

# FÜTTERUNG DER MILCHKUH

## 2. DIE ROHPROTEINQUELLEN

Merkblatt für die Praxis



**Roger Daccord**

Bei der Milchkuh ist Rohprotein ebenso wie Energie in erster Linie für die Pansenmikroorganismen unentbehrlich. Einen grossen Teil des Rohproteins bauen diese für die Bildung von Mikrobenprotein oder Ammoniak ab, welcher über den Harn verloren gehen kann. Das Mikrobenprotein wird zusammen mit dem nicht abgebauten Futterrohprotein für die Bildung von Milchprotein verwendet. Die Abbaubarkeit der Rohproteinquellen variiert stark. Damit die Kuh auf ökonomische Art und Weise Milchprotein bilden kann, ist es wichtig, die Proteinquellen im Verhältnis zu den Energiequellen zu optimieren.

Die zwei Rohproteinanteile:

1. Der im Pansen schnell abbaubare Anteil
2. Der potenziell abbaubare Anteil

Das Verhältnis dieser beiden Anteile im Futter bestimmt dessen Potenzial, den Pansenmikroorganismen Rohprotein zu liefern und der Milchkuh Proteine über das Futter zur Verfügung zu stellen (Abbildung 1, siehe nächste Seite).

**Schnell abbaubarer Rohproteinanteil**

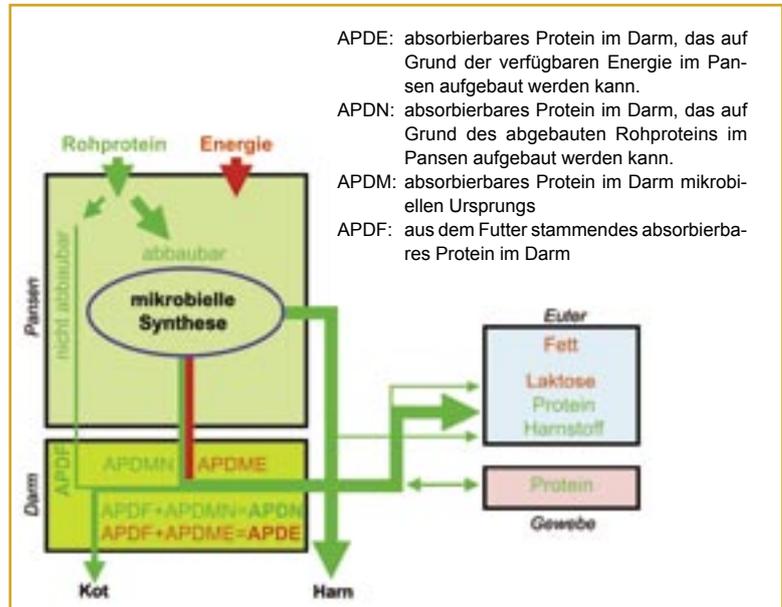
Dieser Anteil, der vorwiegend aus Nicht-Protein-Stickstoff besteht, wird von den Pansenmikroorganismen sehr leicht zu Ammoniak abgebaut und für die Bildung ihrer eigenen Proteine verwendet. Übersteigt die Ammoniakproduktion die Kapazität der Mikroorganismen, den Ammoniak zu verwerten, so wird der Überschuss von der Leber in Harnstoff umgewandelt und geht über den Harn verloren. Er wird ebenfalls über die Milch ausgeschieden. Der Ammoniakgehalt der Milch ist jedoch ein ungenauer Indikator für die Proteinversorgung.

Der schnell abbaubare Anteil ist in jungem Gras hoch (ca. 50%) und sinkt mit zunehmendem Alter des Futters. Nach der Konservierung durch Silieren steigt er an, nach Trocknung sinkt er ab (Abbildung 2). Bei rohproteinreichem Kraftfutter (Abbildung 3) wie bei Erbsen ist dieser Anteil hoch (> 60%) und bei Maiskleber tief (< 5%).

