

*Aus dem Institut für Grünlandlehre und dem Institut für Tierernährung der Technischen Hochschule München in Freising-Weihenstephan*

## **Der Einfluß des Vegetationsstadiums auf den Mineralstoffgehalt von Rotklee (*Trifolium pratense* L.) und Luzerne (*Medicago varia* Mart.)**

M. KIRCHGESSNER, E. PAHL und G. VOIGTLÄNDER

Der Einfluß des Vegetationsstadiums auf den Gehalt an Nähr- und Mineralstoffen von Futterpflanzen, insbesondere von Wiesenheu, wurde schon in zahlreichen Arbeiten eingehend untersucht (siehe hierzu KIRCHGESSNER et al. 1960). Aus den Ergebnissen derartiger Untersuchungen können oft unmittelbare Aussagen über die Versorgung der Tiere mit Mengen- und Spurenelementen gemacht werden (KIRCHGESSNER 1957 a, b und 1963).

Die Futterpflanzen Rotklee und Luzerne bilden in grünlandarmen Ackerbaugebieten einen wesentlichen Bestandteil der Futterration des Rindviehs. Im Gegensatz zu entsprechenden Untersuchungen bei Wiesenfutter, bei denen die Probenahmen sich über eine ganze Vegetationszeit erstreckten, waren diese an Rotklee und Luzerne mehr auf den Zeitabschnitt von kurz vor der Blüte bis zur Hauptblüte beschränkt (MACH und HERRMANN 1934, WÖHLBIER und KIRCHGESSNER 1957, WÖHLBIER et al. 1959, MORRISON 1959, MILLER 1958). Lückenlose Analysen über die Gehalte der einzelnen Mineralstoffe in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium liegen weniger vor. Den Einfluß des Faktors Zeit auf den Mineral- und Nährstoffgehalt in den Futterpflanzen Rotklee und Luzerne vom Beginn der Vegetationsperiode bis zum Stadium der Verholzung und der beginnenden Samenreife genauer zu untersuchen, schien von besonderem Interesse zu sein:

1. Physiologie und Wachstumsverlauf der beiden genannten Arten werden in ihrer Kausalität durch eine bessere Kenntnis des Gehaltes an Mengen- und Spurenelementen erhellt,
2. der Zeitpunkt, zu dem die einzelnen Mineral- und Nährstoffe in optimaler Menge vorliegen und zueinander hinsichtlich der Verfütterung an Wiederkäuer im günstigsten Verhältnis stehen, kann ermittelt werden.

Die vorliegende Untersuchung wurde jedoch nicht durchgeführt, um diesen optimalen Schnittpunkt zu bestimmen. Es galt vielmehr herauszufinden, welche Mineralstoffe bei bestimmten Entwicklungsstadien der Pflanze an Rinder zusätzlich verabreicht werden müssen.

### **Material und Methoden**

Die untersuchten Proben stammen von zwei zwar nicht unmittelbar nebeneinander gelegenen, jedoch meteorologisch und pedologisch gut vergleichbaren Standorten in dem sich westlich von Freising erstreckenden tertiären Hügelland (*Tabelle 1 und 2*).

Der Rotkleebestand (*Trifolium pratense* L.) wurde im Herbst 1963 mit Handelsware in der Nähe von Hohenbachern angesät. Die Luzerneproben stammen aus einem im Jahre 1962 mit der ungarischen Landsorte Szvarvas angesäten Luzernebestand (*Medicago varia* Mart.) der Landessaatzuchtanstalt Weihenstephan. Zu den in den Tabellen 3 und 4 angegebenen Zeitpunkten, d. h. etwa ab dem 7. Tage nach Vegetationsbeginn bis zur beginnenden Samenreife, wurde mit einer Schere jeweils eine Frischprobe von 2000 g geerntet; Unkräuter und anhaftende Erde wurden vor dem Einwiegen und Trocknen entfernt. Die Mineralstoffgehalte wurden nach den chemisch-analytischen Untersuchungsmethoden von OELSCHLÄGER (1956), die Gehalte an Roh Nährstoffen nach den Konventionsanalysen der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten (NEHRING 1951) bestimmt. Die mathematisch-statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe der Regressionsanalyse (Methode/der kleinsten Quadrate)\*. Auf Grund der sich aus den Analyseergebnissen abzeichnenden Tendenz des wahrscheinlichsten Kurvenverlaufs und zusätzlicher sachlogischer Überlegungen wurden die entsprechenden mathematischen Funktionsansätze gewählt. Konnten infolge dieses Vorgehens mehrere verschiedene Funktionen als annähernd gleichwahrscheinlich angegeben werden, dann wurde jeweils die Kurve mit dem höchsten Bestimmtheitsmaß ausgewiesen. Das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  gibt mit 100 multipliziert den jeweiligen Prozentanteil an erklärter Varianz der abhängigen Variablen  $y$  an. Die nicht erklärte Varianz sind Beobachtungsfehler in  $y$  und nicht erfaßte zusätzliche Informationen.

Tabelle 1: *Pedologische Charakterisierung der Versuchsstandorte von Rotklee und Luzerne*

(nach BRUNNACKER 1959-1963 und eigenen Untersuchungen)

	Rotklee	Luzerne
Höhenlage	470 m über N. N.	457 m über N.N.
Geologische Unterlage	Sand der obermiozänen Süßwassermolasse	pleistozäner Lößlehm
Bodentyp	sehr schwach pseudovergleyte Braunerde geringer Basensättigung	schwach pseudovergleyte Braunerde geringer Basensättigung
Bodenart	sandiger Lehm, z. T. über Ton, aus sandig lehmigem, z. T. umgelagertem Tertiärmaterial	sandiger Lehm bis Lößlehm, zeitweilig schwach staunaf
pH-Wert	6,0 (schwach sauer)	6,85 (neutral)
mg in 100 g Boden:		
K <sub>2</sub> O	10	14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6	43
Mg	18,9	8,0

\* Herrn Dr. H. Heiland, Datenverarbeitungsstelle Weihenstephan, danken wir für die Hilfe bei der mathematisch-statistischen Auswertung.

Tabelle 2: Witterungsverlauf und meteorologische Daten für die Versuchsstandorte von Rotklee<sup>1)</sup> und Luzerne<sup>2)</sup> von April bis Juli 1964.

