

Zusammenhänge zwischen Milchleistung und Milchqualität einerseits und Fütterung andererseits.

(Für Unterrichtseinsatz gekürzt, ergänzt und teilweise abgewandelt nach "Hohe Milchqualität erfordert richtige Fütterung der Kühe", Münchow u. Hasselmann, Neue Landwirtschaft, Sonderheft Mai 1994)
LD H.Wilms-Rademacher - Fachschulen für Agrarwirtschaft BORKEN

Auch unter den Bedingungen eines kontingentierte Milchmarkts ist es wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll, das genetische Leistungsvermögen der Kühe weitgehend auszuschöpfen, wobei Fruchtbarkeit und Tiergesundheit nicht leiden sollten. Das bedeutet langfristig Herdenniveaus von deutlich über 7000 kg und Tagesleistungen von über 40 kg FCM.

Grundlagen

Etwa 75-80 % der org. Subst. von Milchviehrationen bestehen normalerweise aus Kohlenhydraten. Der größte Teil davon wird schon in den Vormägen mikrobiell-enzymatisch abgebaut, wie Abb. 1 zeigt.

Die Vergärung der Kohlenhydrate (überwiegend zu FFS) hat zur Folge, daß den Kühen nur sehr wenig Glucose für den intermediären Stoffwechsel, also die Stoffwechselabläufe im Körperinneren nach Abschluß der Verdauung, zur Verfügung steht. Lediglich bei Verfütterung größerer Mengen an Maissilage, CCM oder Körnermais wären die Verhältnisse etwas günstiger.

Für den intermediären Bedarf muß die Kuh Glucose also aus bestimmten Vorläufern (Propionsäure, Milchsäure, Oxaloesigsäure und glukoplastischen AS) neu aufbauen (=Glukoneogenese), was unter Umständen zu den bekannten Stoffwechselstörungen führen kann.

Die mikrobielle Verdauung in den Vormägen hat aber dennoch einen entscheidenden Vorteil : **Wiederkäuer können so über die Pansenmikroben Kohlenhydrate verwerten, die für Lebewesen mit einhöhligen Magen (Mensch, Schwein, Huhn etc.) nicht nutzbar sind. Diese Kohlenhydrate (Hemizellulosen und Zellulose) stellen aber den größten Teil der gesamten Kohlenhydrate in Pflanzen dar.**

Sie finden sich in der Zellwand jeder Pflanzenzelle und sind in Blatt und Stengelteilen besonders reichlich vorhanden. Die Zellulose ist mengenmäßig wahrscheinlich das häufigste organische Molekül in der belebten Natur.

Der Abbau der Zellulose erfolgt über entsprechende Enzymsysteme spezialisierter Bakterien (Essigsäurebildner) vorrangig zu Essigsäure. Auch die anderen Zellwandbestandteile wie Hemizellulosen und natürlich auch **die** Kohlenhydrate, die auch Nichtwiederkäuer verdauen können, unterliegen weitgehend dem mikrobiellen Abbau, d.h. sie werden ebenfalls überwiegend zu den FFS (= Pansensäuren, Gärsäuren) abgebaut.

(Nur bei Maisstärke bleibt ein nennenswerter Anteil unverändert.) Nähere Informationen hierzu findet man in Tab.1 sowie im Umdruck *Pansenkunde*.

Die Essigsäure als wichtigste FFS wird nach der Resorption über die Pansenwand je nach Stoffwechsellage unterschiedlich im intermediären Stoffwechsel verwertet (- siehe auch Umdruck *Stoffwechselübersicht!* -), im Durchschnitt etwa zur Hälfte zur Milchfettbildung und zur
40 anderen Hälfte energetisch, das heißt zur ATP - Bildung.

Propionsäure wird bekanntlich bevorzugt stofflich bei der Glukoneogenese verwendet, erlaubt also hohe Milchzucker- und z.T. auch Milcheiweißmengen. Die problematischere Buttersäure kann in begrenzten Mengen energetisch und auch stofflich, hier besonders beim
45 Milchfettaufbau verwertet werden.

