



Foto: IFA-NV

Olaf Tober

Temperatortoleranz von Milchkühen

Rinder und hier insbesondere Milchrinder sind sehr kältetolerant, aber nur relativ wenig durch Wärme belastbar. Ab welchen Stallklimabedingungen sollten Tierhalterinnen und Tierhalter ihre Kühe durch geeignete Maßnahmen in der Thermoregulation unterstützen?

Moderne Milchviehrasen geraten unter einheimischen Klimabedingungen nicht selten unter Wärmebelastung. Aber warum ist das so und warum scheint dieses Problem in den letzten Jahren sehr an Bedeutung zu gewinnen? Zum einen hat dies mit der Klimaerwärmung und der Zunahme von Wetterextremen wie zum Beispiel Hitzeperioden zu tun. Zum anderen hängt es aber hauptsächlich mit der rasanten Leistungsentwicklung der Milchrinder in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten zusammen.

Thermoregulation

Zum besseren Verständnis der Thematik ist es erforderlich, einige Begriffe näher zu erläutern. Wichtig ist die thermoneutrale Zone, wie sie von Bianca (1968) und später von Silanikove (2000) beschrieben wurde (s. Abbildung 1). Dieser Temperaturbereich wird durch die sogenannte obere und untere kritische Temperatur begrenzt. Innerhalb der thermoneutralen Zone muss ein homoiothermes Tier keine zusätzliche Energie aufwenden, um seine Körpertemperatur konstant zu halten. Wärmeproduktion und -abgabe befin-

den sich im annähernden Gleichgewicht.

Einzige physiologische Reaktionen in Richtung der unteren kritischen Temperatur bestehen in der Verengung der hautnahen Blutgefäße (Vasokonstriktion) und im Auftreten der sogenannten Gänsehaut (Piloerektion), um die Wärmeabgabe zu verringern. In Richtung der oberen kritischen Temperatur kommt es zur Erweiterung der Blutgefäße (Vasodilatation), um die Wärmeabgabe zu beschleunigen. Das sind Prozesse, für die kaum Energie aufgewendet werden muss.

Innerhalb der thermoneutralen Zone liegt die Optimal- oder Komfortzone. Das ist der Bereich, in dem weder Kälte noch Wärme empfunden wird, weshalb er auch häufig als Wohlfühlbereich bezeichnet wird. Wird die untere kritische Temperatur unterschritten, beginnt das Tier zusätzliche metabolische Energie für die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur aufzuwenden. Es kommt zum Kältezittern, um durch Muskelarbeit Wärme zu erzeugen.

Bei Überschreiten der oberen kritischen Temperatur steht den Kühen eine ganze Reihe Anpas-

sungsmechanismen zur Verfügung. Das reicht von der Verringerung der Futteraufnahme, um die körpereigene Wärmeproduktion zu verringern, dem Erhöhen der Wasseraufnahme, dem Schwitzen und dem Ansteigen der Atemfrequenz bis hin zum Hecheln. Schwitzen und Atemfrequenzerhöhung dienen dabei der aktiven evaporativen Kühlung. Dies können die Tiere noch durch das Aufsuchen kühlerer Stallbereiche unterstützen oder durch vermehrtes Stehen, um die maximale Körperfläche für die Verdunstungskühlung nutzen zu können.

Die thermoneutrale Zone eines jeden Individuums wird von vielen Faktoren beeinflusst, von denen die Leistung nur einer, aber ein sehr wesentlicher ist. Es wurde berechnet, dass sich die untere kritische Temperatur einer Milchkuh je 10 kg erzeugte Milch pro Tag um 8 Kelvin verändert. So beträgt sie für eine Kuh, die 20 kg Milch pro Tag erzeugt, -16°C und für eine Kuh, die 40 kg Milch pro Tag erzeugt, -32°C (Kramer et al., 1999), was die hohe Kältetoleranz der Milchrinder unterstreicht. Bereits in den 1970-er Jahren wurde berechnet, dass sich die obere kri-

Literatur
Berman, A.; Meltzer, A. (1973): Critical Temperatures in Lactating Dairy Cattle: a New Approach to an Old Problem. In: International Journal of Biometeorology, H. 17, S. 167–176.
Bianca, W. (1968): Neuzzeitliche Ergebnisse und Aufgaben der Bioklimatologie bei Haustieren. In: Der Tierzüchter, H. 20, S. 438–442.
Bianca, W. (1971): Die Akklimatisation von Haustieren. In: Der Tierzüchter, H. 23, S. 187–189.
Collier, R.J.; Hall, L.W.; Rungruang, S.; Zimelman, R.B. (2012): Quantifying Heat Stress and its Impact on Metabolism and Performance. In: Proceedings of the 23rd Florida Ruminant Nutrition Symposium, University of Florida, Gainesville, S. 74–83. URL: <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2012/6CollierRNS2012a.pdf> (Abruf 23. 7. 2019).

tische Temperatur einer Milchkuh je 10 kg erzeugte Milch pro Tag um etwa 4 Kelvin verändert (Berman und Meltzer, 1973). Bei einer Leistung von 20 kg/d liegt demnach die obere kritische Temperatur bei 16°C und bei 40 kg/d nur noch bei 8°C.

