

Zeitschrift: Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Thurgauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 1 (1986)

Artikel: Biologische Maikämpfung
Autor: Keller, S.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-594153>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

BIOLOGISCHE MAIKÄFERBEKÄMPFUNG

S. Keller

Einleitung

Der Maikäfer hat sowohl als ausgewachsenes Insekt, als auch als Engerling zahlreiche Feinde. In älteren Arbeiten werden vor allem Säugetiere und Vögel erwähnt. Der Ratschlag, Schweine auf engersingsverseuchten Feldern weiden oder Federvieh dem Pflug folgen zu lassen, wurde manchenorts befolgt und dürfte die erste praktizierte biologische Engerlingsbekämpfung sein. Obwohl unbestritten ist, dass zahlreiche Wirbeltiere gerne Maikäfer und Engerlinge fressen, so spielen sie in der natürlichen Populationsregulierung dieses Insektes nur eine sehr untergeordnete Rolle. Ihr Eingreifen ist zufällig, unspezifisch und vom Menschen kaum beeinflussbar. Der Schaden, der durch das Aufwühlen des Erdreichs entsteht (Dachse, Krähen oder Möwen), ist oft grösser als der Nutzen. Für die biologische Bekämpfung, worunter hier die Anwendung der natürlichen Feinde zur Populationsreduktion verstanden wird, sind sie daher ungeeignet. Dies gilt auch für die parasitischen Insekten, vorwiegend Zweiflügler (Tachiniden), die sich wegen ihrer hohen Spezifität nicht in Massen züchten lassen.

Zahlreiche ökologische Untersuchungen, die vor allem seit den 50-er Jahren durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass bei der natürlichen Regulation der Maikäferpopulationen Krankheiten eine dominierende Rolle spielen. Im Laufe dieser Untersuchungen sind über 40 Krankheitserreger, Nematoden inbegriffen, nachgewiesen worden. Doch nur einige wenige besitzen wirklich die Fähigkeit, gesunde Individuen zu infizieren. Dazu gehören zwei Protozoen (Nosema melolonthae, Adelina melolonthae), zwei Bakterien (Bacillus popilliae, Rickettsiella melolonthae), zwei Pilze (Beauveria brongniartii = Beauveria tenella, Metarhizium anisopliae), ein Virus (Entomopoxvirus melolonthae), sowie eine Fadenwurm-art (Melolonthinimermis hagmeieri) (KELLER, 1974).

Neben der Fähigkeit, gesunde Tiere zu infizieren und sie innert nützlicher Frist zum Absterben zu bringen, muss ein Krankheitserreger weitere Eigenschaften besitzen, soll er sich zur biologischen Bekämpfung eignen. Insbesondere muss er möglichst spezifisch sein, d.h. vorwiegend nur den anvisierten Schädling befallen, auf gar keinen Fall aber Wirbeltiere oder Pflanzen. Er muss sich auch im grossen Stil vermehren lassen, nach Möglichkeit auf einfache und billige Weise. Und schliesslich soll er am Ende in eine Form aufgearbeitet werden können, die eine gewisse Lagerung möglichst ohne Verluste der krankmachenden Fähigkeiten sowie die Ausbringung mit den üblichen Geräten gestatten.

Werden diese Anforderungen auf die Krankheiten des Maikäfers übertragen, so stellen wir fest, dass sie am besten vom Pilz B. brongniartii erfüllt werden. Die erwähnten Viren, Protozoen, Bakterien und Nematoden sind derart spezifisch, dass Infektionsmaterial im jetzigen Zeitpunkt nur in lebenden Engerlingen vermehrt werden kann. Damit fehlen die Voraussetzungen für eine Massenproduktion und für eine Anwendung im grösseren Massstab.

In Vergleichsversuchen mit allen genannten Krankheitserregern zeigte es sich zudem, dass Beauveria neben dem Entomopoxvirus die höchste Sterblichkeit

erzielte Auf- grund des Gesagten überrascht es deshalb nicht, dass alle bisherigen grösseren Feld- versuche zur biologischen Maikäferbekämpfung mit *Beauveria* durchgeführt wurden.

