Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 94 (1952)

Heft: 11

Artikel: Die energetische Wirkung einer Rohfaserzulage beim Kaninchen

Autor: Crasemann, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-593481

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: 11.08.2025

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

cavità, grossa come un polpastrello o una prugna, e conteneva siero e fibrina. Secondo il reperto macroscopico ed istologico, si tratta di una borsite cronica fibrosa causata da contusione e sfregamento del collare su una borsa mucosa che nel cavallo, secondo Eichbaum, si trova di rado sulla scapola.

Summary

At the site of the collar on the shoulder of ten not quite young foals the author found hard-elastic, partially fluctuating, bodies of the size of a hens egg or an apple, with little sensibility to pressure. There situation was not immediately under the skin and scarcely movable. The traction work was disturbed. At the operation the bodies were found under the cutaneous muscle or under the fascia, in one case under the m. brachiocephalicus. They consisted of a thick (15—20 mm) capsula containing a cavity of 20—30 mm diameter, filled with serum and fibrin. The macroscopic and histologic diagnosis was bursitis chronica fibrosa, produced by contusion and friction by the collar of a bursa mucosa which, according to Eichbaum, is occasionally found on the scapula of the horse.

Literatur

Abderhalden R.: Medizinische Terminologie, 1947. — Bolz, W.: Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie für Tierärzte, 1951. — Eichbaum, F.: Arch. f. wissensch. u. prakt. Tierheilk. 9, 1883, S. 78. — Ziegler, M.: Ernst Joests Handbuch der spez. path. Anatomie der Haustiere, 5. Bd..

Die energetische Wirkung einer Rohfaserzulage beim Kaninchen

Ein Beitrag zur Lehre von der Wertigkeit der Futtermittel[1]

Von E. Crasemann

1. Das Problem

Die auf Oskar Kellners Arbeiten zurückgehende *Lehre von der Wertigkeit* [1] trägt dem Umstande Rechnung, daß die aus dem Gehalt an verdaulichen Nährstoffen mit Hilfe von *Standardwerten* berechnete Produktionswirkung der meisten Futtermittel von der Produktionswirkung, die in Wirklichkeit erwartet oder beobachtet werden kann, verschieden ist. Die Formel der Wertigkeit lautet:

$$\text{Wertigkeit} = \frac{\text{zu erwartende bzw. zu beobachtende Produktionswirkg.}}{\text{berechnete Produktionswirkung}} \cdot 100$$

Die zur Berechnung der Produktionswirkung gebräuchlichen Standardwerte stammen aus Bilanzversuchen Kellners am ausgewachsenen, Fett bildenden Ochsen mit einer Anzahl repräsentativer Vertreter der drei Nährstoffgruppen Kohlenhydrate, Fette und Proteine. Festzuhalten ist,

[1] Herrn Prof. Dr. W. Frei zum 70. Geburtstag gewidmet.

daß die von Kellner geprüften „Standardnährstoffe" (Kartoffelstärke, Strohstoff = Rohzellulose, Rohrzucker, Erdnußöl, Klebereiweiß) *isoliert* zu einem Grundfutter zugelegt wurden, das außer der Bestreitung des Erhaltungsbedarfes an sich schon einen bescheidenen Ansatz ermöglichte (Methodik des Differenzversuches).

Die Bedeutung des Begriffes Wertigkeit wird am Beispiel der folgenden, von Kellner mit *Heu* und *Stroh* durchgeführten Bilanzversuche aufgezeigt:

Futterart 100 g Trockensubstanz	Aus dem Gehalt an verdaulichen Nährstoffen berechnete Produktionswirkung kcal	Auf Grund von Bilanzversuchen beobachtete Produktionswirkung kcal	Unterschied kcal	Wertigkeit
Heu a	122,8	77,1	45,7	63
Heu b	148,5	103,8	44,7	70
Weizenstroh a	98,9	20,1	78,8	20
Weizenstroh b	78,3	22,9	55,4	29

Auf Grund dieser Versuche bringt die Wertigkeit vorerst nichts anderes zum Ausdruck, als daß die in Heu und Stroh enthaltenen verdaulichen Nährstoffe eine geringere produktive Wirkung entfalten als die Nährstoffe, von deren Ansatzwirkung die erwähnten Standardwerte abgeleitet wurden. Als Erklärung hierfür können grundsätzlich zwei mögliche Ursachen angeführt werden:

1. Die in Heu und Stroh enthaltenen verdaulichen Nährstoffe weisen deshalb ein von der produktiven Wirkung der entsprechenden „Standardnährstoffe" abweichendes Verhalten auf, weil sie im chemischen Aufbau von diesen mehr oder weniger verschieden sind.
2. Die in Heu und Stroh enthaltenen verdaulichen Nährstoffe würden, *isoliert* verabreicht, trotz mehr oder weniger weitgehender Verschiedenheit im chemischen Aufbau, die gleiche oder annähernd die gleiche produktive Wirkung entfalten wie die „Standardnährstoffe"; sie tun es aber nicht, weil sie in Verbindung mit der gesamten Heu- und Strohsubstanz eine wirkungsmäßige Degradation erfahren. In diesem Falle sind wir berechtigt, von einem tatsächlichen *Produktionsausfall* bzw. von einer eigentlichen *Wertigkeitsverminderung* zu sprechen. Die gleichen verdaulichen Nährstoffe haben eine geringere produktive Wirkung und damit eine geringere Wertigkeit, wenn sie in Form von Heu und Stroh, als wenn sie in reiner oder annähernd reiner Form, d. h. für sich allein verfüttert werden.

Der vorliegende Beitrag soll sich hauptsächlich mit der zweitgenannten Möglichkeit, d. h. mit dem *Problem der Wertigkeitsverminderung* befassen.

Die bei Heu, Stroh und ähnlichen Futterstoffen in Betracht zu ziehende Wertigkeitsverminderung kann auf folgende Einflüsse zurückgeführt werden:

1. Vermehrte Kauarbeit (Zerkleinerung, Einspeichelung und Durchmischung des verhältnismäßig rohfaserreichen Pflanzenmaterials).
2. Vermehrte „Darmarbeit" = vermehrte Arbeit nach dem Kauen beim Transport der mit unverdaulichen Bestandteilen durchsetzten Futterstoffe durch den Verdauungstrakt.
3. Größere Gärverluste im Magen-Darmkanal.
4. Vermehrte Stoffausscheidung im Harn, herrührend von spezifisch wirkenden, durch ihren besonderen Chemismus charakterisierten Bestandteilen bzw. Umwandlungsprodukten des Futters (z. B. Fäulnisprodukte).
5. Ebenfalls von spezifisch wirkenden Substanzen ausgehende, zu vermehrter Wärmebildung führende Intensivierung der Organaktivität (Aktivität der Verdauungsorgane usw.).

Kellner glaubte, die bei Heu und Stroh auftretende Differenz zwischen beobachteter und berechneter Wirkung mit dem *Rohfasergehalt* dieser Futtermittel in Beziehung setzen zu dürfen, wobei er auf Grund von 9 Bilanzversuchen am ausgewachsenen Ochsen zum Ergebnis gelangte, daß jedes Gramm Gesamtrohfaser die Fettansatzwirkung der verdaulichen Nährstoffe durchschnittlich um 1,36 kcal vermindere (Schwankungsbereich 1,02 bis 1,69 kcal, mittlerer Fehler ± 0,08 kcal). Weitere Untersuchungen veranlaßten Kellner anzunehmen, es sei der mit dem Rohfasergehalt in Beziehung gebrachte Wirkungsverlust zu einem guten Teil dem Energieaufwand für zusätzliche Kauarbeit zuzuschreiben. Diesen Energieaufwand suchte er in der Weise zu bestimmen, daß er die Fettansatzwirkung von lang gehäckseltem mit derjenigen von gemahlenem Stroh verglich. Bei letzterem bestimmte er in 6 Fettansatzversuchen die Größe des auf 1 g Gesamtrohfaser entfallenden Produktionsausfalles im Mittel mit 0,70 kcal (Schwankungsbereich 0,56 bis 0,86 kcal, mittlerer Fehler ± 0,04 kcal). Der Mittelwert entspricht ziemlich genau der Hälfte des Produktionsausfalles, den er für 1 g Rohfaser in nicht gemahlenen Rauhfutterstoffen errechnet hatte. Hieraus darf geschlossen werden, daß das Mahlen des Strohes eine beträchtliche Einsparung an Kauarbeit herbeizuführen vermochte.

