

Effekte unterschiedlicher Schwefeldünger auf die Erträge im schnittgenutzten Dauergrünland des Ostalpenraumes

Starz W¹, Lehner D¹ & Steinwider A¹

Keywords: Schwefel, Ertrag, Rohprotein, Gips, Kiserit

Abstract

Sulphur (S) as a fertiliser is increasingly being discussed again. Declining inputs from the atmosphere and the S requirement of legumes make S fertilisers interesting for organic farming as well. The yield effects of S fertilisation on permanent grassland were part of a three-year (2019-2021) trial at the Organic Farming Institute of the HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Elemental S, gypsum (Ca-sulphate) and kieserite (Mg-sulphate) were tested as S fertilisers. Fertilisation with 50 kg S ha⁻¹ was carried out once in autumn and once in spring. Regarding plant composition, no positive effect on the fodder legumes could be observed and there was a general decrease from 20.6 to 4.6 area %. An increase in yield due to fertilisation with elemental S (8,406 kg DM ha⁻¹) and gypsum (8,683 kg DM ha⁻¹) could only be measured in the last year of the trial. In the longer term, attention must be paid to yields do not level off again at a site optimum when nitrogen reserves from the soil are used up.

Einleitung und Zielsetzung

Die Düngung mit Schwefel (S), bei bestimmten Ackerkulturen, ist schon seit einigen Jahren gängige Praxis. Andererseits sind die rückläufigen Schwefeldioxid-Emissionen in die Atmosphäre (Anderl *et al.*, 2016) ein Faktum. Aber ob sich daraus ein Düngerbedarf für das alpine Dauergrünland ableiten lässt, wie es in manchen Verkaufsstrategien von Unternehmen heißt, ist abschließend noch nicht geklärt. Zur Überprüfung der Wirkung von biotauglichen S-Düngern wurde daher ein Versuch am Dauergrünland angelegt, wo die Wirkung von elementarer S, Gips (Ca-Sulfat) und Kiserit (Mg-Sulfat) überprüft wurde. In erster Linie sollten dabei die Fragen beleuchtet werden, ob durch eine S-Düngung der Leguminosenbestand am Dauergrünland angehoben werden kann und welche Ertragssteigerungen mit in der Bio-Landwirtschaft zugelassenen S-Düngern erreicht werden können.

Methoden

Der dreijährige Versuch (2019-2021) wurde 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) durchgeführt. Vor Versuchsbeginn wurde eine Dauergrünlandfläche im Sommer 2017 umgebrochen und mit den ÖAG Mischungen VS sowie Ni eingesät (enthaltenen Arten: *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *Phleum pratense*, *Festuca pratensis*). 2018 wurde dieses Flächenstück als 4-Schnittwiese (inkl. betriebsüblicher Gülledüngung) geführt und erst im Herbst 2018

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

erfolgte das Einmessen der 4 x 4 m Parzellen für die zweifaktorielle Blockanlage in 4-facher Wiederholung. Dabei war der eine Versuchsfaktor die Art des Schwefeldüngers (ohne S-Düngung, elementarer Schwefel, Gips oder Kieserit) und der andere der Zeitpunkt der Ausbringung des S-Düngers (Herbst oder Frühling). Zum Herbsttermin wurden die S-Dünger im Oktober 2018, 2019 und 2020 und zum Frühlingstermin im April 2019, 2020 und 2021 ausgebracht. Je Termin wurden vier S-Düngervarianten mit 0 kg S ha⁻¹ (**0**), 50 kg S ha⁻¹ Ergänzungsdüngung über elementaren Schwefel (**E**, pulverförmig 90 % S), 50 kg S ha⁻¹ über Gips (**G**, granuliert 15 % S) und 50 kg S ha⁻¹ über Kieserit (**K**, granuliert 20 % S) festgelegt. Der pulverförmige, elementare Schwefel wurde in Wasser eingerührt und mit Gießkannen ausgebracht. Die granulierten Dünger Gips und Kieserit wurden mittels Hand auf den Versuchsflächen gleichmäßig ausgestreut. Die Wirtschaftsdüngergabe wurde einheitlich mit Gülle (140 kg N/ha aufgeteilt auf 5 Termine), die mit Gießkannen und Prallteller bodennah auf den Parzellen ausgebracht wurde, durchgeführt. Zur Ernte wurde der Einachsmäher auf eine Schnitthöhe von 5 cm eingestellt. Vom frischen Erntegut wurden Proben mit einem Stecher gezogen und rasch weiterverarbeitet. Ein Teil dieser Probe wurde, zur Trockenmasse-Bestimmung 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 Rohnährstoffe sowie der S-Gehalt mittels Verbrennungsmethode (Elementaranalyse im Vario max CN) im hauseigenen Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein analysiert.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels Proc Mixed (SAS 9.4). Dabei bildeten die Wiederholung sowie die Versuchsspalte der Blockanlage die zufälligen (random) Faktoren. Als Hauptfaktoren wurden im Modell die S-Düngerart, der Düngungszeitpunkt sowie deren Wechselwirkungen herangezogen. Die Ergebnisse wurden auf einem Signifikanzniveau von p < 0,05 als Least Square Means mit dem Standardfehler angegeben und für den Mittelwertvergleich der t-Test verwendet.

