

# Das wirtschaftseigene Futter

## Erzeugung - Konservierung - Verwertung

Band 17

Heft 3

3. Vj. 1971

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

### Veränderungen des Gehaltes an Mengenelementen (Ca, Mg, P, Na, K) von Weidegras in Abhängigkeit von Wachstumsdauer und Vegetationsperiode

H. L. MÜLLER, G. VOIGTLÄNDER und M. KIRCHGESSNER

Die Nährstoff- und Mengenelementversorgung der Tiere über Weidegras kann außer durch das boden- und düngungsabhängige Nährstoffniveau auch dadurch erheblich beeinflusst werden, daß sich die Gehaltswerte des Futters mit dem Wachstum und der Jahreszeit laufend verändern. Solche Einflüsse wurden in einer Reihe von Untersuchungen an Wiesenheu, einzelnen Gräsern, Kleearten und Kräutern beschrieben. Auch bei Weidefutter sind diese Einflüsse wirksam, jedoch liegen Untersuchungen im hiesigen Raum, insbesondere über das Ausmaß eventueller Veränderungen der Gehalte, praktisch nicht vor. In der vorliegenden Untersuchung sollte deshalb geprüft werden, ob und in welchem Umfang die Gehalte einer Weidelgras-Weißkleeeweide an Phosphor, Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium und Silicium sowie auch an Rohprotein und Rohfaser von der Wachstumsdauer und der Vegetationszeit abhängig sind. Dabei sollten auftretende Veränderungen der Gehaltszahlen in erster Linie im Hinblick auf ihre Konsequenzen für den Futterwert bzw. die Bedarfsdeckung der Weidetiere interessieren, weniger dagegen wegen kausaler Zusammenhänge.

#### Material und Methoden

Die untersuchten Proben stammen von einer Wirtschaftsweide des Donau-Isar-Hügellandes. Angaben über Boden und Düngung finden sich in *Tabelle 1*, für weitere Einzelheiten sei auf eine frühere Veröffentlichung verwiesen (PAHL et al. 1970).

*Tabelle 1: Angaben über Boden und Düngung*

---

Höhenlage:	470 m
Geologische Unterlage:	Lößlehmdecke über sandig ausgebildeter miozäner Süßwassermolasse
Boden:	schwach pseudovergleyte Ackerbraunerde, schluffiger Lehm über kräftigem Lehm
Bodenreaktion:	schwach sauer
Pflanzengesellschaft:	Lolio-Cynosuretum
Alter der Narbe:	> 30 Jahre
Düngung:	150 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha im zeitigen Frühjahr 200 kg K <sub>2</sub> O/ha im zeitigen Frühjahr 30 kg N/ha zu jedem Schnitt

---

Die Probenahme erstreckte sich auf drei Jahre (1964—1966), wobei 1964 nur der erste Aufwuchs, in den beiden folgenden Jahren jeweils vier Aufwüchse analysiert wurden. Um die Wachstumszeit der zur Probenahme bestimmten Aufwüchse entsprechend ausdehnen zu können, war die Versuchsfläche in 4 Blöcke eingeteilt. Die einzelnen Schnitte bzw. Termine der Probenahme gehen aus den Tabellen 7 bis 9 im Anhang hervor.

Das Futter wurde mit einer Schere auf eine Stoppelhöhe von 3—4 cm sorgfältig geschnitten. Die Mineralstoffgehalte wurden nach den chemisch-analytischen Untersuchungsmethoden von OELSCHLÄGER (1956), die Gehalte an Rohnährstoffen nach den Konventionsanalysen der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten (NEHRING 1951) bestimmt.

Die mathematisch-statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe der Regressionsanalyse. Hierzu wurden zunächst Regressionen der Inhaltsstoffe des Weidegrases auf das Wachstumsstadium gerechnet. Für die Kennzeichnung des Wachstumsstadiums standen als unabhängige Variablen einerseits die Wachstumstage der jeweiligen Aufwüchse, andererseits die Wuchshöhe des Grases zur Verfügung. Da Tage und Wuchshöhe miteinander hoch korreliert waren (1964:  $r = 0,99$ , 1965:  $r = 0,87$ , 1966:  $r = 0,97$ ) und außerdem die Wachstumszeit exakter zu bestimmen war als die mittlere Wuchshöhe der Versuchsflächen, wurden für die Berechnung stets die Wachstumstage herangezogen. Dabei wurden die Regressionen der Inhaltsstoffe auf das Wachstumsstadium in allen Fällen bis zu einem Ansatz dritten Grades berechnet. Diese Auswertung wurde sowohl für jedes einzelne Beobachtungsjahr als auch für das Datenmaterial insgesamt vorgenommen. Innerhalb der Versuchsjahre 1965 und 1966 wurden jeweils alle Aufwüchse zusammengefaßt, da die Anzahl der Beobachtungen je Aufwuchs (5—6) für Korrelationsrechnungen zu niedrig war.

Neben diesen Funktionsansätzen wurden, um jahreszeitliche Einflüsse auf die Gehaltswerte aufzudecken, Regressionen der Inhaltsstoffe in Abhängigkeit vom Wachstumsstadium und der Vegetationsperiode (Aufwuchs) berechnet. Die gesamte statistische Verrechnung konnte im Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften durchgeführt werden.

## Ergebnisse

Die Gehaltswerte der an den einzelnen Schnitterminen ermittelten Inhaltsstoffe finden sich in den Tabellen 7 bis 9 im Anhang.

### 1. Durchschnittliche Gehaltswerte

Tabelle 2 enthält die mittleren Gehalte an Rohprotein, Rohfaser und Mengenelementen des untersuchten Weidegrases. Außerdem ist der Bedarf von Kühen an Mengenelementen je kg Futtertrockensubstanz angegeben (KIRCHGESSNER et al., 1967), wobei eine Milchleistung von 20 kg und eine Futteraufnahme von ca. 15 kg Trockenmasse zugrunde gelegt sind.

