



© Valua Vital - Fotolia.com

# Die tolle Knolle -

## gespritzt und trotzdem Öko?

Wie man dem Kartoffelkäfer mit biologischen Pflanzenschutzmitteln den Appetit verderben kann

Stefan Kühne (Kleinmachnow) und Frank Ellmer (Berlin)

Schön sieht der Kartoffelkäfer ja aus mit seinen schwarz-gestreiften Flügeldecken auf hellem Grund. Im Grün des Kartoffellaubes ist er sofort zu erkennen. Doch wenn der Kartoffelbauer dann die gelben Eipakete auf der Blattunterseite findet, wird es höchste Zeit, sich Gedanken zu machen, wie man die kommende Gefahr abwendet. Denn mit großem Appetit werden die schlüpfenden Larven in den folgenden Wochen das Kartoffellaub verschlingen und damit den Ertrag erheblich schmälern. Deshalb untersuchen Wissenschaftler des Julius Kühn-Institutes in Kooperation mit der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin seit dem Jahr 2004 auf ökologisch bewirtschafteten Versuchsfeldern in Brandenburg die Anwendung von biologischen Pflanzenschutzmitteln. Im Fokus stehen dabei die Kombinierbarkeit und zeitlich optimierte Ausbringung der Mittel sowie die Nebenwirkungen auf Nutzorganismen.

## Der Kartoffelkäfer, ein erfolgreicher Alien

Die Geschichte der Etablierung und Ausbreitung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in Deutschland ist in vieler Hinsicht bemerkenswert und sehr gut dokumentiert. Schon Ende des 19. Jahrhunderts hatte der in Nordamerika heimische „Coloradokäfer“ mehrfach versucht, mit Frachtschiffen den Atlantik zu überqueren und in Europa Fuß zu fassen. Erst 1922 konnte er sich in Frankreich in der Region um Bordeaux, auf einer Fläche von 250 Quadratkilometern etablieren. Von da an war sein Auftreten in Deutschland nur noch eine Frage der Zeit. Die Biologische Reichsanstalt hat deshalb schon 1932 ein Merkblatt verbreitet, das den Käfer und seine Entwicklungsstadien anschaulich darstellt und auf Verwechslungsmöglichkeiten mit den Puppen des Marienkäfers hinweist (Abb. 1). Im Jahr 1935 wurde dann der Kartoffelkäferabwehrdienst gegründet. 1936 kam es wie erwartet zu den ersten Einflügen des Kartoffelkäfers aus Frankreich nach Deutschland. Die Bekämpfung der Schädlingsherde wurde bis Ende der 1940er Jahre mit Blei- bzw. Kalkarsen durchgeführt. Infolge des Zweiten Weltkrieges konnte die Ausbreitung des Käfers nicht mehr verhindert werden, und so verlief Mitte Juni 1946 die östliche Befallsgrenze von Rostock im Norden bis nach Meißen im Süden.

## Bekämpfung zunächst mit Chemie

Die chemische Bekämpfung erfolgte in den 1950er Jahren mit Hilfe chlorierter Kohlenwasserstoffe wie DDT (Dichlordiphenyltrichlor-

Abb. 1: Die Biologische Reichsanstalt koordinierte die Kartoffelkäferabwehr; Kartoffelkäfer-Merkblatt von 1932



ethan) oder HCH (Hexachlorcyclohexan). In den 1960er Jahren bildeten sich die ersten Resistenzen gegenüber DDT. In den 1970er Jahren erfolgte der Wechsel auf die organischen Phosphorsäureverbindungen und die synthetischen Pyrethroide, die dem natürlichen Insektengift der Chrysanthemen nachgebildet wurden. Die Erfahrungen zeigen, dass der Kartoffelkäfer innerhalb von etwa zwölf Jahren Resistenzen gegen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe aufbaut.