***Beauveria brongniartii* als mikrobiologisches Insektizid**

Geschichte

Obwohl dieser Pilz erst 1892 wissenschaftlich beschrieben wurde, ist das Wissen um seine Existenz älter. So weit bekannt, wurden 1884 in Odessa (Russland) die ersten Versuche damit durchgeführt. In Nordfrankreich beobachtete LE MOULD ein seuchenhaftes Auftreten in Engerlingspopulationen, die ihn ab 1890 zu verschiedenen Versuchen veranlassten, die nach seinen Angaben erfolgreich verliefen. Mit Pilzmaterial, das er von LE MOULD erhielt, begann DUFOUR 1891 in der Westschweiz mit analogen Versuchen, ohne jedoch Erfolge zu erzielen (DUFOUR, 1894).

1934 versuchte KARPINSKY in Polen die Brutgebiete mit dem Pilz zu verseuchen, indem er schwärmende Käfer mit Sporen bestäubte. Obwohl die Käfer infiziert wurden, konnte er den Pilz in den Brutgebieten nicht finden (KARPINSKIY, 1950). Zwischen 1950 und 1960 wurde verschiedentlich *Beauveria* in Versuchen eingesetzt, der Erfolg blieb jedoch aus. Grundlagenuntersuchungen führten jedoch zum Schluss, dass dieser Pilz als der für eine Bekämpfung erfolgversprechendste Krankheitserreger zu betrachten sei. (HURPIN und ROBERT, 1972).

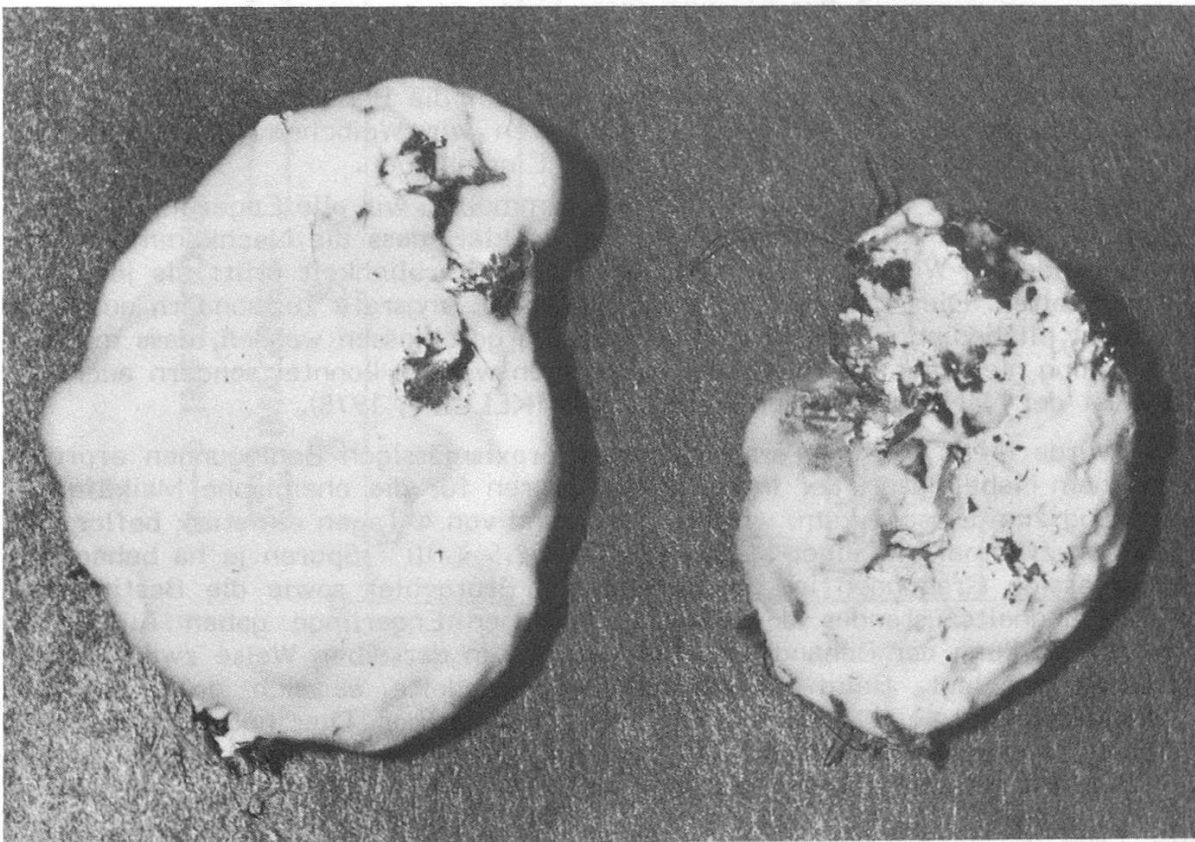


Abb. 1
Verpilzte Engerlinge.

