

## Untersuchungen zum Einfluß des Trockensubstanzgehaltes von Grassilage auf die Abbaubarkeit des Rohproteins im Pansen

PETER LEBZIEN UND DIETER GÄDEKEN

Institut für Tierernährung

### 1 Einleitung

Bei der faktoriellen Berechnung des Proteinbedarfs der Milchkühe und Mastrinder geht unter anderem die ruminale Abbaubarkeit des Futterrohproteins ein. Da insbesondere in Milchviehrationen oft über 50 % des Futterrohproteins aus Grassilage stammen, ist es für den Landwirt wichtig, Kriterien zur Abschätzung der Abbaubarkeit des Rohproteins seiner Grassilage zu haben. Eine entsprechende Analyse ist bisher weder von jedem Labor durchführbar noch ausreichend standardisiert. Zudem dürften die Kosten hierfür eine nicht unerhebliche Rolle spielen. Nach den Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder sowie Mastrinder des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (AfB 1986, 1995) wird für Grassilagerohprotein einheitlich eine ruminale Abbaubarkeit von 85 % angenommen. Nach Versuchen mit Nylonbeuteln von Van Vuuren et al. (1991) wird jedoch die Abbaubarkeit von Grasrohprotein sowohl durch die Intensität der vorausgegangenen N-Düngung als auch durch das Vegetationsstadium zum Zeitpunkt der Nutzung beeinflusst. Bei Grassilagerohprotein scheint auch der Anwelkggrad des Materials eine Rolle zu spielen (Van Vuuren et al., 1990).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, zu überprüfen, ob und inwieweit sich der Trockensubstanzgehalt von Grassilage auf die Rohproteinabbaubarkeit auswirkt.

### 2 Material und Methoden

Für die Versuche standen vier schwarzbunte Milchkühe mit einem mittleren Lebendgewicht von 620 kg und je einer Pansenkanüle und einer T-Kanüle im proximalen Duodenum zur Verfügung. Jedes Tier erhielt während eines ersten Versuchs eine Grassilage mit einem Trockenmassegehalt von 60 % als alleiniges Futtermittel. Im zweiten Versuch kamen nacheinander zwei Grassilagen mit 39 % bzw. 19 % Trockenmasse in Kombination mit Weizenschrot zum Einsatz. Zusätzlich erhielt jedes Tier 200 g Mineralfutter (Zusammensetzung je kg: 140 g Ca, 105 g Na, 75 g P, 30 g Mg, 3 g Zn, 1 g Fe, 0,75 g Cu, 0,5 g Mn, 17 mg Co, 13 mg J, 6 mg Se, 500 000 I.E. Vit. A, 80 000 I.E. Vit. D, 3, 400 mg Vit. E) je Tag. Die Silagen entstammten dem ersten Aufwuchs eines in der zweiten Maihälfte geschnittenen Feldgrasbestandes, der sich in der Mitte der Blüte befand. Die Abstufung im Trockensubstanzgehalt wurde durch eine unterschiedliche

Anwelkdauer (1-2,5 Tage) erzielt. Die Silagen wurden im Fahrsilo bereitet. Ihre Qualität war aus gärobiologischer Sicht gut.

Die Zulage von Weizenschrot im Versuch 2 erfolgte, da die vorhandenen Silagemengen sonst nicht über die gesamte Versuchsdauer ausgereicht hätten. Wie Untersuchungen von Schafft (1983) gezeigt haben, übt eine begrenzte Kraftfutterzulage (33 % der Trockenmasse) keinen signifikanten Einfluß auf den Abbau des im Grundfutter enthaltenen Rohproteins aus.

So wird auch bei den derzeitigen Proteinbewertungssystemen (AfB, 1986, 1995; AFRC, 1993; Tamminga et al., 1994) von einer Additivität des abbaubaren Futterrohproteins ausgegangen.

Die Tiere waren strohlos in Einzelanbindung aufgestellt. Wasser stand über Selbsttränken zur freien Verfügung. Die täglichen Futterrationen wurden auf zwei Teilgaben verteilt.

