

**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:** 1-2

**Artikel:** Ein Grossversuch zur Bekämpfung des Maikäfers (*Melolontha melolontha* L.) mit dem Pilz *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch

**Autor:** Keller, S. / Keller, E. / Auden, J.A.L.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-402202>

### 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:** 10.01.2026

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

## Ein Grossversuch zur Bekämpfung des Maikäfers (*Melolontha melolontha* L.) mit dem Pilz *Beauveria brongniartii* (SACC.) PETCH

S. KELLER<sup>1</sup>, E. KELLER<sup>2</sup> & J. A. L. AUDEN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Eidg. Forschungsanstalt für landw. Pflanzenbau, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zürich.

<sup>2</sup>Kantonale Zentralstelle für Pflanzenschutz, CH-8268 Arenenberg.

<sup>3</sup>Biotechnologie, Ciba-Geigy AG, CH-4002 Basel.

*A large field trial to control the cockchafer, Melolontha melolontha L., with the fungus Beauveria brongniartii (SACC.) PETCH.* – In 1985 a large field trial to control the larvae of the cockchafer with the fungus *Beauveria brongniartii* was started. The trial based on the principle of treating the swarming beetles with the blastospores of the fungus. The infected females subsequently carried the disease into the breeding sites. 14 places of forest known as concentration sites of the beetles with a surface of 89 ha were treated with 32,500 l of spore suspensions with an average conc. of  $7 \cdot 10^8$  spores/ml resulting in a coverage of  $2.6 \cdot 10^{14}$  spores/ha. The production of the needed 24,000 l blastospore concentrate is described.

One site was treated using a mist blower and 13 sites were treated with a helicopter. Both treatments gave comparable infection rates of adult beetles, 85% on the average. A second treatment on 5 sites increased infection to 95% on the average. These high infection rates are only one of several presuppositions for a successful continuation of the trial. The development of the treated populations as well as that of untreated ones will be followed now for some generations.

Der Pilz *Beauveria brongniartii* gilt als der wichtigste natürliche Feind des Maikäfers. Er kann sämtliche Entwicklungsstadien befallen und ist in der Lage, unter günstigen Umständen seuchenhaft aufzutreten. Wiederholt wurde er deshalb für Versuche zur biologischen Bekämpfung herangezogen. Sie scheiterten jedoch gewöhnlich daran, dass es nicht gelang, genügend Infektionsmaterial in den Boden, den Lebensraum der Engerlinge zu bringen.

Dieses Problem kann im Prinzip auf zwei Arten gelöst werden: (1) Einbringen des Pilzes auf mechanische Art, wie es FERRON (1983) erfolgreich anwendete, oder (2) einbringen des Pilzes mit infizierten Weibchen, die beim Eiablagevorgang sterben und ein Pilzmyzel als Infektionsquelle für die Engerlinge entstehen lassen. Diese Methode, die sich besonders für die grossflächige Anwendung eignet, wurde in den vergangenen Jahren entwickelt und unter praxismässigen Bedingungen erprobt (KELLER, 1978, 1983; KELLER *et al.* 1979). Die guten Resultate sowie verschiedene Begleitumstände wie Ausdehnung des Fluggebietes und starke Zunahme der Engerlingsschäden (KELLER, 1985), ermöglichen 1985 die Durchführung des vorliegend beschriebenen Grossversuches. Dieser erfolgte im nordöstlichen Teil des Urner Fluggebietes im Kanton Thurgau, wie es an anderer Stelle beschrieben ist (KELLER, 1981).

Auf die langfristigen Untersuchungen über die Auswirkungen auf die Populationsdynamik der Maikäfer (Erfolgskontrolle) kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Ferner ist anzufügen, dass durch andere Institutionen Begleituntersuchungen über die Auswirkung der Pilzapplikation auf übrige waldrandbewohnende Insekten, Bienen und Vögel durchgeführt wurden, deren Ergebnisse für die Versuchsbeurteilung ebenfalls von Bedeutung sein werden.

## MATERIAL UND METHODEN

### Versuchsstandorte

Die Auswahl der für die Behandlung vorgesehenen Waldpartien erfolgte auf Grund von Probegrabungen und der regelmässig durchgeföhrten Maikäferfrass-schadenkartierung. Sie stimmen im wesentlichen überein mit den Konzentrationsstellen der aus den verschiedenen Brutgebieten ausschwärmen Käfer. Insgesamt wurden 14 Standorte für die Behandlung ausgewählt mit einer Gesamtfläche von 70,1 ha (Tab. 1). Sie lagen teils im generationenalten Brutgebiet, teils im Brutgebiet, das erst seit einer Generation besiedelt und wo eine weitere Ausdehnung zu be-