Als Hauptproblem bei der Anwendung dieses Pilzes wurde die Schwierigkeit erkannt, den Pilz in den Boden, den Lebensraum der Engerlinge, einzubringen. In früheren Versuchen wurde der Pilz vorwiegend durch giessen, sprühen oder stäuben ausgebracht. Das Infektionsmaterial blieb dabei vorwiegend in den obersten Bodenschichten fixiert und gelangte nicht bis zu den Engerlingen.

Methodik des Ausbringens und erste Versuche

Der Pilz lässt sich im Prinzip auf zwei Arten in den Lebensraum der Engerlinge einbringen: 1. durch mechanisches Einarbeiten von Infektionsmaterial, z.B. mit Düngerlanzen oder Bodenfräsen, 2. unter Ausnutzung der Lebensweise des Maikäfers, konkret durch die Infektion von Weibchen, die während des Eiablagevorganges im Boden absterben und verpilzen.

Feldversuche mit mechanischer Einarbeitung des Infektionsmaterials wurden 1974 in Frankreich begonnen. Mit einem für die Applikation von Nematiziden konstruierten Gerät wurden zwei Sporendosierungen geprüft, 2×10^9 und 20×10^9 Sporen je m^2 . Die Beobachtung der Entwicklung der Engerlingspopulation dauerte 1 1/2 Generationen. Während der Wirkungsgrad der niedrigen Dosierung nur 19% erreichte, betrug er bei der stärkeren 69%. Die Krankheit befiel zwischen 38 und 80% der Engerlinge, wobei die höchsten Werte zu Beginn der zweiten Generation gefunden wurden. Damit konnte erstmals gezeigt werden, dass es tatsächlich möglich ist, durch künstliche Ausbringung des Pilzes einen Seuchenzug auszulösen und einen deutlichen Rückgang der Engerlingsdichte zu erzielen (FERRON, 1978).

Eigene, analoge Versuche mit Bodeninjektionen von Blastosporen, die an drei Standorten in Istighofen und Triboltingen Ende der 70-iger Jahre durchgeführt wurden, zeigten keinen Effekt. Wir führten dies auf eine rasche Inaktivierung der wenig umweltresistenten Blastosporen im Boden zurück.

Unsere weiteren Versuche konzentrierten sich auf die Behandlung schwärmender Käfer. In den Vorversuchen 1974 behandelten wir Weibchen mit Sporen und liessen sie unter kontrollierten Bedingungen Eier ablegen.

Etwa am Ende des ersten Larvenstadiums sammelten wir alle Engerlinge ein und zogen sie einzeln auf. Die Resultate zeigten klar, dass die Nachkommenschaft von behandelten Weibchen eine deutlich höhere Sterblichkeit erlitt als jene von unbehandelten. Dies traf nicht nur für die Verpilzungsrate zu, sondern auch für das nicht pilzbedingte Absterben. Daraus kann geschlossen werden, dass mit der Behandlung nicht nur die Krankheit übertragen werden konnte, sondern auch die Vitalität der Nachkommen verringert wurde (KELLER, 1978).

1976 wurde diese Methode erstmals unter praxismässigen Bedingungen erprobt. Mit einem Nebelblaser, der in den 50-er Jahren für die chemische Maikäferbekämpfung zum Einsatz kam, wurde im Abstand von 4 Tagen ein stark beflogener Waldrand zweimal mit einer Menge von rund $2,5 \times 10^{14}$ Sporen je ha behandelt. Regelmässige Grabungen im dazugehörenden Brutgebiet sowie die Bestimmung des Gesundheitszustandes der dabei gefundenen Engerlinge gaben Aufschluss über die Wirkung der Behandlung. 1982 wurden in derselben Weise zwei weitere Versuche angelegt. Beim Standort Bleiken handelte es sich dabei um die unbehandelte Vergleichspopulation des ersten Versuches. Dies hatte den grossen Vorteil, dass ihre Vergangenheit bekannt war, sowohl was Populationsdichte, als auch Gesundheitszustand anbelangte.

