

Effekte einer Düngung mit elementarem Schwefel auf einer 4-schnittigen Dauerwiese im Alpenraum

Starz, W.¹, Kiendler, S.², Steinwider, A¹, Lehner, D¹, Pfister R¹ & Rohrer H¹

Keywords: sulphur, fertilization, grassland

Abstract: Sulphur is an important plant nutrient and immissions from the atmosphere decreased since 1980. In this trial an elementary sulphur fertilizer ("Sulfogüll plus" from BvG) was tested on an organic 4-time cutting permanent grassland. Four sulphur fertilization levels of 0 (S0), 30 (S30), 60 (S60) and 90 (S90) kg S ha⁻¹ were studied. Variant S60 and S90 reached the highest significant DM (S60 10,779 and S90 11,073 kg ha⁻¹) CP (S60 1,749 and S90 1798 kg ha⁻¹) and energy yields (S60 64,008 and S90 65,370 MJ ha⁻¹) compared to Variant S0 (DM: 9,947 kg ha⁻¹, XP: 1,569 kg ha⁻¹, energy: 58,434 MJ NEL ha⁻¹). One aim in organic farming is to obtain as much protein as possible from the grassland and in this case, sulphur fertilization should play an important role in future.

Einleitung und Zielsetzung

Durch die Verbrennung fossiler Energieträger gelangten bis in die 1980er Jahre hohe Mengen an Schwefeldioxid in die Atmosphäre (Anderl et al., 2016) und die Schwefeldüngung stellte lediglich ein Randthema dar. Im Dauergrünland galt der Wirtschaftsdünger als ausreichende S-Quelle (Diepolder und Raschbacher, 2009). In jüngster Zeit konnten aber bei Versuchen mit Klee gras deutliche Effekte durch eine S-Düngung festgestellt werden (Böhm, 2016). Mit der vorliegenden Untersuchung sollte der Effekt einer Düngung mit elementarem Schwefel auf die Mengen- und Qualitätserträge einer biologisch bewirtschafteten Dauerwiese erhoben und die Notwendigkeit einer Schwefeldüngung im Dauergrünland abgewogen werden.

Methoden

Im Rahmen einer zweijährigen (2016-2017) Untersuchung am biologisch zertifizierten Versuchsbetrieb des Bio-Instituts der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Breite: 47° 30' 52" N, Länge: 14° 3' 50" E, 740 m Seehöhe, 6,9 °C Ø Temperatur, 1.142 mm Ø Jahresniederschlag) wurde auf einer bestehenden Dauergrünlandfläche (Boden: Braunlehm mit pH 6,2, 42,1 mg P/kg, 121 mg K/kg, 10,3 % Humus, 11,3 % Ton, 637 mg S/kg und 23,9 mg SO₄/kg) der Versuch als einfaktorielle randomisierte Blockanlage mit 4 Varianten und 4 Wiederholungen angelegt (in beiden Jahren auf den selben Parzellen). Dabei erfolgte eine Düngung

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, 8952, Irdning-Donnersbachtal, Österreich, walter.starz@raumberg-gumpenstein.at, raumberg-gumpenstein.at/bio-institut

² Studentin Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien, Österreich

mit elementarem Schwefel (pulverförmiges Produkt „Sulfogüll plus“ der Firma BvG mit 90 % Rein-Schwefel, welches in die Gülle eingemixt wurde) im Frühling beider Versuchsjahre. Die 4 S-Düngerniveaus, kalkuliert auf Basis von Rein-Schwefel, bildeten dabei die untersuchten Varianten mit 0 (**S0**), 30 (**S30**), 60 (**S60**) und 90 kg/ha (**S90**). Die zusätzliche Dünger-Güllemenge wurde mit 150 kg N/ha und Jahr (S-Eintrag über Gülle 16,3 kg/ha) für alle Parzellen festgesetzt und an fünf Terminen (im Frühling und nach jedem der 4 Schnitte) mit Gießkannen ausgebracht. Die 4 Schnitte wurden mit einem Einachsmäher bei einer Schnitthöhe von 7 cm durchgeführt. Vom frischen Erntegut wurden Proben mit einem Stecher gezogen und in Kunststoffsäcke zur Reduktion des Wasserverlustes gegeben. Ein Teil dieser Probe wurde über 48 Stunden im Trockenschrank bei 105 °C auf Gewichtskonstanz getrocknet. Aus einem weiteren Teil der Probe wurden vom schonend getrockneten Material (bei 45 °C) die Roh Nährstoffe und die Mineralstoffe (aus säurebehandelter XA im ICP) sowie mittels Regressionsgleichungen (DLG, 1997) die Verdaulichkeiten und Energiegehalte in MJ NEL aus den Roh Nährstoffen errechnet. Für die statistische Auswertung der Daten wurde Proc Mixed (SAS 9.4) herangezogen und ins Modell wurden die Variante, das Versuchsjahr sowie deren Wechselwirkung als fixe Effekte aufgenommen (Zufällige Effekte: Wiederholung und Versuchsspalten sowie deren Wechselwirkung). Die Ergebnisse werden auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ als Least Square Means mit dem Standardfehler angegeben.

