

den althergebrachten Wartungsarbeiten für Melkanlagen /5/ sind bei Physiomaticanlagen folgende Arbeiten erforderlich:

- nach 1 200 bis 1 500 Betriebsstunden Demontieren, Reinigen und Neueinstellen der Magnetventile MV 1 und MV 2; Überprüfen der Programmzeiten für Ansetzen, Anrücken und das Melken ohne Lichtschranke
Die Ansetzzeit ist lt. Bedienungsanleitung auf 20 s eingestellt. Bei eingearbeitetem Melkpersonal übersteigt die Ansetzzeit nur selten 12 s (Melkzeug abnehmen vom Haken bis Ende des Ansetzens des 4. Melkbechers). Durch Beobachtung der Melkarbeiten ist die Ansetzzeit zu ermitteln und gegebenenfalls am elektronischen Einschub auf 12 bis 15 s einzustellen. Der gesamte Melkprozeß wird dadurch günstiger gestaltet.
- Abschaltpunkte mit Spekol-Filter sind zu überprüfen, notwendigenfalls muß man Abschaltpunkte und Abschaltverzögerung neu einstellen
- Überprüfen der Pulsationen (s. Punkt 1.1.1.) ist vorzunehmen und festgestellte Störungen sind zu beheben.

1.5. Zusammenfassung

Wie bei jeder Melkanlage ist auch im M 632 mit Physiomatic die richtige Funktion des Pulsators die Hauptsache beim Melken. In Melkanlagen mit Physiomatic gab es Störungen, da durch fehlerhafte Einstellung der Magnetventile oder durch falsche Luftfilter die Pulsationen schlecht ausgebildet waren. Die Preßphase jeder Pulsation muß voll ausgebildet sein, d. h., sie soll 15 bis 20 Prozent der Zeitdauer einer gesamten Pulsation einnehmen.

Das Melkpersonal selbst kann die Überprüfung der Pulsationen mit Manometern durchführen.

Eine schlechte Pulsausbildung kann entstehen durch verschmutzte Luftfilter, Magnetventile MV 1 und MV 2 und Pulsatoren und durch zu schnelle Pulsatorgeschwindigkeit. Eine sachgemäße Einstellung dieser Elemente ist im Detail beschrieben.

Das automatische Anrücken ist nur effektiv, wenn ein Überdruck von 0,5 bis 0,55 kp/cm² im Zitzenhecher wirksam ist und wenn eine Anrückdauer von 50 bis 60 s eingehalten wird. Die Einstellung eines optimalen Abschaltpunktes für das automatische Abschalten der Melkzeuge gegen Ende des Milchflusses wurde beschrieben. Weiterhin sind Empfehlungen für richtiges Maschinenmelken und für sachgemäße Wartung und Pflege einer Melkanlage mit Physiomatic dargestellt.

Literatur

- 1/ Hartmann: Merkblatt für richtiges Melken. Ostböh. Molkereikombinat, Gera 1971
- 2/ —: Bedienungsanleitung für Melkautomatisierungseinrichtung MA 1. VEB Kombinat IMPULSA 1971
- 3/ Hauke, H.: Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Melktechnik und Eutergesundheit unter Praxisbedingungen. Monatshefte Vet.-med. Jena 19 (1964) Nr. 17. S. 649—654
- 4/ Glättli, H. B.: Euterkrankheiten des Rindes. Probleme und Erkenntnisse. Schweizer Arch. f. Tierheilk. 3 (1961) S. 140—151
- 5/ —: Bedienungsanleitung Melkstand in Fischgrätenform — stationär M 632. VEB Kombinat IMPULSA 1971 A 8964

Zur Wärmeproduktion landwirtschaftlicher Nutztiere — ein Beitrag zu stallklimatischen Berechnungsgrundlagen¹

Dipl.-Landw. Bauing. W. Bauer*

In der Tierproduktion ist die komplexe Rationalisierung geeigneter und die Errichtung neuer, industriemäßig produzierender Tierproduktionsanlagen ein wesentlicher Bestandteil der sozialistischen Intensivierung. In rekonstruierten Ställen und neuen Anlagen werden die Tierzahlen je Flächeneinheit, also Tiere je m² oder kg Lebendmasse (LM) je m² Stallgrundfläche gegenüber allgemein in der Praxis üblichen Durchschnittswerten zunehmen. Dadurch gewinnt zwangsläufig die Klimagegestaltung an Bedeutung.

Voraussetzung für die optimale Klimagegestaltung in Tierproduktionsanlagen sind Berechnungsgrundlagen, in die neuere Erkenntnisse über wichtige zootechnische Parameter, z. B. die Wärmeproduktion der Tiere, einbezogen sind. Nur so können Ausgangswerte zur Anwendung einer wirtschaftlichen Klimagegestaltung in Tierproduktionsanlagen geschaffen werden.

