



# Einfluss der Grünfutterqualität auf Pansenfunktion beim Rind<sup>1</sup>

Roger DACCORD, Peter AMRHYN und Julian VLAD, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztierkunde (RAP), CH- 1725 Posieux

**Grünfutter, das in einem frühen Wachstumsstadium verzehrt wird, ist nährstoffreich aber strukturarm. Wenn es von der Milchkuh in grossen Mengen aufgenommen wird, verursacht es intensive mikrobielle Gärungen im Pansen, die zu einem übermässigen Absenken des pH-Wertes führen können. Unter diesen Bedingungen ist es wichtig, den Strukturangel durch die Beigabe von Dürrfutter zu kompensieren. Dieses sollte so strukturreich wie möglich sein und einen Energiegehalt von mehr als 4,9 MJ NEL<sup>2</sup>/kg Trockensubstanz aufweisen. Auf diese Weise können die mikrobiellen Gärungen durch das Dürrfutter reguliert werden, ohne den Verdauungstrakt zu belasten.**

Auch wenn der Getreidepreis sinkt, wird die Ration unseres Rindviehs während der Vegetationsperiode noch zum grössten Teil aus Grünfutter bestehen. Die Grünfutterqualität hat also einen grossen Einfluss auf den Stoffwechsel des Tieres.

## Die vier qualitätsbestimmenden Merkmale

Der Energiewert von Grünfutter gilt als dessen Hauptqualitätsmerkmal und ist gleichzeitig auch der wesentliche limitierende Faktor. Das zweite qualitätsbestimmende Merkmal ist der Stickstoffgehalt, der durch den Anteil an stickstoffhaltigen Verbindungen und im Darm absorbierbarem Protein gekennzeichnet wird. Das dritte für die Qualität bedeutsame Charakteristikum ist der Gehalt an anderen Hauptnährstoffen, wie den löslichen Zuckern, den Zellwandbestandteilen und den Mineralstoffen. Wenn das Grünfutter in einem frühen Stadium verwendet wird und den grössten Teil des Energiebedarfs der laktierenden Kuh deckt, gewinnt eine vierte Eigenschaft zunehmend an Bedeutung: die Struktur oder Faserigkeit des Futters.

Bis heute ist es nicht gelungen, die Struktur einer Wiederkäuerration genau zu definieren (Sauvant *et al.* 1990). Die Struktur oder Faserigkeit eines Futters hängt nicht nur von seinem Gehalt an Zellwandbestandteilen ab, sondern auch von dem Anteil derjenigen Partikel, die ausrei-

chend hart oder faserig sind, um die Speichelproduktion und das Wiederkäuen anzuregen. In einem frühen Entwicklungsstadium ist die Struktur des Grünfutters schwach ausgeprägt, der Energiewert hingegen hoch. Umgekehrt ist das Futter in einem späten Stadium strukturreich und arm an Energie. Wenn der Energiegehalt der Ration für die Deckung des Bedarfs hoch sein muss, ist es also häufig schwierig, die optimale Struktur zu finden.

## Grünfutterstruktur besser verstehen

Um den Einfluss der Grünfutterstruktur auf die Funktion des Verdauungstraktes, besonders die des Pansens, genauer zu bestimmen, haben wir Versuche durchgeführt. Ziel war es, zu klären, welchen Einfluss das Entwicklungsstadium des Futters und eine Beigabe von Gerste auf die mikrobiellen Fermentationen im Pansen ausüben. Diese Fermentationsprozesse, die bei den Verdauungsvorgängen des Wiederkäuers eine massgebliche Rolle spielen, konnten mit Rindern, die eine Pansenfistel tragen, untersucht werden. Die Fistel ermöglicht einen direkten Zugang in den Pansen, ohne dem Tier Unannehmlichkeiten zu bereiten.

