

# FÜTTERUNG DER MILCHKUH

## 1. DIE ENERGIEQUELLEN

Merkblatt für die Praxis



**Roger Daccord**

Wenn wir von der Fütterung der Milchkuh sprechen, müssen wir zuerst an die Ernährung ihrer Pansen-Mikroorganismen denken. Sie spielen eine fundamentale Rolle, da sie mehr als 70% der aufgenommenen Energie umwandeln. Die Quantität und die Qualität der Energiequellen haben bei einer hohen Milchproduktion einen entscheidenden Einfluss auf die mikrobiellen Gärungen. Es gehört zu den Hauptzielen diese zu optimieren, damit die Kuh ihre aussergewöhnliche Fähigkeit ausschöpfen kann, die Futterration sicher und wirtschaftlich in Milch umzuwandeln.

Die vier Hauptenergiequellen:

1. pflanzliche Zellwände
2. Stärke
3. Zucker
4. Fett

Im Pansen werden diese vier Energiequellen unterschiedlich schnell abgebaut. Wie die Abbildung 1/Seite 2 zeigt, beeinflusst dies die mikrobiellen Gärungen und folglich die Umwandlung der Futterration in Milch.



### Die pflanzlichen Zellwände

Für die Milchkuh stellen die Zellwände (in etwa durch die Analyse der Rohfaser oder der Zellwände = NDF ermittelt) den Hauptenergielieferanten aus dem Raufutter dar. Die Zellwände bestehen grösstenteils aus Zellulose und Hemicellulose und machen etwa 30% der Trockensubstanz einer jungen Futterpflanze, im späten Entwicklungsstadium etwa 70% aus. Mit dieser Zunahme geht die Lignineinlagerung einher. Das unverdauliche Lignin wirkt wie eine Barriere, die den mikrobiellen Abbau im Pansen bremst.

Da die Zellwände ihre chemische Struktur im Laufe des Wachstums verändern, werden sie im Pansen verschieden schnell abgebaut, was zu grossen Unterschieden in Bezug auf die Verdaulichkeit und die Verzehrbarkeit des Raufutters führt. Allgemein stellen die Zellwände eine Energiequelle dar, die langsam und nur teilweise im Pansen abgebaut wird. Sie leiten die mikrobiellen Gärungen eher in die Richtung der Produktion von Vorstufen für die Milchfettsynthese.

Die Zellwände sind nicht nur chemische sondern auch physikalische Fasern. Ihre Faserigkeit spielt eine entscheidende Rolle für die Stimulierung der Kauaktivität und folglich auch der Speichelproduktion während der Futteraufnahme und des Wiederkäuens. Der Speichel wirkt puffernd und schränkt so das Absinken des pH-Wertes im Pansen ein, welches durch intensive mikrobielle Gärungen hervorgerufen wird. Die Zellwände regulieren die Futterpassage durch den ganzen Verdauungstrakt. In erster Linie ist der Anteil an unverdaulichen Zellwandbestandteilen im Kot verantwortlich für dessen Konsistenz

und nicht ein Überschuss an Rohprotein. Junges Gras ist zwar sicher proteinreich, enthält aber in erster Linie nur einen geringen Anteil unverdaulicher Zellwandbestandteile!

Die Verwertung der Zellwände hängt einerseits davon ab, wie schnell sie abgebaut werden und andererseits wie lange sie im Pansen verweilen. Eine Verringerung der Partikelgrösse steigert die Aufnahme des Futters. Eine starke Verkleinerung reduziert die Verdaulichkeit, da auf diese Weise die Abbaugeschwindigkeit des Futters sinkt und seine Verweildauer im Pansen verkürzt wird. Gemahlenes Stroh, welches in bestimmten Kraftfuttern

enthalten ist, hat nur einen sehr geringen Wert, da seine Verdaulichkeit sehr tief ist und es keine Faserigkeit aufweist.

### Stärke

Getreide ist die Hauptstärkequelle für die Milchkuh. Mais weist den höchsten Stärkegehalt auf, Hafer den geringsten (Tabelle 1). Auch Kartoffeln und Erbsen sind interessante Stärketräger. Da die chemische Struktur von Stärke unterschiedlich sein kann, variiert ihre Abbaubarkeit im Pansen: Maisstärke wird am wenigsten schnell abgebaut. Solche Eigenschaften können durch technologische Behandlungen verändert werden. Durch feines Mahlen, Flockieren oder Expandieren/Extrudieren wird die Stärke im Allgemeinen für die Pansen-Mikroorganismen leichter zugänglich und somit auch schneller abbaubar.

Schnell abbaubare Stärke wird im Pansen fast vollständig verdaut.

