

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires
<b>Herausgeber:</b>	Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte
<b>Band:</b>	95 (1953)
<b>Heft:</b>	8
<b>Artikel:</b>	Einige physiologische Reaktionen des Rindes auf atmosphärische Hitze
<b>Autor:</b>	Bianca, W.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-591537">https://doi.org/10.5169/seals-591537</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Einige physiologische Reaktionen des Rindes auf atmosphärische Hitze<sup>1</sup>

Von Dr. W. Bianca

### I. Einleitung

Das Studium von Fragen über den Einfluß von Klima und Wetter auf den tierischen Organismus hat in neuerer Zeit vermehrte Bedeutung erlangt. Eine systematische Verbesserung der Haustierbestände in Gebieten, in welchen extreme klimatische Verhältnisse herrschen, erscheint undenkbar ohne eine eingehende Kenntnis der Reaktionen des Tierkörpers gegenüber verschiedenenartigen spezifischen Klimabedingungen. Aber auch in der gemäßigten Klimazone muß die Klimaphysiologie als ein wertvolles Hilfsmittel für die Durchführung züchterischer und haltungstechnischer Maßnahmen zur Erhöhung der tierischen Produktion angesehen werden.

Die vom wirtschaftlichen Standpunkt aus interessierenden Leistungen des Tierkörpers, wie der Ansatz von Fleisch und die Sekretion von Milch, sind keineswegs isolierte Vorgänge. Sie stellen Endglieder von Ketten zahlreicher physiologischer Einzelprozesse dar. Es erhebt sich daher die Forderung nach einer möglichst vollständigen Erfassung der Lebensvorgänge des Organismus in Abhängigkeit von seinem klimatischen Milieu.

Unter den verschiedenen Klimaten ist es das feucht-heiße, windarme Klima, welches dem homöothermen Organismus die größten Anpassungsschwierigkeiten bereitet. Es erschwert insbesondere die Abgabe der überschüssigen Körperwärme an die Umgebung. Damit hierdurch keine Störung der Wärmebilanz entsteht, ergreift der Organismus verschiedene kompensatorische Maßnahmen.

In der vorliegenden Arbeit wurde das kurzfristige Verhalten der Herzfrequenz, der Atmungsfrequenz, der Rektaltemperatur, der Plasmatrockensubstanz und des Hämoglobins des Rindes in der feucht-heißen Atmosphäre einer Klimakammer untersucht.

### II. Methode

Als Versuchstiere dienten zwei halbjährige, bei ausschließlicher Stallhaltung aufgewachsene Stierkälber der Ayrshire Rasse. Tier A hatte bei Beginn der Untersuchung bereits eine sechswöchige Versuchsperiode hinter sich, in deren Verlauf es täglich während mehrerer Stunden Lufttemperaturen zwischen 20 und 40°C ausgesetzt worden war. Tier B hatte vorgängig keinerlei Kontakt mit hohen Lufttemperaturen gehabt.

<sup>1</sup> Der vorliegende Bericht ist ein Ausschnitt aus einer langfristigen Untersuchung über die Physiologie der Wärmeregulierung bei landwirtschaftlichen Haustieren, die am „Hannah Dairy Research Institute“, Kirkhill, Ayr (Schottland) zur Durchführung gelangt. Für die Erlaubnis zur Veröffentlichung der Arbeit sei dem Direktor des Institutes bestens gedankt.

Beide Tiere wurden in einem Stall gehalten, dessen Lufttemperaturen während des untersuchten Zeitabschnittes zwischen 12 und 20° C schwankten. An 5 aufeinanderfolgenden Tagen verbrachte man jedes Tier einzeln für die Dauer von 2 bis 3 Stunden in eine Klimakammer. Hier wurde ihnen weder Futter noch Wasser verabreicht. Versuche, in denen die Rektaltemperatur des Prüflings 41° C erreichte, wurden vorzeitig abgebrochen.

In der Klimakammer herrschten konstante klimatische Bedingungen. Die Lufttemperatur betrug 35° C, die absolute Luftfeuchtigkeit 34 g/m<sup>3</sup>, entsprechend einer relativen Luftfeuchtigkeit von 85%. Die Luftbewegung beschränkte sich auf die für die fortlaufende Erneuerung der Luft in der Kammer notwendige Luftumwälzung.

