

# **Auswirkungen einer unterlassenen Phosphor- und Kaliumdüngung – Ergebnisse aus sechzehnjährigen Grünlanddüngungsversuchen**

B. Greiner<sup>1</sup>, F. Hertwig<sup>2</sup>, H. Hochberg<sup>3</sup>, R. Priebe<sup>2</sup>, G. Riehl<sup>4</sup> und R. Schuppenies<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt,  
Lindenstr.18, 39606 Iden

<sup>2</sup> Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung  
Brandenburg, Gutshof 7, 14641 Paulinenaue

<sup>3</sup> Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Str. 98, 07743 Jena

<sup>4</sup> Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie,  
Christgrün 13, 08543 Pöhl

<sup>5</sup> Paulinenauer AK Grünland und Futterwirtschaft e.V.,  
Gutshof 7, 14641 Paulinenaue

baerbel.greiner@llfg.mlu.sachsen-anhalt.de

## **Einleitung und Problemstellung**

Die produktive Grünlandnutzung zur Futtererzeugung hat in den Ländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, verursacht durch die Diskrepanz zwischen den vorhandenen Grünlandflächen und dem Tierbestand, an Bedeutung verloren. Steigende Anforderungen aus dem Boden- und Artenschutz sind zu berücksichtigen. Der geringe Tierbesatz führte zu einer hohen Akzeptanz von Förderprogrammen zur Grünlandbewirtschaftung mit verminderter Intensität (Agrarumweltprogramme, NATURA 2000). Viele Grünlandflächen sind daher häufig suboptimal mit Kalium und Phosphor versorgt. In den 1997 bzw. 1998 angelegten Kalium- und Phosphordüngungsversuchen wird der Frage nach den Auswirkungen einer langjährig vernachlässigten Kalium- und Phosphorversorgung nachgegangen und es werden Kalium- und Phosphorgehalte abgegrenzt, die bei Drei- bis Vierschnittnutzung in grasbetonten Beständen auf Mineralstoffmangel hinweisen.

## **Material und Methoden**

1997 wurden auf sieben und 1998 auf einem der in Tabelle 1 beschriebenen Standorte Phosphor- und Kaliumdüngungsversuche mit je vier Düngungsvarianten und vier Wiederholungen als einfaktorielle Blockanlage angelegt. Die Versuchsorte bilden die Naturräume Niedermoor (Paulinenaue), Flußaue (Iden, Heßberg) sowie Vorgebirgs- und Bergland (Hayn, Christgrün, Forchheim, Oberweißbach, Wechmar) ab. 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 % des Entzuges und im Kaliumversuch 70 % und 130 % des Entzuges. Die jährlichen Stickstoffgaben lagen auf den mineralischen Standorten zwischen 180 und 269 kg N/ha. Auf dem Niedermoorstandort Paulinenaue wurde auch die Stickstoffdüngung variiert. Im K-Versuch wurde bei der N-Düngung auf das Prüfglied „Ohne K“ verzichtet, weil diese Variante keinen zusätzlichen Erkenntnisgewinn versprach. Die verwendeten Düngerarten waren KAS, 60er Kali und Triplesuperphosphat.

Untersucht wurden die Ertragsleistungen und die Mineralstoffgehalte in der Pflanze und im Boden (P, K, Mg, pH-Wert) sowie die Pflanzenbestandszusammensetzung des 1. Aufwuchses (Ertragsanteilsschätzung nach KLAPP).

Tabelle 1: Beschreibung der Versuchsstandorte

Ort	Höhe über NN	Geologische Herkunft	Bodenart	Niederschläge mm	Jahresmittel °C	pH-Wert	mg K /100g Boden	mg P/100g Boden
Paulinenaue	29	Mo IIa		514	9,0	5,6	8...14	6,9...9,7
Iden	18	Al 1	sL	518	8,6	6,6	13	8,2
Heißberg	380	Al 3	L-T	760	7,1	5,9	5	1,4
Hayn	441	V 5	sL	618	6,5	6,4	10	3,2
Christgrün	430	V 5	sL	722	7,4	5,3	9-13	3,2...3,5
Forchheim	565	V 8	sL	879	6,5	5,2	8...14	3,3...4,0
Oberweißbach	660	V 9a1	uL	842	5,9	6,1	6	4,4
Wechmar	360	V 2	L-T	550	7,9	7,0	18	14,9

### Ergebnisse und Diskussion

Die in der Tabelle 2 zusammengestellten Erträge der nach Standardentzug gedüngten Versuchsvarianten zeigen das Standortpotenzial der Versuchsorte, wenn die entzogenen Nährstoffe durch eine Düngung wieder ergänzt werden. Es liegt zwischen 72 dt TM/ha und 119 dt TM/ha. Auf allen Standorten schwanken die Erträge zwischen den Versuchsjahren mehr oder weniger stark.

