

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) Baden-Württemberg, Abteilung Waldschutz, Freiburg i. Br.

Eine integrierte Strategie zur Regulierung der Waldmaikäfer (*Melolontha hippocastani* F.) – Populationen in der nördlichen Oberrheinebene

An integrated control strategy for regulation of forest cockchafer (*Melolontha hippocastani* F.) populations at the Northern Upper Rhine Valley

Hansjochen Schröter

Zusammenfassung

Die zunehmenden waldbaulichen Schäden durch Engerlingsfraß haben die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt veranlasst, eine Strategie zu entwickeln, die eine rasche Absenkung der Populationen unter die schadensrelevante Dichte ermöglichen soll. Diese Strategie basiert auf einem moderaten Insektizideinsatz auf Reifungsfraßflächen der Käfer während des Schwärmflugs. Es werden Ergebnisse von Freilandversuchen beschrieben, die die Weiterentwicklung der Strategie und deren Erfolgsaussichten dokumentiert. Ebenso werden die Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Anwendung der Strategie beschrieben.

Stichwörter: Waldmaikäfer, Bekämpfung, Insektizide, Freilandversuche, Oberrheinebene

Abstract

Increasing forest tree damages effected by forest cockchafer (*Melolontha hippocastani* F.) larvae at Northern Upper Rhine Valley initiated the Forest Research Institute of Baden-Württemberg to develop an integrated control strategy which should effect a rapid reduction of forest cockchafer populations. This strategy includes a moderate apply of insecticides on feeding areas of the beetles during their flight and feeding activity. Results of field tests are described documenting the advanced development of the control strategy and the conditions under which the strategy is considered to work successfully.

Key words: Forest cockchafer, tree damage control, insecticides, field tests, Upper Rhine valley

1 Einleitung

1.1 Allgemeine Situation

Die waldbaulichen Schäden durch den Engerlingsfraß des Waldmaikäfers (*Melolontha hippocastani* F.) nehmen in den von der Kiefer geprägten Hardtwäldern der nördlichen Oberrheinebene seit den 1980er Jahren gravierend zu (DELB, 2004). Diese Entwicklung hat die Abteilung Waldschutz der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) Baden-Württemberg veranlasst, eine neue integrierte Bekämpfungsstrategie, die einen moderaten Einsatz von Insektiziden gegen adulte

Käfer während des Reifungsfraßes vorsieht, zu entwickeln und zu erproben.

Als Bekämpfungsziel wurde definiert, dass durch diese Regulierungsmaßnahmen die Engerlingsdichten auf ein Niveau zurückgeführt werden sollen, bei dem die für die Befallsgebiete vorgegebenen waldbaulichen Bestockungsziele durch den Engerlingsfraß nicht gefährdet werden. Diese waldbaulichen Ziele werden in Baden-Württemberg einmal von der langfristigen „regionalen Waldbauplanung“, die sich auf Ergebnisse der Standortskartierung gründet, zum anderen von den mittelfristigen waldbesitzerweise für 10-Jahres-Perioden erstellten Forsteinrichtungsplanungen vorgegeben. Hauptziel dieser waldbaulichen Vorgaben ist die Umsetzung der vom Landeswaldgesetz für Baden-Württemberg vorgegebenen „naturnahen Waldwirtschaft“.

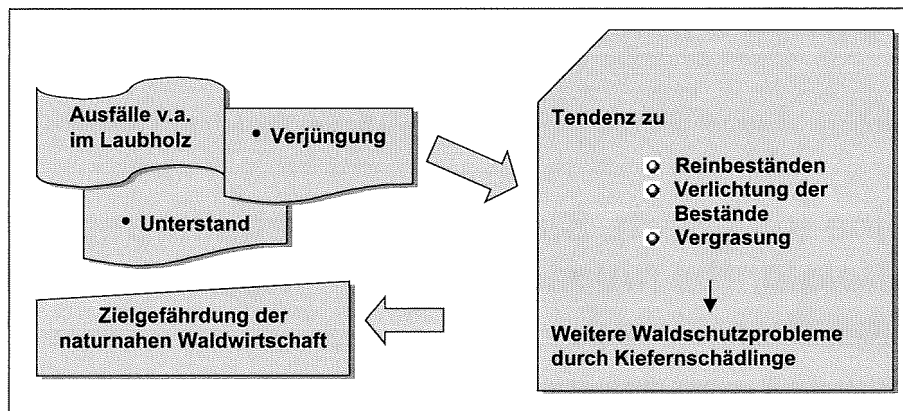
Gemessen an diesen Vorgaben sind die Waldmaikäfer-Populationen gegenwärtig vielerorts deutlich zu hoch und werden bei Unterlassen von Regulierungsmaßnahmen weiterhin zunehmen (Übersicht 1).