Wie Abb. 2 entnommen werden kann, konnte in allen drei Versuchen im Anschluss an die Behandlung schwärmender Käfer die Krankheit bei den Engerlingen nachgewiesen werden. Im Versuch Istighofen waren in der ersten Nachkommengeneration zwischen 16 und 31% der Engerlinge verpilzt. Dies reichte

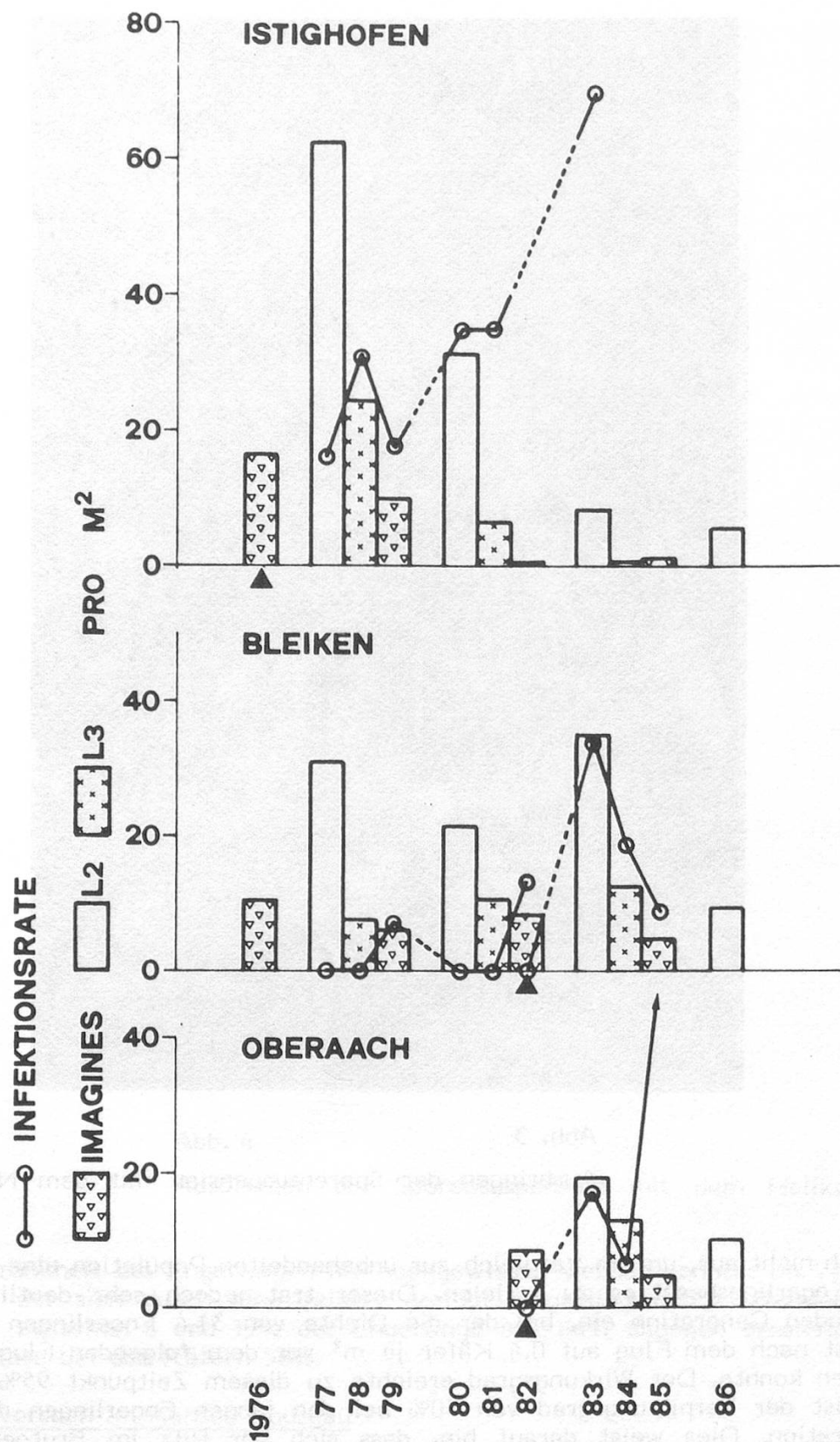


Abb. 2

Entwicklung von Populationsdichte und Infektionsrate an drei Versuchsstandorten. Die Spitzen der Dreiecke unterhalb der Nulllinie weisen auf das Jahr der Behandlung hin.



