

# Vergleichende Untersuchungen zum Verlauf der Retikulum- und Hautoberflächentemperatur bei Mutterkühen unter Freilandbedingungen

A. FISCHER, J. PICKERT, S. EHLERT UND A. BEHRENDT

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V., Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

afischer@zalf.de

## Einleitung und Problemstellung

Im Ergebnis einer Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft prognostizieren Gömann *et al.* (2015) bis zum Ende unseres Jahrhunderts eine Verdrei- bis Vervierfachung der Anzahl von Hitzetagen (Tagesmaximumtemperatur >30°C) im Vergleich zum Zeitraum 1961 – 1990. Besonders betroffen ist das unter eher kontinentalem Klimaeinfluss stehende Nordostdeutschland, wo bereits seit einigen Jahren zunehmend Hitzetage wahrgenommen werden.

Die Körpertemperatur von Rindern variiert zwischen 38 und 39,4 °C (Kristula *et al.*, 2001; Baumgartner, 2002; Benzaquen *et al.*, 2007; Cunningham, 2007). Alle Autoren stellen individuelle Schwankungsbreiten der Körpertemperatur von 1 bis 2 K fest. Zusätzlich wird die Körpertemperatur durch Alter, Funktionszustände sowie körperliche und Stoffwechselaktivität beeinflusst (Bianca, 1968; Kolb, 1989; Baumgartner, 2002). Als homoiotherme Tiere besitzen Rinder die Fähigkeit, mit Hilfe eines Regulationssystems und unter Aufwendung von Energie ihre Körpertemperatur unabhängig von der Umgebungstemperatur relativ konstant zu halten (Bickhardt, 1992; Steinlechner, 2010). Dennoch, die Temperaturen an Hitzetagen liegen weit oberhalb des Temperaturoptimums für Rinder. Welche Auswirkungen haben Hitzetage auf die Tierleistung, Fruchtbarkeit und Gesundheit? Das ist bisher im praktischen Weidegang von Mutterkühen kaum untersucht. Die erforderlichen Tierbeobachtungen im Freiland sind zeitaufwändig und zudem schwer in der Nacht oder in großräumigen Arealen realisierbar. Messergebnisse physiologischer Daten während natürlicher Haltungsabläufe liegen kaum vor.

Für die Messung der Körpertemperatur stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Hierzu zählen Messungen mittels konventioneller Thermometer (Rectum, Vagina), Messungen mit implantierten Sensoren (Bauchhöhle, Ohrkanal, Muskelgewebe u.a.), telemetrische Methoden mit Sensorimplantation (Vagina, Muskelgewebe, Eutergewebe, Blutgefäßsystem, Unterhaut) oder die Nutzung der Infrarot-Messtechnik. Gerade die Nutzung von Telemetriesystemen kann einen wichtigen Beitrag zur Erhebung der erforderlichen ethologischen und physiologischen Daten leisten.

Innerhalb einer umfangreicheren Fragestellung werden seit 2016 in der ZALF-Forschungsstation Paulinenaue GPS-Halsbänder in Verbindung mit Pansenimplantaten bei Mutterkühen eingesetzt (Vectronic, 2014; Pickert *et al.*, 2017). In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse zu den Temperaturanalysen mitgeteilt, die auf der kontinuierlichen Messung der Körperoberflächentemperatur am Hals und der Körperinnentemperatur im Netzmagen (Retikulum) während des Weideganges in den Sommermonaten beruhen.

## Material und Methoden

Die Untersuchungen erfolgten an 7 Mutterkühen der Rasse *Uckermärker* unter natürlichen Weidebedingungen. Die Tiere wurden gantztägig auf einem Niedermoorstandort in Paulinenaue im Havelländischen Luch (Land Brandenburg; 52°68'N, 12°72'E, 28.5-29.5 m, Jahresmitteltemperatur 9.2 °C, mittlerer Jahresniederschlag 534 mm) gehalten.

Zu Versuchsbeginn und am Versuchsende wurden die Rinder gewogen, um die Lebendmasseentwicklung bewerten zu können.

Die Rinder wurden mit GPS-Halsbändern und Magenimplantaten (Vectronic, 2014) ausgerüstet.