Tabelle 2: Mittlere Gehalte an Rohprotein, Rohfaser und Mengenelementen in Weidegras (g/kg Trockenmasse)

Jahr	n	Rohprotein	Rohfaser	P	Ca	Mg	K	Na	Si
1964	7	264 ± 30	172 ± 20	5,2 ± 0,4	5,5 ± 0,5	1,8 ± 0,1	37,8 ± 3,0	0,09 ± 0,05	5,8 ± 1,6
1965	21	223 ± 43	203 ± 28	5,6 ± 0,9	6,9 ± 0,9	2,1 ± 0,3	38,2 ± 3,4	0,13 ± 0,08	4,7 ± 1,3
1966	23	226 ± 29	202 ± 23	4,6 ± 0,6	9,6 ± 1,6	2,3 ± 0,3	37,5 ± 2,6	0,15 ± 0,08	4,1 ± 0,9
Bedarf (Milchkuh)				4	4—6	2—3	—	2	—

Ein Vergleich der Mittelwerte von 1965 und 1966 zeigt, daß abgesehen von Calcium im großen und ganzen keine wesentlichen Unterschiede zwischen beiden Jahren zu verzeichnen sind. Das Jahr 1964 weicht dagegen bei mehreren Inhaltsstoffen stärker von den anderen beiden Jahren ab, jedoch ist zu berücksichtigen, daß 1964 nur 1 Aufwuchs untersucht wurde. Verglichen mit den Angaben in den Futterwerttabellen der DLG über Mineralstoffe (1960) sind die vorliegenden Gehalte an Mengenelementen als relativ gut einzustufen, wie aus Tabelle 3 hervorgeht.

Tabelle 3: Mengenelemente in Weidegras (g/kg Trockenmasse)

	P	Ca	Mg	K	Na	Si
1964—1966	5,1	7,9	2,1	38	0,13	4,6
DLG-Tabelle	3,4	6,4	1,8	27	0,05	12,9

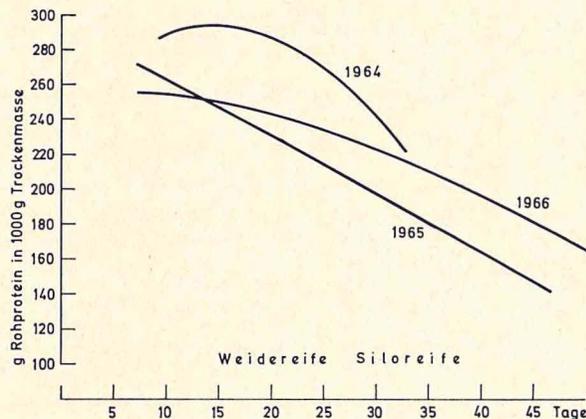
### 2. Abhängigkeit zum Wachstumsstadium

Um den Einfluß des Wachstumsstadiums auf den Gehalt an Rohprotein, Rohfaser und Mengenelementen zu überprüfen, wurden multiple Regressionen bis zu einem

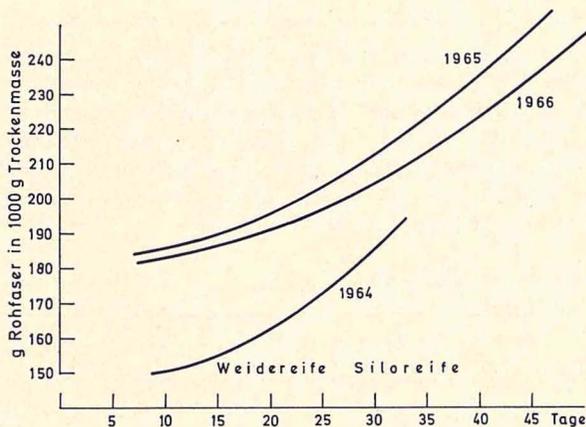
Ansatz dritten Grades gerechnet. Dabei zeigte sich, daß die quadratischen Regressionen gegenüber den linearen Ansätzen das Bestimmtheitsmaß im Mittel um 0,05 erhöhten. Die kubischen Regressionen brachten dagegen keinen weiteren Zuwachs an Varianzerklärung.

Die multiple Bestimmtheit ( $R^2$ ) für die quadratischen Beziehungen zwischen Wachstum und Gehalt an Inhaltsstoffen ist in *Tabelle 4* aufgezeigt.

Daraus geht hervor, daß die Gehalte an Rohprotein, Rohfaser und Phosphor in hohem Maße mit der Wachstumsdauer korrelieren. Die Beziehung ist in allen Vegetationsperioden statistisch signifikant. Die entsprechenden Regressionsgleichungen gibt *Tabelle 5* wieder. In den *Abbildungen 1 bis 3* sind sie graphisch dargestellt.



*Abbildung 1:*  
Einfluß des Wachstumsstadiums auf den Rohproteingehalt von Weidegras



*Abbildung 2:*  
Einfluß des Wachstumsstadiums auf den Rohfasergehalt von Weidegras

Im Gegensatz dazu bestand bei den Elementen Calcium und Magnesium keine Abhängigkeit zur Wachstumsdauer. Bei Natrium und Silicium ließ sich nur im Jahre 1964 (nur 7 Beobachtungen) eine Signifikanz nachweisen. Bei Kalium war zwar 1964 und 1965 die Beziehung zum Aufwuchs signifikant, jedoch nahm der Kaliumgehalt 1964 mit fortschreitendem Wachstumsstadium zu, während er 1965 abnahm.