1.2 Darstellung und Begründung der „integrierten Strategie“

Aus intensiven Freilandbeobachtungen seit 1996 konnte hergeleitet werden, dass die adulten Käfer nach dem Ausflug aus dem Boden bestimmte Waldflächen bevorzugt zum Reifungsfraß aufsuchen und sich dort zum Fraß aggregieren, bevor die Weibchen wieder zur Eiablage den Boden aufsuchen. In den betroffenen Waldgebieten der nördlichen Oberrheinebene sind bevorzugte Baumarten je nach Vorhandensein und Austriebszustand zur Ausflugszeit der Käfer Roteichen (*Quercus rubra*), Eichen (*Quercus robur* und *Q. petraea*), Hainbuchen (*Carpinus betulus*) und Buchen (*Fagus sylvatica*) (DELB, 2000; SCHRÖTER, 2000).

Entsprechend der Käferdichte und der daraus abgeleiteten Prognose der Flugintensität, die durch Probegrabungen im Herbst im Befallsgebiet flächendeckend ermittelt wird (DELB, 2004), der Baumartenverteilung in einem Befallsgebiet und den Ergebnissen einer Blattfraßkartierung während des letzten Fluges lassen sich vor Ausflug der Käfer recht sichere Besatzprognosen für die potenziellen Reifungsfraßflächen herleiten. Diese Flächen können nach dem Ausflug der Käfer aus dem Boden mit einem als Kontakt- und vor allem auch als Fraßgift wirksamen Insektizid gezielt vom Boden oder aus der Luft behandelt werden. Wenn die Fraßgiftwirkung etwa drei Wochen anhält, wird auf diesen behandelten Flächen auch ein Großteil der Käfer abgetötet, die sich zum Zeitpunkt der Ausbringung des Insektizids noch nicht

Übersicht 1. Gefahrenpotenzial „Waldmaikäfer“ auf kieferndominierten Sandstandorten in der nördlichen Oberrheinebene.



auf den behandelten Flächen aufhalten, sondern diese erst später aufsuchen. Die Kontaktgiftwirkung verhindert, dass bei starkem Käferbesatz und geringer Blattmasse die kontaminierte Blattmasse zu früh von den Käfern aufgebraucht wird und für nachkommende Käfer nicht mehr zur Verfügung steht.

Vorteile dieser Strategie ist der geringe, mosaikartig verteilte Insektizid-Einsatz, von dem große Flächen im Befallsgebiet ausgenommen sind, z. B. reine Nadelholzflächen oder Laubholzflächen ohne Käferbesatz. Damit wird der Einsatz auch bezüglich der Auswirkungen auf die Biozönose und die Umwelt vertretbar, muss doch bedacht werden, dass auch der Engerlingsfraß eine Belastung für die Biozönose darstellt, diese sogar im Extremfall durch Engerlingsfraß weitgehend verändert werden kann.

Aus den Befunden einer Reihe von seit 1997 von der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) durchgeführten Labor- und Freilandversuchen konnten einige wesentliche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Anwendung der beschriebenen Strategie bezüglich der Erreichung des oben definierten Bekämpfungsziels herausgearbeitet werden. Diese umfassen im Einzelnen:

- Repräsentative Probegrabungen zur Prognose der Käferdichten,
- Bestimmung und Kartierung potenzieller Fraßflächen,
- Herleitung des optimalen „Behandlungs-Zeitfensters“ (Übersicht 2).

