

# 1.

*Aus dem Institut für Milcherzeugung  
der Bundesforschungsanstalt für Milchwirtschaft Kiel*

## **Beeinflussung der Milchzusammensetzung durch Fütterungsmaßnahmen**

Von W. KAUFMANN

Mit 6 Abbildungen, 2 Schemata und 2 Tabellen

Erwarten Sie bitte von mir keine vollständige Abhandlung unseres heutigen Wissens zu diesem Thema. Es handelt sich bei diesen Fragen um komplizierte und teilweise noch unaufgeklärte stoffwechselphysiologische Vorgänge, die ich hier nur andeutungsweise darstellen kann. Ich habe die Absicht, einige Ausschnitte vorzutragen, insbesondere solche, die an unserem Institut in den letzten Jahren bearbeitet worden sind.

Um die darzustellenden Zusammenhänge besser zu verstehen, gestatten Sie mir einige grundsätzliche Bemerkungen über den Verdauungsapparat und die Verdauungsvorgänge des Wiederkäuers. Wir haben einige bemerkenswerte Unterschiede gegenüber dem Tier mit einhöhligem Magen festzustellen. Sowohl im Speichel der Wiederkäuer als auch in den 150–250 l fassenden Vormägen treffen wir keine körpereigenen Enzyme an. Und doch findet hier in den Vormägen ein entscheidender Futterabbau statt, der soweit geht, daß wesentliche Mengen von Abbauprodukten bereits im Pansen oder aus dem Pansen resorbiert werden. Dieser Futterabbau wird von den im Pansen angesiedelten Bakterien als Verdauungssymbionten durchgeführt. Um Ihnen einen Begriff von der Zahl der Pansenbakterien zu geben, sei hier gesagt, daß bei 70–75 kg Panseninhalt je nach der Art des Futters etwa 4–7 kg Bakterienfrischmasse vorhanden sind. Maximal können also bis zu 10% des gesamten Panseninhaltes aus Bakterien bestehen. Es ist deshalb nicht verwunderlich, wenn man oft sagt, die Wissenschaft von der Ernährung der Wiederkäuer ist das Wissen um die Ernährung der Verdauungssymbionten, der Bakterien. Tatsächlich enthält dieses Wissen den Schlüssel für viele Probleme der Ernährung der Wiederkäuer.

Zunächst müssen wir uns noch über die wichtigsten bakteriellen Abbauprodukte im Pansen unterrichten. Es entstehen aus den Kohlenhydraten des Futters durch bakteriellen Abbau vor allem Essigsäure, Propion- und Buttersäure. Aus dem Eiweiß des Futters entstehen Aminosäuren und  $\text{NH}_3$ . Über die Fette des Futters werden wir später noch sprechen. Sie spielen in diesem Zusammenhang keine wesentliche Rolle. Diese eben genannten Abbauprodukte aus dem Futter werden resorbiert und stehen dem Wirtstier für seine Energieversorgung und seine synthetischen Leistungen zur Verfügung. Bleibt noch die Frage, welche Rolle diese einzelnen Stoffe außer der Energieversorgung bei ihrer Verbrennung haben.

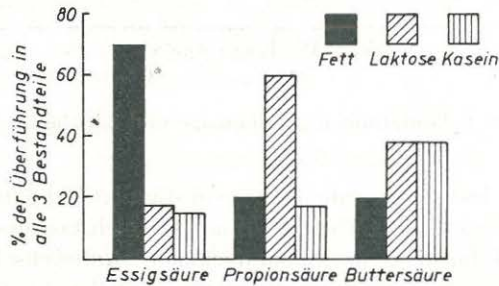


Abb. 1. Ausnutzung von Fettsäuren für die Milchbildung.

Abb. 1 zeigt Ergebnisse radioaktiver Messungen von KLEIBER. Wir sehen, daß die Essigsäure wichtigste Vorstufe für die Milchfettsynthese ist und die Propionsäure wichtigste Vorstufe für die Milchzuckersynthese. Die Buttersäure hat demgegenüber keine so spezifische Bedeutung.

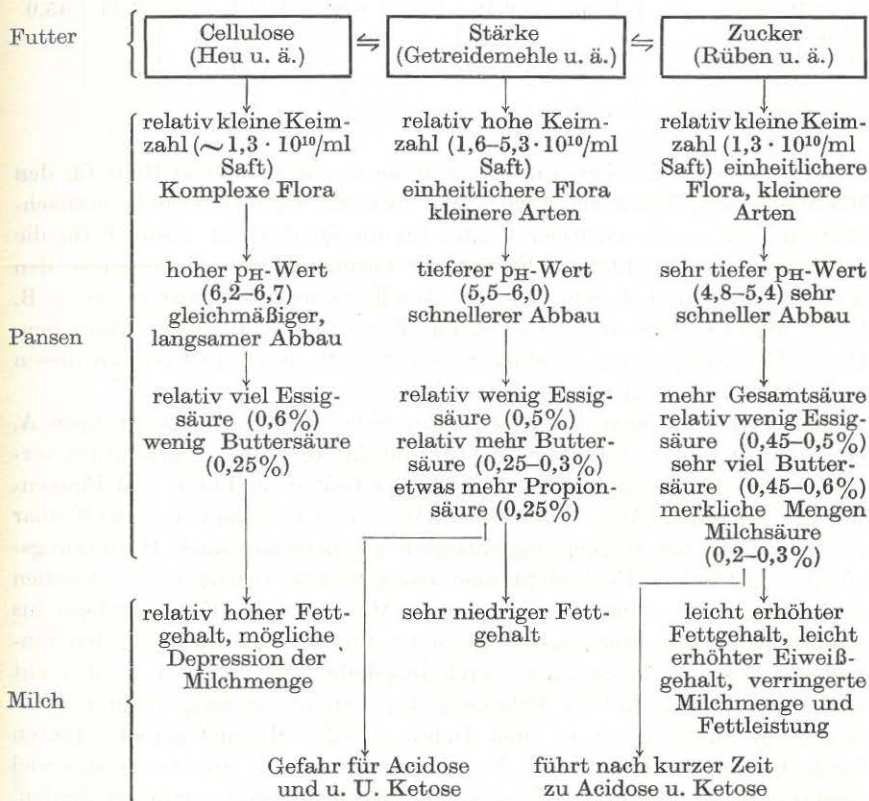
Aus diesen kurzen, einleitenden Tatsachen ist zu erkennen, daß eine Beeinflussung der Pansenbakterien durch das Futter möglich ist, so daß Menge und Zusammensetzung der bakteriellen Abbauprodukte verändert werden, wodurch ein direkter Einfluß auf die Leistungen der Kuh bzw. die Zusammensetzung der Milch eintritt.

