

Charakteristische Anpassungsreaktionen im physiologischen Verhalten des Rindes unter dem Einfluß des tropischen Klimas

Typical physiological reactions of cattle in their adaptability to tropical environments

Von Reinhold Bartha*)

1. Einführung

Auf die Funktionen eines lebenden Organismus übt das Klima einen großen Einfluß aus, wobei Witterungsschwankungen während eines Tages und auch die verschiedenen Jahreszeiten bestimmte Reize verursachen. Hohe oder tiefe Temperaturen, große oder geringe Luftfeuchtigkeit stellen an die Anpassungsfähigkeit eines Tieres beachtliche Anforderungen. Die Leistung des neuro-hormonalen Systems der einzelnen Tiere ist unterschiedlich. Rinder, die nicht im Stande sind, den meteorologischen Reizen im erforderlichen Maße zu begegnen, sind krankheitsanfälliger und leistungsschwächer. Die bodenständigen Tiere haben sich im Laufe von Generationen den Umweltsbedingungen angepaßt und ertragen sie leichter als jene, die plötzlich von einer Zone in die andere verpflanzt werden (35).

In den Tropen und Subtropen spielt die Lufttemperatur eine große Rolle. Ihr Einfluß kann aber nur im Zusammenhang mit der relativen Luftfeuchtigkeit, der Sonneneinstrahlung und der Luftbewegung betrachtet werden, insofern als die letzteren Faktoren oft eine größere Auswirkung auf das Verhalten der Tiere haben, als die atmosphärische Temperatur allein.

Hohe relative Luftfeuchtigkeit beispielsweise behindert die Wärmeabgabe durch die Haut. Deshalb sind Rinder in niederschlagsreichen Gegenden mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit von kleinem Wuchs, da sie die überschüssige Wärme vor allem durch die Atmung abgeben müssen (5).

*) Dr. Dr. Reinhold Bartha, Diplom-Landwirt u. Tierarzt, Priv.-Doz. für das Lehrfach Tierhaltung und Tierfütterung in den Tropen und Subtropen an der Universität Gießen und Leiter des Projektes Landwirtschaftlicher Beratungsdienst der BRD in Tunesien.

Anschrift: Tunis-Belvedere, B. P. 47, Tunesien.

Ein ebenfalls wichtiger Faktor bei der Wärmeabgabe ist die Luftbewegung, wobei allein die Geschwindigkeit, mit der die Luft über den Körper hinwegstreicht, die abgegebene Wärmemenge bestimmt. Aber auch die Sonneneinstrahlung ist für die Hitzeverträglichkeit und den Wärmeaustausch von Wichtigkeit. Die große Intensität des Sonnenlichtes in heißen Zonen beruht auf dem hohen Anteil an Infrarot-Strahlen, die, wie man bei der Zerlegung des Sonnenlichtes erkennt, die Erwärmung am meisten verursachen. Daran läßt sich ermessen, wie wichtig für die Reflektion des Lichtes die Farbe des Felles ist und welch große Bedeutung den Schattenplätzen für die Rinder zukommt (23).

Das Rind ist den ariden Standortverhältnissen nicht gut angepaßt, es gibt in Wüsten oder Halbwüsten auch keine Wildform dieser Tierart. Infolge des großen Interesses an einer Milch- und Fleischproduktion ist das Rind in den meisten warmen Ländern mit unterschiedlichem Erfolg eingeführt worden. Die europäischen Rinderrassen, die seit Jahrhunderten bereits als Haustiere genutzt werden, stammen vom Ur (*Bos taurus primigenius*) ab, von dem sich eine Wildart in den osteuropäischen Wäldern bis ins hohe Mittelalter erhalten konnte. Das europäische Leistungs-rind trägt eher die Kälte und gedeiht in warmen Klimazonen schlecht, ganz gleich, ob sie eine hohe oder geringe Luftfeuchtigkeit aufweisen. Seine Milch- und Fleischleistung verschlechtert sich in den Tropen wesentlich.

Das indische Rind (*Bos taurus indicus*) ist als Zebu-Rind bekannt, ein Name, der sich auf den charakteristischen Höcker oberhalb des Widerristes bezieht. Sein Verbreitungsgebiet reicht von Südostasien aus westwärts. Viele bodenständige afrikanische Rinderrassen zählt man dazu. Zebus gedeihen unter tropischen Klimaverhältnissen gut und werden in jüngster Zeit häufig mit europäischen Rinderrassen gekreuzt, um deren Hitzeverträglichkeit zu verbessern. Die Versuche, die Hitzeverträglichkeit des Zebus mit der Leistungsfähigkeit europäischer Rinderrassen zu verbinden, erwiesen sich als erfolgreich, wie z. B. die anerkannte Santa-Gertrudis-Zucht zeigt (33).