Die Umsetzung der beschriebenen Strategie wird im Folgenden an Hand von einigen Ergebnissen von Freilandversuchen und Praxiseinsätzen der FVA aus den Jahren 2000, 2002 und 2003 verdeutlicht.

2 Ergebnisse von Freilandversuchen

Der Waldmaikäfer kommt in der nordbadischen Oberrheinebene in drei Hauptflugstämmen vor, dem Nordstamm, dem Südstamm und dem Südhessischen Stamm. Daneben haben sich in den 1990er Jahren vermutlich unter Einwirkung der hohen Durchschnittstemperaturen während dieses Zeitraums im gesamten Fluggebiet Nebenflugstämme herausgebildet mit zum Teil größeren Populationsdichten (SCHRÖTER, 2000). Deswegen findet dort zurzeit alljährlich ein Maikäferflug unterschiedlicher Stärke statt, was die Durchführung von Freilandversuchen und den damit verbundenen wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn erleichtert hat. Gleichzeitig hatte einer der Versuche zum Ziel, einen gerade stärker werdenden Nebenflugstamm möglichst stark zu dezimieren.

2.1 Versuch 2000 im Nordstammgebiet

Im Jahr 2000 wurde im Nordstammgebiet (Forstbezirke Karls-

ruhe-Hardt, Philippsburg, Bruchsal und Schwetzingen) auf 655 ha Waldfläche unter wissenschaftlicher Anleitung der FVA Baden-Württemberg das Insektizid ZOLONE® (Wirkstoff: Phosalone) eingesetzt. Das Insektizid wurde auf 149 ha vom Boden und auf 506 ha mit dem Hubschrauber aus der Luft appliziert.

Auf Grund der vorgegebenen Anwendungsbeschränkungen (Nähe von Siedlungs- und Verkehrsflächen, Gewässer, Schutzgebiete aller Art) konnte das Insektizid nicht auf allen für den Bekämpfungserfolg behandlungsnotwendigen Flächen ausgebracht werden. Somit war die sofortige 100%ige Erreichung des Bekämpfungsziels in einigen Waldgebieten des Flugareals von vornherein in Frage gestellt. Dieses Ziel konnte in drei größeren Waldgebieten jedoch nahezu erreicht werden, wie die Vergleiche der L3-Engerlingsdichten aus den Jahren 1998 (vor der Behandlung) und 2002 (nach der Behandlung) zeigen (Abbildung 1).

Die Untersuchungen während des Insektizideinsatzes im Jahr 2000 zeigten, dass bei hohem Käferbesatz in Beständen, die höher als 12 m sind, der Hubschraubereinsatz unabdingbar ist. Ein weiterer Grund für die Hubschrauberapplikation ist eine große Behandlungsfläche, die mit den vielen um diese Jahreszeit wirksamen naturgegebenen und politischen Restriktionen (labile Witterung, Feiertage) mit Bodengeräten nicht in dem vorgegebenen optimalen „Behandlungs-Zeitfenster“ zu gewährleisten wäre.

2.2 Versuch 2002 im „Käfertaler Wald“ (Südhessischer Flugstamm)

Dieser bei Mannheim vorkommende Flugstamm war bereits im Jahr 1998 im Rahmen des Versuchsprogramms zur Entwicklung der Bekämpfungsstrategie bekämpft worden (SCHRÖTER, 2000). Bei dieser Aktion konnte auf Grund von größeren Restriktionsflächen (Erholungsanlagen, Wasserschutzgebiete) und auf Grund zu hohem Käferbesatz auf einigen Reifungsfraßflächen nicht im

Übersicht 2. Herleitung des optimalen Behandlungszeitfensters von Waldmaikäfern beim Reifungsfraß mit Insektiziden.