Der erste Versuch und die beiden Versuchsperioden des zweiten Versuchs gliederten sich jeweils in eine vierzehntägige Vorfütterung, einen Verdauungsversuch entsprechend der Anleitung von Farries und Oslage (1963) und eine Darmsaftsammlung von 5 Tagen. Sowohl die Entnahmetechnik der Chymusproben als auch die Verabreichung und Bestimmung des als Marker für den Chymusfluß eingesetzten in Weizenmehl verbackenen Chromoxids sind bei Rohrer et al. (1979) beschrieben. Die Menge an Mikroben-N im Duodenalchymus wurde mit Hilfe von <sup>15</sup>N ermittelt (Brandt und Rohrer 1981). Der Anteil des im Pansen nicht abgebauten Futterrohproteins (UDN x 6,25) wurde wie folgt berechnet: UDN = Nichtammoniak-N im Chymus - (Mikroben-N + endogener N). Als endogener Beitrag wurde dabei ein Wert von 3,6 g N/kg Chymustrockenmasse unterstellt (Brandt et al., 1980).

Die Analyse der Rohnährstoffe in Futtermittelsammelproben und im Kot erfolgte nach den Verbandsmethoden des VDLUFA (1976).

Tabelle 1: Mittlere Rohnährstoffgehalte der eingesetzten Futtermittel

	Versuch 1 Grassilage A (n=4)	Versuch 2 Grassilage		Weizen (n=1)
		B (n=2)	C (n=2)	
Trockensubstanz (T) % % in der T	60,2 ± 0,6	38,8	18,9	88,0
org. Substanz	89,5 ± 0,1	91,3	91,6	98,2
Rohprotein	13,6 ± 0,5	14,1	13,9	15,0
Rohfett	4,7 ± 0,1	5,7	6,3	3,4
Rohfaser	30,9 ± 1,8	25,6	32,5	2,3
NfE	40,3 ± 1,6	46,1	38,7	77,5

### 3 Ergebnisse

Die mittleren Rohnährstoffgehalte der eingesetzten Futtermittel sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Der Rohproteingehalt in den drei Grassilagen bewegte sich im Mittel zwischen 13,6 % und 14,1 %. Hinsichtlich des Rohfasergehaltes und des Gehalts an N-freien Extraktstoffen bestanden Unterschiede von bis zu 6,9 bzw. 7,4 Prozentpunkten, ohne daß diese jedoch in Beziehung zum Trockenmassegehalt standen.

Angaben über die mittleren Trockenmasseaufnahmen finden sich in Tabelle 2.

Die mittlere tägliche Aufnahme an Trockenmasse war insgesamt auf einem relativ niedrigen Niveau, unterschied sich jedoch zwischen Versuch 1 und 2 im Mittel nur um 0,89 kg. Während in Versuch 1 nur Grassilage zum Einsatz kam, wurde in Versuch 2 die Grassilage mit Weizenschrot ergänzt.

In Tabelle 3 sind die mittleren Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe aufgeführt.

Die aus Aufnahme und Verdaulichkeit errechnete Zufuhr an Umsetzbarer Energie (AfB, 1995) betrug  $93 \pm 23$  MJ,  $126 \pm 3$  MJ und  $119 \pm 5$  MJ in Ration A, B bzw. C.

Um in Versuch 2 die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe der Grassilage zu berechnen, wurden für die Verdaulichkeit des Weizens die Werte der DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer (1991) zugrunde gelegt. Die so ermittelte Rohfaserverdaulichkeit der Grassilage war in Versuch 2 deutlich geringer als in Versuch 1. Auffallend war die geringe NfE-Verdaulichkeit beim Einsatz der trockensubstanzärmsten Grassilage in Versuch 2.