Die wirtschaftliche Klimagegestaltung in Tierproduktionsanlagen ist ein mitbestimmender Produktionsfaktor, indem sie über

- die Erhöhung der Leistungen je Tierplatz und die Verbesserung der Qualität der tierischen Erzeugnisse
 - die Verbesserung der Futtermittelverwertung
 - die Verlängerung der Nutzungszeit der Produktionsmittel, „Tier“ und „Stall“
 - die Verringerung von Bauschäden
- die Kosten des Endproduktes senkt.

Berechnungsannahmen zur Tierwärmeproduktion

In der DDR werden z. Z. die Berechnungen für das Stallklima nach der Richtlinie für geschlossene Ställe (1965), den Unterlagen der Veröffentlichung von Mothes u. a. (1969) /1/ sowie den Berechnungsgrundlagen Stalllüftung (1970) /2/ vorgenommen. In diesen Unterlagen sind teilweise recht unterschiedliche Werte für bestimmte Parameter, beispielsweise zur Wärmeabgabe der Tiere, angeführt, so daß z. Z. beson-

ders bei den bau- und lüftungstechnischen Projektanten des landwirtschaftlichen Anlagenbaus sowie den sozialistischen Landwirtschaftsbetrieben, aber auch bei Vertretern wissenschaftlicher Einrichtungen noch eine gewisse Unklarheit über die für die Berechnung bei den einzelnen Tierarten zu wählenden Werte herrscht. Tafel 1 zeigt diesen Sachverhalt, wobei die Werte der oben angeführten Berechnungsgrundlagen, z. B. für die Wärmeabgabe von Milchkuhen, noch durch einige andere Quellen ergänzt wurden. Hieraus sind die Unterschiede ersichtlich, die je nach Größenwahl der Bezugsbasis oder nach der Gesamtwärmeabgabe des Tiers z. B. für die Wärmebilanzierung von Milchviehställen auftreten können. Bei der Anwendung der in der Tafel genannten Angaben könnte man nach bisher üblichen Vorstellungen für die Wärmehaushaltberechnung mit allen Werten außer denen des Grundumsatzes rechnen.

Welche Differenzen dabei auftreten, wird am Beispiel eines rationalisierten Rinderstalls für 350 Kühe gezeigt. Je Kuh sei eine tägliche Milchproduktion von 15 kg unterstellt. So beträgt die tierische Gesamtwärmeproduktion in diesem Stall nach den Stalllüftungs-Berechnungsgrundlagen /2/

$$350 \times 730 = 255\,000 \text{ kcal/h und}$$

nach sowjetischen Normen /3/

$$350 \times 960 = 336\,000 \text{ kcal/h.}$$

Der Unterschied zwischen beiden Angaben beträgt 81 000 kcal/h. Das ist bezogen auf die DDR-Normen also nahezu ein Viertel des Gesamtbetrags. In den DDR-Normen wird nicht nach der Tierleistung gestaffelt, so daß hierin vielleicht

* Institut für Angewandte Tierhygiene Eberswalde (Direktor: VR Dr. W. Kurzweg)

¹ Dieser Beitrag entstand vorwiegend während der Tätigkeit des Autors am Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim. Für die Unterstützung dieser Arbeit und die Zusage zur Veröffentlichung sei an dieser Stelle der Leitung des Instituts gedankt.

die Abweichungen zu sehen sind, wobei in beiden Normgrundlagen die Gesamtwärmeabgabe auf laktierende Kühe von 500 kg LM bezogen ist. Dieser Beitrag soll zur Diskussion dieses Problems anregen und erste Vorstellungen zu seiner Lösung erörtern.

Bei der Erforschung der Zusammenhänge zwischen Tierleistung und meteorologischer Umwelt wurden in den letzten zwei Jahrzehnten neue Erkenntnisse gewonnen. Hier wären vor allem Versuche in Klimakammern und -ställen und in Stoffwechsellaboratorien mit vorwiegend energetischer und leistungsphysiologischer Orientierung zu nennen. Bei der Auswertung dieser klimaphysiologischen Versuche wurden u. a. die Parameter für die stallklimatischen Berechnungsgrundlagen der DDR /1/ /2/ /4/ gewonnen. Bei einer kritischen Auswertung dieser tierphysiologischen Parameter ist festzustellen, daß die physiologischen Vorgänge der Energieumsetzung bzw. der Wärmebildung in den Berechnungsgrundlagen nur ungenügend berücksichtigt wurden. Im Gegensatz hierzu nehmen die in der UdSSR angewendeten Stallklimanormen, z. B. für Rinder, bereits auf tierphysiologische Bezugsgrößen, wie das Leistungsniveau und den Laktations- bzw. Trächtigkeitsabschnitt, Rücksicht. Hier staffelt man die CO₂-, Wärme- und Feuchtigkeitsabgabe der Tiere nach Leistungsabschnitten und Leistungsniveau im Hinblick auf den Nutzungstyp, unter Berücksichtigung der Abhängigkeit von der Masse (Tafel 2). Dabei wird von physiologischen Gesichtspunkten der Energieumsetzung ausgegangen, während in der DDR auch in neuerer stallklimatischer Literatur /1/ /2/ /4/ die Gesamtwärmeabgabe bei verschiedenen Temperaturen nur auf die Tiermasse oder das Lebensalter bezogen wird.

