Ein- und Mehrnährstoff-
dünger Vaï/Mädee 1970

SONDERDRUCK

aus

LANDWIRTSCHAFTLICHE FORSCHUNG

zugleich Zeitschrift des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten

Herausgegeben von

H. Kick
Bonn

H.-J. Oslage
Braunschweig-Völkenrode

U. Ruge
Hamburg

F. Scheffer
Göttingen

E. Schlichting
Stuttgart-Hohenheim

L. Schmitt
Darmstadt

W. Wöhlbier
Stuttgart-Hohenheim

BAND XXIII · HEFT 4
1970

J. D. SAUERLÄNDER'S VERLAG, FRANKFURT AM MAIN

Wirkungen von Ein- und Mehrnährstoffdüngern (NPK) auf Ertrag und Qualität von Mähweidefutter

Von G. Voigtländer und F. Mädel*)

Eingegangen am 26. 8. 1970

In den letzten Jahren wurden Ergebnisse bekannt, nach denen Mehrnährstoffdünger auf Weiden eine bessere Wirkung haben als Einnährstoffdünger und unter den Mehrnährstoffdüngern chlorfreie eine bessere als chlorhaltige (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). Die bessere Wirkung der Mehrnährstoffdünger wurde u. a. der gleichmäßigen Verteilung *aller* Nährstoffe, nicht nur des Stickstoffs, über die ganze Vegetationszeit zugeschrieben. Die Überlegenheit der chlorfreien Mehrnährstoffdünger wurde hauptsächlich mit einer besseren Grasnarbe erklärt, die durch Anwendung chlorhaltiger Dünger vergröbert werde. Diese Ergebnisse, die hauptsächlich nach der Methode Falke-Geith ermittelt wurden, schienen uns der Nachprüfung durch einen Weideschnittversuch wert zu sein. Über die ersten drei Versuchsjahre wird hier berichtet.

Standort und Versuchsplan

Der Versuch wurde auf dem Versuchsgut Wildschwaige des Instituts für Tierzucht der Technischen Universität München, 9 km SSO von Freising/Obb., durchgeführt. Die Versuchsfläche liegt auf Niedermoorboden 455 m über NN; jährlich fallen 770 mm Niederschläge und die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 7,7° C. Der Grundwasserstand zeigt im Verlaufe

Tab. 1

Klimadaten als langjährige Mittel für die Vegetationsperiode April — September und Witterung während der Vegetationsperiode 1964—1966 in Weihenstephan
(nach Pahl, 8)

	langjähriges Mittel	1964	1965	1966
mittlere Lufttemperatur °C	13,8 (1931—1960)	14,3	12,4	13,5
mittleres Maximum der Lufttemperatur °C	19,4 (1937—1960)	20,1	17,5	18,6
mittleres Minimum der Lufttemperatur °C	8,1 (1937—1960)	8,7	7,9	8,9
Zahl der Sommertage (Maximum ≧ 25° C)	33 (1937—1960)	39	18	19
mittlere tägliche Sonnenscheindauer in Std.	6,9 (1951—1960)	7,1	5,5	6,1
mittlere tägliche Globalstrahlung in cal/cm²	391 (1960—1967)	434	356	371
mittleres tägliches Sättigungsdefizit 14^{00}, mm Hg	7,1 (1960—1967)	8,3	6,2	6,6
Niederschlagssumme in mm	489 (1891—1930)	435	734	566
Zahl der Tage mit Niederschlag ≧ 1 mm	66 (1931—1960)	60	90	77
Potentielle Evapotranspiration mm	451 (1960—1967)	514	405	431

*) Prof. Dr. G. Voigtländer und F. Mädel, Institut für Grünlandlehre der Technischen Universität München, 805 Freising-Weihenstephan

des Jahres starke Schwankungen. Überschwemmungen im Frühjahr und Vorsommer sind häufig, aber auch eine starke Austrocknung der durchwurzelten Schicht im Hochsommer kann vorkommen.

Die Witterungsdaten im langjährigen Mittel und für die Versuchsjahre 1964—1966 enthält Tabelle 1.

Die Vegetationsperiode 1964 war im ganzen trocken und überdurchschnittlich warm, wenn auch der Frühsommer und Herbst größere Niederschlagsmengen brachten. Das Sommerhalbjahr 1965 war mit 90 Regentagen sehr naß und kühl. Das gilt in abgeschwächtem Maße auch für die Vegetationszeit 1966; nur in den beiden ersten Junidekaden und von Mitte September bis zum 10. Oktober fielen wenig Niederschläge.

Der Düngungsplan ist in Tabelle 2 wiedergegeben. Er enthielt 1964 nur vier, 1965 und 1966 sechs Varianten. Die Düngermengen wurden einheitlich auf 150/150/250 kg NPK/ha festgelegt. Die bei der Anwendung des Mehrnährstoffdüngers 13/13/21 entstehende Differenz wurde durch Einnährstoffdünger ausgeglichen.

