

# Pflanzen

## Nährwert von Wiesenpflanzen: Energie- und Proteinwert

Roger Daccord und Yves Arrigo, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux  
Bernard Jeangros und Jan Schevovic, Eidgenössische Forschungsanstalt für Pflanzenbau Changins (RAC), CH-1260 Nyon 1  
Franz X. Schubiger und Joseph Lehmann, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau Reckenholz (FAL), CH-8046 Zürich

Auskünfte: Roger Daccord, e-mail: roger.daccord@rap.admin.ch, Fax +41 (0)26 407 73 00, Tél. +41 (0)26 407 71 11

### Zusammenfassung

Von zehn wichtigen Wiesenpflanzen wurde der Energie- (NEL und NEV) und Proteinwert (APDE und APDN) auf der Grundlage der Verdaulichkeit der organischen Substanz berechnet, die nach der Methode von Tilley und Terry bestimmt wurde. Von den untersuchten Arten weist der Wiesenfuchsschwanz den insgesamt tiefsten ( $5,5 \pm 1,0$  MJ NEL/kg TS) und der Weissklee den höchsten Energiewert ( $6,4 \pm 0,5$  MJ) auf. Bei den Gräsern des ersten Aufwuchses variiert der Energiewert vorab mit dem Alter, dessen Einfluss bei den Leguminosen und den Folgeaufwüchsen kleiner wird. Die NEL-Gehaltsabnahme im ersten Aufwuchs erreicht bei Wiesenfuchsschwanz den Spitzenwert von  $-0,54$  MJ/kg TS und Woche, während bei Weissklee mit  $-0,19$  MJ NEL/Woche die Energieeinbusse am geringsten ausfällt. Der Alterseffekt übt auf die APDE- und APDN-Gehalte einen mit den Energiegehalten beobachteten, analogen Einfluss aus. Der APDN-Gehalt fällt gegenüber dem APDE-Gehalt rascher ab und limitiert dadurch bei den Gräsern recht früh das Milchleistungspotenzial. Hingegen weisen die Leguminosen und besonders Weissklee bis in fortgeschrittene Entwicklungsstadien einen APDN-Überschuss auf. Diese unterschiedlichen Eigenschaften zeigen deutlich die Vorteile einer mit Gräsern und Leguminosen ausgewogenen Wiesenzusammensetzung auf.

Der Energiewert des Raufutters (Gehalt an Nettoenergie Laktation, NEL und Wachstum, NEV) nimmt in der Rindviehhaltung eine Schlüsselstellung ein, werden die erzielten Leistungen doch massgeblich durch die Versorgung mit Energie bestimmt. Um unsere Wiesen und Weiden optimal nutzen und verwerten zu können, sind wir auf exakte Nährwertangaben angewiesen. Gemäss Entwicklungsstadium und Aufwuchs verläuft der Energiewert parallel zur Verdaulichkeit der organischen Substanz (vOS), deren Aspekte für die gleichen Pflanzen ausführlich bei Schubiger *et al.* (2001) dargestellt sind.

Der Proteinwert umfasst die drei Grössen Rohproteingehalt, Gehalt an absorbierbarem Protein im Darm, das aufgrund der pansenverfügbaren Energiemenge aufgebaut werden kann (APDE) und Gehalt an absorbierbarem Protein im Darm aus im Pansen abgebautem Rohprotein (APDN).

Eine präzise Einschätzung des Proteinwertes von Raufutter liefert für die Fütterungsplanung wertvolle Entscheidungshilfen. So werden Rohproteindefizite, die die mikrobielle Gärung im Pansen stark beeinträchtigen können, erkannt und können ausgeglichen werden. Andererseits lassen sich Rohproteinüberschüsse limitieren oder auch verhindern, die für die Wiederkäuer und die Umwelt eine Belastung darstellen. Die Entwicklung der Rohproteingehalte der untersuchten Wiesenpflanzen wurde bereits von Jeangros *et al.* (2001) vorgestellt.

Mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung kann unser Nährwertbewertungssystem für Raufutter konsolidiert werden. Oft kritisiert (Beever 1993), verbessert die Systemverfeinerung die Einschätzung und Modellierung der Nährwertentwicklung der wichtigsten Wiesenpflanzen während der Vegetationsperiode.

### Versuchsanordnung

10 Wiesenpflanzen, nämlich 4 Gräser, 3 Leguminosen, 1 Korbblütler und 2 Doldengewächse wurden als Reinbestände an drei Standorten (La Frêta, Reckenholz und Posieux) während zwei aufeinander folgenden Jahren im Verlaufe der Vegetationsperiode geerntet. Insgesamt wurden 555 Futterproben entnommen. Ausführlichere Angaben zur Versuchsanordnung und Probenahme sind der ersten Publikation dieser Serie zu entnehmen (Jeangros *et al.* 2001).