In einem 72-tägigen Untersuchungszeitraum (13.07.2016, 00:00 Uhr bis 22.09.2016, 24:00 Uhr) wurde die Körperinnentemperatur im Reticulum (BodyTemp) der Rinder fortlaufend im 3-Minutentakt gemessen. Zeitgleich wurde die Körperoberflächentemperatur am Halsband (CollarTemp) gemessen. Die Batterieleistung und der Datenspeicherplatz sind so dimensioniert, dass eine kontinuierliche Messdauer von bis zu ca. 250 Tagen möglich ist. Insgesamt fielen im Beobachtungszeitraum fast 140.000 Einzeldaten je Tier an.

Vor Ort erfasste eine automatisch arbeitende Station die Wetterdaten. Für die Untersuchungen herangezogen wurden die Niederschläge, die Luftfeuchte sowie die Lufttemperatur in 2 m und in 10 cm Höhe.

Bei der Bewertung der Messergebnisse der verschiedenen Temperaturkenngößen ist zu beachten, dass die Temperatur im Reticulum von der Temperatur der aufgenommenen Futtermittel und des Tränkwassers beeinflusst wird. Diese Einflüsse konnten in der vorliegenden Studie nicht quantifiziert werden. Die Lufttemperatur wird nicht unter direkter Sonneneinstrahlung gemessen, im Gegensatz zur Körperoberflächentemperatur am Halsband.

## Ergebnisse und Diskussion

Die ermittelten **Lebendmassen** entsprechen dem Rasseprofil. Wie auch beim Weidegang im Hoch- und Spätsommer noch zu erwarten, nahm in der Untersuchungsperiode die Lebendmasse im Durchschnitt der Mutterkühe leicht zu (Tabelle 1). Es ist auffällig, dass während des Versuchs zwei Tiere (Rind Nr. 7 und 10) Lebendmasseverluste von 6 bzw. 14 kg aufwiesen.

Tabelle 1: Lebendmasse der Mutterkühe zu Versuchsbeginn und am Versuchsende

Rind Nr.	Alter Jahre	Lebendmasse		Differenz kg
		Versuchsbeginn kg	Versuchsende kg	
3	6	738	756	+ 18
4	5	720	726	+ 6
5	6	766	773	+ 7
6	5	772	778	+ 6
7	4	698	692	- 6
8	5	796	797	+ 1
10	4	616	602	- 14
Mittel		729,4	734,9	
Standard- abweichung		55,5	63,7	

In der Abbildung 1 sind die Körperoberflächentemperatur und die Körperinnentemperatur der Umgebungstemperatur (Lufttemperatur in 2 m Höhe) an einem typischen Beispiel über ca. 15 Versuchstage gegenübergestellt. In Tabelle 2 ist der Streubereich der Korrelationskoeffizienten zwischen den Tieren je Merkmalsbeziehung dargestellt.

Die **Körperoberflächentemperatur** (CollarTemp) entwickelt sich in starker Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur. Auch der hohe Korrelationskoeffizient bestätigt dies. Ermittelt wurde auch ein hoher Korrelationskoeffizient zur relativen Luftfeuchtigkeit, der mit den Versuchsergebnissen noch nicht erklärt werden kann. Niederschläge hatten dagegen keinen und die Lufttemperatur am Boden nur einen geringen Einfluss. Temperaturanstieg

und –abfall vollziehen sich relativ schnell. Dabei übersteigt auch an sehr warmen Tagen die Körperoberflächentemperatur die gemessene Lufttemperatur. Allerdings begrenzte sich dieser Anstieg auf maximal 4 bis 7 K, obwohl die bei direkter Sonneneinstrahlung eintretenden, unmittelbar auf das Tier wirkenden Temperaturen erfahrungsgemäß wesentlich höher sein können.

