

<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>	91 (1949)
<b>Heft:</b>	7
<b>Artikel:</b>	Die Bedeutung der ultraroten Wärmestrahlung für die Abkühlungsgrösse im Stall
<b>Autor:</b>	Cena, M. / Courvoisier, P.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-592533">https://doi.org/10.5169/seals-592533</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:** 20.02.2026

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

Münch. Med. Wschr. 366, 1918. — Wohlwill F.: Virch. Arch. 246, 377, 1923. — Wolkoff K.: Virch. Arch. 252, 208, 1924. — Würth W.: Virch. Arch. 284, 175, 1932. — Ziegler M.: Z. Inf. krankh. der Haust. 22, 37, 1921. — Zimmermann K.: Z. für Anat. und Entwicklungsgesch. 68, 29, 1923. — Zinserling W. und Krinitzky J.: Virch. Arch. 252, 177, 1924. — Zoeg-Manteuffel W. v.: Arch. klin. Chir. 42, 569, 1891. — Zollinger H. U.: Helv. Med. Acta, 1223, 1945.

Herrn Dr. C. Schnorf und Dr. G. Kilchsperger von der Veterinaria A.-G. Zürich, sowie Herrn Prof. Dr. E. Heß, Direktor des Veterinär-bakteriologischen Institutes und Herrn P.-D. Dr. Hch. Spörri bin ich für die Überlassung des Materials zu großem Dank verpflichtet.

---

(Aus dem Institut für Kleintierzucht der Universität und Polytechnischen Hochschule Wroclaw und dem Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos)

## Die Bedeutung der ultraroten Wärmestrahlung für die Abkühlungsgröße im Stall

Von M. Cena und P. Courvoisier

Neuere Forschungen haben gezeigt, daß homöotherme Organismen in ihrem Energiehaushalt unökonomisch sind. Sie nützen, ähnlich dem ungünstigen thermodynamischen Wirkungsgrad von Verbrennungsmotoren, bloß 20—25% der in ihnen durch chemische Umsetzungen produzierten Energie aus, während 75—80% als überschüssige Wärme abgegeben werden müssen. Eine Überhitzung des Organismus würde aber seinen Gesundheitszustand bedrohen und seine wichtigsten Lebensfunktionen stören. Die Geschwindigkeit, mit der die überschüssige Wärme abgegeben werden kann, übt daher einen dominierenden Einfluß aus, auch auf Wachstum, Entwicklungstempo, Fruchtbarkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Infektionen, Bedarf an einigen Vitaminen und auf geistige Funktionen des homöothermen Organismus. (C. A. Mills [1].) Die möglichst unbehinderte Abgabe der überschüssigen Wärme ist daher eine Notwendigkeit für den Organismus. Doch wäre eine allzu leichte Wärmeabgabe für den Organismus ebenfalls schädlich, da es ihm dann kaum gelingen würde, die physiologisch günstigste Körpertemperatur aufrechtzuerhalten. Es wird daher im Maß der Wärmeabgabe ein gewisses Optimum bestehen.

Zur Abgabe der Wärme an die Umgebung besteht eine Reihe von Möglichkeiten, deren ergiebigste die Abgabe durch Leitung und Kon-