- ⇒ **Bezüglich der Käfer**
 - ⇒ Starke Zunahme der Besatzdichten auf Reifungsfraßflächen
 - ⇒ Zunahme des Weibchen-Anteils
 - ⇒ Erste Kopulationen finden bereits statt
- ⇒ **Bezüglich der Fraßbäume**
 - ⇒ Laubentfaltung: möglichst > 25 % der potenziellen Laubmasse (Blattgröße: > 1-€-Stück) muss auf den vorgesehenen Behandlungsflächen vorhanden sein
- ⇒ **Bezüglich der Witterung**
 - ⇒ Mindesttemperatur: ≥ 15 °C (Fraßaktivität)
 - ⇒ Niederschlag: Keine Niederschläge unmittelbar vor und nach der Behandlung

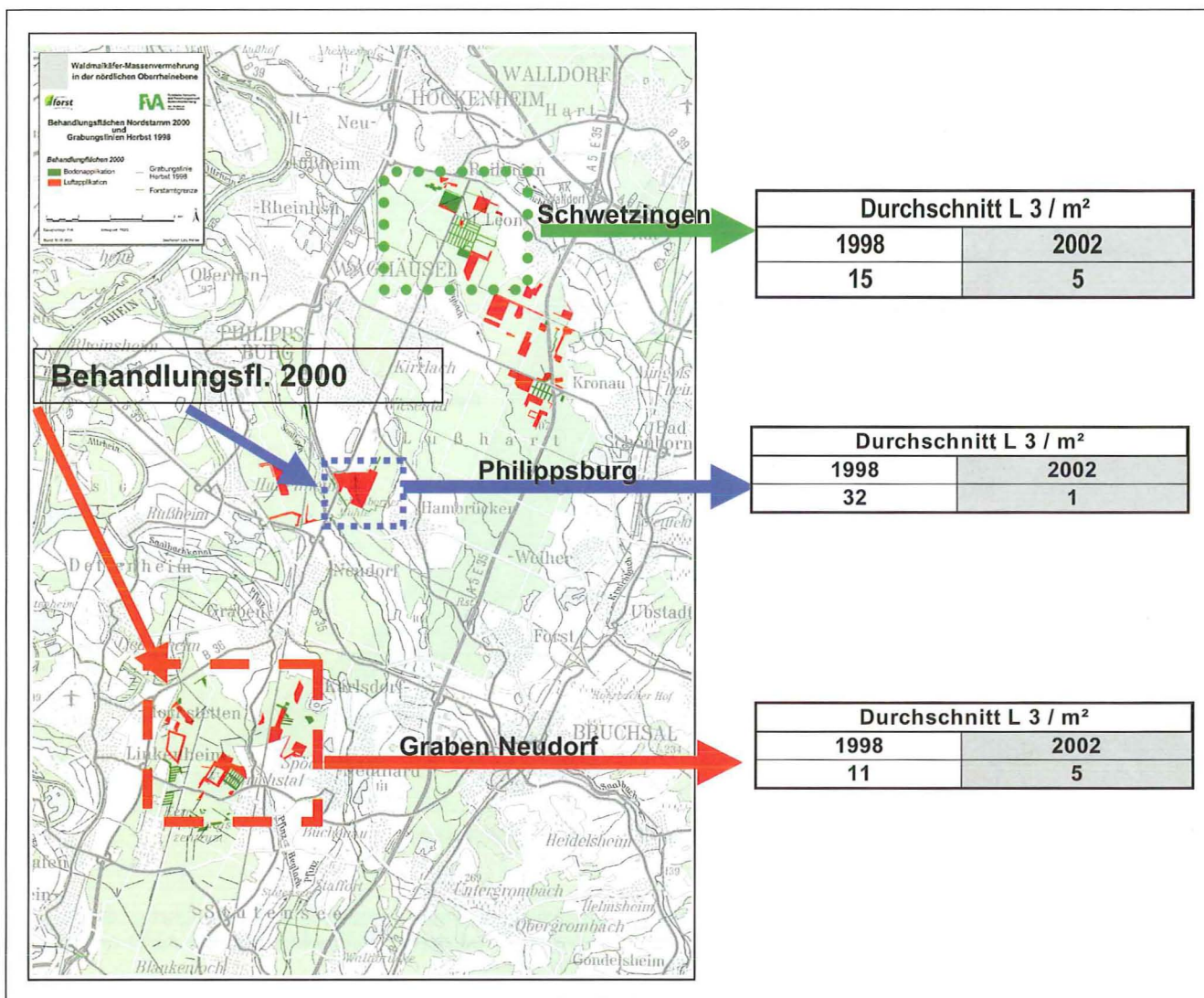


Abb. 1. Vergleich der Populationen des Waldmaikäfers (L3/m²) 1998 und 2002 in Behandlungsgebieten im Bereich des Nordstammes (Behandlung 2000).

