

sich jedoch bei allen Kühen der Versuchsgruppe sehr stark.

Dieses Ergebnis führte zu der Annahme, daß eine durch die sehr hohe Trebergabe bedingte Einseitigkeit der Futtermittellage die Ursache der Fettgehalts-senkung sei, nicht dagegen eine spezifische Futter-wirkung der Biertreber. Diese Vermutung bestätigte sich, als für die letzten 14 Tage des Versuchs die Futtermittellage geändert wurde. Sie enthielt nunmehr:

- 14,0 kg eingesäuerte Biertreber
- 25,0 kg Sauerblatt
- 3,0 kg Luzerneheu
- 3,4 kg Trockenschnitzel
- 3,4 kg Haferschrot
- 150 g Mineralstoffmischung

Diese Umstellung bewirkte eine sehr schnelle Er-höhung des Fettgehalts bei normalem Abfall der Milchmenge.

Hans Joachim Oslage, Institut für Tierernährung

ÜBER DIE ANWENDUNG DER TIEFKÜHLUNG BEI ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGISCHEN TIERVERSUCHEN STOFFWECHSELVERSUCHE AN WIEDERKÄUERN MIT JUNGEM WEIDEGRAS

Für alle tierischen Experimente, die einer quanti-tativen Messung von Stoffwechselfvorgängen dienen sollen, seien es einfache Versuche über die Ver-daulichkeit von Futtermitteln, Arbeiten über den Eiweißstoffwechsel, den Mineralstoffwechsel oder andere, ist eine der Grundvoraussetzungen eine nach Art und Menge völlig gleiche Futtermittellage während der Dauer des Versuches. Die Erfüllung dieser ganz fundamentalen Forderung ist bei allen sogenannten Trockenfuttermitteln, z. B. Heu, Getreide, Mühlen-nachprodukte, Ölsaatrückstände usw., kein beson-deres Problem. Sehr große Schwierigkeiten ergeben sich jedoch in dieser Hinsicht bei allen frischen Futtermitteln, die wasserreich und leicht verderb-lich sind und sich darüber hinaus im Zustand des Wachstums und einer laufenden Veränderung be-finden, d. h. bei jungem Weidegras oder letztlich bei allen frischen Grünfuttermitteln. Für diese ist es praktisch unmöglich, das zu prüfende Material über die ganze Versuchszeit im gleichen Zustand zur Ver-fügung zu haben.

Bei der großen Bedeutung dieser Tatsache, die fak-tisch eine wirklich exakte Messung bestimmter Stoffwechselfvorgänge und -einflüsse bei Verfüt-terung von Futtermitteln der genannten Art un-möglich macht, hat es verständlicherweise an Ver-suchen zu einer Überwindung dieser grundsätzlichen Schwierigkeiten nicht gefehlt.

So hat man versucht, mit Hilfe einer schonenden Konservierung, z. B. einer Vakuumtrocknung bei niedrigen Temperaturen, die ursprüngliche Qualität des Grünfutters zu erhalten und hiermit die not-wendige gleichmäßige Zusammensetzung der Futter-grundlage zu schaffen. Abgesehen von den erheb-lichen technischen Schwierigkeiten einer solchen Konservierung bei größeren Futtermengen hat die-ses Verfahren vor allen Dingen den Nachteil, daß hiermit eben doch nicht das Futter in seinem ur-

Aus diesen Ergebnissen ist zu folgern, daß frische oder eingesäuerte Biertreber bei entsprechender Er-gänzung durch anderes Grundfutter und Kraftfutter in täglichen Gaben von 10—15 kg an Milchkühe ver-füttert werden können, ohne daß nachteilige Aus-wirkungen auf den Fettgehalt der Milch zu be-fürchten sind.

Schrifttumsnachweis

1. RICHTER, K. u. K. L. CRANZ: Frische Biertreber in der Schweinemast. — Schweinezucht und Schweinemast 1 (1953) S. 17—18.
2. RICHTER, K. u. K. L. CRANZ: Untersuchungen über die Futterwirkung von eingesäuerten Biertrebern. — Mitt. d. DLG 72 (1957) S. 1137—1138.
3. ZIMMER, E.: Versuch über die Einsäuerung von frischen Biertrebern. — Futterkonservierung (1957) H. 2/3, S. 112—115.

sprünglichen Zustand geprüft werden kann. Andere Vorschläge, wie sie z. B. aus England (SHEEHY) oder aus der Schweiz (HEINZL) gemacht worden sind, sahen vor, das zu prüfende Futter in Parzellen dergestalt anzubauen und aufwachsen zu lassen, daß das Ma-terial jeweils einer Parzelle an jedem Versuchstag in dem gleichen Vegetationszustand vorliegt. Dieses an sich elegante Verfahren hat jedoch völlig kon-stante Vegetationsbedingungen zur Voraussetzung, die im allgemeinen für die zu den entsprechenden Versuchen erforderlichen Zeiträume nicht gegeben sind und die man bedauerlicherweise auch nur zu einem Teil und nur in einem geringen Ausmaß regu-lieren kann.