Ergebnisse

Die botanische Zusammensetzung zeigte keine Unterschiede zwischen den S-Düngerniveaus. Der Bestand setzte sich im Mittel aus 6,1 Kräuter, 5,0 Legumionosen sowie 87,0 Flächen-% Gräser (dominierende Arten: *Lolium perenne* 34,5, *Alopecurus pratensis* 22,6 und *Poa trivialis* 14,0 Flächen-%) zusammen.

Tabelle 1: Mengen- und Qualitätserträge sowie Gehalte und Erträge an Schwefel (S) und Phosphor (P) für die vier Varianten und die beiden Versuchsjahre

Parameter	Einheit	Variante (V)				Jahr (J)		s _e	p-Wert		
		S0	S30	S60	S90	2016	2017		V	J	V x J
TM-Ertrag	kg TM/ha	9.947 ^b	10.361 ^{ab}	10.779 ^a	11.073 ^a	12.212 ^a	8.868 ^b	532	0,004	<0,001	0,341
		SEM	289	300	289	300	256				
XP-Ertrag	kg/ha	1.569 ^b	1.647 ^{ab}	1.749 ^a	1.798 ^a	1.950 ^a	1.431 ^b	114	0,005	<0,001	0,653
		SEM	59	62	59	62	52				
NEL-Ertrag	MJ/ha	58.434 ^b	61.523 ^{ab}	64.008 ^a	65.370 ^a	72.110 ^a	52.558 ^b	3.174	0,002	<0,001	0,359
		SEM	1.492	1.563	1.492	1.563	1.264				
P-Gehalt	g/kg TM	4,62 ^a	4,52 ^{ab}	4,46 ^b	4,51 ^a	4,66 ^a	4,39 ^b	0,11	0,042	<0,001	0,780
		SEM	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06				
P-Ertrag	kg/ha	45,6 ^b	46,4 ^{ab}	47,7 ^{ab}	49,5 ^a	56,0 ^a	38,6 ^b	2,28	0,025	<0,001	0,601
		SEM	1,52	1,56	1,52	1,56	1,41				
S-Gehalt	g/kg TM	2,87	2,91	2,96	2,94	2,62 ^b	3,22 ^a	0,10	0,380	<0,001	0,480
		SEM	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03				
S-Ertrag	kg/ha	27,9 ^b	29,4 ^{ab}	31,1 ^a	31,8 ^a	31,8 ^a	28,3 ^b	1,56	0,001	<0,001	0,164
		SEM	0,82	0,85	0,82	0,85	0,72				

Abkürzungen: p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s_e: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer
 TM: Trockenmasse, XP: Rohprotein, NEL: Netto Energie Laktation, P: Phosphor, S: Schwefel

Gegenüber der nicht mit Schwefel gedüngten Variante (S0) erreichten die Düngerstufen 60 und 90 kg S/ha und Jahr mit 10.779 bzw. 11.073 kg TM/ha einen signifikant höheren Mengenertrag (Tabelle 1). Variante S30 zeigte hingegen keine Unterschiede zu allen übrigen Varianten. Dieselben Unterschiede konnten ebenfalls bei den Qualitätserträgen (XP und NEL) beobachtet werden. Im Vergleich zur nicht mit Schwefel gedüngten Kontrollvariante (S0) erzielte die mit 90 kg S/ha und Jahr gedüngte Variante S90 im Mittel über beide Versuchsjahre einen um 229 kg höheren XP-Ertrag je ha. Der Gehalte an Phosphor waren in der nicht gedüngten Kontrolle (S0) mit 4,62 g/kg TM am höchsten (Tabelle 1). Beim P-Ertrag wies die Variante S0 mit 45,6 kg/ha den geringsten Wert auf und lag signifikant unter dem P-Ertrag von 49,5 kg/ha der Variante S90. Der S-Gehalt unterschied sich nicht zwischen den Varianten, jedoch wurden beim S-Ertrag in den Variante S60 (31,1 kg/ha) und S90 (31,8 kg/ha) gegenüber der Variante S0 (27,9 kg/ha) die signifikant höchsten S-Erträge festgestellt. Die Effekte zeigten sich in beiden Versuchsjahren, da es keine signifikanten Wechselwirkungen von Variante und Jahr gab (Tabelle 1). Bei Betrachtung der einzelnen Schnitte zeigte sich, dass die stärksten Unterschiede zwischen der ungedüngten Kontrolle (S0) und der mit 90 kg S/ha gedüngten Variante (S90) beim ersten und zweiten Schnitt waren (Abbildung 1).