Tab. 2

Düngungsplan; E = Einnährstoffdünger, M = Mehrnährstoffdünger. Als Einnährstoffdünger wurden Kalkammonsalpeter 22 %, Superphosphat 18 % und Kalisalz 50 %, als Mehrnährstoffdünger 13/13/21 (rot) und 12/12/20 (blau) verwandt

Variante Nr.	Düngerform	Zeitpunkt und Mengen in kg/ha zu den Weidenutzungen														
		1 (Frühjahr)			2			3			4			5		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	E	—	150	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	E	30	150	250	30	—	—	30	—	—	30	—	—	30	—	—
3	M rot	30	30	50	30	30	50	30	30	50	30	30	50	30	30	50
4	M blau	30	30	50	30	30	50	30	30	50	30	30	50	30	30	50
5	E	—	30	50	—	30	50	—	30	50	—	30	50	—	30	50
6	E	30	30	50	30	30	50	30	30	50	30	30	50	30	30	50

Der Versuch wurde als Block mit zufallsgemäßer Verteilung der Versuchsparzellen in fünffacher Wiederholung angelegt. Die Parzellengröße betrug 33 qm. Eine Hälfte jeder Parzelle wurde kurz vor dem Auftrieb zur Probenahme und Ertragsfeststellung gemäht, die andere mit dem Rest der Koppel mit hoher Besatzdichte möglichst schnell abgeweidet, um die Weidekondition der Narbe zu erhalten. Es wurde der Auftrieb auf weidereife Bestände mit 15 bis 25 dz TrS./ha angestrebt.

Ergebnisse

Das Ergebnis der Bodenuntersuchung zu Beginn und nach Abschluß des Versuches (Tabelle 3) dient zur weiteren Charakterisierung des Standorts und leitet zu den Ergebnissen über.

Die pH- und P_2O_5-Werte sind in der Versuchsperiode, besonders in der Tiefe 5 bis 10 cm, deutlich angestiegen. Dagegen haben 250 kg K_2O/ha und die Exkremente der Weidetiere nicht ausgereicht, um ein starkes Absinken der K_2O-Gehalte

des Bodens zu verhindern. Trotzdem sanken die Kaliumwerte im Futter nur wenig ab. Auch bei Aufteilung der Düngung in fünf Gaben liegen sie z. T. wesentlich über 3 % K i. TrS. (Tabelle 11).

Tab. 3
Das Ergebnis der Bodenuntersuchung 1964 zu Beginn und 1967 nach Abschluß des Versuchs

Variante Düngung	Tiefe cm	Jahr	pH	mg/100 g Boden P_2O_5	K_2O	Mg	N %	Organische Substanz %	C/N
	0—5	1964	6,5	38	42	40	2,44	43,3	10
1		1967	6,5	38	36	—	—	—	—
PK-E	5—10	1964	6,45	6	21	38	2,15	40,9	11
		1967	6,6	18	14	—	—	—	—
	0—5	1964	6,5	28	67	40	2,41	40,4	10
2		1967	6,7	35	32	—	—	—	—
NPK-E	5—10	1964	6,45	2	42	38	2,19	40,1	10
		1967	6,8	16	16	—	—	—	—
3	0—5	1964	6,45	35	79	36	2,24	42,7	11
NPK		1967	6,5	37	36	—	—	—	—
M-rot	5—10	1964	6,3	6	27	38	2,22	42,4	11
		1967	6,6	20	17	—	—	—	—

Die Mg-Gehalte des Bodens sind außerordentlich hoch; trotzdem weist das Futter besonders in den ersten beiden Nutzungen einen bedenklichen Magnesiummangel auf, der 1965 mit 0,14 % fast ein katastrophales Ausmaß erreicht. Nicht besonders auffallend sind die gleichmäßig hohen Gehalte an Stickstoff und organischer Substanz in dem Niedermoorboden. Vom Bodenstickstoff scheint jedes Jahr ein erheblicher Teil verfügbar zu werden, denn die Leistungen je kg Mineraldüngerstickstoff liegen häufig nur bei 3 bis 5 kStE; in einem benachbarten Wiesenversuch mit Zwei-, Drei- und Vierschnittnutzung wurde mehrfach überhaupt kein Mehrertrag durch Stickstoffdüngung erzielt.

Die Grasnarbe stellt eine Übergangsgesellschaft zwischen einem *Arrhenatheretum cirsietosum oleracei* und einem *Lolio-Cynosuretum* dar (Tabelle 4). Sie macht bei flüchtiger Betrachtung einen viel artenärmeren Eindruck, weil die meisten Kräuter nur in Spuren vorhanden sind. Die Gräser sind während des ganzen Jahres aspektbildend, im Frühjahr ergänzt durch blühenden Löwenzahn. Außerdem sind *Alopecurus pratensis* und *Poa trivialis* im Frühjahr stärker vertreten als im Herbst. Dagegen gewinnt *Dactylis glomerata* im Herbst an Boden.