Schema 1 zeigt eine Darstellung unserer Befunde in dieser Hinsicht. Man sieht, wie erheblich sich die Pansenverhältnisse mit der Zusammensetzung des Futters verändern, und zwar nicht nur die Säuren, sondern auch der  $\text{pH}$ -Wert.

Wenden wir uns nun den speziellen Fragen zu. Bei der Zusammensetzung der Milch denken wir zunächst an den Fett-, Eiweiß- und Vitamingehalt. In dieser Reihenfolge wollen wir auch jetzt vorgehen.

*Zur Entstehung des Milchfetts.* Das Milchfett unterscheidet sich von allen anderen tierischen und pflanzlichen Fetten durch seinen hohen Gehalt an

niederen gesättigten Fettsäuren. Vielleicht läßt sich das damit erklären, daß hier wesentlich mehr Fett aus  $\text{CH}_3\text{COOH}$  über den Fettzyklus synthetisiert wird als sonst. Die Abhängigkeit des Milchfettgehaltes von der Futterzusammensetzung wird in Tab. I demonstriert. Man erkennt, daß offenbar die Menge  $\text{CH}_3\text{COOH}$  im Pansen von recht merklichem Einfluß auf den Fettgehalt ist. Diese Ergebnisse lassen sich natürlich in der praktischen Fütterung ausnutzen, worauf wir noch zu sprechen kommen. Spezielle Futtermittel wie Kokos- und Palmkernkuchen sind seit langer Zeit als positiv auf den Fettgehalt wirkend bekannt. Wenn dem so ist, so liegt das nur daran, daß im Pansen keine optimalen Verhältnisse für die Fettsynthese vorliegen. Dazu kommt, daß Kokos- und Palmkernfett relativ viele niedere gesättigte Fettsäuren enthält, die neben der Essigsäure in den Fettzyklus eintreten können.



Schema 1. Übersicht zur Wirkung der Kohlenhydrate auf die Pansenvorgänge



*Tabelle 1*  
Pansensaft und Milchfett bei verschiedenen Fütterungen

Fütterung	Kuh	% Essig-säure	% But-ter-säure	% Pro-pion-säure	% Milch-säure	pH	% Milch-fett	Jod-zahl
Heuperiode								
11-13 kg Heu	Undine	0,60	0,21	0,18	0,03	6,48	5,07	29,5
2-4 kg Kokos- und Sojaschrot	Trio	0,66	0,16	0,26	0,02	6,60	3,71	30,9
	Tulpe	0,66	0,22	0,19	0,03	6,28	3,60	31,1
Periode mit Futtermehlen:	Undine	—	—	—	—	—	—	— <sup>1)</sup>
4 kg Gerstenfutter-mehl	Trio	0,53	0,31	0,19	0,01	6,14	2,77	39,1
4 kg Haferfutter-mehl								
20 kg Rüben	Tulpe	0,48	0,15	0,30	0,02	5,77	2,23	45,0
2 kg Heu								
2 kg Trocken-schnitzel								

<sup>1)</sup> Steht trocken.

Daneben spielt das Fett im Futter keine so entscheidende Rolle für den Milchfettgehalt. Trotzdem dürfen wir aber das Futterfett nicht vernachlässigen, weil es ein wichtiger Faktor für die Qualität ist, nämlich für die Konsistenz des Milchfettes. Es hat auf Grund zahlreicher Versuche den Anschein, daß die höheren, ungesättigten Fettsäuren des Futters, wie z. B. Linol- und Linolensäure auf direktem Wege in das Milchfett übergehen. Dieser Übergang ist um so stärker, je höher die Konzentration an diesen ungesättigten Fettsäuren im Futter ist.

Abb. 2 und 3 zeigen einige Versuchsergebnisse. In den Tiergruppen A, B, C und D wurden jeweils 0, 05, 1,0 und 2,0 kg Leinsaat geschrotet verfüttert und die Jodzahl (Abb. 2) sowie der Gehalt an Linol- und Linolensäure in der Milch (Abb. 3) gemessen. Hierbei ist zu erkennen, daß offenbar im Pansen an der stärker ungesättigten Linolensäure auch Hydrierungseffekte stattfinden. Es besteht aber ein gewisses Gleichgewicht zwischen dem Übergang der flüssigen Fette in die Milch und der Eigensynthese aus Azetat. Je stärker diese Eigensynthese ist, um so mehr drängt sie den Einfluß der flüssigen Fette zurück und umgekehrt. So läßt sich z. B. recht leicht nachweisen, daß die Erhöhung des Anteiles an ungesättigten Fettsäuren im Futter leicht zu einer Depression des Milchfettgehaltes führen kann. Umgekehrt kann durch Zugabe von Rohfaser, aus der relativ viel Azetat entsteht, der direkte Übergang der flüssigen Fette verringert werden. Diese Ergebnisse sind für die Fragen der Milchfettkonsistenz von prakti-

scher Bedeutung insofern, als sich unter Beachtung dieser Befunde von der fütterungstechnischen Seite her erheblicher Einfluß auf die Fettkonsistenz nehmen läßt.

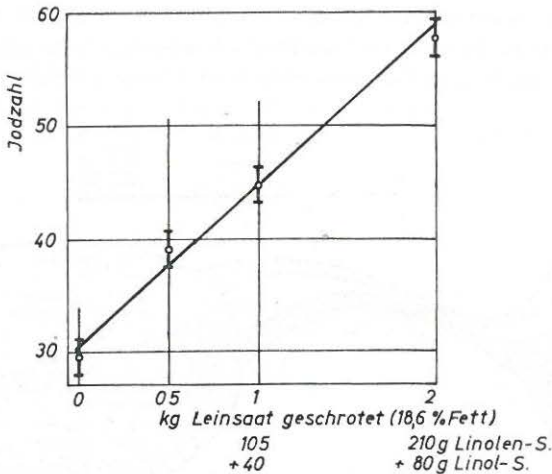


Abb. 2. Jodzahl des Milchfettes in Abhängigkeit vom Fett des Futters.