Optimalbereich

Als optimale Stalltemperatur für Milchvieh wird häufig der Bereich von 4°C bis 16°C (DLG-Merkblatt, 2005) oder 0°C bis 16°C (Bianca, 1971) angegeben. Dabei gehen die Werte aus dem DLG-Merkblatt (2005) auf Koller und Süß (1984) zurück. Die zugrunde liegenden Quellen dieser Angaben zum Optimal- oder Komfortbereich der Umgebungstemperatur für Milchkuhe sind also schon mindestens 35 Jahre alt.

Die jährliche Milcherzeugung pro Kuh ist zwischen 1980 und 2018 im Durchschnitt der Bundesrepublik von 4.553 kg/Kuh (nur alte Bundesländer; Meyn, 2005) auf 8.843 kg/Kuh (DLQ, 2018) gestiegen. Das entspricht einer Steigerung der durchschnittlichen Tagesleistung von etwa 15 kg/Kuh auf etwa 29 kg/Kuh. Allein diese Leistungssteigerung in den vergangenen 38 Jahren lässt daran zweifeln, dass der genannte thermische Optimalbereich für Milchkuhe heute noch seine Gültigkeit besitzt. In diesem Zusammenhang darf angenommen werden, dass sich der Optimalbereich in Abhängigkeit von der Leistung in gleicher Weise verschiebt wie die obere kritische Temperatur. Die durchschnittlichen Tagesmilchleistungen zu Zeiten der genannten Datenquellen (Bianca, 1971; Koller und

Süß, 1984) lagen um 15 kg bis 20 kg unter denen von heutigen Milchkuhen. Deshalb kann geschlossen werden, dass der Komfortbereich für eine Durchschnittskuh heute um etwa 6 bis 8°C nach unten verschoben werden muss.

Vormagentemperatur

Um diese These zu überprüfen, wurden eigene Untersuchungen zum Verlauf der Vormagentemperatur bei Milchkuhen in Abhängigkeit von der Stalltemperatur durchgeführt. Die Vormagentemperatur wurde mithilfe von telemetrisch arbeitenden Messboli im 15-Minutentakt aufgezeichnet. Um die Vormagentemperatur als Indikator für die Körpertemperatur verwenden zu können, wurden Messwerte, die durch Wasser- oder Futterraufnahme beeinflusst waren, aus den Datenreihen entfernt. Insgesamt standen 31 auswertbare Tiere zur Verfügung mit einer mittleren Milchleistung von 41 kg pro Tier und Tag und durchschnittlich 135 Messtagen.

Gleichzeitig wurde die Stalltemperatur erfasst. Beide, Vormagen- und Stalltemperatur, wurden zu Stundenmittelwerten zusammengefasst und einander gegenübergestellt. Das Ergebnis ist in Abbildung 2 dargestellt. Gut zu erkennen ist, dass bei geringen Stalltemperaturen die Vormagentemperatur unbeeinflusst bleibt, jedoch bereits bei relativ niedrigen Umgebungstemperaturen ein Anstieg erfolgt. Um den Punkt des beginnenden Anstiegs genau zu ermitteln, wurde ein sogenannter Strukturbruchtest (Broken-Stick-Test) berechnet. Im Ergebnis die-

ses Tests konnte ein Strukturbruch der Daten bei einer Stalltemperatur zwischen 7°C und 8°C nachgewiesen werden. Das bedeutet, dass ab einer Temperatur von 8°C die Vormagentemperatur respektive Körpertemperatur der untersuchten Tiere zu steigen begann.

Folgt man mit dieser Erkenntnis dem Thermoneutralzonenkonzept von Silanikove (2000), dann kennzeichnet die steigende Körpertemperatur das Stadium, in welchem die metabolische Wärme nicht mehr ausreichend abgeführt werden kann und damit eine vollständige Adaption nicht mehr möglich ist. Die obere kritische Temperatur ist damit erreicht. Das Tier beginnt jetzt, die Wärmeproduktion zu verringern, indem Aktivität und Futterraufnahme abgesenkt werden.

