

Umwelt

Schnellkäferarten und biologische Bekämpfung der Drahtwürmer

Werner Jossi, Christian Schweizer und Siegfried Keller, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8046 Zürich
 Auskunft: Werner Jossi, E-Mail: werner.jossi@art.admin.ch, Tel. +41 44 377 71 11

Zusammenfassung

Drahtwürmer, die Larvenstadien von Schnellkäfern, richten an verschiedenen Kulturpflanzen Frassschäden an. Bei Kartoffeln beeinträchtigen sie häufig die Knollenqualität, die Deklassierungsverluste zur Folge haben. In der Schweiz nördlich der Alpen verursachen hauptsächlich die Arten *Agriotes obscurus*, *A. lineatus* und *A. sputator* Schäden. Die Lebensweise dieser drei Arten ist sehr ähnlich. Die Entwicklungszeit vom Ei bis zum Käfer dauert drei bis fünf Jahre. Bei anhaltender Klimaerwärmung verringert sich der Zyklus zunehmend auf drei Jahre. Flugkontrollen mit Pheromonfallen von 2005 bis 2007 haben gezeigt, dass die drei Arten regional unterschiedlich stark vertreten sind. Anstelle der früher am häufigsten beobachteten Art *A. obscurus* dominieren in einigen Regionen *A. lineatus* und *A. sputator*. Die meisten Käfer wurden bei warmer Witterung ab Ende April bis Ende Mai gefangen. Zur biologischen Bekämpfung der Drahtwürmer wird die Anwendung des Pilzes *Metarhizium anisopliae* untersucht. Bisher konnte kein geeigneter Pilzstamm isoliert werden, welcher in der Lage wäre, die Drahtwurmpopulation kurzfristig zu reduzieren. Längerfristig bestehen jedoch Chancen, die schädlichen Drahtwürmer mit einem geeigneten Pilzisolat auf ein tolerierbares Mass zu reduzieren.

Schäden vor allem an Kartoffeln

Die Drahtwürmer fressen an verschiedenen Kulturen. Gelegentlich richten sie an jungen Mais-, Rüben- oder Getreidepflanzen Schäden an. Die grössten Einbussen vor allem durch Deklassierung entstehen durch Knollenfrass bei den Kartoffeln. Die angebohrten Stellen erleichtern möglicherweise das Eindringen von schädlichen Pilzen wie *Rhizoctonia solani* (Drycore). Die Frassschäden an den Knollen verursachen die Drahtwürmer hauptsächlich im zweiten und dritten Entwicklungsjahr. Im letzten Entwicklungsjahr verpuppen sich die Larven im Juli und schädigen die heranwachsenden Kartoffelknollen nicht mehr (Abb. 1). Es können gleichzeitig alle Entwicklungsstadien in derselben Parzelle vorhanden sein, besonders nach Umbruch von mehrjährigen Wiesen.

In Mitteleuropa sind über 160 Schnellkäferarten bekannt. Die Schäden an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen durch Drahtwurmlarven verursachen in der Schweiz nördlich der Alpen hauptsächlich die Arten *Agriotes obscurus*, *A. lineatus* und *A. sputator*. Ihre Lebensweise und Entwicklungszeit sind sehr ähnlich (Abb. 1). Die Käfer von *A. sputator* erscheinen im Frühjahr etwas früher, *A. lineatus* eher etwas später. Je nach Witterung findet der Hauptflug in der

Zeit von Mitte April bis etwa Mitte Juni statt. Die drei Käferarten leben oft nebeneinander im gleichen Feld. In unseren Ackerböden gehören durchschnittlich etwa 90 % der Drahtwürmer diesen drei *Agriotes*-Arten an. Die übrigen werden meistens *Hemicrepidius niger*, seltener *Agrypnus murinus* oder diversen anderen Spezies zugeordnet (Kasten). Südlich der Alpen dominieren *Agriotes*-Arten wie *A. littigiosus*, *A. ustulatus*, *A. brevis* und *A. sordidus*.