2. Körpertemperatur

Die Körpertemperatur eines Tieres reagiert sehr deutlich auf wechselnde klimatische Einflüsse. Es ist bekannt, daß Rinder verschiedener Rassen auf die gleichen atmosphärischen Reize unterschiedlich ansprechen. So weisen Zebus und die Produkte aus ihren Kreuzungen mit europäischen Rassen unter gleichen klimatischen Bedingungen stets niedrigere Rektaltemperaturen als reinrassige europäische Rinder auf (2, 12, 24). Untersuchungen, die in Klimakammern durchgeführt wurden, zeigten übereinstimmend, daß bei einer Lufttemperatur von 40° C die Rektaltemperatur europäischer Rinderrassen 43° C betrug, während die von Zebu-Rindern nur 41° C erreichte (14, 15, 17). Bei europäischen Rassen beginnt sich die Körpertemperatur zu erhöhen, wenn die Lufttemperatur 25 bis 30° C übersteigt, was bei den Zebus erst bei einer Lufttemperatur von 35° C geschieht. Die

Rinder drücken ihr Unbehagen durch Unruhe, Zungenstrecken, Hecheln und starkem Speichelfluß aus, wenn die Rektaltemperatur 41°C erreicht. Für eine kürzere Zeitdauer scheint eine hohe Körpertemperatur ertragbar zu sein, jedoch beeinflußt sie die Milchleistung der Kühe und das Wachstum der Jungrinder negativ, wenn sie über eine längere Zeit anhält.

Wird die Körpertemperatur als Indiz für die Hitzeverträglichkeit angesehen, so sind Zebu-Rinder gegenüber europäischen Rassen im Vorteil. Im iberischen Hitzeverträglichkeitstest, der das Ansteigen der Rektaltemperatur während des Hitzestress in Zahlen ausdrückt, wird dies berücksichtigt. Andererseits hat eine erhöhte Körpertemperatur beachtlichen Einfluß auf den Wasserhaushalt eines Tieres. Sollen europäische Rinder eine niedrige Rektaltemperatur beibehalten, so benötigen sie mehr Wasser als Zebus. Liegt die Körpertemperatur über der Lufttemperatur, dann wird ein Teil der Hitze statt durch Verdunstung durch Strahlung abgeleitet (33).

Wie schon erwähnt, übt die Luftbewegung einen nicht geringen Einfluß auf die Körpertemperatur aus. Bei europäischen Rassen bewirkt ein heftiger Wind bereits bei Temperaturen von 27 bis 35°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60% ein Sinken der Rektaltemperatur. Beim Zebu dagegen bleibt sie unter diesen klimatischen Bedingungen noch unverändert (18).

Ist die Lufttemperatur niedriger als 31°C , dann erhöht die Sonneneinstrahlung die Körpertemperatur sowohl bei europäischen Rassen wie auch bei Zebus. Bei noch höheren atmosphärischen Temperaturen hat die direkte Sonneneinstrahlung nur eine geringe Wirkung auf die Rektaltemperatur der Tiere (38).

3. Fell- und Hauttemperatur

Zur Erhaltung des thermischen Gleichgewichts bei Rindern, die in Gegenden mit hohen Temperaturen leben, spielt die Beschaffenheit der Haut und der Haare sowie ihre Farbe keine geringe Rolle. Bekanntlich absorbiert eine weiße Fläche nur etwa 20% , eine schwarze dagegen 80% der Lichtstrahlen. Die Farbe von Haut und Haar ist daher ein bedeutsamer Faktor in der Hitzeresistenz der Tiere. Zebu-Rinder unterscheiden sich in der Beschaffenheit der Haut von anderen Rinderrassen dadurch, daß sie die dickste Epidermis, die dünnste Lederhaut und die größte Entwicklung der Talg- und Schweißdrüsen aufweisen. Die Anzahl der Haarfollikel bei reinen Zebus beträgt 1698 pro cm^2 und bei Zebu \times Shorthorn-Kreuzungen 1321 pro cm^2 (7, 13).

Während das Fell beim Kamel einen ausgezeichneten Schutz gegen die Hitzeeinwirkung bietet, scheint dies beim Rind nicht der Fall zu sein, denn in heißen Zonen sind Rinder mit glattem Sommerfell Tieren mit dichtem Winterfell überlegen. Das Fell aller Rinder tropischen Typs ist dünn und glatt, und von den europäischen Rinderrassen zeigen diejenigen eine

schlechte Hitzeverträglichkeit, die das dickste Fell haben. Allerdings ist die Fellart nicht der einzige Grund für die Hitzeverträglichkeit eines Rindes, denn ein glattes, kurzhaariges Fell kann auf einen hohen Stoffwechsel hindeuten und auf die Fähigkeit eines Tieres, auf Streß vorteilhaft zu reagieren (33).