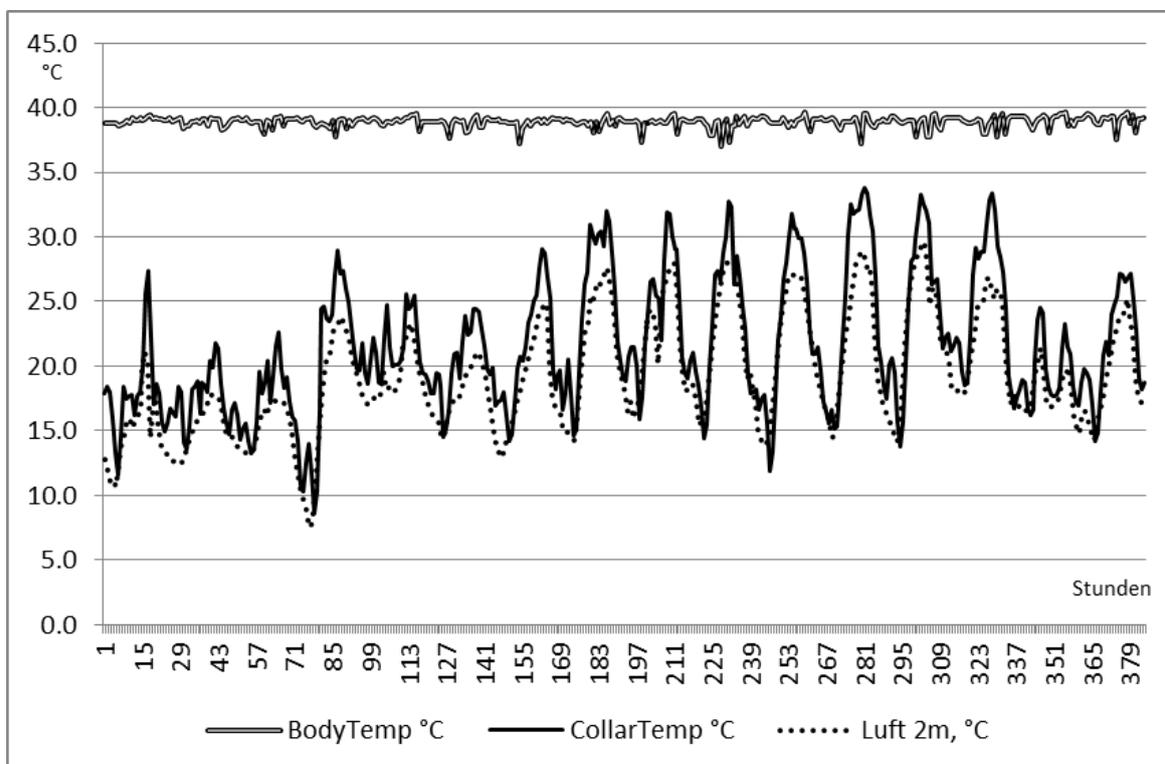


Abb. 1: Beispiel (Kuh Nr. 7) für den Verlauf der Körper- und Oberflächentemperatur an 15 Versuchstagen (13.07 - 28.07.2016)

Tab. 2: Korrelationskoeffizienten zwischen den Wetterdaten und der Körperoberflächentemperatur sowie der Körperinnentemperatur der einzelnen Rinder

	BodyTemp	CollarTemp
Lufttemperatur am Boden (in 10 cm Höhe)	$r = -0,03$ bis $0,00$	$r = 0,29$ bis $0,32$
Lufttemperatur in 2 m Höhe	$r = -0,22$ bis $-0,01$	$r = 0,94$ bis $0,95$
relative Luftfeuchte	$r = 0,13$ bis $0,28$	$r = -0,78$ bis $-0,77$
Niederschlag	$r = 0,01$ bis $0,04$	$r = 0,01$ bis $0,02$

In Tabelle 3 sind die Mittelwerte und die Streuung der **Körperinnentemperatur** (am Retikulum) dargestellt. Die durchschnittlichen Werte variieren zwischen  $38,8\text{ °C}$  (Rind 3) und  $39,4\text{ °C}$  (Rind 7). Zwischen Minimalwert und Maximalwert besteht eine Differenz von ca. 4 K. Diese Differenz erhöht sich bei Rind 10 auf 6.5 K ( $35,4$  und  $41,9\text{ °C}$ ).