Von derselben Wiese wurde im zweiten Aufwuchs «frühes» Gras (Entwicklungsstadium mittelfrüh) oder «spätes» Gras (Stadium mittelspät) allein oder mit Gerste ergänzt verfüttert. Der Anteil an Gerste entsprach ungefähr 30 % der Trockensubstanz in der Ration. Jeder Grastyp wurde zweimal täglich an drei fistulierte Rinder verfüttert. Die Futtermenge wurde so be-

messungen, dass die Resten 10 % der täglich vorgelegten Ration nicht überschritten. Mit Hilfe eines permanenten Messsystems (Genoud 1997) wurde die pH-Wertentwicklung des Nahrungsbreis direkt im Pansen verfolgt. In diese Messung sind die Effekte der Produktion von Speichel, flüchtigen Fettsäuren und Ammoniak mit einbezogen.

## Der pH-Wert im Pansen

Gemäss den Analysen waren die Unterschiede bezüglich chemischer Zusammensetzung und Nährwert der beiden Grastypen weniger stark ausgeprägt als vorgesehen (Tab. 1). Das Verzehrsniveau war gering, da die Tiere nicht in Laktation waren (Tab. 2). Beide Rationen waren reich an Rohprotein und arm an Zellwandbestandteilen (Tab. 3). Die Ergänzung der Ration durch Gerste hat die Gehalte an

**Tab. 1. Chemische Zusammensetzung und Nährwert von Gras und Gerste (g oder MJ/kg)**

	Gras Früh-schnitt	Gras Spät-schnitt	Gerste
Trockensubstanz, %	19,7	16,8	88,2
In der Trockensubstanz:			
Organische Substanz	888	890	976
Rohprotein	184	175	123
Rohfaser	215	246	44
Zellwandbestandteile (NDF)	336	390	140
Lignozellulose (ADF)	271	307	62
Stickstofffreie Extraktstoffe	490	470	808
Rohasche	112	110	24
Kalzium	14,3	13,3	
Phosphor	2,9	2,7	
Magnesium	2,3	2,6	
Absorbierbares Protein im Darm (APD)	105	101	102
Nettoenergie Laktation (NEL)	6,2	5,8	7,7
Nettoenergie Mast (Wachstum) (NEV)	6,4	5,9	8,4

Das Gras stammte vom 2. Aufwuchs einer Kunstwiese (Standardmischung 440). Das durchschnittliche Alter des Aufwuchs betrug bei «frühem» Schnitt 31 Tage (Entwicklungsstadium 3), bei «spätem» Schnitt 54 Tage (Entwicklungsstadium 5). Bei beiden Grastypen dominierten die Leguminosen in der botanischen Zusammensetzung (> 75 % in der Frischsubstanz).

<sup>1</sup>Übersetzung: Simone Bader-Schneider; die französische Version ist erschienen in der Revue suisse d'Agriculture 29 (5), 247-251, 1997.

<sup>2</sup>NEL: Nettoenergie Laktation

**Tab 2. Verzehr der Versuchsrationen** (kg TS/Tag)

Ration	Gras kg	Gerste		Total kg	S <sub>x</sub>
		kg	%		
Gras, Frühschnitt	12,8			12,8	0,4
Gras, Frühschnitt + Gerste	8,8	2,6	23	11,4	
Gras, Spätschnitt	11,0			11,0	0,4
Gras, Spätschnitt + Gerste	8,2	3,3	29	11,5	

S<sub>x</sub>: Standardfehler des Mittelwertes vom Gesamtverzehr für jeden Grastyp.

**Tab 3. Nährstoff- und Energiegehalt der Versuchsrationen** (g oder MJ/kg TS)

Ration	Rohprotein	Rohfaser	Zellwandbestandteile	Lignozellulose	NEL
Gras, Frühschnitt	184	215	336	271	6,2
Gras, Frühschnitt + Gerste	170	176	292	224	6,5
Gras, Spätschnitt	175	246	390	307	5,8
Gras, Spätschnitt + Gerste	160	188	318	237	6,4

Rohprotein und Zellwandbestandteilen verdünnt.

