PFLANZEN

Nährwert von Alpweidepflanzen

Franz Xaver SCHUBIGER, Hans Ruedi BOSSHARD und Walter DIETL, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholz (FAL), CH-8046 Zürich

Pflanzen von Alpweiden lieferten Futter mit unterschiedlichem Gehalt an Nettoenergie Laktation (NEL). Wertvolle Futtergräser hatten Ende Juni einen NEL-Gehalt von 6,5 Megajoule(MJ)/kg Trockensubstanz (TS), das schlecht verdauliche Borstgras aber nur einen von 4,7 MJ/kg TS. Klee und Kräuter enthielten deutlich weniger Zellwände, dafür mehr Rohprotein, viermal mehr Kalzium und doppelt soviel Magnesium wie die Gräser.

Die Nutzung des Weidelandes im Alpgebiet ist für den Bergbauernbetrieb, für die Volkswirtschaft und für den Naturhaushalt bedeutungsvoll. Sie ermöglicht während drei bis vier Sommermonaten die Ernährung der Weidetiere, fördert deren Gesundheit und dient der Erzeugung wertvoller Lebensmittel. Im Berggebiet der Schweiz werden meist der gesamte Jungviehbestand (Abb. 1) und etwa 80 Prozent der Milchkühe gealpt. Die wirtschaftliche Grundlage vieler kleinbäuerlicher Betriebe wird dadurch erheblich verbessert. Das während Jahrhunderten genutzte Alpgebiet hat sich allmählich mit dem sich wandelnden und anpassenden Pflanzenkleid von natürlichen Wald-, Heide- und Urwiesenlandschaften in eine vielfältige Kulturlandschaft gewandelt. Wenn das Ziel in der Alpnutzung darin besteht, die Kulturlandschaft zu pflegen und die Nutztiere angemessen zu ernähren, so ist es wichtig, die ökologischen sowie die futterbaulichen Grundlagen zu erforschen. Walter Dietl (1998) hat die vegetationsökologischen Zusammenhänge dargelegt und die wichtigsten untersuchten Pflanzenarten vorgestellt. In der vorliegenden Arbeit berichten wir über Ergebnisse der

Herkunft der Pflanzen

menden Alpweidepflanzen.

Die Pflanzen wurden in Arosa GR auf dem Gebiet der Maraner-Alp und der Prätsch-Alp zwischen 1830 und 2100 m ü. M. und in Giswil OW auf den Alpweiden von Glaubenbielen und Jänzimatt in einer Höhe von 1570 bis 1750 m ü.M. gesammelt. Die Proben der Krummsegge und des Alpenklees stammten aus Vals GR, von Lagen um 2000 m ü.M. Der erste

Nährwertanalysen von häufig vorkom-

Probenahmetermin war in Arosa am 26. und 27. Juni 1996, in Giswil am 1. Juli 1996; der zweite Termin war an denselben Standorten drei bis vier Wochen später. Die gesammelten Pflanzen stammten aus Goldpippau-Kammgrasweiden und Milchkrautweiden auf sauren Braunerde-Böden, aus Borstgras- und Krummseggen-Rasen auf Braunpodsolen und Podsolen sowie aus Blaugras-Horstseggen-Rasen auf kalkreichen Rendzinen (siehe auch Dietl 1998).

Da 1996 das Wetter während der ersten drei Juniwochen aussergewöhnlich warm war (Abb. 2), befanden sich die wichtigsten Alpweidegräser (Alpenrispengras, Rätisches Lieschgras und Horst-Rotschwingel) zur Zeit des ersten Aufsammeltermins be-

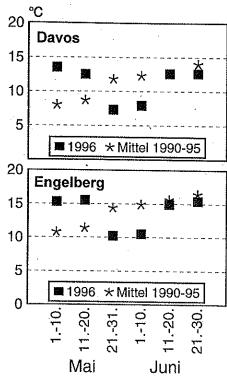


Abb. 2. Mittlere Lufttemperatur in Davos und Engelberg.

