

Mechanische Beikrautregulierung im ökologischen Sojaanbau

Jobst, F.¹, Demmel, M.¹ und Urbatzka, P.¹

Keywords: Sojabohnen, Unkrautregulierung, Pflanzenverluste, Deckungsgrad

Abstract

Successful mechanical weed control is a crucial aspect in organic soybean production. Six weed control techniques (spring tine harrow, inter row hoe with duckfoot sweeps, separately used or in combinations, inter row hoe with additional tools: finger weeder, torsion weeder, ridging wings) were evaluated concerning the effects on weed ground cover and on plant losses. Soy bean plant stands have been established in various rows spacing using different types of seeders (12.5 cm with seed drill for harrowing variant and 50 cm with single seed drill for hoeing variants). The field trials were conducted at two sites in three years (2011-2013).

The weed ground cover in the harrowing variant was higher than in the hoeing variants in three of five environments. In these environments, an additional, late treatment could be realized in the hoeing variants, but not in the harrowing variant. Additional tools above all ridging wings or combinations with spring tine harrow increased the success of mechanical weed control. The plant losses depended on the adjustments of the techniques and on the time of treatment. Plant losses, caused by working in the row or into the row, should be compensated by higher seeding rates.

Einleitung und Zielsetzung

Beim Anbau von Soja im ökologischen Landbau ist eine erfolgreiche Beikrautregulierung von zentraler Rolle, da sonst die Erträge bis zum Totalausfall hin reduziert werden können (Hiltbrunner *et al.* 2012, Jobst *et al.* 2013). In Feldversuchen wurden die Auswirkungen verschiedener Sätechniken, Reihenabstände, Hack- und Striegeltechniken auf den Beikrautdeckungsgrad und auf den P0-----pflanzenverlust erforscht.

Methoden

In den Jahren 2011 bis 2013 wurden an je zwei Standorten in Oberbayern sechs verschiedene Strategien zur mechanischen Beikrautregulierung in Sojabohnen getestet. Kontrollparzellen ohne Beikrautregulierung wurden in Einzelkornsaat angelegt (Tab. 1). Die Behandlungstermine wurden bestmöglich nach praxisüblichen Kriterien wie Witterung und Pflanzenentwicklung festgesetzt (Tab. 1). Die Bonituren der Beikrautdeckungsgrade (BDG) erfolgten je zu mindestens zwei Terminen (kurz nach Feldaufgang und zur Ernte) sowie teils zusätzlich im Vegetationsverlauf nach Braun-Blanquet (1964). An allen Standorten war weißer Gänsefuß das Leitunkraut.

In allen Jahren und Varianten wurde die Sorte Merlin mit 65 keimfähigen Körnern/m² ausgesät. Das fix&fertig geeimpfte Saatgut wurde zusätzlich unmittelbar vor der Saat mit 500g/ha Impfmittel Hi-Stick (Inhalt: *Bradyrhizobium japonicum*) nachbehandelt. Zum Bestimmen der Pflanzenverluste wurde die Anzahl Pflanzen nach dem

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Lange Point 12, 85354 Freising, Deutschland, florian.jobst@lfl.bayern.de, <http://www.lfl.bayern.de>

Feldaufgang und vor der ersten Beikrautregulierung sowie nach der letzten Beikrautregulierung auf viermal zwei laufenden Metern je Parzelle gezählt. Als Anlage wurde eine einfaktorielle Blockanlage (N=4) und eine Größe der Bonitur- und Ernteparzellen von 30 m² gewählt. Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.3.