Aus der Auswertung vor allem neuerer stoffwechselphysiologischer Untersuchungen resultieren die nachstehenden Vorschläge, wie man den Wärmehaushalt in Stallbauten durch Vorgabe genauerer Wärmeproduktionsparameter von Tieren sicherer bilanzieren kann. Da die Wärmeproduktion der Tiere hauptsächlich von deren Energieaufnahme beeinflusst wird, war es zunächst notwendig, eine einfache Bezugsgröße zur tierischen Wärmeproduktion zu finden. Sie muß mit hinreichender Zuverlässigkeit die sachgemäße Berechnung der tierischen Wärmeproduktion bzw. -abgabe und damit auch des Stallklimas ermöglichen. Zum besseren Verständnis der Problematik sollen daher die Zusammenhänge sowie nähere Bedingungen genannt werden, die für die Fixierung des Bezugsniveaus der Wärmeproduktion der landwirtschaftlichen Nutztiere — z. B. der Rinder — entscheidend sind.

Naturwissenschaftliche Grundlagen

Die Vorstellungen zur Ermittlung der Wärmeproduktion bei Leistungsumsatz gehen davon aus, daß unter standardisierten meteorologischen Bedingungen im Bereich der Thermoneutralität die Gesamtwärmeabgabe der Tiere im wesentlichen von der Energiezuführung in Form der Futterstoffe abhängig ist. Im thermoneutralen Temperaturbereich wird vom Tier ein maximaler Anteil der aufgenommenen Futterstoffe in körpereigene Energie umgesetzt, wobei die vom Tier produzierte Wärme entsprechend der zugeführten Futterstoffe — z. B. je 1 kcal aufgenommene Futterenergie — nahezu konstant bleibt. Die Tierproduktion ist darauf ausgerichtet, bei dem Prozeß der Stoffumwandlung möglichst viel Nettoenergie — in Form von Zuwachs, Milch, Wolle, Eiern und Reproduktion — aus der zugeführten Energie der Futterstoffe zu erhalten. In diesem Prozeß fällt — vom energetisch-ökonomischen Aspekt betrachtet — als Abfallprodukt Wärme in einem bestimmten Umfang entsprechend der zugeführten Energie an. Unter ungünstigen biometeorologischen Bedingungen (Kälte) wird ein Teil der sonst für den Stoffansatz und die Produktion nutzbaren Energie der zugeführten Futterstoffe direkt in Wärme umgeformt und geht damit der erwünschten Tierleistung verloren. Bei unzureichendem Futterangebot und kalter Umgebung muß das Tier seine eigenen Reserven auf Kosten der Körpermasse und Produktionsleistungen zur Erhaltung seiner Wärmebilanz ak-

Tafel 1. Gesamtwärmeabgabe von Milchkühen von etwa 500 kg LM im Bereich der Thermoneutralität (15 bis 20 °C Lufttemperatur) nach Stallklimanormen und anderen Angaben in kcal/h und Mcal/d