Nach wie vor werden die meisten Drahtwurmschäden in den ersten ein bis drei Jahren nach dem Umbruch von mehrjährigen Wiesen festgestellt (Keiser *et al.* 2002). Die Schnellkäfer bevorzugen für die Eiablage im Mai/Juni Wiesenland oder andere dicht wachsende Kulturen. Weil die Käfer nur begrenzt flugfähig sind, ist ihre

Abb. 1. Dreijähriger Entwicklungszyklus der Schnellkäferarten *A. obscurus*, *A. lineatus* und *A. sputator* mit Schadengefährdung der Kulturen durch Drahtwürmer. Dauert der Zyklus vier oder fünf Jahre, verlängert sich das Schadenrisiko entsprechend um ein beziehungsweise zwei Jahre.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
1. Jahr												2. Jahr												3. Jahr														
Eiablage, Junglarven: im Herbst kleinere Schäden an Kartoffeln möglich												Schadenfrass an allen Kulturen während ganzer Vegetationsperiode möglich												Schadenfrass im Frühjahr, Verpuppung im Juli, keine Schäden an Kartoffeln														



Agriotes lineatus
Saatschnellkäfer
9 bis 10 mm, braun



Agriotes obscurus
Humusschnellkäfer
9 bis 10 mm, braunschwarz



Agriotes sputator
Salatschnellkäfer
7 bis 8 mm, braun bis schwarz



Drahtwurmlarve (bis 25 mm) der *Agriotes*-Arten. Zeichnung: ACTA, fiche 35, Paris, France



Hinterende der
Agriotes-
Drahtwurmlarven

Die *Agriotes*-Arten *A. lineatus*, *A. obscurus* und *A. sputator* sind weit verbreitet. Die Käfer halten sich meistens versteckt in dichtem Bewuchs nahe der Bodenoberfläche auf und werden erst in der Dämmerung aktiv. Die drei Arten lassen sich anhand ihrer Grösse und Farbe unterscheiden. Die Art-Bestimmung der Drahtwurmlarven ist schwierig. Die Entwicklung dauert mehrere Jahre, die Verpuppung ist im Sommer.



Hemicrepidius niger
12 bis 14 mm, schwarz



Neben *Agriotes* spp. häufigste Art. Die Käfer sind im Frühsommer tagsüber an Weizenähren oder Kartoffelstauden sichtbar. Die Drahtwürmer (bis 25 mm) sind wenig schädlich und verhalten sich teilweise räuberisch (auch gegen *Agriotes*-Drahtwürmer). Sie sind am gabelförmigen Hinterende einfach von den *Agriotes*-Drahtwürmern unterscheidbar. Die Entwicklung dauert mehrere Jahre, die Verpuppung ist im Frühjahr.



Agrypnus murinus
Mausgrauer Schnellkäfer
16 bis 18 mm, braungrau



Sie sind häufiger in Naturwiesen anzutreffen. Die Drahtwürmer (bis 30 mm) ernähren sich zum Teil räuberisch und verursachen kaum Schäden an Acker-Kulturen. Erkennung: Das letzte Segment ist dunkel gefärbt mit einer Einkerbung hinten. Die Entwicklung dauert mehrere Jahre, die Verpuppung ist im Spätsommer.

Ausbreitung eingeschränkt. Gelegentlich legen sie auch Eier in Ackerkulturen ab, so dass ohne Wiesenanbau Drahtwurmschäden möglich sind.

Warmes Klima verkürzt die Entwicklungszeit

Je nach klimatischen Bedingungen und Nahrungsangebot dauert die Entwicklungszeit der drei *Agriotes*-Arten vom Ei bis zum

ausgewachsenen Schnellkäfer drei bis fünf Jahre. *A. sputator* entwickelt sich in der Regel etwas schneller. In früheren Untersuchungen wurde bei *A. lineatus* und *A. obscurus* mehrheitlich ein vierjähriger Zyklus beobachtet (Jossi und Bigler 1997). Gefässversuche im Freiland an der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART von 2001 bis 2005 zeigten, dass rund

50 % der Käfer ihren Zyklus bereits nach drei Jahren abgeschlossen hatten (Tab. 1). Im Gewächshaus bei konstanter Temperatur von 20 bis 25 °C dauert die Entwicklungszeit bei ausreichendem Nahrungsangebot nur noch knapp ein Jahr. Bei anhaltender Klimaerwärmung ist zunehmend mit einer Verkürzung der Entwicklungszeit zu rechnen. Ein dreijähriger Zyklus hätte zur Fol-