Tabelle 1: Übersicht über die Varianten und deren Behandlungstermine

| Variante | Sätechnik | Reihenabstand | Saat: 02.05.2011 | | Saat: 26.04.2012 | | Saat: 01.05.2013 | |
|--|-----------|---------------|------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------|
| | | | 2011 | | 2012 | | 2013 | |
| | | | Amperpettenbach | Vierkirchen | Amperpettenbach | Vierkirchen | Stockach | Puch |
| Beikrautregulierung: Tage nach der Saat (BBCH Soja) | | | | | | | | |
| Kontrolle | EK | 50 | | | | | | |
| Striegel | Drill | 12,5 | 22,46 (13,51) | 22,46 (13,51) | 15 (11) | 15 (11) | 44,49 (14,32) | * |
| Hacke | EK | 50 | 22 (13) | 22,59,68 (13,51,60) | 15,54 (11,60) | 15,54 (11,60) | 37,44,67 (12,14,60) | 35,49 (12,15) |
| Hacke & Fingerhacke | EK | 50 | 22 (13) | 22,59,68 (13,51,60) | 15,54 (11,60) | 15,54 (11,60) | 37,44,67 (12,14,60) | 35,49 (12,15) |
| Hacke & Flachhäufler | EK | 50 | 22 (13) | 22,59,68 (13,51,60) | 15,54 (11,60) | 15,54 (11,60) | 37,44,67 (12,14,60) | 35,49 (12,15) |
| Hacke & Torsionshacke | EK | 50 | 22 (13) | 22,59,68 (13,51,60) | * | 15,54 (11,60) | 37,44,67 (12,14,60) | 35,49 (12,15) |
| Hacke & Striegel | EK | 50 | 22 (13) | * | 15,54 (11,60) | * | 37,44,67 (12,14,60) | 35,49 (12,15) |

Die Kontrolle wurde wie in den anderen Varianten in 2011 einmal blindgestriegelt, in 2012 + 2013 wurde kein Blindstriegeln durchgeführt. EK = Einzelkornsaat, Drill = Drillsaat, Hacke = Gänsefußscharhacke, * = Variante nicht durchgeführt, ' in cm

Ergebnisse

Zwischen den Standorten und den Varianten gab es bzgl. des BDGs eine signifikante Wechselwirkung. Aus Platzgründen wird nur der Vegetationsverlauf des BDGs der beiden Orte mit dem höchsten BDG und für alle Orte zur Ernte dargestellt. Während in Vierkirchen 2011 nach dem Feldaufgang kaum Beikräuter vorhanden waren, lagen die BDG in Stockach 2013 zu diesem Zeitpunkt bereits bei etwa 20 % (Tab. 2). An beiden Orten stiegen die BDG der einzelnen Varianten im Zeitverlauf deutlich an. Die signifikant höchsten Deckungsgrade wurden jeweils in der Variante mit Striegeln ab Anfang Juli bzw. Anfang August bonitiert (Tab. 2). In Stockach 2013 lag zur Ernte der BDG mit 71 % auf dem Niveau der Kontrolle. In den Hackvarianten lagen die BDG bis Anfang August mit bis zu 15 % vergleichsweise niedrig. Kurz vor der Ernte lag der BDG an beiden Standorten mit dem Zusatzwerkzeug Flachhäufler mit einer Ausnahme signifikant niedriger als in den übrigen Hackvarianten.

Auch in Amperpettenbach 2012 wurde kurz vor dem Drusch in der Striegelvariante ein signifikant höherer BDG als in den Hackvarianten festgestellt, wobei der BDG mit 21 % niedriger als in Vierkirchen 2011 und Stockach 2013 mit über 70 % ausfiel (Tab. 3). In diesen drei Umwelten konnte ein zusätzlicher, später Arbeitsgang in den Hackvarianten, aber nicht in der Striegelvariante realisiert werden (Tab. 1). In den anderen Umwelten wurden kurz vor der Ernte keine signifikanten Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Regulierungsvarianten (außer zur Kontrolle) festgestellt (Tab. 3). Mit Ausnahme von Puch 2013 fielen die BDG mit etwa 10 % relativ gering aus.