Tabelle 3: Körperinnentemperatur (BodyTemp) der Rinder in der Versuchsperiode

	Rind 3 °C	Rind 4 °C	Rind 5 °C	Rind 6 °C	Rind 7 °C	Rind 8 °C	Rind 10 °C
Mittelwert	38,8	39,1	39,1	39,3	39,4	39,1	39,3
SD	0,73	0,67	0,66	0,67	0,51	0,73	0,85
Min.	35,7	36,3	35,8	35,7	36,3	36,3	35,4
Max.	40,1	41,2	40,7	40,8	40,8	40,4	41,9

Im Gegensatz zur Körperoberflächentemperatur ist bei der Körperinnentemperatur kein Zusammenhang zur Lufttemperatur der Umgebung erkennbar (vgl. Abbildung 1 und Tabelle 2). Der Verlauf der Körperinnentemperatur wies auch darüber hinaus keine

Korrelation zu den anderen gemessenen Witterungsdaten auf, vollzieht sich davon offensichtlich unabhängig.

Zwischen Körperoberflächentemperatur (CollarTemp) und Körperinnentemperatur (BodyTemp) wurde ebenfalls nur ein sehr geringer Korrelationskoeffizient von  $r = 0,01$  bis  $-0,06$  ermittelt.

Der Tierkörper ist offensichtlich ausgezeichnet gegen Witterungserscheinungen abgepuffert. Zum einen schlägt sich die Umgebungstemperatur gesteuerte Körperoberflächentemperatur kaum auf den Verlauf der Körperinnentemperatur aus (vgl. Abb. 1). Zum anderen besteht zwischen den Witterungsdaten und der Körperinnentemperatur im Durchschnitt der Tiere keine Korrelation.

Die Auswertung der Ergebnisse einer drei Tage andauernden Hitzeperiode ergab, dass die Körperinnentemperatur von Rind 10 zwischen dem 18.08. und 21.08.2016 (95 Stunden) gravierend, z.T. über  $41\text{ °C}$ , anstieg (Abbildung 2). Dies entspricht einem **Fieberzustand**, der bereits vorliegt, wenn Körpertemperaturwerte über  $39,4\text{ °C}$  ermittelt werden (Dinsmore *et al.*, 1996; Sheldon *et al.*, 2006). In drei Zeitphasen traten Temperaturen von  $41,9\text{ °C}$  auf. Das Tier zeigte sich bei den täglichen Kontrollbesuchen nicht auffällig. Der Mittelwertvergleich für diese 95-stündige Zeitphase ergibt einen Durchschnittswert für das Fiebertier von  $40,6\text{ °C}$  ( $SD=0,77$ ) ( $s^2=0,6$ ) und einen Mittelwert für die Vergleichstiere von  $39,1\text{ °C}$  ( $SD=0,30$ ) ( $s^2=0,1$ ). Entsprechend des Student T-Tests ist das Ergebnis bei  $p < 0,05$  signifikant.