Tab. 1: Angaben zu den Versuchsstandorten

| Behandlungsgebiet                | Waldrand<br>m | Waldfläche<br>ha | Behandlungen | Behandlungs-<br>daten |
|----------------------------------|---------------|------------------|--------------|-----------------------|
| 1. Sommeri                       | 1'100         | 2.2              | 2            | 13.5., 17.5.          |
| 2. Dünnershaus                   | --            | 4.0              | 2            | 14.5., 17.5.          |
| 3. Engishofen                    | 5'500         | 11.0             | 2 *          | 14.5., 17.5.          |
| 4. Happerswil                    | 2'500         | 5.0              | 2            | 14.5., 17.5.          |
| 5. Lenzwil                       | --            | 2.5              | 1            | 15.5.                 |
| 6. Zuben                         | 1'350         | 2.7              | 2            | 15.5., 17.5.          |
| 7. Schönenbaum-<br>garten        | 2'400         | 4.8              | 1            | 15.5.                 |
| 8. Chressibuech                  | 1'000         | 2.0              | 1            | 17.5.                 |
| 9. Kesswil                       | 2'500         | 5.0              | 1            | 15.5.                 |
| 10. Güttingen                    | 1'300         | 2.6              | 1            | 17.5.                 |
| 11. Altnau                       | 2'000         | 4.0              | 1            | 15.5.                 |
| 12. Landschlacht                 | 3'000         | 6.0              | 1            | 15.5.                 |
| 13. Pulvershaus                  | 6'750         | 13.5             | 1            | 18.5.                 |
| 14. Buch/Happerswil              | 2'400         | 4.8              | 1            | 18.5.                 |
| Gesamtfläche                     |               | 70.1             |              |                       |
| effektive Behand-<br>lungsfläche |               | 89.0             |              |                       |

\* Fläche der zweiten Behandlung: 5.0 ha

fürchten war. An zwei Standorten mussten auf Grund der Erfahrungen und des Bestandes an Frassbäumen ganze Waldflächen für die Behandlung vorgesehen werden, an den übrigen Standorten beschränkte sie sich auf die Waldränder. Zur Vereinheitlichung der Flächenangaben wurde 1 km Waldrand 2 ha gleichgesetzt. An 5 Standorten mit einer Gesamtfläche von 18,9 ha waren zwei Behandlungen vorgesehen, an den übrigen nur eine. Die effektive Behandlungsfläche von 89,0 ha ergibt sich aus der Summe der Flächen aller Standorte und jener der zweimal behandelten (Tab. 1).

### *Witterungsverlauf*

Die Klimadaten stammen von der im Versuchsgebiet liegenden Wetterstation Göttingen der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt.

### *Pilzmaterial*

Mit einer Auswahl von 10 Stämmen wurden Bioteests zur Prüfung der Virulenz an Maikäfer-Larven (Engerlingen) des zweiten Stadiums (L2) und an adulten Maikäfern durchgeführt. Auf Grund der Ergebnisse wurden die 3 Stämme 119, 129 und 132 für die Feldversuche ausgewählt. Stamm 132, von einer L3 aus Istighofen am 6.1.83 isoliert, zeigte die beste Virulenz gegenüber Engerlingen, jedoch nur eine mässige gegenüber Adulten. Der Stamm 129, isoliert am 6.1.83 von einer L3 aus Ried/Brig, wies eine sehr gute Wirkung auf gegen Adulte sowie eine mittlere gegen Engerlinge. Stamm 119 zeigte gegen beide Stadien eine gute Wirkung. Es handelte sich dabei um jenen Stamm, der 1982 für die Feldversuche eingesetzt wurde und der seinerseits wieder Isolate aus den Feldversuchen von 1976 enthielt.

Von Engerlingen und Käfern, die mit diesen 3 Isolaten infiziert worden waren, wurden Einzelkolonien auf Sabouraud-Dextrose-Agar rückisoliert. Eine Herkunft erwies sich als kontaminiert, so dass schliesslich 5 Stämme (165-169) als Ausgangsmaterial für die Versuche zur Verfügung standen. Für die weiteren Produktionsschritte wurde das von BLACHERE *et al.* (1973) beschriebene Flüssigmedium verwendet, das sich bereits in früheren Versuchen für die Massenproduktion von Blastosporen als geeignet erwies.

In einem ersten Schritt wurde von je einer Schrägagarkultur der 5 Isolate eine 10 ml umfassende Konidiensuspension hergestellt. Diese wurden bei 4°C gelagert und dienten als Ausgangsmaterial für die einzelnen Produktionsprozesse.

