

Stefan Kühne, Jürgen Schwarz, Britta Friedrich, Clara Boeninger, Susann Pophal, Sophie Steitmann, Isabella Karpinski

Pflanzenschutzkonzepte für den Ökologischen Landbau weiterentwickeln – aus der Forschung für die Praxis

Developing plant protection concepts for organic farming
– results from research for practitioners

290

Zusammenfassung

Die Ausweitung des Ökologischen Landbaus erfordert umfangreiche und praxisnahe Forschungen zur Ertragsstabilität. Dabei spielt die Gesunderhaltung der Pflanze und die Qualität der Ernteprodukte eine wichtige Rolle. In dem Beitrag wird die Bedeutung der Dauerfeldversuche des Julius Kühn-Institutes in Dahnsdorf (Land Brandenburg) für diese Aufgabe dargestellt. Die Maßnahmen zur Unkrautkontrolle, zur Kartoffelkäferbekämpfung (*Leptinotarsa decemlineata* Say) und zur Kupferminimierung bei der Krautfäuleregulierung (*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary) wurden im System einer für den Ökolandbau typischen Fruchtfolge und nach EU-Ökorichtlinien geprüft. Die Vorteile einer Bewirtschaftung im Ökolandbau auf die Bodenaktivität, Häufigkeit und Artenvielfalt der Insektengemeinschaften allgemein, konnte auch unter kleinräumigen Bedingungen eines Versuchsfeldes bestätigt werden.

Stichwörter: Ökologischer Landbau, Unkrautbekämpfung, Kartoffelkäfer, Kupferminimierung, Biodiversität

Summary

The expansion of organic farming requires intensive and applied research on yield stability. Plant health of the plant and the quality of the harvested products play an

important role here. The article describes the importance of the long-term field trials of the Julius Kühn-Institut in Dahnsdorf (State of Brandenburg) for this task. The measures for weed control, for potato beetle control (*Leptinotarsa decemlineata* Say) and for copper minimization in the regulation of late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary) were tested in the system of a crop rotation typical for organic farming and according to EU organic guidelines. The benefits of organic farming on soil activity, abundance and biodiversity of insect communities in general could be confirmed even under small-scale conditions of an experimental field.

Key words: Organic farming, weed control, potato beetle, copper minimization, biodiversity

Einleitung

In ihrer Nachhaltigkeitsstrategie hat sich die Bundesregierung zum Ziel gesetzt, den Anteil der ökologischen Anbaufläche bis zum Jahr 2030 auf 20% der gesamten landwirtschaftlichen Fläche in Deutschland auszuweiten (BMEL, 2019 Zukunftsstrategie Ökologischer Landbau). Die Dauerfeldversuche des Julius Kühn-Institutes in Dahnsdorf untersuchen schon seit 1995 die Regulierungsstrategien für wichtige Schadorganismen und Unkräuter mit dem Ziel, die Erträge im Ökolandbau zu stabilisieren. Dabei ist es von großer Bedeutung, die Regulierungsmaßnahmen im System zu prüfen, das

Affiliation

Julius Kühn-Institut (JKI) – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow

Kontaktanschrift

Prof. Dr. Stefan Kühne, Julius Kühn-Institut (JKI) – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, E-Mail: stefan.kuehne@julius-kuehn.de

Zur Veröffentlichung angenommen

2. Juni 2020

heißt in einer für den Ökologischen Landbau typischen Fruchtfolge (ohne Verwendung synthetischer Düngemittel und Pflanzenschutzmittel). Aus diesem Grund sind die Prüfflächen bereits bei ihrer Anlage im Jahr 1995 von einer staatlich zugelassenen Öko-Kontrollstelle nach EU-Ökorichtlinien zertifiziert worden (EU-Kontrollnr.: DE-BE-070-4829A).

Der vollständige Verzicht auf Herbizide zwingt den Landwirt, das Bewirtschaftungssystem in seiner Gesamtheit zu betrachten. Neben der direkten mechanischen Unkrautkontrolle mit Pflug, Hacke und Striegel, spielt der zweijährige Luzerne-Kleeergrasanbau, mit seiner bis zu dreimaligen Schnittfolge pro Jahr, bei der Regulierung ausdauernder Ackerunkräuter wie Distel und Ampfer eine wichtige Rolle. Durch die Fähigkeit der Luftstickstoffbindung der Knöllchenbakterien an den Wurzeln von Klee und Luzerne wird dem Boden gleichzeitig Stickstoff zugeführt. Das Luzerne-Kleeergras wird im Stall verfüttert und in Form von Stallmist zur Düngung der Kartoffeln auf das Feld zurückgebracht. Die hier zum Ökologischen Landbau vorgestellten Ergebnisse wurden alle in der seit 2014 genutzten Fruchtfolge des Dauerfeldversuchs Ökologischer Landbau erzielt: Sommergerste (mit Luzerne-Kleeergras-Untersaat) – Luzerne-Kleeergras – Luzerne-Kleeergras – Winterweizen – Kartoffeln – Winterroggen mit einer Düngung von Stallmist zu Kartoffeln (200 dt/ha). Der Versuch ist als eine vollständig randomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen und einer Parzellengröße von 25 × 34 m angelegt. Die Wirkstoffe der in allen Jahren geprüften Pflanzenschutzmittel entsprachen der EU-Öko-Verordnung.