Während der Versuchszeit sind keine wesentlichen Veränderungen eingetreten. Die Anteile von Gräsern, Leguminosen und Kräutern sind fast gleich geblieben. Lediglich auf Variante 1 (PK) hat der Kleeanteil deutlich zugenommen. Eine Zunahme des Klees zu Lasten der Gräser ist auch auf Variante 2 (NPK-E, PK im Frühjahr) angedeutet, ebenso auf Variante 5 (PK verteilt), die aber erst im 2. Versuchsjahr angelegt wurde. Die z. T. starken Massenverschiebungen innerhalb der Gruppe der Gräser sind einesteils durch die Jahreszeit bedingt, beruhen andererseits aber auch darauf, daß 1966 irrtümlich andere Parzellen aufgenommen wurden als 1964. Da die Bestandszusammensetzung aber nicht so uneinheitlich war, sind auch Schätzfehler nicht ganz auszuschließen.

Tab. 4

Die Pflanzenbestände auf den Versuchsparzellen im Herbst 1964 und im Frühjahr 1966; Artenanteile in % des Gesamtertrages

Wertzahl	Arten	1964	1966 auf Variante 1	2	3	4	5	6
7	*Dactylis glomerata*	27	3	4	5	5	2	8
8	*Festuca pratensis*	15	15	15	18	18	18	13
8	*Poa pratensis*	12	15	14	13	15	10	11
7	*Poa trivialis*	6	10	18	15	15	10	16
4	*Holcus lanatus*	5	5	12	12	15	15	9
7	*Alopecurus pratensis*	1	15	10	12	13	17	22
7	*Agrostis stolonifera*	8	4	3	6	4	8	9
5	*Festuca rubra*	3	1	2	—	—	+	1
3—5	7 weitere Grasarten	3	2	+	1	+	+	1
8	*Trifolium repens*	8	22	10	7	5	10	2
7	*Trifolium pratense*	+	+	+	1	1	+	+
5	*Taraxacum officinale*	4	6	8	7	5	5	6
1	*Rumex obtusifolius*	1	+	1	1	1	—	1
2	*Ranunculus repens*	1	2	+	1	1	3	+
3	*Cerastium vulgatum*	+	+	1	1	1	1	1
1	*Lychnis flos-cuculi*	+	+	1	+	1	1	+
4	*Cirsium oleraceum*	1	—	+	+	+	+	—
—1	*Senecio aquaticus*	1	—	+	+	+	+	—
0—6	32 weitere Kräuter	4	+	1	+	+	+	+
	Gräser	80	70	78	85	85	80	90
	Leguminosen	8	22	10	8	6	10	2
	Kräuter	12	8	12	10	9	10	8
	Wertzahlen	6,56	7,05	6,66	6,70	6,62	6,58	6,71
	Deckung	99	99	97	98	96	95	99

Die Erträge an Trockenmasse zeigten in den ersten beiden Jahren praktisch keine Unterschiede innerhalb der NPK-Varianten. 1966 hob sich die Variante „Mehrnährstoffdünger blau" durch 5,6% höhere Erträge gegen „Mehrnährstoffdünger rot" und um 6,6% gegenüber den anderen NPK-Varianten heraus. Die Differenzen waren jedoch nicht signifikant. Signifikante Differenzen wurden in allen Versuchsjahren zwischen den Erträgen der PK-Varianten einerseits und allen NPK-Varianten (mit Ausnahme von Variante 2/1966) andererseits erzielt. Die Ertragsmittel für die drei Versuchsjahre, ihre Differenzen und die Leistungen in kg TrS. je kg N sind in Tabelle 5 zusammengefaßt. Die Mehrerträge durch NPK-Mehr- und -Einnährstoffdünger waren 1965 am größten, jedoch nur deswegen, weil in diesem nassen Jahr die Erträge auf den PK-Parzellen deutlich abgesunken waren. Es ist anzunehmen, daß die Mineralisierung des Bodenstickstoffs in den Feuchteperioden dieses Sommers gehemmt war. Eine ganz ähnliche Feststellung trifft Jagtenberg (9), der jeweils auf nassen Standorten im Vergleich zu trockenen derselben Bodenart die stärkste Wuchsbeschleunigung durch Stickstoffdüngung im Frühjahr erzielte.

