

Auswirkungen von Grundboden- und wiederholter flacher Frühjahrsbearbeitung auf die Dichte und Artenzusammensetzung der Segetalflora im Melisseanbau (*Melissa officinalis*)

*Combined effects of primary and spring tillage on weed density and composition in sown lemon balm (*Melissa officinalis*)*

Charlotte Junker*, Daniel Neuhoff, Martin Berg, Thomas Döring

Universität Bonn, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Agrarökologie und Organischer Landbau

*cjunker@uni-bonn.de

DOI: 10.5073/20220124-073051

Zusammenfassung

Durch die steigende Nachfrage nach nicht-chemischen Ansätzen zur Unkrautregulierung gewinnen mechanische Verfahren an Bedeutung. Für spätgesäte, konkurrenzschwache Kulturen wie Melisse (*Melissa officinalis*) wird empfohlen, mittels präventiver Bodenbearbeitung, etwa durch vorgezogene Saatbettbereitung („Falsches Saatbett“), Unkrautsamen im Boden wiederholt zur Keimung anzuregen und damit die Diasporenbank vor der Aussaat zu reduzieren. In einem zweifaktoriellen Versuch wurde der Zeitpunkt des Pflugeinsatzes (Herbst- oder Frühjahrsfurche) in Kombination mit vier Intensitäten einer flachen Frühjahrsbearbeitung mittels Kreiselegge herbologisch untersucht. Der Versuch wurde 2019/20 an einem ökologisch und einem konventionell bewirtschafteten Standort im Rheinland angelegt. Vor jedem Bodenbearbeitungsgang wurden Unkrautbonituren durchgeführt. Zusätzlich wurde die Diasporenbank im Oberboden (0-7 cm) an drei Terminen erfasst. Am ökologisch bewirtschafteten Standort war die Unkrautdichte drei Wochen nach Aussaat nach Herbstfurche in den drei- und vierfach gekreiselten Faktorkombinationen signifikant geringer im Vergleich zur Frühjahrsfurche ($p = 0,023$; $p = 0,018$). Arten mit leichtem Samengewicht ($\leq 0,5$ mg) wie *Aphanes arvensis*, *Matricaria chamomilla*, *Papaver rhoeas*, *Veronica agrestis* und *Viola arvensis* hatten in den viermal gekreiselten Varianten einen tendenziell höheren Anteil ($41,1 \% \pm 23,6 \%$) im Vergleich zu einer einmaligen Saatbettbereitung ($15,6 \% \pm 20,8 \%$). Diese wies tendenziell eine höhere Dichte an Arten mit höherem Samengewicht (> 1 mg) wie *Ranunculus repens* oder *Chenopodium album* auf ($49,3 \% \pm 28,2 \%$). Dies lässt vermuten, dass die Keimung kleinerer Samen bei feineren Bodenaggregaten begünstigt wird. Am konventionell bewirtschafteten Standort wurden bei geringem Samenpotential im Oberboden (< 200 je m^2) keine Effekte der Bodenbearbeitung auf Unkrautdichte und Artenzusammensetzung festgestellt. Die Ergebnisse des ersten Versuchsjahres zeigen, dass eine wiederholte flache Frühjahrsbearbeitung an einem Standort mit hohem Samenpotential (> 6000 Samen m^{-2}) nicht zu einer Minderung der Unkrautdichte, jedoch zu einer Selektion eines bestimmten Artenspektrums führen kann.

Stichwörter: Arznei- und Gewürzpflanzen, Falsches Saatbett, Grundbodenbearbeitung, Präventive Unkrautregulierung