Ange-sichts dieser Schwierigkeiten sah man sich da-her in vielen Fällen von vornherein zu einer Be-schränkung in den Genauigkeitsanforderungen ge-nötigt, indem man bei täglichem Schneiden der zu verfütternden Ration des frischen Materials die An-nahme unterstellte, daß die erhaltenen Werte für ein etwa in der Mitte der Versuchszeit vorliegendes Material gültig sein könnten. Ein solches Verfahren ist jedoch selbst bei einer Bescheidung auf gewisse Annäherungswerte nur bei solchen Materialien gangbar, die während der Versuchszeit keinen allzu großen Veränderungen mehr unterliegen, d. h. etwa bei Herbstzwischenfrüchten, Rübenblatt und der-gleichen. Für ein junges, intensiv wachsendes Früh-jahrsgrünfutter, wie z. B. junges Weidegras, ist diese Methode jedoch keinesfalls anwendbar. Hier führen auch die Vorschläge amerikanischer Forscher (FOR-BES), durch eine Verkürzung der Versuchszeit eine Verkleinerung der durch die Veränderung des Fut-ters bedingten Fehler herbeizuführen, oder auf Grund täglicher Trockensubstanzbestimmungen zu-mindest eine täglich gleiche Trockensubstanzzufuhr anzustreben, nicht zu befriedigenden Lösungen.

Eingehende eigene Erfahrungen über diesen grund-



Bild 1: Blick in den Tiefkühlraum. Das eingelagerte Weidegras ist jeweils rationsweise in Polyäthylenbeuteln verpackt.

legenden Mangel gaben uns daher Veranlassung, nach völlig anderen Wegen zur Lösung dieses Problems zu suchen. Da im Rahmen der in unserem Institut seit Jahren laufenden Arbeiten über den Nährstoff- und Mineralstoffhaushalt von Milchkühen entsprechende Stoffwechseluntersuchungen unter den Verhältnissen des Weideganges besonders interessierten, entschlossen wir uns, für diese Arbeiten das modernste Verfahren für die Konservierung von Frischmaterial, das des Einfrierens mit tiefen Temperaturen, anzuwenden. Mit diesem Verfahren sind in der Lebensmittelkonservierung bereits seit längerem absolut günstige Erfahrungen gemacht worden. Dagegen war über die Anwendung in der hier zu berichtenden Art nur wenig bekannt. Lediglich in der englisch-sprachigen Literatur (RAYMOND) und aus der Schweiz (CRASEMANN) ist über Versuche einer Konservierung kleinerer Mengen von Gras bei tiefen Temperaturen für Verdauungsversuche mit kleinen Wiederkäuern günstig berichtet.

Für unsere Arbeiten galt es zunächst festzustellen, ob die günstigen Erfahrungen — besonders bei der Konservierung empfindlicher Lebensmittel — auch bei den für uns benötigten großen Materialmengen bestätigt werden konnten, d. h. ob bei Mengen von 2500—3000 kg, die für die entsprechenden Arbeiten von uns vorgesehen waren, die

Konservierung des frischen Weidegrases

so möglich war, daß das Material jederzeit einem frisch geschnittenen entsprach.

Für diese Untersuchungen stand uns eine Tiefkühlanlage des Instituts für Landtechnische Grundlagenforschung der FAL zur Verfügung, die bei einem genügend großen Rauminhalt von über 10 cbm Tiefsttemperaturen von etwa -18°C erreichte. Die Gewinnung und Einlagerung des Materials geschah in folgender Weise: Von einer gut gepflegten und im intensiven Wachstum befindlichen Weide mit sehr gleichmäßigem Aufwuchs wurde auf einer festgelegten Fläche von etwa 0,3 ha morgens um 6 Uhr mit dem Schnitt begonnen. Durch günstige Witterungsumstände lag keine merkliche Taubildung vor. Das Gras wurde auf der Weide sofort nach dem Schnitt in Säcke aus Polyäthylenfolie in die für die verschiedenen Tierarten (Schafe und Milchkühe) vorgesehenen Rationen eingewogen und laufend sofort nach dem Einwiegen verschlossen in die Kühlzelle gebracht. Die gesamte Aktion der Gewinnung und Einlagerung des Grases war in etwa 2 Stunden abgeschlossen.

