

# **Schwefeldüngung zu Leguminosen im ökologischen Pflanzenbau**

Peer Urbatzka, Konrad Offenberger, Regina Schneider & Irene Jacob

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

## **Zusammenfassung**

Im ökologischen Landbau wird bei Leguminosen die Notwendigkeit einer S-Düngung diskutiert. In Exaktversuchen wurde die Wirkung von Magnesium- und Calciumsulfat bei Erbsen in zwei Jahren an je zwei Standorten geprüft. Zusätzlich wurden der Umfang und die Verbreitung von Schwefelmangel in 2012 an 77 Schlägen mit Klee-Gras-Gemenge in Bayern untersucht. Auf jedem Schlag wurden drei Kleinstflächen mit Calciumsulfat im zeitigen Frühjahr gedüngt und die Wirkung optisch sowie über die Pflanzenhöhe im Vergleich zur direkt benachbarten Fläche bonitiert. Anhand der Ergebnisse im Klee gras wurde außerdem der Schwefelschätzrahmen evaluiert.

Im Exaktversuch fiel bei der Körnerleguminose der Kornertrag in einer der vier Umwelten signifikant geringer aus. Dies war in beiden Varianten mit einer S-Düngung im Vergleich zur Kontrolle der Fall. Bei den Bonituren (z. B. Befall mit Krankheiten) als auch dem Rohproteingehalt wurden keine Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt. Auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse ist eine S-Düngung zu Erbsen nicht zu empfehlen.

Dagegen wiesen in der Untersuchung mit Klee gras 55 % der Schläge offensichtlich S-Mangel auf. S-Mangel trat häufig auch auf schweren und/oder tiefgründigen Boden sowie bei Betrieben mit einem hohen Viehbesatz auf. Landwirte, welche mit dem Wachstum ihrer Klee grasbestände unzufrieden sind, sollten daher prüfen, ob S-Mangel eine mögliche Ursache sein könnte. Bei der Evaluierung des Schwefelschätzrahmens war für alle Schläge eine S-Düngung empfehlenswert bzw. nötig. Weil in der Felduntersuchung für etwa die Hälfte der Schläge keine Düngerwirkung bestimmt wurde, ist der Schätzrahmen zur Abschätzung einer S-Düngung bei Klee gras im ökologischen Landbau anscheinend nicht geeignet.

## **Abstract**

The need of sulphur fertilisation is discussed for legumes in organic farming. The impact of magnesium and calcium sulphate on peas was examined in field trials at two locations over two years. In 2012, another experiment investigated the extent and dissemination of sulphur deficiency in 77 fields grown with a grass-clover mixture in Bavaria. Three micro areas were fertilised with calcium sulphate in each field in early spring. The impact of fertilisation was estimated visually and by measuring the plant height in comparison to the adjacent area.

The grain yield of peas was significantly lower for both fertilised versions compared to the control for one of four environments. No differences could be determined in other parameters, e.g. diseases and crude protein content. Sulphur fertilization applied to peas may not be recommended.

Contrastingly, in the experiment with grass-clover, 55 % of the fields showed an obvious lack of sulphur. Sulphur deficiency was often identified even on heavy and/or deep soils and on farms with a high livestock. Farmers, who are dissatisfied with the growth of their grass-clover swards, should check whether this is caused by a sulphur deficiency.

## **Einleitung und Zielsetzung**

Durch den Einbau von Rauchgas-Entschwefelungsanlagen ist in den letzten Jahrzehnten der atmosphärische Eintrag von Schwefel (S) in landwirtschaftliche Flächen kontinuierlich zurückgegangen. In den meisten Regionen Bayerns liegt dieser S-Eintrag in den vergangenen Jahren bei unter zehn kg/ha\*Jahr (Gauger et al. 2008). Neben Raps gelten Leguminosen, insbesondere Futterleguminosen, als stark schwefelbedürftig. Ob daraus die Notwendigkeit einer S-Düngung unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus resultiert, ist eine weit verbreitete und bislang wenig beantwortete Frage. Ziel der Untersuchung war es daher einerseits die Verbreitung und den Umfang von Schwefelmangel im Klee gras in Bayern in der Praxis des ökologischen Landbaus festzustellen sowie andererseits die Wirkung einer S-Düngung zu Futtererbsen in Exaktversuchen zu prüfen.