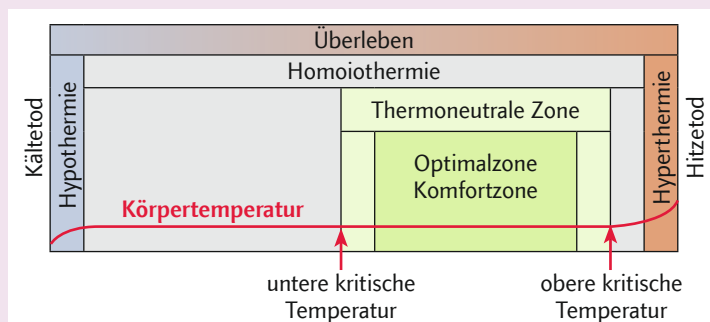
Schlussfolgerungen

Diese experimentell am Tier gewonnenen Ergebnisse bestätigen sehr gut die berechnete obere kritische Temperatur von 8°C für eine Milchkuh mit einer Leistung von 40 kg Milch pro Tag (Berman und Meltzer, 1973). Ausgehend von den Angaben der 1980-er Jahre mit 4°C bis 16°C (DLG-Merkblatt, 2005; Koller und Süß, 1984) für Kühe mit einer in diesem Zeitraum üblichen durchschnittlichen Leistung um etwa 15 kg Milch pro Tag lassen sich die in Abbildung 3 dargestellten Optimalbereiche für die verschiedenen Leistungsstufen ableiten.

Folgende Schlussfolgerungen können daraus gezogen werden:

- Beim heutigen Leistungsniveau der Tiere sind Kühlmöglichkeiten (Ventilatoren, evaporative Kühlsysteme oder Kombinationen) in den Kuhställen erforderlich.
- Den einen Optimalbereich für eine ganze Herde laktierender Kühe kann es nicht geben.
- Es wird deshalb empfohlen, verschiedene Leistungsgruppen in unterschiedlichen Stallarealen unterzubringen, die auch kühlungstechnisch weitgehend unabhängig voneinander gemagt werden können.
- Bei hochleistenden Tieren sollte ab etwa 5°C begonnen werden, Kühlanlagen mit Teilleistung laufen zu lassen, bei sonstigen laktierenden Kühen ab etwa 10°C.

Abbildung 1: Schematische Darstellung wichtiger Zonen der Umgebungstemperatur bei der Thermoregulation von Wiederkäuern

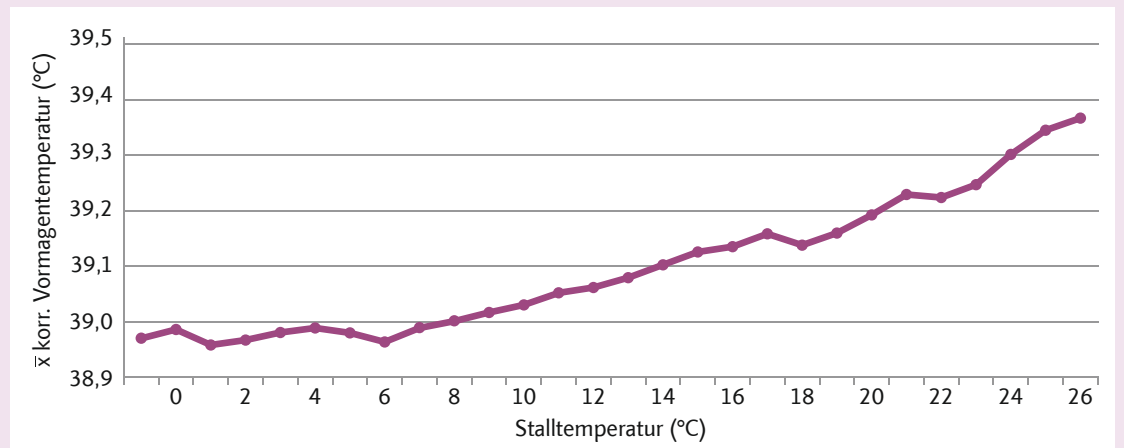


Quelle: eigene Darstellung (nach Bianca, 1968 und Silanikove, 2000, geändert)

Literatur

- DLG-Merkblatt (2005):** Vermeidung von Wärmebelastungen für Milchkuhe. DLG-Merkblatt 336, Frankfurt.
- DLQ (2018):** Durchschnittsleistungen aller Kühe in der Milchkontrolle 2018. URL: <https://www.die-milchkontrolle.de/news/Die-Milchkontrolle-im-Duerrejahr-2018/41/> (Abruf 20.2.2019).
- Koller, G.; Süß, M. (1984):** Stallbau und Haltung. In: Bogner, H.; Grauvogl, A. (Hrsg.): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere, Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- Kramer, A.; Haidn, B.; Schön, H. (1999):** Energieströme beim liegenden Rind – Einflüsse der Liegefläche. In: Tagungsband 4. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 9. - 10. März 1999, Freising-Weihestephan, hrsg. v. Institut für Landtechnik der TU München-Weihestephan, S. 141–146.
- Meyn, K. (2005):** Entwicklung, Stand und Perspektiven der Rinder- und Schweineproduktion. In: Züchtungskunde, Jg. 77, H. 6, S. 478–489.
- Silanikove, N. (2000):** Effects of Heat Stress on the Welfare of Extensively Managed Domestic Ruminants. In: Livestock Production Science, H. 67, S. 1–18.