Seit dem Erntejahr 2014 werden die Wirkungsgrade des Striegels in Winterweizen untersucht. Weiterhin war im Kartoffelanbau, neben dem Kartoffelkäfer, die Kraut- und Knollenfäule Gegenstand der Versuche. Insbesondere die hier erzielten Ergebnisse der Kartoffelkäferregulierung mit Neem- und *Bacillus thuringiensis tenebrionis* Präparaten fanden schnell Eingang in die Praxis des ökologischen Kartoffelanbaus (FiBL, 2010).

Im Versuchsjahr 2019 haben wir die Thematik der Biodiversität auf unseren Versuchsflächen erstmalig bearbeitet. Für das Insektensterben allgemein, das Bienensterben im Besonderen und den Rückgang der Biodiversität wird oftmals der Pflanzenschutz verantwortlich gemacht. Das Julius Kühn-Institut hat 2017 dazu einen Bericht veröffentlicht, in dem mehr als 100 Publikationen aus Deutschland und anderen Ländern ausgewertet wurden (FREIER et al., 2017). Der Bericht hält fest, dass jegliche Art landwirtschaftlicher Nutzung (konventionell und ökologisch) die biologische Vielfalt beeinflusst. Dabei ist der Pflanzenschutz mit seinen vorbeugenden und direkten, nichtchemischen und chemischen Maßnahmen ein Faktor von vielen und kann nicht losgelöst vom gesamten Bewirtschaftungssystem gesehen werden. Die Bearbeitung dieser Thematik auf einem Versuchsfeld mit kleinräumigen Bewirtschaftungsunterschieden ist herausfordernd, und die Betrachtung der klassischen Indikatorarten wie z.B. Agrarvögel schließen sich dabei aus. Aber auch andere mobile Insektenarten wie z.B.

Laufkäfer erscheinen hier weniger geeignet. Deshalb haben wir uns auf entomologische Fangmethoden konzentriert, mit denen kleinräumig die Biomasse, die Anzahl und Vielfalt von Insekten (Keschernfang, Bodenphotoelektor) sowie die Bodenaktivität (bait sticks) in unterschiedlich intensiv bewirtschafteten Weizenanbausystemen beschrieben werden kann. Als Vergleichsgrundlage dienten jeweils vier Wiederholungen des Weizenanbaus nach den allgemeinen Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes (IPS) und der Ökologische Landbau (Öko). In der Tab. 1 werden beide Anbausysteme hinsichtlich der Fruchtfolge seit 2014, des Aufwands an Betriebsmitteln (Pflanzenschutz- und Düngemittel), der mechanischen Unkrautregulierung sowie der Erträge und des Erlöses aus den Weizenanbaufrüchten miteinander verglichen.

Über die gesamte Fruchtfolge und Jahre betrachtet, wurden der Öko-Variante nur 100 kg Stickstoff pro Hektar zu Kartoffeln in Form von Festmist zugeführt. Sie stammen aus der Verfütterung des Luzerne-Kleeergrases in der simulierten Tierhaltung. In der konventionellen IPS-Variante wurden über die sechs Jahre insgesamt 662 kg Stickstoff pro Hektar in Form synthetischer Düngemittel verabreicht, die maßgeblich zu den höheren Erträgen beigetragen haben. Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln war im Ökologischen Landbau nur in Kartoffeln gegen Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*, 1 Anwendung) und die Krautfäule (*Phytophthora infestans*, 4 Anwendungen) möglich. Demgegenüber erfolgten in der konventionellen IPS-Variante insgesamt 19 Pflanzenschutzmittelanwendungen bei Überschreitung von Bekämpfungsschwellen. Damit wird deutlich, dass es sich hier um zwei unterschiedlich intensive Bewirtschaftungssysteme handelt, wobei die integrierte Variante (IPS) mit einer weiten Fruchtfolge und einer moderaten, dem Standort angepassten Düngung eher mit einem extensiv wirtschaftenden, konventionellen Praxisbetrieb vergleichbar ist.

Die folgenden vier kurzen Beiträge sollen einen Einblick in die aktuellen Versuchsfragen zum Ökologischen Landbau geben, die auf dem Versuchsfeld in Dahnsdorf in den letzten Jahren bearbeitet wurden.

Wirkungsgrad des Striegels im Ökologischen Landbau auf schluffigem Boden verbessern

Die Unkrautregulierung kann durch direkte Maßnahmen wie Hacken und Striegeln erfolgen, jedoch sollte auch die Fruchtfolge, als indirekte Maßnahme, auf eine möglichst gute Unkrautunterdrückung ausgelegt sein. Der Wirkungsgrad der mechanischen Bekämpfung hängt von mehreren Faktoren ab, wie der Größe der Unkräuter und der Bodenbeschaffenheit bei Durchführung der Unkrautkontrolle.

Seit dem Erntejahr 2014 werden im Rahmen der Untersuchungen die Wirkungsgrade des Striegels in Winterweizen auf dem JKI-Versuchsfeld Dahnsdorf untersucht.