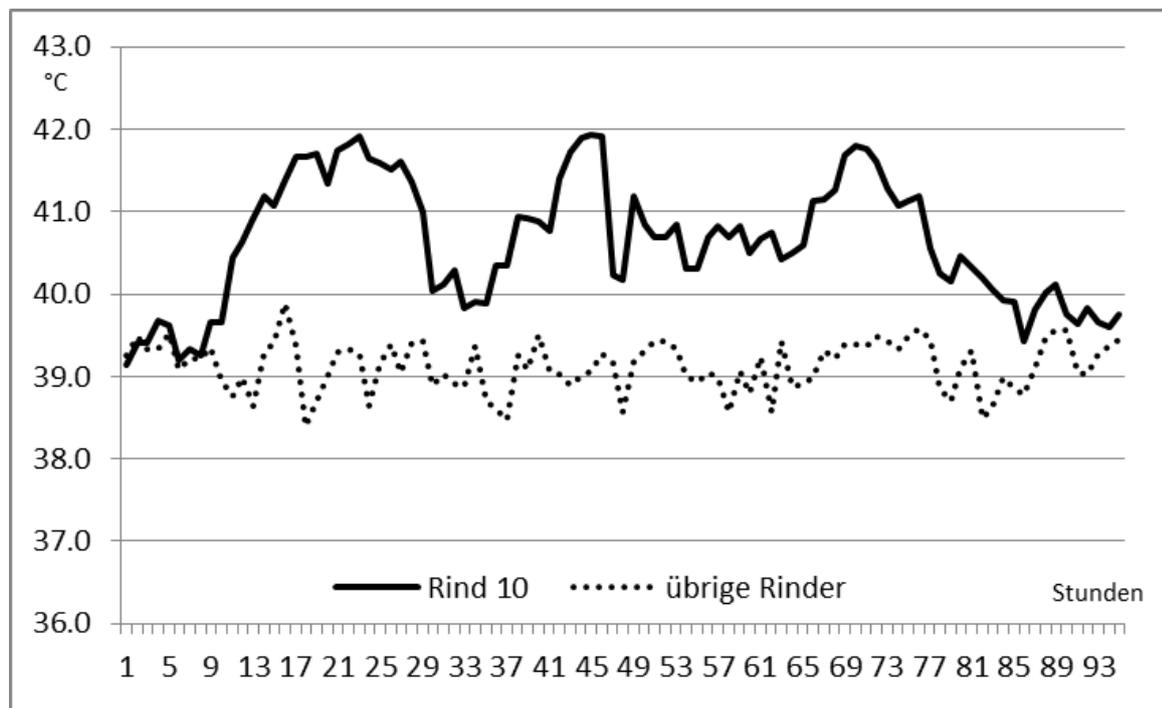


Abb. 2: Verlauf der Körperinnentemperatur bei Rind 10 im Vergleich zum Mittelwert der übrigen sechs Rinder

Nach dieser Fieberphase stellte sich bei diesem Rind die normale Körpertemperatur wieder ein. Bemerkenswert ist jedoch (vgl. Tabelle 1) dass dieses Tier während des Versuches 14 kg abnahm.

Bei der Datenauswertung wurde auch festgestellt, dass zwei weitere Tiere (Rind 6 und 7) ebenfalls kurze Fieberschübe aufwiesen. Im Gegensatz zu Tier Nr. 6 wurde beim Tier Nr. 7 ebenfalls ein Lebendmasseverlust ermittelt. Kein Tier zeigte auffällige Krankheitserscheinungen, die eine veterinärmedizinische Behandlung erforderlich gemacht hätten.

Die Ursache des Fiebers ist unbekannt, kann aber in einer von der hohen Temperatur an Hitzetagen zu vermutenden physiologischen Belastung ausgehen.

## Schlussfolgerungen

Die Versuchsergebnisse bestätigen, dass die untersuchten Rinder mit Hilfe ihres Regulationssystems ihre Körperinnentemperatur unabhängig von der Umgebungstemperatur relativ konstant halten können. Die Fieberereignisse bei 3 von 7 Mutterkühen, darunter bei 2 mit Lebendmasserückgang, weisen aber darauf hin, dass an Hitzetagen große physiologische Belastungen entstehen, die nicht von allen Kühen gleich gut verkraftet werden. Dies ist bei der weiteren Entwicklung von Weidesystemen für durch Hitze gefährdete Lagen zu berücksichtigen.

Für die Überwachung der produktiven Fitness und Gesundheit von Mutterkühen kann der Erfassung von tierphysiologischen Parametern, wie der Körperinnen- und -oberflächentemperatur, eine wachsende Bedeutung zukommen. Mit GPS-Halsbändern und Magenimplantaten können über viele Tage und Nächte u.a. die Reticulumtemperatur und die Temperatur an einem Collar kontinuierlich mit variabel einstellbaren Messintervallen (im Minutenbereich) gemessen und gespeichert werden. Die Batterieleistung erlaubt einen mehrmonatigen Einsatz. Damit wird ein Instrumentarium zur Verfügung gestellt, das die Tierüberwachung und -beobachtung erheblich erleichtert. Im Vergleich hierzu sind Rektaltemperaturmessungen mit hohem Arbeitsaufwand und Gefahren hinsichtlich des Arbeitsschutzes verbunden.

Die Körperinnentemperatur am Reticulum gibt jedoch nur einen Ansatzpunkt für die Höhe der Körperkerntemperatur; denn sie streut höher als vergleichbare Literaturangaben über andere Messverfahren. Hierfür sind exogene Einflüsse, wie die Temperatur und Menge des aufgenommenen Trinkwassers sowie des Futters, verantwortlich. Dies sollte in zukünftigen Untersuchungen detailliert quantifiziert werden.