Etwa 3 Wochen nach der Einlagerung wurden die geplanten Versuche in üblicher Weise mit den Vorfütterungsperioden begonnen. Die für die

Versuchsfütterung

bestimmten Rationen, die in den Polyäthylenbeuteln bereits eingewogen waren, wurden jeweils 4 Stunden vor der Verfütterung aus der Tiefkühlzelle entnommen und aus den Säcken entleert. Unter den z. Zt. des Versuches vorliegenden Temperaturverhältnissen war diese Zeit ausreichend, um das Material voll aufzutauen. Das Gras zeigte eine tadellose Erhaltung. Es hatte eine frisch-grüne Farbe, zwar etwas dunkler als frisch geschnittenes Gras, und einen angenehmen Geruch. Durch den Gefrierprozeß war der Turgor der pflanzlichen Zelle allerdings vermindert, ein Wasser- oder Saftaustritt lag jedoch kaum vor. Das Gras wurde sowohl von Hammeln als auch von Milchkühen sofort und ohne Zögern mit großem Appetit aufgenommen und frisch geschnittenem offensichtlich vorgezogen, wobei allerdings zu bemerken ist, daß letzteres zu diesem Zeitpunkt in einem vorgeschritteneren Vegetationszustand war.

Die analytischen Untersuchungen des Grases zeigten, daß der Gefrierprozeß in dem 2750 kg umfassenden Gesamtgut gleichmäßig und den Bedingungen entsprechend abgelaufen war (Übersicht 1). Die Gegenüberstellung der Zusammensetzung des frisch geschnittenen Grases mit dem Material nach dem Tiefkühlprozeß läßt erkennen, daß offensichtlich nur eine geringfügige Verminderung der leicht-

Übersicht 1
Weidegras, frisch und nach Tiefkühlung

Material	Trocken- substanz	In % der Trockensubstanz					N-freie Extraktstoffe
		Organische Substanz	Roh- protein	Roh- faser	Roh- fett	Roh- asche	
1. Weidegras, frisch	15,29	89,38	24,34	20,28	5,48	10,62	39,28
2. Weidegras, nach Tiefkühlung	14,75	88,91	24,41	21,88	4,57	11,09	38,05

Übersicht 2
Verdaulichkeit von Weidegras

Material	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	N-freie Extraktstoffe	
1. Weidegras, tiefgekühlt						
Hammel M V	82,6	83,9	51,6	81,9	85,9	
Hammel M VI	81,2	83,0	57,1	80,7	83,1	
Mittel	81,9	83,5	54,4	81,3	84,5	Inst. für Tierernährung
2. Weidegras von bester Umtriebsweide, v. d. Bl.	79	80	70	78	80	Futterwert-tabelle DLG
3. Weidegras von Dauerweide, v. d. Bl.	77	79	67	77	76	Futterwert-tabelle DLG
4. Weidegras von Umtriebsweide, v. d. Bl. (täglich geschnitten)	59,9	57,2	5,7	59,6	65,2	Inst. für Tierernährung

löslichen Kohlenhydrate, vermutlich als Folge schnell einsetzender Prozesse im Sinne der Dissimilation, vorgegangen ist. Demzufolge ergibt sich in den in Übersicht 1 wiedergegebenen Ergebnissen der Weender Analyse eine relativ geringfügige Erhöhung der anderen Komponenten, wie Rohprotein, Rohfaser und Asche. Weitergehende Umsetzungen konnten unter dem Einfluß der tiefen Temperaturen augenscheinlich nicht eintreten. Die Veränderungen haben sich daher offensichtlich auf die kurzfristigen und unmittelbar nach dem Schneiden des Futters einsetzenden Vorgänge beschränkt, die in jedem frisch geschnittenen Material dieser Art eintreten und mit deren völliger Unterbindung nicht zu rechnen war.

Die eigentlichen Tierversuche, über deren Ergebnisse z. T. bereits ausführlich in der Fachliteratur berichtet wurde (1, 2), sollen hier nur insoweit Erwähnung finden, als es zu einer Demonstration eines befriedigenden Ablaufs der Experimente bei der angewendeten Methodik erforderlich ist.