Die erste Vorkultur erfolgte nach Isolat getrennt in 500 ml Erlenmeyerkolben mit 100 ml Nährlösung. Die entstehenden Kulturflüssigkeiten wurden vereinigt und als Inokulum für die zweite Vorkultur verwendet, die in 2 l-Schüttelflaschen erfolgte. Die dritte Vorkultur erfolgte in einem 50 l-Fermenter mit 30 l Nährlösung, die vierte Vorkultur in einem 500 l-Fermenter mit 300 l Nährlösung und die eigentliche Sporenpunktion in einem 5500 l-Fermenter mit 4000 l Nährmedium.

Das Inokulationsvolumen betrug bei diesem letzten Schritt 5% des Nährlösungs volumens, bei den Beimpfungen der Vorkulturen jeweils 2,5%. Der Gehalt der Inokula lag jeweils zwischen  $1 \cdot 10^8$  und  $4 \cdot 10^8$  Blastosporen/ml.

Während der Fermentation wurden die wichtigsten Parameter laufend registriert sowie periodisch Trockengewichtsbestimmungen und Sporenzählungen vorgenommen. Letztere erfolgten in einem Haemocytometer nach THOMA mit einer Messkammerdicke von 0,01 mm.

Tab.2: Einfluss der Lagerdauer auf die Virulenz der Blastosporen

| Lieferung | Lagerdauer Tage | Konzentration 1 : 10 Sporen/ml | Mortalität % Sign.* | Konzentration 1 : 100 Sporen/ml | Mortalität % Sign.* |
|-----------|-----------------|--------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| Kontrolle | --              | --                             | 30 a                | --                              | 30 a                |
| 1         | 28              | $2.3 \cdot 10^7$               | 84 b                | $2.3 \cdot 10^6$                | 66 c                |
| 2         | 23              | $6.9 \cdot 10^7$               | 84 b                | $6.9 \cdot 10^6$                | 82 bc               |
| 3         | 20              | $4.3 \cdot 10^7$               | 88 b                | $4.3 \cdot 10^6$                | 78 bc               |
| 4         | 8               | $5.8 \cdot 10^7$               | 86 b                | $5.8 \cdot 10^6$                | 88 bc               |

\* Signifikanz-Test nach DUNCAN, p = 0.05.

Die Auslieferung der Sporensuspension erfolgte in 4 Lieferungen jeweils nach Abschluss der Fermentation in 600 l Containern an folgenden Daten: 1. Lieferung (4000 l): 24. April; 2. Lieferung (4000 l): 29. April; 3. Lieferung (8000 l): 2. Mai und 4. Lieferung (8000 l): 14. Mai 1985. Das Pilzmaterial lagerte bis zu seiner Applikation bei 1°C.

Keimtests wurden mit zwei Proben durchgeführt, die während 4 und 9 Tagen lagerten. Dazu wurden verdünnte Sporensuspensionen auf Objektträger mit Wasseragar aufgesprüht, nach 20 Stunden fixiert und später ausgezählt. Untersuchungen über den Einfluss der Lagerdauer auf die Virulenz der Sporen erfolgten durch Bioteests. Von allen 4 Lieferungen wurden 10- und 100fache Verdünnungen hergestellt und darin pro Verfahren 50 adulte Maikäfer in 10er Gruppen während 10 Sekunden eingetaucht, anschliessend in Dosen mit feuchtem Torf gegeben und bei 20°C gelagert. Das Bestimmen der Infektionsrate erfolgte, als die Symptome der Krankheit deutlich sichtbar waren.

### *Maikäferflug*

Das Beobachten des Maikäferfluges, sowohl des Ausfluges wie des Rückfluges (Eiablagefluges) erfolgte an den 5 Standorten Altnau, Zuben, Happerswil, Aspen (Pulvershaus/Oberaach) und Dünnershau während der Dauer vom 4. bis 26. Mai. Dabei wurden die innerhalb einer Distanz von 10 m am Beobachter vorbeifliegenden Käfer getrennt nach Richtung gezählt oder geschätzt und minutenweise protokolliert.

### *Versuchsdurchführung*

Die Sporenapplikation erfolgte in Sommeri mit einem Nebelblaser vom Typ «Swissatom 2000» mit einem Sprühdruck von 20 bar, an allen übrigen Standorten mit einem Helikopter vom Typ «Aerospatiale SA 315 B Lama» mit einem Sprühdruck von 2,7 bar. Das Bereitstellen der Spritzbrühe erfolgte in einem speziellen Mischtank mit eingebauter Filteranlage. Für jeden Sprühflug wurden 500 l Spritzbrühe zugeladen. Diese setzte sich folgendermassen zusammen: 125 l Sporensus-

pension der Lieferung 4, 125 l Sporensuspension anderer Lieferungen, 250 l Wasser und 5 kg Magermilchpulver. Am Standort Landschlacht erfolgte die Behandlung mit halber Sporenkonzentration. Der Standort Buch/Happerswil wurde mit unverdünnter Sporensuspension der Lieferungen 1 und 2 behandelt, der die übliche Magermilchpulvermenge beigemischt war. An jedem Behandlungstag wurde der Spritzbrühe eine Mischprobe entnommen zur Bestimmung des Sporengehaltes.