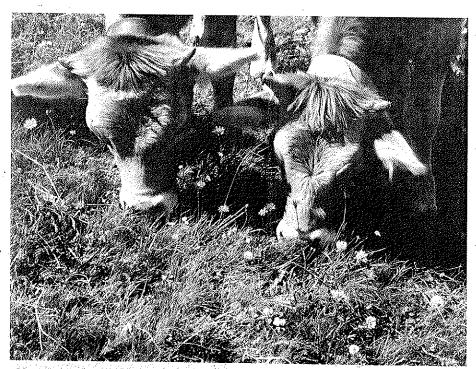


Abb. 1. Die Milchkrautweiden in den Alpen liefern gehaltreiches Futter, das von Rindern und von Kühen sehr geschätzt wird.

reits im Stadium des Ährenschiebens. Der Entwicklungsstand hatte mindestens eine Woche Vorsprung gegenüber dem langjährigen Mittel. Nachher gab es wieder eine feucht kühle Witterungsperiode, so dass die Gräser und Kräuter zum zweiten Termin voll blühten oder fruchteten.

Die Bestimmung der Inhaltsstoffe

Der Gehalt an verdaulicher organischer Substanz (VOS) wurde mit der Methode nach Tilley und Terry (1963) bestimmt. Die Rohfaser untersuchten wir gemäss dem Weender-Analysenverfahren und das Rohprotein mittels einer modifizierten Kjeldahl-Methode. Die Bestimmung der Zellwandbestandteile (NDF = neutral detergent fiber) basierte auf einer von Goering und Van Soest (1970) vorgeschlagenen Methode. Der Gehalt an Nettoenergie Laktation (NEL) wurde mit Hilfe des VOS-Gehaltes berechnet (Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion 1994). Die Mineralstoffe Kalium, Kalzium und Magnesium analysierten wir mit Atom-Absorptions-Spektroskopie, den Phosphorgehalt mit einer photometrischen Methode.

Verdauliche organische Substanz

Zur Zeit der ersten Probenahme (Ende Juni, Anfang Juli) waren die Alpweidepflanzen dank der warmen Witterung bereits in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium. Dies hatte auch Auswirkungen auf den Futterwert. Der durchschnittliche Gehalt an verdaulicher organischer Substanz (VOS) von 660 g/kg Trockensubstanz (TS) ist deshalb im Vergleich zu anderen Jahren für diesen frühen Zeitpunkt tief. Der Sommer 1996 war dann kalt und regnerisch. Tiefe Temperaturen hemmen das Wachstum der Pflanzen und verlangsamen die Abnahme der Verdaulichkeit: Zwischen der frühen und der späten Probenahme verminderte sich der durchschnittliche VOS-Gehalt nur um 35 g/kg TS, wobei wir grosse Unterschiede zwischen den Arten beobachteten.

Der mittlere VOS-Gehalt der untersuchten Alpenpflanzen war am Standort Giswil tiefer als derjenige in Arosa: bei beiden Zeitpunkten um 12 g/kg TS. Die etwas tiefere Lage von Giswil und der sieben Tage spätere erste Probenahmezeitpunkt dürften die Ursachen für diese Unterschiede sein.