| Berechnungsgrundlagen und andere Angaben | Autor | Gesamtwärmeabgabe | | Tiermasse | Umsatzniveau |
|--|--|-------------------|---------------|-----------|---|
| | | kcal/h | Mcal/d | | |
| Berechnungsgrundlagen Stalllüftung /2/ | Kirschner u. a. (1970) | 730 | 17,3 | 500 | k. A. ¹ |
| TGL-Entwurf (0725 Bl. 1) | Klink u. a. (1966) | 760 | 18,2 | 500 | k. A. |
| Stallklima /1/ | Yeck u. a. (1959) nach Mothes u. a. (1969) | 650 ... 700 | 15,7 ... 16,9 | 500 | k. A. |
| | Yeck u. a. (1959) | 900 | 21,8 | 500 | k. A. |
| Schwedische Normen | Mothes u. a. (1969) | 770 | 18,6 | 350 | k. A. |
| Sowjetische Normen /3/ | ... (1970) | 861 ... 960 | 20,6 ... 23,2 | 500 | Leistung |
| | Worstell u. Brody (1953) | 980 | 23,5 | 500 | Leistung |
| | Worstell u. Brody | 900 | 21,6 | 566 | Leistung |
| | Flatt u. a. (1965) | 775 ... 1080 | 18,6 ... 25,8 | 526 | Leistung etwas über Erhaltungsumsatz |
| | Leroy (1965) | 560 | 13,4 | 521 | Leistung |
| | Hashizume u. a. (1965) | 730 ... 810 | 17,5 ... 19,4 | 547 | Leistung |
| | Schiemann u. a. (1965) | 920 | 22,1 | 516 | Leistung |
| Stoffwechsellaboratorien | Gere (1970) /6/ | 836 | 20,0 | 503 | Leistung |
| | van Es (1961) | 460 ... 540 | 11,0 ... 13,0 | 500 | Erhaltung |
| | Flatt u. a. (1965) | 450 ... 468 | 10,8 ... 11,2 | 500 | Erhaltung trockenstehend nicht trüchtig |
| | Flatt u. a. (1965) | 618 | 14,8 | 513 | Leistung trüchtig trockenstehend |
| | Benedict u. Ritzmann (1935) | 330 | 7,88 | 600 | Grundumsatz |

¹ k. A. keine Angabe

Tafel 2. Stündlich je Rind abgegebene Wärme-, CO₂- und Wasserdampfmengen /3/

| | Lebendmasse | Gesamtwärmeabgabe | CO ₂ -abgabe | Wasserdampf-abgabe |
|----------------------|-------------|-------------------|-------------------------|--------------------|
| | | | | |
| Kühe, trockenstehend | 300 | 604 | 90 | 288 |
| | 400 | 739 | 110 | 350 |
| | 600 | 926 | 138 | 440 |
| | 800 | 1087 | 162 | 516 |
| trüchtig | 300 | 644 | 96 | 307 |
| | 400 | 765 | 114 | 365 |
| | 500 | 861 | 128 | 410 |
| | 600 | 956 | 143 | 499 |
| Milchkühe | 400 | 867 | 129 | 413 |
| | 500 | 960 | 143 | 457 |
| | 600 | 1039 | 156 | 494 |
| | 400 | 932 | 139 | 445 |
| Mastochsen | 600 | 1134 | 169 | 540 |
| | 800 | 1355 | 202 | 646 |
| | 1000 | 1603 | 239 | 750 |
| | 30 | 100 | 15 | 47 |
| 0 ... 1 Monate | 40 | 141 | 21 | 67 |
| | 50 | 174 | 26 | 83 |
| | 80 | 256 | 38 | 121 |
| | 40 | 147 | 22 | 70 |
| 1 ... 3 Monate | 60 | 215 | 32 | 102 |
| | 100 | 282 | 42 | 135 |
| | 130 | 382 | 57 | 182 |
| | 90 | 248 | 37 | 118 |
| 3 ... 4 Monate | 120 | 369 | 55 | 176 |
| | 150 | 382 | 57 | 183 |
| | 200 | 503 | 75 | 240 |
| | 120 | 322 | 48 | 153 |
| 4 Monate | 180 | 476 | 71 | 227 |
| | 250 | 496 | 74 | 236 |
| | 350 | 651 | 97 | 310 |
| | 120 | 322 | 48 | 153 |