Eiweißstoffwechsel

Die Proteinverdauung verläuft beim Wiederkäuer durch die Pansenmikroben ebenfalls anders als bei den Nichtwiederkäuern, denn die Pansenbewohner bauen einen sehr großen Teil der ursprünglichen Futterproteine nicht nur bis zur Stufe der Aminosäuren ab, sondern
50 spalten diese weiter in Ammoniak (= Desaminierung) und die jeweilige organische Säure auf. Allerdings bleibt ein Teil des Futterproteins im Pansen unverändert und wird erst ab dem Labmagen, entsprechend wie beim Nichtwiederkäuer, von den Proteasen der Kuh abgebaut (= UDP).

Die Pansenmikroben bauen aber nicht nur Futterrohprotein **ab**, sondern entsprechend ihrem
55 eigenen Wachstum bzw. bei ihrer eigenen Vermehrung Mikrobeneiweiß auch wieder **auf**. In welchem Umfang dies geschieht, hängt stark ab von ihren Lebensbedingungen, besonders vom Umfang der aus dem Energiestoffwechsel verfügbaren Kohlenstoffgrundgerüste (= org. Säuren), also damit auch von der aus Gärungstätigkeit gewonnenen Energie und natürlich von den verfügbaren **N** - Quellen.

60 Der Zuwachs an Mikrobenmasse steht dem Wiederkäuer im weiteren Verdauungsablauf genau wie das UDP zur Verfügung und wird mit diesem als darmverfügbares Protein (DVP, Gesamtprotein, duodenales Protein) zusammengefaßt.

Mikrobenprotein weist im allgemeinen eine wesentlich höhere biologische Wertigkeit auf als das ursprüngliche pflanzliche Futterprotein, jedenfalls wenn dieses aus typischen Futter-
65 pflanzen von Wiederkäuern stammt. Das bedeutet nichts anderes, als daß am Dünndarm der Anteil an Aminosäuren, der für die Bildung von Milcheiweiß brauchbar ist, normalerweise weit höher liegt als im Futter. Die mikrobielle Umwandlung des Futterproteins hat also einen Aufwertungseffekt.

Es kann allerdings, insbesondere bei Eiweißüberfütterung und / oder Futterenergiemangel im
70 Pansen unter Umständen deutlich mehr Protein ab - als von den Pansenbewohnern gleichzei-

tig wieder aufgebaut werden. Das dabei anfallende Ammoniak tritt durch die Pansenwand ins Blut über und muß, genau wie aus eigenen Eiweißabbauprozessen in der Kuh stammendes Ammoniak, von der Leber unter Energieaufwand entgiftet werden. Abb. 2 zeigt schematisch diese Zusammenhänge.

75 Milchfett und beeinflussende Faktoren

Milchfett besteht ganz überwiegend aus Neutralfett mit sehr geringen Beimengungen anderer fettlöslicher Stoffe wie z.B. die fettlöslichen Vitamine. Der Aufbau des Milchfetts aus jeweils drei Fettsäure - und einem Glycerinmolekül erfolgt erst in den Zellen des Euters. Das Glycerin stammt entweder von der Verdauung der Futterfette im Darm oder wird aus Glucose erst im Euter neu aufgebaut, wobei ein Molekül Traubenzucker für zwei Moleküle Glycerin
80 reicht.

Die Fettsäuren baut die Kuh überwiegend aus Essigsäure neu auf. Diese Essigsäure stammt entweder aus dem Pansen oder aus dem Abbau von Körperfett. Es können aber auch fertige Fettsäuren aus dem Futterfett oder aus dem Körperfett übernommen werden. Dies gilt insbesondere für alle essentiellen Fettsäuren und die langkettigen gesättigten Fettsäuren mit 18
85 und mehr C-Atomen. Die starke Abhängigkeit von der Essigsäure erklärt die Möglichkeit, über die Rationsgestaltung den Milchfettgehalt wesentlich beeinflussen zu können. Schafft man über entsprechende Fütterung eine günstige Situation für die Essigsäurebildner, wird der Milchfettgehalt hoch sein. Eine günstige Situation der Essigsäurebildner liegt vor, wenn
90 es gelingt, bei insgesamt möglichst hoher Energieversorgung ausreichende Mengen an strukturierter Rohfaser zu füttern und die Gaben der schnell abbaubaren anderen Kohlenhydrate möglichst gleichmäßig zu verteilen, damit es möglichst nie zu zeitweisen stärkeren pH-Wert-Abstürzen im Pansen kommt.