Abb. 3

Ausbringen der Sporensuspension mit dem Nebelblaser.

jedoch nicht aus, um im Vergleich zur unbehandelten Population eine Reduktion des Engerlingsbesatzes zu erzielen. Dieser trat jedoch sehr deutlich in der folgenden Generation ein, bei der die Dichte von 31,4 Engerlingen je m^2 im Herbst nach dem Flug auf 0,6 Käfer je m^2 vor dem folgenden Flug reduziert werden konnte. Der Wirkungsgrad erreichte zu diesem Zeitpunkt 95%. Erstaunlich ist der Verpilzungsgrad von 70% bei den jungen Engerlingen der dritten Generation. Dies weist darauf hin, dass sich der Pilz im Brutgebiet stark vermehrte und anreicherte und wohl noch während einiger Zeit eine erneute Vermehrung der Maikäfer wird verhindern können. Wie lange, wird in weiteren Grabungen ermittelt werden.

Im Versuch Bleiken waren im Anschluss an die Behandlung 18 - 34% der Engerlinge infiziert, nachdem während den beiden vorangegangenen Generatio-



Abb. 4

Ausbringen der Sporensuspension mit dem Helikopter.

nen die Krankheit bei Engerlingen nie nachgewiesen werden konnte. Im Versuch Oberaach, der sich durch eine relativ geringe Engerlingsdichte auszeichnete, waren nur zwischen 6 und 17% der Engerlinge infiziert, dagegen erreichte die Infektionsrate bei den Käfern 56%.

Der Grossversuch im Kanton Thurgau

Gestützt auf diese Versuchsergebnisse konnte 1985 im Kanton Thurgau ein Grossversuch mit dieser Methode durchgeführt werden. Die Voraussetzungen dazu waren günstig. Das Fluggebiet hatte sich in der vorangegangenen Generation deutlich vergrössert, die Engerlingsschäden waren enorm angestiegen und eine chemische Bekämpfung konnte aus rechtlichen wie aus politischen Gründen nicht erfolgen. Zudem waren die Populationen in den neu besiedelten Gebieten

praktisch frei von Pilzkrankheiten, so dass dort mit dem Einsatz dieses natürlichen Feindes die besten Erfolgsaussichten bestanden.

Im nordöstlichen Teil des Urner Fluggebietes wurden 14 Standorte, die als Konzentrationsstellen der Maikäfer bekannt waren, mit zusammen rund 70 ha Waldfläche behandelt, 19 ha davon zwei Mal.

Insgesamt wurden 32'500 Liter Spritzbrühe ausgebracht, davon 1'000 Liter mit einem Nebelblaser, der Rest mit einem Helikopter. Vor und nach jeder Behandlung wurden Proben von Maikäfern eingesammelt und der Gesundheitszustand bestimmt, um die Wirkung der Behandlung zu überprüfen. Parallel dazu erfolgten von dritter Seite die Untersuchungen über mögliche Nebenwirkungen auf Vögel, Bienen und waldrandbewohnende Insekten.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen: Im Anschluss an die erste Behandlung verpilzten je nach Standort zwischen 78 und 99% der Käfer. Ein Standort wies nur eine Verpilzungsrate von 40% auf. Im Anschluss an die zweite Behandlung verpilzten zwischen 91 und 98% der Käfer. Diese hohen Werte lassen auf eine gute Qualität sowohl der Sporen als auch der Behandlung schliessen. (KELLER et al. 1986)

In sechs von neun untersuchten Brutgebieten konnte der Pilz im Winter 1985/86 bei den Engerlingen nachgewiesen werden. In zwei weiteren Brutgebieten brachen die Populationen spontan zusammen. Ob die Ursache auf die in den Vorversuchen beobachtete Vitalitätsverminderung zurückzuführen ist, bleibt unbekannt. Bei der verbleibenden gesunden Population handelte es sich um jene, bei der nur 40% der Käfer durch die Behandlung infiziert wurden. Dieser Wert genügte offenbar nicht zur erfolgreichen Übertragung der Krankheit auf die Nachkommen.