Die Verteilung der PK-Düngung in fünf Gaben über die Vegetationszeit hat im Vergleich zu einmaliger PK-Düngung im Frühjahr im Ertrag nicht den geringsten Vorteil gebracht, wie ein Vergleich der Varianten 1 und 5 bzw. 2 und 6 1965 und 1966 deutlich zeigt. Daher ist es verständlich, daß eine generelle Überlegenheit der

Tab. 5

Die Trockenmasseerträge 1964, 1965 und 1966

Var. Nr.	Düngung[1]	1964 TrS. dz/ha	1964 Diff. zu 1	1964 kg TrS. je kg N	1965 TrS. dz/ha	1965 Diff. zu 1	1965 kg TrS. je kg N	1966 TrS. dz/ha	1966 Diff. zu 1	1966 kg TrS. je kg N
1	PK E, Fr.	90,2	—	—	79,6	—	—	98,8	—	—
2	NPK E, Fr.	104,2	14,0**	9,3	97,9	18,3**	12,2	106,0	7,2	4,8
3	NPK M-rot	102,6	12,4**	8,3	97,4	17,8**	11,9	107,0	8,2*	5,5
4	NPK M-blau	104,6	14,4**	9,6	100,8	21,2**	14,1	113,0	14,2**	9,5
5	PK E-Veg.	—	—	—	82,4	2,8	—	98,0	—	—
6	NPK E-Veg.	—	—	—	95,4	15,8**	10,5	106,3	7,5*	5,0

Anm.: * = signifikant bei GD 5 % } gegenüber Variante 1
** = signifikant bei GD 1 % }

[1] E = Einnährstoffdünger; M = Mehrnährstoffdünger;
Fr. = im Frühjahr; Veg. = während der Vegetationszeit.

Mehrnährstoffdünger über die Einnährstoffdünger bei Nährstoffgleichheit ebenfalls nicht gegeben ist. Ob die sich 1966 andeutende Überlegenheit von „Mehrnährstoffdünger blau" gegenüber „Mehrnährstoffdünger rot" und Einnährstoffdüngern signifikant reproduzierbar ist und worauf sie ggf. beruht, soll in künftigen Versuchen geklärt werden.

In Tabelle 6 sind alle Ertragsdifferenzen und ihre Signifikanz angeführt. Die PK-Variante 5 wurde der Übersicht halber weggelassen, da sich ihre Ergebnisse nicht von denen der PK-Variante 1 unterscheiden.

Tab. 6
Ertragsdifferenzen aller Varianten zueinander in dz/ha und Ergebnisse der Varianzanalyse

	1964		
Variante	4	3	2
1	14,38**	12,44**	14,03**
2	0,35	1,59	
3	1,94		

GD 5 % = 4,53 dz/ha; GD 1 % = 6,36 dz/ha

	1965			
Variante	6	4	3	2
1	15,81**	21,18**	17,83**	18,31**
2	2,50	2,87	0,48	
3	2,02	3,35		
4	5,37			

GD 5 % = 6,67 dz/ha; GD 1 % = 9,07 dz/ha

	1966			
Variante	6	4	3	2
1	7,46*	14,13**	8,17*	7,16
2	0,30	6,97	1,01	
3	0,71	5,96		
4	6,67			

GD 5 % = 7,24 dz/ha; GD 1 % = 9,84 dz/ha

Für die Beurteilung der Futterqualität und der eventuell eingetretenen Grasverluste ist es von Bedeutung, welche Futtermengen in den einzelnen Umtrieben zur Verfügung gestellt wurden. Sie sind in Tabelle 7 angegeben.

Es ist in allen drei Jahren gelungen, die Nutzung und Beweidung etwa im Stadium der Weidereife durchzuführen. Eigentlich war nur die 2. Nutzung 1966 etwas zu alt geworden, während die letzte Nutzung 1965 die Weidereife wegen der fortgeschrittenen Vegetationszeit nicht mehr ganz erreichte.

Bisweilen waren jedoch die Ertragsschwankungen zwischen den Wiederholungen einer Variante außerordentlich groß, so z. B. innerhalb aller Varianten der 1. Nutzung 1965 oder in Variante 1/2. Nutzung 1966, in Variante 3/1. Nutzung 1966 und in 5/1. Nutzung 1966. Da aber in denselben Varianten die Ertragsschwankungen in den nächsten Nutzungen häufig gering bis minimal waren, kann ihre Ursache weder im Pflanzenbestand noch in der Düngerverteilung gesucht werden. Aus den Bonitierungen geht hervor, daß sie z. T. durch Maulwurfsschäden, z. T. durch hohe Grundwasserstände in Verbindung mit der nicht ganz ebenen Versuchsfläche verursacht wurden. Dafür spricht, daß die größten Schwankungen innerhalb aller Vari-

Tab. 7
Erträge der einzelnen Varianten in dz TrS./ha in den 5 Nutzungen der Versuchsjahre 1964, 1965 und 1966