Haut- und Rektaltemperaturen weisen unter atmosphärischen Temperaturen von 38 bis 40° C gleiche Werte auf. Die Körperoberfläche zeigt an den verschiedenen Stellen unterschiedliche Temperaturen, selbst symmetrische Körperstellen haben selten die gleiche Temperatur. Die niedrigste Temperatur findet man an der Hornspitze, am Ohr und an den Klauen. Die geringste Temperaturschwankung zeigt das Euter. Die Hauttemperatur steigt gewöhnlich linear mit der Lufttemperatur, wobei kein Unterschied zwischen den Rassen besteht. Allerdings zeigen oft Tiere einer Rasse unter den gleichen Bedingungen an den selben Körperstellen unterschiedliche Hauttemperaturen, so daß die Hauttemperatur allein keinen Aussagewert für die Hitzeresistenz der Tiere hat (1).

Bei europäischen Rassen wie auch bei Zebus hat die relative Luftfeuchtigkeit ebenfalls eine Wirkung auf die Hauttemperatur. Bei atmosphärischen Temperaturen von 25° C liegt die Hauttemperatur bei niedriger relativer Luftfeuchtigkeit infolge der verstärkten Verdunstung tiefer als bei hoher. Bei Zebus bewirkt die Abnahme der relativen Luftfeuchtigkeit bereits bei einer Außentemperatur von 37° C ein Sinken der Hauttemperatur, bei europäischen Rassen jedoch erst bei 30° C. Die Spanne physiologisch noch tragbarer Temperaturen wird durch eine gesteigerte Luftbewegung noch vergrößert; die Verringerung der Oberflächentemperatur durch die Luftbewegung ist mehr auf die Ventilationskühlung als auf die Verdunstungskühlung zurückzuführen. Unter solchen Umständen ist die Hauttemperatur der Zebus ständig niedriger als die europäischer Rassen. Die kühlende Wirkung ist größer, wenn von schwacher auf mittlere, als wenn von mittlerer auf starke Luftbewegung gesteigert wird (36, 37).

4. Atmung

Rinder besitzen die Fähigkeit zur Abkühlung ihres Körpers bei hohen Außentemperaturen in verstärktem Maße Wasser zu verdunsten. Dies geschieht zum Teil durch die Lunge, wobei das Atemvolumen und die Zahl der Atemzüge entscheidende Faktoren sind. Erhöhte Lufttemperaturen haben daher eine verstärkte Atmungstätigkeit zur Folge. Zebu-Rinder weisen bei atmosphärischen Temperaturen von 20 bis 40° C eine niedrigere Atmungsfrequenz auf als europäische Rassen, und zwar zählt man bei Zebus 130 und bei europäischen Rindern 160 Atemzüge in der Minute. Die Atmungskurve steigt bei europäischen Rassen S-förmig an, wobei sie bei Lufttemperaturen von 20 bis 35° C hochschnellt und sich dann stabilisiert. Bei Zebus dagegen zeigt die Atmungskurve bis 27° C einen geringen Anstieg, zwischen 27 und 40° C jedoch einen verhältnismäßig starken (14).

Das Atemvolumen ist für das Ausmaß der Verdunstung durch die Lunge von entscheidender Bedeutung. Bei Lufttemperaturen von 40° C ist das Atemvolumen der Jersey beispielsweise um 5% größer als das ihrer Kreuzungsprodukte mit Zebus, aber nur dann, wenn die relative Luftfeuchtigkeit gering ist. Die Wassermenge, die durch die Atmungsorgane bei Lufttemperaturen von 40° C verdunstet wird, beträgt in 1 Stunde pro 1 m² Körperoberfläche bei europäischen Rassen 50 g und bei Zebus 30 g. Ist jedoch die relative Luftfeuchtigkeit hoch, dann übertrifft die Verdunstung durch die Atmung bei Zebus diejenige der reinrassigen Tiere bedeutend (16, 24).

Bei hoher Temperatur und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 65% sinkt die Atmungs- und Lungenventilationsrate bei Zebus wie auch bei europäischen Rindern unter dem Einfluß der Luftbewegung, und zwar bewirkt starker Wind eine um 30% größere Senkung der Atmungs- und Verdunstungsrate als schwacher.