Auf Grund einer kritischen Überprüfung der Kellnerschen Versuche nimmt Lehmann [2] an, daß die Wertigkeit der Futtermittel ganz allgemein mit der durch sie verursachten *Kauarbeit* einerseits und mit der durch sie bedingten *Darmarbeit* anderseits in Beziehung gebracht werden könne. Als maßgeblich für die Größe der Kauarbeit betrachtet er hauptsächlich die verzehrte *Futtermenge*, während er für die Größe der Darmarbeit den *Ballast* (nach Lehmann = unverdaute organische Substanz) verantwortlich macht. Von diesen Voraussetzungen ausgehend, schlägt er vor, es sei von der mit Hilfe der Kellnerschen Standardwerte berechneten Produktionswirkung des Futters für jedes Gramm verzehrter lufttrockener Substanz (bei einem Ballastgehalt von 16% und darüber) 0,189 kcal und für jedes Gramm Ballast 0,580 kcal in Abzug zu bringen.

Mit dem energetischen Effekt der *Kauarbeit* haben sich außer Kellner verschiedene andere Autoren befaßt [3]. Ihre Untersuchungsergebnisse lassen, wie dasjenige Kellners, deutlich erkennen, daß die Größe dieser Arbeit nicht nur durch die Menge der verzehrten Futtersubstanz, sondern, was erwartet werden konnte, ebensosehr durch die *physikalische Beschaffenheit* der einzelnen Futtermittel (Struktur, Quellungszustand, Zerteilungsgrad) beeinflußt wird. So darf als erwiesen betrachtet werden, daß gleiche, an Herbivore verabreichte Trockensubstanzmengen in Form von frischem Gras weniger Kauarbeit erfordern als in Form von Heu oder Trockengras. Ziemlich

gesichert ist auch die Schlußfolgerung Kellners, wonach die Zerkleinerung von Heu und Stroh zum mindesten beim Wiederkäuer einen nicht unbedeutenden Teil der sonst zu leistenden Kauarbeit einsparen läßt. Somit ist die Annahme, es werde der Wertigkeitsunterschied der Futtermittel u. a. durch eine mit deren physikalischen Beschaffenheit in Zusammenhang stehenden ungleichen Belastung der Kauarbeit verursacht, gut begründet. Anderseits scheint es recht zweifelhaft zu sein, ob verhältnismäßig einfach zu bestimmende Merkmale der physikalischen Futtermittelbeschaffenheit, wie Rohfasergehalt und Zerteilungsgrad (Kellner), genügen, um die Kauarbeit und damit die Größe des dieser Arbeit zuzuschreibenden Anteiles der Wertigkeitsverminderung mit hinreichender Genauigkeit zu erfassen.

Wesentlich unsicherer als die Bewertung der Kauarbeit gestaltet sich sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht die Bewertung der durch Besonderheiten der Futterbeschaffenheit beeinflußbaren Prozesse, die sich im *Magen-Darmtraktus* abspielen.

Auf Grund reiner Stoffwechselversuche am Ochsen stellte Kellner zwar fest, daß „die Methanbildung zumeist einen um so größeren Umfang anzunehmen scheine, je mehr Rohfaser sich unter den verdauten stickstofffreien Stoffen finde" und daß „der höchste Betrag an Kohlenwasserstoffen unter allen Versuchen nach Verfütterung von Weizenstroh beobachtet worden sei" [1]. Vermehrte Methanbildung bedeutet sozusagen immer eine Verminderung der produktiven Wirkung der im Futter enthaltenen verdaulichen Nährstoffe (Kohlenhydrate), es sei denn, die Methanmehrbildung komme lediglich auf Kosten des unverdaulichen Futteranteiles zustande, eine Voraussetzung, die wohl in keinem Falle zutreffen dürfte.

