

Hitzestress bei Kühen - Anforderungen der Milchkühe an sommertaugliche Außenklimaställe

Steffen Pache¹; Sylvia Rössner²; Ottfried Hörig¹

¹Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, FB Tierische Erzeugung, Am Park 3, 04886 Köllitsch

²Hochschule für Technik und Wirtschaft, FB Landbau / Landespflege, Pillnitzer Platz 2, 01326 Dresden

Problemsicht

Der genetische Fortschritt sowie neue Haltungs- und Fütterungstechnologien in der Milchrindhaltung ermöglichten in den vergangenen Jahren einen rasanten Anstieg der Milchleistungen auf über 10.000 l je Tier und Jahr. Dies erfordert in der Hochlaktation eine Synthese von über 50 l Milch je Tier und Tag. Energetisch betrachtet ist für diese Tagesleistung ein Input von >300 MJ umsetzbare Energie erforderlich. Gut 2/5 wird während des Stoffwechsels in Wärme umgewandelt, die von der Hochleistungskuh an die Umgebung abgeführt werden muss. Um das Wärmeentsorgungsproblem der Milchkuh zu minimieren, wurden in den letzten Jahren wieder verstärkt Außenklimaställe ohne Wärme gedämmten Wand- und Dachflächen in leichter Bauweise propagiert.

Trotz der verbesserten Sommerluftwechselraten durch den Einbau von Ventilatoren kommt es in diesen Außenklimaställe an warmen Sommertagen zu Belastungssituationen der Hochleistungskuh (Futterverweigerung, kein Wiederkauen, kurzatmiges Stehen in der Liegebox oder an den Stallöffnungen), die eine Verringerung der Milchleistung sowie der Gesundheitsstabilität zur Folge haben (WEIHER u.a. 2003).

In einer vergleichenden Studie wurde das Thermoregulationsverhalten von Hochleistungskühen in einem Außenklima- und einem geöffneten Massiv-Stalles unter Berücksichtigung der Strahlungstemperatur (t_r) untersucht. An Hand der physiologischen Reaktionen (Radiation, Körperkern-temperatur und Atemfrequenz) wurden die individuellen Belastungssituationen aufgezeichnet und im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Stallbauweisen diskutiert.

Material und Methode

Eine genaue Analyse der Wirkung des Umgebungsklimas eines Stallgebäudes auf die Wärmebelastung eines homeothermen Organismus setzt die Kenntnis der Klimagrunddaten – Lufttemperatur, mittlere Strahlungstemperatur, Luftgeschwindigkeit und absolute Luftfeuchte – und deren Dynamik voraus. Nach FITZNER (2002) gewinnt die Strahlungstemperatur zur Beurteilung der thermischen Behaglichkeit im Zusammenhang mit der Schwere der Bauweise an Bedeutung. In Anlehnung an die Normen zur Messung und Bewertung von warmen Umgebungsklima auf die thermische Behaglichkeit des Menschen (ISO 7730) wurde die dort beschriebene Methode für den Tierhaltungsbereich adaptiert.

Für die Untersuchung wurden zwei Stallanlagen ausgewählt, die dem Typ des Leichtbau- und des Massiv-Stalles entsprechen (Tabelle 2). Die Gebäude befinden sich in einer vergleichbaren Klimaregion und haben eine Nord-Süd-Ausrichtung der Firstlinie. Das Außenklimadaten (Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit; Globalstrahlung) wurde an jedem Standort mit einer agrarmeteorologischen Wetterstation aufgezeichnet.

In beiden Boxenlaufställen wurden jeweils eine Station zur Behaglichkeitsmessung nach ISO 7730 in einer zentralen Liegebox installiert und die Momentanwerte in 10-Minuten-Intervallen über die Untersuchungsperiode vom April bis September 2005 aufgezeichnet.