Die Atmungsverdunstung hat unter hohen Lufttemperaturen und mittlerer relativer Luftfeuchtigkeit die Verringerung der von den Rindern erzeugten Gesamtwärme um 30% zur Folge. Es ist allerdings zu beobachten, daß dies besonders auf europäische Rinderrassen und in geringerem Maße auf Zebus zutrifft.

Zebu-Rinder haben einen angeborenen niedrigeren Stoffwechsel als europäische Rassen. Bei Temperaturen von 10° C liegt die Wärmerezeugung bei Holstein-Rindern beispielsweise zwischen 800 und 1000 kcal/Stunde, bei Jersey-Rindern zwischen 600 und 700 kcal/Stunde, und bei Zebus beträgt sie nur 450 bis 500 kcal/Stunde. Untersuchungen an Milchkühen haben gezeigt, daß der Stoffwechsel bei Lufttemperaturen bis zu 38° C abnahm, was man mit dem plötzlichen Abfall der Milchleistung und der verringerten Futteraufnahme unter starker Hitzebelastung erklärte. Als sich die Lufttemperatur auf 41° C erhöhte, stellte man wieder einen beachtlichen Anstieg des Stoffwechsels fest, den man auf die verstärkte Muskeltätigkeit beim Hecheln zurückführte. Jedoch ist es nicht leicht, die vielen Teilfaktoren zu trennen, die beim Stoffwechsel eines Rindes unter hohen atmosphärischen Temperaturen mitwirken (18, 33).

5. Wärmeregulierung durch Oberflächenverdunstung

Die Wärmeregulierung geschieht bei Rindern nicht nur durch die Atmungsverdunstung, sondern vor allem durch die Oberflächenverdunstung. Hierbei unterscheidet man mehrere Arten, nämlich Oberflächenverdunstung ohne Mithilfe der Schweißdrüsen, Oberflächenverdunstung des Schweißdrüsensekrets, Oberflächenverdunstung nach Anfeuchten durch Berieseln oder Beleben der Haut (23).

Die Verdunstungsgeschwindigkeit ist abhängig von der Menge der Flüssigkeit auf der Haut, der Oberflächentemperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit und der Stärke der Luftbewegung. Untersuchungen an indi-

schen Zebus ergaben, daß die Verdunstung an den einzelnen Körperstellen verschieden stark ist; sie beträgt auf der Haut am Höcker 149%, am Nacken 124%, am Bauch 72% und am Trierl 58% (6).

Der Wasserverlust durch Oberflächenverdunstung wurde bei Zebu × Jersey-Färsen, die einer Lufttemperatur von 42° C ausgesetzt waren, mit 320 g/m² Körperoberfläche und Stunde ermittelt, während er sich bei Ayrshire-Färsen unter gleichen Bedingungen auf 160 g/m² belief. Bei einer Steigerung der Lufttemperatur auf 48° C betrug der Wasserverlust bei den Zebu × Jersey-Färsen 620 g und bei den reinen Ayrshire-Färsen nur 140 g/m² Körperoberfläche und Stunde (9).

Man fand, daß sowohl Rinder in gemäßigten als auch in tropischen Zonen nur 1 Schweißdrüse pro Haarfollikel haben. Da jedoch die Zahl der Haarfollikel pro cm² Hautoberfläche bei Zebus um 25 bis 30% größer als bei europäischen Rinderrassen ist, besitzen sie auch mehr Schweißdrüsen. Die Fähigkeit der Zebus, mehr Schweiß abzusondern, ist jedoch nicht allein auf die höhere Zahl der Drüsen zurückzuführen. Auch die Größe der Schweißdrüsen ist von Rasse zu Rasse verschieden. So sind z. B. die Drüsen der Sahiwal in der Länge um 70% und im Querschnitt um 55% größer als die der Jersey. Ihr Gesamtschweißdrüsenvolumen liegt daher um 340% höher (29).

Das Schweißdrüsenvolumen ändert sich jedoch mit der Jahreszeit. Vermutlich bestehen auch Beziehungen zwischen dem Schweißdrüsenvolumen und der umgebenden Temperatur einerseits und der körperlichen Tätigkeit andererseits, da man eine Vermehrung des Drüsenvolumens durch verstärkte Schweißabsonderung nach anstrengender Arbeit nachweisen konnte (11).

Ein struktureller Unterschied liegt auch darin, daß die Schweißdrüsen bei Zebus viel dichter an der Hautoberfläche zu finden sind als bei europäischen Rindern. So beträgt die durchschnittliche Tiefe unter der Hautoberfläche bei Red Sindhi 780 μ an der Wamme und 756 μ an der Körpermitte. Bei Jersey liegen die Schweißdrüsen ca. 940 μ , bei Red Polled 1112 μ und bei Holstein 894 μ unter der Hautoberfläche (27, 28).