Sehr ungenügend ist man darüber unterrichtet, ob und wie weit für einen Teil der zur Diskussion stehenden Wertigkeitsverminderung ein *Energiemehraufwand für zusätzliche Darmarbeit* (mechanische Arbeit des Verdauungstraktes ohne Kauarbeit) verantwortlich gemacht werden müsse. Sowohl Kellner wie Lehmann sind geneigt, dieser zusätzlichen Darmarbeit Rechnung zu tragen, ohne sich auf eine einwandfreie Beweisführung stützen zu können. Zwar besteht durchaus die Möglichkeit, daß die Größe der Darmarbeit sowohl durch die Menge wie durch die physikalisch-chemische Beschaffenheit des Futters beeinflußt wird. Es ist aber fraglich, ob eine solche Einflußnahme eine in Betracht fallende, die Wertigkeit der Futtermittel mitbestimmende Schwankung im Energieverbrauch des Tieres zur Folge hat. Jedenfalls herrscht hierüber weitgehend Unklarheit.

2. Eigene Versuche

Aus den bisherigen Ausführungen geht hervor, daß der Einfluß des Verdauungsprozesses auf die Wertigkeit der Futtermittel in qualitativer und noch viel mehr in quantitativer Hinsicht einer weiteren Abklärung bedarf. Einen in dieser Richtung gehenden Beitrag wollen unsere nachfolgend zu beschreibenden Versuche liefern. Sie wurden am *ausgewachsenen Kaninchen* durchgeführt, wobei wir ihnen die folgende *Fragestellung* zugrunde legten:

Wie beeinflußt die Belastung des Verdauungsapparates mit einem *rohfaserreichen und schwerverdaulichen bzw. ballastkonzentrierten* Futterstoff den in der *Wärmebildung* sowie im *Ansatz* zum Ausdruck kommenden Energiehaushalt des ausgewachsenen Kaninchens, wenn 1. der Futterstoff zu einem physiologisch angepaßten, eine gewisse Überernährung sicher stellenden Grundfutter zugelegt wird und wenn 2. der Futterstoff so auf-

bereitet ist, daß bei möglichst geringer Mehrbelastung der Kauarbeit eine möglichst *große Mehrbelastung der Darmarbeit* erwartet werden kann?

Die Behandlung der gestellten Frage erforderte die Anlage von Gesamtstoffwechsel- bzw. Respirationsversuchen. Ihre Durchführung und Auswertung lag in den Händen meines Mitarbeiters J. Barboriak, der hierüber eine ins einzelne gehende Mitteilung an anderer Stelle machen wird. Die Anlage der Versuche geht aus Übersicht 1 hervor.

Übersicht 1

Anlage der Respirationsversuche mit Kaninchen

	Futter	Tiere	In der Futtertrockensubstanz		Verzehr pro Tier und Tag		
			Rohfaser %	Ballast[1] %	Trockensubstanz g	Rohfaser g	Ballast[1] g
Reihe 1							
G	80 g Grundfutter	1 u. 2	4,60	13,50	71,27	3,28	9,62
Z 1	80 g Grundfutter + 8 g Stroh	1 u. 2	9,02	25,55	78,61	7,09	20,08
Z 3	80 g Grundfutter + 60 g Stroh	1 u. 2	25,29	46,45	126,33	31,95	58,68
Reihe 2							
G	73 g Grundfutter	4 u. 5	4,60	13,64	65,03	2,99	8,87
Z 2	73 g Grundfutter + 27 g Stroh	4 u. 5	17,85	33,36	89,81	16,03	29,96
Z 3	73 g Grundfutter + 54 g Stroh	4 u. 5	25,29	50,21	114,59	28,98	57,54

[1] Berechnet aus den Verdauungsversuchen mit den je 2 zugehörigen Tieren.