Die Berechnung der Nettoenergie- und APD-Gehalte beruht auf der nach Tilley und Terry bestimmten vOS in den Futterproben. Im Vergleich zu 3 weiteren Labormethoden (1 enzymatische und 2 chemische) ergab die Methode nach Tilley und Terry die beste Übereinstimmung mit den an Schafen in Verdauungsversuchen ermittelten Werten (Schubiger *et al.* 2001). Die Rohprotein- und Aschenanalysen wurden nach den an der Forschungsanstalt von Posieux angewendeten Standardmethoden ausgeführt.

### Energiewert

Das Energiebewertungssystem für Wiederkäuer bringt es mit sich, dass sich die NEL- und NEV-Werte analog verändern. Die im folgenden beschriebenen Einflüsse auf die NEL-Gehalte gelten sinngemäss auch für die NEV-Gehalte.

Insgesamt weisen die Gräser die tiefsten NEL-Gehalte auf ( $5,85 \pm$

0,92 MJ/kg TS), die gleichzeitig am weitesten streuen. Unter den Gräsern sticht das englische Raigras sowohl im ersten als auch in den Folgeaufwüchsen durch den höchsten Energiegehalt hervor (Tab. 1 und 2). Der Wiesenfuchsschwanz bildet das Schlusslicht mit auffallend grosser Variationsbreite der Werte im ersten Aufwuchs. Italienisches Raigras und Knaulgras nehmen eine Mittelstellung ein, wobei der durchschnittliche Energiegehalt von Knaulgras in den Folgeaufwüchsen über dem entsprechenden Wert von italienischem Raigras liegt.

Der durchschnittliche Energiegehalt der Leguminosen ist hoch mit ebenfalls bedeutender Variationsbreite ( $6,10 \pm 0,74$  MJ). Dabei zeichnet sich Weissklee durch die höchsten und Luzerne durch die tiefsten Energiewerte aus. Mit  $6,45 \pm 0,34$  MJ NEL/kg TS liegt der mittlere Energiegehalt in der Gruppe der Kräuter auf hohem Niveau bei geringer Streuung. Während für Löwenzahn hohe Energiewerte erwartet wurden (Daccord, 1988), sind die Energiewerte der beiden Doldengewächse unerwartet hoch ausgefallen.

### Alterseinfluss

Bei den Gräsern erklärt das Alter der Pflanzen einen überwiegenden Teil der Varianz der NEL-Gehalte im ersten Aufwuchs ( $R^2 = 0,69$ ). Die engste Beziehung zwischen Alter und NEL-Gehalt besteht bei italienischem Raigras ( $R^2 = 0,95$ ). Die Abnahme des Energiegehaltes verläuft bei diesem Gras mit 0,37 MJ/kg TS und Woche am langsamsten während Wiesenfuchsschwanz pro Woche 0,54 MJ NEL einbüsst (Abb.1). In den Folgeaufwüchsen ist der Alterseinfluss weniger eindeutig ( $R^2$  von 0,19 bis 0,45) und der Energiegehalt fällt weniger stark ab. Das Ausmass reicht von 0,12 MJ bei englischem Raigras bis 0,27 MJ bei Wiesenfuchsschwanz.

Tab. 1. Nettoenergiegehalt Laktation (NEL, MJ pro kg Trockensubstanz)

Art	Aufwuchs	n	Mittel	Min.	Max.	C	R <sup>2</sup>
Knaulgras	erster	31	6,05	4,07	7,22	15	0,87
	folgende	44	5,75	4,42	7,19	10	0,34
Engl. Raigras	erster	32	6,50	3,71	7,58	15	0,81
	folgende	44	6,00	4,43	7,30	10	0,19
Wiesenfuchsschwanz	erster	26	5,52	3,50	7,34	21	0,92
	folgende	32	5,23	3,41	7,04	16	0,45
Italienisches Raigras	erster	16	6,33	4,39	7,42	15	0,95
	folgende	21	5,46	3,97	6,91	16	0,24
Weissklee	erster	22	6,77	5,75	7,34	6	0,54
	folgende	46	6,25	4,92	7,09	8	0,20
Rotklee	erster	28	6,31	4,78	7,30	10	0,76
	folgende	37	5,97	4,40	6,93	12	0,38
Luzerne	erster	16	5,80	4,48	6,88	13	0,99
	folgende	19	5,23	4,15	6,35	13	0,74
Löwenzahn	erster	29	6,60	5,80	7,29	5	0,25
	folgende	27	6,24	5,70	6,76	4	0,34
Wiesenkerbel	alle	8	6,41	6,11	6,66	3	(0,50)
Bärenklau	alle	11	6,56	6,08	6,97	5	(0,71)

