

## **Einfluss von reduzierter Bodenbearbeitung und Direktsaat auf die Segetalvegetation in ökologisch produzierten Ackerbohnen**

*Influence of conservation tillage and zero tillage on arable weeds in organic faba bean production*

**Rüdiger Jung\*, Rolf Rauber**

Georg-August-Universität Göttingen, DNPW, Abteilung Pflanzenbau,  
Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

\*Korrespondierender Autor, rjung@uni-goettingen.de



DOI 10.5073/jka.2016.452.061

### **Zusammenfassung**

In den Erntejahren 2008, 2009 und 2010 wurden am Standort Reinshof (Auenboden/Vega, Süd-Niedersachsen) Feldversuche mit dem Fruchtfolgeausschnitt Sommergerste – Hafer-Sonnenblumen-Gemenge (Winter-Zwischenfrucht) – Ackerbohnen durchgeführt. Folgende Ziele wurden verfolgt: Reaktionen der Segetalvegetation auf unterschiedliche Bewirtschaftungsmaßnahmen sowie Förderung der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung der Ackerbohnen durch N-Immobilisierung nach Zwischenfrucht-Anbau. Drei Varianten bezüglich der Bodenbearbeitung vor Aussaat der Ackerbohnen wurden miteinander verglichen (1) Direktsaat mit Cross-Slot-Aussaatechnik, (2) reduzierte Bearbeitung mit dem Flügelscharrubber mit Cross-Slot-Aussaatechnik und (3) tiefwendende Pflugbearbeitung mit Einzelkorn-Aussaatechnik. Das Zwischenfrucht-Gemenge bildete im Herbst ausreichend Biomasse (bis zu 28 dt TM ha<sup>-1</sup>), um Ackerwildkräuter effektiv zu unterdrücken. Die Zwischenfrüchte akkumulierten Stickstoff in hohem Maße (bis zu 65 kg N ha<sup>-1</sup>) und nachfolgende Ackerbohnen reagierten mit signifikanten Steigerungen (bis zu 10 %) der symbiotischen Stickstoff-Fixierung gegenüber der Kontrollvariante Schwarzbrache. Mit zunehmender Intensität der Bodenbearbeitung stieg die Abundanz des Leitunkrautes Acker-Senf (*Sinapis arvensis*) in den Ackerbohnen-Beständen signifikant an. Die von der Segetalvegetation gebildete Biomasse war Ende Mai/Anfang Juni nach Direktsaat höher als bei reduzierter oder tiefgründiger, wendender Bodenbearbeitung. Die Abundanz von Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) war im Jahr 2010 umso höher, je geringer die Bodenbearbeitungsintensität ausfiel. Die mittleren Korn-Erträge der Ackerbohnen bewegten sich in den Erntejahren 2009 und 2010 auf niedrigem Niveau (im Mittel: 30 bzw. 24 dt TM ha<sup>-1</sup>).

**Stichwörter:** Ackerbohnen, Ackerwildkräuter, Bodenbearbeitung, Direktsaat, Ökologischer Landbau

### **Abstract**

The field experiments were conducted in 2008, 2009 and 2010 on a Gleyic Cambisol near Goettingen, Lower Saxony, Germany. A crop sequence of summer barley, winter cover crops (intercropped oat and sunflower) and summer faba bean was examined under organic farming conditions. Emphasis was given to the studying of arable weeds in faba beans. However, enhancing symbiotic nitrogen fixation of summer faba beans by accumulation of soil-nitrogen by winter cover crops was a second objective in these experiments. The faba bean field plots had been cultivated with three different tillage systems: (i) zero tillage, sowing with cross-slot-technique, (ii) conservation tillage (wing share cultivator, rotary harrow) sowing with cross-slot-technique and (iii) conventional tillage with mouldboard plough followed by rotary harrow, sowing with precision monoseeder. In plots with zero tillage preceding cover crops were left as mulch on the soil surface. Cover crops accumulated adequate nitrogen amounts and following faba beans reacted with significant increase (up to 10%) in symbiotic nitrogen fixation. Maximum of arable weed biomass was observed in zero tillage-plots at the end of May or early in June. The abundance of the predominant weed wild mustard (*Sinapis arvensis*) increased with tillage intensity, whereas the abundance of creeping thistle (*Cirsium arvense*) increased in 2010 with decreasing tillage intensity. Average grain yield of faba beans was low with only 3.0 and 2.4 t ha<sup>-1</sup> in 2009 and 2010, respectively.