Häufigste Schnellkäferarten in Acker- und Wiesenböden und ihre Larven (Drahtwürmer) nördlich der Alpen. (Fotos: Gabriela Brändle, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART)

Tab. 1. Entwicklungsdauer der häufigsten Schnellkäferarten in Gefässversuchen im Freiland, ART Reckenholz, 2001 bis 2005. Testgefäße (75 l) wurden ebenerdig eingegraben, mit steriler Erde aufgefüllt und mit einer Wiesenmischung begrünt. Von April bis Mai 2001 wurden Käfer zur Eiablage in montierte Gazesäcke gegeben. Larven- und Verpuppungskontrollen erfolgten ab 2002 jeweils im August/September.

Entwicklungszyklus	<i>A. obscurus</i>	<i>A. lineatus</i>	<i>A. sputator</i>
3 Jahre	47 %	58 %	61 %
4 Jahre	35 %	17 %	28 %
5 Jahre	18 %	25 %	11 %

ge, dass das Schadenrisiko durch Drahtwürmer bei Kartoffeln im zweiten Jahr nach Wiesenumbruch deutlich abnehmen würde (Abb. 1). Die Drahtwurmlarven entwickeln sich jedoch meistens sehr unterschiedlich, so dass auch die zurückgebliebenen Stadien noch wirtschaftliche Schäden verursachen können.

Die Drahtwürmer durchlaufen im Boden mehrere Larvenstadien. Furlan (2004) stellte bei der Art *Agriotes sordidus* acht bis 13 Häutungen fest. Bei höheren Durchschnittstemperaturen in Laborzuchten häuteten sie sich öfters als im Freiland. Für die Häutungen, speziell für die Vorhäutungsphasen, benötigen die Drahtwürmer längere Ruhepausen. Während dieser Zeit bis zur Aushärtung der Man-

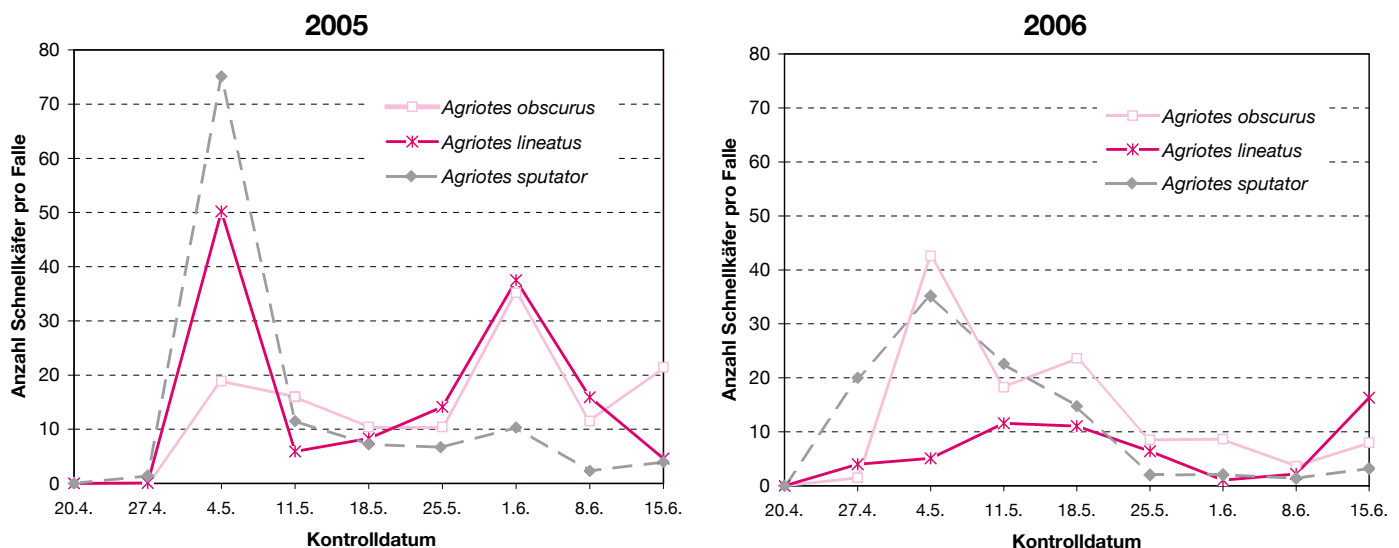
dibel (Mundwerkzeug) stellen sie die Fresstätigkeit ein. Furlan (1998 und 2004) hat in Untersuchungen in Norditalien mit den verwandten Arten *A. ustulatus* und *A. sordidus* festgestellt, dass Drahtwürmer im Durchschnitt nur während knapp 25 % ihrer Lebenszeit mit der Nahrungsaufnahme beschäftigt sind. Der Hauptfrass an den Kulturen findet meistens im Frühjahr und im Herbst statt. Um sich vor Kälte und Trockenheit zu schützen, wandern Drahtwürmer im Winter und während trockenen Sommerperioden in tiefere Bodenschichten. Frisch geschlüpfte Larven sind auf pflanzliche Nahrung wie Wurzeln und Samen angewiesen. Größere Drahtwürmer können hingegen mindestens ein Jahr ohne pflanzliche Nahrung in feuchter Erde überleben und er-