vektion an die umgebende Luft, die Verdunstung von Feuchtigkeit durch Lunge und Haut und die langwellig-ultrarote Abstrahlung an die fernere, diese Strahlung absorbierende Umgebung des Organismus (Wände) sind (vgl. E. Brezina und W. Schmidt [2]; H. Pfleiderer und K. Büttner [3]). Während die Verdunstung, speziell die durch die Haut, in sehr weitem Maß der Regulierung durch den Organismus unterliegt, so daß sie durch ein Meßinstrument kaum nachgeahmt werden könnte, sind für die Messung der kombinierten, abkühlenden Wirkung der Wärmeleitung und Konvektion in der Luft und der Abstrahlung vom höher temperierten Organismus — denen bei Sonnenbestrahlung eine erwärmende Wirkung entgegenstehen kann — einige Meßinstrumente gebaut worden. Zur Messung dieser Wirkungen, die im Begriff Abkühlungsgröße zusammengefaßt und üblicherweise in mgcal pro sec und pro  $\text{cm}^2$  Körperoberfläche angegeben werden, sind das Katathermometer von Hill [4] und das Frigrometer von Dorno und Thilenius [5] in Gebrauch, die beide die Wärmeabgabe eines Körpers mit einer Temperatur von  $36,5^\circ\text{C}$  messen. Dagegen registrieren Pfleiderer und Büttner mit ihrem Frigographen [3] die Oberflächentemperatur einer Kugel, der eine mittleren Bedingungen im Organismus entsprechende Wärmemenge dauernd zugeführt wird. Da man mit jedem Meßinstrument nur eine Variable auf einmal messen kann, so ist es nicht möglich, durch ein einziges Instrument eine vollständige Lösung des Problems der Verknüpfung der beiden Unabhängigen: Wärmeproduktion und Klimawirkung in der tatsächlichen Wärmeabgabe des Körpers zu finden. So bedeutet die Messung der Abkühlungsgröße nicht etwa den Versuch zur Feststellung der Wärmeabgabe eines Körpers mit der Kerntemperatur  $36,5^\circ\text{C}$ , die ja stets durch willkürliche und unwillkürliche Regulations- und Schutzmaßnahmen verändert werden kann, sondern die Abkühlungsgröße stellt den Maximalwert dieser Wärmeabgabe dar, die einem ungeschützten Körper durch seine Umgebung entzogen würde, und sie mißt daher den Wärmeanspruch des Klimas an einen warmblütigen Körper und an dessen Wärmeregulationsvermögen.

Besonders in der kalten Jahreszeit kann die durch das Klima bedingte Abkühlung viel größer werden als zur Abführung der vom Körper produzierten Wärme erforderlich ist; zur Aufrechterhaltung der Temperatur des homöothermen Organismus wird dann zum Schaden anderer Leistungen des Organismus viel mehr Wärme aufzuwenden sein, als jene 75—80 Prozent überschüssige Wärme, die unter den normalen Lebens- und Arbeitsbedingungen des Organismus produziert werden. Das ist der Grund, warum man bei der Haustierzucht zur Steigerung der Nutzleistung der Tiere durch den Bau von Stallungen eine Klimadosierung durchführen muß. Geeignete Stallungen schaffen den Tieren ein weitgehend autonomes Lokalklima, in dem sie ihre größte Behaglichkeit finden.

Das Behaglichkeitsgefühl ist teils durch die Lufttemperatur, teils durch die Wandtemperatur bestimmt. Am Einfluß auf das Behaglichkeitsgefühl ist die Lufttemperatur mit 55%, die Wandtemperatur mit 45% beteiligt, wie bei amerikanischen Forschungen für Menschen bestimmt wurde (A. Missenard [6]). Da die Stallungen im Gegensatz zu den menschlichen Wohnungen keine künstliche Heizung haben, so müssen die Tiere besonders in der kalten Jahreszeit mit ihrer eigenen Wärmeproduktion ihre Stallungen warm halten. Die Wärmeverluste des ganzen Stalles bestehen auf der einen Seite in Wärmeleitungsverlusten durch die Stallwände, auf der anderen Seite müssen in einem ausreichend gelüfteten Stall pro Tiereinheit (500 kg) ca. 60 m<sup>3</sup> Luft in der Stunde zugeführt werden. Beträgt der Stallraum pro Tiereinheit 15 m<sup>3</sup>, so muß also pro Stunde die Luft viermal erneuert werden. Mit diesem Luftaustausch sind unvermeidliche Wärmeverluste verbunden (O. Felix, P. Hug und P. Kästli [7]), die Vermeidung anderer Verluste ist daher um so wichtiger.