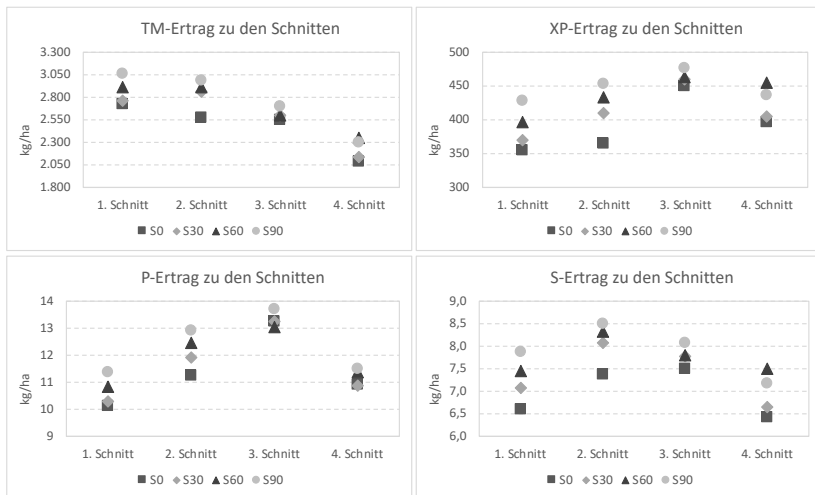


Abbildung 1: Mengen- und XP-Ertrag sowie P- und S-Ertrag zu jedem der vier Schnitte und für jede der vier S-Düngervarianten (S0-S90)

Diskussion

Der Einfluss einer Düngung mit elementarem Schwefel zeigte ab der Düngerstufe mit 60 kg Rein-Schwefel je Hektar signifikante Steigerungen des Mengen- und Qualitätsertrages. In einem Klee gras-Versuch ermittelte Böhm (2016) einen Mehrertrag von 225-330 kg TM/ha bei einem Düngungsniveau von 30-60 kg S/ha,

wobei schnell wirksame Schwefeldünger als Kalzium- und Magnesiumsulfat verwendet wurden. Im Versuch von Böhm (2016) wurden deutlich höhere XP-Erträge von 2.028 kg/ha (ohne S-Düngung) und 2.741 kg/ha (60 kg S/ha als $MgSO_4$) ermittelt, was durch die Kultur Klee gras begründet werden kann. In einem bayrischen Versuch (Dipolder und Raschbacher, 2009) zeigten die gedüngten 25 kg/ha elementarer Schwefel keine Ertragsteigerung und erreichten einen Mengenertrag von 12.600 kg TM/ha sowie einen Energieertrag von 77.700 MJ NEL/ha. Da diese Erträge deutlich über den ermittelten Werten der vorliegenden Untersuchung liegen, dürfte der maßgebliche Effekt auf das Düngungs niveau von 213 kg N/ha zurückzuführen sein. Wie die Betrachtung der Erträge zu den einzelnen Schnitten zeigte (Abbildung 1), waren die Mehrerträge in erster Linie auf den ersten und zweiten Schnitttermin zurückzuführen. Eine mögliche Erklärung dafür könnte in der mikrobiellen Aktivität der Böden liegen. Zu Beginn der Vegetationsperiode steigert sich die Aktivität langsam (Subler und Kirsch, 1998) und das höhere S-Angebot in der Bodenlösung dürfte sich hier positiv auf die Entwicklung der Bestände auswirken.

Schlussfolgerungen

Schwefel als essentieller Stoff für das Bodenleben und die Kulturpflanzen wird auch am intensiv genutzten Dauergrünland wieder mehr in den Focus rücken. Anhand der vorliegenden Ergebnisse zeigt sich, dass gerade für den Ertrag und die Proteinbildung Schwefel eine wichtige Rolle im mehrschnittigen Dauergrünland spielt. Gerade im Bio-Grünland ist ein Ziel möglichst viel Protein aus dem Grundfutter zu erreichen und hierbei dürfte die Schwefeldüngung eine nicht unwesentliche Rolle spielen.

Literatur

- Anderl, M.; Gangl, M.; Haider, S.; Moosmann, L.; Pazdernik, K.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Stranner, G. und Zechmeister, A. (2016): Emissionstrends 1990–2014 - Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen in Österreich, Umweltbundesamt GmbH, Wien.
- Böhm, H. (2016): Einfluss einer Schwefeldüngung auf die Ertragsleistung und ausgewählte Inhaltsstoffe von Klee gras im Ökologischen Landbau. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V., Gießen, Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V., 28, 27.-29.9.2016, 297.
- Dipolder, M. und Raschbacher, S. (2009): Schwefeldüngung zu Dauergrünland - Neue Versuchsergebnisse. Schule und Beratung 4-5, Informationsschrift des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Landshut, III-14-19.
- DLG (1997): DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Subler, S. und Kirsch, A.S. (1998): Spring dynamics of soil carbon, nitrogen, and microbial activity in earthworm middens in a no-till cornfield. *Biology and Fertility of Soils* 26 (3), 243-249.