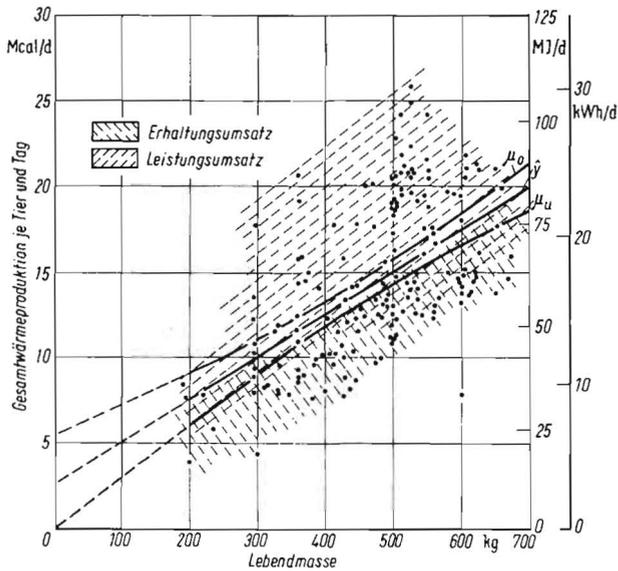
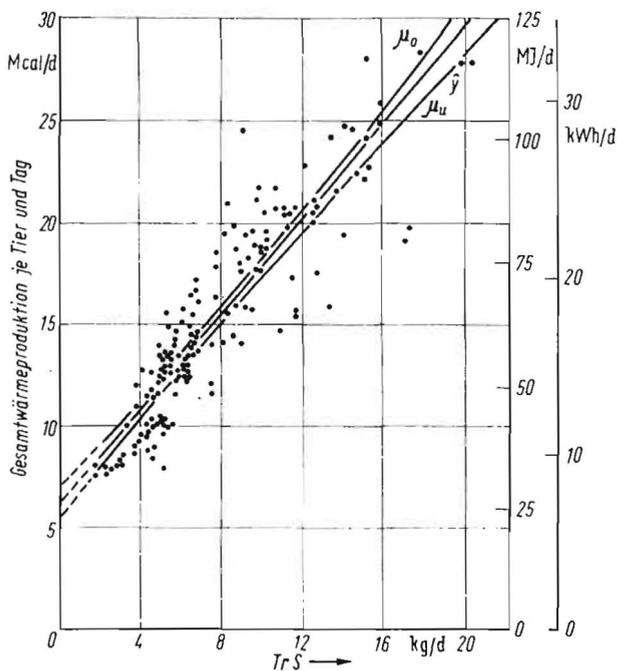


Bild 1. Tägliche Wärmeproduktion von Rindern bezogen auf die Lebendmasse, bisherige Berechnungsgrundlage, bei 18 bis 20 °C Lufttemperatur;

$n = 165$; $P \leq 0,1$ Prozent; $B = 0,32$; $\hat{y} = 256x + 0,025$
 Die Regressionsgleichung bezieht sich auf die Angabe von \hat{y} in Mcal/d; $\hat{\mu}_0$, $\hat{\mu}_u$ sind die obere und untere Vertrauensgrenze des Mittelwerts (\bar{x}) bei 5 Prozent Abweichung.
 [Angaben aus den Veröffentlichungen von: Benedict u. Ritzman nach Kleiber (1967), Flatt u. a. (1965), Forbes u. a. (1930), Gere (1970), Golovos u. a. (1965), Hashizume u. a. (1965), Ittner nach Kleiber (1967), Kellner nach Kleiber (1967), Kleiber (1933), Kleiber u. a. (1945), Kleiber (1967), Leroy (1965), Mitchell u. Hamilton (1936), Mitchell u. a. nach Kleiber (1967), Schiemann u. a. (1970), Worstell u. Brody (1953) van Es (1961), van Es u. a. (1965)]

Bild 2. Tägliche Wärmeproduktion von Rindern bezogen auf die Trockensubstanz des täglich aufgenommenen Futters bei 18 bis 20 °C Lufttemperatur: $n = 151$; $P \leq 0,1$ Prozent; $B = 0,81$; $\hat{y} = 6,24 + 1,16x$;

Die Regressionsgleichung bezieht sich auf die Angabe von \hat{y} in Mcal/d; $\hat{\mu}_0$, $\hat{\mu}_u$ sind die obere und untere Vertrauensgrenze des Mittelwerts (\bar{x}) bei 5 Prozent Abweichung.
 [Werte aus den Veröffentlichungen von: Flatt u. a. (1965), Flatt u. a. (1964), Forbes u. a. (1930), Hashizume u. a. (1965), Ittner nach Kleiber (1967), Leroy (1965), Lofgreen (1965), Mitchell u. Hamilton (1936), Ragsdale u. a. (1948), Ragsdale u. a. (1949), Schiemann u. a. (1970), van Es (1961), Wöhlbier u. Schneider (1965); Worstell u. Brody (1953)]