Bei Verfütterung des früh geschnittenen Grases kam es zu einer raschen pH-Wert-Absenkung (Abb. 1). 340 Minuten nach der Mahlzeit wurde mit pH 6,3 der tiefste Wert erreicht. Beim spät geschnittenen Gras, verlief die pH-Wert-Entwicklung nicht grundlegend anders (Abb. 2). Dies lässt sich auf die geringen Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der beiden Futtertypen zurückführen. Das pH-Wert-Minimum ist gleich, jedoch wurde es im Fall des Spätschnitts später erreicht, und die Kurve stieg danach rascher wieder an. Die Ergänzung der Ration mit Gerste führte generell zu einem tiefen pH-Wert-Verlauf. Der minimale pH-Wert ist tiefer als bei alleiniger Verfütterung von Gras und wurde früher erzielt. Diese Effekte treten bei dem spät ge-

schnittenen Futter deutlicher hervor, was möglicherweise zum Teil auf den gleichzeitig höheren Verzehr von Gerste zurückzuführen ist.

Insgesamt lagen die pH-Werte nie unter 6,0, einem Bereich, in dem kein optimaler Zelluloseabbau mehr möglich ist und das Azidoserisiko steigt (Abb. 3). Aber bei der reinen Grünfütteration sank der pH-Wert nach der Verfütterung rascher und tiefer ab als allgemein sogar bei noch jüngeren Gras angenommen wird. Bei einem höheren Verzehrsniveau, wie bei laktierenden Kühen, wären die pH-Werte wahrscheinlich deutlich tiefer gelegen. Besonders zu Beginn der Laktation, wenn das in einem frühen Entwicklungsstadium verfütterte Gras mit Getreide ergänzt werden muss, besteht das Risiko einer subklinischen Azidose, dessen man sich bis heute noch nicht ausreichend bewusst ist.

## Konsequenzen eines raschen Abbaus

Da der Zellinhalt von jungem Grünfutter nur geringfügig durch eine Barriere aus Zellwandbestandteilen geschützt wird, ist er nach dem Verzehr für die Pansenmikroorganismen schnell verfügbar. Die Zellwandbestandteile stellen in einem frühen Entwicklungsstadium noch keinen massgeblichen Anteil der Pflanze dar und sind erst schwach lignifiziert. Aufgrund dieser Merkmale ist ein solches Grünfutter zunächst sehr leicht verzehrbar. Der Abbau im Pansen erfolgt rasch, wie die hohe Rate des Verschwindens von Trockensubstanz zeigt (Abb. 4). Dieser intensive Abbau führt im Pansen zur Bildung einer grossen Menge an flüchtigen Fettsäuren, die eine zu starke Absenkung des pH-Wertes zur Folge haben können. Die Passage durch den Verdauungskanal erfolgt schnell. Da es nur wenige unverdauliche Zellwandbestandteile gibt und noch eine grosse Wassermenge ausgeschieden werden muss, ist die Kotkonsistenz flüssig. Der Flüssigkeitsgrad ist demzufolge keine direkte Konsequenz aus dem eventuell in der Ration vorhandenen Überschuss an stickstoffhaltigen Substanzen.

## Speichel ist die beste Puffersubstanz

Das Absinken des pH-Wertes kann durch Ammoniak verlangsamt werden, das beim Abbau der stickstoffhaltigen Substanzen gebildet wird. Bei Verfütterung