nähren sich vermutlich von Humusteilchen. Im letzten Entwicklungsjahr verpuppen sich die Drahtwürmer in den Monaten Juli/August. Die Käfer schlüpfen nach wenigen Wochen und überwintern im Puppenlager. Erst im Frühjahr kriechen sie bei steigenden Temperaturen ab Mitte März an die Erdoberfläche und beginnen im Mai/Juni mit der Eiablage. Die Käfer ernähren sich von verschiedenen Blättern und Blüten und sind nicht schädlich.

Flugkontrollen in verschiedenen Regionen

Seit einigen Jahren sind Sexuallockstoffe, so genannte Pheromone, für die wichtigsten Schnellkäferarten im Handel erhältlich. Mit diesem Monitoring kann die Dichte der Käfer auf einfache Weise erfasst werden. Mit den Fallen werden nur männliche Tiere angelockt. In den Jahren 2005 und 2006 wurden an mehreren Orten der Ostschweiz, im Mittelland, im Emmental sowie in Therwil BL Pheromonfallen aufgestellt. Das Hauptziel der Untersuchung war, die relativen Populationsdichten der drei Schnellkäferarten *A. obscurus*, *A. lineatus* und *A. sputator* in den verschiedenen Regionen zu ermitteln. Die Fallen standen jeweils während der Hauptflugperiode von Mitte April bis Mit-

Abb. 2. Schnellkäferfänge mit Pheromonfallen der Arten *A. obscurus*, *A. lineatus* und *A. sputator* 2005 und 2006; Mittelwerte der Wochensummen 2005 von 11 und 2006 von 16 Standorten in der deutschen Schweiz.



te Juni im Einsatz. Als Standorte wurden Felder ausgewählt, die in den Vorjahren Drahtwurmbefall aufgewiesen hatten. Die durchschnittlichen Fangergebnisse sind in Abbildung 2 dargestellt. Der Hauptflug fand im Mai statt, wobei die meisten Käfer bei warmer Witterung gefangen wurden. Etwas geringere Fänge wurden im kühlen, regenreichen Frühjahr 2006 registriert. Im warmen Frühjahr 2007 waren nur an drei Orten in der Umgebung vom Reckenholz Fallen im Einsatz. Der Hauptflug setzte bereits in der zweiten Aprilhälfte ein und war deutlich stärker als in den Vorjahren. In allen Jahren erschienen die drei Schnellkäferarten in den Pheromonfallen etwa gleichzeitig. Die Käfermännchen fliegen erst bei genügend warmer Witterung, obwohl sie ihre Winterquartiere im Boden schon früher verlassen haben.

Verändertes Artenspektrum?

