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

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 59 (1986)

Heft: 3-4

Artikel: Bericht über die Nebenwirkungen einer Bekämpfung des Maikäfers (Melolontha melolontha L.) mit dem Pilz Beauveria brongniartii (Sacc.) Petch auf die Arthropodenfauna des Waldrandes

Autor: Baltensweiler, Werner / Cerutti, Fabio

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-402221

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: 09.07.2025

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

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
59, 267–274, 1986

Bericht über die Nebenwirkungen einer Bekämpfung des Maikäfers *(Melolontha melolontha* L.) mit dem Pilz *Beauveria brongniartii* (SACC.) PETCH auf die Arthropodenfauna des Waldrandes[1]

WERNER BALTENSWEILER & FABIO CERUTTI
Institut für Phytomedizin, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich

A study of the possible side effects of using the fungus Beauveria brongniartii to control the May Beetle on the fauna of the forest edge – Eighty-nine hectares of forest edge bearing May Beetles were treated by heliocopter with a suspension containing blastospores of *Beauveria brongniartii* ($2.6 \cdot 10^{14}$ spores/ha). In order to evaluate the infection rate of other organisms of the biocoenosis, 10,165 insects and spiders where collected and held in the laboratory at conditions optimal for the development of the fungus. The overall infection rate was just 1,1%. This and the fast rate of disappearence of the fungus from the organisms captured indicate that the application of blastospores of *B. brongniartii* does not endanger the fauna of the forest edge.

Im Laufe der letzten vier Maikäfergenerationen steigerten sich die Engerlingsschäden im Kulturland des Kantons Thurgau ungeachtet der herkömmlichen Bekämpfung mit Insektiziden zusehends. Weil aber die Nebenwirkungen der ebenfalls verstärkten Anwendung von Insektiziden auf die Bodenfauna und damit auch auf die Bodenfruchtbarkeit noch weitgehend unbekannt sind, ist jede alternative Bekämpfungsmethode erwünscht. Eine solche bietet sich in der Infektion schwärmender Maikäfer mit dem Pilz *Beauveria brongniartii* an. Lokale Versuche im Jahre 1976 von Dr. S. KELLER, Eidg. Forschungsanstalt Zürich-Reckenholz, hatten eine vielversprechende Erhöhung der Verpilzungsrate der Engerlinge in den folgenden zwei Generationen gebracht (KELLER, S., 1978), so dass es angezeigt erschien, diese Methode im grösseren Rahmen zu erproben.

Bei der Vorbereitung dieses Versuches tauchten jedoch in der Öffentlichkeit grosse Bedenken über die Umweltverträglichkeit dieses Pilzes auf. Obwohl bekannt war, dass die Blastosporen von *B. brongniartii* ausserhalb des Erdbodens oder des Wirtes nur während kurzer Dauer überleben können und deshalb nur eine sehr geringe Infektionschance haben, konnten auch die Fachleute die Verpilzung anderer Lebewesen bei einer massiven, recht unnatürlichen Verwendung von Blastosporen nicht von vorneherein ausschliessen.

Auf Anfrage des Landwirtschaftsamtes des Kt. Thurgau übernahm das Institut für Phytomedizin ETHZ die Aufgabe, anlässlich des Bekämpfungsversuches die Verpilzungsrate der Waldrandfauna in einem grössern, aussagekräftigen Umfang zu überprüfen.

[1] Mitteilung anlässlich der Jahresversammlung der SEG am 5. April 1986 in Basel.

Behandlung

Die Versuchsplanung sah vor, mittels Helikopter an 14 Standorten im östlichen Teil des Seerückens eine Fläche von 70,1 ha mit je 250 l Sporensuspension pro ha zu behandeln. An 5 Standorten mit einer Gesamtfläche von 18,9 ha waren 2 Behandlungen vorgesehen. Zur Vereinheitlichung der Flächenmasse wurde 1 km Waldrand 2 ha gleichgesetzt (KELLER, E., 1984).