Die Bestimmung der Wirkung der Sporenapplikation erfolgte anhand der Infektionsrate der Maikäfer in den einzelnen Behandlungsgebieten. Dazu wurden gewöhnlich 1–4 Stunden vor und 1–2 Stunden nach jeder Behandlung eine Probe von jeweils etwa 140 Maikäfern einzeln in Dosen mit feuchtem Torf eingeschlossen und bis zum Auftreten der Krankheitssymptome bei 20°C gelagert und anschliessend der Anteil der verpilzten Individuen (Infektionsrate) bestimmt.

## ERGEBNISSE

### *Pilzmaterial*

Die gesamte Fermentation von der Beimpfung der ersten Vorkultur bis zum Abschluss der Produktionsfermentation dauerte 9 Tage. Jede Stufe benötigte 2 Tage, einzig die letzte Vorkultur nahm nur einen Tag in Anspruch. Der Gehalt am Ende der Fermentation lag stets zwischen 1,1 und  $2,1 \cdot 10^9$  Blastosporen/ml.

Die Keimungsrate der Blastosporen nach 4 tägiger Lagerdauer bei 1°C betrug 99%, jene nach 9tägiger Lagerdauer 95%.

Die Ergebnisse der Biotests mit verdünnten Stammsuspensionen sind in Tab. 2 zusammengefasst. Sie lassen in der 10fachen Verdünnung keinen Einfluss der bis 28 Tage dauernden Lagerung erkennen. Bei der 100fachen Verdünnung scheint sich bei einer Lagerdauer von 28 Tagen ein Absinken der Virulenz abzuzeichnen, das statistisch jedoch nicht signifikant ist. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die während 28 Tagen gelagerte Sporensuspension den geringsten Gehalt aufwies.

### *Witterungsverlauf*

Der Winter 1984/85 war extrem kalt mit Temperaturen bis –30°C. Bis Ende März wurden noch Fröste registriert. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden maikäferwirksame Tagesmitteltemperaturen von über 8°C in Sinne der Temperatursummenregel von HORBER (1955) nur an einem einzigen Tag erreicht. Die Niederschlags- und Temperaturwerte sowie die maikäferwirksame Temperatursumme für die Monate April und Mai sind in Abb. 1 aufgezeichnet. Es geht daraus hervor, dass der Monat April kühl und feucht war mit Ausnahme zweier kurzer, trockener und warmer Perioden zu Monatsbeginn und Mitte der zweiten Monatshälfte. Dies bewirkte gegenüber anderen Jahren einen stark verzögerten Maikäferflug. Erst anfangs Mai setzte wärmeres und trockeneres Wetter ein.

### *Maikäferflug*

Erste vereinzelte Maikäfer flogen am 4., 5. und 6. Mai. Der eigentliche Ausflug setzte witterungsbedingt jedoch erst am 9., 10. und 11. Mai ein, je nach Standort (Abb. 2). Einen Tag später wurde bereits der Hauptausflug registriert. Dieser erfolgte in Zuben am 10. Mai, in Dünnershaus, Altnau und Aspen/Pulvershaus am 11.