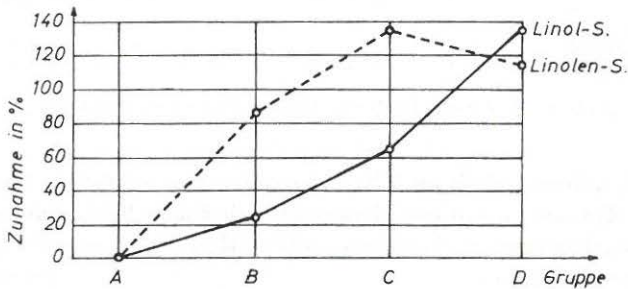


Abb. 3. Linol- und Linolensäuren im Milchfett.  
(Einzelwerte siehe nachstehende Tabelle)

	Gruppe A 0 kg		Gruppe B 0,5 kg		Gruppe C 1 kg		Gruppe D 2 kg	
	Linol-säure %	Linolen-säure %	Linol-säure %	Linolen-säure %	Linol-säure %	Linolen-säure %	Linol-säure %	Linolen-säure %
Kontrolle	2,2	0,70 (0,61-0,72)	2,16	0,70	2,13	0,70	2,15	0,70
Versuch	2,0	0,95	2,65	1,30	3,47	1,65	5,01	1,50

Da wir gerade bei der Praxis sind, darf ich sowohl hinsichtlich des Fettgehaltes auch hinsichtlich der Fettkonsistenz auf die Weidefütterung kurz eingehen. Auf der Frühjahrsweide haben wir besonders in Norddeutschland regelmäßig einen erheblichen Abfall des Milchfettgehaltes.

Die Nährstoffzusammensetzung des jungen Weidegrases ist charakterisiert durch hohen Eiweiß- und niedrigen Rohfasergehalt. Im Pansen führt das zu relativ niedrigem Essigsäuregehalt und hohem Buttersäuregehalt bei

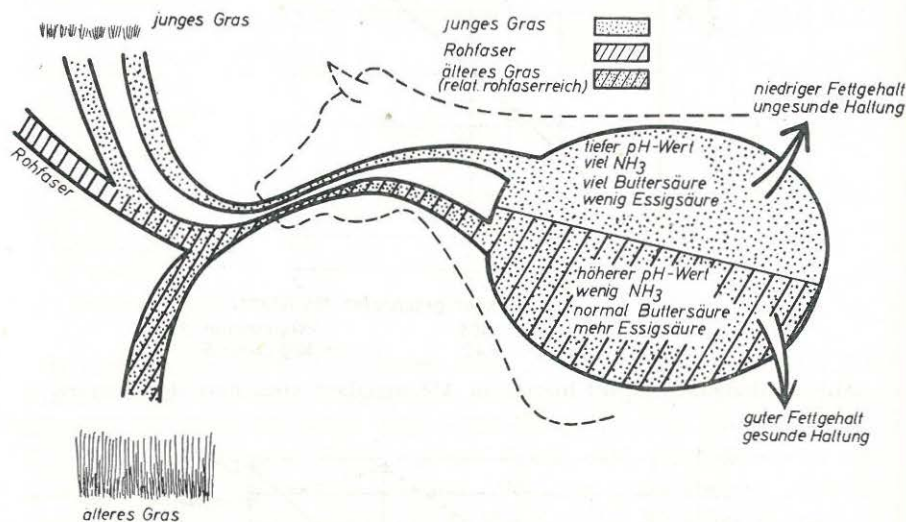


Abb. 4. Zur Fütterung des Milchviehs beim Weidegang.

gleichzeitig hohem Gehalt an  $\text{NH}_3$ . Abgesehen von möglichen Krankheiten, wie z. B. Tetanie, resultiert hieraus ein niedriger Fettgehalt, der durch Zugabe von Rohfaser in Form von altem Heu, Stroh oder Silage wieder behoben werden kann.

**Eiweißgehalt der Milch:** Für die menschliche Ernährung spielt der Eiweißgehalt der Milch eine erhebliche Rolle, weil gerade das Milcheiweiß von hohem biologischem Wert ist. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß verschiedentlich Anstrengungen gemacht werden, bei der Bezahlung der Milch bzw. bei der Berechnung des Milchpreises auch den Eiweißgehalt und nicht nur den Fettgehalt zu berücksichtigen. Aus diesen Gründen ist es notwendig, diejenigen Einflüsse zu studieren, die vom Futter her den Eiweißgehalt der Milch beeinflussen. Hierbei geht es nicht um züchterische Fragen, sondern um die Realisierung des genetischen Leistungsvermögens. Seit einigen Jahren beschäftigen wir uns im Institut bereits mit diesen Fragen, und je tiefer



man eindringt, um so interessanter wird das Problem. Ich will versuchen, Ihnen in aller Kürze die wichtigsten Erfahrungen aufzuzählen, die wir sowohl in praktischen Fütterungsversuchen auf dem Versuchsgut Schaedtbek als auch in speziellen Versuchsanstellungen z. B. an unseren Fisteltieren in Kiel gemacht haben.

Ganz allgemein kann man sagen, daß eine Erhöhung des Eiweißangebotes im Futter eine Erhöhung des Gesamt-N-Gehaltes der Milch bewirkt. Das läßt sich an Hand vieler praktischer Fütterungsversuche leicht nachweisen.