Zu einem qualitativ und innerhalb der Versuchsreihen 1 und 2 quantitativ gleich bleibenden Grundfutter wurde an Tier 1 und 2 der Versuchsreihe 1 und an Tier 4 und 5 der Versuchsreihe 2 in steigenden Mengen *entblättertes Weizenstroh* zugelegt. Das vielseitig zusammengesetzte Grundfutter war so bemessen, daß es außer dem Erhaltungsbedarf der Kaninchen einen bescheidenen Ansatz zu bestreiten vermochte. Das entblätterte Weizenstroh erwies sich als nahezu unverdaulich. Es stellte somit für die Versuchstiere eine annähernd *absolute, hauptsächlich aus Rohfaser bestehende Ballastzulage* dar. Dem Grundfutter wurde das Stroh *fein gemahlen* beigemengt und mit diesem in eine gut aufnehmbare, krümelige Form übergeführt. Die Feinmahlung entsprach unserer Absicht, den Kauprozeß möglichst wenig, die Darmarbeit dagegen möglichst stark zu belasten. Wie die Übersicht 1 erkennen läßt, haben die Strohzulagen zu einer mäßigen bis *bemerkenswert starken Steigerung des Verzehrs an Trockensubstanz, Rohfaser und Ballast* geführt.

Jeder Gesamtstoffwechselversuch nahm nach einer rund einwöchigen Vorbereitung 7 bis 10 Tage in Anspruch, während welcher Zeit sich die Tiere ohne Unterbruch im Respirationsapparat aufhielten.

Von den mit Hilfe der Gesamtstoffwechsel- bzw. Respirationsversuche bestimmten Größen führen wir die folgenden an:

1. Die *umsetzbare Energie* = Energieeinnahme — Energieausgabe in Form von Kot und Harn (die grundsätzlich ebenfalls in Abzug zu bringende Energie der brennbaren Gärgase kann beim Kaninchen vernachlässigt werden).
2. Die *thermische Energie* = gebildete Wärme; in unseren Versuchen bestimmt aus dem O_2-Verbrauch und aus der CO_2-Produktion.
3. Die *Nettoenergie* = Energieinhalt des Ansatzes; in unseren Versuchen bestimmt aus der Energiebilanz (umsetzbare Energie — thermische Energie). Die zur Kontrolle durchgeführte Ermittlung der Nettoenergie auf Grund der C- und N-Bilanz zeigte nur geringfügige Abweichungen.

Übersicht 2

Umsetzbare Energie, thermische Energie und Nettoenergie pro Tier und Tag in den Versuchen ohne und mit Strohzulagen

Bezeichnung des Versuches	Futter	Tier	Umsetzbare Energie kcal	Therm. Energie kcal	Nettoenergie kcal	Therm. Energie korrig. kcal	Nettoenergie korrig. kcal
1	2	3	4	5	6	7	8
Reihe 1							
G	Grundfutter	1 u. 2	292,97	*280,21*	*12,76*	256,75	36,22
Z 1	Grundfutter + 8 g Strohmehl	1 u. 2	277,13	*232,20*	*44,93*	223,02	54,11
Z 3	Grundfutter + 60 g Strohmehl	1 u. 2	301,64	*262,10*	*39,54*	252,78	48,86
Reihe 2							
G	Grundfutter	4 u. 5	267,62	*223,46*	*44,16*	211,13	56,49
Z 2	Grundfutter + 27 g Strohmehl	4 u. 5	273,69	*222,85*	*50,84*	211,83	61,86
Z 3	Grundfutter + 54 g Strohmehl	4 u. 5	261,99	*217,99*	*44,00*	205,39	56,60

In Übersicht 2 ist das Ergebnis unserer Bestimmungen zusammengefaßt. Die Differenzen zwischen den mit den beiden Paralleltieren erhaltenen Daten erwiesen sich in jedem Versuch ganz allgemein als so unbedeutend, daß es statthaft ist, sich mit der Wiedergabe von Mittelwerten zu begnügen. Die in Spalte 7 und 8 angeführten korrigierten Werte erhielten wir durch eine innerhalb jeder Versuchsreihe näherungsweise vorgenommene Anpassung der unkorrigierten, in Spalte 5 und 6 enthaltenen Werte an gleiches Lebendgewicht und gleiche Aktivität der Versuchstiere.

Ein Überblick über die Ergebnisse läßt ohne weiteres erkennen, daß die Strohmehlzulagen einen *systematisch in Erscheinung tretenden Einfluß*

weder auf die umsetzbare noch auf die thermische Energie und damit auch nicht auf die Nettoenergie ausgeübt haben.