Angaben über die Stickstoffumsetzungen in den Vormägen sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Obwohl die mikrobielle Proteinsynthese je MJ umsetzbarer Energie (ME) in Versuch 1 niedriger lag als in Versuch 2, war die Menge an Nichtammoniak-N (NAN) je MJ ME in Versuch 1 signifikant höher. Dies beruhte auf einem signifikant geringeren Futterproteinabbau in Versuch 1.

Unter Berücksichtigung einer Abbaubarkeit des Weizenrohproteins in Versuch 2 von 93 % (Schafft et al. 1983), errechneten sich für das Grassilagerohprotein die in Tabelle 4 angegebenen

Tabelle 2: Mittlere Aufnahme an Trockenmasse (kg T/Tag); n=4

	Versuch 1	Versuch 2	
	A	B	C
Grassilage	10,18 ± 2,73	7,96 ± 1,17	7,83 ± 0,64
Weizen	—	3,17 ± 0,59	3,17 ± 0,59
Mineralstoffmischung	0,20	0,20	0,20
Gesamt	10,38 ± 2,73	11,33 ± 0,57	11,20 ± 0,05

Tabelle 3: Verdaulichkeit der Rohnährstoffe (n=4)

	Versuch 1	Versuch 2	
	A	B	C
<b>Ration:</b>			
org. Substanz	-	74,7 ± 2,4	72,0 ± 2,4
Rohfett	-	75,8 ± 4,4	79,8 ± 3,5
Rohfaser	-	67,7 ± 4,7	66,7 ± 5,0
NfE	-	80,4 ± 2,1 <sup>a</sup>	74,5 ± 2,9 <sup>b</sup>
<b>Grassilage<sup>1</sup>:</b>			
org. Substanz	69,7 ± 1,4	69,0 ± 1,4	64,9 ± 3,8
Rohfett	68,2 ± 1,9 <sup>a</sup>	75,1 ± 5,5 <sup>ab</sup>	80,2 ± 4,3 <sup>b</sup>
Rohfaser	76,4 ± 1,0 <sup>a</sup>	68,6 ± 5,2 <sup>b</sup>	67,3 ± 4,9 <sup>b</sup>
NfE	70,1 ± 1,3 <sup>a</sup>	70,9 ± 1,8 <sup>a</sup>	58,8 ± 5,7 <sup>b</sup>

Ungleiche Buchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede (p ≤ 0,05)

<sup>1</sup>) In Versuch 2 wurden für die Verdaulichkeit des Weizens die Werte der DLG-Futterwerttabelle angenommen

Tabelle 4: N-Umsetzungen in den Vormägen (n=4)

	Versuch 1	Versuch 2	
	A	B	C
<b>Fluß am Duodenum (g/Tag)</b>			
NAN	256 ± 65	258 ± 14	253 ± 5
je MJ ME	2,8 ± 0,2 <sup>a</sup>	2,0 ± 0,1 <sup>b</sup>	2,1 ± 0,1 <sup>b</sup>
Mikroben-N	139 ± 42 <sup>a</sup>	208 ± 15 <sup>b</sup>	208 ± 5 <sup>b</sup>
je MJ ME	1,5 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,6 ± 0,2 <sup>ab</sup>	1,7 ± 0 <sup>b</sup>
je kg FOS <sup>1</sup> )	28,0 ± 1,6	28,3 ± 2,8	29,7 ± 1,2
UDN gesamt <sup>2</sup> )	90 ± 20 <sup>a</sup>	25 ± 8 <sup>b</sup>	18 ± 5 <sup>b</sup>
UDN aus Grassilage <sup>3</sup> )	90 ± 20 <sup>a</sup>	20 ± 9 <sup>b</sup>	13 ± 4 <sup>b</sup>
Futterproteinabbau (%)	57 ± 7 <sup>a</sup>	90 ± 3 <sup>b</sup>	93 ± 2 <sup>b</sup>
Abbau Grassil.-N (%) <sup>3</sup> )	57 ± 7 <sup>a</sup>	89 ± 4 <sup>b</sup>	93 ± 3 <sup>b</sup>

Ungleiche Buchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede (p ≤ 0,05)