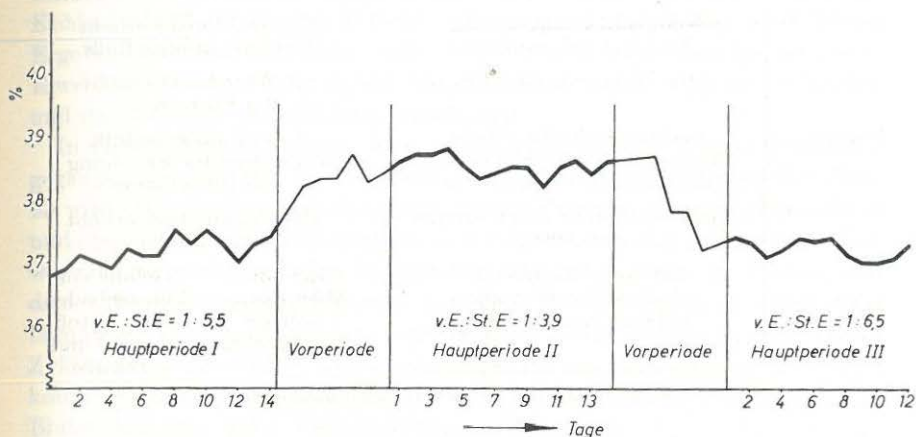


Abb. 5. Eiweißgehalt der Milch von 10 Kühen bei unterschiedlichen Eiweißgaben.

Hierbei tritt aber auch gleich eine wichtige Frage auf:

Wie verteilt sich die Zunahme im Gesamt-N-Gehalt der Milch auf Eiweiß-N und Nichteiweiß-N, den wir als Rest-N bezeichnen? Dabei ist bei praktischen Fütterungsversuchen festzustellen, daß diese Verteilung nicht gleichmäßig ist.

Die echte Erhöhung an Eiweiß in der Milch oder die Verteilung des Gesamt-N hängt von der Art des Grundfutters erheblich ab. So ist z. B. bei Rübenfütterung der weitaus meiste N im Eiweiß wiederzufinden.

Diese zwei Befunde aus praktischen Fütterungsversuchen zeigen uns sehr eindeutig, daß wir zum tieferen Verständnis etwas weiter in den Verdauungsmechanismus unserer Rinder eindringen müssen.

Die Rüben enthalten im Vergleich zu anderen hier verwendeten Grundfuttermitteln den höchsten Gehalt an leicht verdaulichen Kohlenhydraten. Nun ist in der Ernährungsphysiologie schon lange ein sogenannter „eiweißsparender Effekt“ der Kohlenhydrate bekannt, doch weiß man bislang

nicht genau, wie dieser Effekt im einzelnen zustande kommt. Allgemein wird angenommen, daß durch gewisse Reaktionen, die reduziertes Coenzym erzeugen, Glutaminsäuredehydrogenase gehemmt wird. Es wird also weniger  $\text{NH}_3$  gebildet, d. h. weniger Eiweiß geht verloren, weniger Harnstoff entsteht.

	<b>Zellulose + Eiweiß</b>	<b>Stärke + Eiweiß</b>
Futter	zellulosereiche Heufütterung + Kasein verd. Eiweiß:St.E. = 1:3,8	relativ stärkereiche Fütterung + Sojaschrot verd. Eiweiß:St.E. = 1:3,8
Pansen	Keimzahl leicht erhöht Keimart unbeeinflußt $\text{pH}$ -Wert unbeeinflußt  Essigsäure leicht erhöht Propionsäure schwach erhöht Buttersäure stark erhöht $\text{NH}_3$ -Gehalt sehr stark erhöht (bis 600%)	Keimzahl nicht erhöht Keimart unbeeinflußt $\text{pH}$ -Wert leicht erhöht (0,2 Einheiten)  Säuren unbeeinflußt außer leichter Erhöhung von Buttersäure $\text{NH}_3$ -Gehalt stark erhöht (50–100%)
Milch	Erhöhte Milchmenge höhere Fettleistung höherer Eiweißgehalt	Erhöhte Milchmenge höherer Eiweißgehalt  Gefahr von Leberschäden, Mineralstoffmangel und Tetanie

Schema 2. Wirkung von Eiweißzulagen.

Auf jeden Fall weisen uns diese Tatsachen auf den Stoffwechsel hin. Sehen wir uns nun an, was eine zusätzliche Eiweißgabe z. B. im Pansen bewirkt, und zwar einmal bei rohfaserreicherem Grundfutter und außerdem bei einem Grundfutter, welches reich an leicht verdaulichen Kohlenhydraten ist.

Wir sehen, daß tatsächlich im Pansen bei stärkereicher Fütterung weniger  $\text{NH}_3$  entsteht als bei zellulosereicher Fütterung. Aber noch etwas anderes ist hier zu bemerken: Bei stärkereicher Fütterung haben wir merklich niedrigere  $\text{pH}$ -Werte im Pansen als bei zellulosereicher Fütterung. Hier liegt eine der Ursachen für die geringere  $\text{NH}_3$ -Bildung (Schema 2). Als Ergebnis können wir also festhalten: Bei tieferen  $\text{pH}$ -Werten wird die proteolytische Aktivität der Pansenbakterien geringer. Die für die  $\text{NH}_3$ -Bildung verantwortlichen bakteriellen Fermente, die Desaminasen, haben ein steiles  $\text{pH}$ -Optimum bei  $\text{pH}$  7. Je tiefer der  $\text{pH}$ -Wert, um so weniger  $\text{NH}_3$  wird pro Zeiteinheit gebildet. Um so weniger Harnstoff entsteht, und um so mehr Eiweiß bzw. Aminosäuren können resorbiert und für die Eiweißsynthese benutzt werden. Aber Schema 2 zeigt eine weitere Schwierigkeit: Der Eiweißgehalt des Futters kann nicht beliebig gesteigert werden, ohne daß schwere



Schäden für das Tier durch erhöhte Mengen an  $\text{NH}_3$  und Buttersäure entstehen. Das  $\text{NH}_3$  muß in der Leber entgiftet werden und die Buttersäure muß verbrannt werden. Sind beide Anteile zu hoch, so können Leberschäden entstehen und aus der Buttersäure Ketokörper. Die Tiere erkranken an Ketose und u. U. auch an Tetanie.