Einen großen Anteil an der Wärmeabgabe macht der Verlust durch ultrarote Strahlung aus, die von den Tieren direkt an die Wände und Gegenstände des Stalles übergeht. Dieser Strahlungsverlust ist abhängig von der Differenz der vierten Potenzen der absoluten Temperaturen einander gegenüberstehender Oberflächen, wobei die Hauttemperaturen der Tiere wohl stets höher als die Temperaturen der anderen Oberflächen im Stall sind. In kälterer Umgebung sinkt die Hauttemperatur der Tiere und besonders die Temperatur der Felloberfläche, die sich rascher und stärker den Außenbedingungen anpaßt als die Temperatur der durch das Fell geschützten Haut. Die Schutzwirkung des Felles kann in größerer Kälte durch Hautmuskelaktivität (Sträuben der Haare) vergrößert werden. Für die ultrarote Abstrahlung von einem Tier ist dessen Felloberfläche sowohl nach ihrer Temperatur als auch ihrem Emissionsvermögen maßgeblich. Das Emissionsvermögen kann von der Wellenlänge der Strahlung abhängig sein; für das langwellige Wärmestrahlungsgebiet darf es zu fast 100% des Emissionsvermögens eines absolut schwarzen Körpers angenommen werden. Entsprechend ist auch das Absorptionsvermögen für Strahlung in diesem Spektralgebiet nahezu 100%.

Es ist das Ziel der vorliegenden Untersuchung, die Bedeutung der ultraroten Strahlung für die Wärmeabgabe der Tiere in einem Stall an Hand eines Beispiels darzulegen.

H. Roose [8] hat gezeigt, wie man aus Messungen der Abkühlungsgröße an zwei Frigorimetern mit verschiedenen optischen

Oberflächeneigenschaften die mittlere Temperatur der Flächen feststellen kann, die den Raum um die Frigrometer optisch begrenzen. Eine Bestimmung der mittleren Temperatur aus punktweisen Messungen der Temperaturen der verschiedenen Wandflächen, die den Raum umgeben, würde nämlich der Schwierigkeit begegnen, daß jedes Wandstück je nach der Lage des Punktes im Raum, für den man die mittlere Wandtemperatur kennen will, mit einem verschieden großen Gewicht an der Mittelbildung beteiligt sein muß. Große Wände können in ihrer Bedeutung für den Mittelwert hinter relativ kleinen Wandteilen zurückstehen, wenn erstere weit, letztere nahe am Punkt liegen, für den die Mittelbildung ausgeführt werden soll. Entscheidend ist nur die Größe des Winkels, unter dem ein Wandstück von jenem Punkt aus gesehen erscheint, ähnlich wie beim Projektionsapparat, bei dem die Öffnung des Lichtkegels gleich bleibt, ob man nun auf einen nahen oder einen fernen Schirm scharf abbildet. Besonders wenn die Flächen, mit denen ein herausgegriffener Punkt im Raum in Strahlungsaustausch steht, sehr verschiedene Temperaturen haben, ist die Mittelbildung aus Messungen der Temperatur dieser Flächen schwierig. Dieser Fall ist in einem Stall gegeben, in dem die Tiere, die ja auch in gegenseitigem Strahlungsaustausch stehen, höhere Hauttemperaturen haben als die Stallwände, einschließlich Decke und Boden, wobei als Folge der natürlichen Temperaturschichtung zwischen den letzteren meist noch um einige Grade unterschiedliche Temperaturen bestehen werden. Bei der von H. Roose eingeführten Mittelbildung erfolgt nun aber die richtige Verteilung der Gewichte, mit der die Flächen in das Mittel eingehen, ganz automatisch.

Zur Durchführung der Messung stellt man zwei Frigrometer nebeneinander auf, jedoch in einem Abstand von etwa  $\frac{1}{2}$  m, so daß sie sich gegenseitig möglichst wenig beeinflussen, und zwar ein geschwärztes, das im Wellenlängengebiet des ultraroten Wärmestrahlungsaustausches ein großes Emissions- und Absorptionsvermögen hat, und ein vernickeltes, bei dem diese beiden Werte klein sind. Man nimmt dann an, daß der Anteil an den mit Frigimetern gemessenen Abkühlungsgrößen, der auf Lufttemperatur und Luftbewegung im Raum zurückzuführen ist, bei beiden Frigimetern der gleiche ist, da sie, außer in den optischen Eigenschaften ihrer Oberflächen, gleich gebaut sind. Die Differenz der gemessenen Abkühlungsgrößen ist dann allein durch die Unterschiede im Wärmestrahlungsaustausch begründet, so daß durch Messung dieser Differenz unter Anwendung des Stefan-Boltz-