Tabelle 2: Trockenmasseerträge in dt/ha in den nach Standardentzug gedüngten Varianten in den K-Düngungsversuchen (K) und P-Düngungsversuchen (P)  
(<sup>1</sup>) Paulinenaue ohne N <sup>2</sup>) Paulinenaue mit N)

Ort	1997-2001		2002-2006		2007-2012		1997-2012	
	K	P	K	P	K	P	K	P
Paulinenaue <sup>1)</sup>	62,9	66,4	75,9	69,2	89,0	90,6	76,8	76,4
Paulinenaue <sup>2)</sup>	113,9	100,1	113,1	111,5	127,3	125,4	118,7	113,2
Iden	75,6	71,8	75,2	75,2	86,1	91,0	79,4	80,0
Heißberg	110,6	109,9	108,3	105,3	101,7	102,9	106,6	105,8
Hayn	89,5	108,6	84,4	92,4	104,1	113,6	93,6	105,2
Christgrün	84,6	81,3	77,9	74,7	73,2	73,9	78,2	76,5
Forchheim	85,7	85,1	83,3	84,7	80,6	76,7	83,0	81,9
Oberweißbach	72,5	73,0	74,6	70,8	70,8	71,5	72,5	71,7
Wechmar	78,9	83,6	82,2	80,8	78,6	81,9	79,8	82,1

Auf eine unterlassene Kaliumdüngung reagieren die Standorte abhängig vom ihrem Kaliumnachlieferungsvermögen sofort oder erst in der 3. Versuchspentade mit Mindererträgen (Tabelle 3). Einzige Ausnahme ist Wechmar (V-Standort, Muschelkalk), auf dem bisher keine statistisch gesicherten Ertragsunterschiede zwischen den gedüngten und ungedüngten Versuchsvarianten vorliegen und dessen Kaliumbodgehalte nach 16 Jahren ohne Kaliumdüngung immer noch die Gehaltsklasse C anzeigen (Tabelle 5).

Tabelle 3: Trockenmasseerträge in den Varianten ohne K in den K-Düngungsversuchen (K) und in den Varianten ohne P in den P-Düngungsversuchen (P) relativ zu den Erträgen der nach Standardentzug gedüngten Varianten  
(<sup>1</sup>Paulinenaue ohne N <sup>2</sup>Paulinenaue mit N)

Ort	1997-2001		2002-2006		2007-2012		1997-2012	
	K	P	K	P	K	P	K	P
Paulinenaue <sup>1</sup>	88	103	51	100	50	99	60	101
Paulinenaue <sup>2</sup>	-	104	-	84	-	79	-	87
Iden	93	104	89	100	85	98	88	100
Heißberg	88	94	73	88	77	83	80	88
Hayn	95	85	84	84	82	80	86	83
Christgrün	86	101	66	97	56	88	69	95
Forchheim	97	98	88	94	81	88	81	93
Oberweißbach	57	93	27	85	36	84	40	87
Wechmar	92	93	89	93	90	89	90	92

Tabelle 4: Kaliumgehalte in g/kg TM in Kaliumdüngungsversuchen und Phosphorgehalte in g/kg TM in Phosphordüngungsversuchen im Mittel der Jahre 1997 bis 2012

Ort	Kaliumgehalte in g/kg TM				Phosphorgehalte in g/kg TM			
	1. Aufwuchs		Folgaufwüchse		1. Aufwuchs		Folgaufwüchse	
	Mangel	optimal versorgt	Mangel	optimal versorgt	Mangel	optimal versorgt	Mangel	optimal versorgt
Paulinenaue	<11	18...29	<10	14...21	<2,2	2,5...3,6	<2,2	2,7...3,5
Iden	<16	25...36	<18	22...31	<2,8	3,1...4,1	<2,6	2,7...3,8
Heißberg	<16	23...32	<14	19...30	<2,4	2,7...3,6	<2,2	2,8...3,6
Hayn	<17	22...34	<15	18...30	<2,1	2,5...3,8	<2,0	2,8...3,8
Christgrün	<16	24...29	<14	17...25	<2,8	3,1...3,8	<2,6	2,8...4,0
Forchheim	<13	24...31	<9	21...30	<2,7	3,2...3,9	<2,4	2,8...3,8
Oberweißbach	<10	22...28	<7	15...18	<2,6	3,0...4,1	<2,4	2,8...3,9
Wechmar	<18	24...31	<19	21...30	<2,7	3,2...3,9	<2,4	2,8...3,8

Eine langjährig unterlassene Phosphordüngung führte auf allen Standorten zu signifikanten Mindererträgen. Ausnahmen waren der Niedermoorstandort Paulinenaue ohne N-Düngung und der Auenstandort Iden mit zum Versuchsbeginn hohen Phosphorbodengehalten.

Entzugsgerecht gedüngte Pflanzenbestände wiesen in den Kaliumdüngungsversuchen Kaliumgehalte zum 1. Aufwuchs von 18 bis 29 g/kg TM auf Niedermoor und von 25 bis 36 g/kg TM auf mineralischen Standorten auf. In den Folgeaufwüchsen waren es Kaliumgehalte zwischen 14 und 21 g/kg TM auf Niedermoor und zwischen 15 und 31 g/kg TM auf mineralischen Standorten (Tabelle 4). Bei Kaliumgehalten unterhalb 10 bis 18 g/kg TM zum 1. Aufwuchs und unterhalb 7 bis 19 g/kg TM in den Folgeaufwüchsen lag ertragswirksamer Kaliummangel vor.

