
Düngung von Grünland mit Phosphor und Kalium nach Entzug – Auswirkungen auf die Nährstoffgehalte in der Pflanze und im Boden

B. Greiner, R. Schuppenies, F. Hertwig, H. Hochberg und G. Riehl

Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt Iden,
Paulinenauer Arbeitskreis Grünland und Futterwirtschaft e.V., Landesamt für
Verbraucherschutz Brandenburg Paulinenaue, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Wandersleben, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Christgrün

Einleitung und Problemstellung

Nach der Düngeverordnung ist ein Gleichgewicht zwischen dem voraussichtlichen Nährstoffbedarf und der Nährstoffversorgung zu gewährleisten. In Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Sachsen angelegte Ringversuche zur Phosphor- und Kaliumdüngung sollen zeigen, welche Phosphor- und Kaliumgehalte in grasbetonten Grünlandaufwüchsen bei Drei- bis Vierschnittnutzung für eine entzugsgerechte Phosphor- und Kaliumdüngung und die Ausschöpfung des standorttypischen Ertragspotentials anzusetzen sind und welche Auswirkungen eine am Entzug orientierte Düngung auf die Phosphor- und Kaliumgehalte im Boden hat.

Material und Methoden

1997 und 1998 wurden auf den in der Tab. 1 beschriebenen Standorten Phosphor- und Kaliumdüngungsversuche mit je vier Düngungsvarianten und vier Wiederholungen als einfaktorielle Blockanlage angelegt.

Tab. 1: Beschreibung der Versuchsstandorte

Versuchsort	Jahr	pH-Wert	mg K/100g Boden	mg P/100g Boden	Höhe über NN	Geologische Herkunft	Bodenart	Niederschläge mm	Jahresmittel °C
Paulinenaue	1997	5,6	8-14	6,9-9,7	29	Al	Mo IIa	514	9,0
I den	1997	6,6	13	8,2	18	Al 1	sL	518	8,6
Hayn	1998	6,4	10	3,2	441	V 5	sL	618	6,5
Heßberg	1997	5,9	5	1,4	380	Al3	L-T	760	7,1
Oberweißbach	1997	6,1	6	4,4	660	V9a1	uL	842	5,9
Wechmar	1997	7,0	18	14,9	360	V 2	L-T	550	7,9
Christgrün	1997	5,3	9-13	3,2-3,5	430	V 5	sL	722	7,4
Forchheim	1997	5,2	8-14	3,3-4,0	565	V 8	sL	879	6,5

Neben Prüfgliedern ohne Phosphor- bzw. Kaliumdüngung und der Düngung nach einem Standardentzug von 3 g/kg TM Phosphor und 20 g/kg TM Kalium betragen die Grunddüngergaben im Phosphorversuch 50% und 150 % und im Kaliumversuch 70% und 130 % des Entzuges. Die Stickstoffgaben lagen auf den mineralischen Standorten zwischen 180 und 200 kg N/ha. Auf dem Niedermoorstandort Paulinenaue erfolgte keine Stickstoffdüngung. Die verwendeten Düngerarten waren KAS, 60er Kali und Triplesuperphosphat. Untersucht wurden die Ertragsleistungen und die Mineralstoffgehalte in der Pflanze und im Boden. Der Gehalt an pflanzenverfübarem Phosphor im Boden wurde nach der Doppellaktatmethode bestimmt

Ergebnisse und Diskussion

Eine unterlassene Kaliumdüngung bewirkte nach neun Versuchsjahren auf 7 von 8 Versuchsorten signifikante Mindererträge, wenn die Kaliumgehalte in der Pflanze deutlich unterhalb der als Standardentzug festgelegten 20 g/kg TS lagen (s. Tab. 2).

Tab. 2: Erträge und K-Gehalte in der Pflanze, K-Düngungsversuche 2005

	Variante	I den	Hayn	Paulinen- aue	Heß- berg	Ober- weißbach	Wech- mar	Christ- grün	Forch- heim
TM-Ertrag in dt/ha	0,0*E	70,6	65,7	33,8	82,7	22,0	69,9	45,7	78,3
	1,0*E	82,3	77,2	58,8	115,0	75,0	78,2	76,3	98,3
	0,7*E	76,3	81,2	57,7	110,0	69,9	77,3	75,1	96,3
	1,3*E	86,1	80,7	64,8	117,7	74,1	76,3	81,8	97,1
	GD _{t5%p}	10,2	8,7	13,4	12,6	13,4	n.s.	6,2	10,8
K-Gehalt in g/kg TM	0,0*E	18,2	13,0	7,7	10,7	4,9	15,3	7,9	11,6
	1,0*E	27,7	32,6	21,4	23,0	18,3	24,0	22,0	28,2
	0,7*E	26,1	25,1	16,7	16,2	15,0	21,0	17,5	23,1
	1,3*E	30,0	36,2	26,7	29,2	24,6	26,1	25,3	31,9

Tab. 3: K-Gehalte in der Pflanze bei Mangel, suboptimaler und optimaler K-Versorgung und Luxusversorgung