Zwecks Erfassung der Insektenfauna des Waldrandes und deren allfälliger Verpilzung mussten die Entnahmeverfahren von Stichproben der räumlichen und zeitlichen Dynamik der Tier- und Pilzpopulationen Rechnung tragen. Es wurden 5 Standorte ausgewählt, davon einer mit zweimaliger, zwei mit einmaliger und zwei ohne Behandlung (Tab. 1). An jedem Standort waren 3 Stichprobeentnahmen vorgesehen; eine vor der Behandlung, eine unmittelbar nach der Ausbringung der Sporen und die dritte Entnahme ca. 14 Tage nach der Behandlung.

Zur Erfassung der Fauna des Waldrandes

Die phytophage Fauna des Waldrandes ist infolge ihrer meist sehr engen Bindung an die Nährpflanze räumlich sowohl nach Holzarten als auch nach den vertikal geschichteten Lebensräumen Baumschicht, Strauchschicht und Waldboden strukturiert. Ebenso dürfte die mittels Helikopter versprühte Sporenpopulation in ihrer Dichte wegen der Interception durch die Vegetation nach unten abnehmen. Schliesslich mussten auch die Vielfalt der Tierarten und deren verschiedene Lebensweisen beim Sammeln von repräsentativen Stichproben berücksichtigt werden. Aus diesen Überlegungen wählten wir für die Erfasssung der Fauna eines Standortes einen hierarchisch gegliederten Stichprobenplan: Im Bereich eines ca. 200 m langen Abschnittes des Waldrandes wurden je drei, der Oberschicht angehörende Bäume der drei lokal häufigsten Holzarten bestimmt und von jedem dieser 9 Bäume oder in deren Nähe die folgenden Stichproben entnommen:

Stratum	Sammelmethode		
	Zweigproben pro Baum*	Klopfproben pro Baum*	Trichterfallen pro Standort
Baumschicht oben (14–16 m)	1	3	–
Baumschicht unten (6–10 m)	1	3	–
Strauchschicht (bis 3 m)	1	3	–
Bodenschicht	–	–	20

* 9 Bäume pro Standort

Die drei verschiedenen Sammelmethoden wurden gewählt, um Tierarten mit verschiedenen Lebensweisen einzufangen, d. h. sessile Arten mittels Zweigproben, vagile Arten mittels Klopfproben und die an der Oberfläche des Waldbodens lebenden Arten mittels Trichterfallen. Zur Sammlung der Stichproben aus den Baumkronen diente eine fahrbare Hebebühne, wodurch eine rasche Entnahme von Zweigen mittels einer Stangenschere bis auf eine maximale Höhe von 16 m über Boden möglich war. Eine Zweigprobe umfasste das Zweigmaterial, welches annähernd einen Papiersack von 30 l Inhalt füllte. Eine Klopfprobe bestand aus dem Tiermaterial, das nach 5 Schlägen auf Äste und Zweige in ein daruntergehaltenes Fangnetz von 0,5 × 0,5 m Seitenlänge fiel. Als Bodenfalle wurde

ein 6,5 cm hoher Trichter mit je einer oberen und unteren Öffnung von 9 resp. 2 cm Durchmesser ebenerdig in den Waldboden eingelassen. Die gefangenen Tiere wurden jeweils nach einer Behandlung nach 12 Stunden, später aber in längeren Intervallen aus dem untergestellten Glas entfernt; insgesamt gelangten zwischen dem 6. Mai und dem 4. Juni sechs Leerungen zur Auswertung. Die Stichproben wurden in einem behelfsmässig eingerichteten Feldlabor im kantonalen Obstbaubetrieb Mooswiesen, Uttwil, sortiert und die Tiere zwecks Erfassung der Verpilzung weitergezüchtet.