Abstract

Due to the restriction of chemical weed control in organic farming, there is a need for efficient alternative practices. Especially in medicinal and aromatic plants which often are small-seeded, slowly developing and therefore non-competitive, efficient, early-stage mechanical in-row weeding treatments are currently not available. Therefore, preventive measures as primary tillage or the stale seed bed are recommended. In a two-factorial trial, the combined effects of timing of ploughing (autumn versus spring) and four intensities of a shallow treatment in spring were tested. The trials were implemented in 2019/20 at one organic and

one conventional farm in the Rhineland region. Before each tillage operation, weed density and composition were determined and the seed bank was evaluated at three dates. Three weeks after sowing, with three and four spring tillage passes, weed density at the organic site was significantly lower after autumn-ploughing compared to spring-ploughing ($p = 0.023$; $p = 0.018$). Further, after four passes with a rotary harrow, the emergence of light-seeded species (≤ 0.5 mg) such as *Aphanes arvensis*, *Matricaria chamomilla*, *Papaver rhoeas*, *Veronica* spp. and *Viola arvensis*, tended to have a higher proportion ($41.1\% \pm 23.6\%$), as compared to a single pass ($15.6\% \pm 20.8\%$). After one pass, there was a tendency towards more species ($49.3\% \pm 28.1\%$) with a higher seed weight (> 1 mg) like *Ranunculus repens* or *Chenopodium album*, possibly because the germination of small seeded species may be favored through a finer aggregate structure. At the conventional farm site, no effect on weed composition was found, which might be due to the very low number of weeds (< 200 seeds m^{-2}) in the topsoil.

Keywords: medicinal- and aromatic plants, preventive weed control, primary tillage, stale seed bed

Einleitung

Auf Grund der Gefahr der Beimengung humantoxischer Unkräuter werden im Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen hohe Anforderungen an die Reinheit des Ernteguts gestellt (STEINHOFF, 2020). Für Melisse als Modellkultur für eine konkurrenzschwache Feinsämerei stehen derzeit noch keine effizienten mechanischen Verfahren zur Unkrautregulierung in frühen Entwicklungsstadien in der Reihe zur Verfügung. Als Folge sind der manuelle Handjäteaufwand und somit die Produktionskosten hoch. Eine Möglichkeit, die Unkrautdichte vor der Aussaat zu mindern, stellen präventive Bodenbearbeitungsverfahren dar. Beispiele hierfür sind der gezielte Pflugeinsatz und das Falsche Saatbett.

Beim Pflügen werden durch die wendende Bodenbewegung Unkrautsamen in tiefere Bodenschichten verlagert, die dort eine sekundäre Dormanz entwickeln. Gleichzeitig werden Samen aus tiefen Schichten an die Bodenoberfläche befördert, welche dort Umweltbedingungen unmittelbar ausgesetzt sind, wodurch deren sekundäre Dormanz überwunden werden kann (FOLEY, 2001).

Durch ein Falsches Saatbett sollen nicht-dormante Samen im Oberboden im Zuge einer vorgezogenen flachen Bodenbearbeitung zur Keimung angeregt werden. Hierdurch soll die Diasporenbank reduziert und die Unkrautdichte in der Folgekultur gemindert werden. Der Ansatz bietet vielseitige Steuerungsmöglichkeiten, wie die Art der Maschine, die Intensität der Überfahrten, die Arbeitstiefe, den Zeitpunkt der Maßnahmen, die Dauer zwischen zwei Maßnahmen sowie die Kombination mit Bewässerung oder Vlies. BENVENUTI et al. (2021) zeigten, dass bis zu einer Tiefe von 10 cm die Diasporenbank durch ein Falsches Saatbett stark reduziert werden kann. Arten mit kleinen Samen erwiesen sich als am wenigsten durch das Falsche Saatbett regulierbar.

Im Rahmen eines zweifaktoriellen Versuches wurden die kombinierten Effekte von Grundbodenbearbeitung und Falschem Saatbett 2019/20 an zwei Standorten im Rheinland untersucht. Folgende Arbeitshypothesen wurden erstellt:

- Je mehr Unkräuter vor der Aussaat zur Keimung angeregt werden, desto niedriger ist die Unkrautdichte in der Kultur.
- Je intensiver der Boden im Frühjahr bearbeitet wird, desto mehr Unkräuter beginnen zu keimen.
- Mehr Unkräuter keimen nach einer Frühjahrsfurche im Vergleich zur Herbstfurche.
- Die Arbeitsgänge bewirken eine Selektion der Artenzusammensetzung.