C = Variationskoeffizient

R<sup>2</sup> = Bestimmtheitsmass der Regression zwischen NEL-Gehalt und Alter (Zeit)

Tab. 2. Nettoenergiegehalt Wachstum (NEV, MJ pro kg Trockensubstanz)

Art	Aufwuchs	n	Mittel	Min.	Max.	CV	R <sup>2</sup>
Knaulgras	erster	31	6,22	3,71	7,71	18	0,87
	folgende	44	5,83	4,13	7,67	12	0,33
Engl. Raigras	erster	32	6,84	3,29	8,30	19	0,81
	folgende	44	6,17	4,14	7,86	13	0,17
Wiesenfuchsschwanz	erster	26	5,55	3,01	7,87	26	0,92
	folgende	32	5,16	2,93	7,46	21	0,45
Italienisches Raigras	erster	16	6,64	4,13	8,08	19	0,95
	folgende	21	5,48	3,59	7,37	21	0,24
Weissklee	erster	22	7,16	5,85	7,92	8	0,56
	folgende	46	6,50	4,74	7,63	10	0,15
Rotklee	erster	28	6,56	4,60	7,82	13	0,76
	folgende	37	6,10	4,10	7,35	15	0,38
Luzerne	erster	16	5,87	4,17	7,30	17	0,99
	folgende	19	5,13	3,77	6,58	17	0,74
Löwenzahn	erster	29	7,03	6,03	7,86	6	0,21
	folgende	27	6,57	5,90	7,21	5	0,32
Wiesenkerbel	alle	8	6,82	6,45	7,17	4	(0,49)
Bärenklau	alle	11	6,99	6,33	7,52	6	(0,72)

C = Variationskoeffizient

R<sup>2</sup> = Bestimmtheitsmass der Regression zwischen NEL-Gehalt und Alter (Zeit)

Im ersten Aufwuchs übt das Alter der Luzernepflanze einen ausgesprochen starken Einfluss auf ihren Energiewert aus. Diese Beziehung ist für Weissklee am schwächsten ausgeprägt. Der Rückgang im NEL-Gehalt erreicht nicht die Grössenordnung der Gräser. Die Abnahme reicht

von 0,19 MJ/Woche bei Weissklee, 0,24 MJ bei Rotklee bis 0,32 MJ bei Luzerne (Abb. 2). Wie bei den Gräsern ist der Alterseffekt in den Folgeaufwüchsen mit Ausnahme der Luzerne schwach. Mit einer wöchentlichen Reduktion des NEL-Gehaltes von 0,11 bis 0,26 MJ wird ein

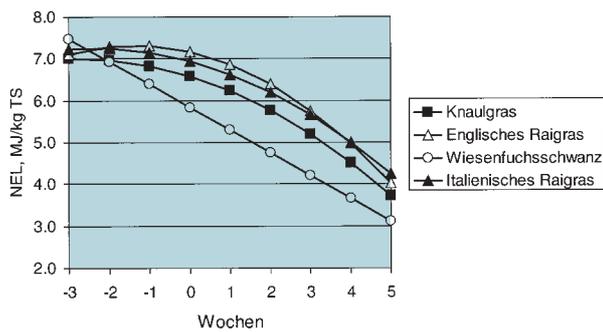


Abb. 1. Veränderung der NEL-Gehalte der Gräser während dem 1. Aufwuchs (0 = Beginn Rispienschieben beim Knautgras)

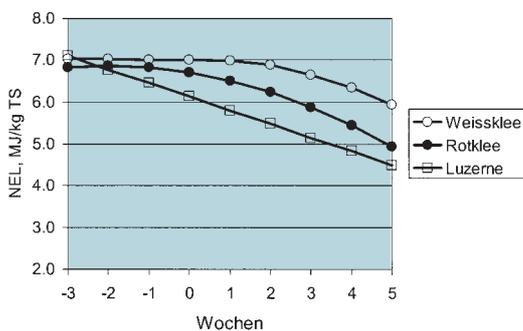


Abb. 2. Veränderung der NEL-Gehalte der Leguminosen während dem 1. Aufwuchs

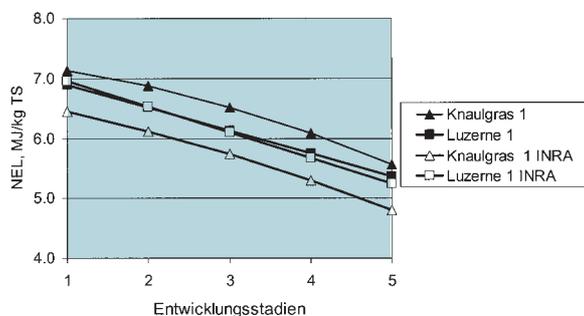


Abb. 3. Verlauf der NEL-Gehalte von Knautgras und Luzerne während dem 1. Aufwuchs (1) in Abhängigkeit der Entwicklungsstadien, verglichen mit den französischen INRA-Werten