Abbildung 2: Vormagentemperatur in Abhängigkeit von der Stalltemperatur



Quelle: eigene Ergebnisse und Darstellung

- Es wird empfohlen, in freigelüfteten Ställen ab etwa 5°C (Frostfreiheit) die Jalousien der Seitenwände zu öffnen und spätestens ab 10°C sollte der Stall maximal geöffnet sein (wo das möglich ist auch ohne Windbrechnette).
- Das Wärmeempfinden von Mensch und Kuh ist sehr unterschiedlich, deshalb ist eine Temperatur- oder Temperatur-Luftfeuchte-Steuerung der Kühleinrichtungen einer manuellen Bedienung vorzuziehen.

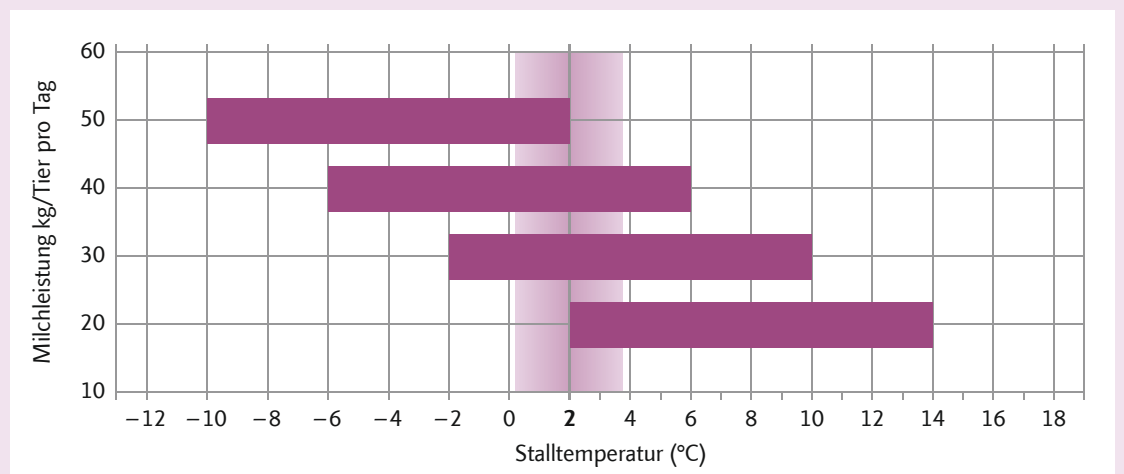
Das Überschreiten der oberen kritischen Temperatur bedeutet für die Kühe zunächst lediglich, dass die Tiere hier anfangen, die physiologischen Anpassungsmechanismen zu einer erhöhten Wärmeab-

gabe zu aktivieren. Sie beginnen zu schwitzen, die Atemfrequenz und die Körpertemperatur zu erhöhen sowie die Aktivität und Futteraufnahme zu reduzieren. Man kann hier von einer geringen physiologischen Belastung der Tiere sprechen, die sich im normalen physiologischen Adaptionsrahmen bewegt.

Dieser Zustand ist weder besorgniserregend noch tierschutzrelevant. Die Kühe müssen aber mit Überschreiten der oberen kritischen Temperatur zusätzliche Energie für die Thermoregulation aufwenden, die nicht für die Leistungserbringung zur Verfügung steht und gleichzeitig beginnen sie, die Futteraufnahme zu senken (anfangs allerdings in kaum messbarem Umfang).

Steigen die Umgebungstemperaturen so stark, dass die physiologischen Mechanismen nicht mehr ausreichen, einen Anstieg der Körpertemperatur auf mehr als 40°C zu verhindern, wird die Wärmebelastung zu starkem Stress. Die Tiere weisen dann Atemfrequenzen von mehr als 85 pro Minute auf (Collier et al., 2012). Bei Kühen mit einer Milchleistung von 30 kg Milch pro Tag dürfte dieser Bereich je nach Luftfeuchte mit 28°C bis 34°C erreicht sein. Dem entsprechend erreichen Kühe, die 50 kg Milch pro Tag erzeugen, diesen Bereich bereits bei 20°C bis 26°C. Ohne effektive technische Kühlmöglichkeiten wird die Hitze für die Tiere hier zum Problem. ■

Abbildung 3: Optimaler Temperaturbereich von Milchkühen in Abhängigkeit von deren Leistung



Quelle: eigene Darstellung (nach Berman und Meltzer, 1973 und DLG-Merkblatt, 2005, geändert)

Der Autor



Olaf Tober
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion, Dummerstorf
o.tober@lfa.mvnet.de