## **Material und Methoden**

### **Versuch 1 Futtererbsen:**

Die Exaktversuche wurden in den Jahren 2012 und 2013 in Oberbayern an den Versuchsstandorten Hohenkammer (Braunerde, IS bzw. sL, Ackerzahl 48 bzw. 55 in 2012 bzw. 2013; langjährige Mittel: 816 mm, 7,8 °C; Ldk. Freising) und Puch (Moorboden bzw. Lehm, Ackerzahl 44 bzw. 58 in 2012 bzw. 2013; langjährige Mittel: 878 mm, 8,6 °C; Ldk. Fürstenfeldbruck) mit Futtererbsen (*Pisum sativum* L.) durchgeführt. Als Sorte wurde Respect, eine der im ökologischen Landbau empfohlenen Sorten (Urbatzka et al. 2013) ausgewählt. Die Düngung erfolgte jeweils zu BBCH 9 bis 10 bzw. 11 bis 12 in Hohenkammer sowie kurz nach der Saat in Puch mit 40 kg S/ha. Neben einer ungedüngten Kontrolle wurden die Erbsen mit Magnesium- bzw. Calciumsulfat gedüngt. Vorfrucht war jeweils Wintergetreide. Die Saat der Erbsen erfolgte in der letzten Märzdekade in 2012 bzw. Mitte April in 2013 mit 70 bis 80 keimfähigen Körnern je m<sup>2</sup> ortsüblich optimal.

Die auftretenden Krankheiten, die Pflanzenlänge und die Lagerneigung wurden nach den Richtlinien des Bundessortenamtes (2000), die Massenbildung und die Verunkrautung in den Noten von 1 bis 9 bonitiert. Der Rohproteingehalt wurde nach Kjeldahl analysiert. Die Versuchsanlage war in Hohenkammer ein Lateinisches Rechteck und in Puch eine Blockanlage mit je vier Wiederholungen. Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.2.

### **Versuch 2 Klee gras:**

In 2012 wurden in Bayern von der LfL umfangreiche Kleinstversuche in der Praxis des ökologischen Landbaus koordiniert. Die Durchführung erfolgte durch die Fachzentren Ökologischer Landbau an den ÄELF Bamberg, Ebersberg und Kaufbeuren sowie durch die Öko-Erzeugerringe Bioland, Naturland, Biokreis und Demeter.

Insgesamt wurde auf 77 über Bayern verteilten Schlägen mit Klee gras je dreimal eine repräsentative Fläche von vier Quadratmeter mit Gips (Calciumsulfat) abgestreut. Der Schwerpunkt lag in den Regierungsbezirken Mittelfranken, Oberbayern und Schwaben. Die Ausbringung erfolgte im zeitigen Frühjahr des ersten, zweiten oder dritten Hauptnutzungsjahres mit 40 kg S/ha. Die Flächen wurden nach einem Kriterienkatalog

(Bodenart, Betriebssystem, Regierungsbezirk, kein Schwefeleinsatz) ausgewählt. Ferner wurden betriebs- und flächenspezifische Daten (Viehbesatz, Bodenart, Bodenzahl, Nutzung Kleegras) erhoben.

Die Wirkung der Schwefelgabe wurde kurz vor dem ersten oder zweiten Schnitt durch eine optische Schätzung der Schwefelwirkung und einer Messung der Pflanzenhöhe im Vergleich zur benachbarten, nicht gedüngten, Fläche erhoben. Ab 5 cm Differenz in der Pflanzenhöhe wurde von einem Unterschied ausgegangen. Die Schätzung dieser Wirkung ist ein subjektives Kriterium, welches nur einen Hinweis über einen möglichen Ertragseffekt darstellen kann. Der tatsächliche Ertragseffekt einer Düngung kann nur durch einen Exaktversuch mit Ertragsfeststellung und Wiederholungen ermittelt werden. Schläge, auf denen mindestens zwei der drei abgestreuten Flächen „augenscheinlich“ eine Schwefelwirkung zeigten, wurden als S-Mangelflächen bezeichnet.