In früheren Erhebungen dominierte in der Schweiz nördlich der Alpen hauptsächlich die Schnellkäferart *A. obscurus* (Jossi und Bigler 1997). Die Fangergebnisse 2005 bis 2006 zeigen nun, dass sich das Artenspektrum in einigen Regionen zu Gunsten von *A. lineatus* und *A. sputator* verändert hat (Abb. 3). Die Ergebnisse sind allerdings nicht direkt mit den früheren Untersuchungen vergleichbar, weil damals noch keine artspezifischen Pheromonfallen zur Verfügung standen. Zum Teil erfolgte die Artbestimmung anhand der Drahtwurmlarven, was möglicherweise zu Verwechslungen geführt hat. Aufgrund der Käferfänge mit Pheromonfallen dominiert in der Region Emmental-Oberaargau sowie im St. Galler Rheintal nach wie vor die Art *A. obscurus*. Im Mittelland, in Therwil BL und im Reckenholz wurden die Arten *A. lineatus* und im Kanton Thurgau *A. sputator* am häufigsten in den Fallen registriert (Abb. 3).

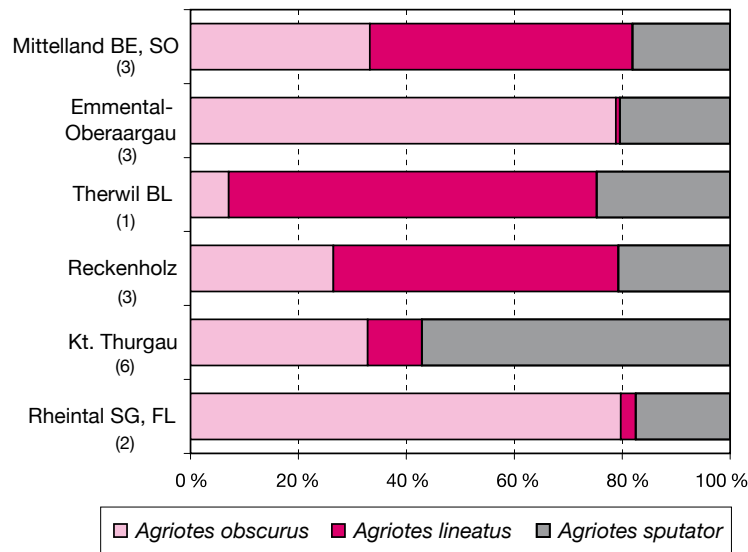


Abb. 3. Vorkommen der Schnellkäferarten *A. obscurus*, *A. lineatus* und *A. sputator* in verschiedenen Regionen der deutschen Schweiz; Prozentanteile der Fangsummen mit Pheromonfallen pro Kontrollregion 2005 und 2006 (ART Reckenholz 2005 bis 2007). Zahlen in Klammern = Anzahl Fallenstandorte.

Befallsprognosen mit Pheromonfallen

Die Schnellkäfer sind abends und nachts besonders bei warmer Witterung flugaktiv und können wie erwähnt mit Pheromonfallen leicht gefangen werden. In Italien und England laufen Untersuchungen, ob die Fangergebnisse für die Befallsprognose von Drahtwurmschäden eingesetzt werden können (Furlan 2007, Parker 2007). Wahrscheinlich wird dies für Einzelparzellen nur begrenzt möglich sein. Hohe Käferfänge werden bekanntlich nach starkem Drahtwurmbefall festgestellt. Die Eiablage findet nicht unbedingt in der gleichen Parzelle statt, weil die Käfer bevorzugt auf begrünte Nachbarfelder auswandern. Dazu kommen Witterungseinflüsse, welche die Schlupf- und Überlebensraten der jungen Drahtwurmlarven von Jahr zu Jahr stark beeinflussen.