Stefan Kühne



Abb. 4a-h. Nützlingsvielfalt im Kartoffelfeld.  
 a: Asiatische Marienkäfer *Harmonia axyridis* bei der Kopulation; b: Larve von *Harmonia axyridis* frisst Larve des 7-punkt Marienkäfers *Coccinella septempunctata*; c: Augenmarienkäfer *Anatis ocellata*; d: Baldachinspinne (*Linyphiidae*); e: Larve einer Florfliege (*Chrysoperla* sp.) saugt ein Eigelege des Kartoffelkäfers aus; f: Kamelhalsfliege *Phaeostigma notata*; g: Räuberische Fliege der Gattung *Platypalpus* (*Hybotidae*); h: Puppe einer Schwebfliege (*Syrphidae*)

Stefan Kühne

Betrachtet man die Historie der Mittelanwendungen, muss die Ablösung von Kalkarsen durch DDT hinsichtlich des Anwenderschutzes als ein Fortschritt angesehen werden. Aufgrund der geringen Toxizität für Säugetiere und des einfachen Herstellungsverfahrens war DDT jahrzehntelang das weltweit meistverwendete Insektizid und hat im Nachkriegsdeutschland erheblich zur Bekämpfung des Hungers der Menschen beigetragen. Allerdings reicherte es sich wegen seiner chemischen Stabilität und guten Fettlöslichkeit im Gewebe von Menschen und Tieren an. Im Lauf der Zeit wurde festgestellt, dass DDT und einige seiner Abbauprodukte hormonähnliche Wirkungen haben. Auch geriet DDT unter Verdacht, beim Menschen Krebs auszulösen. Deshalb wurde es von den meisten westlichen Industrieländern in den 1970er Jahren verboten. Die Ablösung durch synthetische Pyrethroide war damals ein großer Fortschritt, da neben der ebenfalls geringen Giftigkeit gegenüber Warmblütern keine Anreicherung des Wirkstoffes in der Umwelt mehr stattfand. Kritisch wird jedoch heute die unspezifische Wirkung gegen Nützlinge diskutiert.

## Der Kartoffelkäfer schlägt erneut zu

Die steigende Nachfrage nach Kartoffeln aus dem Ökologischen Landbau konnte 2009 in Deutschland trotz ausgeweiteter Anbaufläche auf mehr als 8.200 ha nicht gedeckt werden. Ursache sind auch Ertragseinbußen, verursacht durch die Frühsommertrockenheit und den starken Befall durch Kartoffelkäfer.

Seit dem Jahr 2000 wurde beobachtet, dass sich beim Kartoffelkäfer Resistenzen gegen synthetische Pyrethroide herausbildeten. Deshalb erfolgten 2007 im konventionellen Landbau ein Wirkstoffwechsel und die Anwendung der Neonicotinoide. Das verstärkte Auftreten des Kartoffelkäfers in einigen Regionen Deutschlands ist aber auch durch die zunehmenden Flächengrößen, milde Winter und die regionale Konzentration des Anbaus mit engen Fruchtfolgen zu begründen.

## Vorbeugende Maßnahmen reduzieren den Befallsdruck

Im Ökolandbau kann das Auftreten von Schadorganismen durch vorbeugende Maßnahmen wie eine vielfältige Fruchtfolge oder den Anbau resistenter Sorten reduziert werden. Dennoch vermehren sich einige Schädlinge wie der Kartoffelkäfer immer wieder massenhaft und zeigen die Grenzen dieser Maßnahmen auf. Ein Grund dafür ist, dass es kaum natürliche Gegenspieler des Käfers gibt.

Trotzdem können wir mit den folgenden Maßnahmen dem Kartoffelkäfer das Leben erschweren. Die Wahl früh reifender Sorten und die Förderung eines schnellen Wachstums der Pflanzen durch Vorkeimen stellen sicher, dass die Hauptertragsentwicklung dem Befall durch den wärmebedürftigen Kartoffelkäfer zuvorkommt. Weitere vorbeugende Maßnahmen sind die Vermeidung sowohl von Durchwuchskartoffeln als auch von Flächen, in deren Nachbarschaft im Vorjahr Kartoffeln standen, denn der Schädling wandert stets aus den Vorjahresflächen ein.