<sup>1</sup>) Fermentierte organ. Substanz (FOS) = scheinbar im Pansen verdaute organ. Substanz + organ. Substanz der Mikroben, wobei Mikroben OS = Mikroben-N x 11,8 (kg FOS: A = 5,0 ± 1,5, B = 7,4 ± 0,3, C = 7,1 ± 0,2)

<sup>2</sup>) Unabgebauter Futter-N (UDN) = Nichtammoniak-N (NAN) - (Mikroben-N + endogener N), wobei endogener N = 3,6 g/kg Chymus-T

<sup>3</sup>) Bei einem Abbau des Weizen-N von 93 %

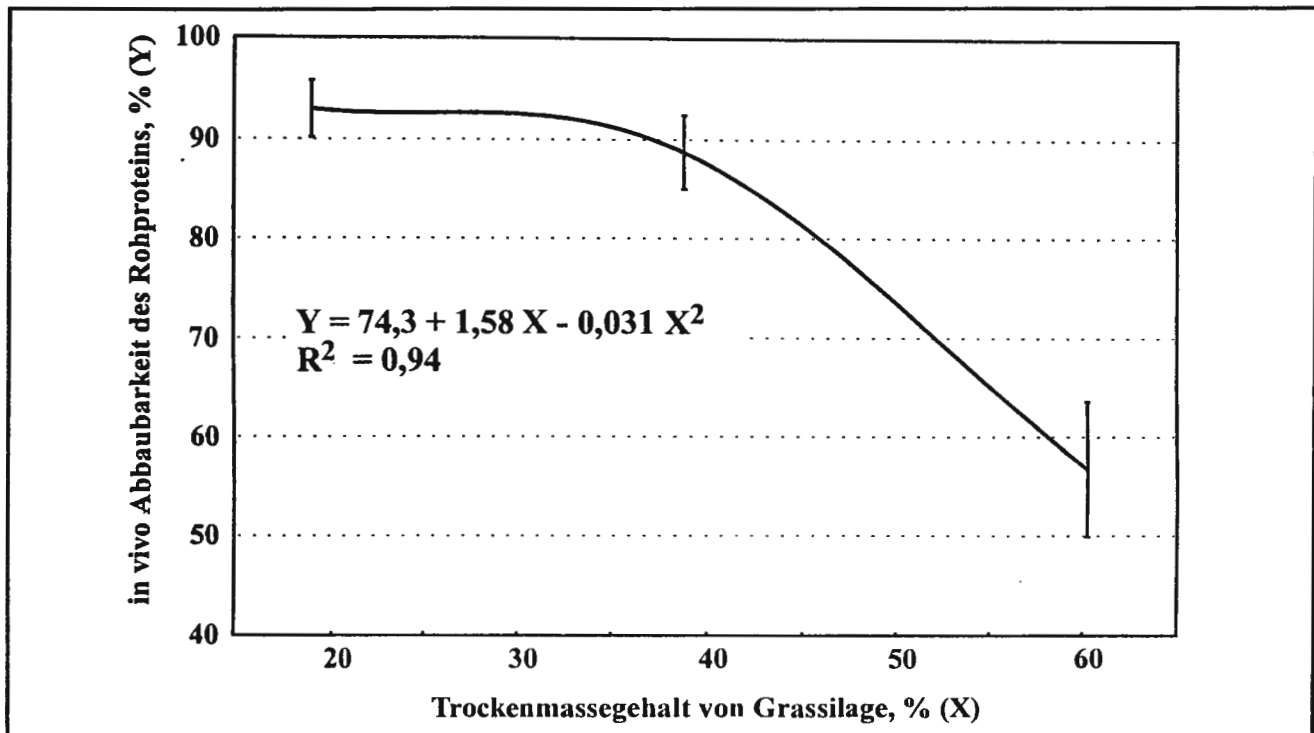


Abbildung 1: Beziehung zwischen Trockenmassegehalt der Grassilage und ruminaler Abbaubarkeit des Rohproteins

Abbaubarkeiten. Hieraus wurde die in Abbildung 1 dargestellte Beziehung zwischen Trockenmassegehalt und ruminaler Proteinabbaubarkeit bei Grassilage abgeleitet.