Standort	K-Gehalt in der Pflanze in g/kg TM							
	1. Aufwuchs				Folgeaufwüchse			
	Mangel	suboptimal	optimal	Luxus	Mangel	suboptimal	optimal	Luxus
Iden	<22	22-28	29-37	>37	<18	18-22	23-32	>32
Hayn	<17	17-25	26-34	>34	<14	14-24	25-31	>31
Paulinenaue	<15	15-20	21-32	>32	<12	12-16	17-23	>23
Heßberg	<17	17-25	26-34	>34	<12	12-18	19-24	>24
Oberweißbach	<15	15-21	22-27	>27	<10	10-12	13-18	>18
Wechmar	<17	17-24	25-32	>32	<15	15-20	21-28	>28
Christgrün	<18	18-22	23-30	>30	<15	15-18	19-25	>25
Forchheim	<18	18-24	25-32	>32	<15	15-22	22-30	>30

Die in der Tab. 3 standortabhängig zusammengestellten K-Gehalte bringen zum Ausdruck, dass in grasbetonten Grünlandbeständen bei Drei- bis Vierschnittnutzung im 1. Aufwuchs K-Gehalte von 21 bis 37 g/kg TM und in den Folgeaufwüchsen K-Gehalte von 13 bis 32 g/kg TM eine optimale Versorgung mit Kalium anzeigen. Überhöhte Kaliumgaben waren nicht ertragswirksam, führten zum 1. Aufwuchs zu K-Gehalten oberhalb von 27 bis 37 g/kg TS und zeigen Luxuskonsum von Kalium an.

In den Phosphordüngungsversuchen war nach 9 Versuchsjahren ein signifikanter Ertragsrückgang an den Standorten festzustellen, die zum Versuchsbeginn mit Phosphorgehalten von 1,4 bis 4,4 mg/100 g Boden den Gehaltsstufen A und B zuzuordnen waren (s. Tab. 4 und 7).

Tab. 4: Erträge und P-Gehalte in der Pflanze, P-Düngungsversuche 2005

	Varian- te	Iden	Hayn	Paulinen- aue	Heß- berg	Ober- weißbach	Wech- mar	Christ- grün	Forch- heim
TM-Ertrag in dt/ha	0,0*E	83,0	76,0	55,7	89,2	54,5	68,6	68,8	95,2
	1,0*E	83,4	82,6	60,7	108,9	70,1	73,8	74,7	99,4
	0,5*E	76,6	96,9	68,6	106,7	70,9	71,8	74,3	93,8
	1,5*E	81,8	95,2	62,2	112,3	73,2	69,4	78,1	100,2
	GD _{t5%p}	n.s.	14,6	n.s.	9,8	12,3	n.s.	n.s.	n.s.
P-Gehalt in g/kg TM	0,0*E	3,0	2,3	2,7	2,3	3,2	3,7	2,8	2,7
	1,0*E	3,5	3,8	3,5	3,5	3,6	3,8	3,2	3,4
	0,5*E	3,2	3,4	3,3	2,9	3,4	3,5	3,0	3,2
	1,5*E	3,6	4,2	3,9	3,6	3,8	3,9	3,4	3,6

Tab. 5: P-Gehalte in der Pflanze bei Mangel, suboptimaler und optimaler P-Versorgung und Luxusversorgung

Standort	P-Gehalt in der Pflanze in g/kg TM							
	1. Aufwuchs				Folgeaufwüchse			
	Mangel	suboptimal	optimal	Luxus	Mangel	suboptimal	optimal	Luxus
Iden	<2,5	2,5-3,4	3,5-4,5	>4,5	<2,4	2,4-2,9	3,0-4,2	>4,2
Hayn	<2,5	2,5-2,9	3,0-4,0	>4,0	<2,5	2,5-2,7	2,8-3,8	>3,8
Paulinenaue	<2,5	2,5-2,9	3,0-3,9	>3,9	<2,3	2,3-2,7	2,8-3,7	>3,7
Heßberg	<2,5	2,5-2,7	2,8-3,8	>3,8	<2,2	2,2-2,5	2,7-3,5	>3,5
Oberweißbach	<3,0	3,0-3,4	3,5-4,2	>4,2	<2,8	2,8-3,1	3,1-4,2	>4,2
Wechmar	<3,0	3,0-3,2	3,3-4,2	>4,2	<3,0	3,0-3,2	3,3-4,2	>4,2
Christgrün	<3,0	3,0-3,2	3,3-4,0	>4,0	<2,5	2,5-2,8	2,9-3,5	>3,5
Forchheim	<3,0	3,0-3,2	3,3-4,0	>4,0	<2,5	2,5-2,8	2,9-3,5	>3,5

P-Gehalte in der Pflanze < 2,5 bis 3,0 g/kg TS zum 1. Aufwuchs und < 2,2 bis 3,0 g/kg TS zu den Folgeaufwüchsen zeigen bei Drei- bis Vierschnittnutzung Phosphormangel an (s. Tab. 5). In optimal mit Phosphor versorgten Beständen lagen die P-Gehalte zwischen 2,8 und 4,5 g/kg TM zum 1. Aufwuchs und zwischen 2,7 und 4,2 g/kg TM bei den Folgeaufwüchsen.