(Deutscher Wetterdienst, Agrarmeteorologische Versuchs- und Beratungsstelle Weihenstephan 1964)

Langjährige Mittel für beide Standorte:  
 Jährliche Niederschläge: 770 mm  
 Niederschläge April bis September: 504 mm  
 mittlere Jahrestemperatur: 7,7° C

	April	Mai	Juni	Juli					
1. Monatsmittel der Lufttemperatur °C:	8,8	13,1	16,7	18,5					
d. h. Abweichung vom langj. Mittel °C:	+1,0	+0,7	+1,0	+1,2					
2. mittlere tägliche Höchsttemperatur °C:	14,0	18,6	22,0	24,8					
3. höchste Temperatur des Monats °C:	24,4 <sup>3)</sup>	26,7	29,1	31,9					
4. mittlere tägliche Tiefsttemperatur °C:	4,0	7,7	11,4	11,2					
5. tiefste Temperatur des Monats °C:	-0,6 <sup>4)</sup>	0,8	5,8	3,5					
6. Zahl der Sommertage (Max. > 25° C):	—	1	9	18					
7. Sonnenscheindauer in Stunden:	168,4	228,4	208,2	323,1					
d. h. Abweichung vom langj. Mittel in Stunden:	-15,6	+3,4	-1,8	+83,1					
8. Globalstrahlung (= Sonnenstrahlung + Himmelsstrahlung in cal/cm <sup>2</sup> ):	10735	14695	14669	17507					
9. relative Luftfeuchte 14 Uhr in %:	57	56	60	46					
10. mittlere Monatstemperatur 14 Uhr °C:	12,8	17,5	20,7	23,8					
11. mittleres Sättigungsdefizit 14 Uhr mm Hg:	4,8	6,6	7,3	12,0					
12. mittl. maximal mögliche Verdunstungsmenge pro Tag in mm (nach EIMERN v., 1960, S. 34):	1,4	2,6	2,9	4,8					
13. Niederschlagssumme in mm:	53,0	166,3	130,2	9,4					
das sind % des normalen langjährigen Monatsmittels:	107	194	127	8					
14. Dauer der längsten Periode mit Niederschlag < 1,0 mm in Tagen:	7	5	6	11					
15. Monatsmittel der Erd- bodentemperaturen unter Gras in °C:	<table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</td> <td>10 cm Tiefe</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</td> <td>50 cm Tiefe</td> </tr> </table>	}	10 cm Tiefe	}	50 cm Tiefe	9,4	15,6	20,0	23,2
}		10 cm Tiefe							
}	50 cm Tiefe								
		7,6	13,5	18,3	20,9				

<sup>1)</sup> Standort Rotklee 470 m über NN, 3000 m westlich  
<sup>2)</sup> Standort Luzerne 457 m über NN, 150 m nördlich  
<sup>3)</sup> am 19. 4.  
<sup>4)</sup> am 10. 4.

der meteorologischen Station  
 48° 24' N, 11° 44' O, 467 m ü. NN

## Ergebnisse und Diskussion

Schnittdaten und chemische Analysenwerte sind in den Tabellen 3 und 4 zusammengefaßt. Die aus diesen Ergebnissen errechneten Regressionen sind in den Abbildungen 1—10 dargestellt.

## 1. Trockenmasse, Rohfaser und Rohprotein

Wie schon in zahlreichen vorausgegangenen Arbeiten zeigte sich auch in der vorliegenden Untersuchung an Rotklee und Luzerne, daß mit fortschreitendem Vegetationsstadium die Gehalte an Rohfaser und Trockenmasse stetig zunehmen, während umgekehrt die Gehalte an Rohprotein und auch an Phosphor laufend geringer werden (Abbildungen 1—3 und Abbildung 6). Die Zunahme des Rohfasergehaltes wird immer kleiner, die des Trockenmassegehaltes jedoch größer. Die ermittelten Werte für Rohfaser, Rohprotein und Trockenmasse sind bei den beiden Arten annähernd gleichläufig, doch weist die Luzerne während der gesamten Vegetationsperiode einen etwas höheren Rohfaser- und Rohproteingehalt auf. Mit beginnender Blüte nähern sich die Gehalte an Rohprotein bereits den tiefsten Werten.

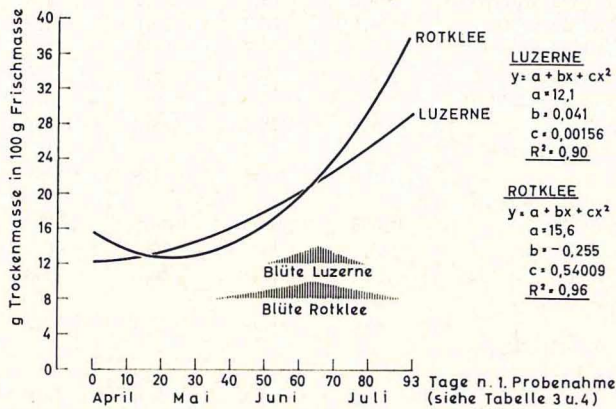


Abbildung 1:  
 Der Einfluß des Vegetationsstadiums auf den Gehalt an Trockenmasse von Rotklee und Luzerne

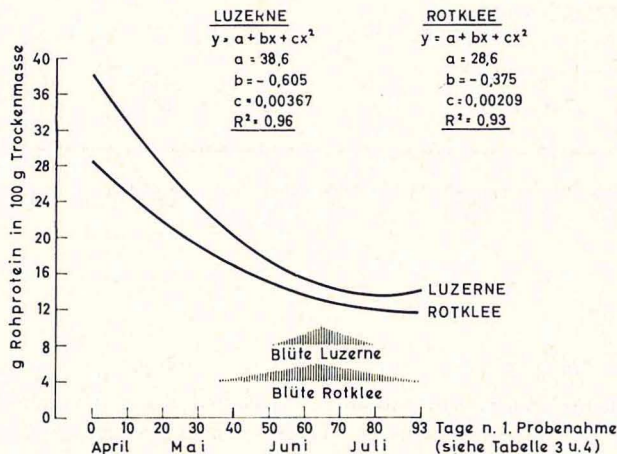


Abbildung 2:  
 Der Einfluß des Vegetationsstadiums auf den Gehalt an Rohprotein von Rotklee und Luzerne