Tabelle 2: Beikrautdeckungsgrade (BDG %) im Zeitverlauf

| Variante | Vierkirchen 2011 | | | | Stockach 2013 | | | |
|-----------------------|------------------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|
| | 13 05 | 16 06 | 04 08 | 28 09 | 19 05 | 01 07 | 06 08 | 17 09 |
| Kontrolle | 1 B | 25 A | * | * | 21 A | 43 A | 53 A | 70 A |
| Strieael | 1 B | 28 A | 39 A | 75 A | 20 A | 35 B | 30 B | 71 A |
| Hacke | 1 B | 17 A | 29 B | 53 B | 21 A | 16 C | 15 C | 45 B |
| Hacke & Fingerhacke | 2 A | 9 A | 7 C | 48 B | 21 A | 11 C | 10 C | 31 CD |
| Hacke & Torsionshacke | 1 B | 12 A | 13 C | 53 B | 21 A | 11 C | 13 C | 41 B |
| Hacke & Flachhäufel | 1 B | 11 A | 6 C | 28 C | 21 A | 14 C | 13 C | 26 D |
| Hacke & Strieael | * | * | * | * | 21 A | 11 C | 10 C | 35 C |

* nicht erhoben, verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede für $p < 0,05$ (Tukey-Test)

Tabelle 3: Beikrautdeckungsgrade (BDG %) kurz vor der Ernte von 2011 bis 2013

| Standort \ Variante | 2011 | | 2012 | | 2013 | |
|-----------------------|------------------|--------------|------------------|-------------|-------|----------|
| | Amper-pettenbach | Vier-kirchen | Amper-pettenbach | Vierkirchen | Puch | Stockach |
| Kontrolle | 58 A | * | * | 29 A | 50 A | 70 A |
| Striegel | 13 B | 75 A | 21 A | 19 B | * | 71 A |
| Hacke | 10 B | 53 B | 6 B | 13 B | 36 AB | 45 B |
| Hacke & Fingerhacke | 5 B | 48 B | 6 B | 11 B | 25 B | 31 CD |
| Hacke & Torsionshacke | 5 B | 53 B | * | 11 B | 24 B | 41 B |
| Hacke & Flachhäufel | 10 B | 28 C | 9 B | 15 B | 25 B | 26 D |
| Hacke & Striegel | 10 B | * | 13 B | * | 23 B | 35 C |

* nicht erhoben, verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede für $p < 0,05$ (Tukey-Test)

In 2011 lagen signifikant höhere Pflanzenverluste in der Variante Striegeln mit ca. 20 % als in den Hackvarianten mit einer Ausnahme auf beiden Standorten vor (Tab. 4). In 2012 und 2013 wurden bzgl. der Pflanzenverluste keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

Tabelle 4: Pflanzenverluste (%) durch Beikrautregulierung in 2011 bis 2013

| Standort \ Variante | 2011 | | 2012 | | 2013 | |
|-----------------------|------------------|--------------|------------------|-------------|------|----------|
| | Amper-pettenbach | Vier-kirchen | Amper-pettenbach | Vierkirchen | Puch | Stockach |
| Striegel | 19 A | 19 A | 8 NS | 13 NS | * | 0 NS |
| Hacke | 4 B | 5 B | 0 | 3 | 3 NS | 1 |
| Hacke & Fingerhacke | 2 B | 3 B | 3 | 8 | 8 | 4 |
| Hacke & Torsionshacke | 14 AB | 8 B | * | 14 | 17 | 0 |
| Hacke & Flachhäufel | 6 B | 2 B | 9 | 7 | 7 | 7 |
| Hacke & Striegel | 7 B | * | 3 | * | 14 | 5 |

* nicht erhoben, verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede für $p < 0,05$ (Tukey-Test)

