldach besitzt keine Wärmedämmung. Der Stall hat folgende Hauptabmessungen: Stalllänge 96,15 m, Stallbreite 34,2 m, Seitenwandhöhe 4,2 m, Giebelhöhe 10,73 m, Raumvolumen 25 499 m³. Der Liegeboxen-Laufstall bietet Platz für 364 Milchkühe und wird mit Schleppschauflern entmistet. Die Lüftung erfolgt über verstellbare Öffnungen in den Seitenwänden, durch geöffnete Tore in den Giebelwänden und Spaceboard sowie durch einen ständig geöffneten Firstschlitz. Im Sommer können drei von Hand drehzahlgesteuerte Deckenventilatoren (Ø ~ 7 m) zugeschaltet werden. Sie sind über dem Mittelgang (Futtergang) angeordnet.

Seit 2004 werden vom ATB gemeinsam mit der LFA M-V stallklimatische Messungen durchgeführt und Tierdaten erhoben.

Stallklima

- Lufttemperatur und Luftfeuchte
- Globe-Thermometer-Temperatur
- Oberflächentemperatur (Bauhülle)
- Luftbewegung im Tierbereich
- Gase (etwa CO₂, NH₃, Geruch)
- Luftvolumenstrom

Außenklima

- Temperatur und Luftfeuchte

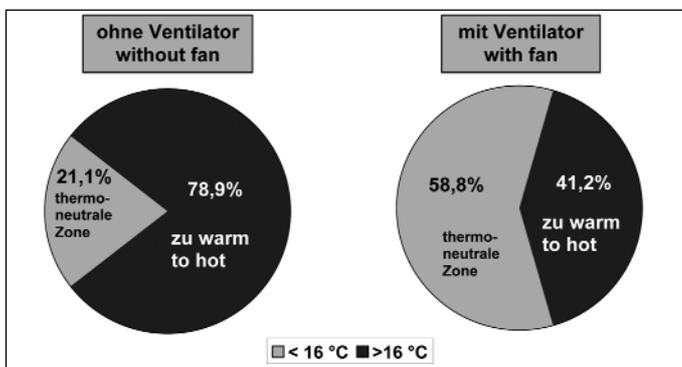


Bild 1: Gefühlte Stalllufttemperatur beim Einsatz von Deckenventilatoren im Sommer 2006 (Juli-August)

Fig. 1: Felt indoor air temperature when using ceiling fans in summer 2006 (July-August)

- Globe-Thermometer-Temperatur
 - Ammoniak und Geruch
 - Windgeschwindigkeit und Richtung
- Tierparameter

- Milchleistung
- Trächtigkeitsrate
- Futter- und Wasseraufnahme

Mit Hilfe dieser Parameter kann das durch freie Lüftung erreichte Stallklima bewertet werden. Ergebnisse zum Volumenstrom und zu den Ammoniakemissionen sind in [7] und [8] bereits veröffentlicht. Über die Ausbreitung der Emissionen wird später berichtet.

Messergebnisse und deren Bewertung

Da die Tore im Untersuchungsstall fast ständig geöffnet sind und die Jalousien der Seitenwandöffnungen häufig nur zur Hälfte geschlossen sind, tritt auch in der Übergangszeit und im Winter selbst bei niedrigen Außenwindgeschwindigkeiten ein sehr hoher Luftwechsel auf, der im Sommer bei voll geöffneten Seitenwänden noch ansteigt. Während einer Luftwechsellmessung mit geschlossenen Jalousien und 3 m/s Außenwind wird ein durchschnittlicher Luftwechsel im Stall von 25 h⁻¹ erreicht, das entspricht einem spezifischen Volumenstrom von ~ 1700 m³/h je Kuh. Bei voll geöffneten Jalousien steigt dieser Wert auf etwa 5000 m³/h je Kuh. Der Volumenstrom liegt also weit über den Werten der DIN 18910 [9]. Demzufolge unterscheiden sich Außen- und Innentemperaturen nur wenig – nur bei den Spitzenwerten am Tag bleiben die Innentemperaturen meist etwas unter den Außentemperaturen, in der Nacht führt das Speicherungsvermögen der Bauhülle zu etwas höheren Temperaturen im Stall im Vergleich zu außen. Entsprechendes gilt für die relative Luftfeuchtigkeit. Die in drei unterschiedlichen Höhen (3 m, 6 m und 9 m) in der Mitte des Stalls gemessenen Lufttemperaturen zeigen während der Tagesmaxima im Sommer einen kontinuierlichen Anstieg zur Dachhaut hin – die Temperatur in 3 m Höhe liegt rund 2 K unter der in 9 m Höhe. Parallel zur Messung der Lufttemperatur in drei verschiedenen Höhen wird dort die Globe-