Fassen wir kurz zusammen, so kann man also sagen: Erhöhte Eiweißgaben im Futter erhöhen den Eiweißgehalt der Milch. Der Effekt hängt jedoch vom Grundfutter ab. Je stärkereicher dieses ist, um so besser wird der Effekt, weil bei tiefen  $\text{pH}$ -Werten eine Art eiweißsparender Effekt der Kohlenhydrate im Pansen auftritt und weniger  $\text{NH}_3$  gebildet wird. Dieses Ergebnis läßt sich allerdings nicht beliebig anwenden, weil bei zu hohen Eiweißgehalten im Futter zu viel  $\text{NH}_3$  und Buttersäure im Pansen entstehen und daraus ernste Krankheiten resultieren.

In diesem Zusammenhang muß jedoch noch auf eine andere Frage eingegangen werden. Das ist die Frage nach der Energieversorgung der Tiere. Es wird oft gefunden, daß eine ungenügende Energieversorgung sich schnell und empfindlich auf den Eiweißgehalt der Milch auswirkt. Auch hier müssen wir uns ein wenig mit den bakteriellen Abbauvorgängen im Pansen und dem intermediären Stoffwechsel befassen. Energie entsteht durch Verbrennung. Verbrannt wird im sogenannten Zitronensäure-Zyklus. Dieser Zyklus kann nur laufen, wenn Oxalessigsäure zur Verfügung steht. Woher kommt diese Oxalessigsäure? Sie entsteht aus dem Abbau von Zucker, von Blutzucker über BTS. (WOOD-WERKMAN Reaktion).

Beim Wiederkäuer wird im Gegensatz zu Tieren mit einhöhligem Magen die Glukose des Futters von den Bakterien so schnell aufgebraucht, daß nur relativ geringe Mengen in den Darmtraktus und zur Resorption gelangen. Der Wiederkäuer muß den Blutzucker und daraus auch den Milchzucker aus Propionsäure in der Leber bzw. im Euter aufbauen. Sowohl Butter als auch Essigsäure können also nur verbrannt werden und Energie liefern, wenn genügend Propionsäure vorhanden ist. Dieser energieliefernde Prozeß führt über verschiedenste Verbindungen, darunter Ketosäuren. Gerade aber Ketosäuren müssen diesem Energiezyklus entnommen werden, um daraus Aminosäuren und Eiweiß zu machen. Hier liegt also der Zusammenhang zwischen Energieversorgung und Eiweißgehalt: Wenn die Energieversorgung knapp ist, weil nicht genügend Propionsäure gebildet wurde, so kann der Organismus nicht noch Ketosäuren für die Eiweißsynthese aus diesem Zyklus entnehmen, sondern die Lieferung der Erhaltungsenergie hat dann den Vorrang.

Bei noch größerem Energiemangel werden schließlich auch Eiweiß bzw. Aminosäuren verbrannt. Aus diesen Gründen reagiert der Eiweißgehalt so empfindlich auf die Energieversorgung.

Bei diesen Betrachtungen ist der biologische Wert des Futtereiweißes unberücksichtigt geblieben. Zum Abschluß möchte ich hierzu noch einige kurze Bemerkungen machen: Der Wiederkäuer ist über die bakterielle Eiweißsynthese im Pansen in der Lage, essentielle Aminosäuren selbst zu erzeugen, und ist deshalb vom biologischen Wert des Futtereiweißes unabhängiger als Tiere mit einhöhligen Magen. Diese bakterielle Synthese ist prinzipiell bei stärkereicher Fütterung intensiver als bei zellulosereicher Fütterung. Als Ursache hierfür kann angeführt werden, daß bei stärkereicher Fütterung das Wachstum bzw. die Keimzahl und daher die Synthese stärker sind. Bei zellulosereicher Fütterung wird zwar der  $p_H$ -Wert günstiger für das Wachstum und damit für die Synthese sein, doch ist bei dieser Fütterung das Wachstum der Bakterien geringer, wahrscheinlich aus Mangel an leichtverdaulichen Kohlenhydraten als Energiequelle für die Bakterien. Wenn man so will, kann man also auch hier feststellen, daß bei Energiemangel die Eiweißsynthese leidet!

Zusammenfassend kann hierzu aber gesagt werden:

Bei stärkereicher Fütterung (nicht zuckerreich!) ist die Proteolyse und damit die  $NH_3$ -Bildung geringer und gleichzeitig die bakterielle Synthese besser. Hinsichtlich der Stärkemenge ist noch zu sagen, daß ein Optimum vorhanden ist.

*Zu den Vitaminen der Milch:* Ein für die menschliche Ernährung sehr wesentliches Qualitätsmerkmal der Milch ist ihr Vitamin-Gehalt.

Beginnen wir beim *Vitamin A*. Der Vitamin-A- bzw. Karotin-Gehalt der Milch steht in sehr enger Beziehung zum Karotingehalt des Futters. An zwei Darstellungen sei dieses demonstriert. Abb. 6 zeigt in aller Deutlichkeit die Abhängigkeit des Gesamt-Vitamin-A-Gehaltes der Milch und des Butterfettes von der jahreszeitlichen Fütterung. In den Sommermonaten bei Weidegang, d. h. mit hohen Karotinmengen im Futter, haben wir einen sehr hohen Vitamin-A-Gehalt in der Milch. Diesen Vitamin-A-Gehalt auch im Winter zu erreichen, sollte mit ein Ziel der Fütterung sein. Daß in dieser Richtung sehr viel getan werden kann, zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2

Vitamin-A-Gehalt der Butter in Abhängigkeit vom Futter (nach DIJKSTRA).

Futter	I. E. Vitamin A pro g Butterfett
40 kg Grassilage, frisch	38
26 kg Grassilage, angewelkt	29
12,3 kg Heu	18

Aus einer Arbeit von DIJKSTRA habe ich einige Zahlen entnommen (Tab. 2). Findet sich in der Winterration ein starker Silageanteil, der je nach Anwelkegrad einen mehr oder weniger starken Karotingehalt besitzt,



so ist die Anreicherung des Vitamin-A-Gehaltes der Milch in starkem Maße möglich. Selbstverständlich vermögen auch andere karotinreiche Futtermittel diese Wirkung auszulösen. Da aber aus vielen anderen Gründen Silage in jede Milchviehration gehört, können wir auf diesem Wege ohne besonderes Zutun auf den A-Gehalt der Milch wirken.