Diskussion

Die im Vergleich zum Standort Stockach 2013 geringeren Deckungsgrade nach dem Feldaufgang in Vierkirchen 2011 erklären sich vermutlich durch das Blindstriegeln in Vierkirchen 2011. Das Blindstriegeln musste in Stockach 2013 aufgrund ungeeigneter Witterung entfallen. Die erste Beikrautregulierung erfolgte auf beiden Standorten relativ spät. Der Striegel konnte zu diesem späten Zeitpunkt mit bereits weit entwickelten Pflanzen keine befriedigende Wirkung mehr erreichen, während durch die Hackvarianten der Deckungsgrad im Vergleich zur Kontrolle reduziert werden

konnte. Beim Flachhäufel wurden kleine Dämme in den Reihen mit Soja aufgeschüttet: Folge waren die geringsten Deckungsgrade auf den beiden Standorten mit sehr starker Verunkrautung. Auch auf einem sandigen Standort in Niedersachsen war die Reduzierung des Beikrautes durch den Flachhäufel am Höchsten (Mücke *et al.* 2013). In Stockach 2013 brachte auch ein weiteres Verfahren mit Eingriff in die Kulturreihe (Fingerhacke) als auch die Kombination von Hacke und Striegel nochmals eine Reduzierung im Vergleich zur Variante Hacke ohne Zusatzwerkzeuge und mit Torsionshacke, da das Beikraut in der Reihe besser bekämpft werden konnte. Auch Hiltbrunner *et al.* (2014) beobachteten geringere BDG bei einer Kombination von Werkzeugen (hier Striegel und Finger- bzw. Torsionshacke) im Vergleich zum alleinigen Striegeln.

Die Pflanzenverluste sind v. a. auf den Behandlungszeitpunkt und die Einstellung der Geräte zurückzuführen. Beim Striegeln waren die Verluste in 2011 höher als in den Folgejahren, da aufgrund des späteren Einsatzes eine aggressivere Einstellung gewählt werden musste, welche in den Folgejahren nicht nötig war. Die Torsionshacke ist v. a. bei wechselnden Bodenarten schwierig einzustellen und braucht unbedingt etwas lockere Erde an der Reihe, um die Pflanzen nicht zu schädigen. Die höheren Verluste bei der Fingerhacke in Vierkirchen 2012 sind wahrscheinlich auf den früheren Einsatzzeitpunkt zurückzuführen. Dies gilt auch für das Zusatzwerkzeug Flachhäufel, wobei hier zusätzlich die Pflanzen in 2012 stärker verschüttet wurden.

Schlussfolgerung

Beim Hacken war im Vergleich zum Striegeln der Beikrautregulierungserfolg v. a. aufgrund eines längeren Einsatzzeitraumes höher. Werden Zusatzwerkzeuge in der Reihe oder eine Kombination von Striegel und Hacke eingesetzt, kann sich der Regulierungserfolg insbesondere mit dem Zusatzwerkzeug Flachhäufel weiter erhöhen. Jedoch sind bei den Zusatzwerkzeugen als auch beim Striegel die Einstellung und der Einsatzzeitpunkt für die Höhe der Pflanzenverluste entscheidend, da sie in der Reihe oder in die Reihe arbeiten. Daher ist beim Einsatz dieser Geräte eine erhöhte Saatstärke zu empfehlen, um mögliche Pflanzenverluste auszugleichen.

Danksagung

Wir möchten uns ganz herzlich bei den Betriebsleitern Josef Brandmair, Johannes Breitsameter, Andreas Hatzl, Familie Großmann und bei allen am Forschungsvorhaben beteiligten Kollegen der bayerischen Landesanstalt bedanken. Ferner danken wir dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die finanzielle Unterstützung.

Literatur

- Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Springer, Wien und New York, 3. Auflage, 865 S.
- Hiltbrunner, J., Luginbühl, C., Buchmann, U., Herzog, C., Hunziger, H., Scherrer, C. (2012): Mechanical control of weeds within the crop row of organically grown soybeans. *Julius-Kühn-Archiv* 434, 251-256
- Jobst, F., Demmel, M., Urbatzka, P. (2013): Ergebnisse einer Umfrage zum Sojaanbau in Bayern. Jahresbericht 2012, Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, 74, URL: www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/2_iab-jb-2012-24-06.pdf
- Mücke, M., Seidel, K., Meyercordt, A. (2011): Versuchsbericht Ökologischer Sojabohnenanbau in Niedersachsen. Landwirtschaftskammer Hannover, Fachbereich Ökologischer Landbau, URL: <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/6/nav/328/article/21945.html>.