

Uneinheitliche Ertragsreaktionen auf eine S-Düngung bei Markerbsen, aber deutliche Unterschiede im S-Gehalt der Pflanzen

Markerbsen Schwefel

Zusammenfassung

Bei einem Schwefel-Düngungsversuch in Markerbsen am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz zeigte sich nur bei einer von vier untersuchten Sorten ein Mehrertrag (11 %) durch eine S-Gabe von 25 kg S/ha. Eine andere Sorte reagierte mit einem extremen Minderertrag. Der S-Gehalt der Pflanzen stieg mit zunehmendem S-Angebot dagegen deutlich an.

Bei einer Erhebung auf Öko-Praxisflächen deutete sich in einem Fall ein S-Mangel an.

Versuchshintergrund u. -frage

In unberechneten Spinatbeständen (= keine S-Zufuhr über das Beregnungswasser) traten in der Vergangenheit immer wieder Nährstoff-Mangelsymptome auf, die auf einen S-Mangel zurückgeführt werden konnten. Davon ausgehend stellte sich die Frage, ob in den in der Regel nicht berechneten Erbsenbeständen nicht ebenfalls zum Teil (latenter) S-Mangel auftritt. Dieses sollte einerseits durch eine Praxiserhebung (Öko-Anbau, zumeist vieharm [= geringe S-Zufuhr], leichte bis mittlere Böden [= höhere S-Auswaschung]) und durch einen S-Düngungsversuch untersucht werden.

Kulturdaten beim S-Düngungsversuch (konv. Anbau):

- 3. April '09: Aussaat der Sorten 'Prelado' (S&G), 110 Korn/m² und 'Sienna' (WAV), 100 Korn/m²; N-Düngung 40 kg N/ha als KAS
- 14. April: Aussaat der Sorten 'Electra' (WAV) und 'WAV 746', 90 Korn/m²; N-Düngung 40 kg N/ha als KAS
- 16. April: S_{min}-Probe ('Prelado', 'Sienna'), S-Düngung nach Versuchsplan
- 27. April: S_{min}-Probe ('Electra', 'WAV 746'), S-Düngung nach Versuchsplan
- 15. Juni: erste Ernte ('Prelado', 6,0 m²/Parzelle), S_{min}-Probe
- 9. Juli: letzte Ernte ('WAV 746'), S_{min}-Probe

Ergebnisse

Bei der Anfang Juni auf **Öko-Praxis schlägen** in Sachsen durchgeführten Beprobung zeigten sich zumeist S-Gehalte in der Gesamtpflanze von 0,12 bis 0,15 % in der Trockensubstanz. Auffällig gering war der S-Gehalt bei Schlag 5; dieser Schlag zeigte auch eine deutliche 'Gelbfärbung'. Außergewöhnlich hoch war der S-Gehalt auf Schlag 4, ein Betrieb der in der Vergangenheit im Vergleich zu den anderen Betrieben relativ viel Rindermist/-gülle innerhalb der Fruchtfolge ausgebracht hat und seine Flächen regelmäßig beregnet. Die Erbsen des Schlages 4 wiesen mit knapp 3,5 % auch den höchsten N-Gehalt aus, zeigten aber mit einem Wert von 13 auch das engste N/S-Verhältnis (Tab. 1).

Tab. 1: N- und S-Gehalte von Markerbsenpflanzen (Gesamtpflanze) ca. 1-2 Wochen vor der Grünernte (Öko-Anbau) (± fortgeschrittene Hülsenentwicklung)

Schlag/Betrieb	1	2	3	4	5	6
S-Gehalt [% in der TS]	0,13	0,12	0,15	0,26	0,09	0,15
N-Gehalt [% in der TS]	2,54	2,34	2,91	3,45	2,46	2,56
N/S-Verhältnis	20	20	19	13	27	17

<p>Versuche im deutschen Gartenbau Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung Gartenbau, Dresden-Pillnitz Bearbeiter: Hermann Laber</p>	<p>2 0 0 9</p>
---	-----------------------