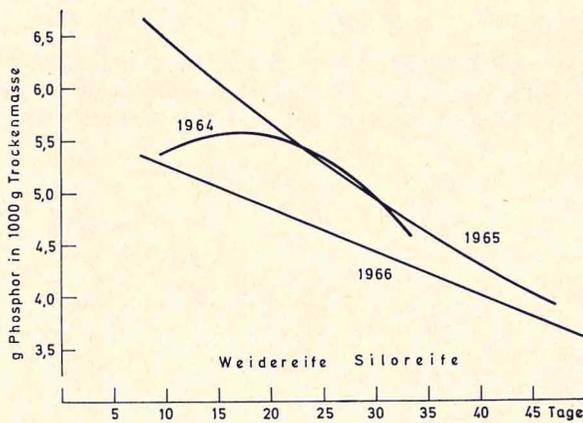


Abbildung 3:  
Einfluß des Wachstums-  
stadiums auf den  
Phosphorgehalt von  
Weidegras

Tabelle 4: Multiple Bestimmtheit für den Einfluß der Wachstumsdauer ( $x$ ) auf den Gehalt ( $y$ ) an Rohprotein, Rohfaser und Mengenelementen ( $y = a + bx + bx^2$ )

Jahr	n	Roh- protein	Roh- faser	P	Ca	Mg	K	Na	Si
1964	7	0,96	0,84	0,81	0,33	0,38	0,87	0,94	0,84
1965	21	0,75	0,43	0,90	0,25	0,01	0,56	0,19	0,21
1966	23	0,78	0,67	0,60	0,05	0,02	0,11	0,03	0,02
1964/66	51	0,62	0,47	0,62	0,08	0,01	0,14	0,07	0,06

— — —  $P < 0,05$ ,      — — —  $P < 0,01$ ,      — — —  $P < 0,001$

Tabelle 5: Beziehung zwischen den Gehalten an Rohprotein, Rohfaser, Phosphor ( $y$ , bezogen auf Trockenmasse) und dem Wachstumsstadium ( $x$ , in Tagen)

Jahr			Regression					
1964	$y$	(g Rohprotein/kg)	=	253	+	5,63 $x$	—	0,1985 $x^2$
	$y$	(g Rohfaser/kg)	=	150	—	0,61 $x$	+	0,0596 $x^2$
	$y$	(g Phosphor/kg)	=	4,6	+	0,115 $x$	—	0,00342 $x^2$
1965	$y$	(g Rohprotein/kg)	=	296	—	3,19 $x$	—	0,0029 $x^2$
	$y$	(g Rohfaser/kg)	=	181	+	0,13 $x$	+	0,0303 $x^2$
	$y$	(g Phosphor/kg)	=	7,4	—	0,097 $x$	+	0,00049 $x^2$
1966	$y$	(g Rohprotein/kg)	=	260	—	0,27 $x$	—	0,0326 $x^2$
	$y$	(g Rohfaser/kg)	=	180	—	0,01 $x$	+	0,027 $x^2$
	$y$	(g Phosphor/kg)	=	5,7	—	0,042 $x$	+	0,00001 $x^2$

### 3. Abhängigkeit zur Vegetationsperiode

Da im Jahre 1965 und 1966 vier Schnitte untersucht wurden, die sich auf die Zeit von Mai bis August erstreckten, sollte noch festgestellt werden, ob neben dem Einfluß des Wachstumsstadiums auch ein jahreszeitlicher Einfluß auf die Gehaltswerte wirk-

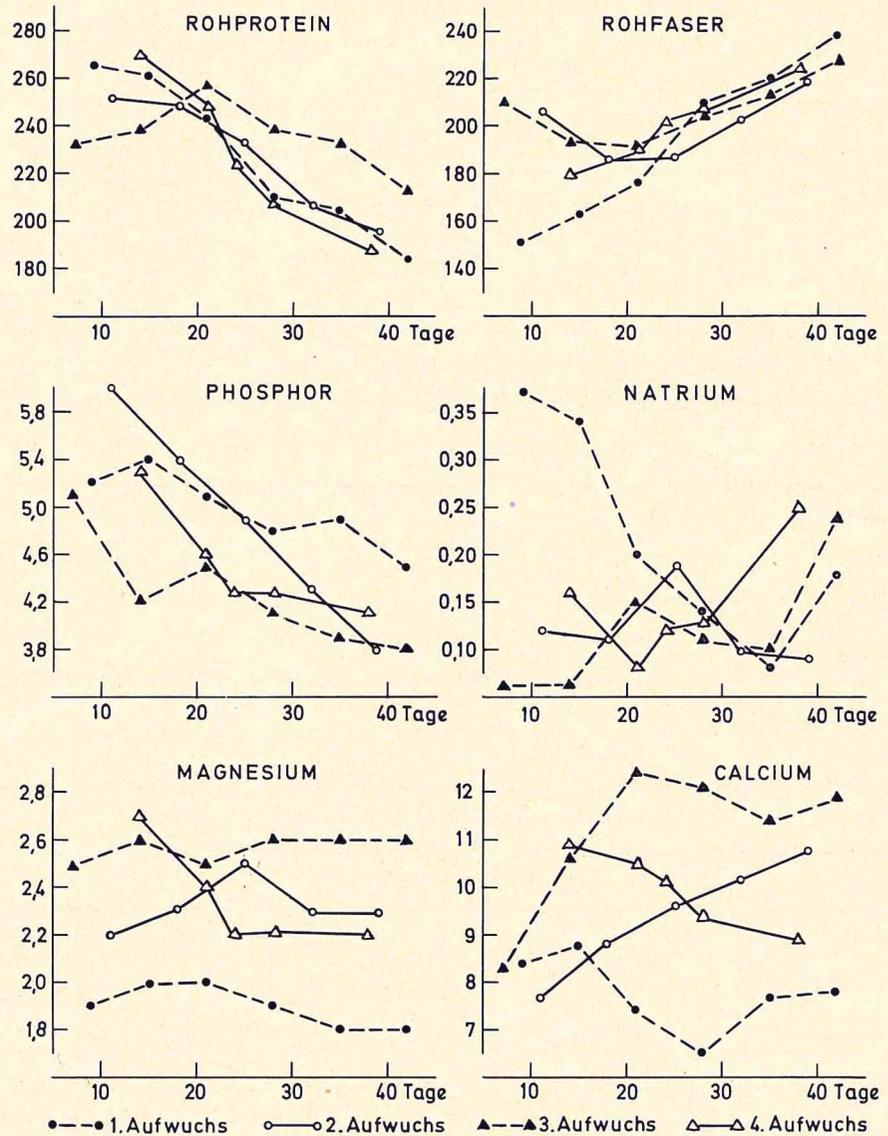


Abbildung 4: Veränderung der Gehalte des Weidegrases an Rohprotein, Rohfaser und Mengenelementen (in g/kg Trm.) im Verlaufe des Wachstums und der Vegetationsperiode