#### 4 Diskussion

Der unterschiedliche Anwelckgrad der drei Grassilagen führte zu deutlichen Verschiebungen in der Zusammensetzung ihrer Kohlenhydratfraktionen. Während die Summe aus rohfaser- und stickstofffreien Extraktstoffen (NfE) lediglich zwischen 71,2 % und 71,7 % in der Trockenmasse schwankte, variierte der NfE-Anteil an den Gesamtkohlenhydraten von 54 % bis 64 %. Nach Narasimhalu et al. (1989) reduziert Anwelken die Fermentation im Silo, wodurch weniger leicht abbaubare Kohlenhydrate umgesetzt werden. So wies in Versuch 2 die feuchteste Silage den geringsten NfE- und, aufgrund der relativen Anreicherung, höchsten Rohfasergehalt auf. In Versuch 1 führten vermutlich die längere Anwelckzeit und die ungünstigeren Witterungsbedingungen während der Silagebereitung zu etwa den gleichen Verlusten an NfE auf dem Feld wie bei der Naßsilage in Versuch 2 im Silo. Die Verluste an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten haben dazu geführt, daß ebenso wie bei Rohr et al. (1975) mit abnehmendem NfE-Gehalt auch die NfE-Verdaulichkeit sank. Auch Charmley und Thomas (1987) diskutieren über eine Wechselwirkung zwischen den Witterungsbedingungen während der Silagebereitung, dem Nährstoffgehalt und der Verdaulichkeit der Silage. Während im vorliegenden Versuch, in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Peoples und Gordon (1989), die Verdaulichkeit der organischen Substanz durch das Anwelken zunahm, führte dieses in den meisten Versuchen zu einer Abnahme (Zimmer und Wilkins, 1984; Gordon und

Peoples, 1986; Charmley und Thomas, 1987; Narasimhalu et al., 1989). Da in diesen Versuchen die Silage jedoch vorwiegend ad libitum verabreicht wurde und von der stärker angewelkten Silage mehr aufgenommen wurde, ist hier auch eine lediglich durch die höhere Pansenpassage (Gordon und Peoples, 1986) reduzierte Verdauung denkbar.

Die in Versuch 2 signifikant geringere Rohfaserverdauung als in Versuch 1 ist vermutlich auf einen durch die Weizenzulage bedingten tieferen pH-Wert und somit geringeren Zelluloseabbau im Pansen zurückzuführen (Mertens und Lofton, 1980).

Zwischen der Kohlenhydratverdauung und dem Trockensubstanzgehalt der Grassilage bestanden somit keine monokausalen Zusammenhänge. Dagegen konnte eine sehr enge Beziehung zwischen Trockensubstanzgehalt und ruminalem Futterproteinabbau beobachtet werden (Abbildung 1). In Übereinstimmung mit den Ergebnissen aus Nylonbag-Versuchen von Van Vuuren et al. (1990) nahm die Rohproteinabbaubarkeit mit zunehmendem Trockensubstanzgehalt der Silage ab. Im Widerspruch hierzu stehen die Befunde von Narasimhalu et al. (1989). Die von diesen Autoren beobachtete Zunahme der Proteinabbaubarkeit mit zunehmendem Anwelckgrad ist um so weniger zu erklären, als von der stärker angewelkten Silage 18 % mehr an organischer Substanz gefressen wurde und somit eine höhere Pansenpassage vorhanden war ( $p \leq 0.05$ ). Nach McDonald (1982) führen Anwelken und Silieren zu einer intensiven Proteolyse des Grasrohproteins. Gleichzeitig bestimmten Gordon und Peoples (1986) einen höheren Anteil an leicht verfügbarem Stickstoff bei angewelkter im Vergleich zu nicht angewelkter Grassilage. Dies ist mit den vorliegenden Ergebnissen nur dann in Einklang zu bringen, wenn der leicht verfügbare Stickstoff während des Anwelkens aus ruminal abbaubarem Rohprotein entstanden ist, so

daß durch die Proteolyse der Anteil an ruminal abbaubarem Rohprotein insgesamt nicht beeinflußt wurde.