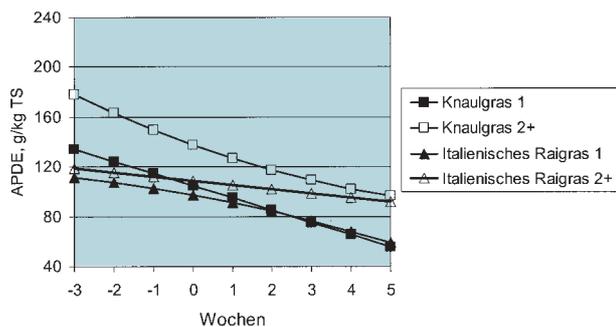


Abb. 4. Veränderung der APDE-Gehalte von Knautgras und italienischem Raigras während dem 1. Aufwuchs und den Folgeaufwüchsen (2 +)

den Gräsern vergleichbares Ausmass erreicht.

Der Energiegehalt von Löwenzahn ist nur schwach altersabhängig. Sowohl im ersten wie in den Folgeaufwüchsen nimmt der NEL-Gehalt unwesentlich um 0,08 MJ/kg TS und Woche ab.

### Einfluss des Entwicklungsstadiums

Wie beim Alterseffekt bereits gesehen, übt das Entwicklungsstadium der Gräser im ersten Aufwuchs ( $R^2$  von 0,74 bis 0,90) einen im Vergleich zu den Folgeaufwüchsen ( $R^2$  von 0,18 bis 0,32) grossen Einfluss auf den Energiewert aus. Die Verringerung des NEL-Gehaltes pro Einheit ist im ersten Aufwuchs mit 0,47 MJ/kg TS doppelt so hoch wie in den Folgeaufwüchsen (0,19 MJ). In der Gruppe der Leguminosen beeinflusst das Entwicklungsstadium den Energiewert ebenfalls stärker im ersten Aufwuchs, aber die NEL-Gehaltsabnahme bleibt sich zwischen den verschiedenen Aufwüchsen nahezu gleich (0,21 MJ 1. Aufwuchs; 0,17 MJ Folgeaufwüchse). Der Energiewert von Löwenzahn und den beiden Doldengewächsen wird mit fortschreitender Entwicklung kaum verändert und die NEL-Gehaltsabnahme bleibt gering. Insgesamt lässt sich für den ersten Aufwuchs der Energiewert genügend genau aus dem Entwicklungsstadium schätzen. Die Luzerne ausgenommen, nimmt die Schätzgenauigkeit im Falle der Folgeaufwüchse deutlich ab.

Werden die NEL-Gehalte der untersuchten Raigräser mit den im Grünen Buch (RAP, 1999) aufgeführten Werten verglichen, stellt man eine gute Übereinstimmung mit den Werten der Folgeaufwüchse fest. Die Gehalte für die frühen Stadien des ersten Aufwuchses werden aber unterschätzt. Die NEL-Gehalte von Knautgras und Wiesenfuchsschwanz stimmen mit der als «andere Gräser» bezeichneten Gruppe des Grünen Buches recht gut überein. Im Fall von Weissklee überschätzt das Grüne Buch die NEL-Gehalte der Folgeaufwüchse, während die entsprechenden Werte für Rotklee dem Durchschnitt des ersten und den Folgeaufwüchsen entsprechen. Die Tabellenwerte für Luzerne decken sich mit den gemessenen Werten des ersten Aufwuchses, überschätzen aber die Energiewerte der Folgeaufwüchse.

Es ist nicht einfach, die in dieser Untersuchung ermittelten Energiewerte mit ausländischen Tabellenwerken zu vergleichen. Eine Vergleichsmöglichkeit besteht mit dem französischen Nährwerttabellen (Andrieu *et al.*, 1981), die für jeden Aufwuchs eigene Schätzgleichungen enthalten. Wird die vOS mit diesen Schätzgleichungen für Knautgras, englisches und italienisches Raigras, Rotklee und Luzerne berechnet und in unser Berechnungssystem eingefügt, dann widerspiegeln die daraus erhaltenen NEL-Werte den Verlauf der französischen UFL (Futtereinheiten). Im Ganzen gesehen, stimmen diese Werte gut mit denen der vorliegenden Studie überein. Nimmt man zum Beispiel Knautgras und Luzerne des ersten Aufwuchses, dann liegen die französischen Werte für Knautgras geringfügig darunter und sind für Luzerne nahezu identisch (Abb.3).