Tabelle 2: Charakteristik der Stallanlagen und Stichproben

	Leichtbau-Stall (A)	Massiv-Stall (B)
Bautyp / Jahr	Außenklimastall, 1998	Wärme gedämmter L203, 1968 Umbau zum Boxenlaufstall 1996
Stalltyp	2 x 2 reihiger Boxenlaufstall für 126 Kühe, Trauf-First- und Querlüftung, Breite: 25 m breit; Länge: 62 m	3 + 1 reihiger Boxenlaufstall für 178 Kühe mit Schacht- und Querlüftung, Breite: 21 m breit; Länge: 74 m
Fussboden	Betonspaltenboden, Hochliegeboxen mit Komfortgummimatten	Betonauflflächen mit Faltschieber, Hochliegeboxen mit Komfortgummimatten
Wände	Stallwand bis auf 1,70 m verbrettert, bis zur Traufhöhe 3,20 m offen; Nordgiebel: Spaceboard, Südgiebel: gemauert	Süd-, West und Nordwand aus Betonschlackesteinen, Westwand: offenes Fensterband, Ostwand: vollflächig geöffnet
Dach	rote Faserzementplatten mit integrierten Lichtbändern und Lichtkuppelfirst	rote Faserzementplatten auf Brettbinderkonstruktion mit isolierter Zwischendecke
Stichprobe	25 Hochleistungskühe, im Mittel 43,7 kg Milch bei 59,4 Laktationstagen	25 Hochleistungskühe, im Mittel 49,4 kg Milch bei 65,7 Laktationstagen

Die Berechnung der Strahlungstemperatur (t_r) erfolgte nach der Gleichung [1] unter Berücksichtigung der Konvektion.

$$t_r = [(t_g + 273)^4 + 2.5 \cdot 10^8 \cdot v_a^{0.6} \cdot (t_g - t_a)]^{1/4} - 273 \quad [1]$$

t_r = mittlere Strahlungstemperatur in °C nach ISO 7726

t_g = Globe- oder Schwarzkugel-Temperatur in °C

t_a = Trockentemperatur in °C

v_a = Windgeschwindigkeit in m/s

Aggregiert zu mittleren Stundenwerten wurden die Stallklimagrößen den jeweiligen Außenklimadaten zugeordnet. Für die Auswertung konnten 1.824 vollständige Datensätze für 76 Untersuchungstage genutzt werden.

Zur Quantifizierung des Umgebungsklimas auf die Hochleistungskuh wurden in jeder Herde 25 Probanden ausgewählt und mit einer Infrarotbildkamera die individuelle Radiation nach der bei RÖSSNER (2005) beschriebenen Methode an ausgewählten Tagen in fünf Warmperioden (mind. drei auf einander folgende Tage mit Tagestemperaturen >25 °C) vermessen. Gleichzeitig wurden die Körperkerntemperatur (Rektaltemperatur) sowie die Atemfrequenz der Probanden ermittelt.

Ergebnisse

Die Außenklimadaten an den beiden Standorten zeigten in den ausgewerteten Warmperioden bis auf die Windgeschwindigkeit ($\Delta 0,53 \pm 0,96$ m/s) keine signifikanten Unterschiede. Am Standort A wehte der Wind etwa doppelt so stark als am Stall B. Trotzdem wurden im Leichtbau-Stall (A) signifikant höhere Luft- und Strahlungstemperaturen sowie auch die höhere Windgeschwindigkeiten gemessen. Die relative Luftfeuchte lag in den beiden Ställen auf vergleichbarem Niveau und unterschied sich nicht signifikant. (Tabelle 3)

Tabelle 3: Stall- und Außenklimadaten für den Leichtbau- (A) und für den Massiv-Stall (B)

	Einh.	Leichtbau-Stall (A)		Massiv-Stall (B)	
		Tages-Summen	Mittel	Tages-Summen	Mittel
Stallklimagrößen					
Lufttemperatur (t_a)	°C	415,0 ($\pm 107,9$)	17,29 ($\pm 4,50$)	392,5 ($\pm 105,9$)	16,35 ($\pm 4,41$)
Strahlungstemperatur (t_r)	°C	474,2 ($\pm 101,6$)	19,76 ($\pm 4,23$)	421,1 ($\pm 99,3$)	17,55 ($\pm 4,14$)
Windgeschwindigkeit (v_a)	m/s	26,7 ($\pm 5,74$)	1,07 ($\pm 0,17$)	12,5 ($\pm 3,99$)	0,52 ($\pm 0,17$)
Relative Luftfeuchte (RH)	%		69,44 ($\pm 7,09$)		72,67 ($\pm 7,96$)
Außenklimagrößen					
Lufttemperatur (t_a)	°C	351,2 ($\pm 112,1$)	14,63 ($\pm 4,57$)	347,8 ($\pm 113,2$)	14,49 ($\pm 4,72$)
Globalstrahlung (R_g)	W/m ²	5406,9 (± 1796)		5255,3 (± 1619)	
Windgeschwindigkeit (v_a)	m/s	57,2 ($\pm 22,93$)	2,38 ($\pm 0,96$)	43,1 ($\pm 14,39$)	1,80 ($\pm 0,60$)
Relative Luftfeuchte (RH)	%		70,67 ($\pm 7,83$)		73,41 ($\pm 9,38$)