Variante	1	2	3	4	5	$\bar{x}$
			1964 Nutzung Nr.			
1	14,7	21,2	17,3	16,6	20,4	18,0
2	14,3	24,1	19,6	21,9	24,4	20,9
3	15,3	23,7	19,3	20,2	24,2	20,5
4	13,9	24,0	19,5	20,6	26,6	20,9
$\bar{x}$	14,6	23,2	18,9	19,8	23,9	20,1
			1965			
1	18,1	21,5	19,1	13,8	7,1	15,9
2	24,2	24,7	19,9	18,1	11,0	19,6
3	22,6	25,0	20,7	17,2	11,8	19,5
4	23,3	25,5	22,2	18,4	11,4	20,2
5	19,5	21,6	18,9	14,5	7,9	16,4
6	22,0	24,4	19,8	17,7	11,2	19,0
$\bar{x}$	21,6	23,8	20,1	16,6	10,1	18,4
			1966			
1	19,1	26,8	18,7	21,3	12,9	19,8
2	22,2	27,7	18,4	22,0	15,7	21,2
3	23,7	26,5	17,5	22,4	16,9	21,4
4	24,0	28,8	19,4	23,0	17,8	22,6
5	20,4	24,7	18,3	20,5	14,1	19,6
6	22,3	29,4	17,4	21,4	15,9	21,3
$\bar{x}$	22,0	27,3	18,3	21,8	15,6	21,0

anten in der 1. Nutzung nach der Frühjahrsüberschwemmung 1965 auftraten und daß sie im trockenen Jahr 1964 am geringsten waren. 10 cm Niveauunterschied können das Pflanzenwachstum entscheidend beeinflussen, wenn sich das Grundwasser tagelang an oder unmittelbar unter der Oberfläche bewegt.

Die Futterqualität soll mit Hilfe der Gehalte an Rohprotein, Rohfaser und den fünf Mengenelementen etwas genauer charakterisiert werden.

Die Rohproteingehalte (Tabelle 8) erreichten 1964 sehr hohe Werte, über 25 % in der 1. Nutzung mit 14,6 dz TrS./ha und fast 22 % bei einem Ertrag von

Tab. 8
Die Rohproteingehalte im Weidefutter 1964—1966 in % der TrS.; Variante 2 = NPK als Einnährstoffdünger (PK im Frühjahr), Variante 4 = Mehrnährstoffdünger — blau

Jahr	Variante	1	2	3	4	5
				Nutzung Nr.		
1964	2	25,3	21,1	19,2	19,2	22,2
	4	26,3	21,5	19,2	19,6	21,9
1965	2	16,9	13,6	13,6	15,6	18,8
	4	17,5	14,3	13,6	16,4	19,4
1966	2	19,7	15,9	23,1	20,6	21,7
	4	19,9	16,4	21,9	20,4	21,7

23,9 dz TrS./ha in der letzten Nutzung. Dazwischen sanken sie etwas ab mit Tiefstwerten von knapp 19 % in der 3. Nutzung.

1965 wurden infolge der Witterung und etwas höherer Trockenmasseerträge in den ersten drei Nutzungen insgesamt wesentlich geringere Rohproteingehalte ermittelt. Sie lagen zwischen knapp 13,5 % in der 3. und fast 19 % in der letzten Nutzung, die aber nur 10 dz TrS./ha brachte. Die Werte für 1966 liegen mit etwa 16 % in der 2. und 22,5 % in der 3. Nutzung zwischen denen aus 1964 und 1965.

Man sieht hieraus sehr klar, wie wenig man die Rohproteingehalte gezielt beeinflussen kann. Sie hingen in diesem Versuch viel stärker von der Jahreswitterung und der Jahreszeit als — innerhalb der Weidereife — vom physiologischen Alter des Bestandes und der Düngung ab. 1964 waren zwar die Rohproteingehalte im Futter von den PK-Parzellen deutlich geringer als von den meisten NPK-Parzellen, was auf den anfangs leguminosenarmen Beständen nicht verwunderlich ist; 1965 ist das aber kaum noch feststellbar. Außerdem sind diese Differenzen gering im Vergleich zu den durch Jahr und Jahreszeit bedingten.

Die Rohfasergehalte wurden nur in den Varianten 2 und 4 untersucht (Tabelle 9). Ein Einfluß der Düngerform und damit auch der PK-Verteilung auf die

Tab. 9
Die Rohfasergehalte im Weidefutter 1964—1966 in % der TrS.; Variante 2 = NPK als Einnährstoffdünger (PK im Frühjahr), Variante 4 = Mehrnährstoffdünger — blau

Jahr	Variante	Nutzung Nr. 1	2	3	4	5
1964	2	19,2	27,6	25,4	25,4	24,7
	4	19,4	27,8	25,7	25,1	25,0
1965	2	22,7	28,3	26,6	24,0	20,2
	4	22,9	27,6	25,8	23,1	19,8
1966	2	23,7	25,1	22,5	24,0	18,9
	4	22,3	23,9	22,0	23,6	18,8

Rohfasergehalte ist kaum festzustellen. Dafür fällt um so mehr auf, daß die 25 % Rohfaser i. TrS. häufig überschritten wurden, obgleich wir mit Ausnahme von 2./1966 mit den Trockenmasseerträgen immer im Rahmen der Weidereife blieben. Hierfür ist mit Sicherheit der große Anteil rohfaserreicher Obergräser und der ziemlich geringe an Klee und Kräutern verantwortlich zu machen, wie wir aus Vergleichen mit unseren untergrasreichen Mähweideflächen wissen. Ein etwas zeitigerer Auftrieb (15—20 dz TrS./ha) ist daher auf dieser Narbe zweckmäßig.