Zur Diagnose der Verpilzung

B. brongniartii weist eine Inkubationszeit von 10–14 Tagen auf. Die gesammelten Organismen wurden deshalb während mindestens dreier Wochen einzeln oder in kleinen Verbänden bei einer relativen Feuchte von mehr als 95% aufbewahrt. Organismen mit weissem Pilzmycel wurden zunächst als von *B. brongniar-*

Tab. 1. Liste der Versuchstandorte mit Infektionsraten von Beauveria brongniartii pro Standort und Stichprobenentnahme (nur Baum- und Strauchschicht)

Standorte	1.Ent.	2. Entnahme 14./15. Mai				3. Entnahme 30. Mai				
	gesund abs.	Total abs.	gesund abs.	verpilzt abs.	verpilzt %	Total abs.	gesund abs.	verpilzt abs.	verpilzt %	Total
A: Sommeri	315	437	384	53	12.2	403	396	7	2.0	1155
B: Dünnershaus	216	378	-	–	–	426	–	–	–	1020
C: Altnau	198	401	400	1	0.3	504	502	2	0.4	1103
D: Schönenbaumgarten	351	536	526	10	1.9	559	559	0	0.0	1446
E: Schönenbaumgarten	304	725	–	–	–	440	–	–	–	1469
Total	1384	2477				2332				6193
Σ für Standorte A,C,D										
Σgesund/ Datum/Total			1310				1457			2767
% Total										98.5
Σinfiz./Datum/Total				64				9		73
% Total										1.5
Σbehand./Datum/Total	–	1374	1310	64		1466	1457	9		2840
Σ%/Datum/Total		100.0	95.3	4.7		100	99.4	0.6		100.0

–: Weder im Zuchtmaterial der 1.Stichproben–Entnahme noch in jenem der Kontrollstandorte wurden spontane Infektionen durch B.brongniartii gefunden.

tii infiziert angenommen, auf Sabouraud-Dextrose Agar angesetzt und in einem zweiten Schritt isoliert. Eine Rotverfärbung dieses Mediums zeigt eine Infektion mit *B. brongniartii* an; unverfärbte Kulturen wurden unter dem Mikroskop auf die typische Anordnung und Form der Konidien untersucht. In Zweifelsfällen wurde eher zugunsten einer Infektion durch *B. brongniartii* entschieden, die meisten der positiven Kulturen wurden ausserdem Herrn Dr. S. KELLER, FAP Zürich-Reckenholz, zur zusätzlichen Überprüfung vorgelegt. Die Frage eines zufälligen oder selektiven Befalls der Organismen wurde sowohl mit dem Spearmanschen Rangkorrelationskoeffizienten als auch mit einer einfachen Korrelationsanalyse der relativen Häufigkeiten gesunder und infizierter Individuen geprüft.

ERGEBNISSE

Insgesamt wurden 10 165 Organismen gesammelt. Davon gehörten 0,46% dem Stamm der Weichtiere (Mollusca) und 99,54% dem Stamm der Gliederfüs-

Tab. 2. Absolute Zahlen gesunder (n) und von Beauveria brongniartii infizierter (ni) Organismen der Baum- und Strauchschicht. Standort A: Sommeri.

