

Der kurzfristige Einfluss von drei Zwischenfruchtarten und zwei verschiedenen Bodenbearbeitungen auf Frühjahrs-NO₃-N des Bodens und Ertrag der Hauptfrucht Hafer

Grosse, M.¹ und Heß, J.²

Keywords: Grubber, Gründungung, Reduzierte Bodenbearbeitung, Scheibenegge.

Abstract

Reduced tillage and green manures may be capable to further improve organic crop production systems. However, it is presumed that under organic farming conditions a lower intensity of soil tillage may reduce nitrogen (N) availability and increase weed pressure. A combination of reduced tillage with an appropriate green manure species could answer these problems.

*The results of a repeated one year trial on the research farm of University of Kassel, regarding the effects of three different green manure species (*Sinapis alba*, *Trifolium resupinatum* and *Vicia sativa*) and conventional (plough) vs. reduced tillage (2012 chisel, 2013 disc harrow) on N availability in spring and on the yield of main crop oat are the topic of this paper.*

*In both years, in the reduced tillage systems the *V. sativa* treatments resulted in N contents as well as oat yields on a similar level like the best plough treatments. Yield differences between the different green manure treatments in the plough system were generally low. They were more pronounced between the green manure treatments in the reduced tillage systems. Reduced tillage systems therefore seem more dependent on an adequate green manure species.*

Einleitung und Zielsetzung

Methoden der reduzierten Bodenbearbeitung wie nicht-wendende Verfahren oder eine nur oberflächliche Bearbeitung des Bodens gelten als umweltfreundliche Alternativen zum herkömmlichen Pflügen. Im Ökologischen Landbau werden diese Verfahren bisher wesentlich seltener eingesetzt als in der konventionellen Landwirtschaft (Wilhelm *et al.* 2011). Ein Grund dafür sind Ertragseinbußen, die bei der Anwendung von reduzierter Bodenbearbeitung durch eine in der Regel verringerte Stickstoff (N) - Mineralisation und/oder einen häufig höheren Beikrautdruck auftreten können (Mäder und Berner 2012, Peigné *et al.* 2007). Die N-Verfügbarkeit im Frühjahr ist in der Ökologischen Landwirtschaft oft ein limitierender Faktor für das Pflanzenwachstum und den Ertrag (Koopmans und Bokhorst 2002). Im Folgenden werden Versuchsergebnisse zur Wirkung von Zwischenfrüchten und Bodenbearbeitung auf den Gehalt an Nitrat-Stickstoff (NO₃-N) im Frühjahr und auf den Hauptfruchtertrag präsentiert. Der Versuch war Teil des Forschungsprojektes TILMAN ORG.

¹ Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, meike.grosse@uni-kassel.de, <http://www.uni-kassel.de/fb11agrar>.

² Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, jh@uni-kassel.de, <http://www.uni-kassel.de/fb11agrar>.

Methoden

Auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb der Universität Kassel, der Hessischen Staatsdomäne Frankenhäuser (51.5 N; 9.4 E; 689 mm; 8.5°C), wurde ein einjähriger Versuch (August 2011 bis August 2012) angelegt. Dieser wurde dort auf einem anderen Schlag von August 2012 bis August 2013 wiederholt. Beim Boden handelt es sich um eine Parabraunerde aus Löss (stark toniger Schluff). Der Versuch wurde als zweifaktorielle Spaltanlage mit den Faktoren Gründung und Bodenbearbeitung konzipiert. Die Aussaat der Zwischenfruchtarten *Sinapis alba*, *Trifolium resupinatum* und *Vicia sativa* erfolgte in vierfacher Wiederholung am 26.08.2011 bzw. 22.08.2012. Eine Schwarzbrache diente als Kontrolle. Die Vorfrucht war in beiden Jahren Winterweizen. Vor der Aussaat der Gründung wurde die gesamte Fläche bis zu einer Tiefe von 10 cm gegrubbert und mit einer Kreiselegge bearbeitet (Abbildung 1). Für *S. alba* und *T. resupinatum* betrug die Saatstärke 20 kg ha⁻¹ und für *V. sativa* betrug sie 105 kg ha⁻¹. Die Hauptfrucht Hafer (*Avena sativa* L., cv. Scorpion) wurde am 10. April 2012 bzw. am 22. April 2013 nach differenzierter Bodenbearbeitung gesät. Die Saatstärke betrug 400 keimfähige Körner m⁻² (2012) bzw. 450 keimfähige Körner m⁻² (2013). Die Bodenbearbeitungsvarianten waren in beiden Jahren Pflug (Tiefe ca. 23 cm) und Kreiselegge als herkömmliches Bodenbearbeitungssystem. Für die reduzierte Variante wurde 2012 ein Grubber eingesetzt (Tiefe ca. 11 cm). Der Grubber wurde 2013 durch eine Scheibenegge (Tiefe ca. 7 cm) ersetzt, da 2012 in den Grubber x *S. alba* – Parzellen das kaum zerkleinerte organische Material die Drillmaschine verstopft und so die Aussaat behindert hatte.