Die Phosphor- und Kaliumgehalte im Weidefutter dürften am ehesten durch die Zahl und Ausbringungszeit der PK-Gaben beeinflußt werden (Tabellen 10 und 11). 150 kg P_2O_5, in einer Gabe im Frühjahr gegeben, heben in den ersten beiden Nutzungen den Phosphorgehalt um 0 bis 0,06 % an. Von der dritten Nutzung an werden auf der Variante 4 mit 5 × 30 kg P_2O_5/ha etwas höhere Gehalte erreicht. Diese Differenzen fallen bei den vorliegenden hohen Phosphorgehalten kaum ins Gewicht. Dagegen sind die niedrigen Gehalte in der 4. Nutzung 1964 vom Standpunkt der Tierernährung schon bedenklich. Ihre Ursache ist nachträglich schwer zu klären. Die Verfügbarkeit der Boden- und Düngerphosphorsäure für die Pflanzen muß, auch in der 5. Nutzung noch, herabgesetzt gewesen sein.

Tab. 10
Die P-Gehalte im Weidefutter 1964—1966 in % der TrS.;
Variante 2 = NPK als Einnährstoffdünger (PK im Frühjahr),
Variante 4 = Mehrnährstoffdünger — blau

Jahr	Variante	Nutzung Nr. 1	2	3	4	5
1964	2	0,48	0,46	0,43	0,25	0,34
	4	0,47	0,45	0,44	0,26	0,35
1965	2	0,49	0,40	0,38	0,40	0,41
	4	0,43	0,40	0,39	0,40	0,44
1966	2	0,50	0,39	0,45	0,45	0,43
	4	0,45	0,36	0,44	0,46	0,45

Die Kaliumgehalte liegen trotz der starken Abnahme des verfügbaren Kaliums im Boden allgemein noch sehr hoch. Diese Abnahme ist am Kaliumgehalt der Pflanzen kaum festzustellen, der nach einem Rückgang in allen Nutzungen des Jahres 1965 gegen Versuchsende im Jahr 1966 die ursprüngliche Höhe fast wieder erreicht, in einigen Fällen sogar deutlich überschritten hat. An den immer noch hohen und offenbar auch gut verfügbaren Bodenvorräten liegt es wohl auch, daß sich die unterschiedliche Kaliumverteilung nicht stärker bemerkbar macht. Immerhin weist 1965 und 1966 in den ersten beiden Nutzungen Variante 2 (Frühjahrsdüngung) und in den letzten beiden die Variante 4 (verteilte K-Düngung) die höchsten Kaliumgehalte in der Trockenmasse auf. Hiernach müßten also noch niedrigere Kaliumgehalte im Boden angestrebt werden. Um so stärker würde aber der Kaliumdüngungseinfluß auf die Gehalte sein, und das spräche dann für eine Anwendung während der Vegetationszeit in Form von NK- oder NPK-Düngern.

Tab. 11
Die K-Gehalte im Weidefutter 1964—1966 in % der TrS.;
Variante 2 = NPK als Einnährstoffdünger (PK im Frühjahr),
Variante 4 = Mehrnährstoffdünger — blau

Jahr	Variante	Nutzung Nr. 1	2	3	4	5
1964	2	3,68	3,93	3,92	3,56	4,17
	4	3,72	3,95	3,95	3,52	4,35
1965	2	3,68	3,15	3,16	3,20	2,99
	4	3,37	3,10	3,26	3,28	3,46
1966	2	4,43	3,79	4,20	3,55	3,03
	4	4,04	3,57	3,96	3,82	3,67

Die statistische Überprüfung der Rohprotein- und Mineralstoffgehalte ergab 1964 und 1965 sehr deutliche Jahresunterschiede für Rohprotein und Kalium, in geringerem Maße für Magnesium und Calcium.

Zwischen den Varianten wurden nur beim Natrium in einigen Fällen gesicherte Differenzen festgestellt, besonders durch den Abfall der Werte von Variante 3 und 4 (Mehrnährstoffdünger). Wechselwirkungen kamen überhaupt nicht vor, d. h. die Differenzen zwischen den Varianten waren in beiden Jahren trotz der großen Jahresunterschiede auffallend gleichgerichtet (Tabelle 12).