**Keywords:** Arable weeds, cultivation, faba bean, organic farming, zero tillage

### **Einleitung**

Im Ökologischen Landbau bestehen Ansätze zur Realisierung von Fruchtfolgen, die zumindest temporär auf den Einsatz des Pfluges verzichten (SCHMIDT, 2010; MASSUCATI, 2013). Damit besteht u.a. die Chance, den innerbetrieblichen Treibstoffverbrauch zu senken. Bei Anbausystemen ohne Pflugeinsatz können jedoch Ackerwildkräuter im ökologischen Landbau tolerierbare Schad-

schwollen deutlich überschreiten. Es wurde daher in den Jahren 2008 bis 2010 in Feldversuchen untersucht, wie sich bestimmte Verfahren zur Gestaltung des Körnerleguminosen-Anbaus auf die Segetalvegetation auswirken.

### Material und Methoden

Ackerbohnen (*Vicia faba*, Sorte Fuego) wurden in randomisierten Feldversuchen (Spaltanlage mit vier Wiederholungen, Parzellengröße für Ackerbohnen: 90 m<sup>2</sup>) als Hauptfrucht-Körnerleguminose in den Erntejahren 2009 und 2010 auf dem Versuchsgut Reinshof (Süd-Niedersachsen) nach den Richtlinien des Ökologischen Landbaus produziert. Die Feldversuche verfügten über ein zweifaktorielle Design, da neben der Bodenbearbeitung bzw. Aussaatform auch die vorangestellte Winter-Zwischenfrucht (mit; ohne: +ZF; -ZF; Parzellengröße je Variante: 180 m<sup>2</sup>) variiert wurde.

Die Böden des Versuchsgutes Reinshof werden überwiegend als Auenböden aus Schwemmlöß angesprochen. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt 651 mm, die Jahresmitteltemperatur wird mit 9,2°C angegeben (Quelle: Deutscher Wetterdienst DWD, Referenzperiode 1981 bis 2010). Die Ackerzahlen für die Untersuchungsflächen werden mit 93 (2009) bzw. 89 (2010) veranschlagt (NIBIS-KARTENSERVEN, 2015). Bei der Bodenart handelt es sich um lehmigen Schluff (Ut2 bzw. Ut3). Die Humusversorgung des Oberbodens ist bei Gehalten zwischen 2,7 bzw. 2,9 % als mittel humos einzustufen. Die Grundnährstoffversorgung (P und K) bewegte sich in Gehaltsklasse C, jedoch wurde im Jahr 2010 für Kalium ein leichter Mangel festgestellt (Gehaltsklasse B).

Am 5.8.2008 (vor dem 1. Erntejahr) sowie am 14.8.2009 (vor dem 2. Erntejahr) wurde ein nicht-legumes Zwischenfruchtgemenge (+ZF) ausgesät. Das Gemenge bestand aus Hafer (Sorte Husky, 250 Körner m<sup>-2</sup>) und Sonnenblumen (Sorte Methasol, 15 Körner m<sup>-2</sup>). Die Vorfrucht war jeweils Sommergerste. Der Zwischenfruchtanbau ermöglichte eine effiziente Aufnahme des bodenbürtigen Stickstoffs und dessen Festlegung in der oberirdischen Biomasse. Die über Winter absterbenden Zwischenfrüchte bildeten eine Mulchauflage, die im Folgejahr auf Teilen der Untersuchungsfläche verblieb. Dadurch sollten zwei Ziele erreicht werden: Steigerung der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierleistung der Körnerleguminose sowie verminderter Wuchs der Segetalvegetation. Als Vergleich wurden Flächen ohne Bewuchs angelegt (-ZF), indem Kräuter und Gräser von Mitte August bis Ende Oktober mit einem Abflamngerät beseitigt wurden.