Tab. 1a. Zusammenfassung ackerbaulicher Maßnahmen der Fruchtfolge von 2014–2019 unter Angabe des Behandlungsindex (BI), der Behandlungshäufigkeit (BH), der Betriebsmittelkosten und Arbeiterledigungskosten (AEK) sowie der Direkt- und AEK-freien Leistung (DAL) für den Winterweizenanbau.* Verkaufspreis (2017) in €/dt nach ZINKE (2018) (Öko).

Summary of arable measures in crop rotation from 2014–2019, indicating the treatment index (BI), treatment frequency (BH), input and labour costs (AEK) and direct and AEK-free benefit (DAL) for winter wheat cultivation. * Sales price (2017) in €/dt ZINKE (2018) (Öko).

Öko	Fruchtfolge	Herbizid	Fungizid	Insektizid	Wachst.-Regler	Mech. Unkr-Regul.	Düngung Kg N	Ertrag
Jahr		BI (BH)	BI (BH)	BI (BH)	BI (BH)		organ.	dt/ha
2014	Kart.	–	0,67 (4)	1 (1)	–	3	100	393
2015	WR	–	–	–	–	–	–	48
2016	SG	–	–	–	–	–	–	39
2017	LKG1	–	–	–	–	–	–	137 (TM)
2018	LKG2	–	–	–	–	–	–	36 (TM)
2019	WW	–	–	–	–	–	–	18
	Direktkosten Saatgut	–	–	–	–	–	–	Erlös: 756 €/ha
	204,26 €/ha Incl. AEK							(Preis Weizen: 42 €/dt)*
Summe		0	0,67 (4)	1 (1)	0	3	100	DAL für WW 2019: 551,74 €/ha

Tab. 1b. Zusammenfassung ackerbaulicher Maßnahmen der Fruchtfolge von 2014–2019 unter Angabe des Behandlungsindex (BI), der Behandlungshäufigkeit (BH), der Betriebsmittelkosten und Arbeiterledigungskosten (AEK) sowie der Direkt- und AEK-freien Leistung (DAL) für den Winterweizenanbau.* Verkaufspreis (2017) in €/dt nach BMEL (2019) (IPS).

Summary of arable measures in crop rotation from 2014–2019, indicating the treatment index (BI), treatment frequency (BH), input and labour costs (AEK) and direct and AEK-free benefit (DAL) for winter wheat cultivation. * Sales price (2017) in €/dt BMEL (2019) (IPS).

IPS	Fruchtfolge	Herbizid	Fungizid	Insektizid	Wachst.-Regler	Mech. Unkr-Regul.	Düngung Kg N	Ertrag
Jahr		BI (BH)	BI (BH)	BI (BH)	BI (BH)		mineral.	dt/ha
2014	WR	1,0 (1)	2,52 (2)	–	0,4 (1)	–	118	85,5
2015	Mais	1,8 (2)	1,63 (2)	–	–	–	145	130 (TM)
2016	Erbse	1,3 (1)	–	–	–	–	–	54
2017	WTri	0,8 (1)	1,63 (2)	–	–	–	99	75,3
2018	WRa	0,9 (1)	–	3,0 (3)	0,9 (2)	–	160	23
2019	WW	1,0 (1)	1,0 (1)	0,7 (1)	–	–	140	52
	Direktkosten Saatgut	45,17 €/ha Incl. AEK	67,17 €/ha Incl. AEK	18,15 €/ha Incl. AEK	–	–	131,84 €/ha Incl. AEK	Erlös: 766,48 €/ha
	182,26 €/ha Incl. AEK							(Preis: 14,74 €/dt)*
Summe		6,8 (7)	5,15 (5)	3,7 (4)	1,3 (3)	–	662	DAL für WW 2019: 321,89 €/ha

Dabei wurden vier unterschiedliche Striegelvarianten geprüft (Tab. 2). Vor dem Einsatz des Striegels wurden die Unkräuter nach Anzahl und Art erfasst. Das Striegeln fand im zeitigen Frühjahr statt, je nach Befahrbarkeit und Bodenabtrocknung. Nach dem Striegeln und Einsetzen der Wirkung wurde der Deckungsgrad (%) der überlebenden Unkräuter für jede Art bestimmt. In Tabelle 2 werden die Mittelwerte des Unkrautdeckungsgrades der Jahre 2014 bis 2019 als Summe aller Unkräuter jeweils für die einzelnen Striegelvarianten dargestellt. Bei der

Anzahl der Arten wurden zwischen den vier unterschiedlichen Varianten nur geringfügige Unterschiede festgestellt. Dies gilt sowohl vor als auch nach dem Striegeln.

Betrachtet man den Deckungsgrad der unbehandelten Kontrolle (1.), so fällt auf, dass dieser mit rund 3,6% im Mittel als eher gering anzusehen ist. Ein Grund ist sicher die gute Stellung des Winterweizens nach zweijährigem Luzerne-Klee gras mit Schnittnutzung. Durch den Einsatz des Striegels konnte im Mittel ein um ca. 1,2% geringerer Unkrautdeckungsgrad erreicht werden. Die

Tab. 2. Mittelwerte und Standardabweichung des Unkrautdeckungsgrades der Jahre 2014 bis 2019 als Summe aller Unkräuter, jeweils für die einzelnen Striegelvarianten im ökologischen Winterweizenanbau.