Als eine mögliche Erklärung für die geringere Abbaubarkeit der trockensubstanzreicheren Grassilage wäre z. B. eine stärkere Erwärmung des Materials beim Anwelken und Einsilieren denkbar. Auch ein Einfluß auf die Passagerate oder die proteolytische Aktivität im Pansen sind jedoch nicht auszuschließen. Aus den Nylonbag-Versuchen von Van Vuuren et al. (1990) errechnet sich für die ruminale Proteinabbaubarkeit eine Differenz zwischen den Silagen mit 22 % und 45 % Trockenmasse von 10.8 Prozentpunkten. Bei Anwendung der im vorliegenden Versuch ermittelten Regression beträgt der entsprechende Wert 11.4 Prozentpunkte. Die Tatsache, daß Gordon und Peoples (1986) keinen Effekt des Anwelkens auf die Abbaubarkeit des Proteins beobachteten, kann allein dadurch erklärt werden, daß beide Silagen relativ feucht (20,5 % bzw. 29,2 %) waren und ihr Trockenmassegehalt um lediglich 8.7 Prozentpunkte differierte. Die vorliegende Arbeit zeigt einen deutlichen Abfall der Proteinabbaubarkeit erst bei Trockenmassegehalten von über 40 %.

Der höhere ruminale Proteinabbau bei der Naßsilage wurde, wie aus Tabelle 4 ersichtlich, zum Teil durch eine höhere mikrobielle Proteinsynthese kompensiert. Dies könnte grundsätzlich auf eine, wie die Nylonbag-Versuche von Van Vuuren et al. (1990) zeigen, mit höherem Proteinabbau einhergehende stärkere Fermentation der proteinfreien organischen Masse zurückzuführen sein. Im vorliegenden Fall spricht die geringere Verdaulichkeit der Kohlenhydrate aus Grassilage mit abnehmendem Trockenmassegehalt (Tabelle 3) jedoch eher dafür, daß das in Versuch 2 zugesetzte Weizenschrot zu einer effektiveren Nutzung des freigesetzten Stickstoffs aus der Grassilage geführt hat. So schlagen auch Van Vuuren et al. (1990) die Zulage leicht fermentierbarer Stärketräger wie Weizen zu Grassilage vor, damit der freigesetzte Stickstoff für die mikrobielle Proteinsynthese optimal genutzt werden kann.

Die höhere Effizienz der mikrobiellen Proteinsynthese bei höherem Anwelkgrad, von der Narasimhalu et al. (1989) berichten, ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die bereits erwähnte höhere Futteraufnahme und damit verbundene schnellere Pansenpassage zurückzuführen (Teller und Godeau, 1984). Aus der in den vorliegenden Untersuchungen abgeleiteten Regression kann gefolgert werden, daß Grassilage mit einem Trockenmassegehalt von unter 47 % auch weiterhin in die Futtermittelklasse mit einer Rohproteinabbaubarkeit von 85 % eingesetzt werden kann. Bei Trockenmassegehalten von 47 % bis 54 % bzw. über 54 % sollten die Klassen „75 %“ bzw. „65 %“ gewählt werden.

Eine Extrapolation der ermittelten Beziehung zwischen T-Gehalt und ruminaler Proteinabbaubarkeit von Silage auf Heu ist nicht möglich. Nach Schaff et al. (1983) beläuft sich die ruminale Abbaubarkeit des Rohproteins von Wiesenheu auf im Mittel 83 %. Das bedeutet, daß die Reduktion der Abbaubarkeit auf Vorgängen während der Silierung des vorgewelkten Materials beruht.