Hinsichtlich der Versuchsreihe 2 kann man geradezu von einer Konstanz der korrespondierenden Werte sprechen. In Versuchsreihe 1 ist diese Übereinstimmung weniger gut. Gesamthaft betrachtet, ist das Ergebnis unserer Versuche trotzdem eindeutig. Es führt zum Schluß, daß kleine bis große Strohmehlzulagen, die eine mäßige bis starke Steigerung der Trockensubstanz-, Rohfaser- und Ballastaufnahme mit sich brachten, weder eine in *vermehrter Wärmebildung noch in verminderter Ansatzwirkung manifest werdende zusätzliche Belastung des Verdauungsprozesses* unserer Versuchstiere zur Folge hatten. Eine *Wertigkeitsverminderung* der im Grundfutter verabreichten verdaulichen Nährstoffe, wie sie angesichts der Strohmehl- bzw. Rohfaser- und Ballastzulagen hätte erwartet werden können, ist somit *ausgeblieben*.

3. Diskussion

Die eingangs zitierten Versuche Kellners mit nicht gemahlenem und gemahlenem Stroh ließen den Schluß zu, daß durch weitgehende Zerkleinerung rohfaserreicher Futtermittel eine beträchtliche Einsparung an produktionsvermindernder Kauarbeit erzielbar sei. Die gleichen Versuche durften aber auch als Beweis dafür aufgefaßt werden, daß das Mahlen von Stroh und ähnlichen Futterstoffen nicht genüge, um den für sie errechneten Produktionsausfall vollständig zum Verschwinden zu bringen. Wie erwähnt, bestimmte Kellner in seinen 6 Versuchen mit gemahlenem Stroh am Fett bildenden Ochsen einen Ausfall, der pro Gramm zugelegte Rohfaser im Mittel 0,70 kcal betrug. Unsere mit Strohmehlzulagen am Kaninchen durchgeführten Versuche ließen keinen Produktionsausfall erkennen. Wir fragen nach den Ursachen, auf welche die als grundsätzlich zu bezeichnende Ungleichheit der mit Wiederkäuer und Kaninchen erhaltenen Versuchsergebnisse zurückzuführen sind. Sehen wir davon ab, daß sowohl die Ergebnisse Kellners wie die unsrigen durch *Versuchsfehler* beeinflußt sein können, dürfen als mutmaßliche Gründe angeführt werden:

1. Der zwischen Wiederkäuer und Kaninchen bestehende Unterschied im Bau und in den Funktionen des Verdauungssystemes. Es darf als erwiesen bezeichnet werden, daß rohfaserreiche Futterstoffe beim Wiederkäuer zu einer Intensivierung der Verlust bringenden Gärprozesse führen, während offenbar beim Kaninchen eine solche Intensivierung weitgehend ausbleibt. Außerdem besteht die Möglichkeit, daß rohfaser- bzw. ballastreiche Futterstoffe, auch wenn sie in gemahlenem Zustande verfüttert werden, rein mechanisch die Kau- und übrige Verdauarbeit beim Wiederkäuer stärker belasten als beim Kaninchen. Unsere Versuche mit gemahlenem Stroh scheinen zu beweisen, daß beim Kaninchen im Hinblick auf die produktive Wirkung des Futters zum mindesten die

Darmarbeit (vielleicht weniger die Kauarbeit) ganz allgemein vernachlässigt werden kann.

