

Engerlingsbekämpfung mit Pilzen

Siegfried Keller & Christian Schweizer

Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Abstract: White grub control with fungi.

In Switzerland four species of white grubs (larvae of Coleoptera, Scarabaeidae) cause damages. The most important one is *Melolontha melolontha* L., a pest mainly of grassland in alpine regions. The other species, *Amphimallon solstitiale* L., *A. majale* (Razoum.) and *Phyllopertha horticola* L. cause damages mainly in lawn and turf. All these species have entomopathogenic fungi as naturally occurring enemies. *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch (Ascomycetes, Clavicipitaceae) is registered to control *M. melolontha*, and *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin (Ascomycetes, Nectriaceae) is currently used to control *Amphimallon* spp. and *P. horticola*. Several field trials are ongoing to study long-term effects of the treatments and possibilities to improve the effectiveness. Both fungi showed good potential to control their hosts within a season when applied in spring. In the following generation they were still effective and were present in the untreated plots, thus showing their ability to be disseminated probably by soil water and small soil invertebrates. A crucial point is the correct application of the product which must be placed at the soil depth where the grubs are active. Studies to control white grub species associations with simultaneous application of both fungi show possible interactions between the two fungi but need further investigations.

Key words: Entomopathogene Pilze, *Beauveria brongniartii*, *Metarhizium anisopliae*, Coleoptera, Scarabaeidae, Engerlinge, Ökologie, mikrobielle Schädlingsbekämpfung.

Dr. S. Keller, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zürich, Schweiz; siegfried.keller@art.admin.ch

Engerlinge, die Larven der Scarabaeidae (Coleoptera), gehören weltweit zu den wichtigsten Bodenschädlingen und ihre Bedeutung scheint zuzunehmen. Wirksame, aber umweltschädigende und gesundheitsgefährdende Insektizide wurden verboten. In gewissen Regionen oder für bestimmte Indikationen waren nie welche bewilligt und im biologischen Anbau standen keine Bekämpfungsmittel zur Verfügung. Aus diesen Gründen wurde die Entwicklung von Mykoinsektiziden gegen Ende des letzten Jahrhunderts forciert. Heute stehen in der Schweiz zwei Produkte zur Verfügung: Ein Produkt basierend auf *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch (Ascomycetes, Clavicipitaceae) zur Bekämpfung der Maikäfer (*Melolontha melolontha* L.)-Engerlinge und ein anderes basierend auf *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin (Ascomycetes, Nectriaceae) zur Bekämpfung der Engerlinge des Juni- und des Gartenlaubkäfers [*Amphimallon solstitiale* L., *A. majale* (Razoum.), *Phyllopertha horticola* L.]. Ersteres ist seit seiner Markteinführung 1991 zum Mittel der Wahl geworden, rund 2500 ha wurden bis heute damit behandelt (KELLER, 2000a, 2004). Die Erfahrungen zeigen, dass besonderes Augenmerk auf die Qualität des Produktes und die Applikation sowie auf den Applikationszeitpunkt gelegt werden muss. Mit genetischen Markern stehen wirksame Hilfsmittel zum Studium der Ausbreitung, der Persistenz und der Nebenwirkungen zur Verfügung (ENKERLI et al. 2001). Bei der Anwendung von *M. anisopliae* bestehen noch wenige Praxiserfahrungen. Das Produkt wurde bisher vorwiegend auf Golfplätzen eingesetzt. Über Langzeitwirkungen, die im Falle der Blastosporenanwendung von *B. brongniartii* gut dokumentiert sind (KELLER, 2004), liegen erst wenige Daten vor.

In den letzten Jahren wurden vermehrt Engerlingsschäden beobachtet, die durch zwei oder mehr Arten von Engerlingen verursacht werden. Wenn Maikäfer-Engerlinge beteiligt sind, stellt sich das Problem, dass zwei Pilzarten zur Bekämpfung eingesetzt werden müssen. Zur Zeit laufen Untersuchungen in solchen Schadgebieten, die Aufschluss geben werden über die wirksamste Art der Behandlung und über mögliche Interaktionen zwischen den Pilzen. In diesem Beitrag werden die neuesten Untersuchungsergebnisse vorgestellt.