Mean values and standard deviation of weed coverage for the years 2014 to 2019 as the sum of all weeds, in each harrow variants in organic winter wheat cultivation.

Variante	Mittelwert in %	Standardabweichung
1. Verzicht auf Striegeln (unbehandelte Kontrolle, UK)	3,64	± 0,78
2. zweimaliges Striegeln	2,39	± 0,45
3. dreimaliges Striegeln	2,61	± 0,95
4. zweimaliges Striegeln und ca. 10 Tage später erneut zweimaliges Striegeln	2,47	± 0,64

Unterschiede zwischen den drei Striegelvarianten sind marginal. Somit ist unter diesen Bedingungen das zweimalige Striegeln, auch aus ökonomischer Sicht, zu bevorzugen.

Der schluffige Boden in Dahnsdorf weist im Frühjahr leider wenig loses Material zur Verschüttung und damit Bekämpfung der Unkräuter auf. Auf anderen Böden, Sand- bzw. Tonböden, sind im allgemeinen höhere Wirkungsgrade und teilweise auch Differenzierungen zwischen den Striegelvarianten zu erwarten.

Kartoffelkäferregulierung im Ökolandbau unter Bedingungen der eingeschränkten Verfügbarkeit biologischer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe

Das Julius Kühn-Institut hat von 2005 bis 2008 die Regulierung des Kartoffelkäfers im Ökologischen Landbau mit Hilfe biologischer Pflanzenschutzmittel auf dem JKI-Versuchsfeld in Dahnsdorf erprobt. Die Ergebnisse sind in die Handlungsempfehlungen für den Ökolandbau eingeflossen und waren bis 2019 gültig (FiBL, 2010). Zu den wichtigsten Ergebnissen gehörte die zeitlich versetzte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit dem Wirkstoff des tropischen Neembraumes (NeemAzal-T/S) und des Bakterienpräparates *Bacillus thuringiensis tenebrionis* (*B.t.t.*; Novodor FC), mit denen Wirkungsgrade von über 80% erzielt werden können. Auch die einmalige Anwendung von Spi-

nosad (SpinTor) wurde als erfolgreiche Bekämpfungsstrategie bisher empfohlen. Hier ist jedoch zu beachten, dass Spinosad durch die deutschen Anbauverbände aufgrund der Einordnung der Bienengefährlichkeit (B1) verboten ist. Deshalb darf es nur in Betrieben, die nach EU-Ökorichtlinien wirtschaften, angewendet werden. Mit dem Widerruf der EU-Wirkstoffzulassung von *B.t.t.*, auf Antrag des Zulassungsinhabers am 30. April 2019 (Aufbrauchfrist bis zum 30. Oktober 2020), hat sich eine neue Situation für die deutschen Anbauverbände ergeben. Zukünftig darf nur noch NeemAzal-T/S angewendet werden. Für eine nachhaltige Resistenzstrategie ist die Anwendung nur eines Wirkstoffes aber nicht ausreichend, weshalb 2019 auf den Versuchsflächen des JKI in Dahnsdorf sowohl die Wirksamkeit der einmaligen Anwendung der Pflanzenschutzmittel SpinTor und NeemAzal-T/S überprüft als auch erstmalig die Flüssiganwendung von Kieselgur in Kombination mit Sonnenblumenöl im Freiland getestet wurde. Bisherige Ergebnisse zur Regulierung des Rapsglanzkäfers (*Brassicoglyphes aeneus*) mit Kieselgur und Sonnenblumenöl oder Gesteinsmehlen (Kaolin) zeigten positive Ergebnisse, die auf einer repellenten Wirkung basieren und deren Übertragbarkeit auf den Kartoffelkäfer überprüft werden sollten. Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse der vollständig randomisierten Blockanlage mit vier Wiederholungen.

Eine einmalige Behandlung mit SpinTor zeigt weiterhin eine hohe Wirksamkeit von über 80% gegen die Käfer

Tab. 3. Varianten der Pflanzenschutzmittelanwendungen zur Kartoffelkäferregulierung 2019. Behandlungstermine, Wirkungsgrad (%), basierend auf der Fläche unter der Befallskurve (FUBK), * signifikant zur unbehandelten Kontrolle (UK), Mann-Whitney Rank Sum Test ($P < 0,001$) und Kosten der Anwendung (€/ha) basierend auf KTBL (2015).

Pesticide applications for control of Colorado potato beetle 2019. Application dates, efficiency (%), based on area under the disease-progress curve (AUDPC), * significant to untreated control (UK), Mann-Whitney Rank Sum Test ($P < 0.001$) and cost of application (€/ha) based on KTBL (2015).