Die Verwertung des schnell abbaubaren Rohproteins hängt stark von der Energie ab, die den Mikroorganismen zur Verfügung steht. Je grösser der Anteil in einem Futter ist, umso notwendiger ist es, dass die Futteraufnahme in kleinen Mengen über zeitlich versetzte Gaben erfolgt. Ansonsten kommt es zu einer Ammoniakanreicherung im Pansen, einer Überlastung der Leber und einer Ausscheidung in die Umwelt.

**Potenziell abbaubarer Rohproteinanteil**

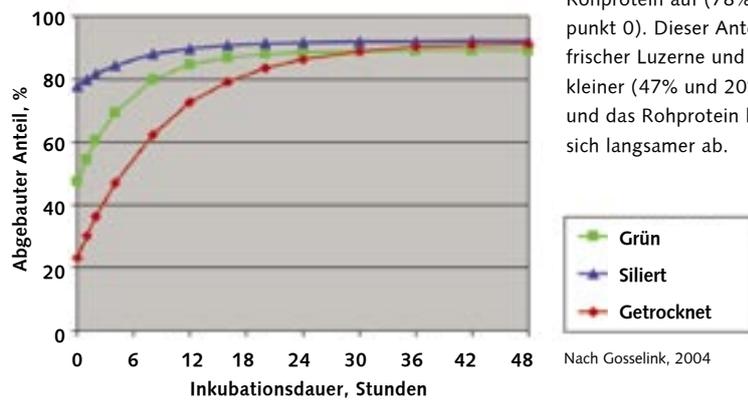
Die Abbaubarkeit des Rohproteins, welches nicht sofort nach Eintreffen im Pansen gelöst worden ist, hängt von seiner Löslichkeit, seiner Empfindlichkeit für mikrobielle Enzyme, seiner mechanischen und thermischen Behandlung sowie von seiner Verweildauer im Pansen ab. Je nach Abbaubarkeit variieren die Anteile des Rohproteins, welches von den Mikroorganismen genutzt wird und welches als nicht abgebautes



APDE: absorbierbares Protein im Darm, das auf Grund der verfügbaren Energie im Pansen aufgebaut werden kann.  
 APDN: absorbierbares Protein im Darm, das auf Grund des abgebauten Rohproteins im Pansen aufgebaut werden kann.  
 APDM: absorbierbares Protein im Darm mikrobiellen Ursprungs  
 APDF: aus dem Futter stammendes absorbierbares Protein im Darm

Abbildung 1 Vereinfachtes Schema des Stickstoff-Stoffwechsels der Milchkuh.

Abbildung 2 Einfluss der Konservierung auf die Abbaubarkeit des Rohproteins in Luzerne. Silage weist einen hohen Gehalt an leicht abbaubarem Rohprotein auf (78% zum Zeitpunkt 0). Dieser Anteil ist bei frischer Luzerne und Luzerneheu kleiner (47% und 20%) und das Rohprotein baut sich langsamer ab.



Futterprotein für die Milchkuh (APDF) in den Dünndarm gelangt. Für die Hochleistungskuh ist die Zufuhr der nicht im Pansen abbaubaren Futterproteine essenziell, wenn die Bildung von Mikrobenprotein aufgrund einer nicht mehr steigerbaren Energieaufnahme ihr Maximum erreicht hat.

Die Mikrobenproteine weisen eine hohe Verdaulichkeit von nahezu 80% auf. Die Verdaulichkeit der Futterproteine variiert je nach Futter und technologischer Behandlung zwischen 50 und 95%. Insbesondere die Erwärmung von Heu sowie ausgedehnte thermische Behandlungen durch künstliche Trocknung und Expansion/

Extrusion können die Verdaulichkeit der Proteine stark verringern.