6. Der Höcker

Eines der auffälligsten Merkmale der äußeren Gestalt des Zebu-Rindes ist sein Höcker. Er wurde vielfach untersucht, jedoch konnten seine physiologischen Funktionen bisher noch nicht endgültig geklärt werden. Anatomisch gesehen besteht der Höcker aus stark vergrößerten Rhomboideus-cervicis-Muskeln. Es gibt unter den vielen Zebu-Rassen beträchtliche Unterschiede in der Größe und Form des Höckers. Bei den afrikanischen Kurzhorn-Zebus liegt der Höcker über dem 1. bis 6. Brustwirbel, während er sich beim Langhorn-Zebu zwischen dem 6. bis 7. Halswirbel und dem 4. bis 5. Brustwirbel befindet. Bei Zebu-Kreuzungen ist der Höcker kürzer, schmaler und sitzt mehr zum Nacken hin als bei reinen Zebu-Rassen (25, 34).

Der Höcker hat keine besondere Bedeutung in der Bewegungsmechanik und für die Fettablagerung oder Nährstoffaufspeicherung. Im Buckel des Zebu-Rindes kommt es zu einer Fetteinlagerung nur am oberen Rand unter der Haut. Im Höckermuskel selbst findet man zwischen den einzelnen Muskelbündeln nur geringe Fetteinlagerungen, was bei einem Querschnitt schachbrettartig aussieht. Selbstverständlich ist der Fettanteil bei Tieren in sehr gutem Ernährungszustand höher als bei mageren. Der Buckel ist im übrigen immer beim männlichen Rind stärker ausgeprägt als beim weiblichen und kann vielleicht als sekundäres Geschlechtsmerkmal angesehen werden.

Hier soll gleichzeitig darauf hingewiesen werden, daß die Verteilung des Fetttes im Körper des Rindes in warmen Zonen sich weitgehend von der der Rinder in gemäßigten Ländern unterscheidet. Das heiße Klima verlangt von den Zebus keine isolierende subkutane Fettschicht gegen Witterungseinflüsse, so daß unter der Haut so gut wie gar kein Fett eingelagert wird. Auch Fettpolster um Nieren und Mesenterium sind schwächer ausgebildet. Das Depotfett der Zebus befindet sich hauptsächlich intramuskulär. Die andersgeartete Fettablagerung der Zebus erleichtert dem Organismus die Wärmeabgabe unter hohen Temperaturen und wird für einen der Gründe für die bessere Hitzeverträglichkeit gehalten (3).

Zudem nimmt man an, daß der Höcker mit seiner großen Konzentration an Schweißdrüsen und der daraus resultierenden hohen Wasserverdunstungsrate im besonderen Maße zur Wärmeregulierung beiträgt (6, 32).

7. Das Blut

Am Wärmeausgleich und an der Übertragung von Wärmereizen nimmt das Blut als Transportmittel von Sauerstoff, Nährstoffen, Stoffwechselprodukten, Hormonen und Antikörpern teil. Bodenständige höckerlose Rinder sowie Zebus und eingeführte Leistungsrassen zeigen in den Tropen und Subtropen eine andere Zusammensetzung des Blutplasma und der festen Blutbestandteile als Rinder in gemäßigten Zonen. Ihre Anpassungsfähigkeit liegt zum Teil darin begründet.

Zebu-Rinder wie auch europäische Rassen weisen unter Temperaturen von 40° C die größten Veränderungen im Blutkreatin, in der CO₂-Bindungsfähigkeit, in der Ascorbinsäure, im Cholesterin und in den Fettsäuren auf. Der Kreatinspiegel steigt auf über 100%, während die CO₂-Bindungsfähigkeit, die Ascorbinsäure und das Cholesterin auf 50% sinken. Der Anstieg des Kreatins ist auf den erhöhten N-Stoffwechsel bei einer verringerten Futtermittelaufnahme zurückzuführen. Die Abnahme der CO₂-Bindungsfähigkeit beruht auf einer Ketonanhäufung, die einer verminderten Futteraufnahme folgt. Die Ascorbinsäure- und Cholesterinabnahme ist dem adrenocortischen Reiz durch die Wärmebelastung zuzuschreiben. Kaum wahrnehmbar sind die Veränderungen bei Glucose und Lymphozyten (4). In tropischen Zonen weisen Zebu-Rinder einen Albumingehalt