sam ist. Diese Veränderung der Gehaltswerte durch die einzelnen Vegetationsabschnitte ist an Beispielen des Jahres 1966 in *Abbildung 4* dargestellt. Hierbei sind die Gehalte an Rohprotein, Rohfaser, Phosphor, Natrium, Magnesium und Calcium in den 4 verschiedenen Aufwüchsen gegen die Wachstumsstages aufgetragen. Man kann deutlich erkennen, daß die Magnesium- und Calciumgehalte in den einzelnen Aufwüchsen (mit Ausnahme des 4. Schnittes) stark gegeneinander abgesetzt sind, das den jahreszeitlichen Einfluß klar zum Ausdruck bringt. Auch bei Phosphor ist dies festzustellen, wenn man den 1. und 2. Aufwuchs dem 3. und 4. gegenüberstellt. Demgegenüber zeigen Rohprotein und Rohfaser keine solchen Beziehungen. Jedoch läßt sich auch aus diesen Abbildungen bei Rohprotein und Rohfaser (und auch bei Phosphor) die Abhängigkeit zum Wachstumsstadium ablesen, während die Magnesium- und Calciumgehalte in dieser Hinsicht völlig unbeeinflusst sind. Bei Natrium erkennt man schließlich weder zur Vegetationsperiode noch zum Wachstumsstadium eine Beziehung.

Zur statistischen Überprüfung der jahreszeitlichen Veränderungen wurden multiple Regressionen berechnet, die als unabhängige Variablen Wachstumsstadium und Aufwuchszahl enthielten. Diese Gleichungen wurden als linearer Ansatz formuliert. Das Ergebnis ist in *Tabelle 6* aufgezeigt. Signifikante Regressionskoeffizienten in bezug auf Vegetationsperiode bestanden in beiden Jahren bei Phosphor, Calcium, Magnesium und Silicium. Die Phosphorgehalte gingen mit fortschreitender Vegetation zurück, während die Calcium-, Magnesium- und Siliciumgehalte anstiegen. Bei den übrigen untersuchten Inhaltsstoffen traten jahreszeitliche Einflüsse nicht oder nur zum Teil auf.

Die Regression auf das Wachstumsstadium ( $b_1$ ), die in den Gleichungen ebenfalls enthalten ist, deckt sich hinsichtlich der Signifikanz mit den Ergebnissen der *Tabelle 4*, bei deren Berechnung die Aufwüchse eines Jahres jeweils vereinigt wurden. Dies

*Tabelle 6: Multiple Regression der Gehaltswerte (y) in g/kg Trockenmasse auf Wachstumsstadium ( $x_1$ ) und Vegetationsperiode ( $x_2$ )*

Jahr		Rohprotein	Rohfaser	P	Ca	Mg	K	Na	Si
1965	a	318	139	7,4	5,2	1,8	43,6	0,26	2,5
	$b_1$	<u>-3,02</u>	<u>1,23</u>	<u>-0,070</u>	0,031	-0,007	<u>-0,225</u>	-0,0015	-0,008
	$b_2$	<u>-10,9</u>	<u>14,3</u>	<u>-0,12</u>	<u>0,37</u>	<u>0,16</u>	-0,17	<u>-0,040</u>	<u>0,94</u>
1966	a	280	155	6,2	6,7	1,9	39,9	0,24	2,8
	$b_1$	<u>-2,09</u>	<u>1,51</u>	<u>-0,042</u>	0,029	-0,002	-0,018	-0,0014	0,007
	$b_2$	0,4	3,1	<u>-0,21</u>	<u>0,88</u>	<u>0,17</u>	-0,77	-0,022	<u>0,45</u>

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

$b_1$  = Regressionskoeffizient Wachstumsstadium,  $x_1$  = in Tagen

$b_2$  = Regressionskoeffizient Vegetationsperiode,  $x_2$  = 1, . . . , 4 (Nummer des Aufwuchses)

— P < 0,05,

— P < 0,01,

— P < 0,001

bedeutet, daß die regressionsanalytische Ausschaltung etwaiger jahreszeitlicher Einflüsse keine weitere Information mehr über die Veränderung der Gehaltszahlen mit fortschreitendem Wachstum ergab.

### Diskussion

Eindeutige Veränderungen der Gehaltswerte von Weidegras im Verlaufe des Wachstums zeigten sich in der vorliegenden Untersuchung bei Rohprotein, Rohfaser und Phosphor. Diese Beziehungen wurden auch in Wiesengras (z. B. KIRCHGESSNER 1957a, 1957b), bei einzelnen Gräsern (HEINRICHS und CARSON 1956, KIRCHGESSNER et al. 1960) sowie bei Luzerne und Rotklee (KIRCHGESSNER et al. 1967) gefunden. Damit dürfte für diese Futterpflanzen allgemein gelten, daß mit fortschreitendem Wachstum der Gehalt an Rohprotein und Phosphor stetig abnimmt, der Gehalt an Rohfaser dagegen ansteigt. Über das Ausmaß dieser Veränderungen ergibt sich am vorliegenden Material aus den Regressionsgleichungen folgendes: Der Eiweißgehalt fiel vom 7. bis zum 42. Wachstumstag im Jahre 1965 um 43 %, im Jahre 1966 um 25 % ab. Im Jahre 1964, als nur ein Aufwuchs zur Auswertung kam, berechnet sich der Rückgang auf 51 %. Für Phosphor lauten die entsprechenden Werte 35 % (1964), 38 % (1965) und 27 % (1966). Der Rohfasergehalt stieg im gleichen Zeitraum um 54 % (1964), 31 % (1965) bzw. 25 % (1966) an.