Variante	1. Behandlung 17.06.2019	2. Behandlung 21.06.2019	Wirkungsgrad zur UK (%) (FUBK)	Kosten/ Anwendung €/ha
1. unbeh. Kontrolle (UK)	–	–	–	–
2. NeemAzal T/S	2,5 l/ha	–	65 *	113,50
3. SpinTor	0,05 l/ha	–	82 *	22,00
4. Kieselgur + Sonnenblumenöl + Wetcit (Netzmittel 0,2%)	15 kg/ha + 12 l/ha	15 kg/ha + 12 l/ha	negativ (n.s.)	noch nicht verfügbar

erlarven im L1- und L2-Stadium. Auch die NeemAzal-T/S Behandlung zeigt noch eine ausreichende Wirksamkeit von 65% gegenüber der unbehandelten Kontrolle. Leider war die zweimalige Behandlung mit Kieselgur und Sonnenblumenöl nicht wirksam. Aufgrund der im Vergleich zum Rapsglanzkäfer großen Körperoberfläche konnte sich wahrscheinlich kein ausreichender repellenter Effekt durch die Anhaftungen von Kieselgur am Käfer einstellen. Zukünftig muss die Suche nach alternativen Wirkstoffen, die mit den Ökolandbau-Richtlinien kompatibel sein müssen, fortgeführt werden, um eine schnelle Resistenzbildung der Kartoffelkäfer zu vermeiden.

Halbe Kupferaufwandmenge im ökologischen Kartoffelanbau – Möglichkeiten und Grenzen

Der Einsatz von Kupfer als Pflanzenschutzmittel ist nicht nur im Ökolandbau umstritten. Für kupferhaltige Pflanzenschutzmittel müssen deshalb weiterhin Ersatz- und Reduktionsstrategien geprüft werden. Im Rahmen des EU-Projektes CO-FREE (Projektdauer 2012–2016) wurden auf dem Versuchsfeld in Dahnsdorf alternative Kupferpräparate auf ihre Wirksamkeit gegenüber der Krautfäule im Kartoffelanbau überprüft (SCHMITT, 2016). Auch hier zeigte sich, dass ein völliger Verzicht auf kupferhaltige Pflanzenschutzmittel im Ökolandbau noch nicht möglich ist. Im Versuchsjahr 2017 wurden darüber hinaus vier weitere Varianten in Dahnsdorf in einer vollrandomisierten Blockanlage mit vier Wiederholungen untersucht:

- 1: unbehandelte Kontrolle (UK),
- 2: Cuprozin progress 6 Anwendungen je 500 g Cu/ha (3,0 kg Reinkupfer/ha gesamt),
- 3: Cuprozin progress 6 Anwendungen je 250 g Cu/ha (1,5 kg Reinkupfer/ha gesamt),

4: Cuprozin progress 6 Anwendungen je 250 g Cu/ha (1,5 kg Reinkupfer/ha gesamt) + 2H13V8 (Zusatz Mikroorganismus).

Der kupfertolerante Mikroorganismus in der Variante 4 sollte aufgrund der Besiedlung der Blattoberfläche einen Befall durch die Krautfäule erschweren. Die Boniturauswertung auf Grundlage der Berechnung der Fläche unter der Befallskurve (FUBK, JEGER & VILJANEN-ROLLINSON, 2001) zeigte einen signifikant geringeren Blattflächenbefall in allen Fungizidvarianten (Var. 2–4). Durch die Anwendung der vollen Kupferaufwandmenge (3 kg/ha) konnte die 60%- Marke befallener Blattfläche um 8 Tage im Vergleich zur UK hinausgezögert werden, durch die Halbierung der Kupfermenge (1,5 kg/ha) nur um 5 Tage (Abb. 1). Die Fläche unter der Befallskurve (FUBK) in den Behandlungsvarianten war signifikant geringer als in der UK.

Mit 380 dt/ha erreichte die volle Kupferaufwandmenge den höchsten Ertrag und damit einen Mehrertrag von 32 dt/ha im Vergleich zur UK (348 dt/ha). Bei der halben Kupferaufwandmenge lag der durchschnittliche Ertrag bei 373 dt/ha, mit dem Zusatz von Mikroorganismen bei 360 dt/ha. Aufgrund der Heterogenität des Bodens am Versuchsstandort konnten die Mehrerträge allerdings statistisch nicht abgesichert werden. Eine Halbierung der Kupferaufwandmenge ist auch bei starkem Befallsdruck möglich. Ein völliger Verzicht zur Regulierung der Krautfäule würde jedoch zu starken Ertrags- und Qualitätseinbußen führen.

Insektenvielfalt in ökologisch und integriert geführten Winterweizenanbausystemen

Auf dem JKI-Versuchsfeld in Dahnsdorf wurde im Jahr 2019 die Biodiversität von Insektenarten in jeweils vier