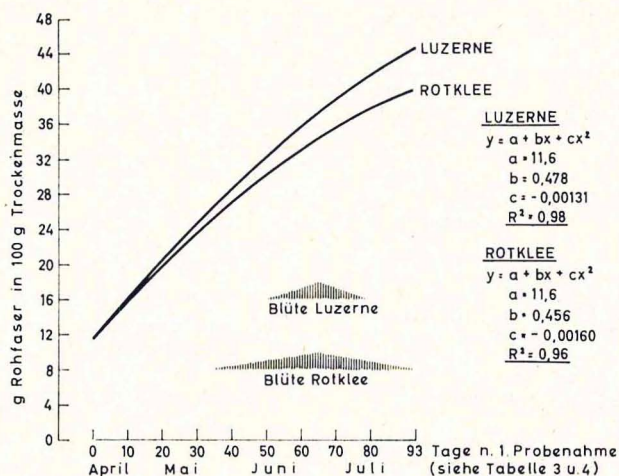


Abbildung 3:  
Der Einfluß des Vegetationsstadiums auf den Gehalt an Rohfaser von Rotklee und Luzerne

Das Ziel wirtschaftlicher Futterproduktion ist die Erzeugung von möglichst viel Grundfutter jedoch mit einer hohen Verdaulichkeit der organischen Substanz. Da diese mit dem zunehmenden Rohfasergehalt sehr schnell schlechter wird, ist ein früher Schnitt zu fordern. Der für die Milchviehfütterung optimale Rohfasergehalt von 18—22 v. H. in der Gesamtration (KIRCHGESSNER et al. 1965) muß dabei nicht besonders beachtet werden, da er bei hohen Anteilen an Rotklee und Luzerne in der Ration sowieso schon sehr früh erreicht wird.

Die Gehaltskurven für Trockenmasse, Rohfaser und Rohprotein entsprechen bei beiden Leguminosen den sich auf die Literatur stützenden Erwartungen. Das Material kann deshalb auch für die Untersuchung des Mineralstoffgehaltes als repräsentativ bezeichnet werden.

## 2. Die Mineralstoffe

Über die Zusammensetzung der Asche von Rotklee und Luzerne sind in der einschlägigen Literatur zahlreiche Angaben zu finden. Für die hier bearbeiteten Elemente sind die Angaben verschiedener Autoren in *Tabelle 5* zusammengestellt. Die Ergebnisse vorliegender Untersuchungen zeigen die *Abbildungen 4—10*. Die im Text angeführten Bedarfswerte gelten für das Rind.

**Calcium:** Die Gehalte an Ca sind in beiden Leguminosen recht unterschiedlich. Der Verlauf der Gehaltskurven zeigt zu Beginn der Entwicklung eine gewisse Parallelität (*Abbildung 5*). Die Gründe für das starke Ansteigen der Calciumwerte in Rotklee mit Beginn der abklingenden Blüte sind nicht bekannt. Der recht bedeutende Unterschied im Gehalt an Ca zwischen Rotklee und Luzerne bis zu diesem Stadium wurde zum Teil auch von WÖHLBIER et al. (1959) festgestellt, und findet eine weitere Bestätigung in den Beobachtungen von ILJIN (1933) und KIRCHGESSNER et al. (1960). Die Autoren fanden, daß verschiedene Pflanzenarten des gleichen Standorts variierende Calciumwerte aufweisen können. Die statistischen Auswer-

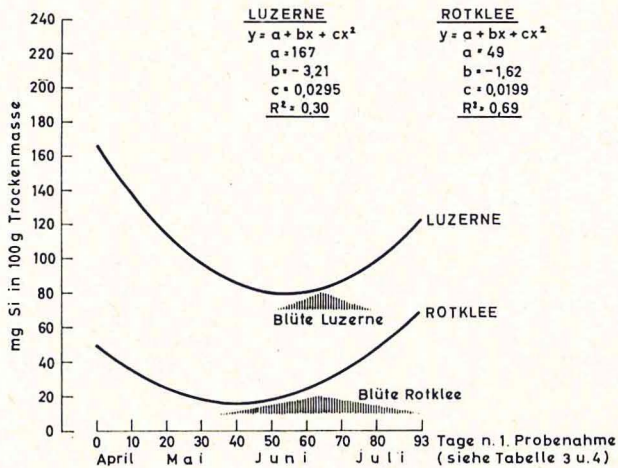


Abbildung 4:  
Der Einfluß des Vegetationsstadiums auf den Si-Gehalt von Rotklee und Luzerne

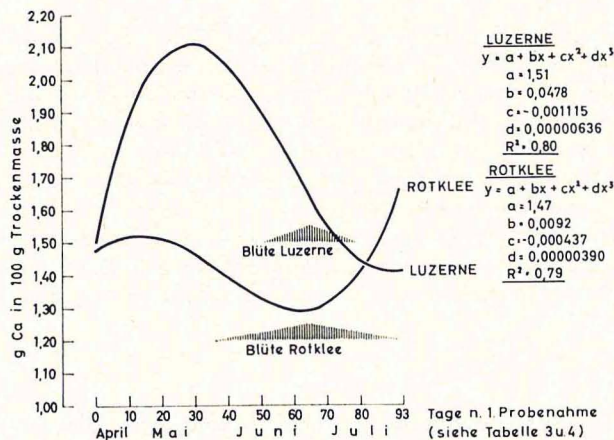


Abbildung 5:  
Der Einfluß des Vegetationsstadiums auf den Ca-Gehalt von Rotklee und Luzerne

tungen einer großen Anzahl von Proben durch MILLER (1958) und MORRISON (1959) lassen ähnlich verlaufende Veränderungen des Ca-Gehaltes in Abhängigkeit vom Entwicklungszustand von Rotklee und Luzerne erkennen (Tabelle 5).

Wie bei allen Leguminosen, so ist auch bei Rotklee und Luzerne der Ca-Gehalt sehr hoch und beträgt etwa das drei- bis vierfache des Gehaltes der Gramineen (WÖHLBIER und KIRCHGESSNER 1957). Auf jeden Fall liegt er immer beträchtlich über dem Bedarf der für das Rind mit 0,4—0,6 g Ca je 100 g Futtertrockensubstanz anzusetzen ist.