Beim Vergleich einzelner Wetterperioden wurde deutlich, dass trotz höherer Globalstrahlung am Standort des Massiv-Stalles die mittleren Tagestemperaturen (t_a und t_r) im Leichtbau-Stall signifikant höher waren.

An Beispiel eines heißen Sommertages (Tageshöchsttemperatur ~ 30 °C) aus einer mindestens 3-tägigen Warmperiode wurden die Auswirkungen der Globalstrahlung auf den Wärmehaushalt

des Stallgebäudes, auf die Stallklimagrößen sowie auf die Wärmeabstrahlung, die Körperkern-temperatur bzw. die Atemfrequenz der Hochleistungskühe dargestellt.

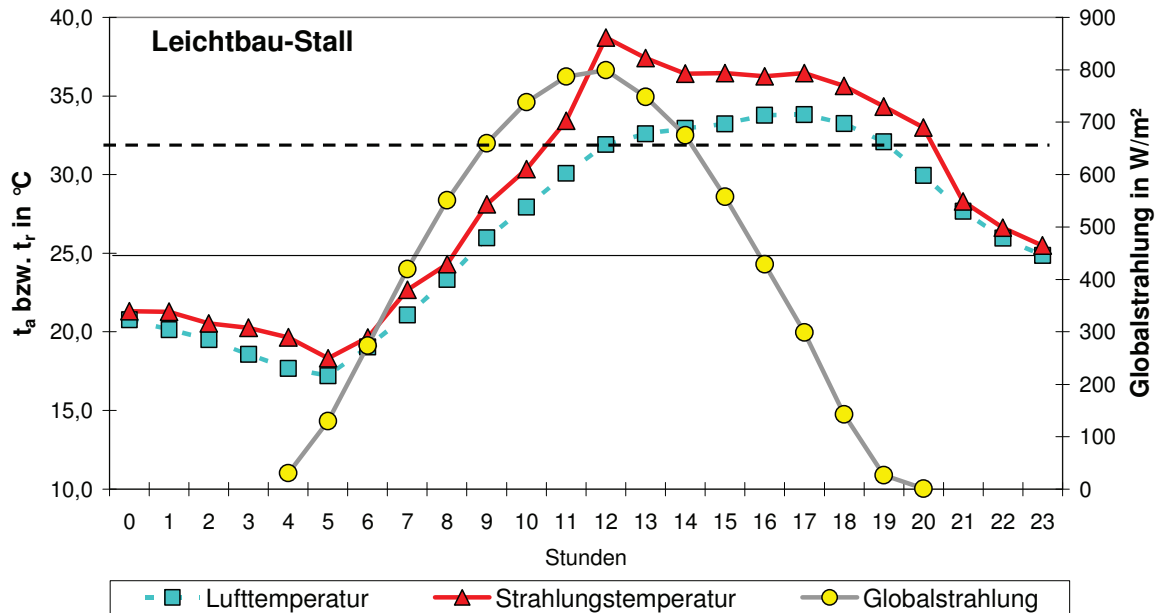


Abbildung 3: Tagesgang der Globalstrahlung sowie der Luft- und Strahlungstemperatur im Leichtbau-Stall

Im Leichtbau-Stall stieg die Lufttemperatur von 17,2 auf 33,8 °C und die Strahlungstemperatur auf 38,7 °C an. Über 7 Stunden wurden Lufttemperaturen deutlich über den kritischen Wert von 32 °C im Stall gemessen. Für die auf der Haut der Tiere wirksam werdende Strahlungstemperatur von über 32 °C hielt die Belastung 10 Stunden an. (Abbildung 3)

Die Kühe verdoppelten bis in die Abendstunden ihre Atemfrequenz ($68,2 \pm 9,7$ Züge/min), die Körperkerntemperatur stieg ($39,7 \pm 0,74$ °C) an und die Möglichkeit der Wärmeabstrahlung ging deutlich zurück.