**Proteinwert**  
Der durchschnittliche APDE-Gehalt der Gräser ( $93 \pm 15$  g/kg TS) liegt nicht viel tiefer als der der Leguminosen ( $110 \pm 14$  g). Innerhalb der Gruppe der Gräser sind die Art- und Aufwuchsunterschiede von geringer Bedeutung (Tab. 3; Abb. 4). Hingegen zeigt die Grösse des Variationskoeffizienten, dass innerhalb der Art eine grosse und, verglichen mit den NEL-Gehalten, eine ausge-

prägere Streubreite vorliegt. Knaulgras weist den höchsten und italienisches Raigras den tiefsten APDE-Gehalt auf. Bei den Leguminosen fallen die Artunterschiede ebenfalls kaum ins Gewicht. Am meisten APDE enthält der Weissklee (Abb. 5). Die durchschnittlichen APDE-Gehalte der Kräuter befinden sich alle auf vergleichbarem Niveau.

Der durchschnittliche APDN-Gehalt der Gräser ( $89 \pm 34$  g/kg TS) liegt wesentlich unter dem der Leguminosen ( $145 \pm 31$  g). Generell variieren die APDN-Gehalte weit stärker als die APDE-Gehalte sowohl zwischen wie innerhalb der Art wie auch zwischen den Aufwüchsen (Tab. 4). Bei den Gräsern sind in den Folgeaufwüchsen höhere Gehalte gemessen worden als für den ersten Aufwuchs. Genau das Umgekehrte trifft für die Leguminosen zu.

### Alterseinfluss

Die APDE- und APDN-Gehalte verhalten sich mit fortschreitendem Alter der Pflanzen analog zu der mit den NEL-Gehalten beobachteten Abhängigkeit mit Bestimmtheitsmassen, die von  $R^2 = 0,20$  bis  $0,96$  reichen. Diese Abhängigkeit kommt im ersten Aufwuchs stärker zum Tragen als in den Folgeaufwüchsen. Die Gräser unterscheiden sich in der Höhe der APDE-Abnahme mit fortschreitendem Alter nicht. Sie beträgt im ersten Aufwuchs im Durchschnitt  $8$  g/kg TS und Woche und  $4$  g in den Folgeaufwüchsen. Die APDE-Reduktion in der Gruppe der Leguminosen ist recht homogen und erreicht im Mittel  $5$  g/Woche im ersten und den Folgeaufwüchsen. Eine noch schwächere Abnahme verzeichnet Löwenzahn mit  $2$  g/Woche. Der altersabhängige Rückgang des APDN-Gehaltes verläuft rascher. Im Durchschnitt geht er um  $14$  g/Woche im ersten Aufwuchs der Gräser zurück. Knaulgras ist das einzige, das durch eine mar-

**Tab. 3. Gehalt an absorbierbarem Protein im Darm, das auf Grund der pansenverfügbaren Energiemenge aufgebaut werden kann (APDE, g pro kg Trockensubstanz)**

Art	Aufwuchs	n	Mittel	Min.	Max.	C	R <sup>2</sup>
Knaulgras	erster	31	95	64	143	22	0,85
	folgende	44	94	74	128	13	0,42
Engl. Raigras	erster	32	94	54	128	19	0,81
	folgende	44	96	76	120	10	0,39
Wiesenfuchsschwanz	erster	26	91	62	123	21	0,86
	folgende	32	93	60	125	15	0,46
Italienisches Raigras	erster	16	89	61	115	18	0,96
	folgende	21	88	66	113	17	0,24
Weissklee	erster	22	121	103	141	8	0,46
	folgende	46	112	92	132	10	0,32
Rotklee	erster	28	109	82	132	12	0,74
	folgende	37	106	80	124	12	0,53
Luzerne	erster	16	108	87	138	14	0,91
	folgende	19	100	82	140	15	0,65
Löwenzahn	erster	29	101	89	124	8	0,44
	folgende	27	101	91	113	6	0,39
Wiesenkerbel	alle	8	102	96	105	4	(0,01)
Bärenklau	alle	11	104	99	109	3	(0,49)

C = Variationskoeffizient

R<sup>2</sup> = Bestimmtheitsmass der Regression zwischen NEL-Gehalt und Alter (Zeit)

**Tab. 4. Gehalt an absorbierbarem Protein im Darm aus abgebautem Rohprotein (APDN g pro kg Trockensubstanz)**

Art	Aufwuchs	n	Mittel	Min.	Max.	C	R <sup>2</sup>
Knaulgras	erster	31	91	35	219	55	0,78
	folgende	44	92	56	180	29	0,47
Engl. Raigras	erster	32	75	30	172	47	0,58
	folgende	44	94	58	151	24	0,48
Wiesenfuchsschwanz	erster	26	90	44	159	36	0,68
	folgende	32	107	54	175	27	0,47
Italienisches Raigras	erster	16	63	32	131	43	0,81
	folgende	21	81	34	134	33	0,20
Weissklee	erster	22	166	108	214	16	0,39
	folgende	46	151	117	205	16	0,32
Rotklee	erster	28	136	80	194	23	0,73
	folgende	37	133	82	187	23	0,61
Luzerne	erster	16	150	103	215	22	0,80
	folgende	19	135	93	228	27	0,61
Löwenzahn	erster	29	95	69	165	25	0,41
	folgende	27	108	73	147	17	0,34
Wiesenkerbel	alle	8	107	82	129	15	(0,02)
Bärenklau	alle	11	109	99	122	8	(0,39)