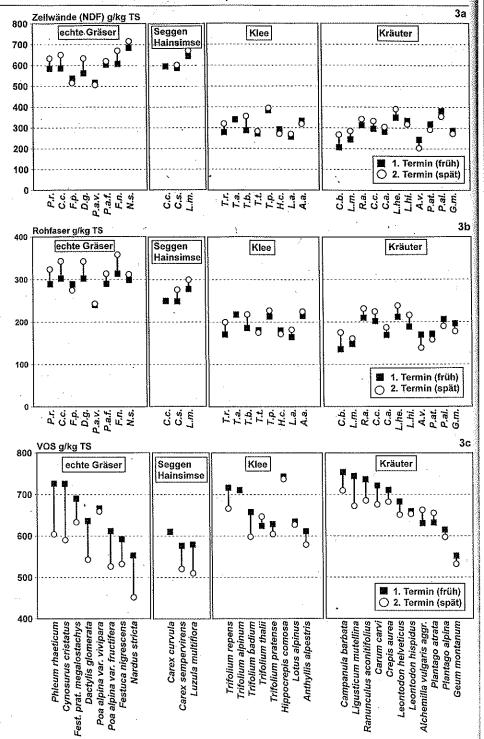


Abb. 3. Gehalt an Zellwänden (3a), Rohfaser (3b) und verdaulicher organischer Substanz (VOS) (3c) von Alpweidepflanzen in Gramm pro Kilogramm Trockensubstanz (g/kg TS); Mittel von zwei Orten; Probenahmen: 1. Termin (früh) Ende Juni bis 1. Juli, 2. Termin (spät) drei bis vier Wochen später

Zwischen den Arten gab es grosse Unterschiede im VOS-Gehalt (Abb. 3). Rätisches Lieschgras und Kammgras lieferten innerhalb der Gruppe der Gräser zur Zeit der ersten Probenahme das am besten verdauliche Futter (lateinische und deutsche Namen siehe Tab. 1). Die Kleearten Weissklee, Alpenklee und Hufeisenklee und verschiedene Kräuter wie Bartglockenblume, Muttern, Eisenhutblättriger Hahnenfuss, Kümmel, und Goldpippau waren

alle ebenfalls gut verdaulich. Borstgras und Bergnelkwurz hatten hingegen zum gleichen Zeitpunkt einen 200 g/kg TS tieferen VOS-Gehalt als die am besten verdaulichen Arten.

Der Rückgang des VOS-Gehaltes zwischen den beiden Probenahmen war je nach Artengruppe unterschiedlich gross. Am deutlichsten war er bei den Gräsern (inklusive Seggen und Hainsimse): durchschnittlich 75 g VOS/kg TS. Das Lebend-



Tab. 1. Nettoenergiegehalt Laktation (NEL) in Megajoule pro Kilogramm Trokkensubstanz (MJ /kg TS) und Rohproteingehalt von Alpweidepflanzen, Ende Juni bis 1. Juli (früh) und drei bis vier Wochen später (Mittel von zwei Orten)

Art deutscher Name	Art	NEL (MJ/kg TS)		Rohprotein (g/kg TS)	
	lateinischer Name	früh	spät	früh	spä
echte Gräser			******	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Rätisches Lieschgras	Phleum rhaeticum	6,5	5,2	106	90
Kammgras	Cynosurus cristatus	6,5	5,0	81	71
Grossrispiger Wiesenschwingel	Festuca prat. megalostachys	6,1	5,6	99	113
Knaulgras	Dactylis glomerata	5,5	4,6	117	67
Lebendgebär. Alpenrispengras	Poa alpina var. vivipara	5,8	5,8	51	75
Alpenrispengras	Poa alpina var. fructifera "	5,3	4,4	69	54
Horst-Rotschwingel	Festuca nigrescens	5,1	4,5	101	59
Borstgras	Nardus stricta	4,7	3,7	108	99
Seggen und Hainsimse		-			
Krummsegge	Carex curvula	5,2	_	1 / 85	_
Horstsegge	Carex sempervirens	4,9	4,3	128	122
Vielblütige Hainsimse	Luzula multiflora	5,0	4,2	80	62
Klee					
Weissklee	Trifolium repens	6,5	6,0	194	194
Alpenklee	Trifolium alpinum	6,4		189	174
Braunklee	Trifolium badium	5,7	5,2	147	151
Thalsklee *	Trifolium thalii	5,5	5,8	161	184
Rotklee	Trifolium pratense	5,5	5,3	143	161
Huleisenklee	Hippocrepis comosa	6,7	6,7	170	198
Alpen-Schotenklee	Lotus alpinus	5,6	5,6	165	167
Alpen-Wundklee *	Anthyllis alpestris	5,3	5,0	123	119
Kräuter					• • • •
Bartglockenblume	Campanula barbata	6,8	6,4	140	99
Muttern	Ligusticum mutellina	6,7	6,1	166	168
Eisenhutblättriger Hahnenfuss	Ranunculus aconitifolius	6,6	6,1	108	114
Kümmel	Carum carvi	6,5	6,0	135	120
Goldpippau	Crepis aurea	6,3	6,1	128	117
Schweizer Löwenzahn	Leontodon helveticus	6,0	5,7	104	93
Rauher Löwenzahn	Leontodon hispidus	5,8	5,8	104	95
Gewöhnlicher Frauenmantel	Alchemilla vulgaris aggr.	5,5	5,9	1104	147
Bergwegerich	Plantago atrata	5,5	5,8	116	101
Alpenwegerich	Plantago alpina	5,3	5,2	113	98
Bergnelkwurz	Geum montanum	4,7	4,5	100	95
Mittel		5,7	5,4	121	117