Material und Methoden

Standort

Der Versuch wurde 2019/20 an zwei Versuchsstandorten der Uni Bonn, dem konventionell bewirtschafteten Campus Klein Altendorf (CKA) bei Meckenheim (6° 59', 32 E & 50° 37', 51 N), einem tiefgründigem Lössstandort, sowie an dem ökologisch bewirtschafteten Campus Wiesengut (WG) in Hennef (7° 17' E & 50° 48' N), welcher durch lehmig-schluffig bis sandig-schluffige Auensedimente charakterisiert ist, durchgeführt. Am WG erfolgte die Versuchsanlage im Herbst nach Winterroggen, am CKA nach Winterweizen.

Versuchsdesign

Der Versuch wurde als zweifaktorielle Spaltanlage in dreifacher Wiederholung angelegt. Großparzellenfaktor war die Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten (Herbst 2019 bzw. Frühjahr 2020). Kleinparzellenfaktor war die Intensität der Frühjahrsbodenbearbeitung mit vier Faktorstufen (ein-, zwei-, drei- und vierfache Saatbettbereitung mittels Kreiselegge). Die Parzellengröße betrug 30 m².

Versuchsdurchführung

Der Pflugeinsatz im Herbst 2019 erfolgte am CKA Mitte August mit einem 3-Schar-Pflug, am WG Ende Juli mit einem 4-Schar-Pflug (Tab. 1). Die anderen Großparzellen wurden mit einem Grubber bearbeitet. Anfang September erfolgte die Aussaat der Zwischenfrucht Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*), welche Mitte Februar 2020 an beiden Standorten gemulcht wurde. Im März wurde der Versuchsfaktor Frühjahrsfurche angelegt. Die anderen Parzellen (Faktor Herbstfurche) wurden flach gegrubbert. Ende März erfolgte die erste Überfahrt mittels Kreiselegge (Arbeitstiefe = 7 cm). Die Dauer zwischen den Überfahrten richtete sich danach, ob Unkräuter zur Keimung angeregt wurden. Da das Frühjahr 2020 in eine Trockenperiode fiel, wurde am Standort WG dreimal (20.04., 14.05., 20.05.) und am Standort CKA zweimal (16.04., 21.04.) mittels einer Handbrause (5 l m⁻²) bewässert. Anschließend wurde die Fläche mit Folie (WG) bzw. Vlies (CKA) abgedeckt. Unmittelbar vor der Aussaat wurden alle Parzellen abgeflammt.

Tabelle 1 Überblick über die Zeitpunkte der Bodenbearbeitung

Table 1 Overview of the timing of soil cultivation

Standort	Pflugeinsatz		Kreiselegge				Aussaat
	Herbst	Frühling	1.	2.	3.	4.	
WG	26.07.19	25.03.20	26.03.	27.04.	14.05.	28.05.	10.06
CKA	14.08.19	27.03.20	30.03.	15.05.	27.05.	23.06.	30.06

Erfassung der Segetalflora

Vor jedem Bearbeitungsgang wurde die Artenzusammensetzung, der Deckungsgrad (in Prozent), die Höhe sowie das mittlere BBCH Stadium an vier festen Punkten pro Parzelle mittels Göttinger Schätzrahmen (0,5 x 0,5 m) erfasst.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm RStudio (Version 1.2.1335). Eine ANOVA wurde mithilfe eines linearen gemischten Modells durchgeführt, welche die Blockeffekte des Split-plot Designs berücksichtigte. Die Varianzhomogenität wurde vorab mit dem Levene-Test und die Normalverteilung der Residuen mit QQ-Plots geprüft. Wenn die Voraussetzungen erfüllt wurden und in der ANOVA ein signifikanter Unterschied ($\alpha = 0.05$) vorlag, wurden multiple Mittelwertvergleiche (Least-Squares Means, p

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online < 0.05) durchgeführt. Informationen über die Samengewichte wurden aus der Datenbank von BÄRBERI et al. (2018) entnommen und durch die BioFlor Datenbank (KLOTZ, 2002) ergänzt.