des Blutes von 2,48 g pro 100 ml Blut in der Regenzeit und 1,83 g pro 100 ml Blut in der trockenen Jahreszeit auf (22, 31). Das Proteinsserum ist in den gleichen Zonen mit Werten von 64,5 g und 89,2 g pro 1 l Blut großen Schwankungen unterworfen, wobei sich Jahreszeit, Rasse, Trächtigkeit und Laktation sowie die Lufttemperatur und die Qualität und Menge des aufgenommenen Futters auswirken. Der Globulingehalt beträgt in den Tropen 47 g bis 59 g pro 1 l Blut, wobei es beträchtliche individuelle Unterschiede gibt; vor allem erfährt er durch Trächtigkeit und Laktation eine Steigerung, während Außentemperaturen und Jahreszeiten keinen großen Einfluß ausüben. Das Verhältnis Albumin : Globulin ist sehr verschieden. Man schätzt einen Wert von 0,75 in den gemäßigten Zonen und 0,60 in den Tropen (19, 20, 21). Untersuchungen an indischen Zebus ergaben, daß die Erythrozyten-, Leukozyten-, Hämoglobin-, Eisen-, Calcium-, Phosphor- und Zuckerwerte bei jungen Tieren am höchsten lagen und mit fortschreitendem Alter abnahmen (26). Auch zeigen Zebu-Rassen im Vergleich zu europäischen Leistungsrassen ein höheres Zellvolumen im Blut, eine höhere Na-Konzentration der Erythrozyten und ein höheres spez. Gewicht des Blutes (8). Bei europäischen Rassen sinkt der Hämoglobingehalt unter dem Einfluß hoher Lufttemperaturen; hohe relative Luftfeuchtigkeit wirkt sich dagegen auf ihn nicht aus. Bodenständige Rinder und Zebu-Kreuzungsprodukte weisen niedrigere Hämoglobinwerte auf als europäische Rassen. Bei Jersey-Rindern fand man unter Lufttemperaturen von 39° C die höchste Hämoglobinmenge, nämlich 7,1 g pro 100 ml Blut (10).

Wie neuere Untersuchungen zeigen, bestehen genetische Beziehungen zwischen bestimmten Eigenschaften des Blutes und Leistungsmerkmalen bei Haustieren. Tropische und subtropische Rinderrassen weisen einen weit höheren Anteil an AB- und B-Hämoglobintypen auf als europäische Rinder. Die ungleichmäßige Verteilung bei den verschiedenen Rassen hat man damit zu erklären versucht, daß das im elektrischen Feld schneller werdende Hämoglobin B für die Hitzeresistenz der Rinder verantwortlich ist (3, 30).

8. Wasseraufnahme und Wasserausscheidung

In heißen Zonen können Rinder nicht allzu lange Zeit ohne Tränkwasser auskommen wie beispielsweise Kamele. Der Wasserverbrauch der Kühe ist in kühler Umgebung bereits hoch und nimmt bei steigender Temperatur zu. Der Wasserverbrauch von nicht-laktierenden Kühen beträgt pro Tag 6% des Körpergewichts, das entspricht der vierfachen Wassermenge, die ein Kamel in kühler Umgebung bei täglichem Tränken aufnimmt. Durch selteneres Tränken kann man den Wasserverbrauch reduzieren. So nehmen z. B. Zebu-Rinder, die in Abständen von 2 bis 3 Tagen getränkt werden, um 12 bis 30% weniger Wasser auf, als bei täglichem Tränken. Das Ergebnis der Wassereinschränkung ist zunächst die Verminderung der sonst in großen Mengen erfolgenden Produktion von stark verdünntem Urin.

Unter erhöhten atmosphärischen Temperaturen vermehren Rinder ihre Wasseraufnahme derart, daß sie bei häufigerem Urinieren und gleichzeitiger erhöhter Urinausscheidung eine geringere Konzentration des Urins zeigen. Die Menge des aufgenommenen Wassers übersteigt also diejenige, die nötig wäre, um die verstärkte Wasserverdunstung auszugleichen. Offenbar nehmen sie so viel Tränkwasser auf, nicht um einer Dehydratation vorzubeugen, sondern um ihren Körper unmittelbar mit großen Mengen kalten Wassers zu kühlen.

Beachtung verdient auch die Tatsache, daß der Kot gut getränkter Rinder von weicher Konsistenz ist und in großen Mengen produziert wird, während er von Tieren, die beispielsweise im semiariden Mittelastralien auf Weiden gehalten werden, fest und fast trocken ist.