Zur Ertragsbestimmung der Zwischenfrüchte wurde am 17.11.2011 bzw. am 14.11.2012 ein Quadrat von 1,5 x 1,5 m (= 2,25 m²) pro Parzelle von Hand geerntet. Die Bodenprobenahme erfolgte am 02.05.2012 bzw. am 13.05.2013 in den Tiefen 0 bis 30 cm und 30 bis 60 cm unter der Bodenoberfläche. Es wurde eine Mischprobe aus drei Einstichen pro Parzelle und Tiefe gebildet. Im Hessischen Landeslabor wurden die Proben auf den Gehalt an NO₃-N untersucht. Der Hafer wurde am 09.08.2012 bzw. 12.08.2013 von Hand geerntet. 2012 wurden zweimal 0,5 m² Fläche pro Parzelle geerntet, 2013 viermal 0,5 m² Fläche pro Parzelle.

Um die Verteilung von NO₃-N und Haferertrag zu beschreiben, wurden Mittelwert und Standardabweichung berechnet. Mit einer ANOVA und dem Tukey-B - Test wurde jeder Parameter auf Signifikanz überprüft ($\alpha \leq 0,05$). Diese Analysen wurden mit SPSS-21 durchgeführt.

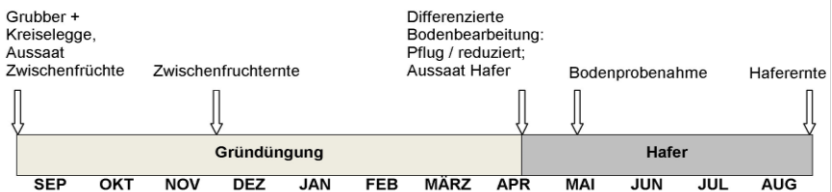


Abbildung 1: Übersicht über den Versuchsablauf

Ergebnisse

Der Biomasseertrag der Zwischenfrüchte betrug 2011 im Mittel der vier Wiederholungen für *S. alba* 20,9 dt Trockenmasse (TM) ha⁻¹ und für *V. sativa* 29,9 dt

TM ha⁻¹. *T. resupinatum* war so schlecht aufgelaufen, dass er nicht bebroben werden konnte. 2012 betrug der Aufwuchs von *S. alba* 17,1 dt TM ha⁻¹, von *V. sativa* 15,4 dt TM ha⁻¹ und von *T. resupinatum* 6 dt TM ha⁻¹.

Im Frühjahr 2012 waren die NO₃-N-Gehalte in der Schicht 0-60 cm unter der Bodenoberfläche in beiden Bodenbearbeitungssystemen in den *V. sativa* – Varianten signifikant am höchsten (Abbildung 2a). 2013 waren in dem reduzierten Bodenbearbeitungssystem die NO₃-N-Gehalte wieder für die *V. sativa* – Variante signifikant am höchsten (Abbildung 2b). Im Pflugsystem waren 2013 die NO₃-N-Gehalte in allen Varianten bis auf *T. resupinatum* niedriger als im reduzierten System.

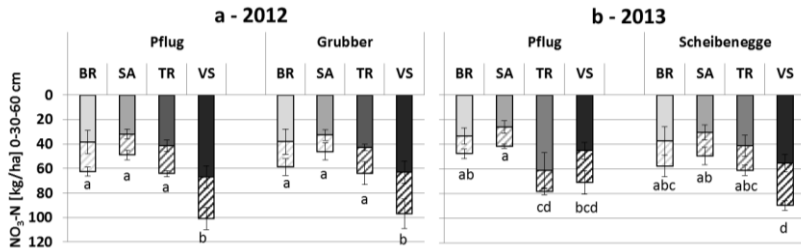


Abbildung 2 a und b: NO₃-N-Gehalte im Frühjahr a) 2012 und b) 2013 in den Tiefen 0-30 cm und 30-60 cm unter der Bodenoberfläche. (Mittelwerte ± SD; $\alpha \leq 0,05$; BR = Brache, SA = *S. alba*, TR = *T. resupinatum*, VS = *V. sativa*)

Die Erträge der Hauptfrucht Hafer waren 2012 in beiden Bodenbearbeitungssystemen in den *V. sativa* Varianten signifikant am höchsten (Abbildung 3a). Zwischen dem Pflug – und reduzierten System trat in dieser Variante kein Ertragsunterschied auf. In den Schwarzbrache – und *T. resupinatum* – Varianten waren die Hafererträge in dem reduzierten Bodenbearbeitungssystem etwas geringer als im Pflugsystem. Am geringsten waren die Hafererträge in beiden Systemen in den *S. alba* – Varianten. 2013 waren in beiden Bodenbearbeitungssystemen die Erträge wieder in den *V. sativa* – Varianten signifikant am höchsten, doch auch die Pflug x *T. resupinatum* – Variante erreichte dieses Niveau (Abbildung 3b). Die Ertragsunterschiede waren in den verschiedenen Varianten des reduzierten Systems wesentlich größer als in den verschiedenen Pflugvarianten.