Kurz vor Eintritt in die Kammer und unmittelbar vor Verlassen derselben wurde jedem Tier aus der vena jugularis eine Blutprobe von je 5 ml entnommen. In dem durch einen Zusatz von 0,2% Kaliumoxalat ungerinnbar gemachten Blut bestimmte man den Hämoglobingehalt (nach Sahli) und anschließend im Plasma den Trockensubstanzgehalt (Trocknen 1/2 Stunde auf Wasserbad und 3 Stunden im Thermostat bei 100,5° C).

Während des Aufenthaltes der Tiere in der Kammer wurden fortlaufend alle 5 Minuten die nachfolgenden Größen bestimmt: Herzfrequenz (Kupferelektroden, Verstärkeranlage, kymographische Registrierung über einen elektromagnetischen Schreiber); Atmungsfrequenz (Stethograph, kymographische Registrierung über einen Trommelschreiber); Rektaltemperatur (Thermoelement, fortlaufend ablesbar an einem Galvanometer).

Sämtliche Ablesungen der genannten drei Größen erfolgten in einem neben der Klimakammer gelegenen Meßraum, wodurch eine psychische Beeinflussung der Versuchstiere vermieden wurde.

### III. Ergebnisse

Die gewonnenen Ergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt und in den Abbildungen 1 und 2 graphisch dargestellt. Die feuchte Hitze der Klimakammer wurde von beiden Versuchstieren gleichsinnig, jedoch in unterschiedlicher Stärke beantwortet. Gesamthaft zeigten alle fünf an den Tieren untersuchten Größen einen Anstieg; entweder mit fortschreitender Expositionszeit (Herzfrequenz, Atmungsfrequenz, Rektaltemperatur), oder in Form einer Differenz zwischen dem vor Beginn und dem am Ende des Kammeraufenthaltes bestimmten Wert (Plasmatrockensubstanz, Hämoglobin). Im einzelnen ließ sich folgendes feststellen:

**Herzfrequenz:** Diese nahm im Verlaufe der 2 1/4 stündigen Hitzeexposition um durchschnittlich 26 Schläge pro Minute (von 100 auf 126) zu. Der Anstieg verlief der Zeit annähernd proportional; er war bei Tier B deutlich stärker als bei Tier A.

**Atmungsfrequenz:** Die Kurven der Atmungsfrequenz stiegen zu Beginn des Kammeraufenthaltes steil an, wurden dann flacher und gingen schließlich, im Bereich von 190–220 Atemzügen pro Minute, in ein Plateau über. Bezogen auf die Vor-Kammerwerte bedeutet dies eine Zunahme von der Größenordnung von 500%. Auch bezüglich dieser Größe reagierte Tier B stärker als sein Versuchspartner, indem es in einem fast linearen Anstieg bereits nach einer Expositionszeit von 3/4 Stunden nahezu seinen endgültigen Plateauwert erreichte.

*Rektaltemperatur*: Die Rektaltemperatur stieg von Beginn bis Ende eines jeden Aufenthaltes in der Klimakammer kontinuierlich an. Die Zunahmen wurden mit fortschreitender Zeit etwas kleiner. Im Gegensatz zur Atmungsfrequenz stellten sich die Werte der Rektaltemperatur im beobachteten