Zur Hauptkultur Ackerbohnen wurden folgende Bodenbearbeitungsvarianten verglichen:

- (1) Direktsaat ohne Grundbodenbearbeitung
- (2) reduzierte, flache (ca. 15 cm) Bodenbearbeitung mit Flügelschargrubber und unter Pflugverzicht
- (3) tiefwendende (ca. 25 cm) Bodenbearbeitung mit dem Pflug

Bezüglich der drei Bodenbearbeitungsvarianten betrug die Parzellengröße jeweils 360 m<sup>2</sup> (24 m Breite, 15 m Länge). Die Aussaat der Ackerbohnen (35 Körner m<sup>-2</sup>) erfolgte in den beiden pfluglosen Varianten mit der sogenannten Cross-Slot-Direktsaattechnik. Kennzeichnend ist ein Saatschlitz mit kreuzförmigem Querschnitt bis ca. 6 cm Tiefe. Das Saatgut wird durch kleine Scharflügel seitlich neben dem Scheibensech abgelegt. Auf diese Weise soll das Saatgut in ungestörten Bodenschichten genügend Feuchtigkeit für die Keimung erhalten. Zudem wird das ungewünschte Einschmieren von Stroh verhindert (EMMINGER, 2011). Nach Wendepflugbearbeitung (Variante 3) nebst Saatbettbereitung mit der Kreiselegge wurden die Ackerbohnen mit einer Einzelkornsämaschine (Monoair, Fa. Fähse) ausgebracht. Die Arbeitsbreite betrug mit beiden Sägeräten jeweils 1,5 m, so dass bei einem Reihenabstand von ca. 38 cm jeweils vier Drillreihen gesät wurden. In jeder Parzelle (6 m Breite, 15 m Länge) waren somit 16 Drillreihen vorhanden. Die Aussaat erfolgte jeweils am 8. April (2009 und 2010). Praxisübliche mechanische Regulierungsmaßnahmen wie Striegeln oder Hacken wurden in den Ackerbohnen-Beständen nicht durchgeführt, um die Mineralisierung von Stickstoff im Boden nicht zusätzlich zu fördern. Diese Maßnahmen unterblieben, um mögliche Effekte des Zwischenfruchtanbaus hinsichtlich der symbiotischen Stickstoff-Fixierung der Ackerbohnen zu verdeutlichen. Stattdessen wurden die Ackerwildkräuter Mitte Juni mit einem Reihenmulcher (Fa. Gardena) mehrfach oberflächennah

abgeschnitten. Diese Biomasse verblieb auf der Fläche. Die Trockenmasse der Ackerwildkräuter (Tab. 1) sowie der Ackerbohnen (ohne Tabelle) wurde parzellenweise auf Kleinteilflächen (ca. 1 m<sup>2</sup>) Ende Mai oder Anfang Juni sowie Mitte August erfasst. Die symbiotische Stickstoff-Fixierung der Ackerbohnen wurde zur Kornernte (Mitte August) mit der  $\delta^{15}\text{N}$ -Methode (SHEARER und KOHL, 1986) und der erweiterten Differenzmethode (STÜLPNAGEL, 1982) berechnet. Als Referenzpflanze diente Sommerweizen (Sorte Granny), der benachbart zu den Ackerbohnen angebaut wurde.

## Ergebnisse

Das nicht-legume Zwischenfrucht-Gemenge unterdrückte im Herbst die Ackerwildkräuter sehr effizient. Zeiternten der ZF-Grünmasse auf Kleinteilflächen (ca. 0,7 m<sup>2</sup>) jeweils Ende Oktober 2008 bzw. Ende Oktober 2009 ergaben einen Ertrag in Höhe von 28 bzw. 14 dt TM ha<sup>-1</sup>. Die maximale Bestandeshöhe betrug 0,7 m bzw. 0,5 m. Entsprechend gering war das Aufkommen der Ackerwildkräuter: 0,5 bzw. 1,5 dt TM ha<sup>-1</sup>. Das Wachstum der Ackerwildkräuter wurde durch die Zwischenfrüchte, die als Nährstoff- und Licht-Konkurrenten anzusehen sind, reduziert. Die Zwischenfrüchte akkumulierten wie erhofft relativ hohe Stickstoff-Mengen (Ende Oktober bis zu 65 kg N ha<sup>-1</sup>).