gesamten Befallsgebiet das Bekämpfungsziel erreicht werden. Deswegen wurde im Frühjahr 2002 auf einem Teil der im Jahr 1998 behandelten Flächen im Rahmen eines Freiland-Versuchs noch einmal ein Insektizid ausgebracht. In einem Screening-Versuch zur Ermittlung der Wirksamkeit gegen den Waldmaikäfer wurden mehrere Aufwandmengen (min. 50 ml/ha bis max. 200 ml/ha) des Insektizids PERFEKTHION® (Wirkstoff: Dimethoat) mit Boden-Applikation ausgebracht (siehe Übersicht 3).

Übersicht 3. Freilandversuche 2002 im „Käfertaler Wald“ (Fbz. Weinheim).

Behandlungszeitraum:	30. 4.–15. 5. 02 Behandlung der Versuchsfelder mit Bodengerät (Turbmatic) von Waldwegen und Erschließungslinien aus
Fläche:	66 ha Roteichen- und Eichenbestände bis max. 20 m Oberhöhe mit mindestens mittelstarkem Käferbesatz
Pflanzenschutzmittel:	Perfekthion® (Wirkstoff: Dimethoat)
Aufwandmengen/ha:	50–300 ml (Screening-Versuch)

Die Verteilung der Behandlungsflächen zeigt Abbildung 2. In dieser wird die Mosaikstruktur der Behandlungsflächen deutlich sichtbar.

Ohne bereits beurteilen zu können, ob das Bekämpfungsziel bei dieser Behandlung erreicht werden konnte, zeigt Tabelle 1 in der Gegenüberstellung der im Boden gefundenen Käfer-Population und der auf denselben Flächen auf 1 m² großen Auffang-Folien aufgefangenen toten Käfer den „Aggregationsfaktor“ der behandelten Flächen, der bis zu 110 betrug; d. h. es wurden 110-mal mehr tote Käfer pro m² aufgefangen, als sich Käfer auf derselben Fläche im Boden entwickelt haben. Es fand also ein signifikanter Einflug aus benachbarten, für den Reifungsfraß weniger geeigneten Waldflächen statt. Somit erbrachte die Ausbringung von Insektiziden eine Reduktion der Käfer während des Reifungsfraßes.

2.3 Versuch 2003 im „Südstamm“-Gebiet

Auf Empfehlung der Forstverwaltung und unter wissenschaftlicher Anleitung durch die FVA Baden-Württemberg wurde in den Gemeindewäldern Bietigheim und Durmersheim (Forstbezirk Rastatt) sowie Malsch (Forstbezirk Karlsbad) im Frühjahr 2003 das Insektizid PERFEKTHION® nochmals eingesetzt, um die in die-