Aus S-Steigerungsversuchen (Gefäßversuche) von ZHAO et al. (1999) mit Körnererbsen lässt sich ableiten, dass zur Blüte ein S-Gehalt von ca. 0,15 %, zur Reife von ca. 0,08-0,10 % in der Gesamtpflanze vorhanden sein sollte. Das N/S-Verhältnis sollte danach einen Wert von 20 nicht überschreiten. Auch in einem Gefäßversuch von PACYNA (2006) enthielt der Spross bei ausreichender S-Versorgung 8 Wochen nach der Aussaat 0,14 % S, das N/S-Verhältnis betrug ebenfalls 20. Nach diesen Werten wäre auf Schlag 5 ein S-Mangel zu vermuten. Deutliche geringere Werte fand (ebenfalls in einem Gefäßversuch) dagegen LANGE (1998): Zur Vollblüte (ca. 8 Wochen nach der Aussaat) wies die "optimal" S-gedüngte Variante (je nach N-Düngung) einen S-Gehalt von 0,06-0,08 % und ein N/S-Verhältnis von 30 auf.

Bei den in konventionellen Sortenversuchen (LATTASCHKE 2009a-c) integrierten **S-Düngungsversuchen** wurde bei 4 Sorten (f, mf, ms, s) zusätzlich eine Variante mit einer S-Düngung in Höhe von 25 kg S/ha in Form von Kieserit (20 % S, 25 % MgO) kurz nach dem Auflaufen ausgebracht. Kieserit wurde gewählt, da auf dem gut mit Mg versorgten Versuchsfeldern keine Mg-Düngungseffekte zu erwarten waren. Diese Annahme wird durch die Analyseergebnisse (Tab. 2) gestützt, die keinerlei Steigerung des Mg-Gehaltes durch die S- und damit auch Mg-Düngung (31 kg MgO/ha) ausweisen.

Die S_{min} -Vorräte lagen in 0-60 cm (analog der Probenahmetiefe bei N_{min} -Untersuchungen) bei 30 bis 40 kg S/ha. In 60-90 cm wurden durchschnittlich 54 kg S_{min} /ha vorgefunden. Durch die bei den beiden späten Sorten notwendige Beregnung wurden 2,7 kg S/ha ausgebracht. Damit lag auch in den ungedüngten Varianten in 0-60 cm ein S-Angebot vor, das deutlich über der ermittelten S-Aufnahme der Erbsen (s. u.) lag.

In den Beständen waren während der Kulturzeit keinerlei Düngungseffekte zu beobachten. Bei der Ernte der frühen Sorte 'Prelado' zeigte sich dann allerdings ein überraschendes Ergebnis: Der Ertrag fiel in der S-Düngungsvariante um 50 % gegenüber der ungedüngten Kontrolle ab ($p = 0,0008$). Die Menge an Ernterückständen war bei der S-Düngung tendenziell erhöht ($p = 0,08$), der Gesamtaufwuchs nicht beeinflusst ($p = 0,34$). Eine Erklärung für diesen Effekt wäre eine schlechtere Dreschbarkeit der S-gedüngten (bzw. Mg-gedüngten) Pflanzen; allerdings wurde darauf beim Dreschen nicht speziell geachtet, so dass dieses Ergebnis letztendlich 'rätselhaft' bleibt.