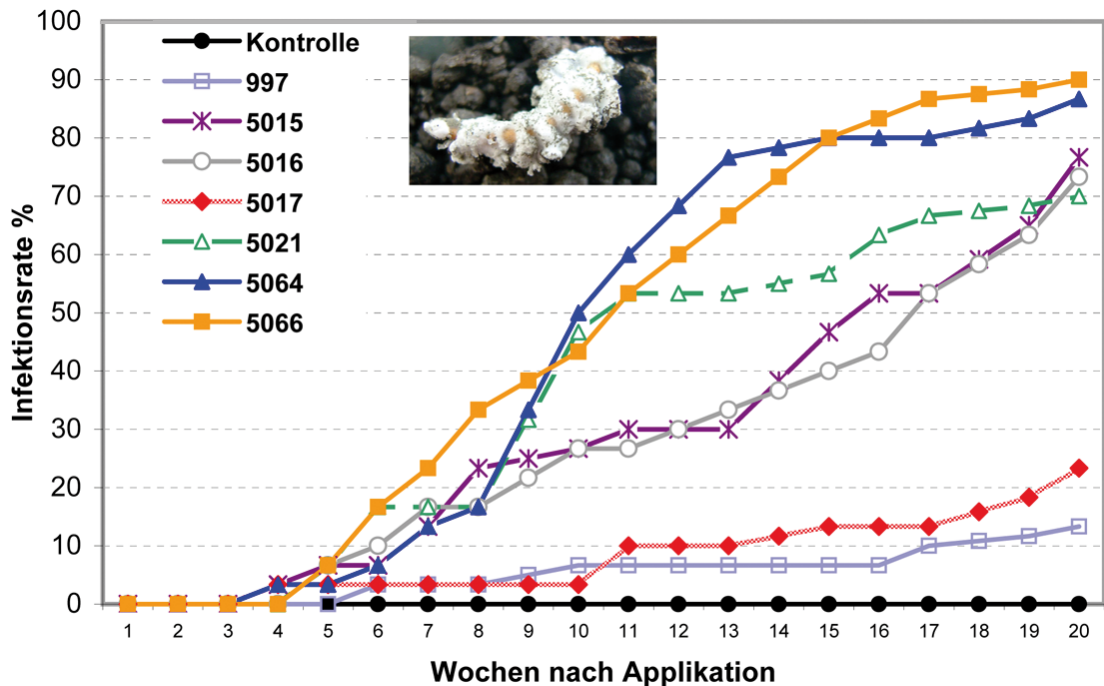
In Deutschland soll in mehrjährigen Untersuchungen erforscht werden, ob sich Pheromone nicht nur für ein Monitoring sondern auch direkt für die Reduktion der Drahtwurmpopulation eignen. Dabei versucht man herauszufinden, ob die männlichen Käfer durch Massenfänge lokal reduziert oder mit Sexuallo-

ckstoffen verwirrt werden können, um damit die Weibchen an einer erfolgreichen Befruchtung und Weitervermehrung zu hindern (Schepl 2006).

Biologische Bekämpfungsaussichten

Sowohl im konventionellen wie im biologischen Kartoffelanbau wäre eine natürliche Kontrolle der Drahtwürmer sehr willkommen. Fehlende natürliche Drahtwurmfeinde könnten die zunehmenden Schäden der vergangenen Jahre mit verursacht haben (Keller und Schweizer 2001). Bekannte Drahtwurmfeinde sind räuberische Bodenseksten wie Laufkäferlarven, Kurzflügler oder parasitische Nematoden. Gelegentlich befallen insektenpatogene Pilze wie *Beauveria bassiana* (Weisse Muscardine) oder *Metarhizium anisopliae* (Grüne Muscardine) die Schnellkäfer. Der Bodenpilz *M. anisopliae* befällt alle Entwicklungsstadien der Schnellkäfer und könnte sich für die biologische Drahtwurmbekämpfung eignen. Die Pilzsporen lassen sich vergleichsweise einfach auf Gerstenkörnern vermehren, konservieren und applizieren. Vor allem *M. anisopliae* ist in der Natur weit verbreitet und lässt sich in fast allen Böden nachweisen

Abb. 4. Infektionsverlauf einiger *Metharizium anisopliae*-Isolate an je 30 Drahtwürmern (*Agriotes obscurus*) im Labor bei 22 °C. Die Isolate 997, 5015, 5016 und 5017 entstammen von natürlich infizierten Drahtwürmern, die Isolate 5021, 5064 und 5066 von natürlich infizierten Schnellkäfern. (Foto: Werner Jossi, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART)



(Keller *et al.* 2003, Blaser und Keiser 2004). Die infizierten Drahtwürmer werden von einem Pilzmyzel bewachsen, auf dem sich grüne Pilzsporen bilden. ART Reckenholz hat erste Feldversuche gegen Drahtwürmer mit einem bekannten Pilzisolat, das bereits gegen den Junikäfer eingesetzt wird, durchgeführt. Dazu wurden die mit Pilzen bewachsenen Gerstenkörner mit einer Sämaschine in den Boden eingebracht. Mit Bodenproben konnte nachgewiesen werden, dass sich der Pilz im Boden etablieren und vermehren konnte. Eine durch den Pilz verursachte Reduktion der Drahtwurmpopulationen konnte aber bisher nicht nachgewiesen werden. Auch ausländische Institute, unter anderem in Kanada, arbeiten an ähnlichen Forschungsprojekten (Kabaluk *et al.* 2007).