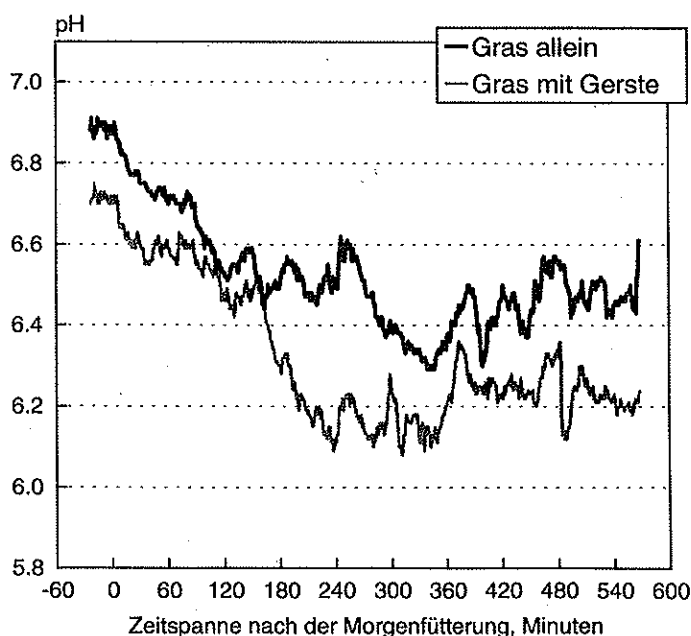


Abb. 1. Veränderung des pH-Wertes im Pansen nach Verfütterung einer Ration aus mittelfrüh geschnittenem Gras, allein oder ergänzt durch Gerste.

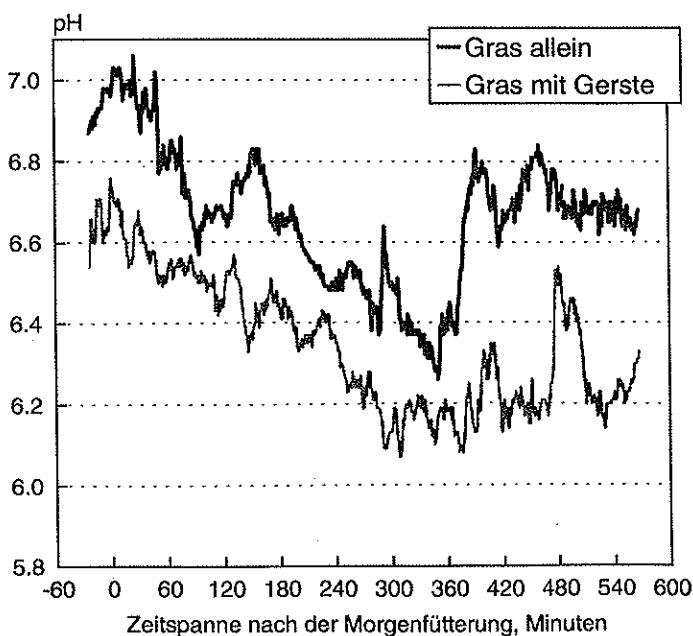


Abb. 2. Veränderung des pH-Wertes im Pansen nach Verfütterung einer Ration aus mittelpät geschnittenem Gras, allein oder ergänzt durch Gerste.

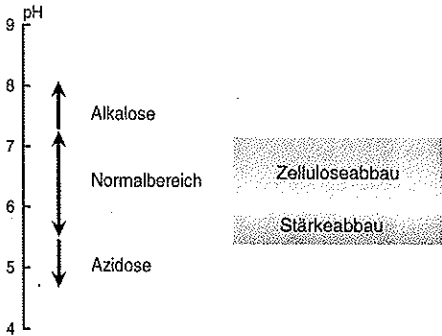


Abb. 3. Schwankungsbereiche des pH-Wertes im Pansen (nach Rémond *et al.* 1995).

von früh geschnittenem Gras werden im Pansen beträchtliche Ammoniak-Konzentrationen erreicht (Abb. 5). Wird die für die Pansenmikroorganismen optimale Konzentration, die bei 120 mg/l liegt (Jouany *et al.* 1995), überschritten, hat das Ammoniak eine wichtige puffernde Wirkung. Diese Pufferwirkung ist nützlich bei jung geschnittenem Grünfutter, dessen hoher Energiegehalt häufig mit einem beträchtlichen Gehalt an Rohprotein verbunden ist. Bei dem im Versuch verwendeten leguminosenreichen Gras war dies der Fall.