Die in Tabelle 1 dargestellten TM-Erträge der Segetalvegetation bewegten sich im Mai bzw. Juni zwischen 4,7 und 13,3 dt ha<sup>-1</sup>. In der Direktsaatvariante wurden die höchsten Ackerwildkraut-Erträge beobachtet (10 bis 13 dt ha<sup>-1</sup>). Keinen Unterschied gab es jedoch zwischen reduzierter, flacher Bodenbearbeitung und tiefwendender Pflugbearbeitung. Ferner zeigte sich, dass der Anbau von Zwischenfrüchten vor Ackerbohnen im Vergleich zur Schwarzbrache vor Ackerbohnen zu einer moderaten Verringerung der Ackerwildkraut-Trockenmasse beitrug (Tab. 1).

**Tab. 1** Trockenmasse-Ertrag (dt TM ha<sup>-1</sup>) der Segetalvegetation in den Ackerbohnen-Beständen der Untersuchungsjahre 2009 und 2010. Regulierungsmaßnahmen wurden jeweils zwischen dem ersten und zweiten Probenahmetermin (Mitte Juni) durchgeführt. Arithmetischer Mittelwert, vier Feldwiederholungen.

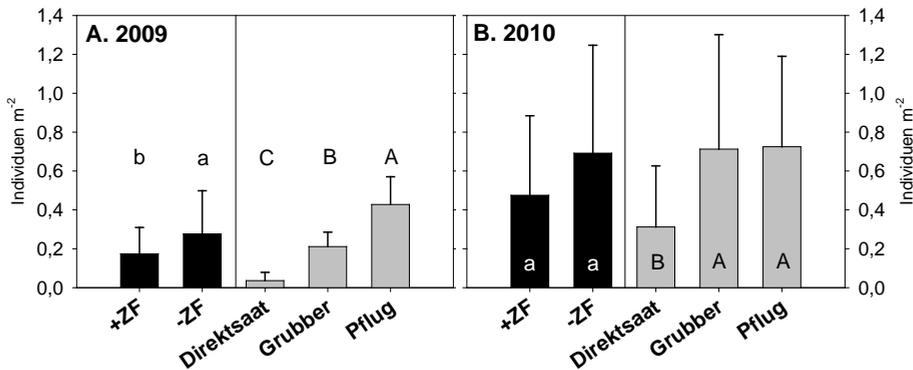
**Tab. 1** Biomass (DM yield in dt ha<sup>-1</sup>) of arable weeds 2009 and 2010 in faba bean plots. Weed control was carried out in mid-June between first and second sample date. Arithmetic means, four replications.

	2009		2010	
	25.05.	17.08.	02.06.	10.08.
BBCH Ackerbohnen	55	87	35	89
<b>Bodenbearbeitung</b>				
ohne, Direktsaat	10,4	5,4	13,3 a	3,9
reduziert, Grubber	6,4	7,0	5,7 b	5,8
tiefwendend, Pflug	9,0	6,4	4,7 b	5,7
GD 5 % Tukey	5,2 n.s.	3,8 n.s.	4,7*	4,3 n.s.
<b>Zwischenfrucht</b>				
+ZF	8,0	5,8	6,4	4,5
-ZF	9,2	6,7	9,5	5,8
GD 5 % Tukey	3,5 n.s.	2,6 n.s.	3,2 n.s.	2,9 n.s.
<b>Gesamt-Mittel</b>	8,6	6,3	7,9	5,1