## Biologische Pflanzenschutzmittel haben Vorteile

Die Anwendung synthetischer Pflanzenschutzmittel im Ökolandbau ist verboten. Erlaubt sind nur einige wenige naturstoffliche Wirkstoffe, die als Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen. Sie zeichnen sich allgemein durch schnelle Abbaubarkeit und geringe Umweltwirkungen aus. Zu den Insektiziden gehören

- Extrakte aus den Bestandteilen des tropische Neembaums,
- das aus Chrysanthenen gewonnene Pyrethrum,
- das insektenpathogene Bakterium *Bacillus thuringiensis tenebrionis* (*B.t.t.*)
- und seit dem Jahr 2008 Spinosad, ein Stoffwechselprodukt des Bodenbakteriums *Saccharopolyspora spinosa*, das durch aerobe Fermentation gewonnen wird.

Die fraßabschreckende Wirkung der Neeminhaltsstoffe ist der bäuerlichen Bevölkerung in Teilen Asiens und Afrikas schon seit langem bekannt.

Ähnlich verhält es sich mit dem Pyrethrum: Schon vor 2000 Jahren wurden in China die Blütenköpfe der Chrysanthenen zermahlen und als Insektenpulver zerstäubt. Bei dem Wirkstoff handelt es sich um ein Kontaktgift. Die Anfangswirkung setzt sehr schnell (innerhalb weniger Minuten) ein.

Der insektenpathogene Bakterienstamm *B.t.t.* hingegen ist eine Neuentdeckung aus den 1980er-Jahren durch das Julius Kühn-Institut für biologischen Pflanzenschutz in Darmstadt. Die Bakterien gelangen über den Fraß der Blätter in den Darm und werden dort aufgelöst. Die dabei frei werdenden Toxine perforieren die Darmwand und führen schließlich zum Tod des Kartoffelkäfers.

Im Jahr 2008 wurde der Wirkstoff Spinosad in die EU-Ökoverordnung als Insektizid neu aufgenommen und kann seitdem im Ökolandbau angewendet werden. 1982 wurde das zugrunde liegende Bakterium erstmalig in Bodenproben einer stillgelegten Rum-Destille in der Karibik gefunden und danach in den USA zu einem Pflanzenschutzmittel weiterentwickelt. Seit 2010 darf der Wirkstoff in Kartoffeln

gegen den Kartoffelkäfer angewendet werden. Spinosad wirkt als Nervengift und führt zu einer vollständigen, irreversiblen Lähmung des Schädlings. Das Mittel ist als bienengefährlich eingestuft. Aus diesem Grund lehnen ökologische Anbauverbände in Deutschland diesen Wirkstoff ab, so dass er nur in den nach EU-Ökorichtlinien bewirtschafteten Betrieben zur Anwendung kommen kann.

## Feldversuche belegen unterschiedliche Wirksamkeit

Die Feldversuche des Julius Kühn-Instituts im brandenburgischen Dahnsdorf haben belegt, dass sogar eine zweimalige Anwendung der Pyrethrumpräparate keine Wirkung gegen den Kartoffelkäfer mehr hat. Das natürliche Pyrethrum besitzt ja den gleichen Wirkmechanismus wie die entsprechenden synthetischen Pyrethroide, gegen die der Käfer bereits resistent ist. Auch eine einmalige Behandlung mit dem Bakterienpräparat *B.t.t.* zeigte keine befriedigende Wirkung, um insbesondere ein hohes Schaderregeraufkommen zu regulieren.

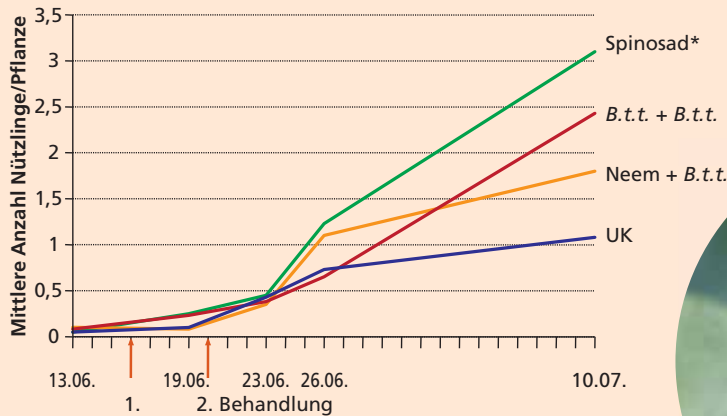
In den weiteren Versuchsjahren sollte geprüft werden, ob die Kombination der Neem- und *B.t.t.*-Präparate effektiver ist als die alleinige Anwendung eines der Mittel. In allen Versuchsjahren wurden sehr gute Erfolge durch die Kombination beider Präparate festgestellt, insbesondere dann, wenn zuerst der Neemwirkstoff und vier Tage später das Bakterienpräparat angewendet wird. In drei von vier Jahren wurden mit dieser Strategie Wirkungsgrade von über 80 % und Mehrerträge zwischen 42 und 70 dt/ha erzielt. Vergleichbare, sehr gute Erfolge konnte man auch mit der zweimaligen *B.t.t.*-Behandlung erzielen. Aufgrund der Gefahr der Ausbildung von Resistenzen ist der Praxis allerdings von einer zweimaligen Anwendung des gleichen Wirkstoffes in einem Jahr abzuraten.