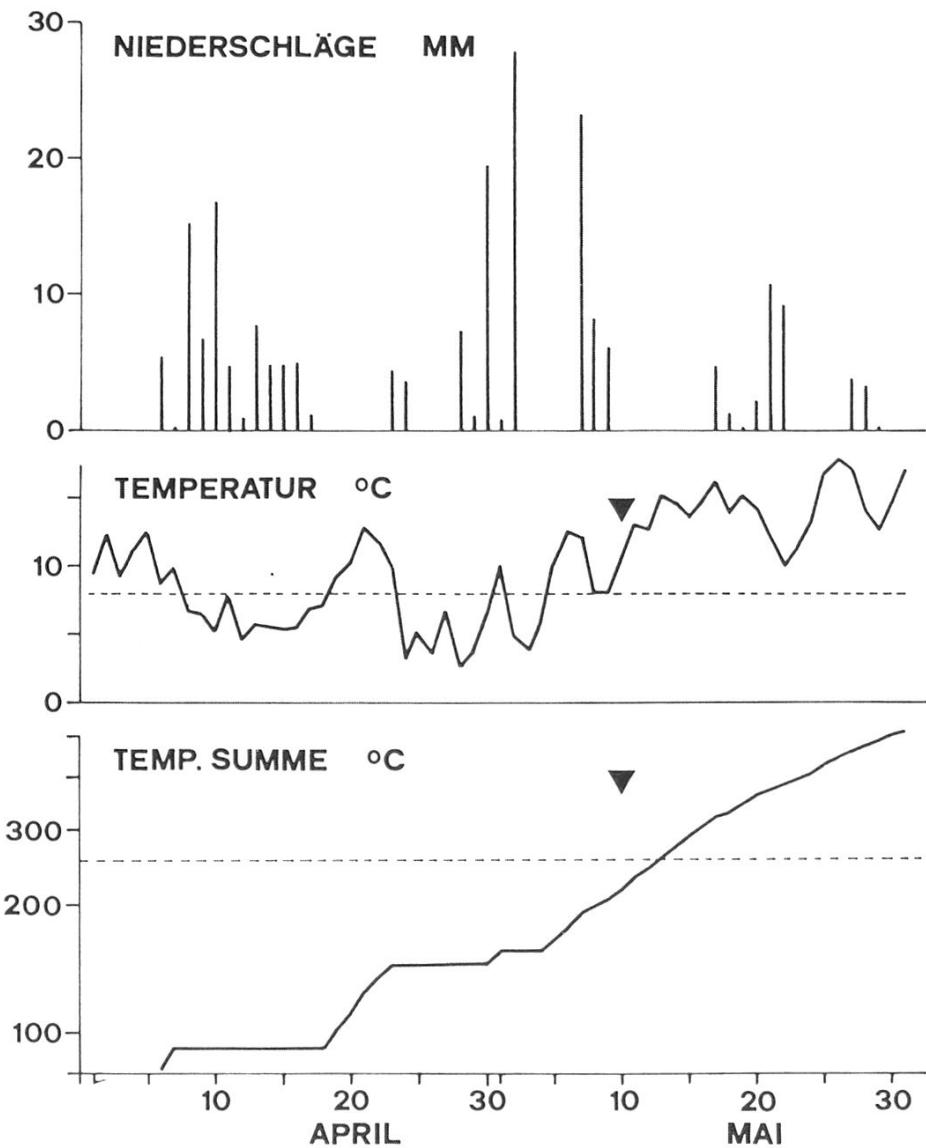


Abb. 1: Niederschläge, Temperaturen und die Summe der maikäferwirksamen Temperaturen für die Monate April und Mai nach Angaben der Wetterstation Göttingen. Gestrichelt eingetragen sind die der Ausflugsprognose von HORBER (l. c.) zugrunde liegenden Werte von 8°C und von 256°C. Die Pfeilspitzen geben den tatsächlichen Beginn der Hauptflüge an.

Mai und in Happerswil am 12. Mai. Die Temperatursumme nach HORBER (l. c.) betrug am 10. Mai 217,7°C, am 11. Mai 231,0°C und am 12. Mai 243,6°C. Der Flug erfolgte somit um 1–3 Tage früher, als nach der Temperatursummenregel zu erwarten gewesen wäre. An den folgenden 4–6 Tagen wurden nochmals stärkere Ausflüge verzeichnet (Abb. 2).

Der erste deutliche Eiablageflug erfolgte in Dünnershaus und Aspen am 16. Mai, in Altnau am 17. Mai und in Happerswil am 18. Mai. In Altnau, Aspen, Happerswil und Dünnershaus wurden markante Eiablageflüge beobachtet. Der stärkste erfolgte in Altnau und Dünnershaus 8 Tage, in Happerswil 11 und in Aspen 12 Tage nach dem Ausflugsmaximum. Diese zeitliche Differenz entspricht der Dauer des Reifungsfrasses.

In Dünnershaus und etwas weniger deutlich in Altnau wurde ein zweiter Ausflug beobachtet, der etwa 4–8 Tage nach dem Haupteiablageflug erfolgte. Diese zeitliche Differenz ist als Dauer des Eiablagevorganges zu interpretieren. Dieser zweite