Bei den übrigen Mengenelementen sind hingegen keine beständigen wachstumsabhängigen Einflüsse zu verzeichnen. Dies deckt sich mit verschiedenen Literaturergebnissen über Gras und einzelne Gräser, so bei Calcium (HEINRICHS und CARSON 1956, KIRCHGESSNER 1957b), bei Magnesium (FEATHERSTONE et al. 1951, KIRCHGESSNER 1957a) und bei Natrium (THOMAS et al. 1952, KIRCHGESSNER et al. 1960, FLEMING und COULTER 1963). Auf der anderen Seite wird auch von Veränderungen der Gehalte berichtet. So stieg der Calciumgehalt in Gras mit zunehmender Wachstumsdauer an (KIRCHGESSNER 1957a) oder er fiel ab (HOMB 1952, KIVIMÄE 1959, FLEMING und COULTER 1963). Bei Magnesium verzeichneten KIRCHGESSNER et al. (1967) in Luzerne und Rotklee abnehmende Gehalte mit fortschreitendem Wachstum. Die Kaliumgehalte gingen in Gras und Gräsern (FEATHERSTONE et al. 1951, KIRCHGESSNER et al. 1960) sowie in Luzerne und Rotklee (KIRCHGESSNER et al. 1967) im Verlaufe des Pflanzenwachstums zurück. Dies stimmt mit dem Ergebnis des Untersuchungsjahres 1965 überein, während dagegen 1964 ein Anstieg und 1966 keine Abhängigkeit festgestellt wurde.

Hinsichtlich der saisonalen Veränderung der Gehaltswerte bestanden 1965 bei allen Inhaltsstoffen mit Ausnahme des Kaliums signifikante Einflüsse. Sie wiederholten sich im darauffolgenden Jahre nur bei Phosphor, Calcium, Magnesium und Silicium. Dies mag zum Ausdruck bringen, daß hier — ebenso wie bei der Abhängigkeit zwischen Ca-, Mg-, Na-, K-Gehalten und Wachstumsstadium — keine einheitlichen Beziehungen herrschen, sondern vielmehr mehrere Ursachen in unterschiedlichem Maße wirksam sein können. Daher ist es erklärlich, daß in der Literatur auch bezüglich der Vegetationsperiode teilweise über Effekte berichtet wird, teilweise keine gefunden wurden. So stellten MELVILLE und SEARS (1953) und SAUNDERS et al. (1963) in Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen im Frühjahr höhere Phosphorgehalte als im Sommer fest. Demgegenüber konnten STEWART und HOLMES (1953), REITH et al. (1964) und WERK (1966) keine saisonale Beziehung finden.

Der Calciumgehalt stieg in unseren Untersuchungen im Verlaufe der Vegetationsperiode an, was aus WALKER et al. (1953), HEMINGWAY (1961) und REITH et al.

(1964) berichten. Möglicherweise besteht hier ein Zusammenhang zur Bodentemperatur, da NIELSEN und CUNNINGHAM (1964) feststellten, daß sich der Calciumgehalt im italienischen Weidelgras im Bereich von 11—28 °C mit steigender Temperatur beträchtlich erhöhte. In einer anderen Untersuchung blieb dagegen der Calciumgehalt während der gesamten Weidezeit auf etwa gleichem Niveau (WERK 1966).

Auch bei Magnesium wurden von verschiedenen Autoren im Sommer höhere Gehaltswerte als im zeitigen Frühjahr gefunden (HEMINGWAY 1961, TODD 1961, REITH 1963, REITH et al. 1964, WERK 1966).

Bei Natrium ist sowohl nach unseren Ergebnissen als auch nach denen von STEWART und HOLMES (1953) und WERK (1966) kein beständiger jahreszeitlicher Einfluß aufgetreten, während HEMINGWAY (1961) und REITH et al. (1964) von zunehmenden Natriumgehalten mit der Vegetationsperiode berichten. Die Kaliumgehalte scheinen nach McNAUGHT (1958) im Frühjahr höher zu sein als im Sommer, was sicherlich teilweise auf den Zeitpunkt der Kalidüngung zurückzuführen ist (VOIGTLÄNDER und MÄDEL, 1971). Dies deckt sich auch mit dem Vorzeichen der Regressionskoeffizienten für den jahreszeitlichen Effekt (Tabelle 6), jedoch ließ sich dieser statistisch nicht absichern.

Da bei den Elementen Phosphor, Calcium und Magnesium in beiden Untersuchungs-jahren ein saisonaler Trend festgestellt wurde, und verschiedene Literaturangaben in gleiche Richtung weisen, soll aus den Regressionsgleichungen (Tabelle 6) noch berechnet werden, welche quantitativen Veränderungen auftraten. Hierzu wurde der 21. Wachstumstag zugrunde gelegt. Als Phosphorgehalt errechnen sich zu diesem Wachstumstag im Jahre 1965 für den 1. Aufwuchs 5,8 g, für den 4. Aufwuchs 5,4 g/kg Trockenmasse. Das sind nur 7% weniger. Für das Untersuchungsjahr 1966 betrug der Rückgang 12%. Die entsprechenden Werte für den Anstieg des Calciumgehaltes sind 18% (1965) und 32% (1966), für den des Magnesiumgehaltes 26% bzw. 25%. Die stärksten Veränderungen sind bei Silicium zu verzeichnen, das sich vom 1. auf den 4. Schnitt um 86% bzw. 40% erhöhte.

Diese mit der Wachstumszeit oder mit der Vegetationsperiode sich teilweise stark ändernden Gehaltszahlen haben für die Mengenelement- wie auch Nährstoffversorgung der Tiere vor allem dann Auswirkungen, wenn sich die Gehalte im Grenzbereich der Bedarfsdeckung bewegen. Dies trifft im vorliegendem Material bei Magnesium, Phosphor und Calcium zu. Von der Gesamtzahl der untersuchten Proben wiesen 35% weniger als 2,0 g Magnesium/kg Trockenmasse auf und 8% erreichten den Phosphorbedarf von 4,0 g/kg nicht. Bei Phosphor lagen diese Proben allerdings in einem späten Wachstumsstadium, das für den Weidegang normalerweise nicht mehr in Frage kommt (siehe Abb. 3). Die Calciumschwelle von 5 g/kg wurde in allen Proben überschritten, jedoch lagen 15% unter 6,0 g/kg.