Neben Acker-Senf (*Sinapis arvensis*) wurden für die in Tabelle 1 aufgeführten TM-Erträge folgende Arten häufig beobachtet: Windenknöterich (*Fallopia convolvulus*), Acker-Hellerkraut (*Thlaspi arvense*), Taubnessel-Arten (*Lamium purpureum* und *L. amplexicaule*), Ehrenpreis-Arten (*Veronica hederifolia* und *V. persica*), Acker-Stiefmütterchen (*Viola arvensis*) und Vogelmiere (*Stellaria media*). Weitere Arten kamen zerstreut oder selten vor, z.B. Acker-Schöterich (*Erysimum cheiranthoides*), Acker-Gauchheil (*Anagallis arvensis*) oder Acker-Lichtnelke (*Silene noctiflora*).

Die Abundanz des Acker-Senfs wurde in den Ackerbohnen-Beständen signifikant von den Bodenbearbeitungsmaßnahmen und vom Vorhandensein der Zwischenfrüchte beeinflusst (Abb. 1). Zudem wurden im Jahr 2009 Wechselwirkungen zwischen den zwei

Untersuchungsfaktoren festgestellt. Die höchsten Abundanzen des Acker-Senfs fanden sich in den Teilflächen mit Pflugbearbeitung und ohne vorangestellte Zwischenfrucht, die geringste Individuenzahl wurde in den Teilflächen mit Direktsaat und vorheriger Zwischenfrucht festgestellt.



**Abb. 1** Abundanz von Ackersenf (*Sinapis arvensis*) in Ackerbohnen differenziert nach Zwischenfruchtanbau und Bodenbearbeitung, jeweils Mitte Juli 2009 (A) und 2010 (B). Arithmetische Mittelwerte und Standardabweichung.

**Fig. 1** Abundance of wild mustard (*S. arvensis*) in faba bean plots with respect to cover crops and soil cultivation. Observations in mid-July 2009 (A) and 2010 (B). Arithmetic means and standard deviation.

Im Jahr 2009 blieb die Abundanz der Acker-Kratzdistel von den Untersuchungsfaktoren „Bodenbearbeitung“ und „Zwischenfrucht“ unbeeinflusst (Tab. 2). Im Jahr 2010 wurde Anfang Mai ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Abundanz der Acker-Kratzdistel beobachtet. Demnach war bei Direktsaat das Vorkommen der Acker-Kratzdistel signifikant höher als bei Einsatz des Wendepfluges. Reduzierte Bodenbearbeitung mit dem Flügelschargrubber führte jedoch nicht zu einer deutlichen Reduzierung der Acker-Kratzdistel (Tab. 2).

**Tab. 2** Abundanz (Anzahl Triebe pro 10 qm) der Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) in den untersuchten Ackerbohnen-Beständen Mitte Juli 2009<sup>1</sup> sowie Anfang Mai 2010<sup>2</sup>.

**Tab. 2** Abundance (number of shoots per 10 sqm) of creeping thistle (*C. arvense*) in faba bean plots 2009<sup>1</sup> (mid-July) and 2010<sup>2</sup> (early May).

	2009	2010
<b>Bodenbearbeitung</b>		
ohne, Direktsaat	1,5 a	13,5 a
reduziert, Grubber	1,9 a	8,2 ab
tiefwendend, Pflug	1,3 a	1,8 b
GD 5 % Tukey	1,16 n.s.	8,00*
<b>Zwischenfrucht</b>		
+ZF	1,7 a	9,2 a
-ZF	1,4 a	6,3 a
GD 5 % Tukey	0,78 n.s.	5,36 n.s.

<sup>1</sup> Ackerbohnen: BBCH 78; <sup>2</sup> Ackerbohnen: BBCH 12

Die symbiotisch fixierten Stickstoffmengen der Ackerbohnen (Kornertrag inklusive Erntereste ohne Wurzelmasse) bewegten sich in Abhängigkeit von der Berechnungsmethode zwischen 111 kg N ha<sup>-1</sup> und 146 kg N ha<sup>-1</sup>. Die Unterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten waren bezüglich der Stickstofffixierleistung nur gering ausgeprägt, während vorangestellter

Zwischenfruchtanbau im Vergleich zur Schwarzbrache bis zu 10 % höhere N<sub>2</sub>-Fixieraten erbrachte.