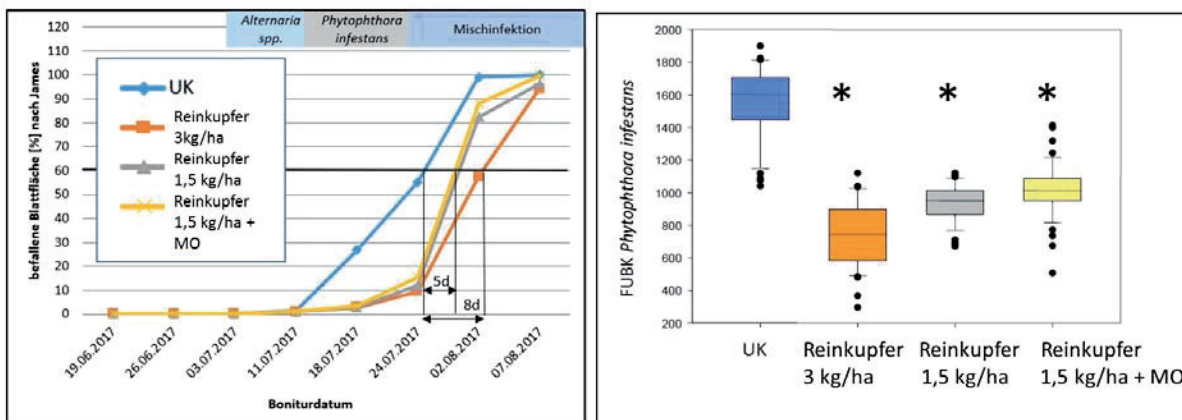


Abb. 1. Links: Vergleich der befallenen Blattfläche der Kartoffeln 2017 während der Vegetationszeit. Rechts: Vergleich der Fläche unter der Befallskurve (FUBK); n = 40; * signifikanter Unterschied zur Kontrolle P < 0,05 (Tukey-Test).
 Left: Comparison of the infested leaf area of potatoes 2017 during the vegetation period. Right: Comparison of the area under the disease-progress curve (AUDPC); n = 40; * significant difference to control P < 0.05 (Tukey test).



Abb. 2. Vergleich einer Weizenparzelle im Ökologischen (links) und im Integrierten Landbau (rechts). Foto: Stefan Kühne, JKI
Comparison of a wheat plot in organic farming (left) and in integrated farming (right). Photo: Stefan Kühne, JKI

vollständig randomisierten Wiederholungen des ökologischen und des integriert bewirtschafteten Weizens miteinander verglichen (Abb. 2).

Mit dem Insektenkescher (30 cm Durchmesser) wurden je Parzelle 25 Doppelschläge durchgeführt. Die Fänge erfolgten wöchentlich, vormittags zwischen 10:00 und 13:00 Uhr, bei trockenem und sonnigem Wetter. Die gekescherten Insekten wurden mit einem Exhaustor aus dem Insektennetz abgesaugt und in 70%iges Ethanol überführt.

Pro Weizenparzelle wurde ein Bodenphotoelektor mit einer Grundfläche von 0,053 m² aufgestellt, der aus dem Boden schlüpfende Insekten abgefangen hat. Die Fallen sind wöchentlich geleert und umgesetzt worden. Die Kescher- und Bodenphotoelektorfänge erstreckten sich über die 18. bis 26. Kalenderwoche. Mit Hilfe eines standardisierten Fraßaktivitätstests (bait sticks) wurde die Bodenaktivität in allen Wiederholungen der beiden Bewirtschaftungsvarianten untersucht (Abb. 3). 16

Köderstreifen wurden pro Wiederholung am 7. Mai in den Boden eingebracht und am 31. Juli für die Auswertung aus dem Boden entfernt. Gezählt wurden nur die vollständig ausgefressenen Löcher, deren Anteil wurde in Prozent berechnet.

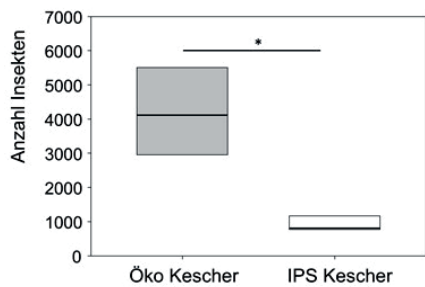
Die Abundanz von Insekten (Abb. 4) und Spinnen sowie die Biomasse aller Arthropoden war in den Kescherfängen der ökologischen Anbauvariante signifikant höher als in der integrierten Bewirtschaftung.

Auch wurde eine höhere Diversität von Marienkäfern festgestellt (Abb. 4), die Schwebfliegen-Diversität unterschied sich nicht. Beide Nützlingsgruppen hatten in der Öko-Variante eine deutlich höhere Abundanz aufzuweisen, was auch bei Wildbienen mit 22 gegenüber einem Exemplar in der integrierten Variante beobachtet wurde. Rennraubfliegen (Hybotidae) sind mit den angewendeten Fangmethoden, entgegen der Erwartung, nur selten gefangen worden und eigneten sich 2019 dadurch weniger für einen Vergleich der Anbausysteme (Tab. 4).

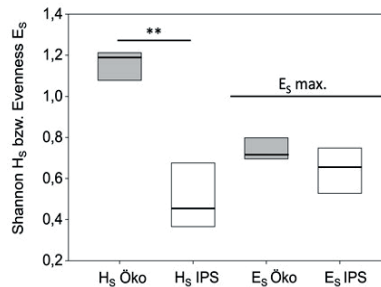


Abb. 3. Insektenfangmethoden für Biodiversitätsuntersuchungen (links: Einheitskescherfänge (25 Doppelschläge), Mitte: Bodenphotoektoren) sowie rechts: Fraßaktivitätstest (bait sticks). Fotos: Stefan Kühne, JKI
Insect catching methods for biodiversity studies (left: uniform insect net catches (25 double hits), middle: ground photoelectors) and right: bait sticks. Photos: Stefan Kühne, JKI