**Phosphor:** Die Phosphorgehalte zeigen bei Rotklee und Luzerne einen gleichgerichteten Verlauf, wenn auch die Luzerne an P stets höhere Werte aufweist

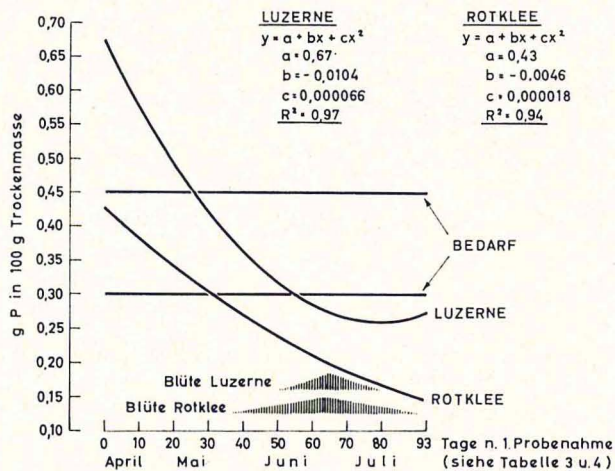


Abbildung 6:  
 Der Einfluß des  
 Vegetationsstadiums  
 auf den P-Gehalt  
 von  
 Rotklee und Luzerne

(Abbildung 6). Wenn im vorliegenden Fall auch der unterschiedliche P-Gehalt des Bodens der beiden Standorte von Einfluß ist, so dürfte dies jedoch eher auf artspezifische Eigenschaften zurückzuführen sein. Die Kurve zeigt, in Übereinstimmung mit Ergebnissen von BAUMEISTER (1958), daß die Aufnahme von Phosphor durch die Pflanze der Trockensubstanzbildung voraussetzt.

Vergleicht man die Ergebnisse in Abbildung 6 mit Werten bei praxisüblichen Schnittzeitpunkten (siehe auch Tabelle 5), dann zeigt sich sofort, daß die Mehrzahl aller Schnitte erst dann erfolgt, wenn P in ernährungsphysiologischer Hinsicht schon längst in ungenügender Menge vorhanden ist. Der Bedarf von 0,30—0,45 g P je 100 g Futtertrockensubstanz dürfte deshalb in der praktischen Tierernährung durch wirtschaftseigene Futtermittel nie gedeckt werden. Eine P-haltige Mineralstoffmischung ist also dem Tier stets zu verabreichen. Dies gilt für späte Schnitte noch stärker, da mit zunehmendem Alter der Luzerne und des Rotklee das Ca:P-Verhältnis weiter und dadurch die dem Tier verfügbare P-Menge noch geringer wird.

**M a g n e s i u m :** Die Gehalte an Mg sind in Rotklee und Luzerne recht unterschiedlich; der Verlauf der Gehaltskurven läßt bei diesem Element jegliche Parallelität vermissen (Abbildung 7). Die Mg-Kurve in Luzerne zeigt etwa die gleiche Tendenz wie die P-Kurve, was auf die engen physiologischen Beziehungen zwischen diesen beiden Elementen hinweist (SCHEFFER und WELTE 1955). Der höhere Gehalt des Rotklee an Mg dürfte ebenfalls artspezifisch (Tabelle 5) und nicht unbedingt auf die bessere Mg-Versorgung des Standortes zurückzuführen sein. Die Gründe für das erneute Ansteigen nach der Blüte sind unbekannt. Auch die DLG-Tabelle (1960) zeigt hohe Mg-Werte des Rotklee am Ende der generativen Phase. Aus Tabelle 5 ist ersichtlich, daß Mg in Rotklee höhere Werte, aber auch größere Schwankungen aufweist als in Luzerne.

In Analogie zum Ca-Gehalt der Leguminosen beträgt auch der Mg-Gehalt das 3—4fache des Gehaltes der Gramineen (WÖHLBIER und KIRCHGESSNER 1957). Auch

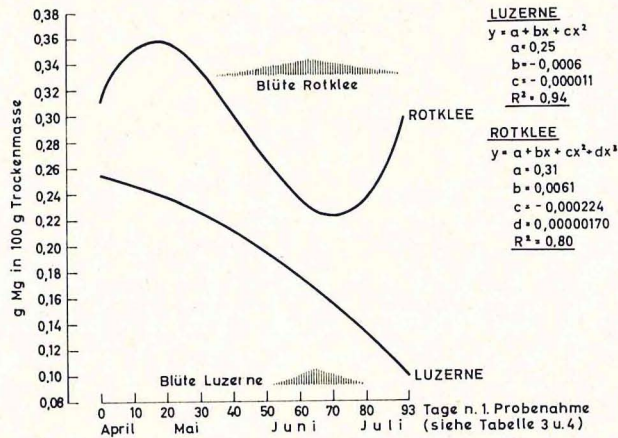


Abbildung 7:  
 Der Einfluß des Vegetationsstadiums auf den Mg-Gehalt von Rotklee und Luzerne

bei Magnesium wird der Bedarf von 0,2—0,3 g Mg je 100 g Futtertrockensubstanz meistens ungedeckt bleiben, so daß auch Mg in der Mehrzahl der Fälle zugefüttert werden muß.

**Erdalkalität:** Der Verlauf der Erdalkalitätskurve (Abbildung 8) resultiert aus den Ca-, P- und Mg-Werten und ist nach KIRCHGESSNER (1955) berechnet. Besonders die hohen Ca-Werte bedingen die um ein vielfaches über dem Optimum (10—20 mg Äquivalente pro 100 g Futtertrockensubstanz) liegende Erdalkalität. Die Erdalkalitätskurven spiegeln durch den hohen Ca-Gehalt den Verlauf der Ca-Kurven wieder, was die Notwendigkeit einer P-Zufütterung an das Rind nur noch mehr unterstreicht.