thermometer-Temperatur gemessen, um Aussagen zum Strahlungseinfluss zu erhalten. Die Thermometer werden nur kurzzeitig von direkter Sonneneinstrahlung getroffen. Deshalb und aufgrund des hohen Luftwechsels sind die Unterschiede zwischen Lufttemperatur und Globetemperatur sehr gering. Nur zu den kurzen Zeiten der direkten Sonneneinstrahlung überschreitet die Globetemperatur bis zu 5 K die Lufttemperatur. An der Außenmessstelle sind die Unterschiede wesentlich deutlicher. Bereits am Morgen, wenn das Globethermometer von der Sonneneinstrahlung getroffen wird, steigt die Globetemperatur über die Lufttemperatur und liegt zwischen 12:00 Uhr und 18:00 Uhr bis zu 10 K über der Lufttemperatur. Ergänzend zu den Messungen mit den Globethermometern wird innerhalb des Stalles eine Thermokamera eingesetzt, um die Oberflächentemperaturen der Bauelemente bei unterschiedlichen Wettersituationen zu bestimmen. Die Ergebnisse zeigen verständlicherweise, dass bei direkter Sonneneinstrahlung auf das Dach an der Stallseite des Daches Oberflächentemperaturen auftreten, die wesentlich über der Raumlufttemperatur liegen. So betrug am 29. Juni 2007 um 9:40 Uhr die Temperatur an der Dachinnenseite 27,6 °C, obwohl die Raumlufttemperatur zu dem Zeitpunkt nur zwischen 15 und 16 °C lag – also eine Differenz von rund 12 K. Andere Beispiele weisen Differenzen bis zu 20 K auf. Offensichtlich aufgrund des hohen Luftwechsels und der großen Distanz zwischen Dach und Tierbereich werden solche hohen Oberflächentemperaturen im Tierbereich nicht so stark wirksam. Im Zusammenhang mit dem Wärmeeintrag durch Strahlung schlägt [10] insbesondere im Hinblick auf leichte Stallbauten vor, das Dach mit Wärmedämmung zu versehen, Berieselungsanlagen zur Tierkühlung vorzusehen sowie wärmespeichernde Bauteile einzusetzen. Verdunstungskühlung und Speichermasse sind sicher sinnvolle Maßnahmen, aber hierbei sind die wirtschaftlichen Fragen zu beachten. Hinsichtlich der Wärmeisolierung von Dachflächen sollte man jedoch noch grundlegen-

de Untersuchungen durchführen. Der Effekt dieser Maßnahme muss immer im Zusammenhang mit der gesamten Bauhülle (Fußbodengestaltung, Größe in Bezug auf die Tierzahl, Wandaufbau, Dachneigung und Orientierung des Gebäudes), mit dem Halteverfahren (etwa Stallhaltung mit Weidegang) und mit dem Lüftungssystem gesehen werden. Schließlich ist die Frage der Emissionen nicht zu vernachlässigen. Eine weitere Möglichkeit zur Hitzestress-Reduzierung ist die Erhöhung der Luftbewegung. [11] berichtet, dass evaporative Kühlsysteme (Erhöhung der Luftbewegung im Tierbereich) gute Umgebungsbedingungen für die Tiere gewährleisten, wenn sie richtig installiert und betrieben werden. Mit dem im Untersuchungsstall eingebauten Deckenventilatoren werden 0,4 bis 2,0 m/s Luftgeschwindigkeit im Tierbereich erreicht. Das entspricht einer Temperaturabsenkung um 4 K. Mit diesem Kriterium ergibt sich, dass entsprechend der Messwerte für Juni bis August 2007 ohne Deckenventilator nur 21,1 % der Stalltemperaturen akzeptabel sind, während mit Deckenventilator sich dieser Anteil auf 58,8 % erhöht (Bild 1). Untersuchungen des Trächtigkeitgeschehens zeigen (Bild 2), dass in Bezug auf diesen Parameter Färsen offensichtlich kein Problem mit hohen Temperaturen im Sommer haben, aber bei den Kühen die Trächtigkeitsrate im Sommer negativ beeinflusst wird. Die Untersuchung weiterer Tierparameter hat ergeben, dass der Wasserverbrauch im Sommer ansteigt und die Futtermittel- sowie die Milchleistung an heißen Tagen zurückgehen.