ktivieren. Analog verhält es sich bei sehr heißen Umgebungstemperaturen, bei denen das Tier die stark wärmeerzeugenden Prozesse der Futterumsetzung durch Reduzierung der Futtermenge einschränkt. Letzteres führt in der Folge zu Leistungsrückgang, schlechter Futterverwertung und Masseverlusten. Die ausgewerteten Daten (Bilder 1 und 2) zur Wärmeproduktion entstammen Veröffentlichungen von Gesamtstoffwechselversuchen in Respirationsskammern bei 18 bis 20 °C Raumlufttemperatur. Der Veröffentlichung der Werte von Hashizume u. a. (1965) lagen Temperaturen von 17 °C und der von Forbes u. a. (1930) sowie Kriss (1930) teilweise noch niedrigere Temperaturen in Respirationsskammern zugrunde. Weiterhin werden Wärmeproduktionsdaten aus den Klimaställen bei 16 °C, aber auch bei 18 bis 20 °C nach Worstell und Brody (1953) ausgewertet. Individuelle Unterschiede, z. B. zwischen der Trockenmasseaufnahme und der äquivalenten Wärmeproduktion, sind bei Tieren einer Rasse größer als die Unterschiede, die von den Versuchsaustellern zwischen den europäischen Rassen festgestellt wurden. Diese individuellen Unterschiede treten besonders stark in den Ergebnissen der Versuche von Hashizume u. a. (1965) sowie von Flatt u. a. (1965) hervor. Schiemann u. a. /5/ berichten von individuellen Unterschieden z. B. beim Erhaltungsbedarf von Rindern, der praktisch der Wärmeproduktion entspricht, bezogen auf die stoffwechselaktive Körpermasse von ± 10 Prozent. Weiterhin ist die Streuung der Werte u. a. auch dadurch erklärbar, daß einige Angaben für die statistische Auswertung nur Grafiken zu entnehmen waren, andererseits verschiedene Koeffizienten, Bewertungsmaßstäbe und Versuchstechniken in den einzelnen Laboratorien angewendet wurden.

Auswertung neuer Erkenntnisse und Schlußfolgerungen für stallklimatische Berechnungsgrundlagen

Die statistische Verrechnung der Ergebnisse der über die Tiermasse ermittelten Wärmeproduktion zeigt Bild 1, die auf dem in der DDR /1/ /2/ /4/ und auch in anderen Ländern /4/ für Stallklimaberechnungen geltenden Bezugsparameter „Tiermasse“ basiert. Im Bild 1 wurde die Wärmeproduktion von Rindern bei einzelnen Stoffwechselzuständen, wie Erhaltungsumsatz und Leistungsumsatz, in den einzelnen Zonen als Schraffur eingetragen. Eine scharfe Trennung der einzelnen Ernährungszustände ist bei der Vielzahl der Tiere und Rationen nicht möglich. Die Verteilung der Punkte, die teils Einzel-, teils Durchschnittswerte an Jungvieh, Mastvieh, ausgewachsenen Tieren, laktierenden und nicht laktierenden, trächtigen und nichtträchtigen Tieren darstellen, läßt zwar einen direkten Zusammenhang von Wärmeproduktion und Masse erkennen, der jedoch nur schwach ausgeprägt ist ($P \leq 0,1$ Prozent, $B = 0,3232$). Aus dem Verlauf der Regressionsgeraden und auch der Vertrauensgrenzen ist ebenso wie bereits andeutungsweise aus der Gegenüberstellung in Tafel 1 ersichtlich, daß die Masse-Wärmeabgabe-Beziehung einen relativ lockeren Zusammenhang besitzt.

Daher wurde zunächst in Analogie zu den sowjetischen Berechnungsgrundlagen versucht, die Wärmeproduktion der landwirtschaftlichen Nutztiere, speziell der laktierenden Kühe auf ihr Leistungsniveau, auf die tägliche energiekorrigierte Milchleistung je Kuh zu beziehen. So konnte statistisch mit Hilfe der linearen Regression aus den zur Verfügung stehenden Werten beim Milchvieh, van Es (1961), Flatt u. a. (1964, 1965), Schiemann u. a. (1970), Hashizume (1965), ein Bestimmtheitsmaß $B = 0,645$ ($P \leq 0,1$ Prozent, $n = 36$) zwischen täglicher Wärmeproduktion und fettkorrigierter Milchleistung (FCM) je Tag errechnet werden. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangen neuere sowjetische Untersuchungen /6/. Es ist also festzustellen: Die Wärmeproduktion korreliert zum Leistungsniveau wesentlich besser als zur Tiermasse. Es wäre daher sicher gerechtfertigt, die tierische Wärmeproduktion auf die jeweilige Tierleistung zu beziehen. Hierzu ist jedoch zu bemerken, daß z. B. bei Kühen im Laktationsverlauf beträchtliche Fluktuationen der Körpermasse auftreten, besonders zu Beginn der Laktation bei schweren und hoch-

leistungsfähigen Tieren. Zu diesem Zeitpunkt produzieren diese Kühe wesentlich mehr Milch als sie an äquivalenter Futterenergie aufnehmen. Gegen Ende der Laktation ist dies umgekehrt. Demzufolge wird zu Beginn der Laktation weniger Wärme je kg Milch als gegen Ende der Laktation produziert. Die korrelative Verrechnung der Werte von täglicher absoluter Milchmenge je Kuh (x) und Wärmeproduktion (y) ergab in Auswertung der von Kellner durchgeführten und von Schiemann [7] veröffentlichten Versuche nur ein Bestimmtheitsmaß von $B = 0,240$ ($P \leq 0,5$ Prozent, bei $n = 34$) mit der Beziehungsgleichung der Wärmeproduktion = $12,85 + 0,382 x$. Dieses Bestimmtheitsmaß ist relativ niedrig.