Nicht so klar sind die Beziehungen zwischen Futter und *Vitamin-D-Gehalt* der Milch. Wohl ist ein gewisser Einfluß vorhanden, doch ist er weit geringer als bei Vitamin A. Zudem ist er sehr schwer zu erfassen, da die durch

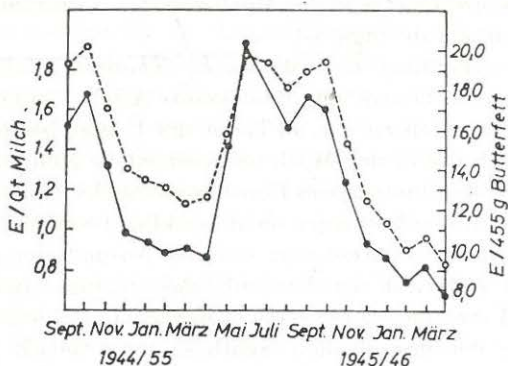


Abb. 6. Schwankungen des Gesamt-Vitamin-A-Gehaltes der Milch und des Butterfettes bei braunen Schweizer Kontrollkühen (n. HARRIS und Mitarb.). ●-● Vitamin-A-Gehalt des Butterfettes (Einheiten pro 453 g), o---o Vitamin-A-Gehalt der Milch (Einheiten pro Quart)

Synthese aus der Haut übergehende D-Menge nur durch Trennung des Gesamt-D-Gehaltes in  $D_2$  und  $D_3$  festzustellen ist. Der D-Gehalt der Milch ist weit stärker beeinflussbar durch die Sonneneinstrahlung, so daß hier über die Haltung der Tiere eine Steigerung erreicht werden sollte. Wir haben schon früher dargetan, daß es uns ökonomischer erscheint, den Vitamin-D-Gehalt der Milch, wenn er erhöht werden sollte, nicht über das Futter zu versuchen, sondern die Milch direkt zu vitaminieren.

Während beim Wiederkäuer, wie bei den anderen Tieren, die Versorgung mit Vitamin A und D von außen geschehen muß, liegen hinsichtlich der B-Versorgung spezielle Verhältnisse vor. Sie ist über die durch die Bakterien bedingte Synthese im Pansen gegeben. Demzufolge werden die Beziehungen zwischen Futter und Vitamin-B-Gehalt direkt, d. h. über den Vitamin-B-Gehalt im Futter gering sein. Anderes könnte sich über indirekte Beziehungen ergeben, d. h. daß über das Futter die Zahl und Aktivität der Pansensbakterien verändert und somit sich eine mehr oder weniger starke Synthese ergibt.



Untersuchungen über den Gehalt an *Pantothensäure* im Pansen und in der Milch ergaben, daß dann, wenn z. B. über eine Eiweißzulage im Futter oder über einen starken Gehalt des Futters an leichtverdaulichen Kohlenhydraten eine erhöhte Keimzahl vorlag, der Pantothensäuregehalt im Pansen und auch in der Milch höher war. Die Werte im Pansen verschoben sich mit zunehmender Keimzahl von 1,0 bzw. 1,3  $\mu\text{g}$  pro g Frischsubstanz auf 1,3 bzw. 1,5  $\mu\text{g}$  und in der Milch von 2,4 bzw. 3,7 auf 3,3 bzw. 5,5 mg Pantothensäure pro Liter Milch. Hieraus läßt sich vermuten, daß die Höhe des Pantothensäuregehaltes in der Milch von der Keimzahl bzw. der Keimaktivität im Pansen abhängig ist.

Über die Beeinflussung des *Vitamin B<sub>1</sub>* (*Thiamin*) und des *Vitamin B<sub>2</sub>* (*Riboflavin*) liegt eine neuere, sehr interessante Arbeit von POPPE aus Moskau vor. Er arbeitet, ähnlich wie wir, an Tieren mit Pansenfisteln. POPPE schreibt daß offensichtlich die in der Milch ausgeschiedene Menge der Vitamine B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub> von der Vitaminmenge im Futter und von der Höhe der Biosynthese dieser Vitamine in den Vormägen nicht merklich beeinflußt wird, aber auch aus seiner Arbeit ist zu entnehmen, daß das Ausmaß der Biosynthese von Art, Zahl und Aktivität der Pansenkeime abhängt. Insbesondere beim Vitamin B muß aber auch daran gedacht werden, daß eine gewisse Abhängigkeit der Höhe der mikrobiellen Synthese vom Gehalt des Futters an Spurenelementen, insbesondere Kobalt, besteht.

*Zur Verwertung von Silagefutter:* Versuchsergebnisse zeigen, daß bei Verfütterung von Silagen hinsichtlich der Pansenvorgänge keine wesentlichen Veränderungen eintreten gegenüber der Verfütterung des gleichen, aber unсилиerten Materials. Etwas anders liegen die Verhältnisse bei Verfütterung der sogenannten A.I.V.-Silage, das sind Silagen, die nach dem Verfahren von Virtanen mit Mineralsäuren (Salz- und Schwefelsäure) hergestellt werden. Fütterungsversuche über einen längeren Zeitraum sowie Untersuchungen der Pansenverhältnisse zeigten, daß bei diesen Silagen die Gefahr besteht, daß Azidosen auftreten und die Alkalireserve der Tiere stark beansprucht wird, wenn nicht die täglichen Gaben je Tier im Vergleich zu anderen Silagen erheblich reduziert werden.