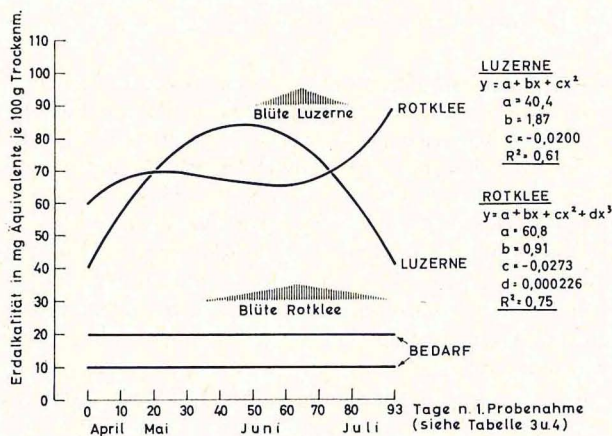


Abbildung 8:  
 Der Einfluß des Vegetationsstadiums auf die Erdalkalität von Rotklee und Luzerne



Natrium: Der Natriumgehalt (Abbildung 9) zeigt wie bei vielen anderen Pflanzen auch für Rotklee und Luzerne einen ungewöhnlich großen Schwankungsbereich (Tab. 3, 4, 5; vergl. BERTRAND und PERIETZEANU 1927, BERTRAND und ROSENBLATT 1928 und 1930, WÖHLBIER et al. 1959, KIRCHGESSNER et al. 1960). Die Ursachen dafür liegen einmal in der etwas zweifelhaften physiologischen Bedeutung dieses Elements für die Pflanze (BAUMEISTER 1960, BAUMEISTER und SCHMIDT 1962), die trotz zahlreicher pflanzenphysiologischer Untersuchungen nicht hinreichend bekannt ist. Zum anderen sind sie auch auf die früheren, mit einigen Mängeln behaftet gewesenen chemischen Analysemethoden zurückzuführen.

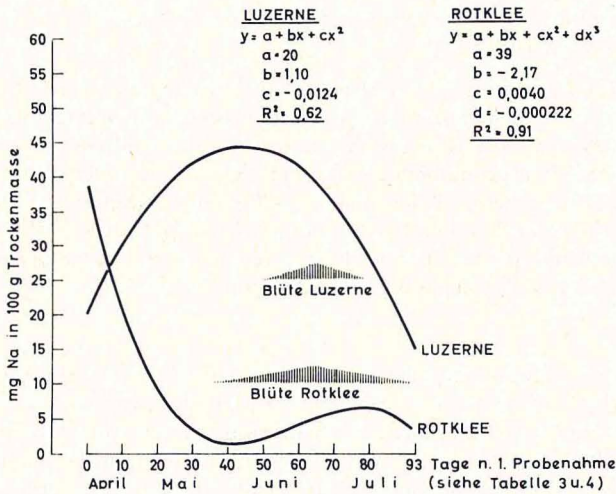


Abbildung 9:  
 Der Einfluß des Vegetationsstadiums auf den Na-Gehalt von Rotklee und Luzerne

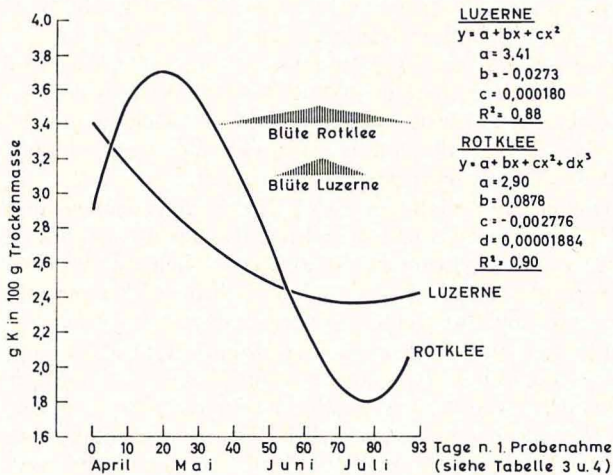


Abbildung 10:  
 Der Einfluß des Vegetationsstadiums auf den K-Gehalt von Rotklee und Luzerne

Der Bedarf wird mit 0,2 g Na je 100 g Futterrockensubstanz angesetzt. Natrium ist also stets zu wenig in den Pflanzen enthalten und muß zugefüttert werden (Viehsalz), wobei sich die Notwendigkeit der Beifütterung von Na auch aus dem hohen K-Gehalt ergibt.

**Kalium:** Die Gehaltskurven von Kalium sind in ihrem Verlauf recht verschieden (*Abbildung 10*). Wie bei Luzerne läßt der Verlauf des K-Gehaltes in Rotklee eine mit fortschreitendem Vegetationsstadium abnehmende Tendenz erkennen. Die Aufnahme von Kalium eilt ähnlich wie jene des Phosphors der Trockensubstanzbildung voraus (BAUMEISTER 1958). Auch in diesen Versuchen nahm in Übereinstimmung mit Ergebnissen von GÜTTLER (1941) der Kaliumgehalt nicht so stark ab wie der Phosphorgehalt. Der Anteil des K an der Pflanzenasche ist bei Rotklee und Luzerne (Tabelle 5) wie bei der Mehrzahl der Pflanzen sehr hoch, wobei Gramineen und Leguminosen in etwa dieselben Werte aufweisen (WÖHLBIER und KIRCHGESSNER 1957).

**Silicium:** Luzerne enthält bei der vorliegenden Untersuchung stets mehr Si als Rotklee (*Abbildung 4*). Die Schwankungen des Si-Gehaltes sind beträchtlich, wenn auch die absoluten Werte recht gering sind (Tabelle 3, 4, 5). Silicium zeigt in Luzerne einen etwas schwachen gesetzmäßigen Verlauf ( $R^2 = 0,30$ ). Der Gehalt in Leguminosen ist sehr gering gegenüber den hohen Si-Werten in Gramineen, bei denen das Mittel 0,85 v. H. der Trockenmasse beträgt (WÖHLBIER und KIRCHGESSNER 1957). Aus dem Blickfeld der Tierernährung gesehen, ist dem geringen Gehalt an Si in Rotklee und Luzerne keine Bedeutung beizumessen.

### Zusammenfassung

Der Einfluß des Vegetationsstadiums auf den Nährstoff- und Mineralstoffgehalt der Futterpflanzen Rotklee und Luzerne wurde vom Beginn des Wachstums bis zum Stadium der Verholzung und beginnenden Samenreife untersucht. Hierzu wurden in zeitlichem Abstand von durchschnittlich 4—5 Tagen aus zwei Beständen gut vergleichbarer Standorte Proben genommen und analysiert. Aus den Ergebnissen wurden mit Hilfe der Regressionsanalyse die wahrscheinlichsten Veränderungen des Gehaltes an Trockenmasse, Rohprotein, Rohfaser, Ca, P, Mg, Na, K, Si und der Erdalkalität in den beiden Pflanzenarten berechnet.