Die Aminosäuren sind die Grundbausteine der Proteine. In den Mikrobenproteinen, die zirka 50 bis 70% des absorbierbaren Proteins im Darm darstellen, schwanken die Anteile der einzelnen Aminosäuren nur wenig. Ihre Zusammensetzung ist ausgeglichen und damit ideal für die Bildung des Milchproteins. Im Gegensatz dazu variiert das Aminosäurenprofil der nicht abbaubaren Futterproteine je nach Herkunftsfutter stark. Generell ist dieses bei Gras und konserviertem Gras gut ausgeglichen. Maiskleber besitzt einen hohen Methionin- und einen geringen

Lysingehalt, bei Erbsen ist das Gegenteil der Fall. Die Wahl der Proteinkomponente kann den Proteingehalt der Milch folglich entscheidend beeinflussen.

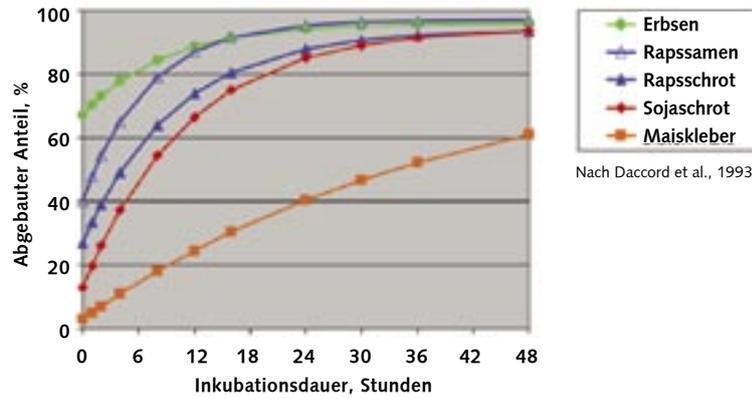
### Raufutter als Rohproteinquelle

Das Raufutter stellt für die Milchkuh eine bedeutende und sehr variable Rohproteinquelle dar (5 bis 25% in der TS). Wenn sein Rohproteingehalt hoch ist, wird der grösste Teil im Pansen abgebaut und es kann zu einer starken Ammoniakproduktion kommen. Generell nimmt die Abbaubarkeit mit zunehmendem Pflanzenalter ab. Sie ist bei Gräsern geringer als bei Leguminosen. Es ist möglich, dass ein Gras wie das Englische Raigras nicht genügend abbaubares Rohprotein enthält, wenn es in spätreifem Stadium verfüttert wird. Im Gegensatz dazu weist eine Leguminose wie Weissklee bis zum spätreifen Stadium einen Überschuss an Rohprotein auf.

Die Futtermittelkonservierung beeinflusst die Qualität des Rohproteins ganz entscheidend. Durch Silierung steigt der Anteil an abbaubarem Protein verglichen mit dem Grünfutter, durch Trocknung wird dieser verringert. Mit einem geringen Rohproteingehalt kann Heu, welches in einem späten Stadium geschnitten wurde, ein Defizit an abbaubarem Rohprotein aufweisen, wodurch die Aktivität der Pansenmikroorganismen gebremst wird. Dies verringert wiederum die Futtermittelaufnahme und die Verdaulichkeit. Künstliche Trocknung hat den Vorteil, die Abbaubarkeit zu verringern, birgt jedoch das Risiko, auch die Verdaulichkeit der Proteine herabzusetzen, so dass ein nicht unbedeutender Teil davon im Kot wiederzufinden ist.

### Krafftutter als Rohproteinquelle

Da Krafftutter aus verschiedenen botanischen Familien stammen, sind solche, die als Proteinquelle verwendet werden, im Hinblick auf ihren Rohprotein-