Standortabhängig weisen Phosphorgehalte in der Pflanze unterhalb 2,0 bis 2,8 g/kg TM auf ertragswirksamen Phosphormangel hin, wogegen Pflanzen mit Phosphorgehalten von 2,5 bis 4,1 g/kg TM in allen Aufwüchsen ausreichend mit Phosphor versorgt sein können.

Tabelle 5: Entwicklung der K- und P-Bodengehalte ohne K- bzw. P-Düngung  
(<sup>1</sup>) Paulinenaue ohne N <sup>2</sup>) Paulinenaue mit N <sup>3</sup>) Versuchsbeginn 1998)

Ort	K-Düngungsversuche						P-Düngungsversuche					
	K- g/kg TM	K- Bilanz kg/ha	K- 1997	K- 2002	K- 2007	K- 2012	P- g/kg TM	P- Bilanz kg/ha	P- 1997	P- 2002	P- 2007	P- 2012
Paulinenaue <sup>1)</sup>	8,4	-615	13	7	7	4	2,7	-332	9,4	6,2	7,5	6,1
Paulinenaue <sup>2)</sup>							2,1	-330	7,3	6,0	5,6	5,2
Iden	20,9	-2353	13	6	5	4	3,3	-419	8,2	5,5	2,6	1,3
Heßberg	11,8	-1599	5	5	5	5	2,4	-350	1,4	1,3	1,1	0,7
Hayn <sup>3)</sup>	13,1	-1571	10	6	4	6	2,4	-314	3,2	3,1	0,9	1,3
Christgrün	12,5	-1078	9	3	4	7	3,1	-355	4,9	2,9	2,4	2,1
Forchheim	14,9	-1751	8	3	4	6	2,9	-351	3,3	1,3	2,0	0,8
Oberweißbach	6,6	-304	6	4	2	3	3,0	-300	4,4	2,3	1,3	0,7
Wechmar	18,6	-2150	18	14	9	9	3,5	-422	14,9	7,7	4,1	1,7

Ohne Kaliumdüngung nahmen die Kaliumbodengehalte im Versuchszeitraum auf allen Versuchsorten auf Gehaltswerte der Gehaltsklassen A und B ab. Der Muschelkalkstandort war der einzige Standort, dessen Kaliumbodengehalte nach 16 Jahren ohne Kaliumdüngung noch der Gehaltsklasse C zuzuordnen waren.

Auf den Versuchsorten Heßberg, Hayn und Oberweißbach mit niedrigen Phosphorbodengehalten zum Versuchsbeginn sowie auf dem Niedermoorstandort mit Stickstoffdüngung hatte eine unterlassene Phosphordüngung Mindererträge ab der 2. Versuchspentade zur Folge, in Christgrün und Forchheim ab der 3. Pentade.

### Schlussfolgerungen

Eine jährliche Kalium- und Phosphordüngung nach einem Standardentzug von 20 g K/kg TM und 3 g P/kg TM ist auf grasbetonten ostdeutschen Grünlandstandorten bei Drei- bis Vierschnittnutzung für die Ausschöpfung des standorttypischen Ertragspotenzials ausreichend. Entzugsgerecht gedüngte grasbetonte Grünlandbestände weisen bei Drei- bis Vierschnittnutzung standortabhängig im 1. Aufwuchs Kaliumgehalte zwischen 18 und 36 g/kg TM und Phosphorgehalte zwischen 2,3 und 4,1 g/kg TM sowie in den Folgeaufwüchsen Kaliumgehalte zwischen 14 und 31 g/kg TM und Phosphorgehalte zwischen 2,7 und 4,0 g/kg TM auf. Kaliummangel zeigen Kaliumgehalte zwischen 10 und 18 g/kg TM im 1. Aufwuchs und zwischen 7 und 18 g/kg TM in den Folgeaufwüchsen an.

Auf Standorten mit hohem Kaliumnachlieferungsvermögen liegen die Kaliumgehalte von optimal versorgten Pflanzen oberhalb des Standardentzuges. Eine Begrenzung der Kaliumdüngung auf den Standardentzug verhindert auf diesen Standorten für die Tierernährung unerwünscht hohe Kaliumgehalte oberhalb 30 g/kg TM in den Aufwüchsen. Eine Unterlassung der Kaliumdüngung führt in Abhängigkeit vom Kaliumnachlieferungsvermögen der Böden mehr oder weniger rasch zu Mindererträgen. Einzige Ausnahme ist der Muschelkalkstandort.

Eine langjährig unterlassene Phosphordüngung führt nach dem Absinken der Bodengehalte in die Gehaltsklassen A oder B auf allen Standorten zu signifikanten Mindererträgen. Die Phosphorgehalte im ersten Aufwuchs liegen dann unterhalb 2,2 bis 2,8 g/kg TM und in den Folgeaufwüchsen unterhalb 2,0 bis 2,6 g/kg TM. Ausnahmen sind der zum Versuchsbeginn hoch mit Phosphor versorgte Auenstandort und der Niedermoorstandort ohne Stickstoffdüngung.