Es wäre empfehlenswert, das vorhandene Messsystem mit einer telemetrischen Fernüberwachung zu kombinieren, um sofort auf Gesundheitsstörungen des Tieres unmittelbar reagieren zu können. Diese Informationen können Grundlagen zur Erhöhung des Tierwohls und zur optimalen Umweltgestaltung (z.B. Veränderung des Weidemanagements) liefern.

## Literatur

BAUMGARTNER, W. (2002): Innere Körpertemperatur. In: BAUMGARTNER, W. (Ed.): Klinische Propädeutik der inneren Krankheiten der Haus- und Heimtiere. 5., aktual. Auflage, Verlag Parey, Berlin und Wien, 111-112.

BENZAQUEN, M.E., C.A. RISCO, C.A., ARCHBALD, L.F., MELENDEZ, P., THATCHER, M.J. & THATCHER, W. (2007): Rectal Temperature, Calving-Related Factors, and the Incidence of Puerperal Metritis In: Postpartum Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 90, 2804-2814.

BIANCA, W. (1968): Thermoregulation. In: HAFEZ, E.S.E. (Ed.): Adaptation of domestic animals. Lea and Febinger, Philadelphia, USA, 97-118.

BICKHARDT, K. (1992): Kompendium der Allgemeinen Inneren Medizin und Pathophysiologie für Tierärzte. Verlag Parey, Berlin, Hamburg.

CUNNINGHAM, J.G., KLEIN, B.G. (2007): Textbook of veterinary physiology. 4. Auflage, Verlag Saunders Elsevier, St. LOUIS, MO, USA.

DINSMORE, R.P., STEVENS, R.D., CATTELL, M.B., SALMAN, M.D. & SUNDLOF, S.F. (1996): Oxytetracycline residues in milk after intrauterine treatment of cows with retained fetal membranes. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 209, 1753-1755.

GÖMANN, H., BENDER, A., BOLTE, A., DIRKSMEYER, W., ENGLERT, H., FEIL, J.-H., FRÜHAUF, C., HAUSCHILD, M., KRENGEL, S., LILIENTHAL, H., LÖPMEIER, F.-J., MÜLLER, J., MUßHOFF, O., NATKHIN, M., OFFERMANN, F., SEIDEL, P., SCHMIDT, M., SEINTSCH, B., STEIDL, J., STROHM, K. & ZIMMER, Y. (2015): Agrarrelevante Extremwetter-lagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL); Abschlussbericht: Stand 3.6.2015. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 312 p, Thünen Rep 30, doi:10.3220/REP1434012425000

- KOLB, E. (1989): Die Regulation der Körpertemperatur. In: KOLB, E. (Ed.): Lehrbuch der Physiologie der Haustiere. Verlag Fischer, Stuttgart, New York, Band 2, 640-659.
- KRISTULA, M., SMITH, B.I. & SIMEONE, A. (2001): The use of daily postpartum rectal temperature to select dairy cows for treatment with systemic antibiotics. *Bovine Pract.*, 35, 117-125.
- PICKERT, J., FISCHER, A., EHLERT S. & BEHRENDT, A. (2017): Animal activity and welfare of suckler cows grazing during hot and cold days on fen grassland in northeast Germany. *Grassland Science in Europe* 22, 221-223
- SHELDON, I. M., LEWIS, G.S., LEBLANC, S. & GILBERT, R.O. (2006): Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology* 65, 1316-1330.
- STEINLECHNER, S. (2010): Wärmebilanz und Temperaturregulation. In: ENGELHARDT, W., BREVES, G. (Ed.): Physiologie der Haustiere Verlag Enke, Stuttgart, 476-493.
- VECTRONIC (2014): GPS Plus Collar. Vectronic-aerospace GmbH, Berlin, [www.vectronic-aerospace.com/files/GPS\\_PLUS\\_2010\\_Collar.pdf](http://www.vectronic-aerospace.com/files/GPS_PLUS_2010_Collar.pdf)