Datum der Stichprobe-Entnahme Datum der Behandlung n: gesunde Organismen/ni: verpilzt	6.5. n	15.5. 14.5. n	15.5. ni	30.5. 17.5. n	30.5. ni	Total
Stamm/Ordnung/Familie/Art						
Arachnida (Spinnen)	50	64	6	72		192
Insecta (Insekten)						
Orthoptera (Geradflügler)	0	1				1
Dermaptera (Ohrwürmer)	0	0		13		13
Psocoptera (Staubläuse)	0	5				5
Thysanoptera (Thripse)	6	2	2			10
Heteroptera (Wanzen)	23	15	5	23		66
Auchenorrhyncha-Cicadina (Zikaden)	90	64	16	58	3	231
Sternorrhyncha-Aphidina (Blattläuse)	1	14	2	28	1	46
Hymenoptera übrige (Hautflügler)	6	20	1	25		52
Formicidae (Ameisen)		3	1	21		25
Coleoptera übrige (Käfer)	21	7	1	25		54
Staphylinidae (Kurzflügler)	1	0		13		14
Coccinellidae adult (Marienkäfer)	3	2		2		7
larval (Marienkäfer)	0	1		0		1
Curculionidae (Rüsselkäfer)	9	18	6	16		49
Scarabaeidae/ Melolontha m. (Maikäfer)	0	27		2		29
Neuroptera/ Chrysopidae adult (Florfliegen)	5	4		3		12
Chrysopidae larval (Florfliegen)	3	0		0		3
Lepidoptera adult (Schmetterlinge)	3	5		1		9
Lepidoptera larval (Schmetterlinge)	19	54	1	42		116
Diptera (Fliegen)	64	71	12	48	3	198
unbekannt	11	7		4		22
Total	315	350	53	396	7	1155

ser (Arthropoda) an. Dieser überwiegende Anteil der Arthropoden teilte sich in die Klassen der Asseln (2,4%), Tausendfüsser (1,9%), Spinntiere (13,4%) und Insekten (81,9%) auf. Bei den Insekten wurden 11 Ordnungen unterschieden und diese zum Teil zusätzlich in Familien oder nach adulten und larvalen Stadien gegliedert (Tab. 2). Die Zahl der Organismen verteilte sich gleichmässig sowohl auf die 5 Standorte (n: 2033 ± 302) als auch auf die 3 Vegetationsstrata (n: 2031 ± 61), während das Epigaion, d. h. die an der Bodenoberfläche lebenden Tiere, in nahezu doppelter Menge (n = 3972) gesammelt wurde.

In Tab. 1 sind die Gesamtmengen der Tiere der Baum- und Strauchschicht pro Standort und Stichprobensammlung sowie nach den beiden Kategorien «gesund» und «verpilzt» aufgeführt. Die 1. Entnahme vor der Behandlung zählt nur knapp 60% der Mengen der 2. und 3. Entnahme; diese Zunahme entspricht der normalen Entwicklung der Tierpopulationen im Frühjahr. Berechnet man die Infektionsrate über das gesamte Tiermaterial der Baum- und Strauchschicht der drei behandelten Standorte, so machen die 73 von *B. brongniartii* infizierten Organismen nur 2,5% aus. Die Infektionsrate beträgt aber 12,2% in der 2. Stichprobe von Sommeri (Standort A), welche im Laufe des Vormittages des auf die Behandlung folgenden Tages eingeholt worden war. In den übrigen 2 Fällen (Standorte C und D), wo die Sammlung 2 Tage nach der Behandlung ausgeführt worden war, lag die Infektionsrate unter 2%. Die 3. Entnahme erfolgte 13 Tage (Standort A) und 15 Tage (Standorte C und D) nach der Behandlung, in diesen Populationen betrug die Infektionsrate noch 2,0% respektive 0,4 und 0%. Da im Epigaion keine mit *B. brongniartii* infizierten Organismen gefunden wurden, fällt die Infektionsrate für die drei behandelten Standorte und das gesamte Tiermaterial auf 1,07%.

Die Faunenlisten der 5 Standorte stimmen im grossen und ganzen recht gut überein, sowohl quantitativ als auch qualitiv. (Tab. 2 zeigt für den Standort A: Sommeri die Zusammenstellung der Organismen aus der Baum- und Strauchschicht nach ihrer systematischen Zugehörigkeit und dem Befall durch *B. brongniartii*. Für die Analyse der Befallsspezifität kann nur die am 15. Mai gesammelte Population von Sommeri (Tab. 2, Kolonnen 3 und 4) verwendet werden.