Aufgrund der bisherigen Versuchsergebnisse kann ein Erfolg dieser Bekämpfung erst in der nächsten Generation erwartet werden. Die langsame Wirkung ist sicher ein Nachteil dieser biologischen Methode. Er wird aber sicher dadurch mehr als aufgehoben, als ein allfälliger Erfolg ein langfristiger sein wird, der weitere Maikäferbekämpfungen für mindestens 4 - 5 Generationen (12 bis 15 Jahre) überflüssig machen dürfte. Ferner ist auf die umweltschonende Wirkung hinzuweisen. Die Untersuchungen über allfällige Nebenwirkungen ergaben einen erfreulich geringen Anteil an verpilzten Insekten aus der Waldrandbiozönose von durchschnittlich rund 2% (BALTENSWEILER und CERUTTI, int. Bericht). "Nachteilige Einflüsse auf Bienen und Vögel konnten nicht festgestellt werden" (EGGENBERGER, H., int. Bericht).

Schlussfolgerung

Die in Frankreich und in der Schweiz durchgeführten Versuche zeigten, dass durch das Ausbringen der Weissen Muskardine Seuchenzüge ausgelöst werden konnten, die zu einer drastischen Senkung des Engerlingsbesatzes führten. Es besteht daher die berechtigte Hoffnung, mit diesem Pilz über ein biologisches Insektizid zur verfügen, mit dem Maikäferengerlinge gezielt und wirksam bekämpft werden können. Das Verfahren befindet sich noch in der Phase der Erprobung und es bedarf weiterer Versuche, die teils die Behandlung schwärmender Käfer, teils die mechanische Einbringung des Infektionsmaterials in die engerlingsverseuchten Böden beinhaltet.

Beide Methoden haben ihre Vor- und Nachteile. Die Bodenbehandlung ist sicher als die risikoärmere zu beurteilen. Sie richtet sich direkt gegen die zu bekämpfenden Engerlinge und ist zeitlich weniger gebunden. Die Anwendung beschränkt sich auf bestimmte Grundstücke, ist zeitlich aufwendig und daher kaum geeig-

net für die Bekämpfung ganzer Populationen. Die Behandlung schwärmender Käfer ist einfach durchzuführen, erfasst ganze Populationen, hat aber eine kritische Phase in der Übertragung der Krankheit in die Brutgebiete.

Dies setzt Pilzstämme voraus, die gegen Käfer wie gegen Engerlinge wirksam sind und verlangt ein sehr präzises Abstimmen des Behandlungszeitpunktes auf die Schwärmaktivitäten. Beide Methoden sind noch keineswegs ausgereift. Verschiedene Fragen sind zu klären und Details zu verbessern. Die wichtigsten seien stichwortartig erwähnt: Formulierung, Optimierung von Sporendosierung und Ausbringung, Umweltverhalten der Sporen sowie Fragen der Lagerung und der Qualitätsprüfung des Sporenmaterials.

Literatur

- DUFOUR, J. (1894): Über die mit Botrytis tenella zur Bekämpfung der Maikäferlarven erzielten Resultate. Forstl.-naturw. Zeitschr. 3, 249 - 255.
- FERRON, P. (1978): Etiologie et épidémiologie des muscardines. Thèse, Unvi. P. et M. Curie, Paris.
- HURPIN, B. und ROBERT, P.H. (1972): Comparaison of the activity of certain pathogens of the cockchafer Melolontha melolontha in plots of natural meadowland. J. Invertebr. Pathol. 19, 291 - 298.
- KARPINSKI, J.J. (1950): The problem of controlling the beetle Melolontha by the fungus Beauveria densa Pic. (Polnisch mit engl. Zusammenfassung). Ann. Univ. M. Curie-Sklodowska. Sect. E., Lublin 5, 29 - 75.
- KELLER, S. (1974): Über die Krankheiten des Maikäfers (Melolontha spec.) und die Möglichkeiten seiner mikrobiologischen Bekämpfung. Mitt. Schweiz. Landw. 22, 73 - 85.
- KELLER, S. (1978): Infektionsversuche mit dem Pilz Beauveria tenella an adulten Maikäfern Melolontha melolontha L.). Mitt. Schw. Ent. Ges. 51, 13 - 19.
- KELLER, S., KELLER, E. und AUDEN, J.A.I. (1986): Ein Grossversuch zur Bekämpfung des Maikäfers (Melolontha melolontha L.) mit dem Pilz Beauveria brongniartii (SACC.) P. TCH. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 59, 47 - 56.