Die Gehalte an Trockenmasse, Rohprotein und Rohfaser wichen in Rotklee und Luzerne wenig voneinander ab. Trockenmasse und Rohfaser nahmen stetig zu, Rohprotein dagegen stetig ab. Luzerne zeigte durchwegs höhere Gehalte (in der Trockenmasse) an Ca, P, Na und Si als Rotklee, während die Mg-Werte von Rotklee stets, die K-Werte meist über denen von Luzerne lagen.

In beiden Pflanzenarten nahmen die Gehalte an P, Mg und K mit zunehmendem Vegetationsstadium ab. Die Gehalte an Ca und Na stiegen in Luzerne zunächst an und fielen dann ab. Rotklee zeigte einen abnehmenden Na-Gehalt, ließ aber für Ca keine eindeutige Aussage zu. Der Si-Gehalt wurde in beiden Pflanzenarten im Laufe der Vegetationsperiode zunächst geringer und nahm dann wieder zu.

Beim Vergleich der Mineralstoffgehalte von Rotklee und Luzerne zu praxisüblichen Schnittzeiten mit dem Bedarf des Rindes ließ sich für P und Na stets, für Mg in der Mehrzahl der Fälle eine zusätzliche Verabreichung ableiten. Der Ca- und K-Bedarf wird durch Rotklee und Luzerne immer gedeckt. Dem geringen Si-Gehalt beider Leguminosen ist von der Rinderernährung her keine Bedeutung beizumessen.

Tabelle 3: Die Gehalte des Rotklees an Mengenelementen und an einigen Nährstoffen in Abhängigkeit vom Vegetationsstadium (April—Juli 1964)

n Tage nach 1. Probenahme	Datum	Wuchshöhe cm	Trm. in % d. Frm.	100 g Trockenmasse enthalten:									Bemerkungen
				g Rohfaser	g Rohprotein	EA mg Äquiv.	g Ca	g Mg	g P	g K	mgNa	mgSi	
0	27. 4.	8	17,8	12,7	25,4	59	1,41	0,31	0,38	2,88	46	63	
3	30. 4.	8—10	14,6	14,3	26,3	63	1,49	0,33	0,40	3,25	35	60	25 % Stengelanteil
7	4. 5.	15	15,0	14,5	26,6	66	1,55	0,33	0,39	3,25	19	36	33 % Stengelanteil
10	7. 5.	18	13,8	14,9	27,6	66	1,57	0,33	0,40	3,46	18	32	
14	11. 5.	25	13,4	14,7	24,8	67	1,49	0,34	0,37	3,39	10	17	39 % Stengelanteil
17	14. 5.	30	10,1	17,7	26,0	72	1,57	0,39	0,39	3,92	10	15	
22	19. 5.	40	10,8	20,4	21,8	74	1,56	0,39	0,36	4,00	8	15	62 % Stengelanteil
25	22. 5.	50	11,2	23,2	20,8	80	1,58	0,40	0,34	3,24	10	20	
29	26. 5.	55	11,8	22,8	19,9	70	1,48	0,34	0,32	3,97	4	16	Beginn des Knospenansatzes
32	29. 5.	65	11,6	27,7	16,7	61	1,36	0,30	0,33	3,87	3	12	67 % Stengelanteil
36	2. 6.	75	13,4	27,4	16,9	65	1,34	0,31	0,28	3,31	4	15	vereinzelte Blüten
39	5. 6.	85	16,4	26,7	15,5	66	1,34	0,29	0,26	2,91	5	10	Blühbeginn
44	10. 6.	85	17,6	29,8	15,0	67	1,36	0,28	0,25	2,72	6	16	
52	18. 6.	85	18,9	29,2	15,2	64	1,31	0,23	0,21	2,56	2	30	
58	24. 6.	90	20,4	29,5	15,4	67	1,32	0,23	0,18	2,26	2	35	
65	1. 7.	90—100	20,7	37,4	12,5	68	1,33	0,23	0,18	2,09	2	51	
72	8. 7.	100	23,6	36,4	11,3	73	1,37	0,26	0,18	1,90	4	28	
79	15. 7.	100	29,2	36,1	11,8	73	1,38	0,25	0,17	2,01	5	45	
86	22. 7.	100	33,2	39,4	12,4	82	1,54	0,26	0,17	2,02	7	58	
92	28. 7.	100	38,2	40,2	12,2	88	1,64	0,28	0,17	1,97	5	57	

Tabelle 4: Die Gehalte der Luzerne an Mengenelementen und an einigen Nährstoffen in Abhängigkeit vom Vegetationsstadium (April—Juli 1964)

n Tage nach 1. Pro- benahme	Datum	Wuchs- höhe cm	Trm.in % d. Frm.	100 g Trockenmasse enthalten:									Bemerkungen
				g Roh- faser	g Roh- protein	EA mg Äquiv.	g Ca	g Mg	g P	g K	mgNa	mgSi	
0	20. 4.	15—18	13,6	12,5	39,8	25	1,52	0,24	0,73	3,42	22	216	
3	23. 4.	22—25	11,8	14,4	38,3	32	1,54	0,24	0,67	3,51	23	195	
7	27. 4.	25	13,8	14,1	33,7	50	1,75	0,24	0,59	3,05	21	113	
10	30. 4.	30	11,5	15,3	33,4	61	1,92	0,26	0,58	3,24	32	155	
14	4. 5.	40	13,5	16,1	30,6	76	2,08	0,25	0,50	2,93	33	77	56 % Stengelanteil
17	7. 5.	45	13,4	18,0	29,3	82	2,16	0,26	0,49	2,96	33	72	
21	11. 5.	55	14,4	19,0	26,6	76	2,00	0,24	0,45	2,84	31	91	56 % Stengelanteil
24	14. 5.	60	10,5	22,4	26,6	78	2,06	0,24	0,46	2,95	42	119	
29	19. 5.	70	13,5	26,9	21,9	92	2,28	0,24	0,42	2,88	41	67	56 % Stengelanteil
32	22. 5.	80	13,9	27,4	22,0	77	1,96	0,22	0,41	2,70	39	120	
36	26. 5.	90	16,0	28,9	19,9	93	2,21	0,22	0,37	2,56	62	45	
39	29. 5.	100	16,0	28,9	19,1	83	2,02	0,22	0,37	2,51	52	129	Knospenansatz ab 2. 6.
51	10. 6.	110	19,7	34,3	17,6	56	1,51	0,16	0,34	2,83	35	69	vereinzelt Blühbeginn
59	18. 6.	110	21,8	33,6	17,8	73	1,80	0,17	0,32	2,36	46	169	
65	24. 6.	115	21,8	37,1	15,6	74	1,76	0,15	0,27	2,36	29	67	
72	1. 7.	110	20,8	35,8	18,0	65	1,65	0,15	0,31	2,43	25	135	
79	8. 7.	110	25,7	40,8	14,7	58	1,48	0,13	0,27	2,16	34	54	nur noch einzelne Blüten
86	15. 7.	110	31,0	43,8	12,0	59	1,45	0,12	0,24	2,42	24	84	} untere Stengelteile zum größten Teil vertrocknet (80 %)
93	22. 7.	110	25,9	46,1	11,7	52	1,34	0,11	0,25	2,48	18	125	