Ergebnisse und Diskussion

Effekte auf die Anzahl aufgelaufener Unkräuter bis zur Aussaat

Am Standort WG wurden in den viermalig gekreiselten Varianten signifikant weniger Unkräuter zur Keimung angeregt als in der zweifach gekreiselten Variante. Am Standort CKA keimten durch wiederholte Bearbeitung tendenziell mehr Pflanzen (Tab. 2). Hier war die Unkrautdichte mit vier Pflanzen m⁻² zu gering für eine aussagefähige Interpretation. Somit wurde die Hypothese, dass durch eine Intensivierung der Überfahrten im Frühjahr mehr Pflanzen zur Keimung angeregt werden, nicht bestätigt. Ein möglicher Erklärungsgrund hierfür ist, dass der Versuchszeitraum in eine starke Trockenperiode fiel. Dies ist im Einklang mit der Studie von BENVENUTI und MACCHIA (2006) welche zeigte, dass ausschließlich bei der Kombination aus Bewässerung und Bodenbearbeitung die Diasporenbank im Oberboden fast um die Hälfte reduziert wurde, wohingegen Bodenbearbeitung allein nur eine Minderung um 5% erzielte.

Tabelle 2 Einfluss von Grundbodenbearbeitung und Falschem Saatbett auf die relative Anzahl aufgelaufener Unkräuter vor der Aussaat am Standort Campus Wiesengut (WG) und Campus Klein-Altendorf (CKA). Werte als relative Abundanz zu Herbstfurche (A) oder einmaliger Saatbettbereitung (B) jeweils = 100 %

Table 2 Influence of primary tillage and false seedbed on the relative number of emerged weeds prior to seeding at the Campus Wiesengut (WG) and Campus Klein-Altendorf (CKA) sites. Values as relative abundance to fall furrow (A) or single seedbed preparation (B) each = 100%

	A	Pflugeinsatz		B	Intensität der Frühjahrsbodenbearbeitung			
		Herbst	Frühling		1	2	3	4
WG		100	110		100 ^{ab}	112 ^a	83 ^{ab}	76 ^b
CKA		100	85		100	100	254	285

Effekte auf die Unkrautdichte nach der Aussaat

Am WG war drei Wochen nach der Melisseaussaat die Unkrautdichte in den Faktorkombinationen Herbstfurche und dreimaliges ($p = 0.023$) sowie viermaliges ($p = 0.018$) Kreiseln signifikant geringer als in den Kombinationen mit Frühjahrsfurche. Dieses Ergebnis unterstützt die Hypothese, dass nach einer Frühjahrsfurche mehr Unkräuter keimen als nach einer Herbstfurche. Ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der vor Aussaat zur Keimung angeregten Pflanzen und Pflanzendichte nach der Aussaat konnte nicht eindeutig nachgewiesen werden (Tab. 3).

Tabelle 3 Einfluss von Grundbodenbearbeitung und Falschem Saatbett auf die relative Unkrautdichte drei Wochen nach der Melisseaussaat am Standort Campus Wiesengut (WG) und Campus Klein-Altendorf (CKA). Werte als relative Abundanz zu Herbstfurche (A) oder einmaliger Saatbettbereitung (B) jeweils = 100 %. *Signifikanzen wegen Wechselwirkung A x B nicht angegeben

Table 3 Influence of primary tillage and false seedbed on relative weed density three weeks after lemon balm seeding at the Campus Wiesengut (WG) and Campus Klein-Altendorf (CKA) sites. Values as relative abundance to fall furrow (A) or single seedbed (B) each = 100%. *Significances not presented due to interaction A x B

	A	Pflugeinsatz		B	Intensität der Frühjahrsbodenbearbeitung			
		Herbst	Frühling		1	2	3	4
WG		100	132		100	95	103	110
CKA		100	68		100	121	113	33

Effekte auf die Artenzusammensetzung

Der Vergleich der Artenzusammensetzung der Segetalflora drei Wochen nach der Melisseaussaat am Standort WG zwischen einfacher und vierfacher Saatbettbereitung zeigte, dass durch eine wiederholte flache Frühjahrsbearbeitung die gesamte Artenzahl sowie die relative Häufigkeit einzelner Arten tendenziell stieg (Abb. 1). Bei einfacher Bearbeitung entsprachen die fünf Leitarten 84%, wohingegen bei vierfacher Bearbeitung diese nur 62% darstellten.