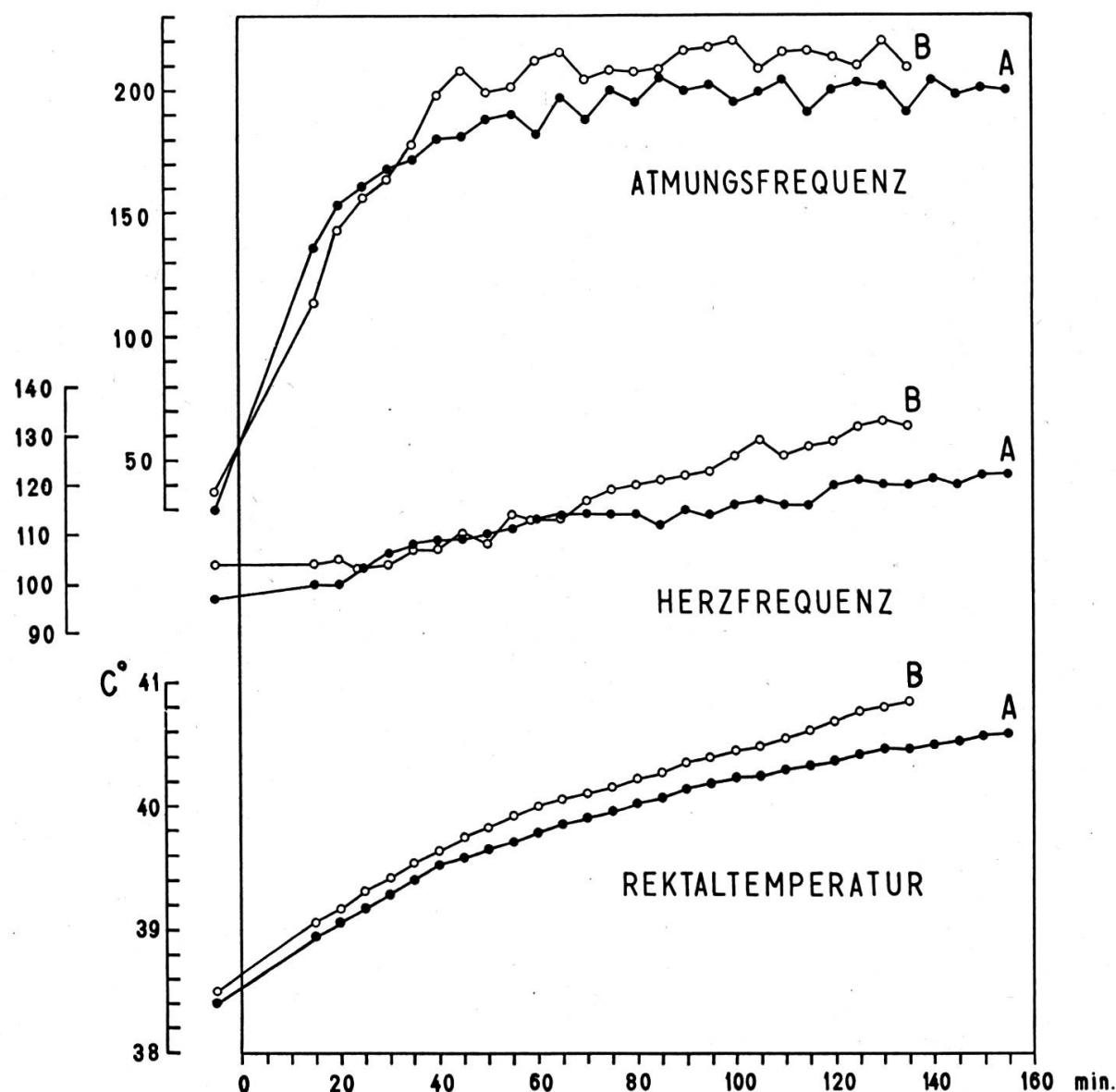


Abbildung 1. Atmungsfrequenz (pro Min.), Herzfrequenz (pro Min.) und Rektaltemperatur der Tiere A und B, in Abhängigkeit von der Expositionszeit in der Klimakammer.

Zeitabschnitt jedoch nicht auf ein konstantes Niveau ein. Der mittlere Temperaturanstieg betrug bei Tier A  $2,05^{\circ}\text{C}$  (von  $38,40$  auf  $40,45^{\circ}\text{C}$ ), bei Tier B  $2,34^{\circ}\text{C}$  (von  $38,50$  auf  $40,84^{\circ}\text{C}$ ).

*Plasmatrockensubstanz*: Die Werte der Plasmatrockensubstanz, welche am Ende der Hitzeexposition bestimmt wurden, lagen durchgehend höher als die korrespondierenden Ausgangswerte. Sie betrugen im Mittel bei

Tier A 8,39 % gegenüber 7,99 % (Differenz: 0,40 %), bei Tier B 8,57 % gegenüber 8,29 % (Differenz: 0,28 %). Die Differenzen zwischen dem Anfangs- und Endwert eines jeden Einzelversuches zeigten die Tendenz vom ersten zum letzten Versuch abzunehmen. Ob es sich hierbei bereits um einen Akklimatisationseffekt handelt, lässt sich auf Grund der vorliegenden Versuchsanordnung nicht entscheiden.