Bei Rohprotein und in gewissem Sinne auch bei der Rohfaser ist neben einer Unterversorgung eine über dem Bedarf liegende Versorgung in gleicher Weise unerwünscht. Für Rohprotein errechnet sich unter der Annahme, daß nur Weidegras aufgenommen wird, die erforderliche Zufuhr bei 20 kg Milch (4% Fett) und 14 kg Trockenmasse-aufnahme auf etwa 15%. Der Rohfasergehalt sollte 18—22% betragen. Für diese optimale Versorgung stehen jedoch — wie sich aus den Regressionsgleichungen bzw. den Abb. 1 und 2 ergibt — nur jeweils eine beschränkte Anzahl von Tagen zur Verfügung. Sie fallen mit der Beweidungszeit nur teilweise (Rohfaser) oder nicht (Rohprotein) zusammen.

Bei den Elementen Natrium und Kalium lagen die Gehaltszahlen so weit außerhalb der Bedarfsschwelle, daß etwaige Schwankungen in praktischer Hinsicht kaum eine Rolle spielen. So betragen die Natriumgehalte nur rund 1/15 der erforderlichen Zufuhr. Von ähnlich niedrigen Gehalten im Kreis Göttingen berichteten BERTZBACH und PFEFFER (1966). Kalium war dagegen in mehr als genügender Menge enthalten, verglichen mit einem geschätzten Bedarf von ca. 5 g/kg Trockenmasse.

Der Siliciumgehalt des untersuchten Grases lag im Mittel mit  $4,6 \pm 1,3$  g/kg Trockenmasse zwar wesentlich höher als beispielsweise in Rotklee (0,3 g/kg) oder Luzerne (1,1 g/kg) (KIRCHGESSNER et al. 1967), jedoch ist dem, wie auch den Schwankungswerten im Weidegras, aus der Sicht der Tierernährung keine Bedeutung beizumessen.

### Zusammenfassung

An einer Weidelgras-Weißklee-weide des Donau-Isar-Hügellandes wurden 1964 vom 1. Aufwuchs, 1965 und 1966 von 4 Aufwüchsen die Gehalte an Mengenelementen (P, Ca, Mg, K, Na, Si) sowie an Rohprotein und Rohfaser im Verlaufe des Wachstums untersucht. Die Analysendaten wurden regressionsanalytisch ausgewertet und ergaben folgende Ergebnisse:

1. Die durchschnittlichen Gehalte aller untersuchten Proben an Mengenelementen betragen:  $5,1 \pm 0,8$  g Phosphor,  $7,9 \pm 2,0$  g Calcium,  $2,1 \pm 0,3$  g Magnesium,  $38 \pm 3$  g Kalium,  $0,13 \pm 0,08$  g Natrium und  $4,6 \pm 1,3$  g Silicium je kg Trockenmasse. Mit Ausnahme von Natrium decken diese Mittelwerte den Bedarf für das Rind. Einzelwerte vor allem bei Magnesium, in geringem Maße auch bei Phosphor und Calcium liegen jedoch unter der Optimalversorgung.
2. Zur Wachstumsdauer bestand bei Rohprotein, Rohfaser und Phosphor ein eindeutiger Zusammenhang. Die Rohprotein- und Phosphorgehalte fielen während des etwa 6wöchigen Wachstums der einzelnen Aufwüchse stetig ab, die Rohfasergehalte stiegen an. Bei den übrigen Elementen waren keine wachstumsabhängigen Veränderungen der Gehalte zu verzeichnen.

Tabelle 7: Gehalte des Weidegrases an Rohprotein, Rohfaser und Mengenelementen (1. Aufwuchs 1964)

Datum	Tage nach Wuchsbeginn	Wuchshöhe cm	Trockenmasse %	100 g Trockenmasse enthalten							
				Rohprotein g	Rohfaser g	P g	Ca g	Mg g	K g	Na mg	Si g
16. 4.	9	4	23,7	28,4	15,2	0,53	0,50	0,18	3,17	19	0,88
22. 4.	15	10	17,6	30,4	15,4	0,57	0,64	0,20	3,72	12	0,68
28. 4.	21	12	19,5	27,8	15,2	0,52	0,54	0,18	3,84	7	0,47
30. 4.	23	14	16,6	27,2	17,1	0,55	0,57	0,18	4,10	7	0,57
5. 5.	28	17	14,2	25,9	18,7	0,51	0,57	0,19	3,80	7	0,49
8. 5.	31	19	14,7	23,9	19,8	0,51	0,53	0,18	3,96	7	0,56
11. 5.	34	20	17,9	21,4	18,9	0,44	0,53	0,17	3,88	4	0,39

3. Signifikante jahreszeitliche Einflüsse auf die Gehaltswerte traten bei Phosphor, Calcium, Magnesium und Silicium auf. Die Phosphorgehalte gingen mit fortschreitender Jahreszeit um ca. 10 % zurück, während die Calcium- und Magnesiumgehalte um 20—30 % und die Siliciumgehalte um etwa zwei Drittel anstiegen. Bei den übrigen untersuchten Inhaltsstoffen ließ sich keine Beziehung zur Jahreszeit herstellen.

Tabelle 8: Gehalte des Weidegrases an Rohprotein, Rohfaser und Mengenelementen (1. bis 4. Aufwuchs 1965)