Die grösste Pufferkapazität besitzen jedoch die im Speichel enthaltenen Bicarbonate (Espinasse *et al.* 1995). Die Speichelsekretion hängt vor allem von der Dauer des Kauens bei der Futteraufnahme und der Dauer des Wiederkauens ab. Diese Zeit wird durch die Futterstruktur bestimmt. Bei einem Futter, das in einem frühen Stadium verzehrt wird, ist die Kaudauer deutlich kürzer als bei einem Futter gleichen Typs, welches zu einem späteren

Stadium aufgenommen wird. Ergänzt man ein junges Futter durch Getreide, vermindert dies die Kaudauer noch weiter. Folglich wird auch die Speichelproduktion pro Kilo aufgenommene Trockensubstanz verringert, wodurch die Risiken eines massiven pH-Wert-Absinkens erhöht werden.

Die Wirkungen einer suboptimalen Struktur lassen sich bei einer Milchviehration deutlich vermindern, wenn das Rauhfutter *ad libitum* vorgelegt und das Kraftfutter auf mehrere Gaben aufgeteilt wird. Im vorliegenden Versuch wurden die fistulierten Kühe absichtlich rationiert gefüttert, damit die Effekte der Struktur besser festgestellt werden konnten. Wenn der Getreideanteil hoch ist, erhöht dessen grobe Struktur (gequetscht oder grob gemahlen) die Speichelproduktion geringfügig, bremst jedoch die Abbaugeschwindigkeit. Auch die Wahl des Getreides ist wichtig. Gersten-, Weizen- oder Haferstärke ist schneller abbaubar als Maisstärke (Daccord 1994; Sauvant *et al.* 1994). Ersetzt man im Ergänzungsfutter Gerste durch Mais, so verringert dies die pH-Wert-Absenkung nach der Verfütterung (Chambaz 1996; Daccord 1998).

### Bedeutung einer Ergänzung durch Dürrfutter

Die unzureichende Struktur einer auf jungem Grünfutter basierenden Ration kann nur durch die Beigabe von Dürrfutter wirkungsvoll verbessert werden. Die Schwierigkeit besteht darin, Dürrfutter zu finden,

das einerseits deutlich strukturiert ist und andererseits einen ausreichend hohen Energiegehalt aufweist. Ein spät geschnittenes Heu (< 4,9 MJ NEL/kg Trockensubstanz) kann der Ration zwar eine gute Struktur verschaffen, wird jedoch den Pansen so belasten, dass der Verzehr vermindert wird. Die Auswirkungen von Stroh (3,4 MJ NEL/kg Trockensubstanz) sind noch extremer. Als optimal erweist sich ein gräserreiches Heu, mittelspät geerntet, mit einem Energiegehalt von mehr als 4,9 MJ NEL/kg Trockensubstanz und einem Gehalt an Rohprotein unter 110 g/kg Trockensubstanz. Bei einer guten Konservierung sollte dies so schmackhaft sein, dass die Kuh problemlos eine Portion davon verzehren kann, die 10 bis 20 % der aufgenommenen Gesamttrockensubstanz entspricht. Diese vorteilhafte Dürrfütterergänzung bedingt aber eine reichlich bemessene Rauhfutterproduktion.

Häufig werden im Sommer Maiswürfel verwendet, um den hohen Rohproteingehalt im Grünfutter etwas abzuschwächen. Eine unzureichende Struktur kann dadurch jedoch nicht verbessert werden, da die Partikel der Mais-Ganzpflanzen generell zu fein sind. Maissilage hingegen kann eine positive Wirkung auf die Struktur der Ration ausüben, wenn der Mais bei der Ernte nicht zu fein geschnitten und bei der Entnahme der Silage nicht zu stark zerfetzt wurde. Je weiter die Lignifizierung der Maispflanze aufgrund einer zu späten Ernte fortgeschritten ist, um so deutlicher tritt dieser positive Effekt auf die Struktur der Ration zutage.