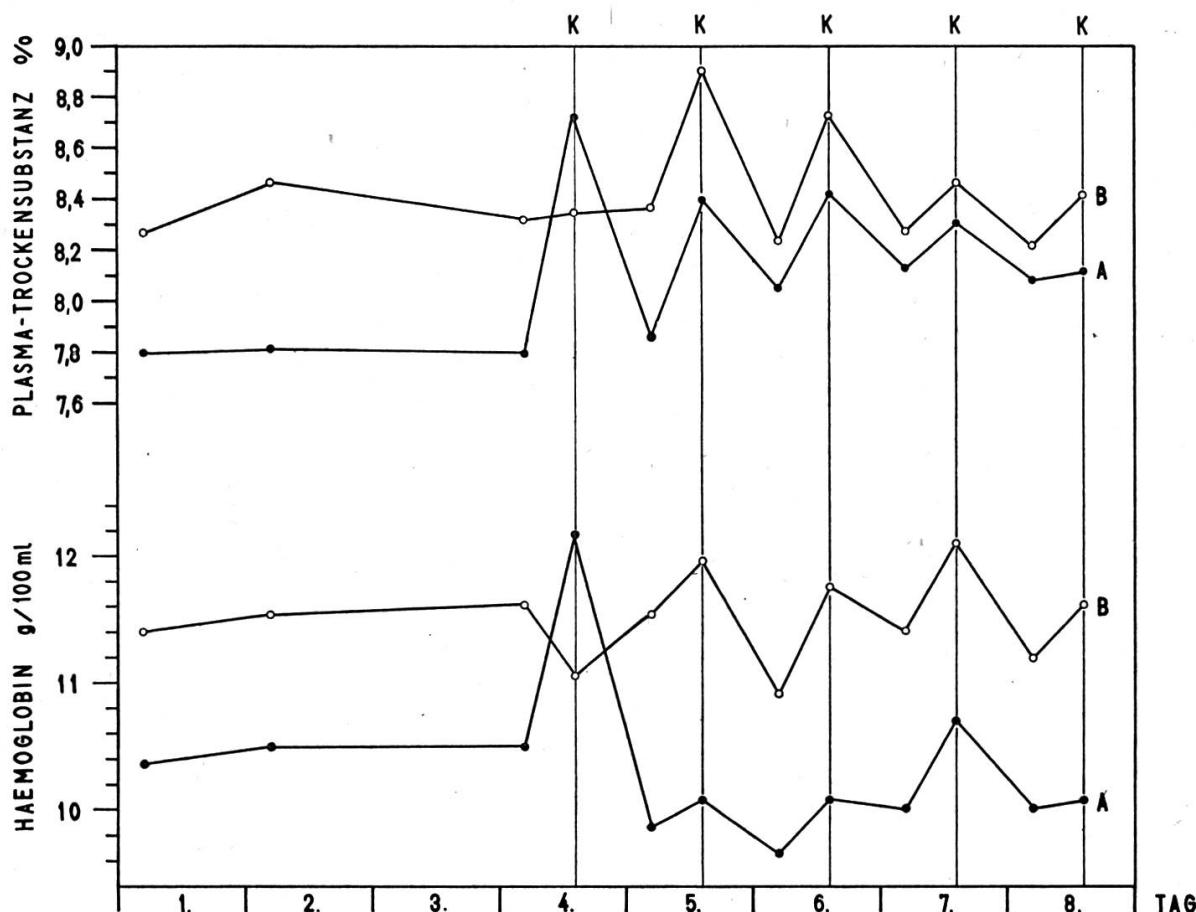


Abbildung 2. Trockensubstanzgehalt des Plasmas und Hämoglobin gehalt des Blutes der Tiere A und B am Ende der Hitzeexposition in der Klimakammer (auf den K-Linien gelegene Punkte) und unter Normalbedingungen im Stall (alle übrigen Punkte).