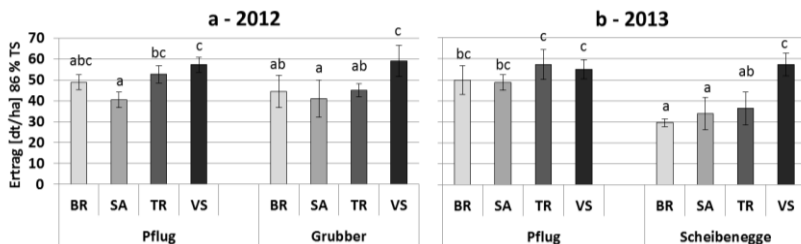


Abbildung 3 a und b: Ertrag der Hauptfrucht Hafer a) 2012 und b) 2013. (Mittelwerte ± SD; $\alpha \leq 0,05$; BR = Brache, SA = *S. alba*, TR = *T. resupinatum*, VS = *V. sativa*)

Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Zwischenfrüchte hatten sowohl auf den Gehalt an $\text{NO}_3\text{-N}$ im Frühjahr als auch auf den Haferertrag einen deutlichen Einfluss. *V. sativa* resultierte insbesondere in den reduzierten Bodenbearbeitungssystemen in höheren $\text{NO}_3\text{-N}$ -Werten und höheren Hafererträgen als die anderen Zwischenfrüchte. Insofern werden die positiven Ergebnisse von Wittwer *et al.* (2013) bestätigt, die mit *V. sativa* als Zwischenfrucht in einem System mit reduzierter Bodenbearbeitung vergleichbare Erträge wie in einem Pflug-Verfahren erzielt hatten. Der Biomasseertrag von *V. sativa* war im zweiten Versuchsjahr nur etwa halb so hoch wie im ersten. Dennoch waren die $\text{NO}_3\text{-N}$ -Werte und Hafererträge in den *V. sativa* – Varianten im zweiten Versuchsjahr auf ähnlichem Niveau wie im ersten. Der bessere Aufwuchs von *T. resupinatum* im zweiten Versuchsjahr war an den Ergebnissen des Pflugsystems sichtbar. Im reduzierten Bodenbearbeitungssystem schnitt die *T. resupinatum* - Variante aber auch im zweiten Jahr signifikant schlechter ab als die *V. sativa* - Variante. Am niedrigsten waren die $\text{NO}_3\text{-N}$ -Werte und Ertragsergebnisse in beiden Jahren und beiden Bodenbearbeitungssystemen in den *S. alba* – Varianten. Der Grund kann in einer verzögerten Mineralisation dieser Zwischenfrucht mit eher weitem C/N-Verhältnis liegen.

Auch wenn von einjährigen Versuchen keine Aussage bezüglich einer langfristigen Anwendung reduzierter Bodenbearbeitung abgeleitet werden kann, ist davon auszugehen, dass der Anbau geeigneter Zwischenfrüchte einer reduzierten Bodenbearbeitung im Ökologischen Landbau größere Attraktivität verleiht. Die Etablierung solcher Bodenbearbeitungssysteme im Ökolandbau hat das Potenzial, durch eine Steigerung der Bodenfruchtbarkeit (z. B. Berner *et al.* 2008) den Ökolandbau weiter zu verbessern. Die erfolgreiche Umsetzung solcher Systeme benötigt aber ein großes Fachwissen, wofür weitere intensive Forschung sowie ein reger Austausch und Wissenstransfer mit der bzw. in die Praxis notwendig sind.

Danksagung

Das Projekt 'Reduced tillage and green manures for sustainable organic cropping systems – TILMAN ORG' wurde im Rahmen von FP7 ERA-Net (CORE Organic II) gefördert.

Literatur

- Berner A., Hildermann I., Fließbach A., Pfiffner L., Niggli U., Mäder P. (2008): Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management. *Soil Till Res* 101:89-96.
- Koopmans C.J., Bokhorst J. (2002): Nitrogen mineralisation in organic farming systems: a test of the NDICEA model. *Agronomie* 22:855-862.
- Mäder P., Berner A. (2012): Development of reduced tillage systems in organic farming in Europe. *Renew. Agr. Food Syst.* 27(1):7-11.
- Peigné J., Ball B. C., Roger-Estrade J., David C. (2007): Is conservation tillage suitable for organic farming? A review. *Soil Use Manage.* 23 (2):129–144.
- Wilhelm B., Tiedemann L., Hensel O., Heß J. (2011): Grundbodenbearbeitung im Ökolandbau – eine Betriebsumfrage. In: Leithold G. *et al.* (Hrsg.): Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis. Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung ökologischer Landbau, Gießen, 16. – 18. März 2011. Berlin, Dr. Köster, 40-43.
- Wittwer R., Dorn B., Jossi W., Zihlmann U., van der Heijden M. (2013): Zwischenfrüchte als wichtiges Puzzleteil für den pfluglosen ökologischen Landbau. In: Neuhoff D. *et al.* (Hrsg.): Ideal und Wirklichkeit – Perspektiven ökologischer Landbewirtschaftung. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung ökologischer Landbau, Bonn, 5. - 8. März 2013. Berlin, Dr. Köster, 46-49.