mannschen Strahlungsgesetzes die mittlere Temperatur der Wände berechnet werden kann, denen die beiden Frigorimeter gegenüberstehen. Für die Ableitung der dabei zu benützenden Formeln muß auf Rooses Arbeit [8] verwiesen werden; für die Auswertung unserer Messungen wurden lediglich die Zahlen für das Emissionsvermögen der Frigorimeter etwas abgeändert. Die neueren Typen des Davoser Frigorimeters haben nämlich eine Kupferoxydschwärzung, die im langwelligen Ultrarot, bezogen auf den absolut schwarzen Körper etwa 85% Emissionsvermögen besitzt und die von Roose früher benützte vernickelte Frigorimeterkugel, die uns zur Verfügung stand, hatte keine ganz befriedigende Hochglanzpolitur mehr, so daß wir ihr Emissionsvermögen statt zu 4% jetzt zu 10% eingesetzt haben, da eine Rauhigkeit der Oberfläche die Ultrarotemission begünstigt. Mit diesen Zahlenwerten erhält man als Berechnungsformel für die mittlere Wandtemperatur  $t_w$ , wenn  $q_s$  und  $q_v$  die Abkühlungsgröße mit schwarzem bzw. vernickeltem Frigorimeter bedeuten,

$$t_w = 100 \sqrt{92,2 - \frac{q_s - q_v}{0,1032}} - 273,2^\circ \text{ C},$$

wobei noch die mittleren Temperaturen der beiden Frigorimeterkugeln entsprechend den Ablesungen an den Kontrollthermometern mit  $36,8^\circ \text{ C}$  verwendet sind.

Es war nun unsere Absicht, mit dieser Methode die Wandtemperaturen in einem Stall zu bestimmen, und zwar einmal mit und einmal ohne Anwesenheit der Tiere, um dadurch festzustellen, welchen Anteil die Tiere mit ihrer Hauttemperatur am Strahlungsaustausch im Stall, gesehen von der Stallmitte aus, haben können. Gleichzeitig sollten die so gewonnenen Mitteltemperaturen verglichen werden mit Temperaturmitteln, die aus punktweise mit Thermoelementen gemessenen Temperaturen abgeleitet werden können.

Als Versuchsstall stand dankenswerterweise wiederum der Kuhstall des Herrn P. Oberrauch in Davos-Dorf zur Verfügung, in dem auch unsere Untersuchungen über die physikalischen Faktoren des Stallklimas [9] ausgeführt worden sind. Dieser Stall, der a. a. O. [9] ausführlicher beschrieben ist, hat eine Bodenfläche von  $9,25 \times 7,50 \text{ m}^2$  und eine Höhe von 2,55 m, somit eine gesamte innere Oberfläche von  $224 \text{ m}^2$ . Der Boden ist aus Beton, welcher unter den beidseitigen Reihen der Tierstände (2,20 m lang) durch Holz abgedeckt ist. Der verbleibende Mittelgang hat dann  $9,25 \times 3,1 \text{ m}^2$  freie Betonfläche. Die Wände sind bis in 1,65 m Höhe durch Holz verkleidet, darüber ist

das weiß gekalkte Mauerwerk sichtbar. Die Decke besteht aus Holz, das ebenfalls weiß gekalkt ist.

Das schwarze und das vernickelte Frigrometer wurden auf einem 1,2 m hohen Postament aus Holz in der Mitte des Stalles in einem gegenseitigen Abstand von 50 cm so aufgestellt, daß die Unterstützung der Frigrometer möglichst wenig Bodenfläche verdeckte. Zunächst wurden bei Anwesenheit von 12 Kühen, die den Stall fast vollständig besetzten, während etwa einer halben Stunde die Abkühlungsgrößen mit beiden Frigometern gemessen. Dabei wurden zum Zweck der Verbesserung der Meßgenauigkeit in dieser relativ kurzen Zeitspanne die Anfangs- und Endablesungen der Frigrometerzähler wegen der intermittierenden Aufheizung der Frigrometer jeweils gerade nach Beendigung eines Aufheizprozesses abgelesen und die Zeit zwischen diesen Zeitpunkten, die am Schaltgeräusch des Heizstromrelais leicht zu erkennen ist, mit einer Stoppuhr bestimmt. Da die Aufheizprozesse bei den beiden Frigometern unabhängig voneinander sind, so treffen die Zeitpunkte der Anfangs- und Endablesungen nicht genau zusammen, doch wirken sich diese Zeitverschiebungen unter stationären äußeren Verhältnissen wohl kaum störend aus, während die Unterschiede in der Zeitdauer zwischen den Anfangs- und Endablesungen an den beiden Frigometern bei der Berechnung der mittleren Abkühlungsgröße während der Beobachtungszeit herausfallen.