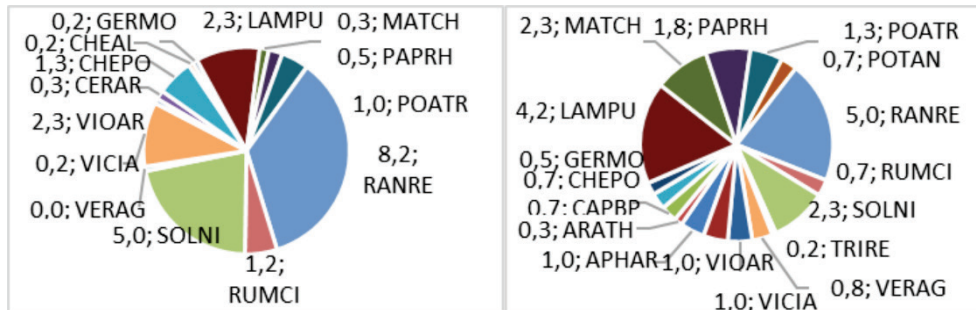


Abbildung 1 Artenzusammensetzung der Segetalflora und mittleres Aufkommen einzelner Arten pro m² drei Wochen nach der Melisseaussaat bei einfacher (links) und vierfacher (rechts) Saatbettbereitung mittels Kreiselegge am Standort Campus Wiesengut.

Figure 1 Weed species composition and mean density per species per m² three weeks after sowing lemon balm after one (left) and four (right) spring tillage passes at the location Campus Wiesengut.

Zusammenhang Samengewicht und Intensität der Bearbeitung

Am ökologischen Standort bewirkte die Intensivierung der flachen Frühjahrsbodenbearbeitung, dass der prozentuale Anteil an Arten mit einem niedrigen Samengewicht tendenziell zunahm. Entsprechend konnte eine signifikante Abnahme des mittleren Samengewichts zwischen ein- ($p = 0.04$) und vierfacher sowie zwischen zwei- ($p = 0.017$) und vierfacher Bearbeitung festgestellt werden. Dieses Ergebnis ist im Einklang mit der These von *BENVENUTI und MAZZONCINI (2021)*, dass Arten mit kleinerem Samengewicht in Anbausystemen mit reduzierter Bodenbearbeitung auf Grund der hypoxischen Konditionen eine sekundäre Dormanz entwickeln. Durch Bodenbewegung und daraus resultierenden veränderten Licht- und Sauerstoffbedingungen kann diese gebrochen werden, wodurch Arten mit kleinem Samengewicht insbesondere gefördert werden.

Literatur

- BÄRBERI, P., G. BOCCI, S. CARLESI, L. ARMENGOT, J.M. BLANCO-MORENO, F.X. SANS, 2018: Linking species traits to agroecosystem services: a functional analysis of weed communities. *Weed Research* **58** (2), 76–88, DOI:10.1111/wre.12283.
- BENVENUTI, S., M. MACCHIA, 2006: Seedbank reduction after different stale seedbed techniques in organic agricultural systems. *Italian Journal of Agronomy* **1** (1), 11, DOI:10.4081/ija.2006.11.
- BENVENUTI, S., M. MAZZONCINI, 2021: “Active” Weed Seed Bank: Soil Texture and Seed Weight as Key Factors of Burial-Depth Inhibition. *Agronomy* **11** (2), 210, DOI:10.3390/agronomy11020210.
- BENVENUTI, S., M. SELVI, S. MERCATI, G. CARDINALI, V. MERCATI, M. MAZZONCINI, 2021: Stale seedbed preparation for sustainable weed seed bank management in organic cropping systems. *Scientia Horticulturae* **289**, 110453, DOI:10.1016/j.scienta.2021.110453.
- FOLEY, M.E., 2001: Seed Dormancy: An Update on Terminology, Physiological Genetics, and Quantitative Trait Loci Regulating Germinability. *Weed Science* **49** (3), 305–317, DOI:10.1614/0043-1745(2001)049[0305:SDAUOT]2.0.CO;2.
- KLOTZ, S. (Hrsg.), 2002: BIOLFLOR - eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. Jg. **38**, Münster, BfN-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag