

Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft =
Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss
Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 51 (1978)

Heft: 1

Artikel: Infektionsversuche mit dem Pilz *Beauveria tenella* an adulten Maikäfern
(*Melolontha melolontha* L.)

Autor: Keller, Siegfried

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-401865>

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: 27.01.2026

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

Infektionsversuche mit dem Pilz *Beauveria tenella* an adulten Maikäfern (*Melolontha melolontha* L.)

SIEGFRIED KELLER

Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau,
Reckenholzstr. 191, CH-8046 Zürich

Bioassays with the fungus Beauveria tenella against adult cockchafers (Melolontha melolontha L.) – Adult cockchafers are susceptible to conidia as well as to blastospores of *B. tenella*. Using blastospores at a concentration of 2×10^6 per ml, the mean lethal time in both sexes was reduced to about half the time of healthy beetles. Ten and hundred times higher concentrations had only little additional effect. Between 61% and 92,5% of dead females showed symptoms of mycosis depending on the concentration, whereas the rates on males varied only between 79,2 and 88,4%. The infection of cockchafers impair the health state of the progeny. In a first experiment the total mortality increased from 17,4% to 75,3% and the mortality due to *B. tenella* from 5,9% to 39,3%. A second experiment showed the same tendency. These results prove that adult cockchafers infected with *B. tenella* can transmit the disease to their progeny. As an additional effect a marked reduction of vitality on the progeny was observed, manifested in a distinctly increased unspecific mortality of the larvae.

Der Maikäfer ist in weiten Gebieten der Schweiz ein ernstes Problem. Vor allem seine Larven, die Engerlinge, können in den meisten Kulturen schädlich werden, so dass eine Bekämpfung oftmals unumgänglich wird. Eine solche kann grundsätzlich auf zwei Arten erreicht werden: (1) Durch direkte Bekämpfung der Engerlinge und (2) indirekt durch Abtöten der schwärmenden Käfer. Beide Methoden wurden mit chemischen Insektiziden praktiziert. Seit dem Verbot der chlorierten Kohlenwasserstoffe steht jedoch im heutigen Zeitpunkt kein geeignetes Mittel mehr für die direkte Bekämpfung zur Verfügung. Diese hatte jedoch bereits früher zu Gunsten der indirekten Bekämpfung an Bedeutung eingebüsst, einer Methode, die eine gezielte, kontrollierbare und sparsame Anwendung von Insektiziden erlaubt. Allgemein wurden damit gute Erfolge erzielt, doch zog sich die chemische Maikäferbekämpfung in den vergangenen Jahren zunehmende Kritik zu, vor allem aus Kreisen, die eine Gefährdung der noch relativ wenig gestörten Lebensgemeinschaft des Waldes befürchteten. Unter diesem Druck musste in einigen Schädgebieten auf weitere Bekämpfungsmassnahmen verzichtet werden, in anderen Regionen ist mit einer ähnlichen Entwicklung zu rechnen. Auf eine Bekämpfung der Engerlinge kann jedoch im Interesse der Landwirtschaft kaum verzichtet werden. Die beiden Forderungen nach wirksamer Bekämpfung einerseits und Schonung der Umwelt andererseits können nur mit der Anwendung von spezifisch wirkenden Mitteln in Übereinstimmung gebracht werden. Solche Mittel stehen in Form von Krankheitserregern dieses Schädling zur Verfügung und es war daher naheliegend, die Frage nach den Möglichkeiten ihrer praktischen Anwendung zu prüfen.

Eine solche scheint grundsätzlich möglich und wurde bereits an anderer Stelle diskutiert (KELLER, 1974). Auch die Verwendung von Krankheitserregern

erlaubt den direkten wie den indirekten Weg der Engerlingsbekämpfung. Die in Frage kommenden Pathogene eignen sich zwar in erster Linie nur für eine Anwendung gegen Larven, einzig *Beauveria tenella* (DELACR.) SIEMASZKO verfügt über jene pathogenen Eigenschaften, die eine indirekte Engerlingsbekämpfung möglich erscheinen lassen. Entsprechende Versuche wurden bereits in den 30er Jahren von KARPINSKI (1950) in Polen durchgeführt. Sein Ziel, die Krankheit durch Behandlung der Käfer auf die Nachkommen zu übertragen und damit die Brutgebiete zu infizieren, konnte zwar nicht erreicht werden, weil offenbar die infizierten Weibchen nicht mehr zur Eiablage schritten. Trotzdem zeigte der Versuch, dass mit dieser Methode eine erhebliche Mortalität der Käfer sowie eine stark verminderte Fekundität der infizierten Weibchen zu erzielen war. Diese an sich ermutigenden Ergebnisse hatten jedoch keine Fortsetzung der Versuche zur Folge, in der Hauptsache wohl deshalb, weil in der Zwischenzeit chemische Insektizide verfügbar wurden. Immerhin waren die Voraussetzungen geschaffen, die eine Wiederaufnahme dieser eleganten Engerlingsbekämpfungsmethode als gerechtfertigt erscheinen liessen.

Auf Grund der Angaben von KARPINSKI (1950) sowie von eigenen Versuchen (KELLER, unpubl.) wurde die Arbeitshypothese aufgestellt, wonach der Effekt einer Anwendung von *B. tenella*-Sporen gegen Maikäfer auf drei Teilwirkungen beruht: (1) direkte Mortalität, (2) reduzierte Fekundität und (3) erhöhte Mortalität der Nachkommenschaft. KARPINSKI (1950) konnte eine sehr starke Reduktion der Fekundität infizierter Weibchen feststellen. Es war beabsichtigt, auch diesen Aspekt zu überprüfen, doch scheiterte das Vorhaben am sehr geringen Anteil von Weibchen, der unter den Versuchsbedingungen zur Eiablage schritt. Die im Folgenden beschriebenen Biotests beschränken sich deshalb auf die Abklärung der Dosis-Zeit-Mortalitäts-Beziehungen sowie auf die Auswirkungen einer Behandlung adulter Maikäfer auf den Gesundheitszustand der Nachkommenschaft.

MATERIAL UND METHODEN

Der Absterbeverlauf

Der erste Versuch mit dem Stamm B.t.7, isoliert am 29.6.1973 von einer L3 aus Alpnach, erfolgte mit Konidien von Sabouraud-Agar-Kulturen. Sie wurden in Wasser suspendiert und ihre Konzentration auf 1×10^7 Konidien/ml eingestellt. Wasser diente als Kontrolle. Allen Varianten wurde 0,1% Etalfix als Netzmittel zugegeben.

Die Käfer wurden am 12.5.1975 in der Nähe von Hüttwilen etwa auf dem Höhepunkt des schleppend sich dahinziehenden Ausfluges eingesammelt. Die Behandlung erfolgte nach Geschlechtern getrennt durch 20–30 Sekunden dauerndes Eintauchen in die Konidiensuspension respektive ins Wasser. Beide Varianten enthielten je rund 200 Käfer, 100 Männchen und 100 Weibchen. Nach dem Abtropfen der überschüssigen Behandlungsflüssigkeit gelangten die insgesamt vier Käfergruppen je in einen 40 x 30 x 60 cm grossen Nylongazekäfig. Der Versuch erfolgte bei einer Temperatur von 22–23 °C und einer relativen Feuchtigkeit von 50–60%. Als Futter diente frisches Buchenlaub (*Fagus silvatica*), das nach Bedarf gewechselt wurde. Bei den täglichen Kontrollen wurden die toten Käfer entfernt, in 70%igem Äthanol gewaschen und anschliessend in Büchsen mit

feuchtem, sterilem Torf gegeben. Nach vier Wochen erfolgte die Bestimmung der Infektionsrate auf Grund des äusserlich sichtbaren Myzelwachstums. Käfer, die einen Tag nach Versuchsbeginn starben, wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Ein zweiter Versuch erfolgte mit Blastosporen des Stammes B.t.19, der am 10.10.1975 von einer L2 aus Tägerwilen isoliert wurde. Das Infektionsmaterial wurde im Fermenter nach den Angaben von BLACHÈRE *et al.* (1973) gewonnen und auf die Konzentrationen 2×10^8 , 2×10^7 und 2×10^6 Blastosporen/ml verdünnt. Wiederum dienten Wasser als Kontrolle und 0,1% Etalfix als Netzmittel. Die Käfer stammten aus Altnau, wo sie am 7.5.1976, zwei Tage nach dem ersten stärkeren Ausflug eingesammelt wurden. Die Behandlung erfolgte getrennt nach Geschlechtern, so dass insgesamt 8 Käfergruppen resultierten, die bei 21–22 °C und 65% relativer Feuchtigkeit gehalten wurden. Die übrigen Angaben stimmen mit jenen des ersten Versuches überein.

Die Auswirkung der Infektion adulter Maikäfer auf den Gesundheitszustand der Nachkommenschaft

Ende März wurden konische Tontöpfe mit einer Höhe von 36 cm und einem oberen, inneren Durchmesser von 38 cm mit einem sterilisierten Erde-Torf-Gemisch bis etwa 5 cm unter den Rand angefüllt und mit einer Klee-Gras-Mischung angesät. Ein im Zentrum eingelassener 200 ml Erlenmeyerkolben war für die Aufnahme von Buchenzweigen als Futter für die Käfer vorgesehen. Die Töpfe blieben etwa einen Monat im Gewächshaus und wurden anschliessend im Freiland auf einer Wiese in Abständen von 150 cm ebenerdig eingegraben. Die aufsetzbaren, zylindrischen Maschendrahtkäfige hatten eine Maschenweite von 0,6 cm, einen Durchmesser von 34 cm und eine Höhe von 60 cm. Sie waren oben mit Maschendraht abgeschlossen und wurden nach dem Aufsetzen auf die Töpfe mit einem Ziegelstein beschwert.

Die Käfer des ersten, 1974 durchgeführten Versuches wurden am 11.5.1974 in Alpnach gesammelt. Die Behandlung erfolgte am nächsten Tag durch Eintauchen der Käfer während 20–30 Sekunden in eine Suspension mit einer Konzentration von 1×10^7 Konidien/ml und 0,1% Etalfix als Netzmittel. Verwendet wurde der Stamm B.t.7. Seine Vermehrung für die Versuche erfolgte in Petrischalen auf Sabouraud-Agar. Die Kontrolltiere wurden für die gleiche Zeitdauer in netzmittelhaltiges Wasser eingetaucht. Für die infizierten und die nicht infizierten Käfer standen je 8 Eiablagetöpfe zur Verfügung. Zu jedem wurden je 20 Pärchen gegeben. Die gesamte Nachkommenschaft wurde im ersten Larvenstadium ausgegraben, einzeln in Plastikdosen mit feuchtem Torf gegeben und im Labor während 79 Tagen weitergezüchtet, um den Gesundheitszustand, insbesondere das Auftreten von Mykosen, zu überprüfen. Von den verpilzten Engerlingen wurden stichprobenweise Rückisolationen vorgenommen, um sicher zu gehen, dass es sich dabei tatsächlich um *B. tenella* handelte.

Für den zweiten Versuch 1975 standen 8 Eiablagetöpfe zur Verfügung, je zur Hälfte für infizierte und nicht infizierte Käfer. Diese stammten aus Hüttwilen, wo sie am 12.5.1975 gesammelt wurden. Die Behandlung erfolgte in analoger Weise und mit demselben Stamm wie im Vorjahr. Dagegen wurden die Konzentration auf 4×10^7 Konidien/ml und die Pärchenzahl pro Käfig auf 50 erhöht. Die Ende Juli, kurz vor der ersten Larvenhäutung ausgegrabenen Engerlinge wurden einzeln in Plastikdosen während 53 Tagen im Labor weitergezüchtet.

ERGEBNISSE

Der Absterbeverlauf

Die Behandlung der Maikäfer mit Konidien reduzierte bei den Weibchen die mittlere Absterbezeit (= Zeit, bei der die Mortalität 50% beträgt) von 11,2 auf 7,1 Tage. Die Steigung der Absterbekurve war in beiden Varianten ähnlich (6,01 bei behandelten Käfern, 5,49 in der Kontrolle). Bei den Männchen hatte die Behandlung keine Verkürzung der mittleren Absterbezeit zur Folge. Sie betrug bei den nicht infizierten 5 Tage, bei den infizierten 5,3 Tage. Dagegen wirkte sich die Behandlung auf die Steigung der Absterbekurve aus. Diese erhöhte sich von 5,59 bei den Kontrolltieren auf 7,21 bei den behandelten Käfern. Diese unterschiedliche Reaktion von Männchen und Weibchen auf die Behandlung mit Konidien dürfte darauf zurückzuführen sein, dass Männchen einige Tage früher ausfliegen als Weibchen. Da das Sammeln der Käfer wegen des schleppend erfolgenden Ausfluges relativ spät erfolgte, hatten die Männchen im Zeitpunkt der Behandlung offenbar bereits ein Alter erreicht, bei dem sich die Infektion nur noch bei den spät ausgeflogenen Tieren auswirken konnte.

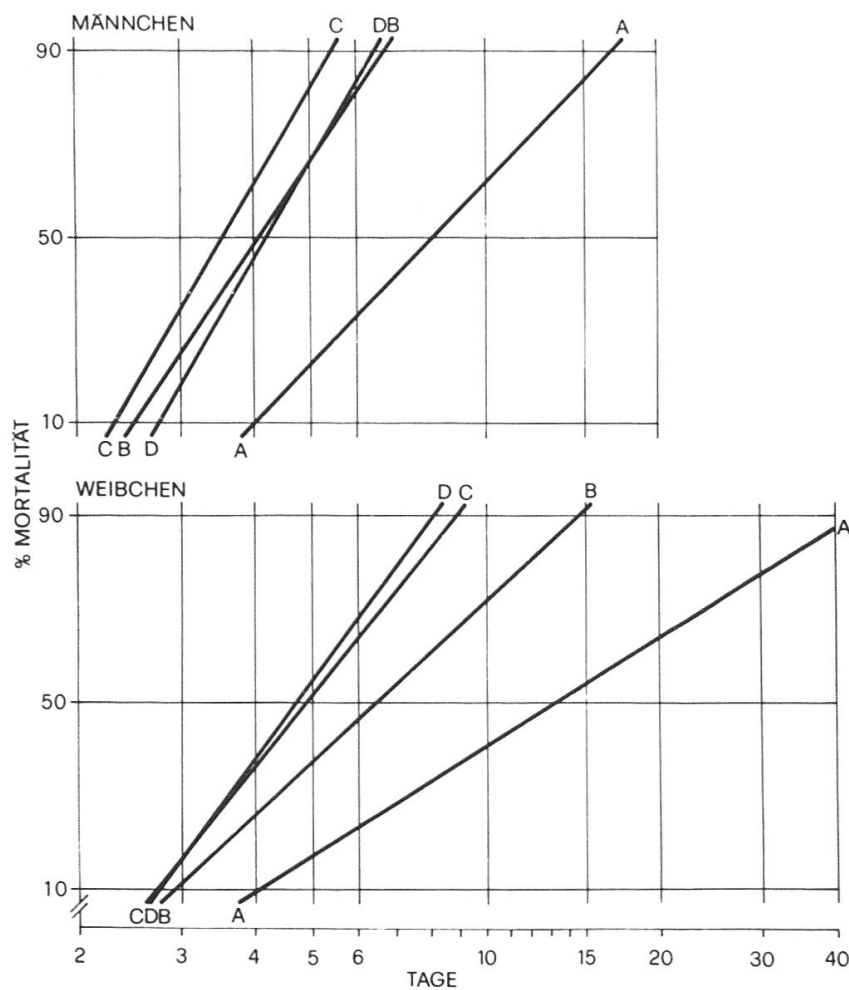


Abb. 1: Der Absterbeverlauf von Maikäfern nach Behandlung mit verschiedenen Konzentrationen von *Beauveria tenella*. A-A: Kontrolle; B-B: 2×10^6 ; C-C: 2×10^7 ; D-D: 2×10^8 Blastosporen/ml.

Tab. 1: Prozentualer Anteil verpilzter Käfer bei Behandlung mit unterschiedlichem Infektionsmaterial und verschiedenen Konzentrationen.

Infektions- material	Geschlecht	Konzentration/ml				
		0	2×10^6	1×10^7	2×10^7	2×10^8
Blastosporen	Weibchen	1.9	61.0		75.4	92.5
	Männchen	3.6	79.2		80.2	88.4
Konidien	Weibchen	2.1		74.7		
	Männchen	12.4		73.4		

Für die Versuche mit Blastosporen stand ein einheitlicheres Tiermaterial zur Verfügung. Entsprechend deutlich fiel sowohl bei den Männchen wie bei den Weibchen die Reaktion auf die Behandlung aus (Abb. 1). Auch bei diesem Versuch starben die Männchen allgemein früher als die Weibchen, doch dürfte hier der Unterschied nicht nur auf den früheren Ausflug zurückzuführen sein, sondern wohl auch auf eine höhere Empfindlichkeit. Bei den gesunden Männchen betrug die mittlere Absterbezeit 8,1 Tage, bei den gesunden Weibchen 13,3 Tage. Diese konnte in beiden Geschlechtern mit der schwächsten Konzentration auf 4,1 respektive 6,3 Tage reduziert werden, was ziemlich genau der Hälfte entspricht. Bei den Männchen liess sich mit den beiden stärksten Konzentrationen nur noch eine geringe weitere Reduktion erzielen und die Steigung der Absterbekurven blieb nahezu konstant. Bei den Weibchen dagegen trat bei Verwendung der beiden stärksten Konzentrationen nochmals eine Verkürzung der mittleren Absterbezeit auf knapp 5 Tage ein und die Steigungen der beiden sehr ähnlichen Absterbekurven waren gegenüber jener der schwächsten Konzentration höher.

Die Verpilzungsrate betrug bei unbehandelten Weibchen sowohl bei den Konidien- wie bei den Blastosporenversuchen rund 2%. Bei den Männchen des Blastosporenversuches erreichte sie knapp den doppelten Wert der Weibchen, während sie im Konidienversuch mit 12,4% extrem hoch ausfiel (Tab. 1). Im Blastosporenversuch war die Verpilzungsrate mit der Konzentration korreliert, bei den Weibchen wesentlich deutlicher als bei den Männchen. Konidien als Infektionsmaterial verursachten bei den Weibchen bei ähnlichen Konzentrationen eine praktisch identische Verpilzungsrate, bei den Männchen dagegen war sie trotz der hohen natürlichen Infektionsrate niedriger.

Die Auswirkungen der Infektion adulter Maikäfer auf den Gesundheitszustand der Nachkommenschaft

Auf Grund der aus den Eiablagetöpfen gesammelten Engerlinge konnte für den ersten Versuch eine Vermehrungsrate (Anzahl Engerlinge pro Adulttier) von rund 1,5 ermittelt werden und für den zweiten Versuch eine solche von knapp 0,5. Diese sehr geringen Werte zeigen, wie schwierig es ist, von eingekäfigten Maikäfern, die offenbar in ihrem Eiablageverhalten stark beeinträchtigt sind, eine für solche Versuche genügend grosse Menge an Nachkommen zu erhalten. Diese dürften zudem nur von relativ wenigen Weibchen stammen, so dass eine gleich-

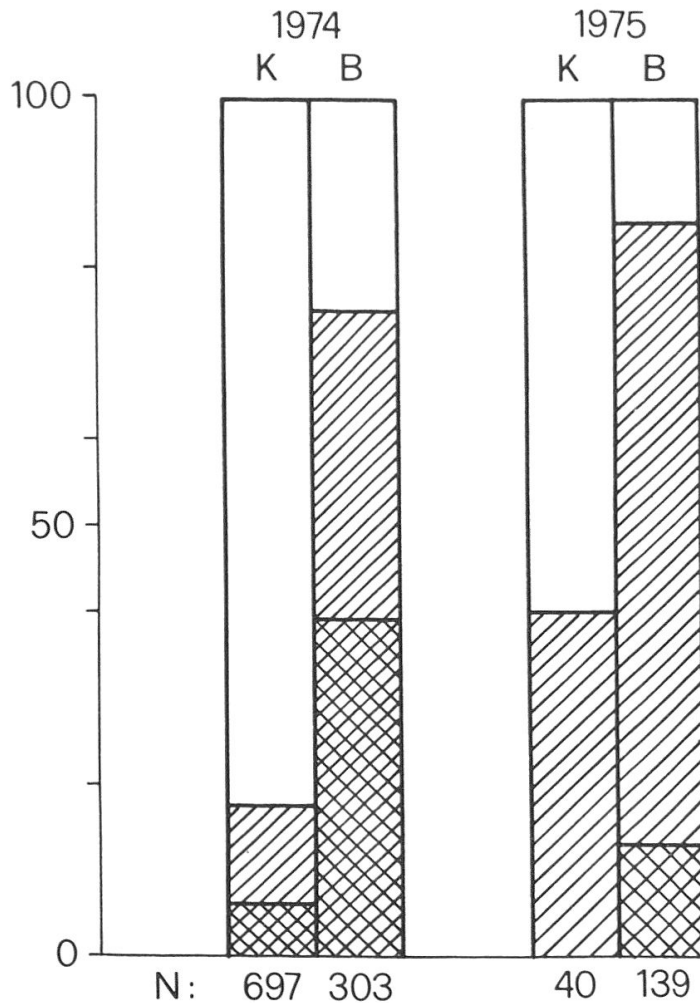


Abb. 2: Die prozentuale Zusammensetzung der Nachkommenpopulationen von gesunden (K) und *Beauveria tenella*-infizierten Maikäfern (B). Doppelt schraffiert: pilzbedingte Mortalität; einfach schraffiert: unspezifische Mortalität; weiss: lebend.

mässige Verteilung auf die einzelnen Käfige nicht gewährleistet ist. Es ist daher nicht angebracht, die vorliegenden Ergebnisse auf eine Beeinflussung der Fekundität hin auszuwerten.