Tab. 12
Die Gehalte des Weidefutters an Rohprotein und Mineralstoffen; Ergebnis der Varianzanalyse für die Jahre 1964 und 1965

	Jahr			Variante 1	2	3	4	GD 5 %	1 %	0,1 %
% Roh-	1964	21,3	+++	20,7	21,4	21,3	21,7	1,76	2,37	3,16
protein	1965	15,8		15,6	15,7	15,8	16,2			
% P	1964	0,39		0,38	0,39	0,41	0,39	0,07	0,09	0,12
	1965	0,41		0,41	0,42	0,42	0,41			
% K	1964	3,84	+++	3,71	3,85	3,89	3,90	0,29	0,39	0,52
	1965	3,21		3,07	3,24	3,23	3,29			
			++							
% Ca	1964	0,896	+	0,99	0,89	0,88	0,82	0,115	0,155	0,206
	1965	0,744		0,81	0,72	0,73	0,71			
% Mg	1964	0,218	++	0,22	0,22	0,22	0,22	0,015	0,021	0,028
	1965	0,196		0,20	0,20	0,19	0,20			
mg Na/	1964	12,5		13,4	14,0	11,9	10,6	4,7	6,3	8,4
100 g	1965	13,6		17,7	16,1	11,5	9,3			
			+							
			++							
			+++							

Diskussion

Man könnte der Meinung sein, das starre Nährstoffverhältnis von 13:13:21 NPK sei für die Beantwortung der Frage Mehrnährstoffdünger-Einnährstoffdünger weniger geeignet. Die relativ niedrige Stickstoff-Gabe erschien jedoch auf dem stickstoffreichen Niedermoorboden gerechtfertigt. Die Phosphorgabe lag etwa richtig, denn sie erhöhte den Vorrat aufnehmbarer Phosphorsäure im Boden nur unwesentlich, allerdings in der Schicht 5 bis 10 cm in stärkerem Maße. Das war jedoch bei den geringen Anfangswerten kein Nachteil. Der Phosphorgehalt der Pflanzen war meist recht gut, nur in der 4. und 5. Nutzung 1964 bedenklich niedrig, vielleicht als Folge der sehr trockenen Sommerwitterung. Die Kaliumgaben erschienen uns anfangs zu hoch. Das Gegenteil war jedoch der Fall; die Bodenwerte sanken erheblich ab. Da jedoch die Kaliumgehalte der Pflanzen bis zum Versuchsende noch zu hoch lagen, war die Kalium-Düngung nicht ganz falsch. Man hätte sie bei längerer Versuchsdauer wahrscheinlich sogar erhöhen müssen.

Die Versuchsfrage wurde für die drei Versuchsjahre klar beantwortet. Im Hinblick auf eventuell kumulierende Wirkungen der verschiedenen Düngungsarten und auf die Veränderung der Nährstoffgehalte im Boden wäre eine längere Versuchsdauer von Interesse gewesen.

Zusammenfassung

1. Auf einer grasreichen Mähweidefläche wurden Mehrnährstoffdünger und Einnährstoffdünger in ihrer Wirkung auf den Weideertrag und einige Qualitätsmerkmale miteinander verglichen.

2. Bei gleicher Gesamtnährstoffmenge auf allen Varianten wurden Stickstoff- und Mehrnährstoffdünger in fünf gleichen Gaben zu den fünf Weidenutzungen eines Jahres gegeben. Die PK-Dünger der Einnährstoff-Dünger wurden in einer Variante in einer Gabe im Frühjahr, in einer anderen wie die N- und Mehrnährstoffdünger während der Vegetationszeit verabreicht.
3. Es wurden keine signifikanten Ertragsunterschiede festgestellt. Lediglich im letzten Versuchsjahr war eine Überlegenheit des chlorfreien Mehrnährstoffdüngers (blau) gegenüber den anderen Varianten angedeutet.
4. Die Rohproteingehalte wurden von der Düngung wenig beeinflußt. Die Rohfaser- und Mineralstoffgehalte zeigten zwar eine gewisse Abhängigkeit von der Düngerform und Düngerverteilung, ohne daß jedoch signifikante Differenzen zwischen den Gehalten einzelner Varianten auftraten. Lediglich der Natriumgehalt wurde durch Einnährstoffdünger signifikant erhöht. Signifikante Jahresunterschiede zeigten sich an den Rohprotein-, Kalium-, Calcium- und Magnesiumgehalten.
5. Eine Überlegenheit der Mehrnährstoffdünger konnte auch im Einfluß auf den Pflanzenbestand nicht festgestellt werden. Alle Düngungsformen verbesserten die Wertzahlen der Bestände gegenüber Versuchsbeginn deutlich. Hierzu hat sicher auch die geregelte, zwischen Schnitt und Weide wechselnde Nutzung auf der vorher als Umtriebsweide genutzten Fläche beigetragen.