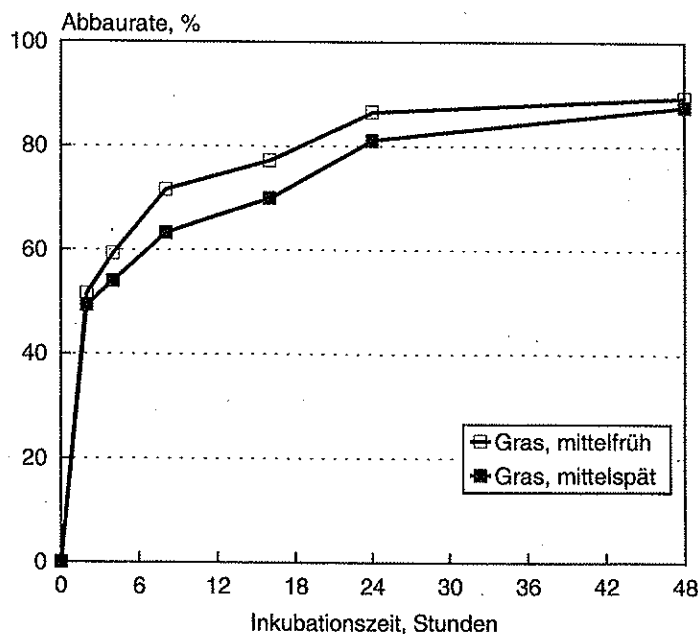


Abb. 4. Verlauf des Trockensubstanzabbaus im Pansen von mittelfrüh oder mittelspät geschnittenem Gras.

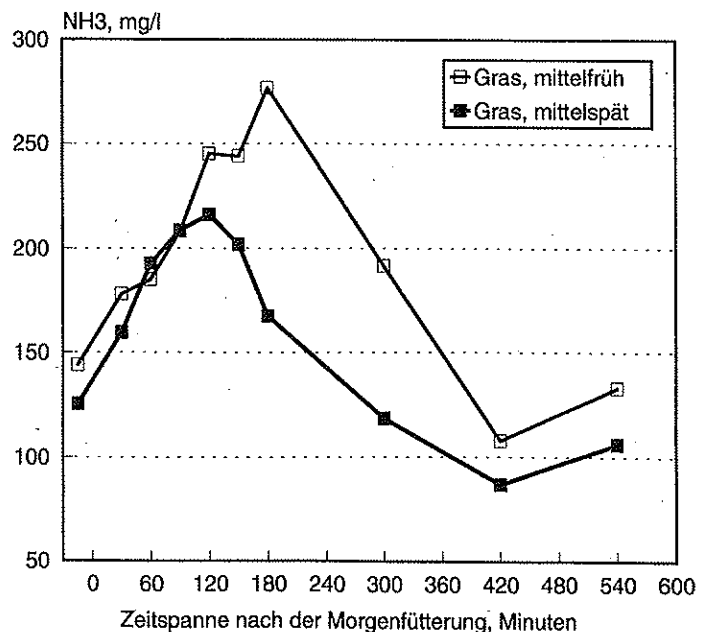


Abb. 5. Veränderung der Ammoniakkonzentration im Pansen nach dem Verzehr einer Ration aus mittelfrüh oder mittelspät geschnittenem Gras.