Überraschend war die Effizienz der Spinosad-Behandlung in den Versuchsjahren von 2008 bis 2010. Schon bei einmaliger Behandlung konnten Wirkungsgrade von über 80 % erzielt werden. Wegen der geringen Anwendungskosten und der guten Wirksamkeit ist anzunehmen, dass Spinosad der bevorzugte Wirkstoff zur Kartoffelkäferregulierung in Zukunft sein wird. Aufgrund der möglichen Resistenzentwicklung ist aber auch hier ein jährlicher Wirkstoffwechsel unbedingt zu empfehlen.

## Prognose nutzen

Da die Mittel nur wenige Tage nach der Ausbringung wirksam bleiben, ist eine zeitlich optimierte Spritzung für den Regulierungserfolg entscheidend. Eine zu frühe Behandlung trifft lediglich die unempfindlichen, erwachsenen Käfer sowie die Eigelege, aus denen dann trotzdem die hungrigen Larven schlüpfen. Eine verspätete Spritzung verursacht zunehmend Ernteeinbußen durch den Blattfraß und die Larven werden mit zunehmendem Alter immer unempfindlicher gegen die Wirkstoffe. Den besten Erfolg erzielt eine Behandlung der empfindlichen Junglarven. Dieser Zeitraum kann durch das vom JKI mitentwickelte Prognosemodell SIMLEP3 berechnet werden. Seit dem Jahr 2010 steht es jedem Landwirt im Internet unter [www.isip2.de](http://www.isip2.de) zur Verfügung. Um die Berechnung durchzuführen, müssen lediglich

Abb. 5. Mittlere Anzahl Blattlausräuber je Pflanze (n = 40) und Behandlungsvariante, Dahnsdorf 2008



\*statistisch gesichert zur unbehandelten Kontrolle (UK) (Simulate-Verfahren; P<0,05)

das Erstauftreten der Eigelege im Feld und die nächste Wetterstation in das Programm eingegeben werden.

## Nützlinge fördern durch biologische Pflanzenschutzmittel?

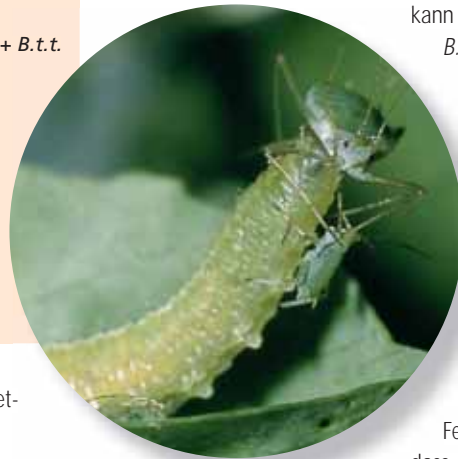
Die in Kartoffeln häufig nur in geringer Zahl auftretenden Blattläuse locken auch ihre natürlichen Gegenspieler in das Feld. In allen Versuchsjahren wurde das Antagonistenspektrum durch die Marienkäfer bestimmt (≥ 90 %). Weitere Blattlausgegenspieler wie die Larven der Florfliegen (Chrysopidae) und Schwebfliegenlarven (Syrphidae) sowie Baldachinspinnen (Linyphiidae) (Abb. 4d), die insbesondere geflügelte Blattläuse mit ihren Netzen fangen, zählen ebenfalls zu den Nützlingen in Kartoffelbeständen. Abbildung 4 gibt eine Übersicht.