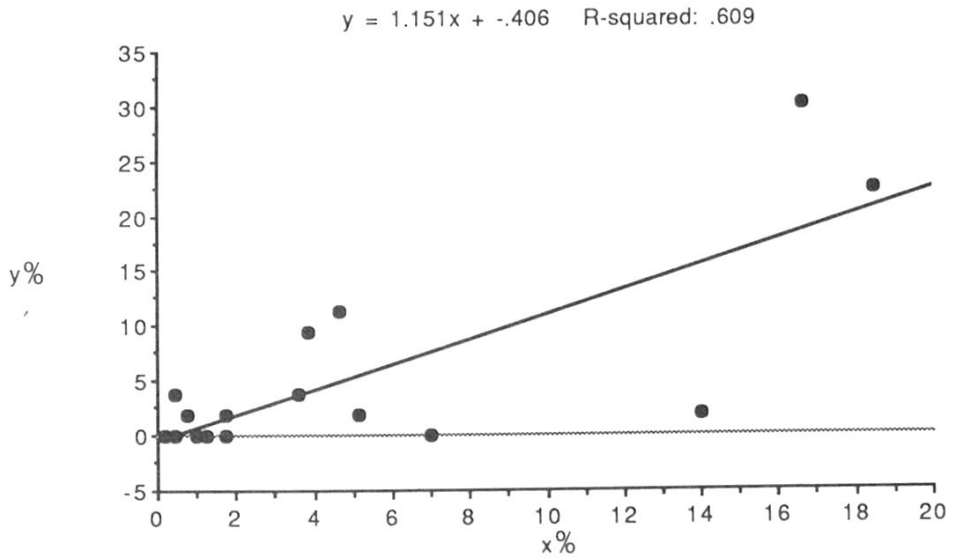

Abb. 1. Relative Häufigkeiten gesunder (x) und infizierter (y) Individuen in verschiedenen systematischen Kategorien der Population A: Sommeri, 2. Entnahme vom 15. Mai 1986.

Der aus einer Stichprobe von n = 19 errechnete Spearmansche Rangkorrelationskoeffizient Rho = 0,652 (korrigiert für Bindungen) ist auf dem 0,5%-Niveau signifikant, d. h. die Häufigkeiten gesunder und infizierter Tiere der verschiedenen systematischen Einheiten weisen eine gesicherte Beziehung auf. Die gleiche Aussage einer positiven Korrelation zwischen gesunden und verpilzten Organismen geht aus Abb. 1 hervor: je mehr Tiere in einer systematischen Kategorie gesammelt wurden, um so mehr davon waren auch verpilzt. Eine negative, sehr stark gesicherte Korrelation der beiden Häufigkeiten ergibt sich, wenn man sie nach den Vegetationsstrata «Baumschicht oben», «Baumschicht unten» und «Strauchschicht» ordnet (Abb. 2).