Weitere Versuche müssen zeigen, inwieweit noch andere Kriterien, wie z. B. Pflanzenart, Vegetationsstadium oder N-Düngung, zu berücksichtigen sind und ob bzw. welche Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Faktoren bestehen.

Außerdem stellt sich die Frage, ob und inwieweit das zusätzlich den Darm erreichende Futterrohprotein dort auch absorbiert werden kann.

### Zusammenfassung

An vier mit je einer Pansenkanüle und einer T-Kanüle am proximalen Duodenum ausgestatteten Milchkühen wurde der Einfluß des Trockenmassegehaltes von Grassilage auf die ruminale Abbaubarkeit des Rohproteins überprüft. Die im Laufe zweier Versuche eingesetzte Grassilage hatte einen Trockenmassegehalt von 19%, 39% bzw. 60%. Die Menge an unabgebautem Futterprotein am Duodenum wurde als Differenz zwischen dem Nichtammoniak-N, dem Mikroben-N und dem endogenen N ermittelt, wobei als Marker für den Mikroben-N  $^{15}\text{N}$  zum Einsatz kam. Zwischen dem Trockenmassegehalt (T) und der Abbaubarkeit des Grassilagerohproteins bestand folgende Beziehung:

$$\text{Abbaubarkeit (\%)} = 74,3 + 1,58 \times \%T - 0,031 \times (\%T)^2, \\ r^2 = 0,94.$$

Die geringere Menge an unabgebautem Futterprotein am Darm wurde zum Teil durch eine gesteigerte mikrobielle Proteinsynthese kompensiert.

Es wird vorgeschlagen, Grassilage mit einem T-Gehalt unter 47 %, von 47 % bis 54 % und über 54 % den Abbauklassen 85 %, 75 % bzw. 65 % zuzuordnen.

### Experiments on the influence of dry matter content of grass silages on protein degradability in the rumen

The influence of dry matter content of grass silage on the protein degradability in the rumen was studied with 4 dairy cows equipped with rumen cannulae and T-shaped cannulae at the proximal duodenum. In the two experiments dry matter content of the grass silage was 19 %, 39 % and 60 %. The quantity of undegraded feed protein reaching the duodenum was calculated by difference between non ammonia-N, microbial N and endogenous-N, using  $^{15}\text{N}$  as marker for microbial-N.

The relationship between dry matter (DM) content of the grass silages and crude protein degradability was found to be curvo linear expressed in the following equation:

$$\text{Degradability (\%)} = 74,3 + 1,58 \times \% \text{ DM} \\ - 0,031 \times (\% \text{ DM})^2, r^2 = 0,94$$

The smaller amount of undegraded feed protein was partly compensated by an increased microbial protein synthesis.

As related to dry matter content the following degradability values for grass silage are recommended: < 47 % DM - 85 %, 47 % - 54 % DM - 75 %, > 54 % DM - 65 %.