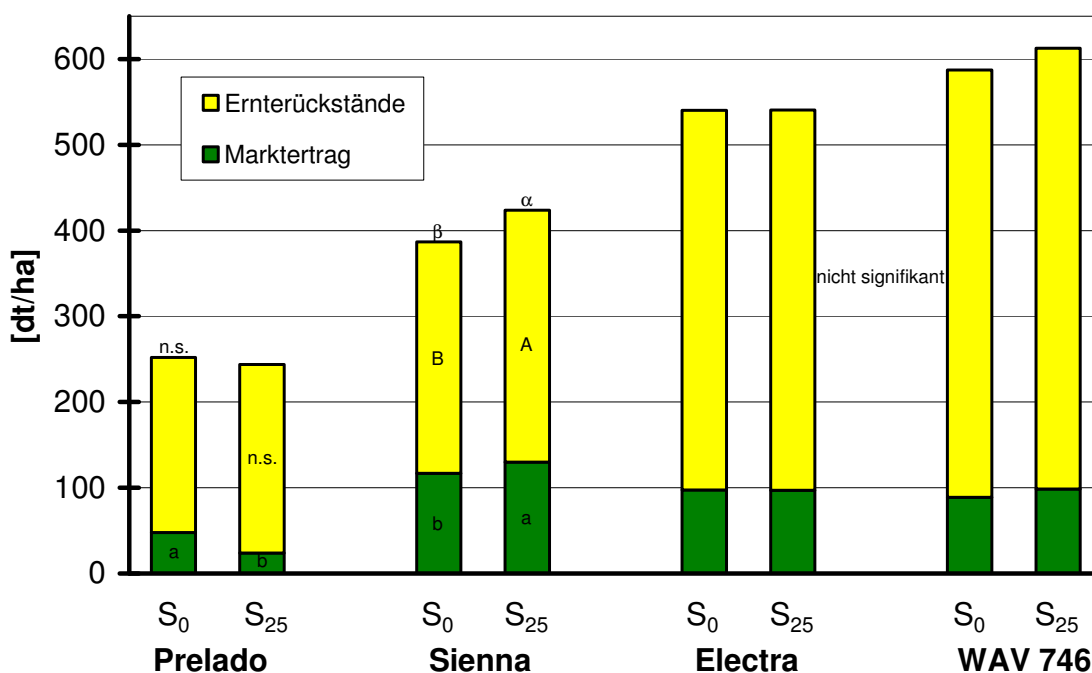


Abb. 1: Marktertrag (Rohware) und Ernterückstände (die Signifikanzangaben [Buchstaben] beziehen sich jeweils auf die entsprechende Sorte)

Bei der ertragsstarken Sorte 'Sienna' (mf) zeigte sich dagegen ein signifikant positiver Effekt der S-Düngung auf den Marktertrag (+ 11 %), auch die Menge an Ernterückständen und damit auch der Gesamtaufwuchs waren deutlich erhöht. Bei 'Electra' (ms) und 'WAV 746' (s) traten keine Ertragseffekte auf. Ein Einfluss der Düngung auf den Tenderometerwert und die Kornsortierung war nicht zu erkennen, auch bei den Trockensubstanzgehalten waren keine Unterschiede zu beobachten.

Die S-Gehalte in der Marktware wurden durch die S-Düngung bzw. das S-Angebot nur wenig beeinflusst. Dagegen zeichnete sich beim S-Gehalt der Ernterückstände ein deutlicher Einfluss des S-Angebotes ab (Abb. 2; R^2 bei Berücksichtigung des S_{\min} -Vorrat nur der Schicht 0-30 cm jeweils etwas geringer, bei Berücksichtigung der Schichten 0-90 cm deutlich geringer). Noch deutlicher wurde das N/S-Verhältnis der Ernterückstände durch das S-Angebot beeinflusst, ein Wert über 20 (Grenzwert? s. o.) trat nur bei der ungedüngten 'Sienna' auf, die ja auch ertraglich positiv auf die S-Düngung reagierte (Abb. 3).