Die Temperaturverläufe im Massiv-Stall (Abbildung 4) waren dagegen flacher und erreichten nur Spitzenwerte von 31,3 °C, obwohl höhere Globalstrahlungsspitzenwerte gemessen wurden. Erwartungsgemäß verblieb die Strahlungstemperatur auf dem Niveau der Lufttemperatur, lag jedoch in den Nachtstunden leicht darüber, ein Indiz für die Wärmeabgabe der umschließenden Bauelemente in den Stallraum.

Ebenso wurde nur geringe Anstiege der Atemfrequenz, jedoch kein Anstieg der Rektaltemperatur bei den Hochleistungskühen im Massivstall beobachtet. Auch war die Wärmestrahlungsintensität der Massivstall-Probanden signifikant höher als in der Vergleichsgruppe im Außenklimastall.

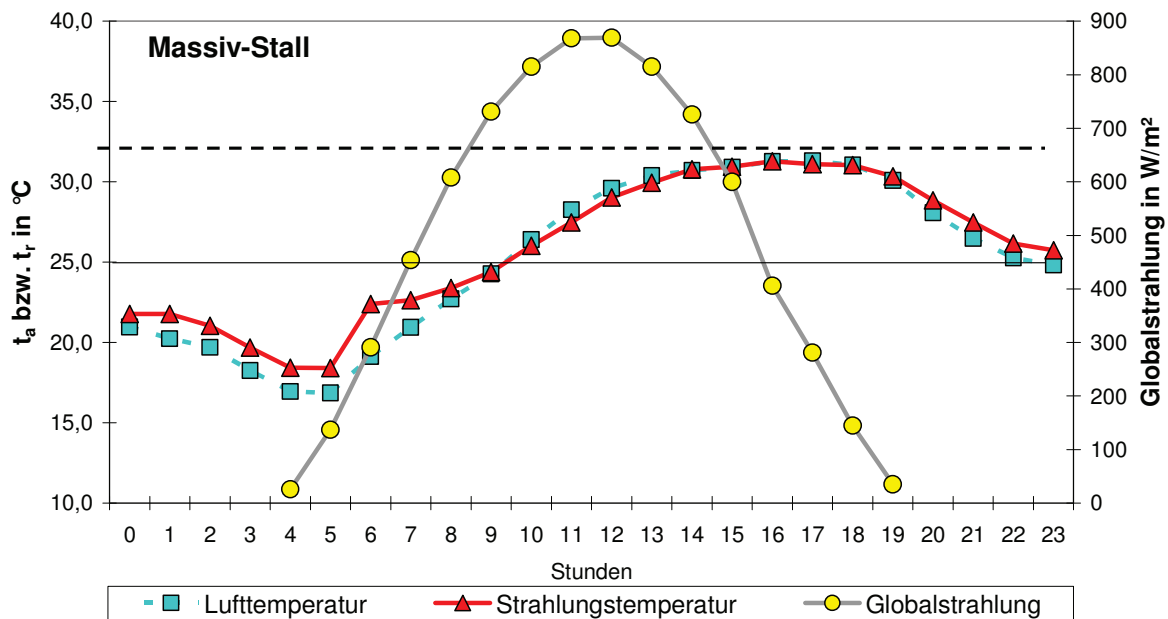


Abbildung 4: Tagesgang der Globalstrahlung sowie der Luft- und Strahlungstemperatur im Massiv-Stall

Fazit

Wie bereits von Haake (2002) dargestellt, ist der Wärmeeintrag in Stallgebäude durch die Globalstrahlung an warmen Sommertagen erheblich. Bei Leichtbau-Ställen führt dies umso mehr zur Belastung der Thermoregulationsmechanismen von hoch leistenden Kühen. Bei Strahlungstemperaturen über 36 °C im Stall kommt die Radiation zum Erliegen, die Atemfrequenz verdoppelt sich, die Rektaltemperatur steigt individuell über 40 °C und die Kuh kann nur noch über eine erhöhte Verdunstungsrate die metabolische Wärme abführen.

Bei künftigen Neu- oder Umbauten von modernen Milchvieh-Laufställen wird empfohlen, auf die Verringerung der Strahlungstemperatur zu achten, z.B. durch ein wärmegeämmtes Dach, dem Einsatz von Berieslungsanlagen zur Tierkühlung und Kälte speichernden Bauelementen.