An der ART Reckenholz werden im Labor immer neue Isolate getestet, mit dem Ziel, spezifischere und vor allem virulentere Pilzstämme zu finden. Neue Pilzstämme stammen von infizierten Drahtwürmern, die man gelegentlich bei Grabungen in Wiesenböden findet. Einfacher und

effizienter können neue Pilzstämme von Schnellkäfern isoliert werden, die in Pheromonfallen gefangen werden. Deshalb sammeln wir die lebenden Schnellkäfer und halten sie in feuchtem Torf. Nach etwa drei bis vier Wochen kann der Pilz von infizierten Käfern isoliert werden.

In Abbildung 4 ist der Verlauf der Infektion im Labor mit einigen Isolat von *M. anisopliae* dargestellt. Die Drahtwürmer wurden in einer Sporenlösung mit zehn Millionen Sporen pro Milliliter 20 Sekunden eingetaucht und anschliessend in Dosen mit feuchter, sterilisierter Erde bei 22 °C aufbewahrt und wöchentlich kontrolliert. Die Infektion verlief im Vergleich zu anderen Insektenarten langsam. Erst nach neun Wochen erreichten die besten Isolate eine Mortalitätsrate von 50 %, die in der 12. bis 20. Woche auf 70 bis 90 % anstieg. Drahtwürmer können sich vermutlich mit ihrem dicken Chitinpanzer erfolgreich gegen das Eindringen der Pilzsporen schützen. Die Versuche zeigten, dass die drei *Agriotes*-Arten verschieden empfindlich gegen *M. anisopliae* reagieren, was eine Bekämpfung, wenn gleichzeitig

mehrere Arten vorhanden sind, wesentlich erschwert.

Eine Pilzkrankheit kann sich im Boden nur ausbreiten, wenn Sporendichte und Wirtsdichte hoch sind. In Ackerböden kann die Drahtwurmpopulation von Jahr zu Jahr stark schwanken, weil sich die Tiere verpuppen und die Käfer grösstenteils das Feld verlassen. Wesentlich günstiger sind die Voraussetzungen für den Infektionsverlauf in einer mehrjährigen Wiese mit weniger stark schwankendem Drahtwurmbesatz. Keller und Schweizer (2001) haben in Wiesland gesichert höhere Pilzsporen von *M. anisopliae* festgestellt als in Ackerböden. In Fruchtfolgen mit hohem Wiesenanteil dürfte es deshalb eher gelingen, die Drahtwürmer langfristig auf ähnliche Weise zu regulieren, wie das mit *Beauveria brongniartii* gegen Maikäferengerlinge gelungen ist (Keller 2004). Dazu müssen jedoch virulente, wenn möglich artspezifische *M. anisopliae*-Pilzstämme gegen Drahtwurmlarven gefunden werden.