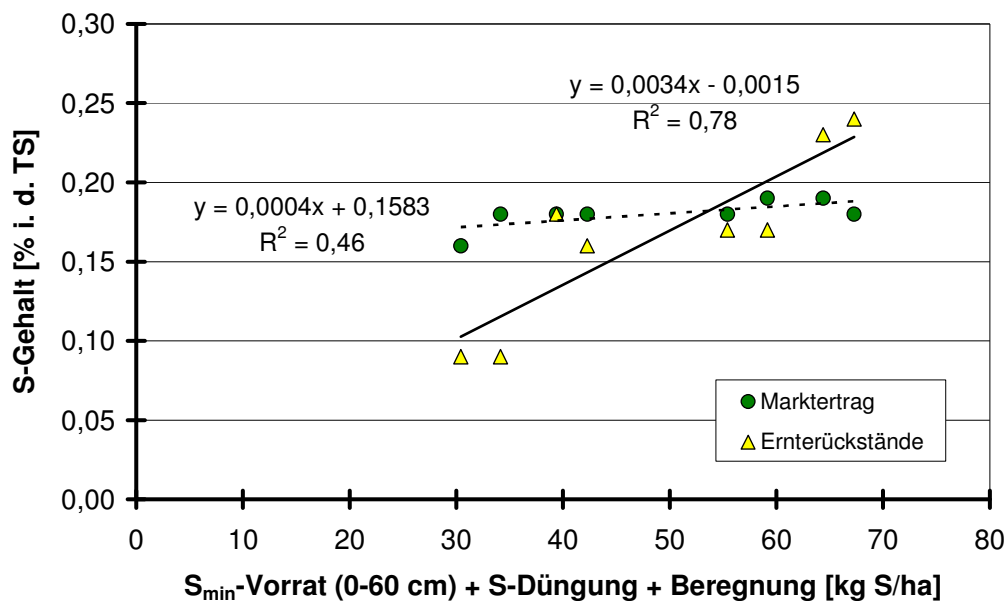


Abb. 2: S-Gehalte in Marktware und Ernterückständen in Abhängigkeit vom S-Angebot

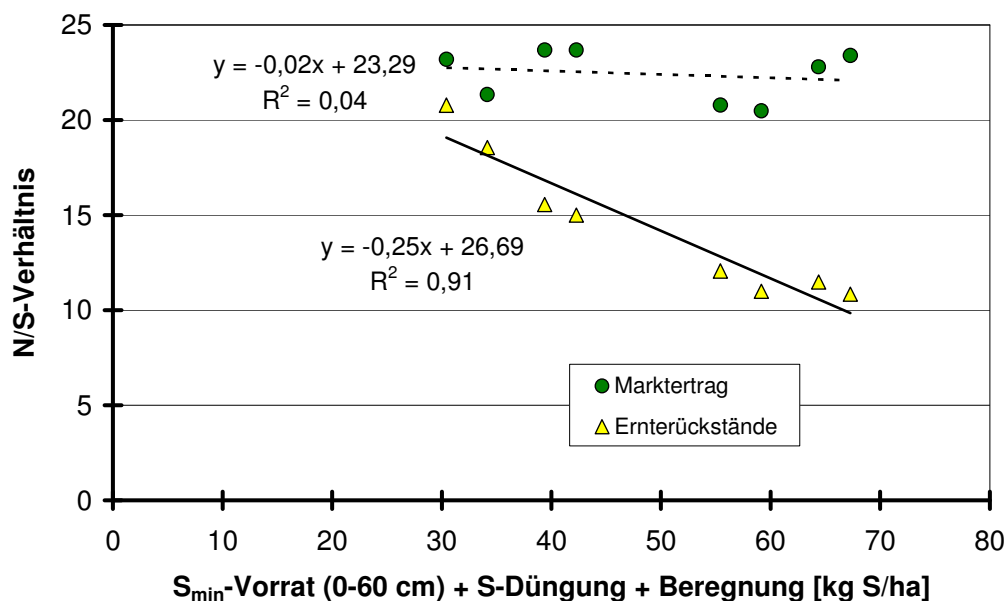


Abb. 3: N/S-Verhältnis in Marktware und Ernterückständen in Abhängigkeit vom S-Angebot

Generell ist der gefundene Einfluss des S-Angebotes auf den S-Gehalt insofern erstaunlich, als dass das S-Angebot in allen Varianten die S-Aufnahme (s. u.) um mindestens 22 kg S/ha überschritt. Hieraus könnte der Schluss gezogen werden, dass das 'reichlich' in der Schicht 30-60 cm vorhandene S_{\min} (auf Grund der hier sicherlich geringeren Durchwurzelungsintensität) nicht im vollen Maße den Pflanzen zur Verfügung stand und die im (gut durchwurzelten) Oberboden relativ geringe S_{\min} -Menge (7 bis 11 kg S/ha) durch die S-Düngung 'ergänzt' wurde.