Zu den Milch- und Fettleistungen soll hier noch eine Bemerkung angefügt werden. Unter Berücksichtigung der im Kapitel über die physiologische Bedeutung der bakteriellen Abbauprodukte mitgeteilten Befunde ist gerade bei Verfütterung von Silagen u. U. eine positive Beeinflussung der Fettleistung, aber auch, wie wir oben bereits angeführt haben, über den Weg Milchsäure-Propionsäure-Glukose eine bessere energetische Versorgung der Tiere möglich. Es sind zahlreiche praktische Fütterungsversuche zur Prüfung dieser Frage angestellt worden. Hierbei wurde z. T. auch anstelle von

Silage Azetat verfüttert. Die erhaltenen Ergebnisse sind nicht einheitlich. Nun ist z. B. eine positive Beeinflussung des prozentischen Fettgehaltes der Milch durch die Essigsäure der Silage oder durch Azetatzugaben nur dann zu erwarten, wenn aus den bakteriellen Gärvorgängen des Futters im Pansen für eine maximale Fettsynthese nur ungenügende Mengen dieser Säure gebildet werden. Danach können alle diejenigen Fütterungsversuche, bei denen in dieser Hinsicht vollwertige Rationen verabfolgt wurden, ausgeschlossen werden. Bei den restlichen Versuchen wurde regelmäßig eine positive Beeinflussung des prozentischen Fettgehaltes durch Silagefütterung oder Azetatzugaben festgestellt. In eigenen Versuchen haben wir der Silage das gleiche, aber unsilierte Grünfütter gegenübergestellt, wobei in jedem Falle ein höherer prozentischer Fettgehalt bei Silagefütterung resultierte.

Die bessere energetische Versorgung der Tiere, die u. U. auf dem oben angeführten Wege möglich ist, macht sich grundsätzlich nicht bemerkbar. Jedenfalls treten keine Erhöhungen der Milchmenge auf. Es bleibt nicht ausgeschlossen, daß diese Energie für die erhöhte Stoffwechselleistung verbraucht wird.

Für die praktische Fütterung bietet die Silage also zahlreiche Vorteile.

Die Wahl des Schnittzeitpunktes gestattet, ein für die jeweiligen Umstände in der Winterfütterung wünschenswertes Verhältnis von Zellulose zu Stärke und Eiweiß zu erzielen.

#### *Zusammenfassung*

Es wird zunächst auf die Besonderheiten des Verdauungstraktes der Wiederkäuer hingewiesen und gezeigt, daß durch Veränderung des Nährstoffgehaltes im Futter eine Verschiebung der relativen Anteile und absoluten Mengen an bakteriellen Abbauprodukten im Pansen entsteht. Diese Abbauprodukte, im wesentlichen Essig-, Propion- und Buttersäure, spielen nach der Resorption eine wesentliche Rolle für die Energieversorgung sowie für die Fett- und Eiweißsynthese des Tieres. Auf diesem Wege ergeben sich über die Fütterung Möglichkeiten der Steuerung und Leistungsbeeinflussung. So kann z. B. durch rohfaserreiche Rationen der Essigsäureanteil im Pansen erhöht werden und dadurch infolge der Rolle dieser Säure als Azetylcoenzym A in der Fettsynthese der Milchfettgehalt gesteigert werden. Hierbei wird auf den Einfluß der ungesättigten Fettsäuren des Futters hingewiesen, die direkt in das MilCHFett übergehen können, wodurch sich unter Ausnutzung des Gleichgewichtes zwischen direktem Übergang und Synthese eine Beeinflussung der Konsistenz des MilCHFettes ergibt. Am Beispiel des Weideganges werden diese Verhältnisse, die sich auch auf den Gesundheitszustand der Tiere auswirken, diskutiert.

Bei der Beeinflussung des Eiweißgehaltes der Milch durch erhöhte Eiweißgaben im Futter hängt der Erfolg entscheidend von der Art des Grundfutters ab. Je stärkereicher das Grundfutter ist, um so wirksamer erweist sich eine Eiweißzulage, weil bei tiefen  $p_H$ -Werten im Pansen eine Art eiweißsparender Effekt der Kohlenhydrate auftritt und weniger  $NH_3$  gebildet wird. In diesem Zusammenhang wird auf die Energieversorgung hingewiesen, von welcher die



Eiweißsynthese abhängig ist. Die Rolle der Propionsäure als Energielieferant durch Bildung von Glykogen bzw. Blutzucker und die Verhinderung von Ketokörpern wird beschrieben.

Einflüsse auf den Vitamingehalt der Milch durch die Fütterung ergeben sich besonders beim Vitamin A. Der Einfluß der Fütterung auf die Tätigkeit der Pansenflora hat auch einige, bislang noch nicht in allen Einzelheiten bekannte Konsequenzen für die bakterielle Synthese von Vitamin B, von dessen Versorgung mit dem Futter der Wiederkäuer dadurch weitgehend unabhängig wird.

Abschließend werden die Vorteile der Silagefütterung im einzelnen dargelegt, die eine bessere energetische Versorgung der Wiederkäuer ermöglicht sowie ihren Vitaminbedarf sicherer deckt und deshalb die Milchviehhaltung rentabler macht.

Anschrift des Verfassers:

Dr. W. KAUFMANN, Institut für Milcherzeugung der Bundesforschungsanstalt für Milchwirtschaft, 2300 Kiel, Hermann-Weigmann-Str. 3-11

## Diskussion zu Vortrag 1

### Leitung der Diskussion: F. Kiermeier-Weihenstephan

Herr F. Holtz (Frankfurt a. M.):

Es ist zu begrüßen, daß Herr KAUFMANN auch auf das Vitamin D in der Milch hinweist und auch auf die Vitaminierung der Milch durch Bestrahlung.

Herr H. Kraut (Dortmund):

Unter den heutigen Verhältnissen der Volksernährung spielt der Eiweißgehalt der Milch eine größere Rolle als der Fettgehalt. Man sollte darauf bei der Fütterung mehr Rücksicht nehmen.

Herr F. Kiermeier (Weihenstephan):

Der Einfluß des Futters auf den Eiweißgehalt der Milch zeigt sich auch dadurch, daß ich mit meinen Mitarbeitern DENTLER, RENNER und PROBST belegen konnte, daß es in dem Einzugsgebiet unserer Staatlichen Molkerei Weihenstephan nicht gleichgültig ist, woher die Milch kommt. Wir konnten daher begründet von „Eiweißstraßen“ sprechen, d. h. daß es Gebiete gibt, die mehr oder minder eiweißreiche Milch liefern.