Es sei an die Forderung von mindestens 16% Rohfaser in der Ration erinnert, wovon möglichst
95 2/3 strukturwirksam sein sollten, oder - leistungsunabhängig - je 100 kg LG täglich etwa 0,3 - 0,4 kg strukturierte Rohfaser.

Die Versuchsergebnisse der Tabellen 2 und 7 belegen die Zusammenhänge zwischen Rationsgestaltung und Milchfettgehalt überzeugend.

Ebenso deutlich zeigen sich die positiven Effekte geringer pH - Schwankungen im Pansen
100 bei gleichmäßiger Fütterung in der Abbildung 3.

In den USA ist es durchaus üblich, bei sehr hohen Krafftutteranteilen in der Ration über die Zulage von (100 - 200 g) NaHCO_3 eine gewisse Pufferung des Pansen - pHs zu erreichen. Wegen der sehr schnellen, aber wenig nachhaltigen Wirkung macht dies allerdings in erster Linie bei TMR Sinn, weniger bei Einmischung des Sodas in das Krafftutter. NaHCO_3 ist auch
105 bei uns zulässiger Futtermittelbestandteil.

Am Anfang der Laktation ist jedoch auch die hormonelle Steuerung des Körperfettabbaus bedeutsam. Allerdings kann nur Fett abgebaut und in Milchfett umgewandelt werden, das in der Kuh vorhanden ist. Da ein starker Abbau von Körperfett nach der Abkalbung aus den verschiedensten Gründen unerwünscht ist, sollte also keinesfalls zur Erhöhung des Milch-

110 fettgehalts nach dem Abkalben die Kuh vor dem Kalben *fettgefüttert*, d.h. mit Energie über-

versorgt werden.

Langfristig sollte neben dem Milchfett*gehalt* auch die Milchfett*qualität* berücksichtigt werden, wenngleich sie zur Zeit für den Milcherzeuger einzelbetrieblich ökonomisch irrelevant ist. Daß die Milchfettzusammensetzung und damit Geschmack und Haltbarkeit von Milch und

115 Milchprodukten über die Fütterung durchaus beeinflussbar sind, ergibt sich aus den in der Tab. 3 dargestellten Ergebnissen.

Einsatz von Fetträgern

An sich wären Fetträger wegen der enorm hohen Energiegehalte, der problemlosen Verfüg-

barkeit und der rel. geringen Kosten attraktive Fütterungskomponenten für Wiederkäuer. Ihr

120 Einsatz in größeren Mengen kommt aber aus zwei Gründen normalerweise kaum in Betracht

:

1. Alle mikrobiellen Prozesse im Pansen benötigen möglichst ungestörten Zugang zu möglichst großen Substratoberflächen und laufen nur im wasserlöslichen Bereich ab. Fettmengen oberhalb etwa 5% der Futter - TM überziehen zu große

125 **Substrat - bzw. Membranoberflächen mit Fettfilmen und stören damit die mikrobiellen Aktivitäten insbesondere der essigsäurebildenden Bakterien erheblich. Im Ergebnis führen also zu hohe Fettgehalte in der Ration zu sinkenden Milchfettleistungen. Dieses Problem läßt sich allerdings durch die Verwendung sog. pansenstabilisierter Fette vermeiden. Solche Ca - verseiften Fettsäuren passieren den Pansen, ohne die Stoffwechsellätigkeit der Bakterien zu beeinflussen, werden aber im Dünndarm weitgehend normal verdaut. Bisherige Fütterungsversuche verliefen allerdings nicht sehr überzeugend, insbesondere da meist der Milcheiweißgehalt deutlich zurückging.**

130

2. Futterfette können im Stoffwechsel ausschließlich stofflich zum Fettaufbau oder energetisch zur ATP-Bildung über Essigsäureoxidation, also in der Tendenz ketoplastisch, verwendet werden. Letzteres wäre für Hochleistungskühe wenig sinnvoll.

135

140 **Milcheiweiß und beeinflussende Faktoren**

Milcheiweiß enthält besonders viele essentielle Aminosäuren und ist daher auch für die menschliche Ernährung biologisch ganz besonders hochwertig. Der Hauptanteil des Milcheiweißes ist das Kasein (78%), das durch Lab und / oder Säuren ausgefällt werden kann. Weitere etwa 18% des Milcheiweißes sind Molkenproteine (Albumine und Globuline). 5% des
145 Milcheiweißes, das ja als Rohprotein bestimmt wird, sind NPN - Verbindungen, darunter z.B. die wichtigen wasserlöslichen Vitamine.