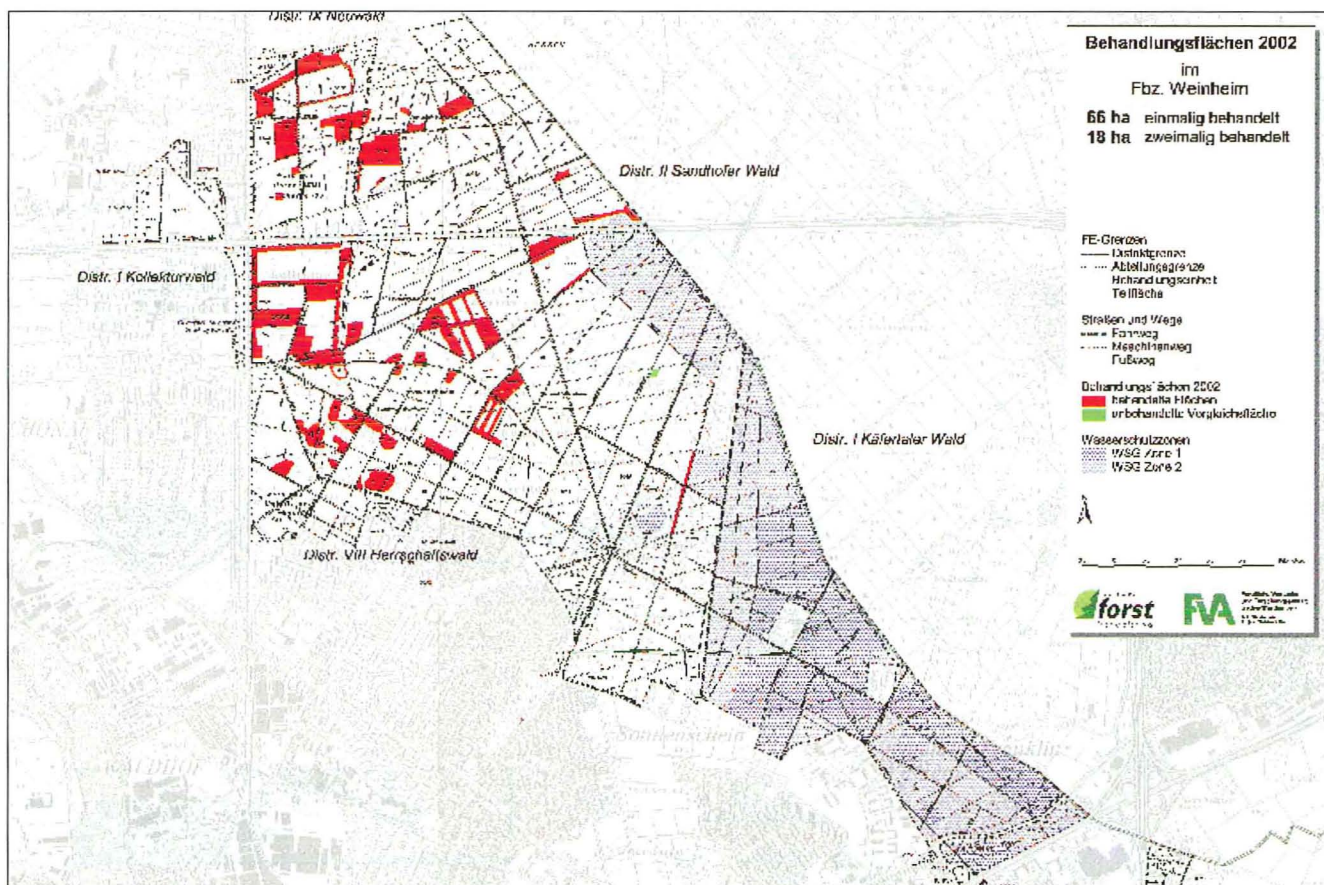


Abb. 2. Behandlungsflächen des Freilandversuchs 2002 im „Käfertaler Wald“ (Fbz. Weinheim).

sem Gebiet zunehmende Population des Waldmaikäfers zu reduzieren.

Dabei wurden die Erkenntnisse von den Freilandversuchen aus dem Vorjahr auf größerer Fläche umgesetzt. Die wichtigsten Daten zu diesem Insektizideinsatz enthält die Übersicht 4.

Mit der Wahl der Aufwandmenge von nur 200 ml/ha, die sich im Vorjahr in Labor- und Freilandversuchen als ausreichend erwiesen hatte, konnten die Nebenwirkungen des Insektizids auf die Umwelt und Nichtziel-Organismen eingeschränkt werden,

liegt doch die amtlich zugelassene Aufwandmenge der für PERFEKTHION® indizierten Zielinsekten bei 600 ml/ha und darüber (BVL, 2003).

Auf Grund der in dem behandelten Waldgebiet vorhandenen Bestandesstrukturen (Höhe der Bestände > 12 m; von „Lothar“ 1999 zerrissene Bestände) musste ein Hubschrauber für die Ausbringung des Insektizids eingesetzt werden, um eine optimale Wirkung zu erzielen.