Datum	Tage nach Wuchsbeginn	Wuchshöhe cm	Trockenmasse %	100 g Trockenmasse enthalten							
				Rohprotein g	Rohfaser g	P g	Ca g	Mg g	K g	Na mg	Si g
23. 4.	9	7	15,7	30,5	16,2	0,69	0,69	0,19	3,72	27	0,33
28. 4.	14	10	18,3	25,8	14,7	0,60	0,62	0,17	3,83	22	0,29
3. 5.	19	12	17,6	24,0	15,8	0,59	0,64	0,17	3,81	16	0,31
7. 5.	23	18	13,9	23,4	16,5	0,54	0,60	0,17	3,63	14	0,29
12. 5.	28	20	12,4	21,7	19,2	0,54	0,66	0,17	3,97	15	0,36
17. 5.	33	25	14,3	19,8	20,7	0,51	0,60	0,19	4,01	14	0,38
14. 5.	7	12	16,2	26,6	18,7	0,67	0,51	0,19	4,42	12	0,53
21. 5.	14	19	14,6	27,0	19,5	0,64	0,60	0,21	4,14	6	0,55
28. 5.	21	22	13,6	23,0	20,8	0,59	0,71	0,25	3,51	30	0,41
4. 6.	28	30	15,4	19,6	21,9	0,51	0,68	0,22	3,64	24	0,36
31. 5.	10	10	12,6	25,6	20,4	0,68	0,70	0,24	4,35	12	0,49
4. 6.	14	11	13,8	26,7	18,2	0,62	0,74	0,24	4,13	15	0,41
9. 6.	19	18	10,4	26,4	20,7	0,59	0,81	0,27	4,29	13	0,48
15. 6.	25	23	12,4	22,6	21,4	0,51	0,71	0,21	3,86	9	0,43
25. 6.	35	35	15,1	16,0	25,6	0,43	0,61	0,18	3,49	3	0,51
18. 6.	8	11	19,0	23,1	20,5	0,63	0,58	0,21	3,98	8	0,64
25. 6.	15	12	13,0	20,7	22,2	0,55	0,70	0,24	3,86	7	0,68
6. 7.	26	18	17,0	17,9	22,1	0,49	0,78	0,23	3,63	6	0,63
13. 7.	33	20	17,3	17,4	22,7	0,46	0,82	0,22	3,52	3	0,59
20. 7.	40	25	18,4	15,6	23,2	0,43	0,87	0,22	3,29	4	0,57
27. 7.	47	35	14,4	15,6	24,3	0,40	0,81	0,21	3,12	5	0,64

Tabelle 9: Gehalte des Weidegrases an Rohprotein, Rohfaser und Mengenelementen  
(1. bis 4. Aufwuchs 1966)

Datum	Tage nach Wuchsbeginn	Wuchshöhe cm	Trocken- masse %	Roh- protein g	Roh- faser g	100 g Trockenmasse enthalten					
						P g	Ca g	Mg g	K g	Na mg	Si g
14. 4.	9	6	17,4	26,6	15,1	0,52	0,84	0,19	3,63	37	0,29
20. 4.	15	9	14,8	26,1	16,3	0,54	0,88	0,20	3,83	34	0,28
26. 4.	21	14	16,0	24,3	17,6	0,51	0,74	0,20	3,60	20	0,33
3. 5.	28	20	15,1	21,0	21,0	0,48	0,65	0,19	3,97	14	0,34
10. 5.	35	25	13,6	20,4	22,0	0,49	0,77	0,18	4,19	8	0,33
17. 5.	42	35	15,5	18,4	23,8	0,45	0,78	0,18	4,02	18	0,33
17. 5.	11	11	16,6	25,1	20,6	0,60	0,77	0,22	4,17	12	0,49
24. 5.	18	13	15,1	24,9	18,6	0,54	0,88	0,23	3,75	11	0,49
31. 5.	25	17	15,2	23,3	18,7	0,49	0,96	0,25	3,98	19	0,45
7. 6.	32	22	15,5	20,6	20,2	0,43	1,02	0,23	4,01	10	0,40
14. 6.	39	30	15,8	19,6	21,9	0,38	1,08	0,23	4,04	9	0,35
28. 6.	53	35	18,1	15,4	24,5	0,34	1,00	0,22	3,31	5	0,41
14. 6.	7	9	17,9	23,2	21,0	0,51	0,83	0,25	3,57	6	0,52
21. 6.	14	11	17,0	23,8	19,3	0,42	1,06	0,26	3,31	6	0,38
28. 6.	21	18	14,9	25,7	19,0	0,45	1,24	0,25	3,50	15	0,35
5. 7.	28	22	12,8	23,9	20,4	0,41	1,21	0,26	3,74	11	0,34
12. 7.	35	25	11,5	23,3	21,3	0,39	1,14	0,26	3,38	10	0,47
19. 7.	42	35	11,5	21,3	22,7	0,38	1,19	0,26	3,47	24	0,52
19. 7.	14	11	10,2	27,0	18,0	0,53	1,09	0,27	3,95	16	0,51
26. 7.	21	18	12,4	23,8	19,0	0,46	1,05	0,24	3,89	8	0,32
29. 7.	24	20	13,4	22,2	20,1	0,43	1,01	0,22	3,67	12	0,40
2. 8.	28	20	12,7	20,9	20,6	0,43	0,94	0,22	3,68	13	0,46
12. 8.	38	30	13,0	18,8	22,5	0,41	0,89	0,22	3,65	25	0,63

### Summary

*Changes in the content of mineral elements (Ca, Mg, P, Na, K) of the sward according to duration of growth and season.*

The contents of mineral elements (P, Ca, Mg, K, Na, Si) and of crude protein and crude fibre were measured through the course of growth on a rye grass — white clover sward in the Danube-Isar hills; in 1964 on one regrowth, in 1965 and 1966 on 4 regrowths. Analytical data were subjected to regression analysis and gave the following results:

1. The average content of the respective elements were: P  $5,1 \pm 0,8$  g, Ca  $7,9 \pm 2,0$  g, Mg  $2,1 \pm 0,3$  g, K  $38 \pm 3$  g, Na  $0,13 \pm 0,08$  g, Si  $4,6 \pm 1,3$  g per kg dry matter. With the exception of sodium these mean contents were sufficient to meet

animal requirements. Individual values below the optimum were recorded especially for magnesium and also occasionally for phosphorus and calcium.

2. There was a definite connection between duration of growth and crude protein, crude fibre and phosphorus contents. Crude protein and phosphorus fell regularly during the approximate six-week growing period of each regrowth, while crude fibre increased. The content of the other elements did not alter in dependence on growth.

3. Season had a significant influence on the contents of P, Ca, Mg, and Si. P declined by about 10% as the year advanced while Ca and Mg increased by about 20—30% and Si by about two thirds. No seasonal variations were established for the other constituents.