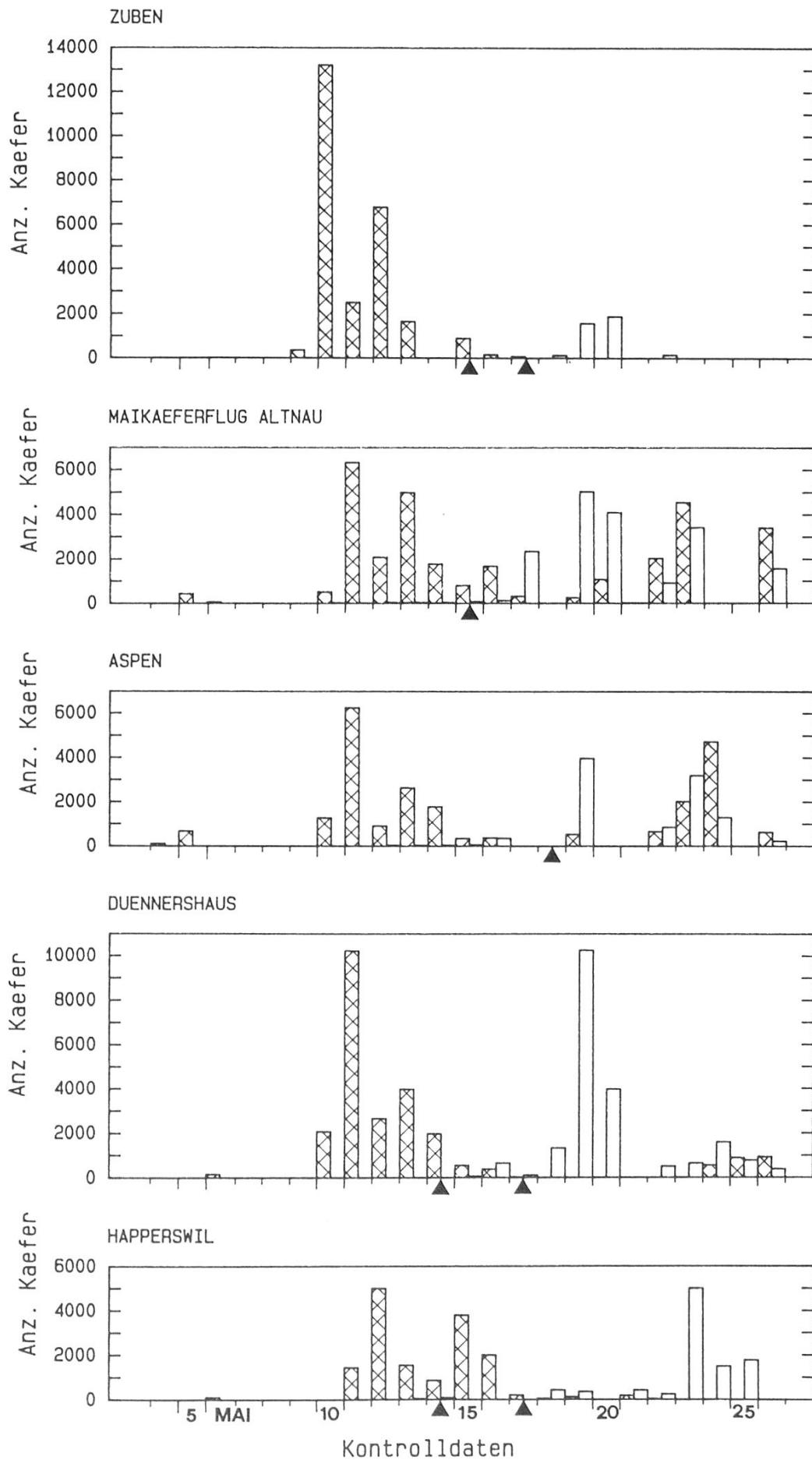


Abb. 2: Der Verlauf der Maikäferflüge an 5 Standorten in der Zeit vom 4.–26. Mai. Gerasterte Säulen: Ausflug; weisse Säulen: Eiablageflug. Die Pfeilspitzen markieren die Behandlungsdaten.

Ausflug wurde wegen Aufgabe der Flugzählung nur noch unvollständig erfasst. Die vorliegenden Daten lassen jedoch den Schluss zu, dass in Altnau die Mehrheit der eierlegenden Weibchen nochmals ausflog, während es in Dünnershaus nur ein kleiner Anteil war. Dementsprechend war in Altnau mit einer geringen, in Dünnershaus mit einer hohen Mortalität beim Eiablagevorgang zu rechnen.

### *Pilzapplikation und Erfolgskontrolle*

Die Behandlungsdaten sind in Tab. 1 aufgeführt. Mit den Nebelblaserbehandlungen wurde jeweils um 21 Uhr begonnen, mit den Helikopterbehandlungen um 17 Uhr. Die Witterung war grösstenteils günstig (Abb. 1). Die Temperaturen lagen zwischen 15 und 20°C, es war praktisch windstill und die Sonne wurde gewöhnlich 1–2 Stunden nach Behandlungsbeginn von Dunst oder Wolken abgedeckt, was eine allfällige, die Sporen inaktivierende Einstrahlung reduzierte. Am 17. Mai ging unmittelbar nach Abschluss der Behandlungen ein Gewitterregen nieder. Am folgenden Tag war es bedeckt und zeitweise fiel leichter Regen, der jedoch kurz nach Beginn der Behandlungen aufhörte.