**Hämoglobin:** Mit Ausnahme des ersten Versuches mit Tier B zeigte der Hämoglobin gehalt des Blutes ein gleichsinniges Verhalten wie die Plastatrockensubstanz, nämlich einen Anstieg von den Ausgangswerten zu den am Ende des Kammeraufenthaltes bestimmten Werten. Bei Tier A von 10,0 auf 10,6 g/100 ml, bei Tier B von 11,3 auf 11,7 g/100 ml. An und für sich würde einer Zunahme von dieser Größe mit Rücksicht auf die Fehlerbreite der Sahli-Methode keine große Bedeutung beigemessen werden. Das qualitativ gleiche Verhalten der beiden Versuchstiere bezüglich ihres Hämoglobin gehaltes, sowie die Parallelität der Hämoglobinwerte zu den Plasma-

Tabelle 1

Herzfrequenz, Atmungsfrequenz und Rektaltemperatur der Tiere A und B, gemessen unter Normalbedingungen (Stall) und nach einer 2 1/4 stündigen Hitzeexposition (Klimakammer). Mittel aus je 5 Einzelwerten.

	Herzschläge je Min.		Atemzüge je Min.		Rektaltemperatur °C	
	Tier A	Tier B	Tier A	Tier B	Tier A	Tier B
Stall . . . . .	97	104	30	37	38,40	38,50
Klimakammer . . .	120	132	191	209	40,45	40,84
Zunahme { absolut in % .	23 2,4	28 2,7	161 537	172 465	2,05 5,3	2,34 6,1

Tabelle 2

Trockensubstanzgehalt des Plasmas und Hämoglobingehalt des Blutes der Tiere A und B unter Normalbedingungen (Stall) und am Ende der Hitzeexposition (Klimakammer). Mittel aus je 5 Einzelwerten.

	Plasmatrockensubstanz in %		Hämoglobin (g/100 ml)	
	Tier A	Tier B	Tier A	Tier B
Stall . . . . .	7,99 7,80–8,14	8,29 8,22–8,37	10,01 9,66–10,50	11,34 10,92–11,62
Klimakammer	8,39 8,12–8,72	8,57 8,35–8,90	10,63 10,08–12,18	11,70 11,06–12,11
Differenz . . .	0,40	0,28	0,62	0,36

trockensubstanzwerten, läßt die Hämoglobinanstiege jedoch als wesentlich erscheinen.

*Beobachtungen:* Nach Beendigung der Versuche in der Klimakammer fühlten sich die Felle der Versuchskälber jeweils feucht an; bei Tier A ziemlich der ganze Rumpf, bei Tier B dagegen nur die Schultern, der proximale Teil des Halses und die Vorderbrust. Im weiteren konnte bei Tier B, im Vergleich zu seinem Partner, ein stärkeres Hecheln und ein erhöhter Speichelfluß beobachtet werden. Endlich war auffallend, daß in der Klimakammer keines der Tiere je den Versuch unternahm abzuliegen. Dieses Verhalten entsprang offenbar dem instinktiven Bedürfnis der Tiere, ihre wärmeabgebende Körperoberfläche nicht zu verkleinern.

#### IV. Besprechung

Aus dem angeführten Zahlenmaterial geht hervor, daß der Hitzereiz von den Versuchstieren in erster Linie durch eine starke Erhöhung der Atmungsfrequenz beantwortet wurde. Unter den untersuchten atmosphärischen Bedingungen scheint also das Rind eine Wärmeanpassung hauptsächlich auf respiratorischem Wege anzustreben. Durch ein rasches, mit geöffnetem Maul und heraushängender Zunge vollzogenes Atmen erfährt die Erzeugung von Verdunstungskälte auf den Schleimhäuten der Atmungswege eine Erhöhung. Der Vorgang der Atmungsbeschleunigung trägt den Charakter einer schnell einsetzenden Reaktion, deren Intensität schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit einen oberen Grenzwert erreicht.

Im Vergleich zu der eben genannten respiratorischen Wärmeanpassung steht die zirkulatorische Wärmeanpassung, wenigstens so weit sie in einer Steigerung der Herzfrequenz zum Ausdruck kommt, größtmäßig zurück.