C = Variationskoeffizient

R<sup>2</sup> = Bestimmtheitsmass der Regression zwischen NEL-Gehalt und Alter (Zeit)

kante Abnahme vor dem Rispen-schieben ( $37$  g) gekennzeichnet ist. In den Folgeaufwüchsen beträgt die durchschnittliche Verringerung  $7$  g. Bei den Leguminosen nimmt der APDN-Gehalt generell um  $11$  g/Woche und bei Löwenzahn um  $5$  g/Woche ab.

### Einfluss des Entwicklungsstadiums

Das Entwicklungsstadium hat auf die APDE- und APDN-Gehalte dem Alter entsprechende Auswirkungen. Die Beziehung ist für APDE vergleichsweise geringer ( $R^2$   $0,24$  bis  $0,93$ ) und für

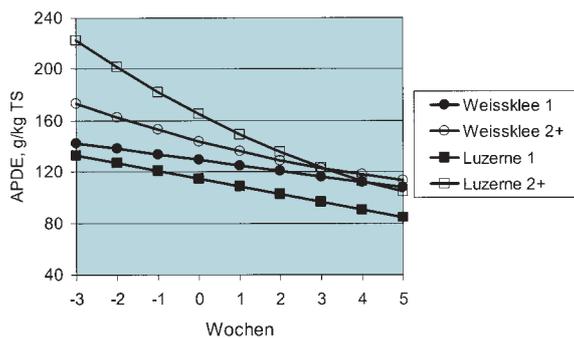


Abb. 5. Veränderung der APDE-Gehalte von Weissklee und Luzerne während dem 1. Aufwuchs und den Folgeaufwüchsen (2 +)

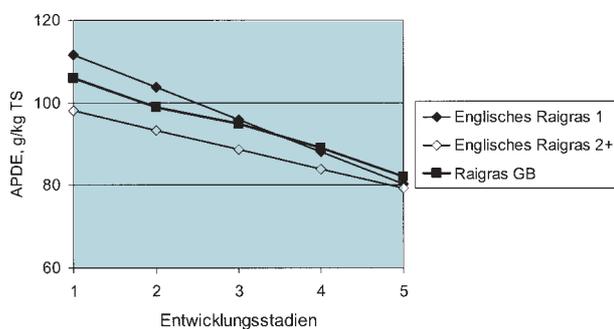


Abb. 6. Verlauf der APDE-Gehalte in Abhängigkeit der Entwicklungsstadien bei englischem Raigras, verglichen mit den Werten des «Grünen Buches» (GB)

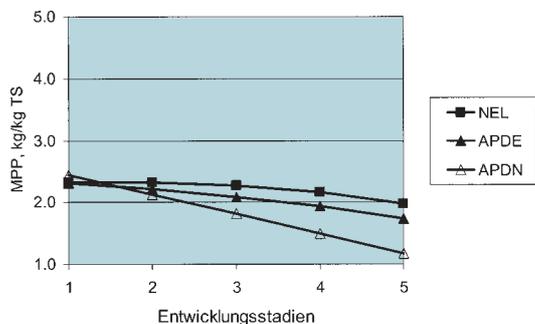


Abb. 7. Verlauf des Milchleistungspotenziales beim englischen Raigras in Abhängigkeit der Entwicklungsstadien

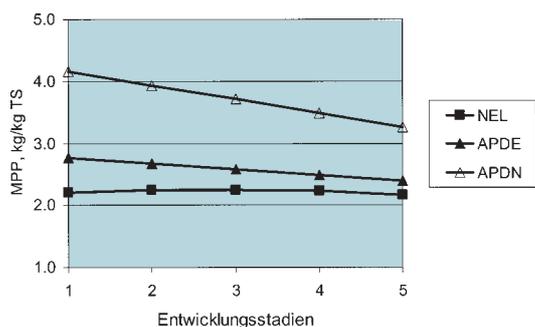


Abb. 8. Verlauf des Milchleistungspotenziales beim Weissklee in Abhängigkeit der Entwicklungsstadien

APDN noch etwas weniger eng. Bei den Gräsern geht der APDE-Gehalt mit fortschreitendem Entwicklungsstadium im ersten Aufwuchs stärker zurück als in den Folgeaufwüchsen (9 g/kg TS und Einheit gegenüber 5 g), während bei den Leguminosen keine Unterschiede zu beobachten sind (6 g). Die gleichen Tendenzen gelten auch für die Verläufe der APDN-Gehalte aber auf leicht höherem Niveau (17 g gegenüber 10 bzw. 13 g). Die APDE- und APDN-Gehalte von Löwenzahn werden vom Entwicklungsstadium kaum beeinflusst.