Tabelle 5: Angaben aus der Literatur über Gehalte von Rotklee und Luzerne an Mengenelementen und an einigen Nährstoffen. 100 g Trockenmasse enthalten jeweils die angegebene Menge.

	Trm. g	Roh- prot. g	Rohf. g	Ca g	P g	Mg g	EA mg Äquiv.	K g	Na mg	Si mg	Autor
<b>Rotklee:</b>											
volle Blüte				1,68	0,25	0,40	94	2,12	22	90	WÖHLBIER et al. 1959
Mittelwert		16,2	26,4	1,30	0,26	0,41	73	2,21	8	20	WÖHLBIER u. KIRCHGESSNER 1957
Mittelwert	21,3	17,8	27,2	1,72	0,27	0,48	99	2,29	650	393	MACH u. HERRMANN 1934
Mittelwert	24,5	16,3	26,5	1,67	0,24			2,33			MORRISON 1959
Mittelwert	23,6	18,2	24,2	1,76	0,29	0,45	97	2,10			MILLER 1958
Mittelwert vor der Blüte	18,4	27,0	14,5	1,60	0,25	0,40	88	1,90	60	190	STRIGEL 1912
beginnende Blüte	19,6	21,1	19,0	2,63	0,36	0,53	140	2,32			MILLER 1958
volle Blüte	27,7	14,9	29,6	1,01	0,27	0,51	66	1,96			MILLER 1958
in der Blüte	27,3	15,0	28,2	1,76	0,33			1,98			MORRISON 1959
<b>Luzerne:</b>											
Beginn der Blüte				2,05	0,29	0,27	96	2,21	110	120	WÖHLBIER et al. 1959
Mittelwert	19,2	18,4	32,3	1,52	0,33	0,25	64	2,60	840	271	MACH u. HERRMANN 1934
Mittelwert	24,4	18,9	27,5	1,64	0,25			2,17			MORRISON 1959
Mittelwert	27,2	19,3	27,4	1,72	0,31	0,27	78	2,03			MILLER 1958
Mittelwert in der Knospe				1,91	0,37	0,25	80	2,32	150	250	STRIGEL 1912
vor der Blüte	19,2	19,1	28,7	1,89	0,27	0,33		3,13	40		ANKE et al. 1962
Beginn der Blüte	25,8	24,5	21,0	2,33	0,40	0,22	96	2,23			MILLER 1958
halbe Blüte	25,2	19,3	27,3	2,30	0,31			1,92			MILLER 1958
volle Blüte	25,6	17,8	30,9	2,01	0,28	0,25	94	1,95			MILLER 1958
nach der Blüte	25,3	16,9	31,7	1,53	0,27	0,27	72	2,13			MILLER 1958
sehr jung	29,6	12,0	40,1	1,23	0,20			1,91			MILLER 1958
vor der Blüte	18,0	26,1	17,2								MORRISON 1959
Beginn der Blüte	19,9	22,1	23,6	2,26	0,35			2,36			MORRISON 1959
halbe-volle Blüte	22,5	20,4	25,8	2,36	0,31			1,91			MORRISON 1959
nach der Blüte	25,3	18,2	28,4	2,02	0,28			2,17			MORRISON 1959
	29,3	12,3	40,6	1,23	0,20			1,91			MORRISON 1959

## Summary

*The influence of the stage of vegetative growth on the mineral contents of Red Clover (Trifolium pratense L.) and Lucerne (Medicago varia Martyn)*

The influence of the stage of vegetative growth on the contents of nutrients and minerals of the fodder plants Red Clover and Lucerne was investigated from the commencement of growth up to the stage of lignification and the start of seed ripening. For this purpose samples were taken at average intervalls of 4 or 5 days from two stands in closely comparable habitats, and analysed. The most probable changes in the contents of dry matter, crude protein, crude fibre, Ca, P, Mg, Na, K, Si and of (bivalent) alkaline earths were calculated in the two species with the aid of analysis of regression from the results obtained.

The contents of dry matter, crude protein and crude fibre in the Red Clover and Lucerne differed only a little from one another. Dry matter and crude fibre increased continually, crude protein, on the other hand, continually decreased. Lucerne throughout showed higher contents (in the dry matter) of Ca, P, Na and Si than Clover, whilst the Mg values of Red Clover were always above those of Lucerne and the K values mostly so.

In both kinds of plants the contents of P, Mg and K decreased with advance in the stage of vegetative growth. The contents of Ca and Na increased at first in Lucerne and then fell. Red Clover showed a diminishing Na content, but did not permit a clear statement to be made for Ca. In both kinds of plant the Si content at first became smaller in the course of the period of growth and later increased again.

It can be deduced from a comparison of the contents of inorganic nutrients of Red Clover and Lucerne at the usual times of cutting with the requirements of the cattle that an additional application is always indicated for P and Na and in the majority of cases for Mg. The C and K requirements are always covered by Red Clover and Lucerne. No importance is attached to the low Si content in both legumes as regards the nourishment of the cattle.

## Résumé

*Influence du stade de végétation sur la teneur en matières nutritives et en minéraux du trèfle violet (Trifolium pratense L.) et de la luzerne (Medicago varia Mart.)*

L'influence du stade de végétation sur la teneur du trèfle violet et de la luzerne en matières nutritives et en minéraux a fait l'objet de recherches allant du début de la croissance au stade de la lignification et du début de la maturité des semences. A cet effet, des échantillons de fourrage ont été prélevés pour l'analyse à des intervalles d'en moyenne 4 à 5 jours dans deux cultures se trouvant en des endroits et des conditions aisément comparables. Les modifications les plus probables de la teneur en matière sèche, matières azotées totales, cellulose brute, Ca, P, Mg, Na, K, Si ainsi qu'en métaux alcalino-terreux (bivalents) ont été calculées d'après les résultats obtenus pour les deux espèces de plantes fourragères, à l'aide de la méthode d'analyse régressive.