2. Es besteht die Möglichkeit, daß spezifisch chemisch bedingte Einflüsse, ausgehend von rohfaserreichen Futterstoffen, die Organaktivität des Wiederkäuers (Aktivität der Verdauungsorgane usw.) stärker anregen als diejenige des Kaninchens. Wir denken im besondern an eine spezifisch chemische Wirkung von Gärprodukten, die in den Vormägen des Wiederkäuers entstehen.
3. Ferner ist damit zu rechnen, daß sich in unseren Versuchen gewisse wärmekompensatorische Einflüsse geltend gemacht haben, während möglicherweise solche in den Kellnerschen Respirationsversuchen gar nicht oder weniger in Erscheinung traten. Diese wärmekompensatorischen Einflüsse sind so zu verstehen, daß die Strohzulagen bei unseren Kaninchen wohl eine an sich nicht zu vernachlässigende Mehrarbeit des Verdauungsapparates zur Folge hatten, daß aber die daraus entstehende Mehrwärme zur Einsparung anderer wärmebildender Prozesse führte, so daß die zusätzliche Belastung des Verdauungsprozesses nicht manifest wurde. Ob unsere Mutmaßung zu Recht besteht, vermögen wir auf Grund der zur Verfügung stehenden Unterlagen nicht zu entscheiden.
4. In den Versuchen Kellners waren die verwendeten Strohsorten teilweise verdaulich, während das von uns geprüfte, aus entblättertem Weizenstroh gewonnene Mehl für unsere Kaninchen praktisch unverdaulich war. Dieser Unterschied erinnert uns an die eingangs an erster Stelle erwähnte Möglichkeit, es könnte sich die in der Wertigkeit zum Ausdruck kommende Differenz zwischen der tatsächlichen und der mit Hilfe von Standardwerten berechneten Produktionswirkung eines Futtermittels aus dem Umstande ergeben, daß die in diesem enthaltenen verdaulichen Nährstoffe bezüglich ihres chemischen Aufbaues von demjenigen der „Standardnährstoffe" mehr oder weniger verschieden seien. Diese Möglichkeit kommt selbstredend nur für den Fall in Frage, in welchem das betreffende Futtermittel bis zu einem gewissen Grade verdaulich ist. Die Tatsache, daß dies bei den Strohmehlzulagen Kellners zutraf, bei den unserigen dagegen nicht, würde es wenigstens teilweise verständlich machen, warum in unseren Versuchen mit Strohmehl im Gegensatz zu den Kellnerschen Versuchen kein Produktionsausfall erkennbar war.

Überprüft man die hier angeführten Möglichkeiten, so dürfte man zum Schlusse gelangen, daß diejenigen die größte Wahrscheinlichkeit für sich haben, die sich aus der Verschiedenheit der beim Wiederkäuer und beim Kaninchen vorkommenden Gärprozesse ableiten lassen. Aber auch den andern Möglichkeiten darf im Hinblick auf das Zustandekommen der Nichtübereinstimmung zwischen Kellners und unseren Versuchsergebnissen eine gewisse Realität zugesprochen werden. Abschließend stellen wir

jedenfalls fest, *daß nicht jede Belastung des Organismus mit rohfaser- bzw. ballastreichen Futterstoffen die produktive Wirkung der in der Nahrung der landwirtschaftlichen Nutztiere enthaltenen verdaulichen Nährstoffe vermindert.* Offenbar gibt es in der Variabilität des Tiermaterials, des Ernährungsregimes und der Umwelt begründete Voraussetzungen, bei welchen dieser aus der Wertigkeitslehre zu erwartende Effekt ausbleibt. Eine weitere Verfolgung der mit dieser Lehre in Zusammenhang stehenden Probleme drängt sich auf.

Zusammenfassung

1. Die tatsächlich feststellbare Produktionswirkung (Nettoenergie) der meisten Futtermittel ist niedriger, als sie mit Hilfe der Kellnerschen Standardwerte aus dem Gehalt an verdaulichen Nährstoffen berechnet wird. Diese durch die *Lehre von der Wertigkeit* berücksichtigte Tatsache tritt vor allem bei rohfaser- bzw. ballastreichen Futterstoffen (Heu, Stroh usw.) in Erscheinung. Die hierfür in Betracht fallenden Gründe werden angeführt und kurz diskutiert.
2. Besondere Beachtung verdient die Möglichkeit einer die Produktion maßgeblich beeinflussenden Wirkung der *Kauarbeit*, die je nach Menge und Beschaffenheit des Futters stark variieren kann. Als weniger eindeutig erweist sich der Einfluß der Magen-Darmarbeit, kurz *Darmarbeit* genannt.
3. In Versuchen mit Kaninchen bewirkten bei gleich bleibendem Grundfutter kleine bis große Zulagen von gemahlenem Weizenstroh, die vor allem eine Zunahme der Darmarbeit erwarten ließen, weder eine in vermehrter Wärmebildung noch eine in verminderter Ansatzwirkung manifest werdende Belastung des Verdauungsapparates. Auf die Wertigkeit des Grundfutters übten diese Zulagen *keinen* Einfluß aus.
4. Dieses Ergebnis scheint im Widerspruch zu demjenigen zu stehen, welches Kellner mit Ochsen, denen er ebenfalls gemahlenes Stroh zulegte, erhielt. Es wird versucht, für diesen Widerspruch eine Erklärung zu finden.