Abbildung 1 : Schematische Entwicklung der Abbaubarkeit der Hauptenergiequellen im Pansen. Die Energieträger stammen aus einer Raufutter/Getreide-Ration

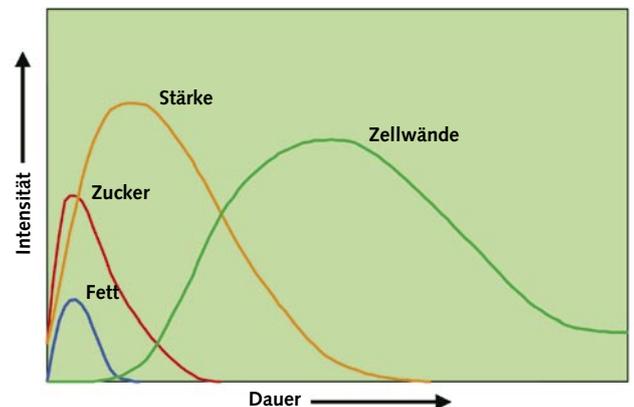
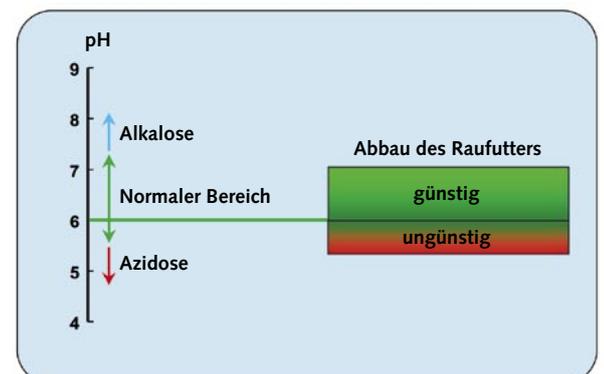


Abbildung 2 : Schwankungsbereich des pH-Wertes im Pansen. Eine grosse Getreide- oder Zuckerrübenzufuhr lässt den pH-Wert im Pansen in Bereiche absinken, die eine effiziente Raufutterverwertung nicht begünstigen



| Futtermittel | Stärke<br>g/kg TS | Abbaubarkeit<br>% | Energiegehalt<br>MJ NEL/kg TS |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| Gerste       | 600               | 89                | 7.7                           |
| Hafer        | 405               | 93                | 6.9                           |
| Mais         | 720               | 60                | 8.5                           |
| Triticale    | 685               | 95                | 8.3                           |
| Weizen       | 695               | 94                | 8.5                           |
| Kartoffeln   | 710               | 79                | 7.6                           |
| Erbsen       | 515               | 79                | 8.0                           |

Nach Sauvant et al., 2002 und dem Grünen Buch 1999.

Tabelle 1 :  
Hauptstärke-  
quellen

|                         | Zellwände | Stärke | Zucker | Fett |
|-------------------------|-----------|--------|--------|------|
| Verzehr                 | ↘         | ↗      | ↗      | ↘    |
| Milchproduktion         | ↘         | ↑      | ↗      | → ↘  |
| Proteingehalt der Milch | ↘         | ↗      | ↗      | ↘    |
| Fettgehalt der Milch    | ↗         | ↘      | ↗ ↘    | ↗ ↘  |
| Azidoserisiko           | ↘         | ↗      | ↑      | →    |

Tabelle 2 :  
Wirkungen einer  
deutlichen Erhöhung  
verschiedener  
Energiequellen in  
der Ration

Sie begünstigt Gärungen, bei denen die Laktosevorstufe gebildet wird, die die Milchbildung reguliert. Langsam abbaubare Stärke wird zum Teil im Darm verdaut und liefert ebenfalls die Laktosevorstufe, jedoch auf direkterem Weg.

Werden leicht abbaubare Getreide schnell und in hohen Mengen aufgenommen, führt dies zu intensiven Gärungen im Pansen, welche Azidose hervorrufen können (Abbildung 2/ Seite 2). Dieses Risiko ist bei Mais bedeutend geringer. Deshalb sollten Getreidemischungen für Hochleistungskühe mindestens 30% Mais enthalten. Bei einer zu grossen Maiszufuhr kann die Menge an nicht abbaubarer Stärke im Darm jedoch so hoch sein, dass diese nicht mehr verdaut werden kann. Diese unverdaute Stärke wird mit dem Kot wieder ausgeschieden.