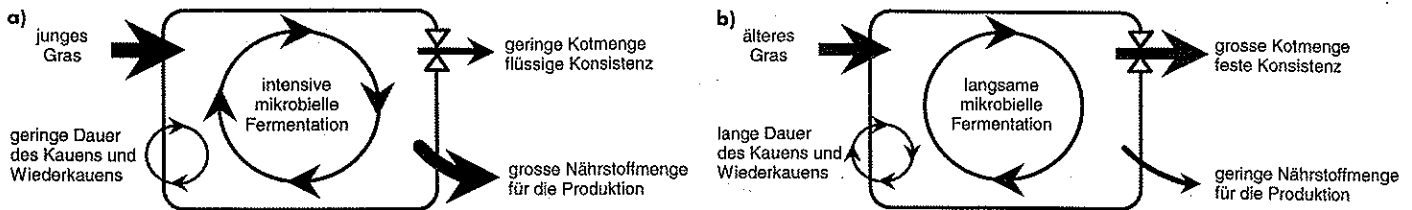


Abb. 6. Vereinfachtes Schema zur Pansenfunktion bei der Milchkuh nach Aufnahme einer Grasration: a) frühes Stadium, b) spätes Stadium.

Bei Kraftfutter kann nur das Hinzufügen wirkungsvoller Puffersubstanzen die durch eine mangelhafte Strukturierung der Ration bedingte, unzureichende Speichelproduktion lindern. Neueste Ergebnisse, die noch in der Praxis bestätigt werden müssen, haben gezeigt, dass die Beigabe bestimmter Hefen zum Kraftfutter zu einer Stabilisierung des pH-Wertes im Pansen führen kann (Chaucheyras *et al.* 1996). Die Anwendung dieser Substanzen ist nur dann wirtschaftlich, wenn ihr Einsatz lediglich zu Laktationsbeginn in Rationen erfolgt, deren Struktur nur schwer zu verbessern ist.

### Antagonismus zwischen Verdaulichkeit und Struktur

Die Effekte der Grünfütterstruktur dürfen weder unter- noch überschätzt werden. Ein Strukturmangel kann negative Konsequenzen für den Gesundheitszustand der Milchkuh haben (Azidose, Klauenrehe, Labmagenverlagerung), wenn ihr Verzehrniveau hoch ist. Eine Ergänzung durch Getreide verschlimmert die durch den Strukturmangel bedingten Effekte noch weiter.

Junges Grünfütter hat eine hohe Verzehrbareit und Verdaulichkeit. Häufig ist dies mit einer schwach ausgeprägten Struktur verbunden. Durch intensive mikrobielle Umsetzungen werden grosse Mengen an Nährstoffen für die Milchsynthese geliefert (Abb. 6a), aber sie können auch ein starkes Absinken des pH-Wertes auslösen. Bei einem solchen Grünfüttertyp ist eine Ergänzung mit Rauhfütter von ausreichender Qualität notwendig, um die Gärprozesse und die Futterpassagerate durch den Verdauungstrakt zu regulieren. Die mit einer unzureichenden Struktur in Verbindung stehenden Probleme treten bei spät geschnittenem Grünfütter nicht auf. Seine Verzehrbareit ist gering (Abb. 6b). Die Produktion an flüchtigen Fettsäuren ist nicht sehr hoch, wodurch auch der pH-Wert nur schwach absinkt. Darüber hinaus wird das Absinken des pH-Wertes noch durch eine beträchtliche Speichelproduktion abgepuffert. Ein solches Fut-

ter, welches den Pansen lange Zeit belastet, durchläuft langsam den Verdauungstrakt. Es werden nur wenige Nährstoffe für die Milchproduktion geliefert, aber eine grosse Menge an Kot wird produziert. Dessen Konsistenz ist fest, weil im Kot ein grosser Anteil an unverdaulichen Zellwandbestandteilen enthalten ist. Spät geschnittenes Grünfütter ist nur dann für Kühe optimal, wenn diese sich am Ende der Laktation befinden oder bereits trockengestellt sind. So wird ihr Stoffwechsel nicht mit zu viel Energie und stickstoffhaltigen Substanzen belastet.

