



Futterwert von Rotklee

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

Rotklee enthält mehr Rohprotein und ist zu jedem Zeitpunkt besser verdaulich als Knaulgras. Im Verlaufe der Entwicklung nimmt der Gehalt an Rohprotein und an verdaulicher organischer Substanz bei beiden Arten ab. Rotkleepflanzen haben weniger Zellwände als Knaulgras, aber deren Verdaulichkeit ist schlechter.

Rotklee (*Trifolium pratense* L.) wächst in mässig trockenen bis frischen Wiesen. Man findet ihn sowohl in Pflanzenbeständen des Mittellandes wie auch in den Zentralalpen bis 2600 m ü. M. (Hegi 1964). Rotklee ist ausserordentlich formenreich, wobei es vielfach unmöglich ist, die einzelnen Rassen nach morphologischen Merkmalen sicher abzugrenzen. Aus der Sicht der Landwirtschaft können drei Formen (*var.*) unterschieden werden:

■ Der Wiesenrotklee (*var. spontaneum* Willk.), die Wildform, ist von gedrungem Wuchs, blüht besonders früh, blüht langanhaltend und ist ausdauernd.

■ Der Kultur-Rotklee (*var. sativum* (Crome) Schreber) ist ertragreicher aber kurzlebiger als die Wildform. Die meist nur zweijährigen Sorten des Kultur-Rotklee werden in der Schweiz als **Ackerklee** bezeichnet.

■ Der amerikanische Rotklee (*var. expansum* Hausskn.) unterscheidet sich von den europäischen Rotkleearten durch die starke Behaarung des Stengels. Unter unseren Anbaubedingungen ist er dem Ackerklee meistens unterlegen.

Eine Sonderstellung nimmt der **Schweizer Mattenklee** ein. Er blüht früher als der Ackerklee und ist ausdauernder als dieser. Seine Heimat ist hauptsächlich das voralpine Hügelland. Die Bauernschaft dieser Gegend hat sich seit der Einführung der Klee-Graswirtschaft mit Rotkleeaatgut aus den eigenen Anlagen versorgt. Sie achtete darauf, dass nur Samen von älteren Anlagen geerntet wurden. Dadurch fand bewusst eine Selektion auf Ausdauer statt (Nüesch 1976).

Rotklee spielt eine wichtige Rolle im schweizerischen Futterbau. In den meisten Standardmischungen ist er während des ersten Hauptnutzungsjahres die wichtigste Leguminose (Abb. 1). Vor diesem

Hintergrund untersuchten wir den Futterwert von Rotklee im Vergleich mit dem Knaulgras. Gleichzeitig wurde auch der Weissklee in der Untersuchung berücksichtigt. Die Resultate dieser Kleeart veröffentlichten wir bereits früher (Schubiger *et al.* 1997).

Bestimmung der Inhaltsstoffe

Das Untersuchungsmaterial stammte aus zwei Versuchen in Zürich-Reckenholz: Der erste Versuch wurde 1992, der zweite 1994 angelegt. Die Probenahmen erfolgten jeweils während des ersten und zweiten Hauptnutzungsjahres. Als Vertreter des

Rotklee wurde die Sorte Vanessa, ein tetraploider Mattenklee, ausgewählt. Beim Knaulgras berücksichtigten wir die spätreife Sorte Baraula. Die Pflanzen wuchsen in Reinbeständen auf. Das Knaulgras wurde zu Beginn jedes Aufwuchses mit 50 kg Stickstoff pro ha gedüngt. 1993 bis 1996 entnahmen wir zu verschiedenen Zeitpunkten während des ersten, zweiten und dritten Aufwuchses Proben und trockneten sie bei 60 °C. Pflanzen, welche für die Probenahmen während des zweiten und dritten Aufwuchses vorgesehen waren, wurden Mitte Mai (1. Schnitt) und Mitte Juni (2. Schnitt) geschnitten.