Ergebnisse

Zwischen den S-Düngern konnten keine signifikanten Änderungen in der Zusammensetzung des Grünlandbestandes festgestellt werden. In allen Varianten war *Dactylis glomerata* im Jahr 2021 mit durchschnittlich 38,4 Flächen-% die dominierende Grasart. *Trifolium pratense* und *Trifolium repens* nahmen im Mittel aller Varianten von 20,6 (2019) auf 4,6 (2021) Flächen-% ab.

Tabelle 1: Trockenmasse- und Rohproteinträge in den drei Versuchsjahren (2019-2021) für den Faktor Ausbringzeitpunkt der Schwefeldünger (Herbst oder Frühling) und den Faktor Schwefeldüngerart sowie die statistischen Kennzahlen

Parameter	Einheit	Düngezeitpunkt (Z)			Schwefel-Dünger (D)					S _e	p-Wert			
		Herbst	Frühling	SEM	ohne	Elementar	Gips	Kieserit	SEM		Z	D	Z x D	Z x D
Trockenmasseertrag 2019	kg ha ⁻¹	14.253	13.864	490	13.520	14.434	14.281	14.000	521	641	0,195	0,088	0,062	
Trockenmasseertrag 2020	kg ha ⁻¹	12.284	12.061	336	11.737	12.557	12.004	12.391	426	1.028	0,570	0,443	0,684	
Trockenmasseertrag 2021	kg ha ⁻¹	8.345	8.136	359	7.625 ^b	8.406 ^a	8.683 ^a	8.248 ^{ab}	394	592	0,442	0,033	0,806	
Rohproteintrag 2019	kg ha ⁻¹	2.121	2.153	105	2.033	2.185	2.215	2.115	112	133	0,602	0,100	0,036	
Rohproteintrag 2020	kg ha ⁻¹	1.767	1.760	66	1.692	1.808	1.727	1.828	79	175	0,914	0,402	0,814	
Rohproteintrag 2021	kg ha ⁻¹	1.067	1.056	47	968 ^b	1.083 ^a	1.128 ^a	1.066 ^{ab}	54	95	0,805	0,045	0,780	

Abkürzungen:

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, se: Residualstandardabweichung, abc: t-Test

Sowohl beim Trockenmasse- als auch beim Rohproteintrag konnte in den ersten beiden Versuchsjahren kein signifikanter Unterschied zwischen den S-Düngern festgestellt werden (Tabelle 1). Unterschiede im Ertrag zeigten sich im dritten

Versuchsjahr (2021), wo die mit Gips und elementarem Schwefel gedüngten Varianten mit 8.683 (Gips) bzw. 8.406 (elementar) kg TM ha⁻¹ und 1.128 (Gips) bzw. 1.083 (elementar) kg XP ha⁻¹ die höchsten Mengen- und Rohproteinerträge lieferten.

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, hatte der Zeitpunkt der S-Düngung (Herbst oder Frühling) keinen Effekt auf den Mengen- und Rohproteinertrag. Bei Betrachtung der einzelnen Schnitte zeigte der Rohproteinertrag im Jahr 2019 höhere numerische Werte bei den mit S gedüngten Varianten gegenüber der nicht mit S gedüngten Variante (Abbildung 1). Im letzten Versuchsjahr (2021) zeigten sich signifikante Unterschiede im Rohproteinertrag (*p*-Wert = 0,005). Die mit Gips und elementarem S gedüngten Varianten erreichten an die 400 kg XP ha⁻¹, was fast 50 kg XP ha⁻¹ mehr war als in den Varianten Kieserit und ungedüngt. Ebenso zeigte der 3. Aufwuchs im Jahr 2021 größere Unterschiede im Rohproteinertrag, wobei hier auch die Variante mit Kieserit-Düngung mit 278 kg XP ha⁻¹ über der nicht S gedüngten Variante von 228 kg XP ha⁻¹ lag.