Insektenzahl - Kescher



Marienkäfer-Diversität



Fraßaktivitätstest

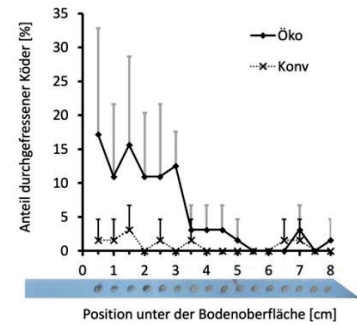


Abb. 4. Links: Vergleich der Gesamtzahl der mit Kescher gefangenen Insekten im ökologisch (Öko) und integriert bewirtschafteten Weizen (IPS) 2019. Mitte: Diversitätsvergleich von Marienkäferarten (Kescherfänge) mit Shannon HS- und Evenness ES - Index. Rechts: Vergleich der Bodenaktivität mit Hilfe des Fraßaktivitätstests (bait sticks).
 Left: Comparison of the total number of insects caught with insect nets in organic (Öko) and integrated farming wheat (IPS) 2019. Middle: Diversity comparison of ladybird species with Shannon HS- and Evenness ES - Index. Right: Comparison of soil activity using bait sticks.

Tab. 4. Vergleich des Auftretens der Rennraubfliegen (Hybotidae) im ökologisch (Öko) und integriert bewirtschafteten Weizen (IPS) 2019 (Kescherfänge).

Comparison of the occurrence of predatory flies (Hybotidae) in organic (Öko) and integrated managed wheat (IPS) 2019 (net catches).

	Platypalpus	KW	19	20	21	22	23	24	25	26
Öko	<i>P. aeneus</i>		1							
	<i>P. articulatoides</i>						2			
	<i>P. articulatus</i>							1		1
	<i>P. pallidiventris</i>							1	1	
IPS	<i>P. articulatoides</i>						1			1
	<i>P. articulatus</i>									1

Auf Ebene der Insektenordnungen konnten sowohl durch die Kescher- als auch die Bodenphotoelektorfänge keine Unterschiede bei der Diversität und der Evenness festgestellt werden. Unter den Dipteren-Familien aus den Eklektorfängen zeigte sich jedoch eine signifikant höhere Diversität und Evenness in der integrierten Variante.

Mit überwiegend höheren Artenzahlen bzw. Anzahl an Dipteren-Familien und Insekten-Ordnungen sowie mit durchgehend höherer Abundanz der betrachteten Taxa zeigte der ökologische Anbau aber Vorteile gegenüber dem integrierten Anbau. Der Ackerboden, in dem sich Insektenlarven entwickeln, zeigte eine deutlich höhere Aktivität im Oberboden bis 5 cm in der Öko-Variante (Abb. 4). Insgesamt war die Aktivität jedoch aufgrund der Wärme und Trockenheit in 2019 gering, und es wird auch von einem negativen Effekt der Witterung des Vorjahres auf die Entwicklung räuberischer Fliegen im Boden ausgegangen.

Der Vergleich der Weizenenerträge aus ökologisch und integriert bewirtschaftetem Weizen wird in der Abbildung 5 dargestellt und basiert auf den Berechnungen in Tab. 1. Die Erträge lagen 2019 in der IPS-Variante bei 52

dt/ha und in der Öko-Variante nur bei 18 dt/ha (Abb. 5). Die besonders geringen Erträge in der Öko-Variante sind mit den vergleichsweise schlechteren Bodenverhältnissen zu erklären, die besonders in trockenen Jahren die Ertragsdifferenz zur IPS-Variante erhöhen. Nach Abzug der Saatgutkosten, Kosten für Pflanzenschutzmittel und Düngung sowie aller Arbeiterledigungskosten blieb jedoch in der Öko-Variante ein ökonomischer Vorteil von ca. 552 Euro pro Hektar (Preis Öko-Weizen 42,00 €/dt) gegenüber der IPS-Variante mit nur ca. 322 Euro pro Hektar (Preis konv. Weizen 14,74 €/dt). Bei einer Betrachtung über die gesamte Fruchtfolge wären aufgrund des Anbaus von Luzerne-Kleegrass ggf. noch andere Werte zu erwarten.

Fazit – Biologischen Pflanzenschutz weiterentwickeln

Der biologische Pflanzenschutz wird in allen Pflanzenschutzkonzepten zukünftig an Bedeutung gewinnen (KÜHNE, 2019). Der Begriff umfasst neben der Anwendung natürlich vorkommender Bakterien, Pilze und