Die während der Anwesenheit der Kühne festgestellten Werte der Abkühlungsgröße betrugen 4,05 und 2,85  $\text{mgcal/cm}^2\text{sec}$  beim schwarzen bzw. beim vernickelten Frigrometer; aus ihrer Differenz  $q_s - q_v = 1,20 \text{ mgcal/cm}^2\text{sec}$  erhält man nach der obigen Formel die mittlere Wandtemperatur zu  $25,9^\circ \text{ C}$ . Während der Beobachtungszeit von rund einer halben Stunde zur Messung dieser Abkühlungsgrößen wurden jeweils in den Mittelpunkten von Wänden, Boden und Decke des Stalles mit Thermoelement folgende Temperaturen gemessen: Boden  $19,0^\circ$ , Wände  $19,0^\circ, 20,5^\circ, 20,5^\circ, 21,5^\circ$ ; Decke  $22,5^\circ \text{ C}$ ; das einfache Mittel dieser Temperaturen ist  $20,5^\circ \text{ C}$ .

In der Tabelle I sind in halbgraphischer Form entsprechend ihrer Anordnung im Stall die ebenfalls während der Frigrometermeßzeit mit Thermoelement gemessenen Hauttemperaturen der Kühne (je zwei laterale Meßpunkte) angegeben, sowie die Lage der Frigrometer (F) und die Lage der kältesten Wand, der Außenwand mit zwei Fenstern und einer Temperatur von  $19,0^\circ \text{ C}$  in ihrem Mittelpunkt. An der Verteilung der Hauttemperaturen ist sehr schön zu sehen, wie die Hauttemperaturen gegen die Stall-

ecken zu abnehmen und wie jeweils die exponierteren Seiten der Tiere die kühleren sind. Das einfache Mittel dieser Hauttemperaturen ist 28,0° C, und man erhält den gleichen Wert, wenn man die Hauttemperaturen jener Seiten der Tiere allein mittelt, die gegen den Aufstellungspunkt F der Frigorimeter weisen.

Tabelle 1. Hauttemperaturen der Kühne

28,0	
28,5	
28,0	
28,5	
28,5	27,5
29,1	28,5
29,0	26,5
29,5	26,5
F	
29,0	26,5
29,5	26,5
29,0	26,5
28,5	25,5
28,5	
28,5	
29,0	
27,5	
Türe	

Außenwand mit 2 Fenstern

Wollte man versuchen, aus den einzelnen Wand- und Hauttemperaturmessungen eine für den Aufstellungspunkt F der Frigorimeter gültige mittlere „Wandtemperatur“ zu berechnen, so müßte man sich etwa die Hälfte der vier Stallwände durch die Tiere mit ihren höheren Temperaturen abgedeckt denken und erhielte damit für alle vier Wände die durchschnittliche Temperatur 24,2° C. Nimmt man Decke und Boden mit ihren oben angegebenen Temperaturen dazu, so erhält man als mittlere Temperatur dieser sechs Flächen 23,1° C. Dieser Mittelwert liegt schon etwas näher dem durch die Frigorimetermessungen festgestellten Mittelwert von 25,9° C, doch ist durch diese schätzungsweise Berücksichtigung

der Wirkung der höher temperierten Tierhäute erst etwa die Hälfte der Differenz zwischen der für die Strahlung gültigen Mitteltemperatur  $25,9^{\circ}\text{C}$  und der Mitteltemperatur der Stallwände von  $20,5^{\circ}\text{C}$  überbrückt. Eine weitere Annäherung kann man noch erreichen, wenn man berücksichtigt, daß der ultrarote Strahlungsaustausch nach Maßgabe der vierten Potenzen der absoluten Temperaturen vor sich geht, so daß höhere Temperaturen sich stärker auswirken. Entsprechend den gemessenen Temperaturwerten wären demnach die Hauttemperaturen mit etwa 10% größerem Gewicht an der obigen Mittelbildung zu beteiligen, wodurch das Gesamtmittel auf  $23,9^{\circ}\text{C}$  erhöht wird. Die auch dann noch bestehende Differenz beider Mittel zeigt an, wie sehr durch die große Nähe der Tiere am Aufstellungspunkt F eine bevorzugte Wirkung ihrer zu den Wandflächen relativ kleineren Oberflächen zustande kommt.