Les teneurs en matière sèche, matières azotées totales et cellulose brute ont peu différencié entre le trèfle violet et la luzerne. La teneur en matière sèche et en cellulose brute s'est accrue en cours d'évolution alors que la teneur en matières azotées totales a subi une régression.

La luzerne a en général accusé de plus fortes teneurs que le trèfle violet en Ca, P, Na et Si (dans la matière sèche) alors que les valeurs Mg du trèfle violet ont toujours été supérieures à celles qu'a données la luzerne et les valeurs K du trèfle plus élevées dans la plupart des cas.

Dans les deux espèces de plantes fourragères, les teneurs en P, Mg et K ont diminué à mesure que l'on passait à un stade de végétation plus avancé. Les teneurs en Ca et Na ont tout d'abord augmenté dans la luzerne, puis ont régressé. Le trèfle violet a accusé une diminution de la teneur en Na; les données dont on dispose sur la teneur en Ca ne permettent pas de tirer d'indications valables. Au cours de la période de végétation, la teneur en Si a tout d'abord régressé dans les deux espèces avant de s'accroître à nouveau.

En comparant aux besoins des bovins les teneurs en minéraux du trèfle violet et de la luzerne aux époques où ces fourrages sont habituellement récoltés, on a constaté qu'un complément minéral était toujours nécessaire pour P et Na et l'a été dans la majorité des cas pour l'élément Mg. Les besoins de Ca et K sont toujours satisfaits en plein par le trèfle violet et la luzerne. Il n'y a pas lieu d'accorder d'importance, du point de vue de l'alimentation des bovins, à la teneur minime des deux légumineuses en Si.

## Literatur

1. ANKE, M., K. SASUM, Ü. OLL, B. GRAUPE, 1962: Arch. Tierernährung, 12, 93. —
2. BAUMEISTER, W., 1958: in Handbuch der Pflanzenphysiologie, Band IV, S. 5, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg. —
3. BAUMEISTER, W., 1960: Das Natrium als Pflanzennährstoff, Fischer-Verlag, Stuttgart. —
4. BAUMEISTER, W., L. SCHMIDT, 1962: Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen, Nr. 1086, Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen. —
5. BERTRAND, G., J. PERIETZANU, 1927, in BAUMEISTER, W., 1958: Handbuch der Pflanzenphysiologie, Band IV, S. 5, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg. —
6. BERTRAND, G., M. ROSENBLATT, 1928, in BAUMEISTER, W., 1958: Handbuch der Pflanzenphysiologie, Band IV, S. 5, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg. —
7. BERTRAND, G., M. ROSENBLATT, 1930, in BAUMEISTER, W., 1958: Handbuch der Pflanzenphysiologie, Band IV, S. 5, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg. —
8. BRUNNACKER, K., 1959: Geologische Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 7636, Freising Süd mit Erläuterungen, Verlag Bayer. Geolog. Landesamt, München. —
9. BRUNNACKER, K., 1960: Bodenkarte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 7636 Freising Süd mit Erläuterungen, Verlag Bayer. Geolog. Landesamt, München. —
10. BRUNNACKER, K., 1962: Geologische Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 7536 Freising Nord mit Erläuterungen, Verlag Bayer. Geolog. Landesamt, München. —
11. BRUNNACKER, K., 1963: Bodenkarte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 7536 Freising Nord mit Erläuterungen, Verlag Bayer. Geolog. Landesamt, München. —
12. Deutscher Wetterdienst, Agrarmeteorologische Versuchs- und Beratungsstelle Weihenstephan, 1964: Aus der Jahresübersicht über die Witterung in Weihenstephan bei Freising für das Jahr 1964. —
13. EIMERN, J., van, 1960: Kleiner Leitfaden der Wetterkunde, Ulmer Verlag, Stuttgart. —
14. Futterwerttabellen der DLG, Mineralstoffe, 1960: DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main. —
15. GÜTTLER, R., 1941, in BAUMEISTER, W., 1958: Handbuch der Pflanzenphysiologie, Band IV, S. 5, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg. —
16. ILJIN, W. S., 1933, in BAUMEISTER, W., 1958: Handbuch der Pflanzenphysiologie, Band IV, S. 5, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen,

- Heidelberg. — 17. KIRCHGESSNER, M., 1955: Diss. Hohenheim. — 18. KIRCHGESSNER, M., 1957 a: Ztschr. Tierernährung, Futtermittelk., 12, 304. — 19. KIRCHGESSNER, M., 1957 b: Landwirtsch. Forsch., 10, 45. — 20. KIRCHGESSNER, M., 1963: Das wirtschaftseigene Futter, 9, 230. — 21. KIRCHGESSNER, M., G. MERZ, W. OELSCHLÄGER, 1960: Arch. Tierernährung, 10, 414. — 22. KIRCHGESSNER, M., H. FRIESECKE, G. KOCH, 1965: Fütterung und Milchezusammensetzung, Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München, Basel, Wien. — 23. MACH, F., R. HERRMANN, 1934: Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, 119, 1. — 24. MILLER, D. F., 1958, in National Academy of Sciences-National Research Council, Publication 585, Washington. — 25. MORRISON, F. B., 1959: Feeds and Feeding, Clinton, Iowa. — 26. NEHRING, K., 1951: Chemische Untersuchung von Futtermitteln, Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch), Neumann Verlag, Radebeul und Berlin. — 27. OELSCHLÄGER, W., 1956: Schriftenreihe über Mangelkrankheiten, 5, 103. — 28. SCHEFFER, F., E. WELTE, 1955: Pflanzenernährung, Enke Verlag, Stuttgart. — 29. STRIGEL, A., 1912, in BAUMEISTER, W., 1958: Handbuch der Pflanzenphysiologie, Band IV, S. 5, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg. — 30. WÖHLBIER, W., M. KIRCHGESSNER, 1957: Landwirtsch. Forsch., 10, 240. — 31. WÖHLBIER, W., M. KIRCHGESSNER, W. OELSCHLÄGER, 1959: Arch. Tierernährung, 9, 194.