Tab. 3: Infektionsrate der Maikäfer vor und nach den Behandlungen

| Standort             | 1. Behandlung |         | 2. Behandlung |         |
|----------------------|---------------|---------|---------------|---------|
|                      | vorher        | nachher | vorher        | nachher |
| 1. Sommeri           | 20.9          | 98.4    | 78.6          | 91.0    |
| 2. Dünnershaus       | 5.7           | 97.8    | 93.2          | 93.0    |
| 3. Engishofen        | 3.4           | 87.9    | 95.8          | 97.8    |
| 4. Happerswil        | 11.3          | 93.4    | 38.2          | 97.8    |
| 5. Lenzwil           | 23.1          | 99.3    |               |         |
| 6. Zuben             | 32.0          | 77.9    | 89.7          | 97.8    |
| 7. Schönenbaumgarten | 13.7          | 40.3    |               |         |
| 8. Chressibuech      | --            | --      |               |         |
| 9. Kesswil           | 18.4          | 96.5    |               |         |
| 10. Güttingen        | 40.3          | 93.6    |               |         |
| 11. Altnau           | 20.7          | 89.9    |               |         |
| 12. Landschlacht     | 5.1           | 78.1    |               |         |
| 13. Pulvershaus      | 56.8          | 84.6    |               |         |
| 14. Buch/Happerswil  | 21.9          | 86.6    |               |         |
| Durchschnitt         | 21.0          | 86.5    | 79.1          | 95.5    |

Angaben über die zeitliche Lage der Behandlungen in bezug auf den Maikäferflug sind für 5 Standorte möglich. Aus Abb. 2 ist ersichtlich, dass in Altnau und Happerswil die Behandlungen im optimalen Zeitpunkt erfolgten, während sie in Dünnershaus 2 und in Zuben und Aspen/Pulvershaus 3 Tage darnach stattfanden. Sie erfolgten jedoch an allen Standorten deutlich vor dem Einsetzen stärkerer Eiablageflüge.

Die Wirkung der Behandlung auf die Maikäfer ist in Tab. 3 zusammengefasst. Es geht daraus hervor, dass die natürliche Infektionsrate von Standort zu Standort grosse Unterschiede aufwies und zum Teil beträchtlich hoch war. Sie lag zwischen 3,4% in Engishofen und 56,8% im benachbarten Pulvershaus. Im Durchschnitt betrug sie 21%. Im Anschluss an die erste Behandlung konnte ein deutlicher Anstieg der Infektionsrate auf durchschnittlich 86,5% festgestellt werden. Ein auffallend niedriger Wert von 40,3% wurde in Schönenbaumgarten beobachtet, während an den meisten Standorten die Infektionsrate über 85% lag.

Bis zur zweiten Behandlung veränderte sich die Infektionsrate nur weing. Einzig in Happerswil, wo in der Zwischenzeit nochmals starke Flüge erfolgten, sank sie auf 38,2%. Im Anschluss an die zweite Behandlung lagen die Werte an allen Standorten über 90%, die durchschnittliche Infektionsrate betrug 95,5%.

Käfer von Standorten, die in den Nachmittagsstunden bei voller Sonneneinstrahlung behandelt wurden, wiesen ähnliche Infektionsraten auf wie solche von Standorten mit späterer Behandlung. Ein schädigender Einfluss des Sonnenlichtes konnte nicht nachgewiesen werden.

Insgesamt wurden 32 5001 Sporensuspension ausgebracht, davon 1000 l mit dem Nebelbläser. Der Rest wurde in 63 Flügen à je 500 l versprüht. Diese Menge reichte im Durchschnitt für die Behandlung von 1,34 ha Wald oder 670 m Waldrand. Die Sporenkonzentration an den einzelnen Behandlungstagen variierte zwischen  $5,4 \cdot 10^8$  und  $1,0 \cdot 10^9$  Sporen/ml. Unter Berücksichtigung der mit dem Helikopter behandelten Fläche von 84,6 ha ergibt sich eine Dosis von  $2,0 - 3,7 \cdot 10^{14}$  Sporen/ha.

## DISKUSSION

In der vorliegenden Arbeit ist der Beginn eines Grossversuches zur langfristigen Engerlingsbekämpfung mit Hilfe eines natürlichen Antagonisten beschrieben. Es handelt sich also nur um einen Teil des ganzen Versuches, wenn auch um einen wesentlichen. Die Qualität der Pilzsporen, der Applikationszeitpunkt und die daraus resultierenden Infektionsraten bei den behandelten Maikäfern, insbesondere bei den Weibchen, beeinflussen massgeblich das Versuchsergebnis.

Die bei den behandelten Maikäfern erzielten Infektionsraten entsprachen jenen früherer Versuche (KELLER *et al.* 1979 und unpubl.). Sie sprechen für eine gute Qualität der Pilzsporen wie auch deren Applikation. Unterschiede zwischen der Behandlung mit dem Helikopter und jener mit dem Nebelbläser konnten keine festgestellt werden. Dagegen war die Leistung des letzteren wesentlich geringer als jene des Helikopters, der für die Behandlung von einer ha durchschnittlich 7,4 Minuten benötigte, inbegriffen alle Pausen und Überflüge.