zum Teil hoher Rohaschegehalt wegen erdiger Verunreinigung

gebärende Alpenrispengras zeigte als einziges Gras während des Sommers keine Veränderung des VOS-Gehaltes. Diese Varietät entwickelt Brutknospen, so dass auch eine ältere Pflanze zu einem grossen Teil aus jungem, gut verdaulichem Gewebe besteht.

Bei den Kleearten und Kräutern nahm der VOS-Gehalt im Mittel deutlich weniger ab: 23 g/kg TS.

Gräser haben einen hohen Zellwandgehalt

Gräser, Seggen und Hainsimse hatten einen doppelt so hohen Gehalt an Zellwandbestandteilen (NDF) wie die Kleearten und die Kräuter (Abb. 3). Zwischen der frühen und der späten Probenahme war der Zuwachs an NDF bei allen Arten gering. Da gleichzeitig der VOS-Gehalt zurückging, nahm wahrscheinlich die Verdaulichkeit der Zellwände ab.

Je nach Futterprobe ist der Rohfasergehalt ein kleiner oder ein grosser Anteil der Zellwände. Bei den Gräsern bestand genau die Hälfte der Zellwandbestandteile aus Rohfaser, bei den Kleearten und den Kräutern zwei Drittel.

Die grossen Unterschiede zwischen Gräsern und Klee im Gehalt an Zellwandbestandteilen und an Rohfaser konnte bereits früher anhand von Pflanzen aus tieferen Lagen gezeigt werden (Schubiger et al. 1997 und 1998a). Weiss- und Rotklee hatten verglichen mit Gräsern in diesen Untersuchungen vor allem weniger Hemizellulose.

Rohprotein- und Energiegehalt

Die Kleearten hatten den höchsten Rohproteingehalt, gefolgt von den Kräutern (Tab. 1). Die Gräser enthielten deutlich weniger Rohprotein. Besonders bemerkenswert war die Zunahme des Rohproteingehaltes des Klees im Verlaufe der Entwicklung, währenddem der Gehalt der meisten anderen Arten abnahm.

Der Gehalt an Nettoenergie Laktation (NEL) wurde mit Hilfe des VOS- und des Rohproteingehaltes berechnet. Die Rangfolge der Arten bezüglich NEL-Gehalt war gleich wie jene beim VOS-Gehalt. Die Unterschiede im Energiegehalt zwischen den Arten waren bereits bei der ersten Probenahme beträchtlich: bis zu 2 MJ/kg TS. Der NEL-Gehalt des Futters einer Alpweide wird somit von der botanischen Zusammensetzung entscheidend beeinflusst.

Klee und Kräuter enthalten viel Kalzium

Die Mineralstoffgehalte der untersuchten Arten werden in der Tabelle 2 angegeben. Es werden nur die Daten der ersten Probenahme präsentiert. Zum Zeitpunkt der zweiten späten Probenahme waren die Phosphorgehalte durchschnittlich 0,2 g/kg TS tiefer als bei der ersten. Die Kaliumgehalte waren 1,0 g/kg TS, die Kalziumgehalte 1,4 g/kg TS und die Magnesiumgehalte 0,3 g/kg TS höher.

Klee und Kräuter enthielten im Mittel viermal mehr Kalzium, doppelt soviel Magnesium und häufig mehr Phosphor als die Gräser. Je nach botanischer Zusammensetzung einer Alpweide hat das Futter folglich einen höheren oder einen tieferen Mineralstoffgehalt.

Vergleich mit tieferen Lagen

Einige der untersuchten Arten (beziehungsweise eng verwandte Arten) wurden während mehrerer Jahre auch in einer tieferen Lage (Zürich-Reckenholz, 440 m ü.M.) auf deren Nährwert geprüft (Schubiger et al. 1997,1998a und 1998b): Knaulgras, Kammgras, Wiesenschwingel (vergleichbar mit Grossrispigem Wiesenschwingel), Rotschwingel (vergleichbar mit Horst-Rotschwingel), Rotklee und Weissklee. Zur Zeit der ersten Probenahme auf den Alpweiden (Ende Juni, Anfang Juli) befand sich das Knaulgras kurz vor dem Stadium «Beginn Rispenschieben». Dieses Stadium erreichte die Knaulgrassorte Baraula im Reckenholz bereits zwischen dem 20. und 25. Mai.

Vergleicht man die Pflanzen zu diesen beiden Zeitpunkten, so hatte das Knaulgras in den Alpen einen um 0,3 MJ und der Rotklee

Tab. 2. Mineralstoffgehalte von Alpweidepflanzen Ende Juni bis 1. Juli in Gramm pro Kilogramm Trockensubstanz (Mittel von zwei Orten)

Art	Phosphor g/kg TS	Kalium g/kg TS	Kalzium g/kg TS	Magnesium g/kg TS	
echte Gräser					
Phleum rhaeticum	2,5	20	2,0	1,5	
Cynosurus cristatus	2,2	19	2,2	1 <i>,</i> 8	
Festuca prat. megalostachys	2,1	30	3,1	1,6	
Dactylis glomerata	2,8	27	2,8	2,1	
Poa alpina var, vivipara	1,4	9	1,3	1,0	
Poa alpina var. fructifera	1,8	11	1,4	1,0	
Festuca nigrescens	1,6	12	3,0	1,5	
Nardus stricta	1,4	10 .	1,5	0,8	
Seggen und Hainsimse					
Carex curvula	1,0	11	3,3	0,9	
Carex sempervirens	1,1	15	3,6	2,3	
Luzula multiflora	1,5	19	2,4	1,5	
Klee					
Trifolium repens	2,6	1 <i>7</i>	16,0	4,4	
Trifolium alpinum	1,7	16	8,5	3,1	
Trifolium badium	2,0	12	17,0	7,7	
Trifolium thalii *	2,2	13	6,8	1 <i>,7</i>	
Trifolium pratense	2,2	1 <i>7</i>	10,4	5,2	
Hippocrepis comosa	1,4	13	19,2	4,0	
Lotus alpinus	1,8	15	13,4	<i>4,</i> 8	
Anthyllis alpestris *	1,2	25	21,1	6,6	
Kräuter					
Campanula barbata	3,8	26	12,1	4,4	
Ligusticum mutellina	3,1	31	9,3	4,2	
Ranunculus aconitifolius	3,2	20	10,2	4,3	
Carum carvi	2,6	32	9,9	3,4	
Crepis aurea	2,8	24	11,3	4,6	
Leontodon helveticus	2,0	21	8,6	3,6	
Leontodon hispidus	1,9	25	10,8	3,6	
Alchemilla vulgaris aggr.	2,2	24	11,2	3,8	
Plantago atrata	1,8	26	14,5	6,1	
Plantago alpina	2,2	26	8,Ó	4,7	
Geum montanum	1,8	19	7,9	4,8	
Mittel	2,0	19	8,2	3,3	

^{*} zum Teil hoher Rohaschegehalt wegen erdiger Verunreinigung

einen um 0,5 MJ/kg TS tieferen NEL-Gehalt. Auf Alpweiden gewachsene Rotschwingel, Wiesenschwingel oder Weissklee hatten aber pro kg TS einen gleichen oder einen bis zu 0,2 MJ, Kammgras sogar einen um 0,8 MJ höheren NEL-Gehalt als die Pflanzen aus dem Reckenholz.

Der Rohproteingehalt der Gräser war auf beiden Höhenstufen gleich. Rot- und Weissklee enthielten auf den Alpweiden 37 g beziehungsweise 26 g weniger Rohprotein pro kg TS als in Zürich-Reckenholz.

Bei der Beurteilung der Unterschiede zwischen den Höhenstufen muss berücksichtigt werden, dass im Reckenholz Zuchtsorten untersucht wurden und im Alpenraum völlig andere Varietäten (zum Beispiel frühreifer Rotklee) vorkommen.

Zu Beginn der Alpnutzung (Ende Juni, Anfang Juli) lieferten die meisten Alpweidepflanzen gut verdauliches Futter. Der Energiegehalt war vergleichbar mit demjenigen von Futter, das Mitte Mai in den Tallagen geschnitten wird. Zu einem späteren Zeitpunkt ist das Futter von Alpweiden schlechter verdaulich. Das Ausmass der Verschlechterung hängt von klimatischen Faktoren und von der botanischen Zusammensetzung ab.

DANK

Die Pflanzen wurden von Raymond Bulliard, Rita Jilien, Gerhard Lieber und Susanne Zuber gesammelt. Bei der Bearbeitung der Proben waren auch Reto Elmer und seine Mitarbeiter vom Plantahof in Landquart behilflich. All diesen Personen danken wir herzlich für ihren grossen Einsatz.

LITERATUR

Dietl W., 1998. Wichtige Pflanzenbestände und Pflanzenarten der Alpweiden, *Agrarforschung* 5 (6), I-VIII.

Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion, Posieux, Schweiz, 1994. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Zollikofen, 328 S.

Goering H.K. and van Soest P.J., 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agricultural Handbook* **379**, 1-20.

Schubiger F.X., Bosshard H.R. und Lehmann J., 1997. Futterwert von Weissklee. Agrarforschung 4 (2), 75-78.

Schubiger F.X., Bosshard H.R. und Lehmann J., 1998a. Futterwert von Rotklee. *Agrarforschung* 5 (4), 181-184.

Schubiger F.X., Bosshard H.R. und Lehmann J., 1998b. Nettoenergiegehalt von Futtergräsern. Agrarforschung 5 (5), 225-228.

Tilley M. and Terry R., 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society* 18, 104-111.

RÉSUMÉ

Valeur nutritive des plantes fourragères des alpages

La valeur nutritive des 30 espèces rencontrées sur des pâturages de montagne a été mesurée. Les échantillons ont été prélevés dans deux lieux à la fin du mois de juin, puis trois à quatre semaines plus tard. Lors du premier prélèvement, la teneur en énergie nette pour la production de lait variait de 4,7 à 6,8 MJ/kg matière sèche (MS) selon les espèces. Au cours de l'été, la teneur en énergie nette des graminées a diminué plus fortement que celle des légumineuses et des autres plantes. Lors du deuxième prélèvement, la teneur en énergie nette variait de 3,7 à 6,5 MJ/kg MS. Les légumineuses et les autres plantes avaient des teneurs en parois cellulaires plus faibles que les graminées. En revanche, leurs teneurs en matière azotée, en calcium et en magnésium étaient plus élevées. La valeur nutritive du fourrage des alpages est donc fortement influencée par la composition botanique.

SUMMARY

Nutritive value of forage plants in alpine pastures

The nutritive value of 30 plant species in alpine pastures was determined. Samples were collected at the beginning of the alpine season and three to four weeks later at two different sites. On the first sampling date the net energy content for lactation of the species was between 4.7 and 6.8 MJ/kg dry matter (DM). Between the two sampling dates the energy content of grass species decreased at a faster rate than that of legumes and herbs. On the second sampling date the energy content ranged from 3.7 to 6.5 MJ/kg DM. Compared with grass species, legumes and herbs showed a lower content of cell walls but a higher content of crude protein, as well as four times the content of calcium and twice the content of magnesium. Therefore the botanical composition of a alpine pasture has c significant influence on the nutritive value of the forage.

KEY WORDS: alpine pastures, digestibility energy content, crude protein, cell wall, minerals