Was die Auswirkungen auf den Gesundheitszustand anbelangt (Abb. 2), so stimmten die beiden Versuche darin überein, dass die Nachkommenschaft behandelter Eltern einer deutlich höheren Gesamtmortalität unterlag als jene gesunder Eltern. Sie betrug 1974 in der Nachkommenschaft behandelter Käfer 75,3%, in jener unbehandelter Käfer 17,4%. Die entsprechenden Werte für 1975 lauteten 85,6% respektive 40%. Die Differenz kam einerseits zustande durch eine höhere *B. tenella*-bedingte Mortalität (1974: 39,3% gegenüber 5,9%, 1975: 12,9% gegenüber 0%), andererseits durch eine höhere unspezifische Mortalität. Die Unterschiede sind für beide Mortalitätsanteile signifikant. Dies heisst, dass adulte, mit Konidien von *B. tenella* behandelte Maikäfer die Krankheit auf ihre Nachkommen übertragen können. Darüber hinaus resultiert als weiterer Effekt dieser Massnahme eine starke Vitalitätsverminderung der Nachkommen, die sich in einer hohen unspezifischen Mortalität ausdrückt. Über den Mechanismus des Zustandekommens dieser beiden Effekte können vorerst nur Vermutungen angestellt werden.

B. tenella ist in der Natur unter den meisten Bedingungen der wichtigste biotische Begrenzungsfaktor von Engerlingspopulationen. Dieser guten Virulenz und seiner leichten Züchtbarkeit wegen scheint deshalb dieser Krankheitserreger als geeignet für die biologische Bekämpfung. Seine Anwendung zur direkten Engerlingsbekämpfung ist denn auch schon mehrmals versucht worden (vgl. KELLER, 1974), scheiterte aber stets daran, dass er nicht oder nur in zu geringem Umfang in den Lebensraum der Engerlinge eingebracht werden konnte. KARPINSKI (1950) kam deshalb auf die Idee, die Adulttiere als Träger des Infektionsmaterials zu benutzen und auf diese Art die Brutgebiete gezielt zu verseuchen. Obwohl er dieses Ziel nicht erreichen konnte, gelang es ihm, die Maikäferpopulation bedeutend zu reduzieren. Die in der vorliegenden Arbeit ausgeführten Versuche bestätigen die Empfindlichkeit der Imagines gegenüber *B. tenella*, sie stehen jedoch insofern in Widerspruch zu den Ergebnissen von KARPINSKI (1950), als eindeutig gezeigt werden konnte, dass die Krankheit auf die Nachkommen übertragen werden kann. Aber nicht nur die pilzbedingte Mortalität der Nachkommen behandelter Eltern ist höher als jene unbehandelter Eltern, sondern auch die nicht pilzbedingte. Es muss daher angenommen werden, dass die Infektion der Eltern zu einer Vitalitätsverminderung bei den Nachkommen führt, was eine bedeutende unspezifische Mortalität zur Folge hat. Die Gesamtmortalität erreicht unter den Versuchsbedingungen rund 80% gegenüber rund 20% in der Kontrolle. Nicht berücksichtigt sind dabei eine allfällige Eimortalität sowie die Mortalität im frühen L1-Stadium. Ebenso darf angenommen werden, dass, wie aus den Untersuchungen von KARPINSKI (1950) hervorgeht, die Fekundität der Weibchen durch die Infektion beeinträchtigt wird. Da zudem die Massenproduktion von *B. tenella* keine Schwierigkeiten bietet (BLACHÈRE *et al.*, 1973) und die Applikationstechnik von der chemischen Maikäferbekämpfung her bekannt ist, rechtfertigen die vorliegenden Ergebnisse, einen grösseren Feldversuch unter praxismässigen Bedingungen durchzuführen. Nur auf diese Weise kann abgeklärt werden, ob die hier aufgezeigte Methode eine reelle Alternative zur chemischen Maikäferbekämpfung darstellt.

LITERATUR

- BLACHÈRE, H., CALVEZ, J., FERRON, P., CORRIEU, G. & PERINGER, P. 1973. *Etude de la formulation et de la conservation d'une préparation entomopathogène à base de blastospores de Beauveria tenella* (Delacr. Siemaszko). Ann. zool. écol. anim. 5: 69-79.
- KARPINSKI, J.J. 1950. *The problem of controlling the beetle Melolontha by the fungus Beauveria densa Pic.* (in Polish with English summary). 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.