Auch das Schwitzen scheint keine sehr bedeutende Rolle zu spielen. Sofern es sich bei dem beobachteten Feuchtwerden des Felles der Versuchstiere tatsächlich um eine eigentliche Schweißabsonderung handelt, ist zu bemerken, daß diese relativ spät, d. h. erst etwa eine Stunde nach Betreten der Kammer merkbar einsetzte und zudem nicht sehr stark war. Das dichte, lange Fell des Rindes läßt es verständlich erscheinen, daß in einer feucht-heißen Atmosphäre die Wärmeabgabe von der Haut bei diesem zum mindesten nicht dasselbe Ausmaß erreicht wie beim Mensch. Dank seines gut ausgebildeten Schwitz-Mechanismus vermag der Mensch bekanntlich große Hitze zu ertragen, ohne daß es zu einem erheblichen Anstieg seiner Körpertemperatur kommt.

Obwohl beim Rind die Steigerung der Atmungsfrequenz unter den Maßnahmen zur Bekämpfung atmosphärischer Hitze offenbar eine Vorzugsstellung einnimmt, haften dieser Methode gewisse Mängel an, die ihre Wirksamkeit einschränken. Das schnelle, stoßartige Atmen – bei Tier B wurden bis zu 240 Atemzüge pro Minute gemessen – bedeutet für das Tier eine Strapaze. Der ganze Rumpf gerät in rhythmische Bewegung, wodurch zusätzlich Wärme erzeugt wird. Auch ist das Tier in dieser Verfassung außerstande Nahrung aufzunehmen oder wiederzukauen.

Tatsächlich vermochte im vorliegenden Versuch die Zunahme der Atmungsfrequenz auf das beobachtete (vermutlich maximale) Niveau die Rektaltemperatur nicht an einem kontinuierlichen, bei Abbruch des Versuches jeweils noch anhaltenden, Anstieg zu verhindern.

Der gleichzeitige Anstieg der Plasmatrockensubstanz und des Hämoglobins im Anschluß an die Hitzeexposition der Versuchstiere – beide Größen stellen Relativwerte, d. h. Gewichte je Volumeinheit dar – deutet auf einen mengenmäßig zwar nicht bedeutenden aber absoluten Verlust von Wasser aus dem Blut hin.

Diese Hämokonzentration ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß

die Tiere während ihres Aufenthaltes in der Klimakammer kein Wasser zu sich nahmen. Es ist wahrscheinlich, daß bei einer länger dauernden Hitzeexposition unter gleichzeitiger Verabreichung von Wasser ein Ersatz des entstandenen Wasserverlustes stattfindet. So konnte Brody [2] in Versuchen an hitzeexponierten Kühen, die jedoch normal gefüttert, getränkt und gemolken wurden, keine Anzeichen einer Wasserverschiebung zwischen Blut und Geweben finden.

Durch reichliches Trinken im heißen Klima wird aber auch der Wärmehaushalt des Rindes günstig beeinflußt. Rieck und Lee [4] beobachteten bei Kühen, die hohen Umgebungstemperaturen ausgesetzt wurden, nach der Aufnahme kalten Wassers eine Senkung der Rektaltemperatur von bis zu  $0,8^{\circ}\text{C}$  in ein bis zwei Stunden, in Verbindung mit einer Abnahme der Atmungsfrequenz um 30 bis 50 Atemzüge pro Minute. Der Umstand, daß die beiden hier untersuchten Kälber sich die günstigen thermostatischen Eigenschaften des Wassers für ihre Wärmeregulierung nicht zunutze machen konnten, muß bei der quantitativen Beurteilung der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Ob die bezüglich der Reaktionsstärke festgestellten Unterschiede zwischen Tier A und Tier B lediglich Ausdruck der normalen Variation innerhalb der Art sind, oder ob sie auf eine bei Versuchsbeginn bereits bestehende Wärmeakklimatisation von Tier A zurückgeführt werden müssen, läßt sich auf Grund des vorliegenden Materials kaum entscheiden. Immerhin ist auffallend, daß Tier A, im Vergleich zu seinem Partner, zwar ausgiebiger „schwitzte“ und einen etwas höheren Verlust an Plasmawasser hatte, dagegen pro Zeiteinheit einen schwächeren Anstieg der Herzfrequenz, ein tieferes Plateau der Atmungsfrequenz und, was wichtig ist, eine geringere Zunahme der Körpertemperatur aufwies. Weitere Versuche werden abklären müssen, ob und wie weit das Rind die Fähigkeit besitzt, seine Wärmeanpassung durch fortgesetztes Üben zu verbessern.