Versuche zur Ermittlung der Verdaulichkeit

des Grases bei Schafen zeigten in allen Nährstoffgruppen der Weender Analyse und in guter Übereinstimmung bei beiden Tieren eine sehr gleichmäßige Verdaulichkeit von über 80 %. Die beim Rohfett erscheinende geringere Verdaulichkeit ist bei den bekannten methodisch-analytischen Mängeln ihrer Ermittlung in diesem Falle ohne einen realen Aussagewert (Übersicht 2).

Die Höhe der Verdauungswerte ist mit etwa 82 % für die organische Substanz bei einem jungen, intensiv gewachsenen Weidegras nicht überraschend. Sie liegt jedoch, wie aus den unter 2. und 3. in der Übersicht 2 angegebenen Zahlen deutlich wird, über den sonst in der Literatur für ein vergleichbares Material angegebenen Werten.

Es mag in diesem Zusammenhang für die hier beschriebene Methode sehr demonstrativ sein, auf die unter 4. in der Übersicht 2 aufgeführten Verdauungswerte zu verweisen, die im Jahr vorher mit jungem Gras von der gleichen Weidefläche und mit den gleichen Versuchstieren, wie bei den hier berichteten Untersuchungen, ermittelt wurden. Das Gras war zu Beginn der seinerzeitigen Versuche etwa im gleichen Vegetationsstadium gewesen, wie bei den

berichteten Experimenten mit Tiefkühlung. Hinsichtlich der Versuchstechnik war seinerzeit ein tägliches Schneiden und Verfüttern der gleichen Menge frischen Grases durchgeführt worden. Die hierzu ermittelten Verdauungswerte mit einer Verdaulichkeit von knapp 60 % der organischen Substanz lassen ohne weitere Ausführungen erkennen, daß ihnen eine reale Bedeutung nicht zukommen kann. Es wird deutlich, daß bei den starken täglichen Veränderungen in der Zusammensetzung des Futters sowie den unkontrollierbaren Durchmischungen und wechselseitigen Überholungen des Futters während der relativ langen Passage durch den Verdauungstrakt des Wiederkäuers eine Gewinnung von exakten Werten des tierischen Stoffwechselgeschehens auf diesem früher häufig geübten Wege unmöglich ist.

Stoffwechselversuche

mit Milchkühen standen im Rahmen einer größeren Versuchsreihe über den Nährstoff- und speziell den Mineralstoffhaushalt dieser Tiere unter den Fütterungsbedingungen des Weideganges. Die Versuchstiere, beides Kühe, die an die Durchführung von Stoffwechselversuchen seit langem gewöhnt waren, standen in der 2. Hälfte ihrer 4. bzw. 5. Laktation und hatten zu Beginn der Versuche eine mittlere Milchleistung von etwa 12 kg je Tag. Sie erhielten eine Ration aus 50 kg frischem Weidegras, verabfolgt nach Konservierung durch Tiefkühlung, 2 kg Trockenschnitzel, 3 kg Luzerneheu und eine Mineralstoffergänzung aus 50 g phosphorsaurem Futterkalk. Die Menge an Weidegras war mit 50 kg bewußt in



Bild 2: Das tiefgekühlte Weidegras wird vor der Verfütterung zum Zwecke des Auftauens ausgebreitet.

Übersicht 3
Stickstoff- und Mineralstoffbilanzen bei Milchkühen nach Verfütterung von Weidegras

	N	Ca	Mg	P	K	Na	Cl
Kuh I A	+ 18,72	— 0,05	+ 0,06	+ 10,70	+ 15,89	— 3,18	+ 16,92
Kuh II G	+ 19,08	+ 6,31	— 1,24	+ 10,49	+ 2,14	— 2,40	+ 11,64

Grenzen gehalten worden, da keine Erfahrungen über die Aufnahme des gefrorenen Grases vorlagen und im Interesse des Versuches größere Futterreste, die bei derartigen Experimenten immer ein gewisses Problem bilden, vermieden werden mußten. Wie bereits eingangs angedeutet, war jedoch die Futteraufnahme sehr gut, so daß der Anteil an Weidegras ohne Bedenken hätte höher gewählt werden können. Aus dem Ergebnis der Untersuchungen sei auch hier nur soviel angedeutet, wie zu einer Beurteilung des Verlaufes der Versuche notwendig ist. Für eine schlüssige Beurteilung des Mineralstoffwechsels, für Rückschlüsse auf den Bedarf usw., ist ohnehin die experimentelle Kontrolle längerer Zeiträume notwendig, um den Ablauf der Vorgänge und die Regulationsfunktion des tierischen Organismus mit erfassen zu können (Übersicht 3).