### LITERATUR

Chambaz A., 1996. Influence sur l'évolution du pH dans la panse de bovins fistulés d'une addition de céréales dont la dégradabilité de l'amidon varie. Travail de diplôme, Institut für Nutztierwissenschaften, Gruppe Tierernährung, ETH-Zürich.

Chaucheyras F., Fonty G., Bertin G., Salmon J.-M. and Gouet PH., 1996. Effects of a strain of *Saccharomyces cerevisiae* (Levucell SC), a microbial additive for ruminants, on lactate metabolism in vitro. *Can. J. Microbiol.* 42, 927-933.

Daccord R., 1994. Energieversorgung. In: Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion, Posieux (Hrsg.), Zollikofen, Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, 13-22.

Daccord R., 1998. Effet du maïs et de l'orge utilisés comme complément à une ration d'herbe ou d'ensilage d'herbe sur l'activité microbienne dans la panse. Rapport interne. Station fédérale de recherches en production animale, Posieux.

Espinasse J., Kuiper R. et Schelcher F., 1995. Physiopathologie du complexe gastrique. In: Nutrition des ruminants domestiques. R. Jarrige *et al.*, Ed. INRA, Paris, 805-853.

Genoud V., 1997. Influence de la teneur en matière sèche de l'ensilage d'herbe sur les processus fermentaires dans la panse de bovins fistulés. Travail de diplôme, Institut für Nutztierwissenschaften, Gruppe Tierernährung, ETH-Zürich.

Jouany J.-P., Broudicou L., Prins R.A. et Komisarczuk-Bony S., 1995. Métabolisme et nutrition de la population microbienne du rumen. In: Nutrition des ruminants domestiques. R. Jarrige *et al.*, Ed. INRA, Paris, 349-381.

Rémond B., Brugère H., Poncet C. et Baumont R., 1995. Le contenu du réticulo-rumen. In: Nutrition

des ruminants domestiques. R. Jarrige *et al.*, Ed. INRA, Paris, 253-298.

Sauvant D., Dulphy J.P. et Michalet-Doreau B., 1990. Le concept d'indice de fibrosité des aliments des ruminants. *INRA Prod. Anim.* 3, 309-318.

Sauvant D., Chapoutot P. et Archimède H., 1994. La digestion des amidons par les ruminants et ses conséquences. *INRA Prod. Anim.* 7, 115-124.

### RÉSUMÉ

#### Influence de la qualité de l'herbe sur le fonctionnement de la panse du bovin

L'herbe utilisée à un stade précoce a une valeur nutritive élevée, mais elle présente souvent une structure insuffisante. L'enregistrement en continu du pH ruminal chez des bovins recevant une ration d'herbe a bien démontré la diminution du pH après le repas. Cette diminution était plus rapide avec de l'herbe fauchée au stade précoce qu'avec celle fauchée au stade tardif. Un complément d'orge a encore accéléré la baisse du pH.

Lorsque l'herbe précoce est consommée en quantités importantes par la vache laitière, il est bénéfique de compenser son manque de structure par un apport de fourrage sec. Celui-ci devrait avoir une structure maximale avec une teneur en énergie supérieure à 4,9 MJ NEL/kg de matière sèche. Il peut ainsi régulariser les fermentations microbiennes, sans encombrer le tube digestif.

### SUMMARY

#### Influence of grass quality on the functioning of the rumen of cattle

Early cut grass has a high nutritive value, but a poor physical structure which is not optimal for the functioning of the rumen. Continuous recording of the ruminal pH with cattle receiving a ration of grass demonstrated a rapid decrease of pH after the meal. This decrease was more marked with early cut grass than with late cut grass. It was enhanced by a supplement of barley.

When early cut grass is fed to the dairy cow as the main constituent of the ration, it is important to compensate its deficient structure with a supplement of hay. Its energy value should be greater than 4.9 MJ NEL/kg dry matter and it should present a maximal physical structure.

**KEY WORDS:** grass, physical structure, ruminal pH