## Literatur

- AFRC (1993): Energy and protein requirements of ruminants. Agric. Food Res. Council Technical Committee on responses to Nutrients. - CAB International, Wallingford, UK.
- Ausschuß für Bedarfsnormen (AfB) der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (1986): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. - Nr. 3, Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- Ausschuß für Bedarfsnormen (AfB) der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (1995): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 6, Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. - DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- Brandt, M. und K. Rohr (1981): Beiträge zur Quantifizierung der N-Umsetzungen in den Vormägen von Milchkühen. 1. Bestimmung des Mikrogenstickstoffs im Duodenalchymus mit Hilfe von <sup>15</sup>N. - Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelkde. 46, S. 39-48.
- Brandt, M., K. Rohr und P. Lebzien (1980): Bestimmung des endogenen Protein-N im Duodenalchymus von Milchkühen mit Hilfe von <sup>15</sup>N. - Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelkde. 44, S. 26.
- Charmley, E. and C. Thomas (1987): Wilting of herbage prior to ensiling: effects on conservation losses, silage fermentation and growth of beef cattle. - Anim. Prod. 45, S. 191-203.
- Dokumentationsstelle der Universität Hohenheim (1991): DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. - 6. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- McDonald, P. (1982): The effect of conservation processes on the nitrogenous components of forages. - In: D. J. Thomson, D. E. Beever und R. G. Gunn (Hrsg.): Forage protein in ruminant.
- Farries, F. E. und H. J. Oslage (1963): Beiträge zum Stoffwechsel von Kühen im Ablauf von Trächtigkeit und Laktation. - 1. Mitt.: Zur Technik langfristiger Stoffwechselversuche. - Landbauforschung Völkenrode 13, S. 29-34.
- Gordon, F. J. and A. C. Peoples (1986): The utilization of wilted and unwilted silages by lactating cows and the influence of changes in the protein and energy concentration of the supplement offered. - Anim. Prod. 43, S. 355-366.
- Mertens, D. R. and J. R. Lofton (1980): The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. - J. Dairy Sci. 63, S. 1437-1446.
- Narasimhalu, P., E. Teller, M. Vonbelle, M. Foulon and F. Dasnoy (1989): Apparent digestibility of nitrogen in rumen and whole tract of Friesian cattle fed direct cut and wilted grass silages. - J. Dairy Sci. 72, S. 2055-2061.
- Peoples, A. C. and F. J. Gordon (1989): The influence of wilting and season of silage harvest and the fat and protein concentration of the supplement on milk production and food utilization by lactating cattle. - Anim. Prod. 48, S. 305-317.
- Rohr, K., M. Brandt, O. Castrillo, P. Lebzien und G. Assmus (1979): Der Einfluß eines teilweisen Ersatzes von Futterprotein durch Harnstoff auf den Stickstoff- und Aminosäurenfluß am Duodenum. - Landbauforschung Völkenrode 29, S. 32-40.
- Rohr, K., R. Daenicke und H. Honig (1975): Vergleich von Konservierungsverfahren unter pflanzenbaulichen, konservierungstechnischen und ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten. 2. Teil: Grundfutteraufnahme, Wiederkauaktivität und Pansenfermentation bei gestaffelten Kraftfuttergaben. 191. - Sonderheft der Berichte über Landwirtschaft, S. 383-392.
- Schafft, H., K. Rohr und P. Lebzien (1983): Untersuchungen zur Quantifizierung des Futterproteinabbaus in den Vormägen von Milchkühen. - Proc. 34th EAAP-Meeting, Madrid, 3.-6. Okt. 1983, Vol. I, S. 276-277.
- Tamminga, S., W. M. Van Straalen, A. P. J. Subnel, R. G. M. Mejer, A. Steg, C. J. G. Wever and M. C. Blok (1994): The Dutch protein evaluation system: The DVE/OEB-System. - Livest. Prod. Sci. 40, S. 139-155.
- Teller, E. and J.-M. Godeau (1984): Some observations about the efficiency of bacterial protein synthesis in the rumen of cattle. - Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelkde. 51, S. 268-274.
- VDLUFA (1976): (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), Methodenbuch, Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln (Eds. K. Naumann, R. Bessler) - Verlag J. Neumann, Neudamm.
- Van Vuuren, A. M., S. Tamminga and R. S. Ketelaar (1990): Ruminant availability of nitrogen and carbohydrates from fresh and preserved herbage in dairy cows. - Neth. J. Agric. Sci. 38, 499-512.
- Van Vuuren, A. M., S. Tamminga and R. S. Ketelaar (1991): In sacco degradation of organic matter and crude protein of fresh grass (*Lolium perenne*) in the rumen of grazing dairy cows. - J. Agric. Sci., Camb. 116, S. 429-436.
- Zimmer, E. and R. J. Wilkins (1984): Eurowilt. Efficiency of silage systems. A comparison between unwilted and wilted silages. - Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 69, S. 1-88.
- Verfasser: Lebzien, Peter, Dr. sc. agr.; Gädeken, Dieter, Dr. agr., Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Leiter: Dir. und Prof. Professor Dr. agr. habil. G. Flachowsky.