Die im Grünen Buch tabellierten APDE- und APDN-Gehalte stimmen mit den Durchschnittswerten des ersten und den Folgeaufwüchsen der Raigräser überein (Abb. 6). Die Werte für die Kategorie «andere Gräser» decken sich mit den an Wiesenfuchsschwanz und Knaulgras gemessenen Gehalten. Davon ausgenommen ist Knaulgras des ersten Aufwuchses, das unterschätzt wird. Im Grünen Buch werden die APDE- und APDN-Gehalte von Weissklee nach dem ersten Aufwuchs zu hoch eingeschätzt, während die Angaben für Rotklee gut übereinstimmen. Im Fall der Luzerne werden die APDE-Gehalte der Folgeaufwüchse über- und die APDN-Gehalte des ersten Aufwuchses unterschätzt.

### Vergleich mit Standardwiesenbeständen

Mit den an Reinbeständen von Wiesenpflanzen ermittelten Energie- und Proteinwerten können abgeleitete Nährwerte mit den Angaben des Grünen Buches für Standardmischbestände (Typen) verglichen werden. Der Vergleich der 14 berechneten Modellbestände, die 6 Mischbestandstypen repräsentieren, ergibt erstaunlich gute Übereinstimmungen mit den Angaben des Grünen Buches. Die grössten

Abweichungen sind für die APDN-Gehalte aufgetreten, bei denen die Modellwerte für den ersten Aufwuchs tendenziell höher und für die Folgeaufwüchse tiefer als die des Grünen Buches ausfallen. Dies widerspiegelt die entsprechenden Unterschiede, die zwischen den gemessenen APDN-Gehalten der untersuchten Wiesenpflanzen und denen des Grünen Buches insbesondere für Knaulgras und für Weissklee bestehen.

### Milchproduktionspotenzial

Das Milchproduktionspotenzial (MPP) drückt die auf Grund der NEL-, APDE- und APDN-Gehalte erzielbare Milchleistung pro kg Futter-TS aus. Die MPP der untersuchten Wiesenpflanzen wurden auf ihre Ausgeglichenheit zwischen Energie und Protein beziehungsweise auf limitierende Gehaltsdefizite oder Überschüsse hin analysiert. Bei den Gräsern wie zum Beispiel englisches Raigras sind die MPP nach Energie und Protein nur in frühen Entwicklungsstadien ausgeglichen (Abb. 7). Mit fortschreitender Entwicklung wird der APDN-Gehalt rasch limitierend, während die MPP nach NEL und APDE berechnet vergleichbar sind und weniger rasch abfallen. Bei den Leguminosen und besonders bei Weissklee ist die Situation gerade umgekehrt (Abb. 8). APDN ist immer im Überschuss vorhanden. Die nach NEL und APDE berechneten MPP gehen nur leicht zurück, wobei MPPNEL geringfügig limitierend wird. Bei einer aus Gräsern bestehenden Ration schränkt der APDN-Mangel die Pansengärung ein, was eine verringerte Verdaulichkeit vorab der Zellwandbestandteile, einen Verzehr- und einen Leistungsabfall mit sich zieht. Andererseits belastet der APDN-Überschuss einer Kleeration den Stoffwechsel der Tiere und die Umwelt. Die physiologischen und wirtschaftlichen Vorteile eines mit

Gräsern, Leguminosen und Kräutern ausgewogenen Wiesenbestandes sind naheliegend.

### Schlussfolgerungen

■ Der Energiewert der Gräser zeigt eine starke Art- und Altersabhängigkeit. Ein für die Milchkuh optimaler Einsatz erfordert viel Know-how.

■ Im Vergleich zu den Gräsern variiert der Energiewert der Leguminosen weniger ausgeprägt und liegt im Mittel auf hohem Niveau. Von Luzerne abgesehen, weisen die Leguminosen eine vorteilhafte Nutzungselastizität auf.

■ Die APDE-Gehalte streuen weniger stark als die APDN-Gehalte. Letztere erreichen bei fortgeschrittenen Stadien der Gräser sehr tiefe Werte. Namentlich die Raigräser des ersten Aufwuchses sind davon betroffen.

■ Aus dem Verlauf der MPP der Gräser geht hervor, dass ihre NEL-, APDE- und APDN-Gehalte nur in frühen Nutzungssta-

dien ausgewogen sind und der APDN-Gehalt sich rasch limitierend auswirkt. Umgekehrte Verhältnisse liegen bei den Leguminosen und ganz besonders für Weissklee vor, die bis in späte Stadien überschüssiges APDN aufweisen. Diese unterschiedlichen Eigenschaften verdeutlichen die Vorteile eines mit Gräsern und Leguminosen ausgewogenen Wiesenbestandes.