Material und Methoden

Alle hier vorgestellten Versuche wurden als „complete randomised block design“ angelegt mit vier Wiederholungen und Parzellengrößen von 20 m x 20 m. Die Kontrollgrabungen erfolgten in der Regel im Frühling, Sommer und Herbst. Dabei wurden in jeder Parzelle zwei Löcher zu je 0.25 m² ausgehoben, die darin befindlichen Engerlinge gezählt und unterschieden zwischen lebenden und verpilzten. Die lebenden Engerlinge wurden weiter gezüchtet zur Bestimmung der Infektionsraten. Bei jeder Kontrollgrabung wurden zehn Bodenproben/Parzelle entnommen zur Bestimmung der Pilzdichten. Die hier vorgestellten Versuche unterscheiden sich je nach Versuchsfrage wie folgt:

Innertkirchen: Folgende vier Verfahren zur Bekämpfung von Maikäfer-Engerlingen wurden verglichen: 1. Unbehandelt, 2. Isolat Bipesco 2 produziert von LBU, 3. Bipesco 2 als „Melocont-Pilzgerste“ (italienisches Handelsprodukt) und 4. „*Beauveria*-Schweizer“ produziert von LBU basierend auf dem Isolat ART546. Von allen Produkten wurden 40 kg/ha von einem privaten Unternehmer unter Aufsicht der Forschungsanstalt Reckenholz ausgebracht. Die Behandlung erfolgte im April im Jahr nach dem Flug (Hauptschadenjahr). Versuchsfragen waren: Gibt es Unterschiede zwischen Produkten/Isolaten und Herstellungsverfahren? Wie lange ist die Wirkung?

Lungern: Die von Maikäfer-Engerlingen besiedelten Versuchspartellen befanden sich in einem Gebiet, das von einem Unternehmer selbständig mit „*Beauveria*-Schweizer“ behandelt wurde. Der Versuch umfasste drei Verfahren: Unbehandelt, Isolat Bipesco 2 produziert von LBU und „*Beauveria*-Schweizer“. Die Behandlung erfolgte durch den selben Unternehmer wie im Versuch Innertkirchen. Die ersten beiden Verfahren wurden unter Aufsicht der Forschungsanstalt ausgebracht, das letztere Verfahren behandelte der Unternehmer selbständig. Die Behandlung erfolgte im Hauptschadenjahr. Versuchsfragen waren: Wie lange ist die Wirkung? Welchen Einfluss auf den Behandlungserfolg hat die Aufsicht durch eine Fachperson?

Grindelwald: Die Versuchsfläche war besiedelt mit Gartenlaubkäfer (*Phylloperthe horticola*)- und vereinzelt Junikäfer (*Amphimallon majale*)-Engerlingen. Folgende drei Verfahren wurden verglichen: Unbehandelt, „*Metarhizium*-Schweizer“ produziert von LBU, 40 kg/ha und „*Metarhizium*-Schweizer“, 80 kg/ha. Die Versuchsfrage lautete: Wie wirkt *Metarhizium* gegen Gartenlaubkäfer?

Flumserberg: Die Versuchsfläche war besiedelt mit Maikäfer-, Gartenlaubkäfer- und vereinzelt Junikäfer (*Amphimallon solstitiale*)-Engerlingen. Folgende vier Verfahren wurden verglichen: Unbehandelt, „*Beauveria*-Schweizer“, „*Metarhizium*-Schweizer“ und die getrennte Applikation der beiden Produkte bei einer Aufwandmenge von je 40 kg/ha. Die Behandlung erfolgte im Hauptschadenjahr des Maikäfers. Versuchsfragen waren: Wie wirken *Beauveria* gegen Maikäfer und *Metarhizium* gegen Gartenlaubkäfer und Junikäfer? Gibt es Interaktionen zwischen den beiden Pilzen, wenn sie auf der gleichen Fläche angewendet werden?