### Zucker

Im Raufutter ist der Zuckergehalt der einzelnen Arten sehr unterschiedlich. Innerhalb einer Art variiert er während des Vegetationszyklus sowie im Verlaufe des Tages. Gräser weisen einen hohen Zuckergehalt auf (5 bis 25% in der Trockensubstanz), besonders Raigras vor dem Ährenschieben. Der Zuckergehalt von Leguminosen ist geringer (4 bis

12%). Bei der Konservierung in Form des Trocknens oder vor allem des Silierens wird der Zuckergehalt stark gesenkt. Getreidekörner enthalten nur wenig Zucker (1 bis 5%), der Gehalt von Leguminosenkörnern ist etwas höher (Erbsen: 8%, Soja: 12%), Futterrüben sind sehr reich an Zucker (mehr als 60%).

Zucker wird schnell und fast vollständig im Pansen abgebaut. Er stellt für die Mikroorganismen eine rasch verfügbare Energiequelle dar. Durch ihre Vergärung wird auf Kosten der Bildung der Milchfettvorstufe die Laktosevorstufe erzeugt. Nimmt die Kuh in kurzer Zeit bedeutende Mengen an jungem Gras oder Futterrüben auf, gelangt Zucker in den Pansen und führt dort zu intensiven mikrobiellen Gärungen. Der pH-Wert sinkt ab und es kann zu einer Azidose kommen.

### Fett

Gras enthält 3 bis 6% Fett in seiner Trockensubstanz. Dieser Gehalt sinkt mit fortlaufendem Pflanzenalter, ebenso wie bei der Silierung und besonders bei der Trocknung. Dieses Fett ist schnell und fast vollständig im Pansen abbaubar. Es stellt zwar keine bedeutende Energiequelle dar, jedoch haben die mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA),

aus denen es zum grössten Teil besteht, einen bemerkenswerten Einfluss auf die Ernährungs- und Genuss-Qualität der Milch und der Milchprodukte (Gehalt an essenziellen PUFA, Cremigkeit, Aroma und Farbe der Butter und des Käseteiges).

Die Zufuhr von Fett, beispielsweise durch Leinsamen, kann bei Rationen, die auf Heu basieren, interessant sein, um den bei der Trocknung entstehenden Verlust an PUFA zu kompensieren. Wenn man Kraftfutter mit mehr als 3% Fett anreichert, um seine Energiekonzentration zu erhöhen, so ist dies jedoch mit dem Risiko verbunden, die mikrobiellen Gärungen im Pansen zu verlangsamen, die Verdaulichkeit und Verzehrbarekeit der Ration zu verringern und den Proteingehalt der Milch zu senken. Auch die Zusammensetzung und der Geschmack des Milchfetts können negativ beeinflusst werden.

### Energie aus Raufutter

Der Energiegehalt des Raufutters sinkt mit zunehmendem Alter der Pflanzen und bei Gräsern schneller als bei Leguminosen. Leguminosen, insbesondere Weissklee, weisen eine höhere Abbaubarkeit im Pansen auf, wodurch sich ihre höhere Aufnahme erklären lässt. Wird Raufutter durch Silierung konserviert, senkt dies den Energiegehalt geringfügig. Der Energiegehalt von Maissilage wird häufig überbewertet, da der Kolbenanteil und die Stängelqualität zu hoch eingeschätzt werden. Zudem haben die Körner oft das Stadium der Teigreife überschritten und werden nicht vollständig verdaut, weil sie bei der hastigen Futteraufnahme von der Kuh nicht gut genug gekaut werden. Auch ein besonders feines Häckseln bei der Ernte stellt keine Lösung dar, denn der Anteil zerschlagener Körner wird dadurch nicht erhöht.

Beim Trocknen wird der Energiegehalt um 5 bis 10%, unter ungünstigen Bedingungen um bis zu 30% gesenkt.

## Energie aus Kraftfutter

Als Hauptquelle an konzentrierter Energie verringert Getreide die Raufutterverwertung. Je feiner Getreide gemahlen wird, desto intensiver ist der Gärungsverlauf, desto stärker sinkt der pH-Wert ab und umso grösser ist seine hemmende Wirkung hinsichtlich des Zellwandabbaus des Raufutters. Der Energiegehalt von Hafer liegt 10% tiefer als der von Gerste und 19% unter demjenigen von Mais (Tabelle 1/Seite 3).