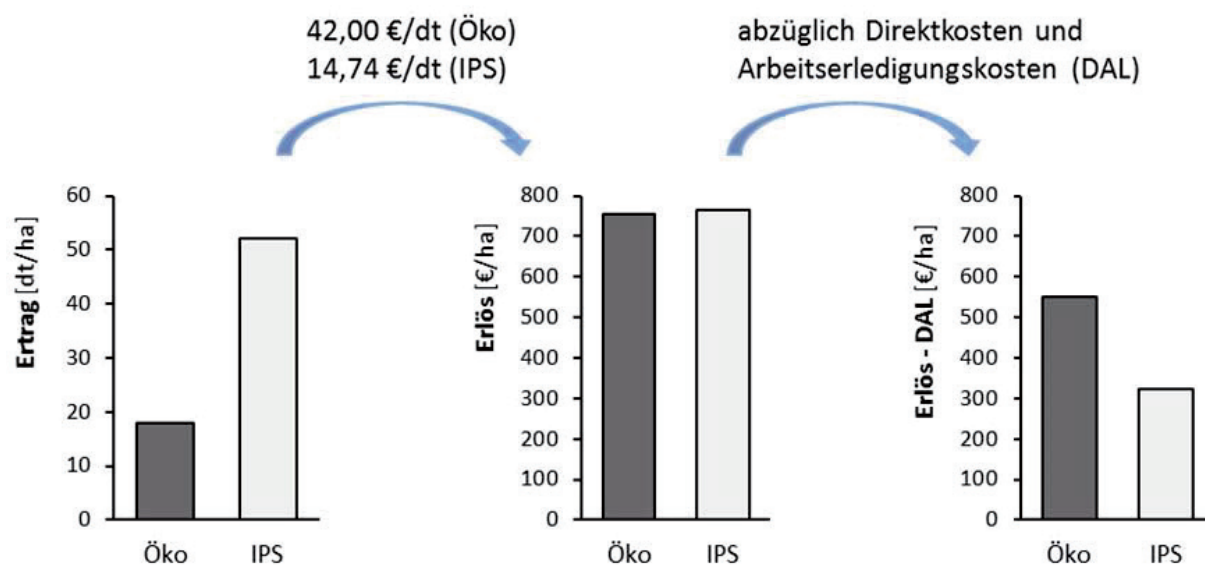


Abb. 5. Vergleich der Erträge und des Erlöses abzüglich der Direktkosten und Arbeitserledigungskosten (DAL) im ökologisch (ÖKO) und integriert bewirtschafteten Weizen (IPS) 2019.

Comparison of yields and costs in organic (organic) and integrated production of wheat (IPS) 2019, less direct costs and labour costs.

Viren, Insekten, Milben und Nematoden auch die Nutzung von Pflanzenextrakten und die Stärkung der funktionellen Biodiversität. Letztere hat das Ziel, natürliche Gegenspieler von Schadorganismen zu fördern, insbesondere ihre Ansiedlung, Vermehrung und Überwinterung durch entsprechende Landschaftsstrukturen (Hecken und blütenreiche Säume). Die Landwirtschaft wird zukünftig verstärkt auf diese Gratisleistung der Natur angewiesen sein, denn die Klimaveränderungen werden Insektenarten wie z.B. Kartoffelkäfer zukünftig stärker fördern.

Trotz der Beachtung aller vorbeugenden Maßnahmen können sich Schadorganismen bei klimatisch günstigen Bedingungen massenhaft vermehren und die Erträge und deren Qualität deutlich mindern. Ein Beispiel hierfür ist die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel, die bis Anfang des 20. Jahrhunderts in Deutschland und weltweit immer wieder zu Missernten geführt hat und auch heute die Erträge erheblich mindern kann. Obwohl die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln das letzte Mittel der Wahl zur Regulierung von Schadorganismen sein sollte, ist ein Verzicht wegen der Ertrags- und Qualitätssicherung bestimmter Kulturen nicht möglich. Dabei werden zukünftig naturstoffliche Präparate eine größere Rolle spielen, die häufig eine Vielzahl von Wirkstoffen enthalten. Die Erhaltung der Artenvielfalt, beispielhaft von Bienen und anderen Insekten der Agrarlandschaft, ist eine wichtige Aufgabe und kann nur gemeinsam mit den Landwirten umgesetzt werden. Neben einer vielfältigen Fruchtfolge, der Anlage und Pflege naturnaher Saumbiotop und durch die Reduktion des Dünge- und Pflanzen-

schutzmitteleinsatzes kann ein Beitrag dazu geleistet werden.

Literatur

- BMEL, 2019: Ernte 2019. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).
- FREIER, B., S. KRENGEL, Ch. KULA, S. KÜHNE, H. KEHLENBECK, 2017: Bericht über Erkenntnisse wissenschaftlicher Untersuchungen über mögliche direkte und indirekte Einflüsse des Pflanzenschutzes auf die Biodiversität in der Agrarlandschaft. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, **189**, 67 p.
- FiBL, 2010: Biokartoffeln – Qualität mit jedem Anbauschritt. Bioland, KÖN, Bio Austria, FiBL, vTI. 28 p.
- JEGER, M.J., S.L.H. VILJANEN-ROLLINSON, 2001: The use of area under the disease-progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, **102**, 32-40.
- KTBL, 2015: Faustzahlen für den Ökologischen Landbau von KTBL e.V. 760 p.
- KÜHNE, S., 2019: Pestizide sind schuld. DLG-Mitteilungen **134** (4), 14-17.
- SCHMITT, A., 2016: Final Report Summary – CO-FREE (Innovative strategies for commer-free low input and organic farming systems). URL: <https://cordis.europa.eu/project/id/289497/>.
- ZINKE, O., 2018: Biogetreide: Gute Ernte und stabile Preise, agrarheute, URL: <https://www.agrarheute.com/markt/marktfruechte/biogetreide-gute-ernte-stabile-preise-549750>.

© Der Autor/Die Autorin 2020.

Dies ist ein Open-Access-Artikel, der unter den Bedingungen der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (CC BY 4.0) zur Verfügung gestellt wird (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>).

© The Author(s) 2020.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>).