Die Bestimmung des Rohproteingehaltes wurde mittels einer modifizierten Kjeldahl-Methode (nach dem Schwefelsäureaufschluss wurde der N-Gehalt mit einer Fliessinjektionsanalyse gemessen) und diejenige des Rohfasergehaltes mittels der Weender-Analyse vorgenommen. Den Gehalt an verdaulicher organischer Sub-

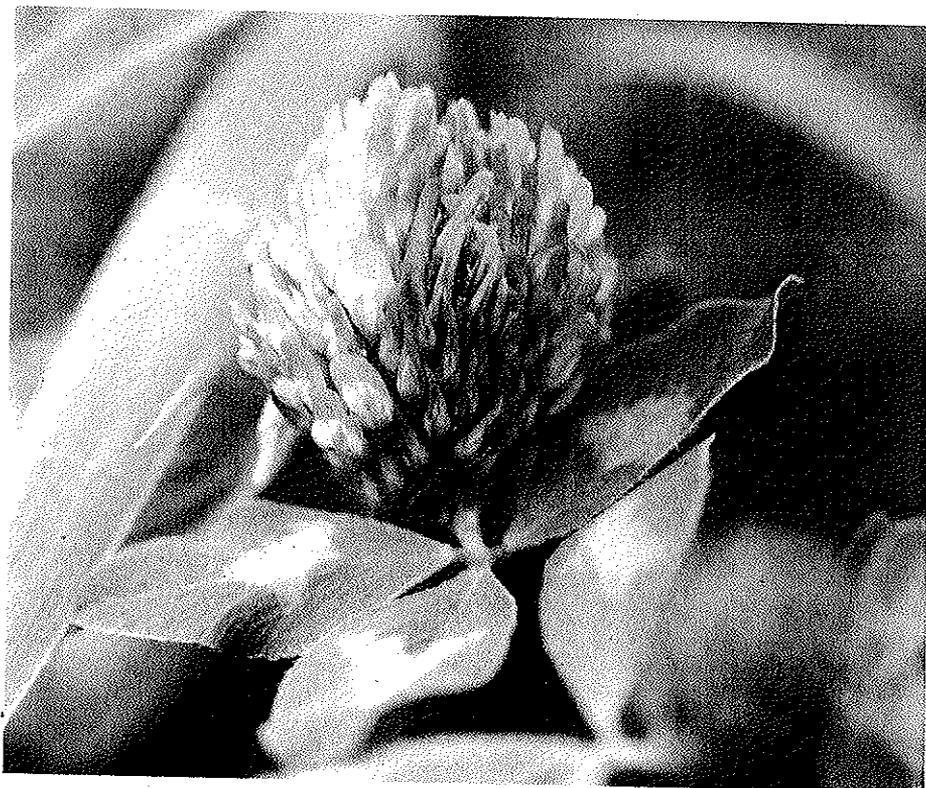


Abb 1. Mattenklee und Ackerklee werden in vielen Klee-Gras-Mischungen eingesetzt. (Foto: G. Brändle, FAL)

stanz (VOS) bestimmten wir mit der Pansensaftmethode nach Tilley und Terry (1963). Um die Verdaulichkeit der Zellwände zu schätzen, wurde die Futterprobe zwei Tage mit Pansensaft inkubiert und der Rückstand anschliessend auf Zellwandbestandteile (= nicht verdaute Zellwände) untersucht (Goering und Van Soest 1970). Ein Teil der Proben der drei Aufwüchse wurde zusätzlich auf den Gehalt an Zellwandbestandteilen untersucht, basierend auf einer von Goering und Van Soest (1970) vorgeschlagenen Methode: Analytisch bestimmt wurde die Gesamtzellwand (NDF), die Lignozellulose (ADF) und das Lignin (ADL). Die Hemizellulose ist die Differenz zwischen Gesamtzellwand und Lignozellulose, die Zellulose die Differenz zwischen Lignozellulose und Lignin.

Der Gehalt an Nettoenergie Laktation (NEL) wurde mit Hilfe des VOS-Gehaltes berechnet (Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion 1994).

Während der Jahre 1996 und 1997 entnahmen wir zum Zeitpunkt des ersten Schnittes aus drei Feldwiederholungen der offiziellen Sortenprüfung für Rotklee je eine Probe. Diese Pflanzenproben wurden gefriergetrocknet und anschliessend auf den Gehalt an Formononetin, ein Stoff mit östrogenen Wirkung, untersucht (Schubiger und Lehmann 1994).

Entwicklungsstadien

Die Rotkleeorte Vanessa bildete während des ersten Aufwuchses erst ab anfangs Juni Blüten. Während des zweiten und dritten Aufwuchses hatten die Rotkleepflanzen vor allem bei der zweiten Probenahme blühende Triebe. Die Knaulgrassorte Baraula erreichte das Weidestadium zwischen dem 7. und 14. Mai, das Entwicklungsstadium «Beginn Rispen-schieben» durchschnittlich beim Probenahmezeitpunkt 21. Mai. Während des zweiten und dritten Aufwuchses wuchs Baraula nur noch vegetativ.

Rotklee enthielt weniger Zellwände...

Die Zusammensetzung der Zellwände von Rotklee und Knaulgras war unterschiedlich (Abb. 2). Rotklee hatte einen höheren Lignin- und einen tieferen Zellulosegehalt als Knaulgras. Der grösste Unterschied bestand im Gehalt an Hemizellulose: Rotklee enthielt im Mittel nur ein Viertel des Gehaltes von Knaulgras. Dies bewirkte,

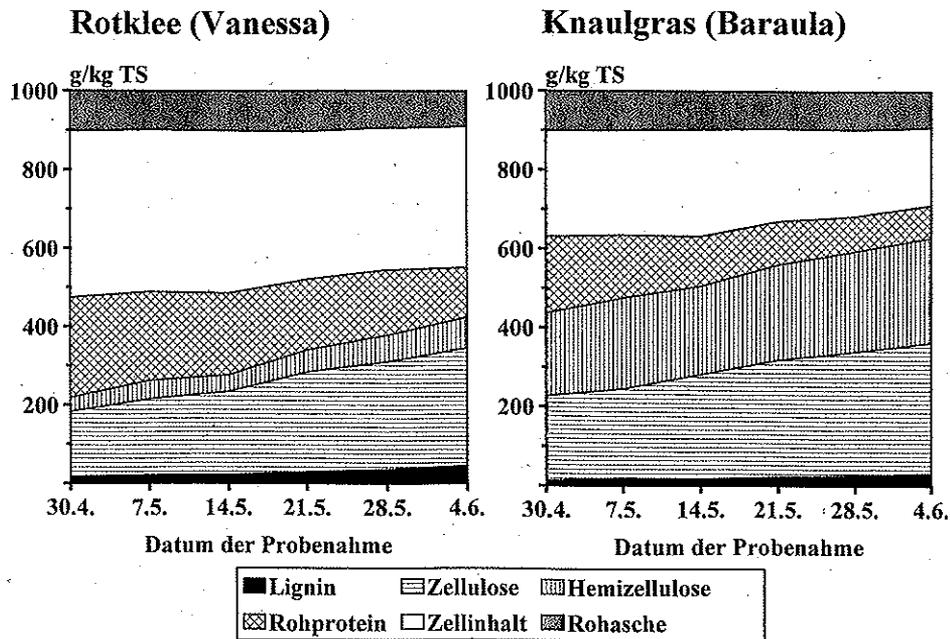


Abb. 2. Die chemische Zusammensetzung von Rotklee (Vanessa) und Knaulgras (Baraula) während des ersten Aufwuchses. Die dargestellten Daten sind Mittelwerte von zwei Jahren. Baraula erreichte das Weidestadium zwischen dem 7. und 14. Mai und das Stadium «Beginn Rispenschieben» durchschnittlich am 21. Mai.

dass der Gesamtzellwandgehalt von Rotklee im Mittel um 40 % tiefer lag als derjenige von Knaulgras.

Im Verlaufe des ersten Aufwuchses nahm der Gehalt an Zellwandbestandteilen, vor allem von Zellulose, bei beiden Arten zu. Zum Zeitpunkt der zweiten Probenahme des zweiten Aufwuchses (35 Tage alte Pflanzen) betrug der Lignin-, Zellulose- beziehungsweise Hemizellulosegehalt bei Rotklee 34, 236 und 66 g/kg TS und bei Knaulgras 21, 284 und 240 g/kg TS. Während des Sommers (dritter Aufwuchs, 35 Tage alte Pflanzen) wiesen die Pflanzen

folgende Gehalte an Zellwandbestandteilen auf: Rotklee 23, 176 und 66 g/kg TS, Knaulgras 19, 256 und 219 g/kg TS.

Im Vergleich mit Weissklee (Schubiger *et al.* 1997) hatte Rotklee einen höheren Zellwandgehalt. Buxton und Hornstein (1986) stellten dies ebenfalls fest. Verantwortlich für diesen Unterschied war das Vorhandensein von Stengeln bei Rotklee, welche deutlich mehr Zellwände als die Blätter enthielten. Futter aus Weissklee hingegen enthielt nur wenige Stengel (Stolonen) und war deshalb arm an Zellwänden.

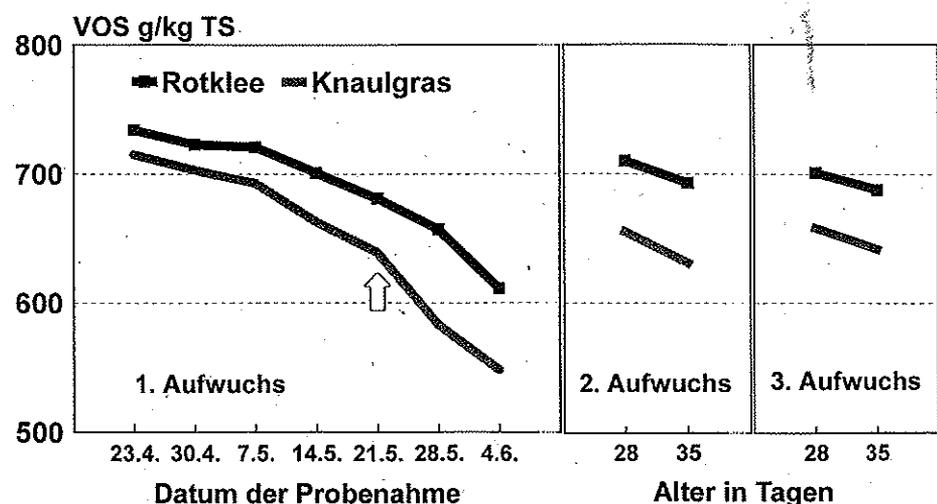


Abb. 3. Gehalt an verdaulicher organischer Substanz (VOS) von Rotklee (Vanessa) und Knaulgras (Baraula) während des ersten, zweiten und dritten Aufwuchses. Die präsentierten Daten sind Mittelwerte von vier Jahren. Der Pfeil bezeichnet den Zeitpunkt «Beginn Rispenschieben» von Knaulgras.

...und war besser verdaulich als Knaulgras

Die löslichen Zellinhaltsstoffe (zum Beispiel Proteine, Fette, Zucker und Stärke) werden sehr schnell und fast vollständig durch die Mikroorganismen im Pansen verdaut. Die Zellwände hingegen werden nur langsam und unvollständig abgebaut. Gehalt und Zusammensetzung der Zellwände beeinflussen deshalb wesentlich die Verdaulichkeit des Futters.

Dementsprechend hatte Rotklee, der immer deutlich weniger Zellwände enthält, zu jedem Zeitpunkt einen höheren Gehalt an verdaulicher organischer Substanz (VOS) als Knaulgras (Abb. 3). Mit zunehmendem Alter der Pflanzen nahm die Verdaulichkeit bei beiden Arten ab, wobei die Abnahme bei Rotklee weniger ausgeprägt war.

Zu Beginn des ersten Aufwuchses waren Rot- und Weissklee gleich gut verdaulich (Schubiger *et al.* 1997). Die Verdaulichkeit von Rotklee nahm im Verlaufe der Entwicklung allerdings ab, währenddem sie bei Weissklee konstant blieb. Während des zweiten und dritten Aufwuchses waren beide Kleearten gleich gut verdaulich. Das Knaulgras wies hingegen eine schlechtere Verdaulichkeit auf.

Rotklee enthielt zu jedem Zeitpunkt einen bedeutend tieferen Rohfasergehalt als Knaulgras (Abb. 4): während des ersten Aufwuchses 75 % des Gehaltes von Knaulgras. Der Rohfasergehalt von Rotklee war zudem tiefer als bei Englischem Raigras, aber höher als bei Weissklee (Schubiger *et al.* 1997).

Tab. 1. Gehalt an Nettoenergie Laktation (NEL) von Rotklee (Vanessa) und von Knaulgras (Baraula) zu verschiedenen Zeitpunkten (NEL wurde mit dem Gehalt an verdaulicher organischer Substanz berechnet). Die Daten sind Mittelwerte von 4 Jahren.

Datum der Probenahme	NEL (MJ / kg TS)	
	Rotklee	Knaulgras
1. Aufwuchs		
23. April	7,0	6,7
30. April	6,8	6,4
7. Mai	6,7	6,2
14. Mai	6,4	5,8
21. Mai	6,0	5,6
28. Mai	5,8	5,0
4. Juni	5,3	4,6
2. Aufwuchs		
11. Juni*	6,4	5,7
18. Juni**	6,1	5,5
3. Aufwuchs		
16. Juli*	6,5	5,8
23. Juli**	6,0	5,6

*28 beziehungsweise **35 Tage altes Futter

Rohfaser g/kg TS

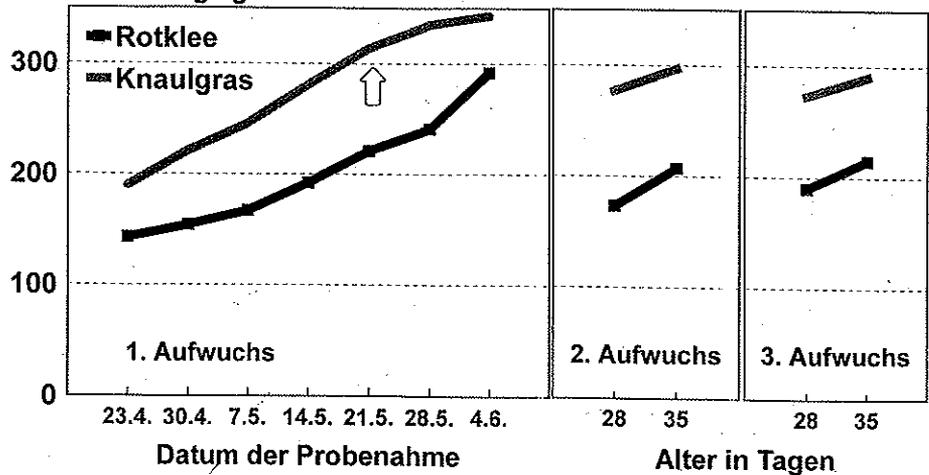


Abb. 4. Gehalt an Rohfaser von Rotklee (Vanessa) und Knaulgras (Baraula) während des ersten, zweiten und dritten Aufwuchses. Die präsentierten Daten sind Mittelwerte von vier Jahren. Der Pfeil bezeichnet den Zeitpunkt «Beginn Ährenschieben» von Knaulgras.

Der Gehalt an Nettoenergie Laktation (NEL), der hauptsächlich vom VOS-Gehalt beeinflusst wird, zeigte während der Untersuchungszeit einen ähnlichen Verlauf wie der VOS-Gehalt (Tab. 1).

Verdaulichkeit der Zellwände

Die Unterschiede im Gehalt an verdaulicher organischer Substanz zwischen Rotklee und Knaulgras waren deutlich zu erkennen. Trotzdem waren diese Unterschiede nicht so gross wie man aufgrund des stark unterschiedlichen Zellwandgehaltes der beiden Arten annehmen musste: Rotklee enthielt ein Drittel weniger Zellwände als Knaulgras. Der VOS-Gehalt der ganzen Pflanze wurde folglich nicht nur durch den Gehalt, sondern auch durch die Verdaulichkeit der Zellwände beziehungsweise die Vernetzung der Zellwandbestandteile untereinander be-

einflusst. Ist eine Zellwand schlechter verdaulich, so trägt sie anteilmässig weniger zum VOS-Gehalt des Futters bei.

Bei Rotklee war dies der Fall. Vor allem junge Rotkleepflanzen hatten schlechter verdauliche Zellwände als diejenigen von Knaulgras (Tab. 2).