Milcheiweiß wird erst im Euter aus Aminosäuren aufgebaut, welche die Milchdrüsenzellen dem Blut der Euterarterie entnehmen. Die verfügbare Menge und Qualität dieser Aminosäuren hängt von Menge und Qualität des DVP bzw. nXP ab (Tab. 5). Normalerweise ist das
150 Mikrobenprotein biologisch weit wertvoller als das Futterprotein, soweit es aus wiederkäuertypischen Futterpflanzen wie z.B. Gräsern stammt. Solches Eiweiß zum Beispiel mit Formalin oder Hitzebehandlung vor dem Abbau durch die Pansenbewohner zu schützen und so am Dünndarm verfügbar zu machen, scheint daher wenig sinnvoll.

Anders sieht es dagegen beim Einsatz sehr hochwertiger pflanzlicher Proteine (= Soja) oder
155 gar tierischer Eiweiße aus.

Bei gezieltem Einsatz derartiger Komponenten bei Hochleistungskühen läßt sich so ein höheres Angebot sonst leistungsbegrenzender essentieller Aminosäuren am Dünndarm und damit eine höhere Milcheiweißleistung ableiten. Natürlich ließe sich das gleiche auch über eine überproportionale Erhöhung des gesamten Rohproteinanteils in der Ration erreichen.

Davon würden allerdings nur Bruchteile am Dünndarm ankommen, gleichzeitig aber die aus
160 dem mikrobiellen Eiweißabbau im Pansen stammenden Ammoniakmengen bedrohlich ansteigen. Wenn praktische Landwirte also nach Weideaustrieb zur Abwehr von sinkenden Milcheiweißgehalten zusätzlich zu dem ohnehin bestehenden Rohproteinangebot aus jungem Gras noch 1-2 kg Sojaextraktionsschrot verfüttern, dann kann das durchaus zu höheren oder jedenfalls weniger stark sinkenden Milcheiweißwerten führen, wird aber mit dem Risiko einer Leberstörung unter Umständen teuer bezahlt. Besser wäre allemal, den Eiweißüberschuß des ja nicht sonderlich energiedichten und vor allem völlig stärkefreien Grases durch Getreide - bzw. Maissilage zu ergänzen oder auszugleichen.

Ganztagsweide bei üppigem Weideangebot ist aus dieser Sicht allenfalls für Kühe mittlerer
170 Leistung empfehlenswert. Kühe hoher Leistung sollten erhebliche Mengen von Maissilage zusätzlich erhalten, Kühe sehr geringer Leistung über Verfütterung von Stroh, evtl. auch von vorhandenen überständigen Grassilagen vor dem Weidegang vor übermäßiger Energieaufnahme in Verbindung mit Eiweißüberschuß bewahrt werden.

Die Annahme, daß Wiederkäuer über das Mikrobeneiweiß stets ausreichend mit essentiellen
175 Aminosäuren versorgt werden, kann jedenfalls für Milchkühe sehr hoher aktueller Leistung
nicht mehr sicher gelten. Daher erscheint die aus den USA übernommene, auch bei uns er-
probte Verfütterung nicht nur von geschütztem Eiweiß, sondern gezielt von geschützten A-
minosäuren, speziell Methionin, theoretisch durchaus sinnvoll. Allerdings sind die hiesigen
180 Versuchsergebnisse zu dieser Frage wenig ermutigend. Notfalls kann eine Kuh auch Kör-
pereweiß einschmelzen und die so gewonnenen Aminosäuren zur Milcheiweißbildung ver-
wenden. Da Körpereweiß aber nicht gespeichert wird und zudem funktionell wichtig ist, kann
dieser Beitrag nicht sehr erwünscht sein.

Eine günstige Versorgungslage mit Propionsäure bzw. Traubenzucker im intermediären
Stoffwechsel wirkt sich auch hier förderlich auf die Milcheiweißbildung aus.

185 Einmal, weil diese sehr energieaufwendig ist, und weiter auch deshalb, weil dann der Abbau
glukoplastischer Aminosäuren zur Milchzuckerbildung nicht nötig ist. Diese Aminosäuren
stehen dann für die Milcheiweißbildung zur Verfügung.