Der Wasserverlust durch Speichelfluß kann bei tropischen Rassen 10 bis 15 l pro Tag betragen, wobei auch beachtliche Verluste an Mineralstoffen, besonders an Natrium und Kaliumbikarbonat und ein sich daraus ergebender erheblicher Salzverlust zu beobachten sind (33).

9. Zusammenfassung

Rinder sind dem tropischen Klima nicht gut angepaßt, denn die hohen atmosphärischen Temperaturen und die relative Luftfeuchtigkeit beeinflussen ihren Organismus in erheblichem Maße. Zebu-Rinder sind jedoch besser als europäische Rinder befähigt, den durch das Klima bedingten Härten zu begegnen. Die Gründe dafür sind darin zu suchen, daß das Zebu-Rind einerseits eine geringere Wärmeerzeugung durch den Stoffwechsel aufweist als das europäische Rind und daß es andererseits die Wärmeabgabe besser regulieren kann. Dies geschieht hauptsächlich durch die Oberflächenverdunstung der Haut und nur bis zu 30% durch die Atmungsverdunstung. Die dünnere Haut, das größere Schweißdrüsenvolumen und die günstigere Verteilung des Fettes im Körper erleichtern dem Zebu-Rind die Wärmeabgabe.

Summary

Cattle are not very well adapted to tropical climates. The high temperatures and relatively high humidity affect their vital physiological function.

Zebu-cattle are better adapted to extreme environmental conditions than European cattle breeds. This is due to their lower metabolic heat production and better regulation of body temperature. The better regulation of body temperature in Zebu-cattle results from their greater volume of sweat glands and thinner skins. European cattle experience difficulty in expelling surplus heat and are, therefore, much less adapted to tropical climates.

Literaturverzeichnis

1. ALLEN, T. E., 1962: Responses of Zebu, Jersey and Zebu × Jersey crossbred heifers to rising temperature, with particular reference to sweating. — Aust. J. agric. Res., 13.
2. BADRELDIN, A. L., M. M. OLOUFA, A. A. ASKER und M. A. GHANY, 1951: Effects of seasonal variations on body temperature, respiration rate and pulse rate of cattle and buffaloes. — Bull. Fac. Agric., Fouad I, Univ. (Cairo), Nr. 4.
3. BARTHA, R., 1958: Vergleichende Untersuchungen über physiologisches Verhalten, Aufzucht, Fütterung und Leistung des Zebu-Azaouak-Rindes unter den wechselnden klimatischen Verhältnissen der sahelinen Zone Afrikas. — Gießen.
4. BLINCOE, C. und S. BRODY, G. BURGE, H. G. TURNER, D. WORSTELL und J. R. ELLIOTT, 1951: The influence of temperature on blood composition of cattle. — Res. Bull. Mo. agric. Exp. Sta., Nr. 488.
5. BONSMAN, J. C., 1963: Betrachtungen über das Tier und seine Umwelt. — Züchtungskunde, H. 9/10.
6. CHOWDHURY, D. R. und D. P. SADHU, 1961: Rate of evaporation from different regions of the skin of Indian Zebu cattle. — Nature (Lond.), 189.
7. DOWLING, D. F., 1955: The hair follicle and apocrine gland populations of Zebu (*Bos indicus* L.) and Shorthorn (*Bos taurus* L.) cattle skin. — Aust. J. agric. Res., 6.
8. EVANS, J. V., 1963: Adaptation to subtropical environments by Zebu and British breeds of cattle in relation to erythrocyte characters. — Aust. J. agric. Res., 14.
9. FERGUSON, K. A. und D. F. DOWLING, 1955: The function of cattle sweat glands. — Aust. J. agric. Res., 6.
10. GAZTAMBIDE ARRILLAGA, C., W. L. HENNING und R. C. MILLER, 1952: The effects of environmental temperature and relative humidity on the acclimation of cattle to the tropics. — J. Anim. Sci., 11.
11. HAYMAN, R. H. und T. NAY, 1958: Sweat glands in Zebu and European cattle. II. Effects of season and exercises on sweat gland volume. — Aust. J. agric. Res., 9.
12. JOHNSTON, J. E., H. NAELAPAA und J. B. FREYE, 1963: Physiological responses of Holstein, Brown Swiss and Red Sindhi crossbred bulls exposed to high temperatures and humidities. — J. Anim. Sci., 22.
13. KACY, G. D., 1964: The structure of the skin of cows in relation to breed. — Zivotnovodstvo., 26.
14. KIBLER, H. H. und S. BRODY, 1950: Effects and cardiorespiratory activities in Brahman, Jersey and Holstein cows. — Res. Bull. Mo. agric. Exp. Sta., Nr. 464.
15. KIBLER, H. H. und S. BRODY, 1951: Influence of increasing temperature, 40 to 105° F, on heat production and cardiorespiratory activities in Brown Swiss and Brahman cows and heifers. — Res. Bull. Mo. agric., Exp. Sta., Nr. 473.
16. KIBLER, H. H. und S. BRODY, 1952: Relative Efficiency of surface evaporative, respiratory evaporative and nonevaporative cooling in relation to heat production in Jersey, Holstein, Brown Swiss and Brahman cattle, 5 to 105° F. — Res. Bull. Mo. agric. Exp. Sta., Nr. 497.
17. KIBLER, H. H. und S. BRODY, 1953: Influence of humidity on heat exchange and body temperature regulation in Jersey, Holstein, Brahman and Brown Swiss cattle. — Res. Bull. Mo. agric. Exp. Sta., Nr. 522.