Ferner wurde mit den Versuchsergebnissen der Schätzrahmen für die Notwendigkeit einer S-Düngung, kurz Schwefelschätzrahmen der BASF, evaluiert. Für die Fragen wurden, soweit wie möglich, die Angaben der Betriebe verwendet oder die Punktzahl wie beispielsweise beim Ertragsniveau für den ökologischen Landbau als niedrig oder dem  $N_{\min}$ -Gehalt als unterdurchschnittlich abgeschätzt. Als Wetterdaten wurden die Werte der nächstgelegenen Wetterstation benutzt. Lediglich bei den zwei Fragen zum Humusgehalt und den Strukturschäden wurde die mittlere Punktzahl verwendet, da die Angaben bei den Betrieben nicht erhoben wurden und nicht angemessen eingeschätzt werden konnten.

## Ergebnisse und Diskussion

### Versuch 1 Futtererbsen:

In beiden Varianten mit Schwefeldüngung wurde im Jahr 2012 ein signifikant geringerer Kornertrag auf dem Standort Hohenkammer und ein tendenzieller Minderertrag in Puch im Vergleich zur ungedüngten Kontrolle bestimmt (Abbildung 1). In 2013 erzielten alle Varianten Kornerträge auf vergleichbarem Niveau. Auch in anderen Exaktversuchen konnte durch eine Schwefeldüngung kein signifikanter Mehrertrag bei Erbsen erreicht werden (Mücke et al. 2012, Urbatzka et al. 2012). Vielmehr berichteten auch Mücke et al. (2012) von einem tendenziellen Minderertrag durch eine Düngung mit Calciumsulfat in einer von mehreren Düngungsvarianten bei Erbsen. Bei Soja wurde in Niedersachsen auf einem Sandstandort ein signifikanter Minderertrag bei einer Düngung mit Calciumsulfat in zwei Jahren und ein tendenzieller Minderertrag bei einer Düngung mit Magnesiumsulfat in einem Jahr im Vergleich zu einer ungedüngten Variante bestimmt (Mücke et al. 2013).