In den Versuchsjahren konnte mehrfach beobachtet werden, dass Larven der Florfliege sowohl Eigelege (Abb. 4e) als auch Kartoffelkäferlarven aussaugen. Als alleiniges Mittel gegen den Kartoffelkäfer wären sie aber nicht in der Lage gewesen, den Kahlfraß der Pflanzen zu verhindern. Regelmäßig waren auch räuberische Fliegen aus der Gattung *Platypalpus* (Hybotidae) an den Pflanzen auf Beutefang nach kleinen Dipteren zu beobachten (Abb. 3g). Weiterhin traten auch räuberische Nahrungsgäste wie der Augenmarienkäfer *Anatis ocellata* (Abb. 4c) oder die Kamelhalsfliege *Phaeostigma notata* (Abb. 4f) auf, die wahrscheinlich aus dem benachbarten Waldrand in die Bestände eingeflogen sind.

Im Jahr 2008 konnten erstmalig statistisch abgesicherte Unterschiede im Auftreten von Blattlausräubern zwischen den Behandlungsvarianten festgestellt werden (Abb. 5). Eine Ursache war das zahlenmäßig höhere Nützlingsauftreten im Versuchsjahr, das eine statistische Berechnung erlaubte. Im Verlauf des Untersuchungszeitraumes konnte in allen mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Varianten eine höhere Anzahl von Nutzinsekten als in der unbehandelten Kontrolle beobachtet werden. Die Ursache liegt im starken Blattverlust durch den Käferfraß in der unbehandelten Variante.

Dadurch bot sich immer weniger Lebensraum für die Blattläuse und damit auch für deren Gegenspieler.

Spinosad hat keine Nebenwirkungen auf Blattläuse, ist nur gering toxisch für Nützlinge und wird sehr schnell in der Natur abgebaut. Somit wurde die Nahrungsgrundlage für die Nützlinge in dieser Variante nicht negativ beeinflusst. Neem hat demgegenüber Nebenwirkungen auf Blattläuse und kann Schwebfliegen schädigen.



*B.t.t.*-Präparate können sich schwach schädigend auf den Siebenpunkt-Marienkäfer auswirken. So ist zu erklären, warum die zweifache *B.t.t.*-Anwendung und die Neem/*B.t.t.*-Spritzfolge zu einem geringeren Nützlingsbesatz im Vergleich zur Spinosad-Variante führte.

Festzuhalten bleibt jedoch, dass im Gegensatz zur allgemeinen Lehrmeinung die Anwendung biologischer Pflanzenschutzmittel im Kartoffelanbau zu einer Förderung der Blattlausprädatoren beitragen kann.

## Ein starker Gegner

Die Geschichte des Kartoffelkäfers in Deutschland ist ein Lehrbeispiel für die unkontrollierte Ausbreitung eines Schaderregers, der ohne regelmäßige Gegenmaßnahmen schwere Ertragsminderungen an einer unserer wichtigsten Nahrungspflanzen verursachen würde. Das Fehlen natürlicher Feinde und seine enorme Anpassungsfähigkeit an Pflanzenschutzmittel machen ihn zu einem starken Gegner, der auch die zukünftigen Generationen immer wieder herausfordert wird.

Um die Ausbildung von Resistenzen zu verlangsamen, müssen immer mehrere Wirkstoffe auf dem Markt verfügbar sein, die im Wechsel der Jahre auf den Feldern angewendet werden können. Dies gilt auch für den Ökologischen Landbau, dem in Zukunft mindestens zwei Wirkstoffe mit möglichst gleichen Anwendungskosten zur Verfügung stehen sollten. ■



PD Dr. Stefan Kühne, Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow. E-Mail: [stefan.kuehne@jki.bund.de](mailto:stefan.kuehne@jki.bund.de)



Prof. Dr. Frank Ellmer, Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau, Albrecht-Thaer-Weg 5, 14195 Berlin. E-Mail: [frank.ellmer@agrar.hu-berlin.de](mailto:frank.ellmer@agrar.hu-berlin.de)