In der obigen Tabelle zeigt sich ein kräftiger N-Ansatz, der erkennen läßt, daß offensichtlich bereits in diesem Laktationsstadium eine über den reinen Bedarf des fötalen Wachstums hinausgehende deutliche N-Retention vorlag. Aus den Mineralstoffbilanzen ergibt sich bei beiden Tieren ein ausgeglichener bis leicht positiver Ca- und auch Mg-Haushalt. Die P-Bilanzen, die bei den Tieren mit +10 g ausgeprägt positiv sind, bestätigen in Anbetracht einer Zufuhr von 50 bzw. 53 g P in fast verblüffender Weise die in früheren langjährigen dies-

bezüglichen Untersuchungen unseres Institutes von RICHTER und BECKER erarbeiteten Bedarfswerte.

Aus den Bilanzen der Alkalien und des Chlors kann, ohne diese Befunde einer Stoffwechselperiode überbewerten zu wollen, eine Bestätigung der in älteren Arbeiten unseres Instituts gemachten Feststellungen gesehen werden, daß die Ansatz- und Ausscheidungsverhältnisse für Kalium, Natrium und auch Chlor augenscheinlich in gewissen längeren Intervallen verlaufen, die außerhalb der üblicherweise vorgenommenen Dauer der Versuchsperioden liegen und daher hier oft zu überraschend starken Ansätzen oder Ausscheidungen führen.

Abschließend und zusammenfassend ist zu sagen, daß in der Anwendung des Verfahrens der Tiefkühlung ohne Zweifel ein Weg gegeben ist, der für alle tierexperimentellen Arbeiten mit frischen, wasserreichen und leichtverderblichen Materialien von größter Bedeutung ist. Er wird bei der Bearbeitung vieler in dieser Richtung offener Fragen ein gutes Stück weiterhelfen.

Schriftumsnachweis

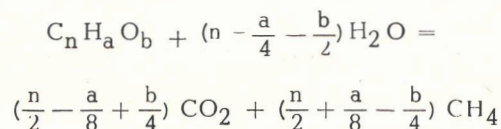
1. BECKER, M., W. OSLAGE u. H. J. OSLAGE: Archiv f. Tierernährung 7 (1957) S. 170—180.
2. OSLAGE, H. J.: Referat 8. Tagung d. Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere, Gießen 29. u. 30. April 1957.

Cord Tietjen, Institut für Humuswirtschaft

METHANGÄRUNG MIT KAFFEESCHALEN

Seit VOLTA 1776 das Sumpfgas entdeckte, hat die biologische Methanerzeugung bei Umwandlung organischer Stoffe unter Luftabschluß Ingenieure, Energiewirtschaftler und Naturwissenschaftler — sich gegenseitig anregend — immer wieder interessiert. Ingenieure sind bemüht, bei der Konstruktion von Gäranlagen zwischen Kostenaufwand zur Gewährleistung optimaler Gärbedingungen und potentieller Gaserzeugung die wirtschaftlich günstigste Lösung zu finden (und diese unter Patentschutz zu stellen). — Energiewirtschaftler greifen auf den Naturstoff Methan mit einem (oberen) Heizwert von 9500 kcal/m³ zurück, wenn andere Energieträger rar sind. — Mikrobiologen konnten erkennen, daß für die Aufrechterhaltung der Methangärung keine Züchtung von Reinkulturen mit Mikroorganismen erforderlich ist. Dieser Unterschied gegenüber anderen Gärungsarten erweist sich als eine nur scheinbare Vereinfachung, denn die Intensität des Substanzabbaus, gemessen an der Gasproduktionsleistung, wird somit von einer Bakterienmischkultur bestimmt, deren Zusammensetzung augenscheinlich substratbedingt ist.

Besonders BORUFF, BUSWELL und Mitarbeiter haben in langjährigen Untersuchungen eine große Anzahl organischer Stoffe, sowohl chemisch reine Substanzen als auch pflanzliche und tierische Abfallstoffe, als Gärmaterial geprüft. Sie kamen zu dem Ergebnis, daß praktisch jede Art organischen Materials für die Methangärung verwendet werden kann. BUSWELL und SYMONS errechneten die erzeugbare Gasmenge aus Substanzen bekannter Zusammensetzung nach der Gleichung



und fanden im Experiment 95—100 % Übereinstimmung.

Während diese Gleichung vollständige Zersetzung des Materials voraussetzt und keine Aussage über die Gärintensität macht, müssen die optimalen Gärbedingungen für jedes Material im Gärversuch ermittelt werden.