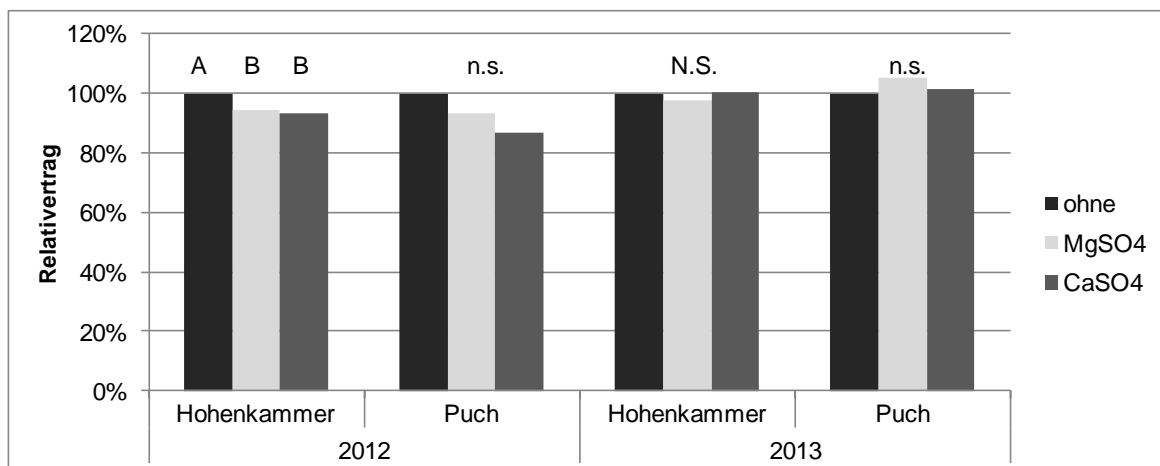


Abb. 1: Kornertrag im Versuch 1 in Abhängigkeit von der Düngung und Umwelt; verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede, n.s. = nicht signifikant (SNK-Test,  $p < 0,05$ ); ohne Schwefeldüngung = 100 % Kornertrag ( $\approx 58,4, 40,5, 55,4$  bzw.  $42,8$  dt/ha (86 % TS))

Sowohl in den durchgeführten Mängelbonituren als auch in den agronomischen Bonituren und im Gehalt an Rohprotein konnte kein Einfluss durch die Schwefeldüngung festgestellt werden (Tabelle 1). Anscheinend kommen Erbsen mit der im Boden vorhandenen Menge an S zurecht und können die S-Mineralisation gut ausnutzen.

Tab. 1: Bonituren und Analysen im Versuch mit Futtererbsen (Versuch 1)

	Massenbildung <sup>1,2</sup>	Botrytis cinerea <sup>1,3</sup>	Verunkrautung <sup>1,4</sup>	Pflanzenlänge (cm) <sup>5</sup>	Lager vor Ernte <sup>1</sup>	RP-Gehalt (% in TM)
ohne	7,4	3,0	2,0	105,8	2,9	21,6
MgSO <sub>4</sub>	7,1	3,3	1,6	106,9	3,4	21,9
CaSO <sub>4</sub>	7,4	3,3	1,9	108,4	3,0	21,5

Mittel der vier Umwelten; <sup>1</sup>Boniturnoten von 1 - 9, wobei 1 = sehr geringe Ausprägung, <sup>2</sup>BBCH 53 ohne Standort Puch, <sup>3</sup>BBCH 89, nur Umwelt Hohenkammer 2012, <sup>4</sup>BBCH 75 bzw. 89 ohne 2012, <sup>5</sup>BBCH 75 bzw. 89

### Versuch 2 Klee gras:

Auf 55 % der Schläge mit Klee gras wurde ein Schwefelmangel bestimmt (Abbildung 2). Da die Untersuchung nur in einem Jahr durchgeführt wurde, sind Jahreseffekte möglich. Auf 94 % der Schläge mit S-Mangel wurde auf dem gedüngten Teilstück eine dunklere Grünfärbung beobachtet und zu 73 % eine höhere Bestandeshöhe gemessen als im benachbarten nicht gedüngten Bereich (Abbildung 3). Ferner veränderte sich häufig die Bestandszusammensetzung im gedüngten Teilstück: auf 55 % wurde ein erhöhter Kleeanteil und auf 41 % ein reduzierter Grasanteil bonitiert (Daten nicht dargestellt).