Es ist ratsam, für Getreide, abgesehen von Mais, eine grobe Struktur zu wählen. Ob Getreide durch andere Energiequellen wie Futterrüben, Kartoffeln, andere Nebenprodukte der Nahrungsmittelindustrie ersetzt werden soll, hängt von den Kosten pro Energieeinheit (Fr/MJ NEL) und den Eigenschaften der Produkte ab.

|            |   |
|------------|---|
| Energie    | max. 7.0 MJ NEL/kg  |
| Rohprotein | min. 12%  |
| Zellwände  | min. 27% ZW von denen 60% aus dem Raufutter stammen müssen, min. 14% RF von denen 70% aus dem Raufutter stammen müssen, bei 30% des Raufutters muss die Häcksellänge mehr als 1cm betragen. |
| Stärke     | max. 25%  |
| Zucker     | max. 20%  |
| Fett       | max. 6%   |

Tabelle 3:  
Schwellenwerte in der Trockensubstanz der Ration, die anzeigen, ab welchen das Risiko besteht, dass die mikrobiellen Gärungen im Pansen aus dem Gleichgewicht geraten

NEL: Netto-Energie Laktation  
ZW: Zellwände = NDF (Neutral Detergent Fiber)  
RF: Rohfaser

## Bedingungen für eine optimale Nutzung der Ration

1. Quantität und Qualität der Ration sollten hinsichtlich ihrer Komponenten und Nährstoffe im Verlaufe des Tages und im Verlaufe der Laktation homogen bleiben. Dies ist nicht einfach zu erreichen, jedoch von umso grösserer Bedeutung, je höher die Energiekonzentration der Ration ist. Selbst ohne Mischwagen lässt sich dies als Ziel anvisieren!
2. Die Quantität und Qualität der Energiezufuhr beeinflusst die mikrobiellen Gärungen viel mehr als die Proteinzufuhr (Tabelle 2/Seite 3). Je schneller abbaubar die Energiequelle ist, um so eher besteht die Notwendigkeit sie portioniert vorzulegen.
3. Hochleistungskühe benötigen auf Grund ihres grossen Nährstoffbedarfs Rationen mit hohem Energiegehalt. Um zu kontrollieren, dass bestimmte Grenzwerte nicht über- beziehungsweise unterschritten werden, muss vermehrt auf die Abbaubarkeit und Faserigkeit der Einzelkomponenten in der Ration geachtet werden (Tabelle 3).
4. Sind die Mikroben im Pansen erst einmal aus dem Gleichgewicht geraten, stellt sich dieses nur langsam wieder ein. Eine Störung des mikrobiellen Gleichgewichts hat fast immer längerfristige Auswirkungen auf die Futteraufnahme, die Milchleistung und die Gesundheit der Milchkuh.

## ALP aktuell (früher: rap aktuell)

### Die nächsten ALP aktuell

- 14 Fütterung der Milchkuh: 2. Die Proteinquellen
- 15 Einsatzgrenzen von Einzelfuttermitteln bei Schweinen

### Bereits erschienen

- 12 Iglus und Auslaufhaltung für Kälber
- 11 Durchfall und Ödemkrankheit beim abgesetzten Ferkel
- 10 Mutterschafe gezielt füttern
- 9 Konservierung von Feuchtheu in Grossballen
- 8 Fütterung der Kuh und Milchhaltsstoffe
- 7 Fütterung und Fettqualität beim Schwein
- 6 Fleischrinderrassen im Vergleich
- 5 Umtriebs- oder Kurzrasenweide für Milchkuhe
- 4 Die Milchkuh optimal auf die neue Laktation vorbereiten
- 3 Mineralstoffversorgung der Milchkuh auf einen Blick
- 2 Mykotoxinschäden beim Schwein vermeiden
- 1 Die Silierregeln für Grassilage

### Ausgabe

6mal pro Jahr

### Bestellung

Bibliothek ALP, 1725 Posieux  
Telefon +41 (0)26 407 71 11  
Fax +41 (0)26 407 73 00  
Internet: [www.alp.admin.ch](http://www.alp.admin.ch) (→Publikationen)  
e-mail: [info@alp.admin.ch](mailto:info@alp.admin.ch)  
Ab 100 Expl. pro Nummer kosten  
50 Stück CHF 20.–

### Herausgeberin

Agroscope Liebefeld-Posieux  
Eidg. Forschungsanstalt  
für Nutztiere und Milchwirtschaft (ALP)  
Tioleyre 4  
CH-1725 Posieux

### Autor

Roger Daccord, ALP  
Telefon 026 407 72 74  
e-mail: [roger.daccord@alp.admin.ch](mailto:roger.daccord@alp.admin.ch)

### Redaktion

Gerhard Mangold, ALP

### Fotos

Roger Daccord, ALP  
Titelbild: Kuh Grand-Clos Lee Lison von  
Dominique Savary, Sâles

### Gestaltung

Helena Hemmi, ALP

### Druck

Icobulle SA, Bulle FR

### Copyright

Nachdruck, auch auszugsweise, bei Quellenangabe und Zustellung eines Belegexemplares an die Herausgeberin gestattet.

ISSN 1660-7570