Weil bekanntlich die Milchleistung nur einen Teil der energetisch bezogenen Produktion darstellt, muß die gesamte Erzeugungsleistung in Zusammenhang mit dem Wachstum und der Mast gesehen werden. Daher wurde versucht, eine geeignetere Bezugsgröße, die diese 3 Faktoren miteinander verbindet, für die Berechnung der Wärmeproduktion zu finden. Hierfür erschien die Trockenmasse des täglich aufgenommenen Futters als der zweckmäßigste Parameter. So konnte analog zu den Stoffwechselversuchen auch bei einer statistischen Auswertung der Klimastallversuche mit Milchvieh gefunden werden, daß die Wärmeproduktion zur Trockenmasse des aufgenommenen Futters besser korreliert als zur täglichen Milchleistung. Im Gegensatz zu den bisher üblichen Berechnungsgrundlagen, die die Wärmeproduktion von Rindern nach Altersabschnitten und Leistungsrichtungen differenzierten, wurde versucht, sämtliche Leistungsrichtungen der Rinderhaltung, außer der Tränkkälberhaltung, nur in einer Beziehungsgleichung, der Wärmeabgabe in Abhängigkeit von der Trockenmasseaufnahme auszudrücken (Bild 2).

Über die Aufnahme verschiedener Mengen an Trockenmasse wird das Leistungsniveau des energetisch bezogenen Stoffwechsels und der Wärmeproduktion direkt beeinflusst. Im Bild 2 wurde als Regressionsgerade der verschiedensten Gesamtstoffwechselversuche bei Rindern die Beziehung zwischen Trockenmasseaufnahme und Wärmeproduktion ermittelt. Die Werte um die Regressionsgerade $y = 6,24 + 1,16 x$ sind mit $B = 0,8145$ ($P \leq 0,1$ Prozent) bestimmt. Der Zusammenhang von Wärmeproduktion und Trockenmasseaufnahme wurden in der Auswertung herkömmlicher Futterstoffe und Rationen unterstellt.

Sollte sich diese Beziehungsgleichung der tierischen Wärmeproduktion bzw. -abgabe besser als die anderen Parameter, z. B. die Tiermasse, für alle Leistungsrichtungen der Rinderproduktion eignen, so wäre es möglich, nur einen Parameter zur Kennzeichnung der Wärmeproduktion von Rindern einzuführen. Ob diese Vereinfachung im Interesse verbesserter stallklimatischer Aussagen berechtigt ist, wäre fernerhin noch zu untersuchen.

Die Beziehungen zwischen Wärmeproduktion und Trockenmasseaufnahme bei Schweinen zeigen einen anderen Verlauf. Aufgrund ernährungs- und stoffwechselphysiologischer Untersuchungen und der Vergleiche zu Ergebnissen anderer Autoren betonen Nehring u. a. [8], daß zwischen Widerkäuern und monogastrischen Tierarten prinzipielle Differenzen in den Umsetzungen der Nähr- und Futterstoffe bestehen.

Bereits früher wurde die Beziehung zwischen Trockenmasseaufnahme und tierischer Wärmeproduktion von Armsby (1921), Forbes u. a. (1930) sowie Kriss (1930) für Rinder und von Leroy (1965) vorwiegend für Schweine festgestellt. Schon Kriss (1930) erkannte die Bedeutung dieses Zusammenhangs als mögliche Grundlage für stallklimatische Planungsunterlagen, wobei Kriss nur Versuche an ausgewachsenen Ochsen zur Analyse vorlagen.

Das eingangs berechnete Beispiel eines rationalisierten Rinderstalls für 350 Kühe sei nochmals mit den Werten der auf der Trockenmasseaufnahme basierenden Gesamtwärmeabgabe berechnet. Nach dem DDR-Futterbewertungssystem und den Angaben von Schiemann u. a. (1971) benötigt eine Kuh von etwa 500 kg Masse mit täglich 12,5 kg Milch bei 3,5 Prozent

Fett eine Tagesfütterration von 12,6 kg Futtertrockenmasse, mit 15,0 kg Milch bei 3,5 Prozent Fett 16,4 kg Futtertrockenmasse. Nach der Regressionsgleichung $y = 6,24 + 1,16 x$ (Bild 2) beträgt die tägliche Gesamtwärmeproduktion für beide Leistungen $y = 20,8$ bzw. 22,6 Meal/Tier. Je Stunde gibt eine Kuh von 12,5 bzw. 15 kg Tagesgemelk also 870 kcal bzw. 950 kcal Wärme ab. Demzufolge beträgt die stündliche Gesamtwärmeproduktion von 350 Tieren 305 000 kcal bzw. 332 000 kcal. Aus diesen Angaben wird ersichtlich, daß die sowjetischen Normen [3] für Kühe von täglich 15 kg Milchleistung nach Tafel 2 mit 336 000 kcal/h für 350 Tiere nahezu mit den Werten des in Vorschlag gebrachten Verfahrens zur Ermittlung der Tierwärmeproduktion übereinstimmen.