Tab. 6: K-Bilanz und K-Gehalt des Bodens bei einer K-Düngung nach Entzug

Standort	Düngung kg/ha		TM- Ertrag dt/ha	K- Gehalt g/kgTM	K-Dün- gung kg/dtTM	K-Bi- lanz kg/ha*a	K-Gehalt mg/ 100g Boden		Regression	
	N	K					97/98	2005	Koeff.	B
Iden	191	172	74,7	30,7	2,30	-57	13,0	9,0	-0,27	0,23
Hayn	200	187	88,4	28,3	2,12	-63	10,0	8,0	0,07	0,01
Paulinenaue	0	130	66,6	21,3	1,95	-12	12,0	9,0	-0,43	0,14
Heßberg	251	244	109,7	24,5	2,22	-24	5,0	7,0	0,47	0,72
Oberweißb.	191	144	73,8	19,3	1,95	1	6,0	5,0	0,00	0,00
Wechmar	180	192	81,2	26,2	2,36	-20	18,0	13,0	0,23	0,05
Christgrün	180	181	83,0	23,4	2,18	-14	13,0	9,0	-0,42	0,22
Forchheim	180	187	84,3	28,3	2,22	-51	12,0	7,0	-0,23	0,06

Tab. 7: P-Bilanz und P-Gehalt des Bodens bei einer P-Düngung nach Entzug

Standort	Düngung kg/ha		TM- Ertrag dt/ha	P- Gehalt g/kgTM	P-Dün- gung kg/dtTM	P-Bi- lanz kg/ha*a	P-Gehalt mg/ 100g Boden		Regression	
	N	P					97/98	2005	Koeff.	B
Iden	191	24	71,9	3,9	0,33	-4	8,2	6,8	-0,37	0,55
Hayn	200	36	101,4	3,6	0,36	-1	3,2	1,8	0,14	0,04
Paulinenaue	0	20	68,3	3,2	0,29	-2	7,6	14,4	0,64	0,67
Heßberg	251	31	107,9	3,0	0,29	-2	1,4	1,5	0,04	0,02
Oberweißb.	191	26	72,3	3,7	0,36	0	4,4	3,6	-0,30	0,55
Wechmar	180	31	82,9	4,0	0,37	-2	14,9	7,0	-0,74	0,75
Christgrün	180	27	79,2	3,5	0,34	-1	4,2	4,7	0,10	0,20
Forchheim	180	28	84,9	3,6	0,33	-3	3,3	3,2	0,03	0,02

Die P- und K-Bodengehalte waren auf den meisten Versuchsorten starken jährlichen Schwankungen unterworfen. Die niedrigen Bestimmtheitsmaße in den Tabellen 6 und 7 weisen darauf hin. In Heßberg stiegen die K-Gehalte im Boden bei negativer Kaliumbilanz an. Bei einer Düngung nach Standardentzug sprechen K-Gehalte oberhalb 28 g/kg TM und negative Kaliumbilanzen für ein starkes Kaliumnachlieferungsvermögen auf diesen Standorten (s. Tab. 6).

In den P-Düngungsversuchen war bei einer Düngung nach Entzug die P-Bilanz ausgeglichen bzw. leicht negativ (s. Tab. 7). Trotzdem stiegen in Paulinenaue die P-Gehalte im Boden an während sie in Wechmar sanken.

Schlussfolgerungen

Eine jährliche Düngung, die sich an einem Standardentzug von 20 g K/kg TM und 3 g P/kg TM orientiert, war für die Ausschöpfung des standorttypischen Ertragspotentials ausreichend und verhinderte ein Absinken der P- und K-Gehalte im Boden, wenn zum Versuchsbeginn keine sehr hohen Nährstoffgehalte im Boden vorlagen. Die P- und K-Bodengehalte sind starken jährlichen Schwankungen unterworfen.

Postersektion I: Futterbau/ Graslandwirtschaft

Eine optimale Versorgung ist gegeben, wenn die K-Gehalte in der Pflanze standortabhängig Werte von 21 bis 37 g/kg TM zum 1. Aufwuchs, von 10 bis 25 g/kg TM zu den Folgeaufwüchsen und die P-Gehalte Werte von 2,8 bis 4,5 zum 1. Aufwuchs, von 2,7 bis 4,2 g/kg TM zu den Folgeaufwüchsen aufweisen.

Kaliummangel in der Pflanze, der zu Mindererträgen führt, liegt bei K-Gehalten < 15 bis < 22 g/kg TM zum 1. Aufwuchs und < 10 bis < 18 g/kg TM bei den Folgeaufwüchsen vor. Phosphormangel liegt bei P-Gehalten $< 2,5$ bis $< 3,0$ g/kg TM zum 1. Aufwuchs und bei $< 2,2$ bis $< 3,0$ g/kg TM zu den Folgeaufwüchsen vor.

==