Résumé

1. L'énergie réelle et dûment contrôlable produite par la plupart des fourrages est moins élevée que lorsqu'on calcule sa teneur en substances assimilables selon la méthode de titrage — standard de Kellner. Ce fait, que nous enseigne le *titrage*, se manifeste avant tout dans les fourrages à fibres brutes ou à fort lest (foin, paille, etc.). Les différents motifs entrant ici en ligne de compte sont cités et commentés.
2. Il y a lieu de relever l'éventualité d'une influence déterminative exercée par le *travail de mastication* sur la production, travail variant fort selon la quantité et la constitution du fourrage. Le travail fourni par le tractus intestinal se révèle plus modeste.
3. Des essais sur lapins ont montré qu'avec un fourrage de base invariable, des adjonctions de paille de froment concassée dont on aurait attendu une augmenta-

tion de l'activité intestinale, n'ont pas constitué une surcharge manifeste de l'appareil digestif. Ces adjonctions n'ont exercé *aucune* influence sur le titrage du fourrage de base.

4. Ces résultats semblent opposés à ceux obtenus par Kellner sur des bœufs auxquels il avait également administré de la paille concassée. On va tenter de trouver une explication à cette contradiction.

Riassunto

1. L'effetto produttivo (energia netta) che di fatto si è potuto accertare nella maggior parte dei foraggi è minore di quello calcolato circa il contenuto di sostanza alimentari digeribili, con l'aiuto dei valori standard di Kellner. Questo fatto, considerato mediante lo *studio dell'avvaloramento*, si verifica soprattutto nei foraggi ricchi di fibra greggia o zavorra (fieno, paglia ecc.). A questo riguardo si rendono note e si discutono brevemente le ragioni che entrano in considerazione.
2. Una considerazione speciale merita la possibilità di ottenere un effetto produttivo proporzionato mediante il *lavoro di masticazione*, che può variare molto secondo la quantità e la qualità del foraggio. Meno evidente si manifesta l'influenza del lavoro gastrointestinale, chiamato brevemente *lavoro intestinale*.
3. In esperimenti fatti su conigli, si constatò che l'aggiunta, al foraggio rimasto invariato, di piccole o grandi quantità di paglia di frumento macinata, le quali lasciavano intravvedere soprattutto un maggior lavoro intestinale, non causò nè una maggior produzione di calore nè un sovraccarico dell'apparato digerente con minore effetto produttivo. Queste aggiunte non esercitarono *nessuna* influenza sul valore del foraggio fondamentale.
4. Questo risultato sembra stare in contraddizione con quello ottenuto da Kellner su buoi ai quali egli somministrò anche della paglia macinata. Si tenta di trovare una spiegazione per questa contraddizione.

Summary

The real production effect (netto energy) of most fodders is lower than they can be calculated by means of Kellner's standard values from the digestible foodstuffs. This fact—considered by the doctrine of value—is especially remarkable in fodders rich in cellulose and ballast substances (hay, straw etc.). The reasons for this phenomenon are dicussed.

The mastication work may influence the production value of a fodder according to its quantity and nature. The influence of the work of the intestinal tractus is not quite significant.

The addition of greater or smaller quantities of ground wheat straw to the basis food of rabbits did not—despite the expected increase of intestinal work—increase the heat production nor decrease the gain in weight. The ground straw had no influence on the value of the basis food.

This result seems to be contradictory to Kellner's experience with oxen, also fed with ground straw. The author tries to find an explanation for this discordance.

4. Literatur

[1] Kellner O.: Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere, 9. Auflage, Berlin 1920. — [2] Lehmann F.: Die Lehre vom Ballast, Z. Tierernährung und Futtermittelkunde, *3*, 155, 1941. — [3] Lit. bei Crasemann E. und Heinzl O.: Die energetische Wirkung von Trockengras, Festgabe zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. A. Volkart, Zürich 1943.