Rohproteingehalt

Rotklee enthielt während des ersten Aufwuchses im Mittel 45 %, während des zweiten Aufwuchses 75 % und während des dritten Aufwuchses 66 % mehr Rohprotein als Knaulgras (Abb. 5). Je älter das Futter war, desto tiefer war bei beiden Arten der Gehalt. Der Rohproteingehalt pro Megajoule NEL war bei Rotklee meistens grösser als die empfohlenen 30 Gramm. In der Schweiz, wo Rotklee immer zusammen mit Gräsern angebaut wird, dürfte dieser Eiweissüberschuss des

Tab. 2. Verdaulichkeit der Zellwände von Rotklee (Vanessa), Weissklee (Milkanova), Knaulgras (Baraula: Beginn Rispenschieben 21. Mai) und Englischem Raigras (Bastion: Beginn Ährenschieben 10. Mai) zu verschiedenen Zeitpunkten

Datum der Probenahme	Verdaulichkeit der Zellwände in %			
	Weissklee	Rotklee	Knaulgras	Engl. Raigras
1. Aufwuchs				
30. April	71	48	68	75
7. Mai	61	52	67	61
14. Mai	59	45	62	59
21. Mai	62	36	45	31
28. Mai	-	-	-	-
4. Juni	45	22	33	25
2. Aufwuchs				
18. Juni*	48	35	44	51
3. Aufwuchs				
23. Juli*	47	34	55	58

*35 Tage altes Futter

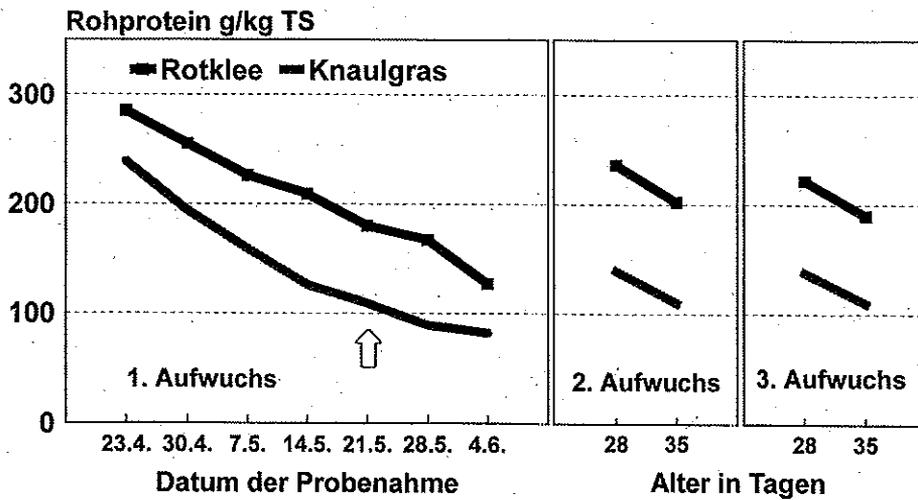


Abb. 5. Gehalt an Rohprotein von Rotklee (*Vanessa*) und Knaulgras (*Baraula*) während des ersten, zweiten und dritten Aufwuchses. Die präsentierten Daten sind Mittelwerte von vier Jahren. Der Pfeil bezeichnet den Zeitpunkt «Beginn Rispschieben» von Knaulgras.

Rotklees kaum Probleme in der Fütterung verursachen.

Pflanzenöstrogene in Rotklee

Rotklee enthält Formononetin, eine Substanz, die beim Vieh wie tierische Östrogene wirkt. Formononetin wurde verschiedentlich mit Fortpflanzungsstörungen bei Schafen und Rindern in Zusammenhang gebracht. In einer früheren Arbeit (Schubiger und Lehmann 1994) konnten wir Sortenunterschiede im Formononetin Gehalt

nachweisen. Diese Resultate wurden in einer neuen Untersuchungsserie bestätigt (Abb. 6). Wiederum hatte die Sorte Formica den tiefsten Gehalt an Formononetin und die tetraploiden in der Regel einen höheren als die diploiden Sorten. Neue Sorten haben eher einen hohen Formononetin Gehalt als alte, sofern sie nicht auf tiefen Gehalt selektiert wurden.