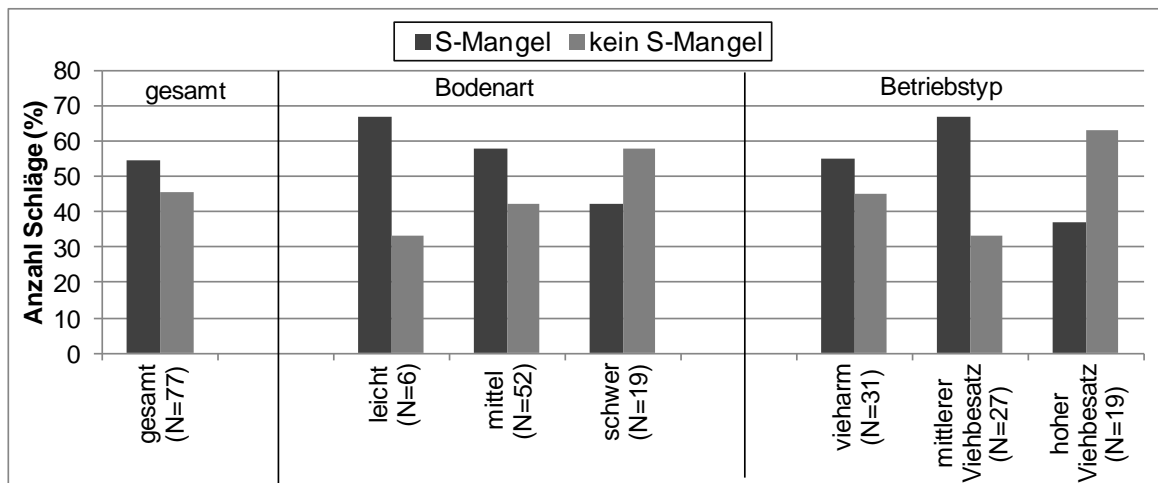


Abb. 2: Vorkommen von Schwefel (S)-Mangel im Versuch 2 bei allen untersuchten Klee grassschlägen (links) und in Abhängigkeit der Bodenart (mittig) bzw. des Betriebstyps (rechts) in Bayern 2012; N = Anzahl der untersuchten Schläge; hoher bzw. mittlerer Viehbesatz bedeutet  $\geq 1$  bzw.  $0,2$  bis  $0,99$  GV/ha

Die drei geläufigen Annahmen, S-Mangel trete v. a. auf leichteren und/oder flachgründigen Böden und/oder auf vieharmen Betrieben auf, konnten in der Untersuchung für Klee gras jeweils nur teilweise bestätigt werden. Die Wahrscheinlichkeit von Schwefelmangel war 2012 auf einem leichteren und mittleren Boden zwar höher als bei einem schweren Boden (toniger

Lehm, lehmiger Ton), aber auch die schweren Böden waren zu 42 % vom Schwefelmangel betroffen (Abbildung 2). Bzgl. der Flachgründigkeit waren in der Klasse mit der geringsten Durchwurzelungstiefe (70 bis 79 cm) mit 55 % der Schläge nur geringfügig mehr Felder von Schwefelmangel betroffen als in der Klasse mit der höchsten Durchwurzelungstiefe (100 bis 109 cm) mit 44 % der Schläge (Daten nicht dargestellt).

Ferner konnte auch die dritte weit verbreitete Annahme, dass Schwefelmangel v. a. auf vieharmen Betrieben vorkomme, in der Untersuchung nur teilweise belegt werden: Schwefelbedarf wurde 2012 bei einem mittleren Viehbesatz bis zu einer Großvieheinheit je Hektar bei 67 % und für vieharme Betriebe bei 54 % der Schläge mit Klee gras festgestellt (Abbildung 2). Nur für die Klasse mit einem Viehbesatz größer und gleich 1 GV/ha lag die Schwefelbedürftigkeit mit 37 % der Schläge deutlich geringer. Demnach war aber auch bei einem hohen Viehbesatz jeder dritte Schlag vom Schwefelmangel betroffen.

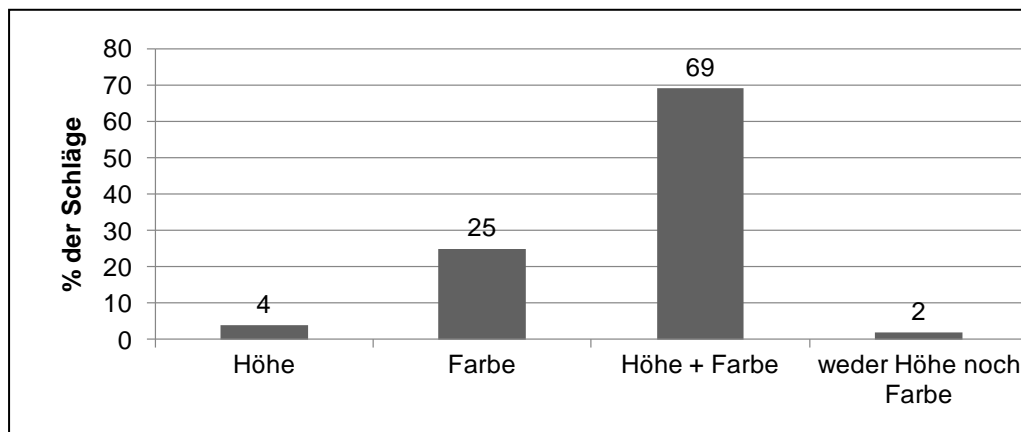


Abb. 3: Feststellung von Schwefel-Mangel im Versuch 2 in Abhängigkeit des Parameters (N = 124; alle abgestreuten Kleinstflächen mit S-Mangel)