Die S-Menge im Marktertrag lag zumeist unter 5 kg S/ha, in den Ernterückständen waren im Mittel 10 kg S/ha gebunden. Insgesamt betrug die S-Aufnahme ("S im Aufwuchs") 6 bis maximal knapp 20 kg S/ha. Der S_{\min} -Rest (0-60 cm) lag in den ungedüngten Varianten relativ einheitlich bei rund 45 kg S/ha. In 60-90 cm wurde (mit einer Ausnahme, die mit 23 kg S/ha als 'Ausreißer' zu werten ist) mit durchschnittlich 52 kg S_{\min} /ha wiederum die Ausgangs- S_{\min} -Menge vorgefunden.

Die S-Menge die zur Ernte in den ungedüngten Varianten im Aufwuchs und S_{\min} -Rest (0-60 cm) vorgefunden wurde ("S-Summe") lag einheitlich rund 20 kg/ha über dem S-Angebot (S_{\min} -Vorrat + S-Beregnung), so dass sich eine entsprechende S-Mineralisation (inkl. atmosphärischer S-Zufuhr) ergibt.

Die N-Menge im Aufwuchs lag bei 'Sienna' in etwa auf 'Faustzahlenniveau' (188 kg N/ha), bei den späten Sorten mit gut 260 kg N/ha deutlich darüber.

Fazit

Hinweise auf einen 'verbreiteten' S-Mangel beim Anbau von Markerbsen zeigten sich in der Untersuchung nicht. Die aufgetretenen Ertragsreaktionen und die steigenden S-Gehalte in den Pflanzen deuten aber darauf hin, dass der S-Versorgung der Markerbsen durchaus Beachtung geschenkt werden sollte. Dem entsprechend werden die Untersuchungen und Versuche 2010 fortgesetzt.

Literatur:

- LANGE, A. 1998: Einfluß der Schwefel-Versorgung auf die biologische Stickstoff-Fixierung von Leguminosen. Diss. Univ. Bonn.
- LATTAUSCHKE, G. 2009a: Besonders in der mittelfrühen Reifegruppe wurde ein sehr hohes Ertragsniveau erreicht. www.hortigate.de
- LATTAUSCHKE, G. 2009b: Nach wie vor sehr kleine Auswahl an leistungsfähigen mittelspäten, mittelfeinen Markerbsensorten. www.hortigate.de
- LATTAUSCHKE, G. 2009c: Hohe Erträge trotz komplizierter Wachstumsbedingungen bei späten Erbsen. www.hortigate.de
- PACYNA, S. 2006: Mögliche Ursachen für die Beeinträchtigung der N_2 -Fixierung von Leguminosen bei S-Mangel. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. **18**, S. 142-145
- ZHAO, F.J., A.P. WOOD und S.P. MCGRATH 1999: Effect of sulphur nutrition on growth and nitrogen fixation of pea (*Pisum sativum* L.). Plant and Soil **212**, S. 209-219