Literatur

- Blaser M. & Keiser A., 2004. Insekten tötender Bodenpilz in Schweizer Kartoffelfeldern. *Agrarforschung* **11** (3), 92-97.
- Furlan L., 1998. The biology of *Agriotes ustulatus* Schaller (Col., Elateridae), Larval development, pupation, whole cycle description and partial implications. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, *J. Appl. Ent.* **122**, 71-78.
- Furlan L., 2004. The biology of *Agriotes sordidus* Illiger (Col., Elateridae). Blackwell Verlag, Berlin, *J. Appl. Ent.* **128** (9/10), 696-706.
- Furlan L. & Toth M., 2007. Occurrence of click beetle pest spp. (Coleoptera, Elateridae) in Europa as detected by pheromone traps: survey results of 1998-2006. *IOBC/wprs Bulletin* **30** (7), 19-25.
- Jossi W. & Bigler F., 1997. Auftreten und Schadenprognose von Drahtwürmern in Feldkulturen. *Agrarforschung* **4** (4), 157-160.
- Kabaluk T., Goettel M., Ericsson J., Erlandson M., Cassidy F., Vernon B., Jaronski S., Mackenzie K. & Cosgrove L., 2007. Promise versus performance: working the use of *Metarhizium anisopliae* as a biological control for wireworms. *IOBC/wprs Bulletin* **30** (7), 69-76.
- Keiser A., Häberli M., Schnyder E., Berchier P. & Häni F., 2002. Qualitätssicherung im Kartoffelbau. *Agrarforschung* **9** (8), 322-327.
- Keller S. & Schweizer Ch., 2001. Ist das Drahtwurm-Problem ein Pilz-Problem? *Agrarforschung* **8** (7), 248-251.
- Keller S., 2004. Bekämpfung von Maikäfer-Engerlingen mit dem Pilz *Beauveria brongniartii* in der Schweiz. Eugen Ulmer Verlag Stuttgart, *Laimburg Journal* **1** (2), 158-164.
- Keller S., Kessler P. & Schweizer Ch., 2003. Distribution of insect pathogenic soil fungi in Switzerland with special reference to *Beauveria brongniartii* and *Metarhizium anisopliae*. *BioControl* **48**, 307-319.
- Parker W.E., 2007. New approaches to wireworm management in the UK. *IOBC/wprs Bulletin* **30** (7), 43-46.
- Schepl U., 2006. Neues aus der Drahtwurmforschung. Zugang: www.oekolandbau.nrw.de, [1.11.2007]

RÉSUMÉ

Les taupins et la lutte biologique contre les vers fil de fer

Les vers fil de fer, larves de taupins, endommagent les plantes cultivées dont ils s'alimentent. Lorsqu'ils s'attaquent à la pomme de terre, la qualité du tubercule en est souvent altérée, ce qui entraîne des pertes dues au déclasserement de la valeur commerciale de la récolte. En Suisse, les dégâts constatés au nord des Alpes sont principalement causés par *Agriotes obscurus*, *A. lineatus* et *A. sputator*. Ces trois espèces ont un cycle biologique très semblable. Elles ont besoin de trois à cinq ans pour passer du stade de l'œuf à celui de coléoptère. Sous l'effet d'une augmentation des températures, le cycle se réduit progressivement à trois ans. D'après le suivi des émergences réalisé à l'aide de pièges à phéromones entre 2005 et 2007, la fréquence de ces trois espèces varie largement d'une région à l'autre. Alors que dans le passé, *A. obscurus* était l'espèce la plus répandue, ce sont aujourd'hui *A. lineatus* et *A. sputator* qui dominent dans quelques régions. La plupart des coléoptères furent capturés les jours de beau temps, entre la fin avril et la fin mai. Pour engager une lutte biologique contre les vers fil de fer, l'utilisation du champignon *Metarhizium anisopliae* est actuellement à l'étude. Il n'a pas encore été possible d'isoler une souche de champignon capable de réduire rapidement les populations de vers fil de fer. Mais à plus long terme, il existe des chances de réguler ces ravageurs à un niveau tolérable en s'aidant d'un isolat adéquat.

SUMMARY

Click-Beetle Species and Biological Control of the Wireworms

Wireworms, the larval stages of click beetles, cause feeding damage to a number of crops. With potatoes the tuber quality is frequently impaired, leading to downgrading losses. In Switzerland damage north of the Alps is primarily caused by the *Agriotes obscurus*, *A. lineatus* and *A. sputator* species. All three species have a very similar cycle of life. The period of development from egg to adult beetle lasts three to five years. With persistent warming the cycle is more and more often reduced to three years. Flight monitoring with pheromone traps from 2005 to 2007 has shown that the three species are represented with different densities in different regions. *A. lineatus* and *A. sputator* now predominate in several regions instead of the previously most frequently observed species *A. obscurus*. Most of the beetles were trapped during warm weather from late April to late May. The use of the insect pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* is being investigated for the biological control of the wireworms. To date, there has been no success in isolating a suitable strain of fungus capable of reducing the wireworm population in the short term. In the longer term, however, there are prospects of controlling the harmful wireworms to a tolerable extent with a suitable isolate of *M. anisopliae*.

Key words: *Agriotes* spp., elaterid species, wireworms, pheromone traps, bio control, *Metarhizium anisopliae*