Beim Schwefelschätzrahmen lagen 18 Schläge mit bis zu 29 Punkten in der Kategorie „Düngung notwendig“, alle anderen 58 Schläge wurden in die Kategorie zwischen 30 und 37 Punkten „Düngung empfehlenswert“ eingestuft (Abb. 4). 68 der 76 beurteilten Schläge befanden sich an der Grenze der beiden Kategorien (Grenze als 3 Punkte Differenz definiert). In der Kategorie „Düngung empfehlenswert“ zeigten 26 der 58 Schläge in der Felduntersuchung keinen Schwefelmangel, die Düngungsempfehlung war anscheinend bei circa 45 % der Schläge falsch. Demnach können mit der Untersuchung die Schwächen im mittleren Bereich (Olfs et al. 2012) bestätigt werden. Darüber hinaus scheinen auch im Grenzbereich der genannten Kategorien Fehleinschätzungen vorzuliegen, da in der Kategorie „Düngung notwendig“ nur 9 der 18 Schläge, also 50 % Schwefelmangel aufwiesen.

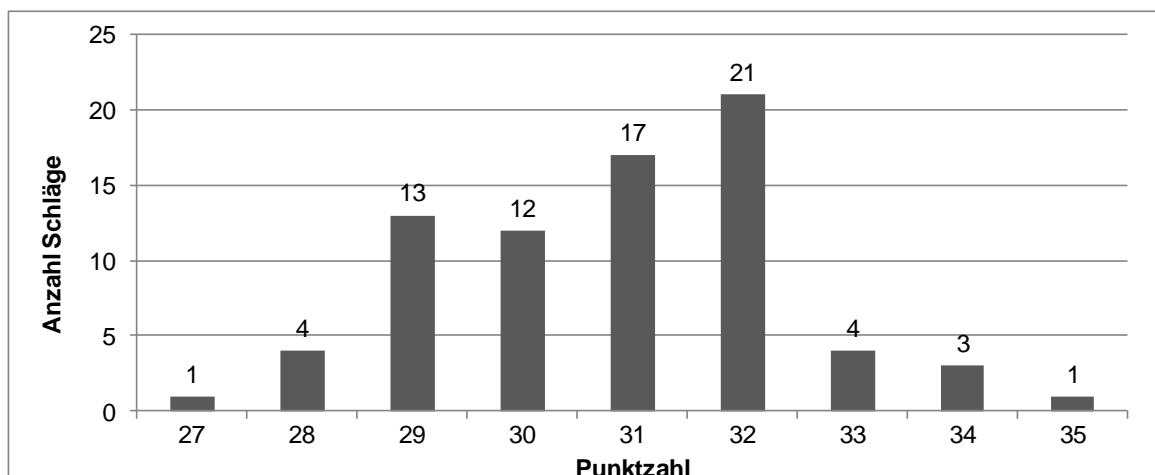


Abb. 4: Punktzahl bei Anwendung des Schwefelschätzrahmens im Versuch 2 (N = 76)

## Schlussfolgerung

Bei Erbsen im ökologischen Landbau konnte in den Feldversuchen, dies wird durch aktuelle Literatur bestätigt, kein Mehrertrag durch eine S-Düngung erzielt werden. Daher scheint eine S-Düngung zu Erbsen meistens nicht notwendig zu sein. Im Gegenteil: eine S-Düngung kann bei Erbsen offenbar einen negativen Ertragseffekt bewirken.