■ Die an den 10 Wiesenpflanzen gemessenen Energie- und Proteinwerte stimmen mit den im Grünen Buch aufgeführten Werten insgesamt gut überein. Eine zusätzliche Unterteilung der Tabellen in erster Aufwuchs und Folgeaufwuchs würde die Schätzgenauigkeit der Nährwerte erhöhen. Allerdings darf nicht vergessen werden, dass die Schätzgenauigkeit für die Folgeaufwuchs generell tief ist.

### Literatur

■ Andrieu J., Demarquilly C., Wegat-Litre E., 1981. Tables de prévision de la valeur alimentaire des fourrages. In: Prévision de la valeur nutritive

des aliments des ruminants, 343-580. Ed. INRA, Versailles, 591 p.

■ Beever D. E., 1993. Characterisation of forages. In: Recent advances in animal nutrition, 3-17. Nottingham University Press. 264 p.

■ Daccord R., 1988. Digestibilité de quelques dicotylédones («crutes»). *Recherche agronom. en Suisse* **27**, 139-151.

■ Daccord R., Arrigo Y., Jeangros B., Scehovic J., Schubiger F., X. und Lehmann J., 2001. Nährwert von Wiesenpflanzen: Gehalt an Zellwandbestandteilen. *Agrarforschung* **8**, 180-185.

■ Jeangros B., Scehovic J., Schubiger F., X., Lehmann J., Daccord R. und Arrigo Y., 2001. Nährwert von Wiesenpflanzen: Trockensubstanz, Rohprotein- und Zuckergehalte. *Agrarforschung* **8**, 78-86.

■ RAP, 1999. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. (4. überarb. Aufl.), LMZ, Zollikofen, 328 p.

■ Schubiger F., X., Lehmann J., Daccord R., Arrigo Y., Jeangros B. und Scehovic J., 2001. Nährwert von Wiesenpflanzen: Verdaulichkeit. *Agrarforschung* **8**, 354-359.

### RÉSUMÉ

#### Valeur nutritive des plantes des prairies: Valeurs énergétiques et azotées

La valeur énergétique (NEL et NEV) et la valeur azotée (PAIE et PAIN) ont été calculées pour 10 espèces importantes de plantes de nos prairies en se basant sur la digestibilité de la matière organique déterminée selon la méthode de Tilley et Terry. En moyenne, c'est le vulpin qui a la valeur énergétique la plus basse ( $5,5 \pm 1,0$  MJ NEL/kg MS) et le trèfle blanc la plus élevée ( $6,4 \pm 0,5$  MJ). L'âge explique une grande partie de la variation de la valeur énergétique durant la 1<sup>ère</sup> pousse chez les graminées, une plus petite partie chez les légumineuses et avec les repousses. A la 1<sup>ère</sup> pousse, la diminution de la teneur en NEL est la plus rapide avec le vulpin ( $-0,54$  MJ/kg MS et par semaine) et la plus lente avec le trèfle blanc ( $0,19$  MJ). L'influence de l'âge sur les teneurs en PAIE et PAIN est semblable à celle observée avec les teneurs en énergie. La teneur en PAIN diminue plus rapidement que celle en PAIE. Elle devient vite un facteur limitant la production laitière chez les graminées. A l'inverse, les légumineuses, et tout particulièrement le trèfle blanc, ont une teneur excédentaire en PAIN jusque dans les stades tardifs. Ces caractéristiques montrent les avantages des prairies ayant des proportions optimales de graminées et de légumineuses.

### SUMMARY

#### Nutritive value of grassland plants: Energy and protein values

Energy (NEL) and protein values (APIE and APIN) of 10 important grassland species were evaluated based on digestibility of organic matter which was determined by the method of Tilley and Terry. Foxtail had the lowest ( $5,5 \pm 1,0$  MJ NEL/kg DM) and white clover the highest energy value ( $6,4 \pm 0,5$  MJ). During the first growth of the grass species energy content varied mainly with age, whereas during the regrowths and in legumes the effect was smaller. The highest decrease in NEL-concentration was observed in the first growth in foxtail ( $-0,54$  MJ/kg DM and week) and the lowest in white clover ( $-0,19$  MJ). The influence of age on APIE and APIN was similar to that obtained in energy. The APIN content decreased at a higher rate compared with the APIE content and thereby limited the milk production potential of grass species at an early stage of growth. By contrast legumes and specially white clover have an excess of APIN until a late stage of development. These facts clearly demonstrate the benefits of balanced grass and legumes mixtures.

**Key words:** grasses, legumes, herbs, energy and protein content, milk production potential