## Résumé

*Variations de la teneur en macro-éléments (Ca, Mg, P, Na, K) de l'herbe de pâturage, compte tenu de la durée de la croissance et de la période de végétation.*

Le fourrage d'un pâturage à ray-grass et trèfle blanc de la région de collines du Danube-Isar a été analysé quant à sa teneur en macroéléments (P, Ca, Mg, K, Na, Si) ainsi qu'en matières azotées totales et en cellulose brute tout au long de la croissance. En 1964, les échantillons analysés provenaient d'une seule „pousse“ alors qu'en 1965 et 1966, ils ont été prélevés sur 4 „pousses“. Les valeurs obtenues ont été interprétées par analyse régressive et ont permis d'obtenir les résultats suivants:

1. Les teneurs moyennes en macro-éléments de l'ensemble des échantillons analysés étaient les suivantes:  $5,1 \pm 0,8$  g de phosphore,  $7,9 \pm 2,0$  g de calcium,  $2,1 \pm 0,3$  g de magnésium,  $38 \pm 3$  g de potassium,  $0,13 \pm 0,08$  g de sodium et  $4,6 \pm 1,3$  g de silicium par kg de matière sèche. Expection faite du sodium, ces valeurs moyennes suffisent à satisfaire les besoins de l'animal dans le cas des bovins. Toutefois, certaines valeurs isolées sont inférieures au niveau optimal d'approvisionnement; c'est surtout le cas pour le magnésium et, dans une plus faible mesure, pour le phosphore et le calcium.
2. Une relation très nette avec la durée de la croissance a pu être constatée en ce qui concerne les matières azotées totales, la cellulose brute et le phosphore. Les teneurs en matières azotées totales et en phosphore n'ont cessé de régresser pendant la croissance, d'une durée d'environ 6 semaines, des différentes „pousses“ alors que les teneurs en cellulose brute ont augmenté. Pour les autres éléments, il n'a pas été constaté de modifications des teneurs dépendantes de la croissance.
3. Des influences significatives des saisons sur les teneurs ont été constatées dans le cas du phosphore, du calcium, du magnésium et du silicium. Les teneurs en phosphore ont diminué d'env. 10% à mesure que la saison avançait, alors que les teneurs en calcium et en magnésium ont augmenté de 20 à 30%. Pour le silicium, l'augmentation a même été de deux tiers. En ce qui concerne les autres constituants ayant fait l'objet des recherches, on n'a trouvé aucune relation entre la teneur et la saison.

## Literatur

1. BERTZBACH, J. und PFEFFER, E., 1966: Kolloquium „Mineralstoffversorgung und Tiergesundheit (V)“ am 22. 3. 66 in Göttingen. — 2. FEATHERSTONE, J., RICKABY, C. D. und

CAVELL, A. J., 1951: *J. Brit. Grassld. Soc.* 6, 161. — 3. FLEMING, G. A. und COULTER, B. S., 1963: *Proc. 1st Reg. Conf. int. Potash Inst., Wexford (Ireland)*, 63. — 4. Futterwerttabellen der DLG — Mineralstoffe, 1960: DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main. — 5. HEINRICHS, D. H. und CARSON, R. B., 1956: *Canad. J. Agric. Sci.* 36, 95. — 6. HEMINGWAY, R. G., 1961: *J. Brit. Grassld. Soc.* 16, 106. — 7. HOMB T., 1952: 71. beretn. fra Foringsforsok, 1. — 8. KIRCHGESSNER, M., 1957a: *Landw. Forschung* 10, 45. — 9. KIRCHGESSNER, M., 1957b: *Ztschr. Tierernährung Futtermittelkde.*, 12, 304. — 10. KIRCHGESSNER, M., MERZ, G. und OELSCHLÄGER, W., 1960: *Arch. Tierernährung* 10, 414. — 11. KIRCHGESSNER, M., PAHL, E. und VOIGTLÄNDER, G., 1967: *Das wirtschaftseigene Futter* 13, 173. — 12. KIVIMÄE, A., 1959: *Acta scand. Supplementum* 5, 1. — 13. MELVILLE, J. und SEARS, P. D., 1953: *N. Z. J. Sci. Technol. (A)*, 35, Suppl. 1, 30. — 14. McNAUGHT, K. J., 1958: *N. Z. J. agric. Res.* 1, 148. — 15. NEHRING, K., 1951: *Chemische Untersuchung von Futtermitteln*, Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik. Neumann Verlag, Radebeul und Berlin. — 16. NIELSEN, K. F. und CUNNINGHAM, R. K., 1964: *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 28, 213. — 17. OELSCHLÄGER, W., 1956: *Schriftenreihe über Mangelkrankheiten* 5, 103. — 18. PAHL, E., VOIGTLÄNDER, G. und KIRCHGESSNER, M., 1970: *Z. Acker- und Pflanzenbau* 131, 70. — 19. REITH, J. W. S., 1963: *J. Sci. Food Agric.* 14, 417. — 20. REITH, J. W. S., INKSON, R. H. E., HOLMES, W., MACLUSKY, D. A., REID, D., HEDDLE, R. G. und COPEMAN, G. J. F., 1964: *J. Agric. Sci.* 63, 209. — 21. SAUNDERS, W. M. H., TAYLOR, W. B. und GOLD, B., 1963: *N. Z. J. agric. Res.* 6, 484. — 22. STEWART, A. B. und HOLMES, W., 1953: *J. Sci. Food Agric.* 4, 401. — 23. THOMAS, B., THOMPSON, A., OYENUGA, V. A. und ARMSTRONG, R. H., 1952: *Emp. J. Exp. Agric.* 20, 10. — 24. TODD, J. R., 1961: *J. Agric. Sci.*, 56, 411. — 25. VOIGTLÄNDER, G. und MÄDEL, F., 1971: *Landw. Forschung*, im Druck. — 26. WALKER, T. W., EDWARDS, G. H. A., CAVELL, A. J. und ROSE, T. H., 1953: *J. Brit. Grassld. Soc.* 8, 45. — 27. WERK, O., 1966: *Tagungsberichte*, Nr. 85. 267. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin.

Eingegangen am 19. 2. 71.