## V. Zusammenfassung

An zwei Stierkälbern wurde in je fünf Versuchen der kurzfristige Einfluß einer feucht-heißen Atmosphäre (Klimakammer, Lufttemperatur:  $35^{\circ}\text{C}$ , relative Luftfeuchtigkeit: 85 %) auf einige physiologische Größen untersucht.

Im Verlaufe einer etwa zweieinhalbstündigen Hitzeexposition stiegen die Herzfrequenz und die Rektaltemperatur der Prüflinge kontinuierlich an. Die Werte der Atmungsfrequenz bildeten nach einer Zunahme auf etwa das Fünffache ihrer Ausgangswerte ein Plateau.

Aus der gleichzeitigen Zunahme des Trockensubstanzgehaltes des Plasmas und des Hämoglobingehaltes des Blutes als Folge des Aufenthaltes in der Klimakammer wurde auf eine leichtgradige, absolute Bluteindickung geschlossen.

Im Zusammenhang mit den Ergebnissen werden einige Fragen der Wärmeanpassung des Rindes besprochen.

### Résumé

Deux veaux mâles ont été soumis, au cours de 5 essais, à l'influence passagère d'une atmosphère humide et chaude: local climatisé, température de l'air à 35° C, humidité relative de l'air à 854. Soumis pendant environ 2 1/2 heures à la chaleur, les animaux ont présenté une élévation constante de la fréquence cardiaque et de la température rectale. La fréquence respiratoire a atteint un niveau 5 fois plus élevé qu'au début de l'expérience. L'augmentation de la teneur du plasma en substance sèche et du sang en hémoglobine, teneurs dues au séjour dans le local climatisé, permet de conclure à un épaississement sanguin léger et absolu. Certaines questions touchant l'adaptation des bovidés à la chaleur sont également étudiées.

### Riassunto

In due vitelli maschi interi con cinque prove ciascuno, fu misurata l'influenza a breve termine di un'atmosfera umida e calda (ambiente climatico, temperatura dell'aria: 35° C; umidità relativa dell'aria: 854) su alcune funzioni fisiologiche. Durante un'esposizione al caldo di circa due ore e mezzo, la frequenza cardiaca e la temperatura rettale degli animali sottoposti alla prova diventarono più elevate. I valori della frequenza respiratoria aumentarono sino a circa 5 volte quelli riscontrati all'inizio dell'esperimento. Dall'aumento contemporaneo del contenuto di sostanza secca nel plasma e del contenuto di emoglobina nel sangue, quale conseguenza del soggiorno in un ambiente climatico derivo una leggera concentrazione assoluta del sangue. In relazione coi risultati avuti, si discutono alcuni problemi sull'adattamento dei bovini al calore.

### Summary

The influence of a damp hot atmosphere was investigated with two male calves (climate chamber, temperature 35° C, relative moisture 854), five experiments with each animal. During two and a half hours exposure heart frequency and rectal temperature rose continually. The frequency of respiration after having reached five times the original value, remained constant. Dry matter of the blood plasma and hemoglobin increased simultaneously, thus indicating a slight dehydratation of the blood. Some questions of heat adaptation of cattle are discussed.

### Literatur

- [1] Bazett H. C., Sunderman F. W., Doupe J. and Scott J. C. (1940): Amer. J. Physiol. 129, 69. – [2] Brody S. and coworkers (1949): University of Missouri, Research Bulletin 433. – [3] Findlay J. D. (1950): The Hannah Dairy Research Institute, Ayr, Bulletin No. 9. – [4] Riek R. F. and Lee D. H. K. (1948): J. Dairy Research 15, 219. – [5] Riek R. F. and Lee D. H. K. (1948): J. Dairy Research 15, 227. – [6] Rusoff L. L. and Piercy P. L. (1946): J. Dairy Science 29, 831.