Resultate

In Innertkirchen lagen die Ausgangsdichten zwischen 100 und 150 Maikäfer-Engerlingen/m². Die Daten zeigten, dass alle drei Produkte zum praktisch gleichen Behandlungserfolg führten. Während sich die unbehandelte Population bis zum Herbst auf ungefähr 50% der Frühjahrsdichte reduzierte, lagen die entsprechenden Werte bei den behandelten Populationen zwischen 11 und 25% (Fig. 1). Die Unterschiede steigerten sich weiter bis zum Ende der Generation. In der Ausgangspopulation waren keine Pilzkrankheiten vorhanden, nur in Verfahren 2 betrug sie 2%. Im Herbst nach der Behandlung lagen die Verpilzungsraten bei der unbehandelten Population bei 3% und bei den behandelten Populationen zwischen 38 und 54%. Im folgenden Sommer lagen sie bei 6% (unbehandelt) und zwischen 91 und 100% bei den behandelten Populationen. Teilweise deutliche Unterschiede wurden auch in der folgenden Generation festgestellt. In der unbehandelten Population lag die Dichte bei 29% der Ausgangsdichte, in den behandelten Populationen zwischen 5 und 20% (Fig. 1).

Im Versuch Lungern wurde bei überwachter Behandlung eine ähnliche Entwicklung festgestellt wie im Versuch Innertkirchen. Das nicht überwachte Verfahren dagegen zeigte einen ähnlichen Populations- und Infektionsverlauf wie das unbehandelte Verfahren. Wie im Versuch Innertkirchen waren in der Generation nach der Behandlung die Engerlingsdichten generell tiefer und in den unbehandelten Parzellen konnte eine Zunahme der Pilzdichte festgestellt werden.

In Grindelwald konnte mit der Anwendung von *M. anisopliae* sechs Monate nach der Behandlung mit beiden Dosierungen eine Dichtereduktion auf rund ein Viertel der Ausgangspopulation erzielt werden. Dies

stimmte gut überein mit der Entwicklung des Pilzes im Boden. In beiden Verfahren wurde eine Zunahme von rund 50 kolonienbildenden Einheiten (KBE)/g Boden auf rund 2000 KBE/g Boden festgestellt. Ein Jahr nach der Behandlung wies die höhere Konzentration (80 kg Produkt/ha) eine deutlich geringere Dichte auf als die beiden übrigen Verfahren und auch die Pilzdichte hatte weiter zugenommen. Das Verfahren mit 40 kg Produkt/ha unterschied sich nach einem Jahr kaum mehr vom unbehandelten Verfahren, sowohl was Engerlingsdichte wie Pilzdichte anbelangte.

In Flumserberg konnte bei anfänglich geringen Dichten von 15-20 Engerlingen/m² trotz deutlicher Zunahme der Verpilzungsraten in den Verfahren „*Beauveria*“ und „*Beauveria + Metarhizium*“ nur eine geringe Abnahme der Engerlingsdichten festgestellt werden. In der Generation nach der Behandlung dagegen bewirkte die *Beauveria*-Behandlung eine Reduktion der Populationsdichte um rund 50%. Zwei Jahre nach der Behandlung betrug die *Beauveria*-Dichte in den mit *Beauveria* behandelten Parzellen 9900 KBE/g Boden, und die *Metarhizium*-Dichte in den mit diesem Pilz behandelten Parzellen stieg auf 6460 KBE/g Boden. In den mit beiden Pilzen behandelten Parzellen erreichte die *Beauveria*-Dichte nur 4730 KBE/g Boden und die *Metarhizium*-Dichte stieg nur bis 4000 KBE/g Boden. Diese Ergebnisse weisen auf eine mögliche gegenseitige Hemmung der beiden Pilze hin