Nach Daccord et al., 1993

Abbildung 3

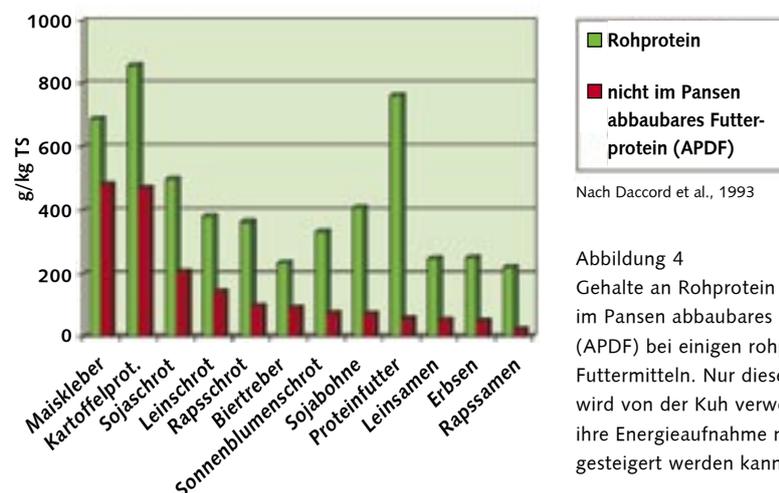
Entwicklung der Abbaubarkeit einiger rohproteinreicher Krafftutter. Das Rohprotein von Erbsen wird zu mehr als 60% abgebaut und stellt für die Mikroorganismen eine schnell verfügbare Stickstoffquelle dar. Im Gegensatz dazu liefert Maiskleber nur eine geringe Menge an Rohprotein für die Mikroorganismen (< 5 %) und eine grosse Menge an Futterprotein für die Milchkuh.

gehalt sehr unterschiedlich. Mechanische Behandlungen wie das Feinmahlen oder das Expandieren/Extrudieren können die Abbaubarkeit erhöhen, indem die Zugänglichkeit für die Mikroorganismen verbessert wird. Eine thermische Behandlung wie die Expansion/Extrusion senkt die Abbaubarkeit je nach Temperatur und Dauer. Rapsschrot weist wegen der Wämeanwendung während der Ölextraktion eine geringere Abbaubarkeit auf als Rapssamen (Abbildung 3). Diese Differenz würde bei einer Kaltpressung aufgehoben.

Harnstoff führt den Pansenmikroorganismen lediglich Nicht-Protein-Stickstoff zu. Er wird nur dann effizient genutzt, wenn die Zufuhr portioniert erfolgt und synchron mit einer Zufuhr an schnell verfügbarer Energie verläuft. Da der Abbau

des Harnstoffs direkt im Pansen erfolgt, ist das Risiko einer rasch ansteigenden Ammoniakproduktion hoch, von der der grösste Teil über den Harn verloren geht.

Bei der Wahl von Proteinkrafftutter ist der Preis ein wichtiges Kriterium. Hauptreferenzwerte sollten jedoch die Gehalte an APDE und APDN sein (Definitionen s. Abbildung 1). Um ihre Wirksamkeit zu gewährleisten, sollten sie in direkter Beziehung zu den Eigenschaften der Futtermittel stehen, die sie ergänzen. Das Verhältnis zwischen dem Rohproteingehalt und dem Gehalt an nicht abgebauten Proteinen aus dem Futter (APDF) zeigt gut, welche Stickstoffquellen am meisten Rohprotein für die Mikroorganismen oder Futterproteine für die Milchkuh liefern (Abbildung 4 und Tabelle 1, s. nächste Seite).



Nach Daccord et al., 1993

Abbildung 4

Gehalte an Rohprotein und nicht im Pansen abbaubares Futterprotein (APDF) bei einigen rohproteinreichen Futtermitteln. Nur dieser Anteil wird von der Kuh verwertet, wenn ihre Energieaufnahme nicht mehr gesteigert werden kann.