Eine vorsichtige Abschätzung, ob durch diesen Insektizideinsatz das Bekämpfungziel erreicht wurde, können die Ergebnisse der ersten Probegrabungen nach L1-Engerlingen liefern, die im Herbst 2003 durchgeführt wurden. Wie Tabelle 2 zeigt, liegen die Mittelwerte der Engerlingsdichten in den 3 Gemeindewäldern jeweils unter der von Schwerdtfeger (1981) angegebenen „kritischen Dichte“ von 5–15 Larven des ersten Stadiums.

Tab. 1. Aggregationsfaktoren (= „Fraßpopulation“/„Bodenpopulation“) auf 12 Beobachtungsflächen im „Käfertaler Wald“ (Fbz. Weinheim)

Flächen Nr.	Baumart	Tote Waldmaikäfer auf Folie im Auffangzeitraum April/Mai 2002 [Käfer/m ²]	Grabungsergebnisse Herbst 2001 [Käfer/m ²]	Aggregationsfaktor je m ²
1	REi	98,1	0,8	98
2	REi	109,9		110
3	REi	62,4	4,8	13
4	Ei	96,0	Ohne Käferfunde	96
5	Ei	94,2	2,4	39
6	REi	65,6	6,4	10
7	REi	30,2	10	3
8	REi	45,4	Ohne Käferfunde	45
9	Ei	13,2	1,6	8
10	REi	31,6	Keine Grabung	32
11	Ei	53,6	0,8	67
12	REi	47,4	11,2	4
		52,8	Keine Grabung	53

Übersicht 4. Freilandversuche 2003 in den Gemeindewäldern Bietigheim, Durmersheim (Fbz Rastatt) und Malsch (Fbz. Karlsbad).

Behandlungszeitpunkte:	25. 4. Hauptbehandlung mit Hubschrauber 5. 5. Nachbehandlung mit Bodengerät von Erschließungslinien/Waldwegen
Fläche:	232 ha Waldflächen mit Laubholzanteil bei mindestens mittelstarkem Käferbesatz Nachbehandlung: 9 ha
Pflanzenschutzmittel:	Perfekthion® (Wirkstoff: Dimethoat)
Aufwandmenge/ha:	200 ml

Tab. 2. Erste Erfolgsabschätzung: Ergebnisse der Probegrabungen im Herbst 2003

Forstbezirk	Karlsbad	Rastatt	Rastatt
Forstbetrieb	Gde. Malsch	Gde. Bietigheim	Gde. Durmersheim
Spanne (L1/m ²)	0–7	0–5	0–19
Dichtedurchschnitt (L1/m ²) KD = 15 L1/m ²	2,1	1,7	1,7
Risiko für Jungwuchs	gering	gering	gering

Da die Ergebnisse der Probegrabungen vor allem in den ersten Larvenstadien mit größeren Fehlern behaftet sind, wird erst die Zusammenschau der Grabungsergebnisse in den nächsten 3 Jahren sicherere Auskunft über den Bekämpfungserfolg geben. Die Entwicklung der Engerlingsschäden als letztlich entscheidendes Kriterium wird in den nächsten 3 Jahren zeigen, ob die „kritische Dichte“ wirklich im gesamten Waldgebiet nachhaltig unterschritten ist.

3 Diskussion

Die stetige Zunahme der Waldmaikäfer-Populationen und die damit verbundenen durch Engerlingsfraß entstandenen waldbaulichen Schäden haben die FVA Baden-Württemberg veranlasst, eine Strategie zu entwickeln, die durch einen gezielten moderaten Insektizideinsatz die Populationen schnellstmöglich auf ein tragbares Maß reduziert. Diese Option wurde deswegen gewählt, weil alternative, mechanische und biologische Methoden für die beträchtlichen Dimensionen des Befallsgebiets der nördlichen Oberrheinebene (ca. 22 100 ha, siehe DELB, 2004) nicht praktikabel sind (ROHDE und GOSSENAUER-MAROH, 2000; KÖNIG, 1988; SCHMIDT-VIELGUT et al., 1992; ZIMMERMANN, 1998). Sicherlich ist dieser eingeschlagene Weg kein allgemein gültiges Patentrezept für die Lösung des Waldmaikäfer-Problems an jedem Ort. Wie die bisherigen Versuche gezeigt haben, kann jedoch durch Einsatz dieser Strategie eine Entspannung der Käfersituation erzielt werden. Unter günstigen Bedingungen kann auch das waldbauliche Bekämpfungsziel erreicht werden, das eine Reduktion der Käferdichten auf ein nicht mehr waldbaulich schadensrelevantes Niveau verlangt.