Rechnet man umgekehrt aus der für den Punkt F gültigen Mitteltemperatur  $25,9^{\circ}\text{C}$  der umgebenden Flächen den effektiven Teil der Stallwände aus, den die Kühle abgedeckt haben, so erhält man unter Berücksichtigung der Temperaturen von Boden und Decke und der relativen Bevorzugung der hohen Hauttemperaturen um 10% (vgl. oben) den Bedeckungsanteil 77%, während für die oben ausgeführten Mittelbildungen der Bedeckungsanteil zu 50% angenommen war. Es bedarf wohl keiner besonderen Unterstreichung, daß der Abdeckungsanteil 77% allein für die speziellen Verhältnisse im untersuchten Stall gültig ist und nicht auf andere Verhältnisse übertragen werden darf.

Nach Abschluß der Frigorimetermessungen im besetzten Kuhstall wurden die Tiere aus dem Stall geführt und während einer weiteren Stunde die Frigorimetermessungen im leeren Stall nach der gleichen Methode wie oben durchgeführt. Sie ergaben als mittlere Abkühlungsgrößen während dieser Zeit 6,56 bzw. 4,68 mgcal/cm<sup>2</sup>sec für das schwarze bzw. das vernickelte Frigorimeter, woraus nach der obigen Formel als mittlere Wandtemperatur  $20,0^{\circ}\text{C}$  folgt. Dieser Wert steht nun in bester Übereinstimmung mit der direkten Bestimmung der mittleren Wandtemperatur aus den Thermoelementmessungen.

Zuletzt sollen noch die gemessenen Zahlen der Abkühlungsgröße miteinander verglichen werden: In dem mit Tieren besetzten Stall betrug die am schwarzen Frigorimeter gemessene Abkühlungsgröße 4,05 mgcal/cm<sup>2</sup>sec. Die aus dem Unterschied im Emissionsvermögen der Frigorimeter herrührende Differenz beider Abkühlungsgrößen belief sich gleichzeitig auf 1,20 mgcal/cm<sup>2</sup>sec, doch

macht dieser Wert nur 75% der Abstrahlung aus, die ein absolut-schwarzer Körper von 36,5° C Oberflächentemperatur unter den gleichen äußeren Verhältnissen abgegeben hätte; denn wir hatten oben für das schwarze Frigorimeter 85% und für das vernickelte 10% Emission im ultraroten Strahlungsgebiet angenommen, während dem Fell der Tiere ein Emissionsvermögen von fast 100% zukommt. Demnach würde die Gesamtstrahlung des absolut-schwarzen Körpers  $1,60 \text{ mgcal/cm}^2\text{sec}$  betragen und die gesamte, auf ihn wirkende Abkühlungsgröße 4,30 Einheiten, nämlich die mit dem 85% schwarzen Frigorimeter gemessene Abkühlungsgröße von 4,05 Einheiten, vermehrt um 15% des Strahlungsanteils von 1,60 Einheiten. Für die so gewonnene Abkühlungsgröße eines absolut schwarzen Frigorimeters beträgt der Strahlungsanteil somit  $1,60 / 4,30 = 37\%$ . Denkt man sich nun die Verhältnisse im vollbesetzten Stall in dem Sinne abgeändert, daß die Strahlungsverhältnisse gleich sind wie im Fall des leeren Stalles, daß jedoch Lufttemperatur und Luftbewegung gleich sind, wie sie im besetzten Stall gemessen wurden, so ist der Strahlungsanteil der Abkühlungsgröße 2,50 Einheiten; denn die im zweiten Versuch bei Abwesenheit der Kühle gefundene Differenz der Abkühlungsgrößen war 1,88 Einheiten, was wiederum 75% der Abstrahlung des absolut schwarzen Körpers von 36,5° C entspricht. Da im angenommenen Fall der konvektive Anteil der Abkühlungsgröße unverändert sein soll, so beträgt die gesamte Abkühlungsgröße für ein absolut schwarzes Frigorimeter jetzt 5,20 Einheiten mit einem Strahlungsanteil von 48%. Die Abstrahlung selbst hat dabei von 1,60 auf 2,50 Einheiten, also auf 156% zugenommen.