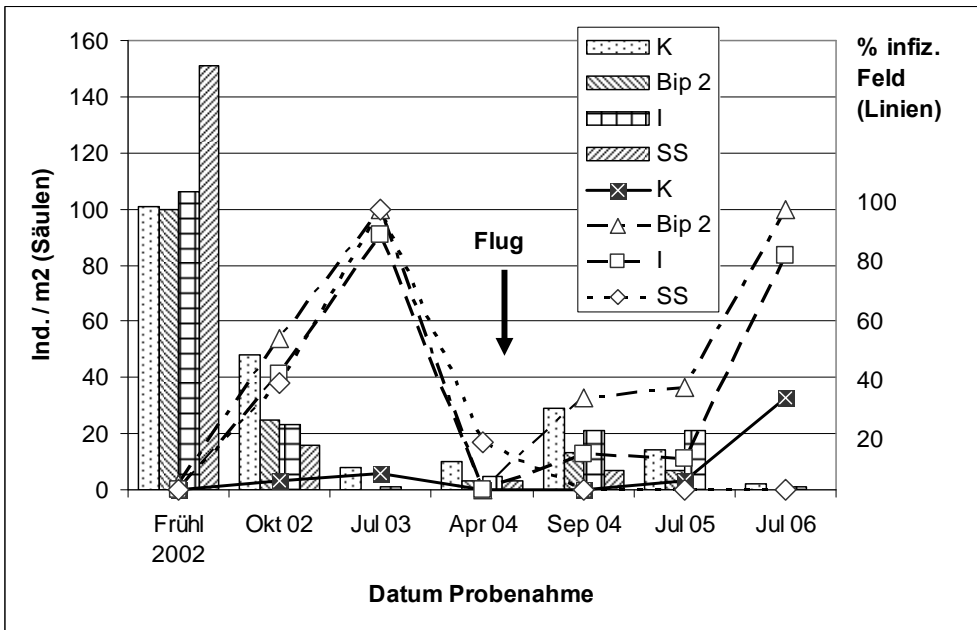


Fig. 1. Versuch Innertkirchen. Entwicklung der Maikäferpopulationen und der im Feld beobachteten Verpilzungsraten in den vier Verfahren „unbehandelt“ (K), „Bipesco 2“ (Bip 2), „italienisches Handelsprodukt“ (I) und „Beauveria-Schweizer“ (SS)..

Diskussion

Die Anwendung von *Beauveria brongniartii* zur Bekämpfung der Maikäfer-Engerlinge in Wiesland hat sich in der Praxis eingebürgert und die Wirkung wird von den Landwirten mehrheitlich als gut beurteilt (KELLER, 2000b). Um offene Fragen zum Beispiel nach der Wirkungsdauer und den Ursachen von mangelnder Wirkung zu klären, wurden weitere Versuche angelegt. Die hier diskutierten Beispiele stehen stellvertretend für weitere analoge Versuche.

Der Versuch Innertkirchen zeigte, dass die im Handel befindlichen Isolate (ART546 und Bipesco2) und die Art ihrer Produktion (bespelzte Gerste beim italienischen Produkt, geschälte Gerste beim Schweizer Produkt) in Bezug auf ihre Wirkung nicht unterschieden werden können. Dieser Versuch ist insofern auch typisch, als er zeigt, dass für Untersuchungen zur Wirkungsdauer Parzellenversuche ungeeignet sind, weil der Pilz

sich in der auf die Behandlung folgenden Generation auch in die unbehandelten Parzellen ausgebreitet hat. Dies an sich ist auch ein Resultat, weist es doch auf ein gutes Ausbreitungsvermögen des Pilzes hin, ohne allerdings über die Art und Weise des Ausbreitens Anhaltspunkte zu liefern.

Der Versuch Lungern ist einerseits eine Bestätigung für die gute Wirkung des Pilzes, andererseits zeigt er, wie wichtig die Anwesenheit einer Fachperson ist, die auftretende Probleme sofort erkennen und beheben kann. Bei den Problemen handelte es sich in der Regel um eine falsche Einstellung der Maschine, so dass die Pilzkörner nicht oder nicht tief genug in den Boden gelangen. Dies konnte in diesem Versuch gezeigt werden, bei dem ein Verfahren identisch war mit der in der Umgebung ohne Aufsicht durchgeführten Engerlingsbekämpfung. Die aus Bodenproben dieses Verfahrens ermittelten Pilzdichten lagen im Bereich der unbehandelten Kontrolle und erklärten die von den Bauern beklagte Wirkungslosigkeit der Behandlung.