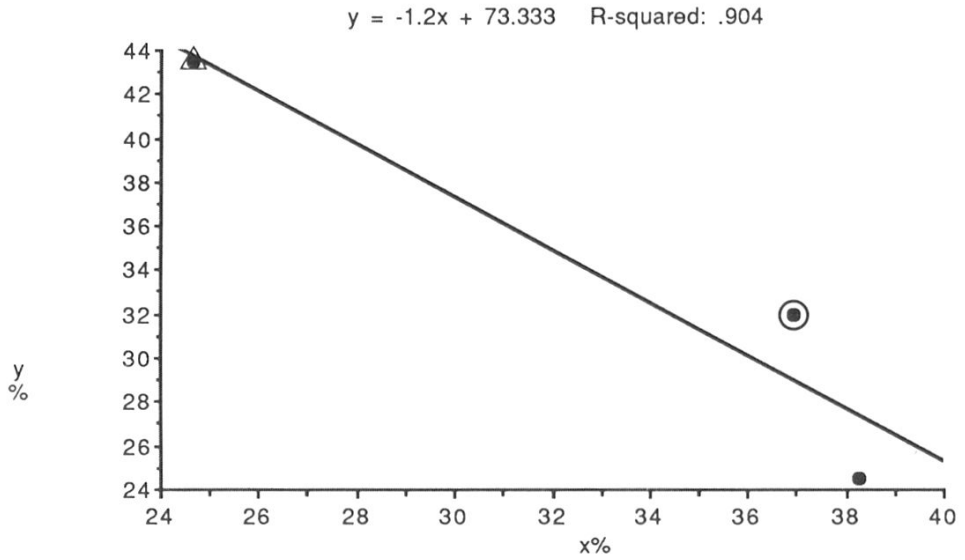

Abb. 2. Relative Häufigkeiten gesunder (x) und infizierter (y) Individuen in den drei Strata «obere» (●) und «untere» (⊙) Baumschicht und Strauchschicht (▲) der Population A: Sommeri, 2. Entnahme 15. Mai.

Die Faunenlisten der Trichterfallen zeigen verständlicherweise eine andere Zusammensetzung. Die Laufkäfer sind weitaus am zahlreichsten vertreten. Weil aber im Epigaion aller Standorte kein einziges infiziertes Tier gefunden worden ist, werden diese Populationen nicht weiter diskutiert.

DISKUSSION

Die Tatsache, dass *B. brongniartii* weder in den Baum- und Strauchschichtpopulationen der Kontrollstandorte B und E (n = 2489) noch in der 1. Sammlung vor der Behandlung an den Standorten A, C und D (n = 864) festgestellt wurde, deutet daraufhin, dass der Pilz im oberirdischen Bereich wohl kaum natürlicherweise vertreten sein dürfte. Obwohl alle gesammelten Organismen anschliessend bei für den Pilz optimalen Bedingungen weitergezüchtet worden sind, und in Anbetracht einer Infektionsrate der adulten Maikäfer zwischen 78 und 98% (KELLER, S. et al, 1986), muss die Infektionsrate der behandelten Waldrandfauna von 2,6% (resp. 1,1% incl. Epigaion) als sehr niedrig bezeichnet werden. Diese Beurteilung stützt sich auf folgendes: Der Mittelwert von 2,6% entsteht vor allem dadurch, dass in der Population von Sommeri (Tab. 1) gesichert unselektiv alle In-

sektenkategorien befallen wurden. Dies verstehen wir vorläufig nicht etwa im Widerspruch zur stets betonten Wirtsspezifität von *B. brongniartii,* sondern als Dosiseffekt, denn die Insekten dieser Stichprobe und damit die ihnen anhaftenden Blastosporen wurden bereits nach 12 Stunden in für den Pilz optimale Entwicklungsbedingungen gebracht. In den 5 Fällen, in denen die Stichprobenentnahmen erst am 2. Tag nach der Behandlung oder noch später erfolgt sind, liegt die Infektionsrate bei 2%. Es darf angenommen werden, dass die atmosphärischen Bedingungen eines Frühlingstages (Güttingen: 15. Mai 1985, 13.00: 15,7 °C, rH: 63%, Sonnenscheindauer: 7,1 h) der Überlebenschance der Blastosporen abträglich sind. Die Tatsache, dass von den 7,03% Maikäfer dieser Population kein einziges Individuum infiziert war, soll als kleiner Schönheitsfehler nicht unerwähnt bleiben.