Herr H. Mair-Waldburg (Kempten/Allgäu):

1. Herr KAUFMANN hat u. a. auf die unentbehrlichen Vorteile der Silofütterung hingewiesen. Ich möchte nicht auf die Nachteile zu sprechen kommen, mit denen bei der Silofütterung für die gesamte Käsereiwirtschaft und u. U. auch



bei anderer milchindustrieller Verwertung der Milch zu rechnen ist, sondern die Frage stellen, wie die Erfahrungen mit Grünmehl oder -häcksel sind. Wenn hier befriedigende Ergebnisse zu erwarten wären, dann könnte darin vielleicht ein Weg gesehen werden, um eine Fütterungsweise zu finden, die neuzeitlichen Gesichtspunkten der Tierernährung entspricht und auch im Hinblick auf die Milchqualität befriedigt.

2. Herr KAUFMANN hat bei seinen Angaben über die Stickstoff-Fractionen unterschieden zwischen der Auswirkung auf den Protein-Stickstoff und Rest-Stickstoff. Nun hängt der Wert für den Rest-N, u. U. auch der Wert für den Protein-N sehr erheblich vom Fällungsmittel ab. Gerade hier in Weihenstephan, im Hause der Süddeutschen Versuchs- und Forschungsanstalt haben KIEFERLE und Mitarb. schon vor 30 Jahren diese Frage der Fällungsmittel bearbeitet und dabei den Begriff des Rest-N in engerem und weiterem Sinne geschaffen. Je nach dem Fällungsmittel – ob beispielsweise Trichloressigsäure oder Phosphorwolframsäure – ist der Rest-N-Wert höher oder niedriger. Meine Frage: Welches Fällungsmittel wurde verwendet?

3. Bekanntlich schwanken in der Milch die vergleichsweise geringen Gehalte an Ammoniak, ebenso wie Harnsäure und Harnstoff. Könnte man an einen Zusammenhang mit der Fütterung denken?

Herr O. Farny (Gut Dürren bei Wangen i. Allgäu):

Die künstliche Grünfuttertrocknung wurde in der Vergangenheit dadurch gehemmt, daß die Technik uns keine Verfahren anbieten konnte, die eine wirtschaftliche Nutzung zuließen. Dem ist jetzt anders geworden und in Zukunft mehr zu erwarten.

Wir besichtigten vor einigen Wochen eine moderne Grünfuttertrocknungsanlage am Züricher See, von der wir sehr beeindruckt waren. Es handelt sich um ein amerikanisches System mit einer Kapazität von 50 dz. pro Stunde, also rd. 10 dz. Trockenmasse. Die Anlage kostete 240 000 sfrs, die Trocknungskosten bewegen sich zwischen 12 und 14 frs. Getrocknet wurde über 2000 Betriebsstunden. Die Anlage wurde von einer Arbeitskraft bedient. Die Genossenschaft als Unternehmer soll im Jahr mit einem Reingewinn von 98 000 sfrs. abgeschlossen haben. Damit wäre der Einsatz in der Praxis mit bestem kommerziellen Ergebnis möglich geworden. Im übrigen wurden uns bezüglich der Nährwertanalysen Werte angegeben, die sich durchaus mit den Werten messen lassen, die bei Silagen üblich sind.

Herr F. Kiermeier (Weihenstephan):

Ich bin der Ansicht auf Grund meiner Erfahrungen bei Trockengemüse, daß es bei Grünfuttertrocknung nicht nur auf den technischen Vorgang ankommt, sondern daß die Lagerungspflege und Verpackung des trockenen Grünfutters mindest ebenso wichtig ist. Es ist bekannt, daß das Karotin nicht nur während des Trocknungsvorganges, sondern in ebenso großem Umfang in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit während der Lagerung zerstört wird. Man kann also nicht nur die wirtschaftliche Seite betrachten, sondern muß bei der Entscheidung „ob Grünfuttertrocknung oder Silierung des Futters“ in erster Linie den Einfluß auf die Qualität der Milch sehen.

Herr **W. Kaufmann** (Kiel) *Schlußwort*:

Zur Frage des Grünmehles ist zu sagen, daß die Trocknungskosten bislang noch für eine wirtschaftliche Verwertung relativ hoch liegen. Außerdem entstehen hier bei der Lagerung merkliche Verluste, insbesondere im Carotingehalt, die in dieser Höhe bei Silage nicht auftreten. Hinsichtlich des Feinheitsgrades ist noch darauf hinzuweisen, daß die sperrigen Futterbestandteile vorzugsweise im oberen Teil des Pansens liegen, während die leichten bzw. leichter löslichen Bestandteile sich im unteren Pansensack sammeln. Hier ist es im allgemeinen auch feuchter. Der intensive bakterielle Zelluloseabbau im oberen Teil wird durch die Pansenkontraktionen aufrechterhalten, weil hierbei jedesmal eine erneute Befeuchtung des Materials entsteht. Gleichzeitig werden lösliche Bestandteile extrahiert. Bei zu fein gemahlenem Futter sinkt dieses zu schnell nach unten und wird nicht bakteriell vollständig abgebaut.

Die Fällung des Eiweißes geschah mit Trichloressigsäure.

Es ist sehr gut möglich, daß Zusammenhänge zwischen der Fütterung und dem Gehalt der Milch an Harnsäure und Harnstoff bestehen. Die Schwankungen lassen sich beiden geringen Gehalten nur schwer feststellen und deshalb kaum Aussagen zu. Eigene Untersuchungen aus unserem Institut liegen hierzu nicht vor.

**WISSENSCHAFTLICHE VERÖFFENTLICHUNGEN  
DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG**

IM AUFTRAGE DER GESELLSCHAFT HERAUSGEGEBEN VON  
PROF. DR. DR. KONRAD LANG - MAINZ

BAND 8

**MILCH UND MILCHPRODUKTE**

AKTUELLE PROBLEME BEI ERZEUGUNG, BEHANDLUNG UND VERBRAUCH



DR. DIETRICH STEINKOPFF VERLAG

DARMSTADT 1962



# Milch und Milchprodukte



**Aktuelle Probleme**

**bei Erzeugung, Behandlung und Verbrauch**

*Vorträge und Diskussionen des*

*6. Symposiums in Weihenstephan, vom 27.-28. April 1961*

*Unter der Leitung und mit einem Vorwort von*

*Prof. Dr. F. Kiermeier-Weihenstephan*

Mit 23 Abbildungen, 2 Schemata und 42 Tabellen



DR. DIETRICH STEINKOPFF VERLAG

DARMSTADT 1962