Rotklee und Gras ergänzen sich

Als optimaler Zellwandgehalt des Futters für Milchkühe gilt 300 bis 360 g/kg TS (Buxton und Hornstein 1986). Diese Konzentration wurde von Rotklee allein meistens nicht erreicht. Zusammen mit Gräsern erhält das Futter aber mehr Struktur. Der tiefe Zellwandgehalt von Rotklee beeinflusst die Futteraufnahme positiv: Dank des höheren Gehaltes an Zellinhaltsstoffen wird der Rotklee im Pansen schneller verdaut, dies steigert den Futterverzehr. Um wie viel schneller die organische Substanz des Rotklees im Vergleich mit den Gräsern abgebaut wird, muss in zusätzlichen Versuchen geklärt werden. Der Rohproteingehalt war bei Rotklee oft zu hoch. Im Klee-Gras-Gemenge wird dieser Gehalt aber ebenfalls einen optimalen Wert erreichen. Rotklee ist besser verdaulich als Knaulgras und gegen Ende des ersten Aufwuchses auch besser verdaulich als Englisches Raigras. Rotklee wird folglich die Verdaulichkeit einer Klee-Gras-Mischung in vielen Fällen verbessern.

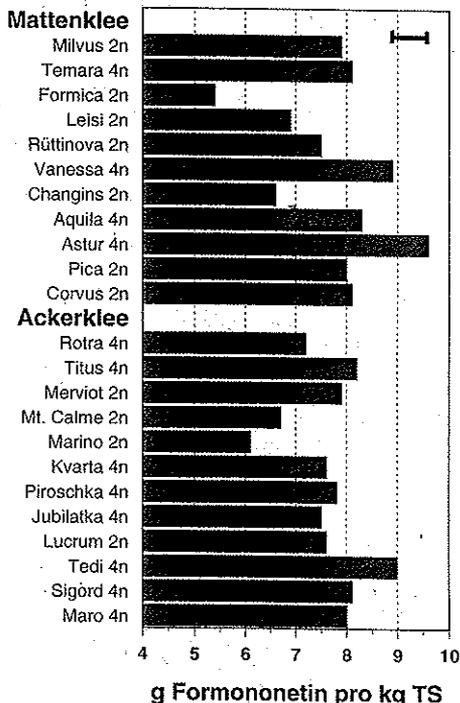


Abb. 6. Gehalt an Formononetin der für den Anbau in der Schweiz empfohlenen Rotklee-sorten während des ersten Aufwuchses (2n = diploide, 4n = tetraploide Sorten). —| = kleinste gesicherte Differenz ($p=0,05$).

LITERATUR

Buxton D.R. and Hornstein J.S., 1986. Cell-wall concentration and components in stratified canopies

of Alfalfa, Birdsfoot Trefoil and Red Clover, *Crop Science* 26, 180-184.

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.

Hegi G., 1964. Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Vol. 4, Part 3: Carl Hanser Verlag München, 1331-1341.

Nüesch B., 1976. Untersuchungen und Beobachtungen an Hofsorten des Schweizer Mattenklees. *Schw. Landw. Forschung* 15, 401-410.

Schubiger F.X. und Lehmann J., 1994. Stoffe mit östrogenen Wirkung in Rotkleearten. *Agrarforschung* 1 (8), 361-363.

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

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 du trèfle violet

Le trèfle violet (*Trifolium pratense* L.) a présenté des teneurs en matière azotée et en matière organique digestible plus élevées que le dactyle (*Dactylis glomerata* L.) lors des trois premières pousses. En cours de maturité, la teneur en matière azotée et en matière organique digestible a diminué chez les deux espèces. La teneur en parois cellulaires était 40 % plus faible chez le trèfle. Cette différence s'explique principalement par la faible quantité d'hémicellulose dans les parois cellulaires du trèfle violet. La teneur en formononetine, dont l'action est oestrogène, variait entre les variétés de 5,4 à 9,6 g/kg MS.

SUMMARY

The nutritive value of red clover

Red clover (*Trifolium pratense* L.) had a higher content of protein and of digestible organic matter than orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) during the first, second and third growth cycles. With advancing maturity, the protein content and the digestibility decreased in both species. Red clover showed approximately 40 % less cell wall content than orchard grass. The principal difference in the cell wall was the small amount of hemicellulose in red clover. The content of formononetin varied between varieties from 5.4 to 9.6 g/kg DM. The formononetin is supposed to be responsible for the oestrogenic effect of red clover.

KEY WORDS: red clover, *Trifolium pratense*, digestibility, cell wall