Tab. 2: Sorten, Varianten und deren Ertragsergebnisse

Sorte	Prelado		Sienna		Electra		WAV 746	
	0	25	0	25	0	25	0	25
S-Düngung [kg S/ha]¹⁾								
S-Beregnung [kg S/ha]²⁾	0		0		2,7		2,7	
S_{min}-Vorrat [kg S/ha] 0-30 cm	7,7		6,6		10,8		11,2	
30-60 cm	26,5		23,8		28,8		25,5	
60-90 cm	53,0		59,2		60,8		43,5	
S-Angebot [kg S/ha]³⁾	34,1	59,1	30,4	55,4	42,3	67,3	39,4	64,4
FM-Ertrag [dt/ha]	48	24	117	130	97	97	89	99
Tenderometerwert⁴⁾	131	127	121	114	122	118	115	122
Kornsartierung⁵⁾	4,0	4,2	4,3	4,3	3,3	3,2	3,7	4,0
TM-Ertrag [dt/ha]	11,8	6,1	26,7	29,0	22,1	21,9	18,8	20,5
S-Gehalt [% i. d. TS]	0,18	0,19	0,16	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19
S im Marktertrag [kg S/ha]	2,1	1,2	4,3	5,2	4,0	3,9	3,4	3,9
N-Gehalt_{Marktertrag} [% i. d. TS]	3,84	3,89	3,71	3,74	4,26	4,21	4,26	4,33
N im Marktertrag [kg N/ha]	45	24	99	109	94	92	80	89
N/S-Verhältnis_{Marktertrag}	21,3	20,5	23,2	20,8	23,7	23,4	23,7	22,8
Mg-Gehalt_{Marktertrag} [% i. d. TS]	0,14	0,14	0,15	0,15	0,18	0,18	0,18	0,17
FM-Ernterückstände [dt/ha]	205	220	270	294	443	444	499	514
TM-Ernterückstände [dt/ha]	44,6	49,9	45,9	50,2	69,2	66,2	64,0	69,7
S-Gehalt [% i. d. TS]	0,09	0,17	0,09	0,17	0,16	0,24	0,18	0,23
S in Ernterückst. [kg S/ha]	4,0	8,5	4,1	8,5	11,1	15,9	11,5	16,0
N-Gehalt_{Ernterückst.} [% i. d. TS]	1,67	1,87	1,87	2,05	2,40	2,60	2,80	2,64
N in Ernterückst. [kg N/ha]	75	93	86	103	166	172	179	184
N/S-Verhältnis_{Ernterückstände}	18,6	11,0	20,8	12,1	15,0	10,8	15,6	11,5
Mg-Gehalt_{Ernterück.} [% i. d. TS]	0,20	0,19	0,25	0,24	0,28	0,26	0,29	0,27
FM-Aufwuchs [dt/ha]	252	244	387	424	540	541	587	613
S im Aufwuchs [kg S/ha]	6,1	9,6	8,4	13,8	15,1	19,8	14,9	19,9
N im Aufwuchs [kg N/ha]	120	117	185	211	260	264	260	273
N/S-Verhältnis_{Aufwuchs}	19,5	12,1	22,0	15,4	17,3	13,3	17,4	13,7
S_{min}-Rest [kg S/ha] 0-30 cm	12,3	42,3	8,5	59,5	12,2	25,4	12,2	27,7
30-60 cm	34,8	29,7	34,5	38,9	33,2	28,7	32,3	26,0
60-90 cm	63,4	54,3	22,9	54,5	51,4	50,6	44,7	48,2
S-Summe [kg S/ha]⁶⁾	53,2	81,6	51,4	112,2	60,5	73,9	59,4	73,6
S-Zunahme [kg S/ha]⁷⁾	19,1		21,0		18,2		20,0	

¹⁾: als Kieserit (25 % MgO, 20 % S); ²⁾ insgesamt 18 mm Beregnung mit 15,3 mg S/l (45,7 mg SO₄/l);

³⁾: S_{min}-Vorrat (0-60 cm) + S-Düngung + S im Beregnungswasser (ohne S-Nachlieferung und S-Einträge);

⁴⁾: Mischprobe über die Wiederholungen (3 Messwiederholungen);

⁵⁾: = (% < 7,5 mm × 1 + % 7,5-8,2 mm × 2 + % 8,2-9,3 mm × 3 + % 9,3-10,2 mm × 4 + % > 10,2 mm × 5)/100;

⁶⁾: = S im Aufwuchs + S_{min}-Rest (0-60 cm); ⁷⁾ = S-Summe – S-Angebot