Tabelle 1

Hauptrohproteinquellen und Kostenschätzung ihrer RP- und APD-Anteile

Futtermittel	Gehalte, g/kg TS			Preis in CHF/ 100kg			
	RP	APDE	APDN	TS	RP	APDE	APDN
Rapsschrot	363	134	232	36	100	271	156
Sojaschrot	499	261	368	60	121	231	164
Maiskleber	689	509	570	78	113	153	136
Kartoffelprotein	856	506	662	117	136	231	176
Weidegras	189	110	126	10 <sup>1</sup>	53	91	79
Grassilage	169	80	100	36 <sup>1</sup>	213	451	361
Heu	148	93	92	34 <sup>1</sup>	230	365	370

<sup>1</sup> nach Etter, 2003

RP: Rohprotein

APDE: Absorbierbares Protein im Darm, synthetisiert aus der im Pansen verfügbaren Energie

APDN: Absorbierbares Protein im Darm, synthetisiert aus dem im Pansen abgebauten Rohprotein

Tabelle 2

Angewandte Richtkriterien bezogen auf die Trockensubstanz der Ration, um eine Hemmung mikrobieller Gärungen im Pansen zu vermeiden.

Rohprotein	mind. 12% Wenn möglich APDN = APDE während des ganzen Tages Defizit APDN - APDE: max. 1g/MJ NEL
------------	---

APDE: Absorbierbares Protein im Darm, synthetisiert aus der im Pansen verfügbaren Energie

APDN: Absorbierbares Protein im Darm, synthetisiert aus dem im Pansen abgebauten Rohprotein

NEL: Netto-Energie Laktation

### Bedingungen für eine optimale Rohproteinzufuhr

- Die Hauptproteinquelle für die Milchkuh sind die Mikrobenproteine. Ihre Bildung ist maximal, wenn die Pansenmikroorganismen ein Minimum an abbaubarem Rohprotein erhalten (Tabelle 2) sowie ein quantitatives und qualitatives Optimum an Energie, welches portioniert und synchron zur Verfügung gestellt wird (siehe ALP aktuell Nr. 13). Ein Rohproteinmangel hemmt diese Bildung, wodurch die Verdaulichkeit der Ration herabgesetzt wird. Die Futteraufnahme und folglich auch der Proteingehalt der Milch werden verringert.
- Ab einer Milchproduktion von 30 kg pro Tag ist die Milchkuh vermehrt abhängig von einer Zufuhr von Proteinen aus dem Futter, die im Pansen nicht abgebaut werden. Die Qualität der proteinreichen Kraftfutter nimmt an Bedeutung zu, da der Gehalt an nicht abbaubarem Protein hoch sein muss, um eine Überlastung der Leber durch Ammoniak zu vermeiden.
- Gras stellt für die Milchkuh eine bedeutende Rohproteinquelle dar. Bei intensiver Produktion ist der Gehalt an schnell abbaubarem Rohprotein im Weidefutter häufig überhöht. Dieser Überschuss wird von der Milchkuh gut vertragen, solange ihre Leber voll funktionsfähig ist. Er sollte jedoch bis zu ihrer erfolgreichen Besamung mit einer Energiezufuhr in Form von Getreide vermindert werden. Dadurch kann gleichzeitig ein zu starkes Energiedefizit vermieden werden.

### ALP aktuell

(früher: rap aktuell)

#### Die nächsten ALP aktuell

- Einsatzgrenzen von Einzelfuttermitteln bei Schweinen
- Fütterung der Ziegen

#### Bereits erschienen

- Fütterung der Milchkuh: 1. Die Energiequellen
- Iglus und Auslaufhaltung für Kälber
- Durchfall und Ödemkrankheit beim abgesetzten Ferkel
- Mutterschafe gezielt füttern
- Konservierung von Feuchtheu in Grossballen
- Fütterung der Kuh und Milchinhaltsstoffe
- Fütterung und Fettqualität beim Schwein
- Fleischrinderrassen im Vergleich
- Umtriebs- oder Kurzrasenweide für Milchkühe
- Die Milchkuh optimal auf die neue Laktation vorbereiten
- Mineralstoffversorgung der Milchkuh auf einen Blick
- Mykotoxinschäden beim Schwein vermeiden
- 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 (→Publikationen)  
 e-mail: 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

#### 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