Grindelwald ist einer von sieben Golfplätzen, auf denen Versuche zur Engerlingsbekämpfung laufen (KELLER & SCHWEIZER, in Vorbereitung). Mit Ausnahme von einem Golfplatz handelt es sich bei den zu bekämpfenden Engerlingen um Gartenlaubkäfer gelegentlich vermischt mit etwas Junikäfern. Von Grindelwald liegen mehrjährige Ergebnisse vor. Sie zeigten, dass im Herbst, sechs Monate nach der Behandlung, die Engerlingsdichten auf rund einen Viertel der Ausgangsdichte reduziert werden konnten. Diese Reduktion reichte aus, um den nach der Behandlung angesäten Rasen vor feststellbarem Wurzelfrass zu schützen, so dass sich die Anlage ein Jahr nach der Behandlung wieder in ausgezeichnetem Zustand präsentierte. Seither wurden auch in den unbehandelten Parzellen keine Schäden mehr festgestellt. Im Verfahren mit 80 kg Produkt/ha wurden je 40 kg längs und quer appliziert. Dies wirkte sich innerhalb der Saison aber weder auf die Verpilzungsraten noch auf die Pilzdichten aus. Erst ein Jahr nach der Behandlung konnten in diesem Verfahren deutlich erhöhte Pilzdichten und niedrigere Engerlingsdichten nachgewiesen werden. Bei beiden Dosierungen konnte eine Zunahme der Verpilzungen im Feld festgestellt werden, doch sind diese Daten nicht so aussagekräftig wie im Falle von *Beauveria*. *Metarhizium*-infizierte Engerlinge sind nach etwa zwei bis drei Wochen nicht mehr als solche zu erkennen, da sie sich auf Grund der Sporenfarbe kaum vom Erdreich abheben und auch sehr rasch zerfallen.

Der Versuch Flumserberg zeigte, dass Maikäfer-Engerlinge nur in jenen Parzellen verpilzten, in denen *B. brongniartii* appliziert wurde. Verpilzung durch *M. anisopliae* konnte nur in einem Fall festgestellt werden. Der Versuch zeigte auch, dass die gleichzeitige Applikation der beiden Pilze zu einer gegenseitigen Hemmung führte. Andere Versuche jedoch zeigten, dass auch eine einseitige Hemmung möglich ist und zwar, dass sowohl *Beauveria* *Metarhizium* hemmen kann wie auch umgekehrt (KELLER et al., unpubl.). Wahrscheinlich spielen die Wirtsdichten sowie Boden- und andere lokale Faktoren eine Rolle.

Die vorliegenden Daten zeigen, dass sowohl mit *Beauveria*- wie mit *Metarhizium*-Behandlungen nachhaltige Reduktionen der entsprechenden Engerlingspopulationen erzielt werden können. In den meisten Versuchen liess sich feststellen, dass der Pilz in der auf die Behandlung folgenden Generation auch in den unbehandelten Parzellen vorhanden war, was auf gute Ausbreitungsmechanismen hinweist. Von entscheidender Bedeutung für den Behandlungserfolg sind eine gute Qualität des Produktes und eine sachgerechte Behandlung, bei der die Anwesenheit einer Fachperson zu empfehlen ist.

Literatur

- ENKERLI, J., WIDMER, F., GESSLER, C. & KELLER, S. (2001): Strain-specific microsatellite markers in the entomopathogenic fungus *Beauveria brongniartii*. – *Mycol. Res.* **105**: 1079-1087.
- KELLER, S. (2000a): Erfahrungen in der Engerlingsbekämpfung mit dem Pilz *Beauveria brongniartii*. – *Mitt. deutsch. Ges. allg. angew. Ent.* **12**, 111-114.
- KELLER, S. (2000b): Use of *Beauveria brongniartii* in Switzerland and its acceptance by farmers. – *Bull. IOBC/WPRS* **23** (8), 67-71.
- KELLER, S. (2004): Bekämpfung von Maikäfer-Engerlingen mit dem Pilz *Beauveria brongniartii* in der Schweiz. – *Laimburg Journal* **1**: 158-164