Zu erwähnen sind die Behandlungsergebnisse der Standorte Landschlacht und Buch/Happerswil. Ersterer wurde mit halber Konzentration behandelt. Obwohl die erzielte Wirkung im Vergleich mit den übrigen Standorten im unteren Be-

reich lag, ist bei künftigen Sporenapplikationen die Möglichkeit des reduzierten Sporenaufwandes zu prüfen. In Buch wurden die am längsten gelagerten Sporen verwendet, allerdings in doppelter Konzentration. Die erzielte Wirkung entsprach dem Durchschnitt der übrigen Standorte. Ein Einfluss der Lagerung auf die Qualität der Sporen konnte nicht festgestellt werden, was die Resultate der Biotests bestätigte. Mit diesem Befund hat sich das Produktions- resp. Lagerungsproblem etwas entschärft. Trotzdem ist im Hinblick auf weitere Versuche der Sporenkonservierung grössere Beachtung zu schenken.

Auf Grund der bisherigen Ergebnisse kann für alle Standorte mit Ausnahme von Schönenbaumgarten eine günstige Prognose für den weiteren Versuchsverlauf gestellt werden. Gewisse Auswirkungen könnte der Umstand nach sich ziehen, dass der witterungsbedingte, äusserst konzentrierte Ausflug und die relativ kurze Reifungsfrassperiode nicht überall eine Behandlung im optimalen Zeitpunkt ermöglichen. Im weiteren ist darauf hinzuweisen, dass die Infektionsrate bei den Käfern nur eine von mehreren entscheidenden Grössen darstellt. Insbesondere sind die Dichte der in den Brutgebieten verpilzten Weibchen und der sich entwickelnden Engerlinge entscheidend für den weiteren Versuchsverlauf.

#### VERDANKUNGEN

Wir möchten dankbar festhalten, dass überall, wo wir Mithilfe und Unterstützung brauchten, sie uns bereitwillig und grosszügig gewährt wurden. Besonders Dank schulden wir den Vertretern des Landwirtschaftsamtes, des Tiefbauamtes und des Amtes für Information des Kantons Thurgau für ihre wertvolle Unterstützung, ebenso unseren Mitarbeitern C. SCHWEIZER, M. TOBLER, Dr. H. BRENNER, Frl. E. BÜSCHEN und H. LEUBIN für ihren grossen persönlichen Einsatz. Unser Dank gilt auch der Nebelblaser-Mannschaft und der Helikopter-Equipe der Transheli/Air Glacier unter Leitung von S. MULLER für die mustergültige Organisation und präzise Sporenapplikation.

#### LITERATUR

- BLACHÈRE, H., CALVEZ, J., FERRON, P., CORRIEU, G. & PERINGER, P. 1973. *Etude de la formation et de la conservation d'une préparation entomopathogène à base de blastospores de Beauveria tenella (Delacr. Siemaszko)*. Ann. zool. écol. anim. 5, 69–79.
- FERRON, P. 1983. *Induction artificielle d'une épizootie à Beauveria brongniartii dans une population de Melolontha melolontha*. Symbioses 15, 75–83.
- HORBER, E. 1955. *Ökologische und statistische Untersuchungen an Populationen des Feldmaikäfers (Melolontha vulgaris F.). I. Geschlechtsverhältnis vor dem Ausflug.– Früheres Erscheinen der Männchen an der Bodenoberfläche.– Prognose des Ausfluges*. Landw. Jahrb. Schweiz 69 (N. F. 4), 1–14.
- KELLER, E. 1985. *Grossversuch zur Maikäferbekämpfung*. Thurg. Bauer 11, 635–637.
- KELLER, S. 1978. *Infektionsversuche mit dem Pilz Beauveria tenella an adulten Maikäfern (Melolontha melolontha L.)*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 51, 13–19.
- KELLER, S. 1981. *Früheres und gegenwärtiges Auftreten der Maikäfer (Melolontha melolontha L.) im Kanton Thurgau*. Mitt. thurg. naturf. Ges. 44, 75–89.
- KELLER, S. 1983. *Die mikrobiologische Bekämpfung des Maikäfers (Melolontha melolontha L.) mit dem Pilz Beauveria brongniartii*. Mitt. Schweiz. Landw. 31, 61–64.
- KELLER, S., KELLER, E. & RAMSER, E. 1979. *Ergebnis eines Versuches zur mikrobiologischen Bekämpfung des Maikäfers (Melolontha melolontha L.) mit dem Pilz Beauveria tenella*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 52, 35–44.

(erhalten zum 24.11.85)