Fazit

- Freie Lüftung eignet sich für Kuhställe
- Begleitende Maßnahmen zur Hitzestress-Reduzierung sind sinnvoll (Luftbewegung; evaporative und technische Kühlung; Speicherung; Dämmung)
- Grundlagenuntersuchungen zur Bewertung von Hitzestress bei Nutztieren und zur Strahlung sind notwendig
- Ökonomische Bewertungen stehen aus

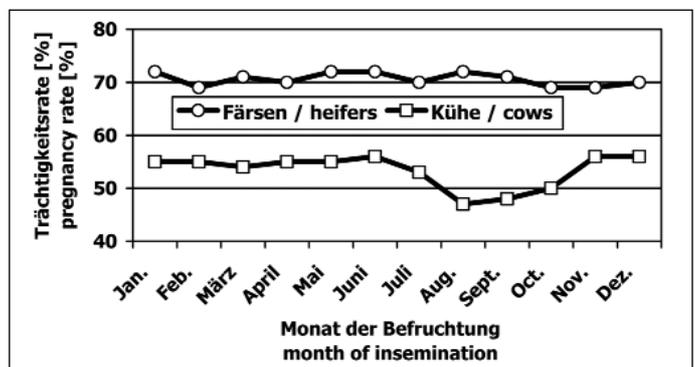


Bild 2: Einfluss des Befruchtungsmonats auf die Trächtigkeitsrate von Färsen und Kühen

Fig. 2: Influence of month of insemination on pregnancy rates of heifers and cows

Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] DIN EN ISO 7730, Mai 2006: Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit (ISO 7730:2005); Deutsche Fassung EN ISO 7730:2005
- [2] Autorenkollektiv : Animal Housing in Hot Climates: A multidisciplinary view. Editor: I. De Alencar Nääs and D.J. de Moura. CIGR Section II Working Group 13; published by DIAS, Denmark, 2006, ISBN 87-88976-94-7
- [3] *Johnson, H. D.* : Environmental temperature and lactation with special reference to cattle. International Journal of Biometeorology, 9 (1965), pp. 103-116
- [4] *Barnwell, R., and A. Rossi* : Maximizing Performance during Hot Weather. Technical Focus. Publication of Cobb-Vantress, Inc. ONE 2002, pp.1-6
- [5] *Heidenreich, T.*: Kühles Klima. DLZ 55 (2004), H. 5, S. 88-90
- [6] *Herkner, S, C. Lankow, T. Heidenreich und K. Panzer* : Mindestsommerluftvolumenströme für Hochleistungskühe. Landtechnik. 57 (2002), H. 5, S. 286-287
- [7] *Müller, H.-J., und K.-H. Krause* : Emissionsfaktoren für Ammoniak bei frei gelüfteten Milchviehställen. Landtechnik 63 (2008), H. 2, S. 102-103
- [8] *Möller, B., H.-J. Müller, M. Gläser, U. Wanka und T. Heidenreich* : Quantitative Erfassung von Raumluftströmungen in frei gelüfteten Ställen. Landtechnik 62 (2007), H. 4, S. 234-235
- [9] DIN 18910-1 : Wärmeschutz geschlossener Ställe – Wärmedämmung und Lüftung – Teil 1: Planungs- und Berechnungsgrundlagen für geschlossene zwangsgelüftete Ställe. Beuth-Verlag, Berlin, 2004
- [10] • *Pache, S.*: Anforderungen der Milchkühe an sommertaugliche Außenklimaställe – Untersuchungen zur Thermoregulation, Stallklima und Bauweisen. 8. Tagung Bau Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. KTBL-Schriften-Vertrieb, Darmstadt, 2007, S. 264-269, ISBN 978-3-939371-41-0
- [11] *Barnwell, R.*: Evaporative cooling systems. Cobb-Vantress 5 (1997), no. 2, pp. 1-3