### Diskussion

Die meisten Ackerwildkrautarten zeigten in den Feldversuchen erwartungsgemäß ihre höchste Trockenmasse und Abundanz in der Direktsaat-Variante (Tab. 1, 2). Bei Acker-Senf (*Sinapis arvensis*) hingegen war das Gegenteil der Fall (Abb. 1), allerdings war die Anzahl der Individuen pro m<sup>2</sup> sehr gering (<1). In den Jahren 2009 und 2010 war Acker-Senf auf vielen Ackerschlägen der langjährig ökologisch bewirtschafteten Flächen des Versuchsgutes Reinshof als Leitunkraut anzusprechen. Möglicherweise wurde die Art in den Vorjahren durch Bodenbearbeitungsmaßnahmen, wie z.B. intensives, tiefgründiges Pflügen gefördert. Acker-Senf ist ein Therophyt, der eine hohe Zahl an Samen bilden kann. Diese können viele Jahre im Boden überdauern. Der Wendepflug bringt vergrabene Samen wieder an die Oberfläche. Dort sind die Keimbedingungen für diese Art ideal. Zudem fördert ein erhöhtes Angebot an bodenbürtigem Stickstoff den Acker-Senf zusätzlich. Dies wurde in der Variante –ZF (Abb. 1) beobachtet.

In beiden Untersuchungsjahren, aber besonders im Jahr 2010, war die Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) ein relativ häufig anzutreffendes perennierendes Ackerwildkraut. Es ist bekannt, dass die Acker-Kratzdistel durch bestimmte Bewirtschaftungsmaßnahmen gefördert werden kann, z.B. Verschleppung von Wurzelteilen mit Bodenbearbeitungsgeräten. Eine Hypothese besagt, dass der Einsatz des Flügelschargrubbers im Vergleich zur Direktsaat zur Reduzierung der Acker-Kratzdistel beiträgt (LUKASHYK und KÖPKE, 2005). Dies konnte nicht eindeutig verifiziert werden (Tab. 2). Nichtwendende Grundbodenbearbeitung führte in den Versuchen tendenziell zu einer Zunahme der Acker-Kratzdistel. Diese Feststellung deckt sich mit Ergebnissen anderer Autoren (PEKRUN et al., 2003).

### Literatur

- EMMINGER, R. (Hrsg.), 2011: Sätechnik für Mulch- und Direktsaat. Sonderheft „Landwirtschaft ohne Pflug“. Verlag Emminger & Partner GmbH, Berlin. 115 S.
- LUKASHYK, P. und U. KÖPKE : 2005: Strategies to control *Cirsium arvense* under organic farming conditions. In: Researching Sustainable Systems - International Scientific Conference on Organic Agriculture, Adelaide, Australia, Sept. 21–23. 679 S.
- MASSUCATI, L.F.P., 2013: Temporäre Direktsaat von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) im Ökologischen Landbau. Dissertation Universität Bonn. Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau. Verlag Dr. Köster, Berlin. 158 S.
- NIBIS-KARTENSERVER, 2015: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/> besucht im September 2015. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.
- SCHMIDT, H. (Hrsg.), 2010: Öko-Ackerbau ohne tiefes Pflügen. Verlag Dr. Köster, Berlin. 288 S.
- SHEARER, G. und D.H. KOHL, 1986: N<sub>2</sub> fixation in field settings: estimation based on natural <sup>15</sup>N abundance. Australian Journal of Plant Physiology **13**, 699–756.
- STÜLPNAGEL, R., 1986: Schätzung der von Ackerbohnen symbiontisch fixierten Stickstoffmenge im Feldversuch mit der erweiterten Differenzmethode. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau **151**, 446–458.
- PEKRUN, C., A. HÄBERLE und W. CLAUPEIN, 2003: Bedeutung von Grund- und Stoppelbearbeitung für die Kontrolle der Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) im ökologischen Landbau. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft **255**, 29–34.