18. KIBLER, H. H. und S. BRODY, 1954: Influence of wind on heat exchange and body temperature regulation in Jersey, Holstein, Brown Swiss and Brahman cattle. — Res. Bull. Mo. agric. Exp. Sta., Nr. 552.
19. LABOUCHE, Cl., 1964: La protéinémie chez la vache. — Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., H. 4.
20. LABOUCHE, Cl., P. AMALOU, 1963: Variations physiologiques des protéines totales du sérum de vache adulte en milieu tropical. — C. R. Soc. Biol., 157.
21. LABOUCHE, Cl., P. AMALOU und H. CALVET, 1963: Variations physiologiques de globulines sériques de la vache adulte en milieu tropical. — C. R. Soc. Biol., 158.
22. LABOUCHE, Cl., P. AMALOU und H. CALVET, 1963: Variations physiologiques de l'albumine sérique chez la vache adulte en milieu tropical. — C. R. Soc. Biol., 157.
23. LEE, D. H. K., 1955: La tolérance à la chaleur chez les animaux domestiques. — FAO, Rome.
24. McDOWELL, R. E., D. H. K. LEE, M. H. FOHRMAN und R. S. ANDERSON, 1953: Respiratory activity as an index of heat tolerance in Jersey and Sindhi \times Jersey (F₁) crossbred cows — J. Anim. Sci., 12.
25. MILNE, A. H., 1954: The humps of African cattle types. — Aust. vet. J., 30.
26. MULLICK, D. M. und A. K. PAL, 1943: Studies on the composition of the blood of farm animals in India. — Ind. Vet. J., 13.
27. NAY, T. und D. F. DOWLING, 1957: Size of sweat glands in Shorthorn strains and Zebu \times Shorthorn crossbred cattle. — Aust. J. agric. Res., 8.
28. NAY, T. und R. H. HAYMAN, 1956: Sweat glands in Zebu and European cattle. I. Size of individual glands, the denseness of their depth below the skin surface. — Aust. J. agric. Res., 7.
29. PAN, Y. S., 1963: Quantitative and morphological variation of sweat glands, skin thickness, and skin shrinkage over various body regions of Sahiwal Zebu and Jersey cattle. — Aust. J. agric. Res., 14.
30. RICHTER, K., 1961: Neuere Untersuchungsergebnisse zur Jungrindermast. — Züchtungskunde, Bd. 33.
31. Ross, J. G., 1960: Normal serum albumen values in Nigerian Zebu cattle. — Vet. Res., 72.
32. SADHU, D. P. und D. R. CHOWDHURY, 1963: Consumption of oxygen by sweat glands of Indian Zebu cattle. — Nature (Lond.) 198.
33. SCHMIDT-NIELSEN, K., 1964: Desert animals. — London.
34. SLIJPER, E. J., 1951: On the hump of the Zebu and Zebu-crosses. — Reprinted from Hemera Zoa, 58.
35. SOMMER, H., 1965: Meteorobiologie und Tierzucht. — Der Tierzüchter, H. 14.
36. THOMPSON, H. J., D. M. WORSTELL und S. BRODY, 1953: The effect of humidity on insensible weight loss, total vaporized moisture, and surface temperature in cattle. — Res. Bull. Mo. agric. Exp. Sta., 531.
37. THOMPSON, H. J., YECK, R. G., D. M. WORSTELL und S. BRODY, 1954: The effect of wind on evaporative cooling and surface temperature in dairy cattle. — Res. Bull. agric. Exp. Sta., 548.
38. WILLIAMS, J. S., R. R. SHRODE, R. E. LEIGHTON und I. W. RUPEL, 1960: A study of the influence of solar radiation of physiological responses of dairy cattle. — J. Dairy Sci., 43.