Man erkennt an dieser Überlegung die große Bedeutung des Strahlungsanteiles an der Abkühlungsgröße und das beträchtliche Ausmaß, in dem sich die Tiere in einem Stall gegenseitig gegen Wärmeverluste durch Strahlung schützen können, wobei daran zu erinnern ist, daß diese Zahlen für die Stallmitte gelten, die in bezug auf die Abstrahlung noch exponierter ist als Punkte in und zwischen den Ständen der Tiere.

### Zusammenfassung

Mit Hilfe der von H. Roose entwickelten Methode zur Bestimmung der für die Wärmestrahlung maßgeblichen mittleren Wandtemperatur eines Raumes, bei der zwei Frigorimeter mit optisch verschiedenen Oberflächen benutzt werden, sind in einem Kuhstall in Davos die mittleren Wandtemperaturen mit und ohne

Anwesenheit der Kühle gemessen worden. Da bei Anwesenheit der Tiere ein gewisser Teil der Stallwände durch die Tiere optisch abgedeckt ist, etwa von der Stallmitte aus gesehen, so resultieren andere (höhere) Werte für die mittlere Temperatur der „Wände“, mit denen ein Punkt, etwa in der Stallmitte im Strahlungsaustausch steht. Der gefundene beträchtliche Unterschied von rund 5° C zwischen beiden Werten zeigt, welch große Bedeutung der Wärmestrahlungsaustausch für die Tiere hat. Die Analyse der gemessenen Werte der Abkühlungsgröße zeigt weiter, daß der Anteil der Wärmeausstrahlung an der Abkühlungsgröße im untersuchten Stall 37% beträgt.

### Literatur

- [1] C. A. Mills, Influence of environmental temperatures on warm-blooded animals, 1945. — [2] E. Brezina und W. Schmidt, Das künstliche Klima in der Umgebung des Menschen. Stuttgart 1937. — [3] H. Pfleiderer und K. Büttner, Die Klimafaktoren und ihre direkte Wirkung auf den Organismus. Lehrbuch d. Bäder- und Klimaheilkunde (H. Vogt) 1940, II. Teil, S. 789. — [4] L. Hill, The Katathermometer in Studies of Body Heat and Efficiency. H. M. Stationary Office London. Spec. Rep. Ser. No. 73, 1923. — [5] R. Thilenius und C. Dorno, Das Davoser Frigorimeter. Meteorol. ZS. 42 (1925) 57. — [6] A. Missenard, La température résultante d'un Milieu. Chal. et Ind. 14 (1933) Nr. 159. — [7] O. Felix, P. Hug und P. Kästli, Der Milchviehstall für Schweizerische Verhältnisse, Bern 1943. — [8] H. Roose, Eine neue Methode zur Bestimmung der Wandtemperatur im Raumklima. Schweiz. Blätter für Heizung u. Lüftung 5, 21, 49 (1938). — [9] M. Cena und P. Courvoisier, Untersuchungen über die physikalischen Faktoren des Stallklimas, unter besonderer Berücksichtigung der Abkühlungsgröße. Schweiz. Arch. Tierheilkde. Bd. XCI, 5. Heft, S. 303 (1949).

## REFERATE

### Buiatrik

**Akutes Lungenemphysem beim Rind.** Von F. W. Schofield, Journ. Americ. vet. med. Assoc., März 1948, Nr. 852, S. 254.

In mehreren Ländern, Amerika, Frankreich, Holland, England, ist vereinzelt eine auf der Weide plötzlich auftretende Erkrankung von Rindern beschrieben worden. Ihre Symptome bestehen in Abseitsstehen, Inappetenz, gestrecktem Kopf, Atemnot, beschleunigtem Puls und pochendem Herzschlag. Die Körpertemperatur ist meist normal, es besteht entweder Obstipation mit Darmatonie oder fötider Durchfall. Das Hauptmerkmal ist immerhin die hochgradige Dispnoe, begleitet von einem kurzen exspiratorischen Stöhnen. Die Mortalität