Nicht so einfach lassen sich die Infektionsraten in den vier Vegetationsschichten erklären. Aus Abb. 2 geht hervor, dass in der Population von Sommeri an der Waldbodenoberfläche gar keine verpilzten Tiere, die nächst kleinere Infektionsrate aber am andern Ende des Schichtprofils in der obern Baumkrone, wo der massivste Sporeneintrag zu vermuten wäre, festgestellt werden kann. Falls man das Resultat zunächst einmal durch den vegetationsbedingten, von oben nach unten zunehmenden Schutz der Blastosporen vor direkter Sonneneinstrahlung und Verdunstung erklären möchte, müsste das Fehlen jeglicher Infektion im Epigaion eine andere Ursache haben. Eine solche könnte einerseits im Frühlingsaspekt der Bodenvegetation, andererseits aber im Verhalten der Fauna gesehen werden. Der Aronstab-Buchenmischwald (*Aro-Fagetum* nach ELLENBERG & KLÖTZLI, 1972) zeichnet sich im Frühjahr durch einen geschlossenen Teppich von Bärlauch *(Allium ursinum)* und Bingelkraut *(Mercurialis perennis)* aus. Diese einförmige Krautschicht dürfte die Spritzbrühe nicht nur sehr wirkungsvoll auffangen, sondern wird aber auch von den dem Epigaion angehörenden Arten kaum begangen.

Zusammenfassend kann somit gefolgert werden, dass *B. brongniartii* auch im Rahmen einer Bekämpfungsaktion selektiv wirkt, indem nur ein kleiner Anteil der Biocoenose unmittelbar nach der Applikation infolge einer noch grossen Dosis Blastosporen verpilzt. Weil die Überlebensdauer der Blastosporen im oberirdischen Bereich des Waldrandes sehr kurz ist, kann die Gefahr einer allgemeinen «Verpilzung» der Biocoenose weitgehend ausgeschlossen werden. In Anbetracht der geringen Zahl verpilzter Organismen, aber auch wegen des kurzfristigen Einsatzes sind noch einige Aspekte ungeklärt geblieben. So wäre es z. B. sehr wertvoll im Rahmen zukünftiger Behandlungsaktionen der Frage des Überlebens der Blastosporen gezielt nachzugehen.

DANKSAGUNG

Die Kosten dieser Untersuchung wurden zum grössten Teil vom Landwirtschaftsamt des Kt. Thurgau getragen. Das kantonale Tiefbauamt stellte uns die Hebebühne zur Verfügung, und die kantonale Zentralstelle für Obst- und Rebbau erlaubte uns im Obstbaubetrieb Mooswiesen, Uttwil, eine Feldstation einzurichten. Besonderen Dank schulden wir Frau C. FLURY und den Herren Dr. R. BÄCHI, J. CARABAIN und P. BOSSERT, Donzhausen, welche durch ihre kurzfristige Verfügbarkeit uns überhaupt erst ermöglichten, die Arbeit im gegebenen Umfange und mit der notwendigen Zuverlässigkeit ausführen zu können. Den Herren E. KELLER, Kantonale Zentralstelle für Pflanzenschutz, Arenenberg, und Dr. S. KELLER, Eidg. Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz, danken wir für die kollegiale Zusammenarbeit und Herrn Dr. D. RUBLI, Inst. Phytomedizin ETH-Zürich, für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

LITERATUR

ELLENBERG, H. & KLÖTZLI, F. 1972: *Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz.* Mitt. schweiz. Anst. forstl. Vers'wes. *48:* 587–930.

KELLER, E. 1984. *Versuch zur biologischen Maikäferbekämpfung 1985.* Kant. Zentralstelle für Pflanzenschutz, Arenenberg. 11 pp + 4 tab.

KELLER, S. 1978. 1978: *Infektionsversuche mit dem Pilz Beauveria tenella an adulten Maikäfern (Melolontha melolontha L.)* Mitt. Schweiz. Ent. Ges. *51:* 13–19.

KELLER, S., KELLER, E., AUDEN, J. A. L. 1986: *Ein Grossversuch zur Bekämpfung des Maikäfers (Melolontha melolontha L.) mit dem Pilz Beauveria brongniartii (Sacc.) Petch.* Mitt. Schweiz. Ent. Ges. *59:* 47–56.

(erhalten am 15. Mai 1986)