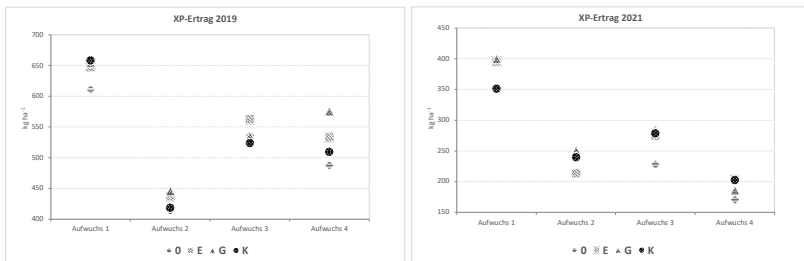


Abbildung 1: Rohproteinertrag zu den einzelnen Schnitten im Versuchsjahr 2019 (links) und 2021 (rechts) für die unterschiedlichen Schwefeldünger (0 = ohne, E = elementar, G = Gips und K = Kieserit)

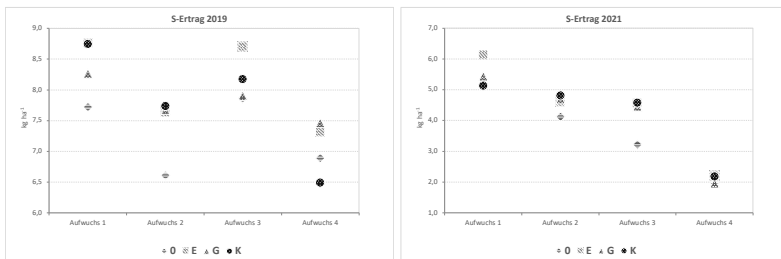


Abbildung 2: Schwefelertrag zu den einzelnen Schnitten im Versuchsjahr 2019 (links) und 2021 (rechts) für die unterschiedlichen Schwefeldünger (0 = ohne, E = elementar, G = Gips und K = Kieserit)

Wird die Betrachtung auf den S-Ertrag gelegt, so zeigte auch hier das letzte Versuchsjahr die signifikant höchsten Erträge in den gedüngten Varianten (ohne = 14,5, elementar = 17,4, Gips = 16,6 und Kieserit 16,6 kg S ha⁻¹; *p*-Wert = 0,041). Numerische Unterschiede wies schon das erste Versuchsjahr (2019) beim ersten und zweiten Aufwuchs auf (Abbildung 2). Beim letzten Versuchsjahr war der S-Ertrag im ersten Aufwuchs mit 6,1 kg ha⁻¹ in der mit elementarem S gedüngten Variante am höchsten. Beim zweiten und dritten Aufwuchs 2021 lagen auch die S-Erträge für die Gips und Kieserit Varianten über den nicht mit S gedüngten.

Diskussion

Die positive Wirkung einer S-Düngung auf Klee grasbestände (Böhm, 2016) und die damit einhergehende positive Entwicklung der Futterleguminosen konnte in der vorliegenden Untersuchung für das Dauergrünland nicht bestätigt werden. Über die Versuchsjahre konnte anstelle eines positiven Einflusses durch die S-Gaben eine Abnahme der Flächenanteile von *Trifolium repens* und *Trifolium pratense* in allen Varianten beobachtet werden.

Ertragssteigernde Effekte, wie in der vorliegenden Untersuchung, durch eine S-Düngung auf Grünlandbeständen zeigten auch Studien aus Belgien (Mathot *et al.*, 2008) und Irland (Aspel *et al.*, 2022). Aspel *et al.* (2022) konnten in ihrer Studie zeigen, dass es durch die S-Düngung zu einer besseren N-Ausnutzung kam, da nicht nur der Mengenertrag gesteigert wurde, sondern sich auch der N-Entzug erhöhte. Ebenso war die Nitratauswaschung auf dem Reinbestand aus *Lolium perenne* geringer. Somit dürften auch die Gräser besser Stickstoff aus dem Boden aufnehmen können und sich dadurch die höheren XP-Erträge in den Varianten mit elementarem S und Gips der vorliegenden Untersuchung, trotz der Abnahme der Futterleguminosen, erklären lassen.

Schlussfolgerungen

In der Bio-Landwirtschaft erlaubte S-Dünger zeigten am Dauergrünland ertragssteigernde Effekte. Aber diese sind eher gering und der ökonomische Gewinn ist gering bzw. nicht vorhanden. Es ist auch von einer langfristigen Stabilisierung der Flächenerträge auszugehen, wenn die Vorräte im Boden erschöpft sind. Die günstigere Ausnutzung des im Boden vorhandenen Stickstoffs durch eine ergänzende S-Düngung ist irgendwann erschöpft, wenn jährlich dieselben Wirtschaftsdüngermengen ausgebracht werden.

Literatur

- Anderl, M.; Gangl, M.; Haider, S.; Moosmann, L.; Pazdernik, K.; Poupá, 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.
- Aspel, C.; Murphy, P.N.C.; McLaughlin, M.J. und Forrester, P.J. (2022): Sulfur fertilization strategy affects grass yield, nitrogen uptake, and nitrate leaching: A field lysimeter study. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* **185** (2), 209-220.
- 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.
- Mathot, M.; Mertens, J.; Verlinden, G. und Lambert, R. (2008): Positive effects of sulphur fertilisation on grasslands yields and quality in Belgium. *European Journal of Agronomy* **28** (4), 655-658.