Anders stellt sich die Situation beim Klee gras dar: Schwefelmangel war in Klee grasbeständen in 2012 anscheinend in Bayern weit verbreitet. Betriebe, welche mit dem Wachstum ihrer Klee grasbestände unzufrieden sind, sollten daher prüfen, ob S-Mangel eine mögliche Ursache sein könnte. Das Auftreten von Schwefelmangel wurde durch die Bodenart, die Durchwurzelungstiefe und den Viehbesatz nur teilweise beeinflusst. Schwefelmangel kann auch auf tiefgründigen und/oder schweren Böden sowie bei Betrieben mit einem hohen Viehbesatz bei Klee gras im ökologischen Landbau vorkommen.

Mit den untersuchten Klee gras-Schlägen wurde der Schwefelschätzrahmen evaluiert. Laut Schätzrahmen war für alle Schläge eine S-Düngung empfehlenswert bzw. nötig. Da im Forschungsvorhaben für circa die Hälfte der Schläge keine Düngerwirkung bonitiert wurde, ist der Schätzrahmen zur Abschätzung einer S-Düngung bei Klee gras im ökologischen Landbau anscheinend ungeeignet.

## Dank

Wir bedanken uns herzlich bei Andreas Hatzl, Betriebsleiter Hatzlhof, bei Helmut Steber, Betriebsleiter Schlossgut Hohenkammer, bei allen Landwirten und Beratern, die bei der Durchführung der Kleinstversuche beteiligt waren sowie bei allen Kollegen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, die zu dem Forschungsvorhaben beigetragen haben.

## Literaturverzeichnis

Bundessortenamt (2000): Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Landbuch, Hannover

Gauger T, Haenel HD, Rösemann C, Dämmgen U, Bleeker A, Erisman JW, Vermeulen AT, Schaap M, Timmermanns RMA, Bultjes PJH, Duyzer JH (2008): Teil 1: Deposition Loads: Methoden, Modellierung und Kartierungsergebnisse, Trends. Zusammenfassung Abschlussbericht FKZ 204 63 252 des Umweltbundesamtes in Dessau, URL: <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/short/k3646.pdf>, Stand 19.12.2013

Mücke M, Seidel K, Scholvin A, Hempler J, Meyercordt A (2012): Analyse und Bewertung des Versuchs „Schwefeldüngung in Körnerleguminosen (Ackerbohne, Erbse, Lupine) im Öko-Landbau, Versuchsjahr 2011“. Versuchsergebnisse im Ökologischen Landbau 2011 – Landessortenversuche und Anbautechnik. Landwirtschaftskammer Hannover, 120-138

Mücke M, Seidel K, Scholvin A, Hempler J, Meyercordt A (2013): Einfluss Schwefeldüngung auf Ertrag und Eiweißgehalt von Sojabohnen. Versuchsergebnisse im Ökologischen Landbau 2012 – Landessortenversuche und Anbautechnik. Landwirtschaftskammer Hannover, 122-123

Olf HW, Fuchs M, Ortseifen U, von Schintling-Horny L, von Chappuis A, Zerulla W, Erdle K (2012): Schwefel-Düngung effizient gestalten. DLG-Merkblatt 373

Urbatzka P, Salzeder G, Offenberger K (2012): Was bringt die Schwefeldüngung? – Eigene Versuche anlegen. Bioland 1, 21

Urbatzka P, Rehm A, Schmidt M (2013): Versuchsergebnisse aus Bayern, Jahr 2012, Ökologischer Landbau, Sortenversuche zu Erbsen. URL: <http://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/ISIP.woa/vb/bericht?nr=56005>, Stand 18.12.2013

Zitiervorschlag: Urbatzka P, Offenberger K, Schneider R & Jacob I (2014): Schwefeldüngung zu Leguminosen im ökologischen Pflanzenbau. In: Wiesinger K, Cais K & Obermaier S (Hrsg.): Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Ökolandbautag 2014, Tagungsband. –Schriftenreihe der LfL 2/2014, 132-138