Schlußfolgerungen

Die Vorteile der auf das Leistungsniveau bezogenen Wärmeproduktion liegen in der eindeutigen Erfassbarkeit der Bezugsgröße, im besseren Aussagewert des neuen Parameters „Trockenmasse des täglich aufgenommenen Futters“ gegenüber dem herkömmlichen Parameter „Tiermasse“.

Diese Bezugsgröße berücksichtigt den physiologischen Vorgang der Wärmebildung besser und weist auch auf den bestehenden direkten Zusammenhang zwischen Futteraufwand und Heizung für die Tierproduktion hin. Mit Hilfe dieses Parameters könnte man bei der Klimatisierung des Stalls den Aufwand für die Heizung auf die Wärmezuführung über Futter oder Brennstoffe (Kohle, Elektroenergie, Öl) optimieren.

Der Trockenmasseverzehr ist relativ leicht erfassbar. Er geht z. B. bei den Berechnungen der Fütterungsnormen nach dem neuen DDR-Futterbewertungssystem mit in die Berechnungen der Produktionsökonomie von Anlagen und in die Futterpläne ein. Bei Annahme der Trockenmasseaufnahme als Bezugsbasis hat der Stallklimaprojektant nur noch mit einem Eingabeparameter für die Gesamtwärmeabgabe der Rinder im Bereich der Thermoneutralität zu rechnen, statt wie bisher die Wärmeproduktion in Abhängigkeit von der Masse differenziert für Jung-, Mast- und Milchvieh zu ermitteln. Dabei ist herauszustellen, daß die bautechnischen und bauphysikalischen Unsicherheiten das Ergebnis einer stallklimatischen Berechnung viel mehr beeinflussen als die zwischen den Leistungsrichtungen der Tiere eventuell feststellbaren Differenzen von Wärmeproduktion zur Trockenmasseaufnahme.

Insgesamt ist einzuschätzen, daß die neue vorgeschlagene Bezugsbasis den herkömmlichen Berechnungsannahmen sowohl an Sicherheit als auch an Zweckmäßigkeit überlegen ist. Zu dieser Aussage fehlen allerdings noch quantitative Einschätzungen der Wärmeabgabe bei verschiedenen Haltungsformen, Umwelttemperaturen und auch die Form und Verteilung der Wärmeanteile (z. B. für Strahlung, Verdampfung, Wärmebewegung u. a.) bei verschiedenen Temperaturen.

Literatur

- /1/ Mothes, E. u. a.: Stallklima. Umweltanforderungen, Wärme-, Wasserdampf- und Gasabgabe der Tiere. Schriftenreihe d. Bauforschung, Reihe Landwirtschaftsbau, 9. Berlin 1969
- /2/ Kirschner, K. / H. Simon u. a.: Stall-Lüftung. Berechnungsgrundlagen. Hrsg.: DAL zu Berlin, Inst. f. Mechanisierung der Landwirtschaft, Potsdam-Bornim 1970
- /3/ —: Normy tehnologičeskogo projektirovanija ferm krupnogo rogatogo skota. Moskva: Verlag Kolos 1970, S. 42–49
- /4/ Klink, G.: Stallklima. Berechnungsgrundlagen und Berechnungsverfahren, Internationaler Stand. Schriftenreihe d. Bauforschung, Reihe Landwirtschaftsbau, 10. Berlin 1970
- /5/ Schiemann, R. u. a.: Die Verwertung der Futterenergie für die Milchproduktion. 1. Mitt. Untersuchungen an Tieren mit unterschiedlichem Leistungspotential. Arch. f. Tierernährung 20 (1970) H. 3, S. 227–251
- /6/ Gere, T.: Gazoenergičeskij obmen u korov raznogo živogo vesa. Izvestija, TSChA, Moskva Vyp. 5 (1970) S. 229–232
- /7/ Schiemann, R. u. a.: Energetische Futterbewertung und Energienormen. Berlin: 1971
- /8/ Nehring, K. / R. Schiemann / L. Hoffmann: Vorschlag eines neuen Systems der energetischen Bewertung des Futters auf der Grundlage der Nettoenergie Fett. Berlin 1966. Sitzungsberichte der DAL., Bd. XV, H. 21, S. 19–30 A 8908