Summary

VOIGTLÄNDER, G., und F. MÄDEL: *Wirkungen von Ein- und Mehrnährstoffdüngern (NPK) auf Ertrag und Qualität von Mähweidefutter (Effects of single nutrient und compound nutrient fertilizers (NPK) on yield and quality of forage from mown pastures).*

Landwirtsch. Forsch. **23**, 1970

1. The effects of compound nutrient fertilizers and single nutrient fertilizers on pasture yield were compared on a grassy pasture sward, and comparison made in a few points of quality distinction.

2. With similar overall quantities of nutrients used in all variants, nitrogen and compound nutrient fertilizers were distributed in five equal applications for the five utilisations of the pasture during the year. The PK-fertilizers of the single nutrient fertilizers were put down in one variant in early spring, in another, like the N and compound nutrient fertilizers, during growth of vegetation.

3. No significant differences in yield were observed. Only in the last year of tests was there any superiority of chloride-free compound nutrient fertilizers (blue) as compared with other types.

4. Crude protein content was only slightly influenced by the fertilizers. Fibre and mineral content did indeed show a certain dependency on form of fertilizer and fertilizer distribution without however there being significant differences between the content for different types. The Na content alone was significantly increased by single nutrient fertilizers. Significant yearly differences were obtained for crude protein, K, Ca and Mg content.

5. The compound nutrient fertilizers were not found to be superior in their influence on the botanical composition of the swards either. All forms of fertilizer gave clear improvement in the quality rating of swards as compared with the beginning of the experiment. But the regular alternation of cutting and grazing on land formerly only used as pasture must of course have contributed to this.

Résumé

VOIGTLÄNDER, G., und F. MÄDEL: *Wirkungen von Ein- und Mehrnährstoffdüngern (NPK) auf Ertrag und Qualität von Mähweidefutter (Actions d'engrais simples et composés (NPK) sur les rendements et la qualité de foins de prairies naturelles de fauche).*

Landwirtsch. Forsch. **23,** 1970

1. On a comparé des engrais simples et des engrais composés sur prairies de fauche riches en graminées, dans leur action sur les rendement et quelques critères de qualité.

2. A quantité totale identique d'éléments fertilisants pour toutes les variantes, les engrais azotés et les engrais composés ont été épandus en cinq apports égaux correspondant aux cinq exploitations de la prairie. La fraction phospho-potassique à partir des engrais simples fut apportée: dans une variante, en un seul apport, en début de saison; dans l'autre variante, pendant la durée de végétation, avec le même fractionnement que celui des engrais azotés ou composés.

3. In n'y a eu aucune différence significative de rendement. Ce n'est que dans la dernière année de l'essai que s'est manifestée une supériorité des engrais composés ne contenant pas de chlore (bleu), par rapport aux autres variantes.

4. Les teneurs en protides brutes ont été peu influencées par la fumure. Les teneurs en cellulose brute et matières minérales ont montré une certaine influence de la forme et de la répartition des engrais, sans que cependant des différences significatives interviennent centre les teneurs correspondant aux différentes variantes. Seule la teneur en Na a été significativement élevée par les engrais simples. Des différences significatives ont été observées dans les teneurs en protides brutes, K, Ca, Mg, suivant l'année.

5. On n'a pas non plus observé de supériorité des engrais composés sur la composition botanique de l'herbe. Toutes les formes d'engrais ont amélioré les indices de la flore par rapport au début de l'essai. L'alternance régulière entre fauche et pâture, appliquée à des surfaces auparavant utilisées comme pâturage tournant, a certainement contribué à cette amélioration.

Schrifttum

1. BRÜCKNER, P.: Volldüngerverwendung auf Grünland. Tierzüchter **15,** 208—209, 1963
2. GUTERMANN, R.: Ist auf Mähweiden in viehstarken Güllebetrieben die Anwendung von Volldünger zu empfehlen? Schwäbischer Bauer Nr. 13, 1962
3. HELLER, A.: Was eine gute Weidewirtschaft leisten kann. Mitt. Dt. Landwirtsch.-Ges.**78,** 862—868, 1963
4. RUDOLF, W.: Düngungsversuche zu Weide. Bad. landwirtsch. Wbl. Nr. 5, 1963
5. STAEHLER, H.: Mähweidedüngung mit verschiedenen Handelsdüngerformen. Bayer. landwirtsch. Jb. **40,** 857—869, 1963
6. STAEHLER, H. und B. STEUERER-FINCKH: Mehrnährstoffdünger auf der Mähweide. Bayer. landwirtsch. Jb. **40,** 314—321, 1963
7. STAEHLER, H. und B. STEUERER-FINCKH: Grünlandwirtschaft und Feldfutterbau. Bayer. Landwirtschaftsverlag München-Basel-Wien 1965
8. PAHL, E.: Jahreszeitliche Schwankungen der Futterproduktion auf einigen Weiden und ihre Abhängigkeit von der Evapotranspiration und von Witterungsfaktoren. Diss. Weihenstephan 1968
9. JAGTENBERG, W. D.: Vervroeging van de grasoogst in het voorjaar. Stikstof **5,** 411—416, 1968