Die aus den Freilandversuchen gewonnenen Erkenntnisse führten zu einem Herausfinden des zurzeit für die Strategie am besten wirksamen Insektizids, zu einer Optimierung des Behandlungs-„Zeitfensters“ (Witterung, Phänologie der Fraßbäume), zur optimalen Auswahl der Behandlungsflächen und zur Bestimmung der optimalen Applikationstechnik. Somit steht ein waldschutz-technisches Instrumentarium für eine schnell wirksame Regulierung der Waldmaikäfer-Populationen mit vertretbaren Nebenwirkungen auf die Biozönose zur Verfügung.

Bei einem aus Nostalgiegründen in der Volksmeinung positiv besetzten Insekt wie dem Maikäfer gibt es allerdings emotionale Akzeptanzprobleme, diese Insekten überhaupt als „Schädling“ zu klassifizieren, geschweige denn, diese mit Insektiziden (= „Gift“) zu töten. Weiterhin gibt es in den betroffenen Waldgebieten immer mehr Interessenkonflikte mit Belangen des Naturschutzes, die noch durch das EU-Programm „Natura 2000“ (EWG 1979, 1992) politisch und rechtlich verstärkt wurden. Weiterhin fehlt noch ein „modernes“, für die Indikation Maikäfer amtlich zugelassenes Insektizid, dessen Wirkung den „alten“

nicht mehr oder nicht für diese Indikation zugelassenen Insektiziden (RUBITOX®/ZOLONE® und PERFEXHION®) ebenbürtig ist.

Natürlich stellt sich auch die Frage nach einem Durchbruch einer praktikablen Anwendung wirksamer biologischer Methoden im Wald unter völlig verschiedenen Anwendungsbedingungen, wie sie auf landwirtschaftlichen Flächen beim Feldmaikäfer (*Melolontha melolontha* L.) angetroffen werden. Hier sind in der Zukunft für den wissenschaftlichen und praktischen Waldschutz noch weitere Fragen zu beantworten.

Literatur

- BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit), 2003: Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis Teil 2: Gemüsebau – Obstbau – Zierpflanzenbau. Ribbesbüttel, Saphir Verlag.
- DELB, H., 2000: Erste Erfahrungen mit einer integrierten Bekämpfung des Waldmaikäfers (*Melolontha hippocastani* F.) in der Oberrheinebene. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, H. 376, 250–251.
- DELB, H., 2004: Monitoring der Waldmaikäfer-Populationen und der Schäden durch Engerlinge in der nördlichen Oberrheinebene, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 56 (5), 108–116.
- EWG, 1979: Vogelschutzrichtlinie (Richtlinie 79/409/EWG) vom 2. April 1979.
- EWG, 1992: Flora-Fauna-Habitat (FFH)-Richtlinie (Richtlinie 92/43 EWG).
- KÖNIG, E. (Hrsg.), 1987: Versuch zur Bekämpfung des Waldmaikäfers *Melolontha hippocastani* F. (Coleoptera, Scarabaeidae) im Frühjahr 1987 im Forstbezirk Karlsruhe-Hardt. Mitt. der FVA Baden-Württemberg, H. 132, 189 S.
- Landeswaldgesetz für Baden-Württemberg (LWaldG), 1995: 10. LfG, April 2003, Verlag W. Kohlhammer.
- ROHDE, M., H. GOSSENAUER-MAROH, 2000: Stand der Waldmaikäfer-Gradation in der hessischen Rheinebene. AFZ/Der Wald, 7/2000, 372–374.
- SCHMIDT-VIELGUT, B., C. TRZEBITZKY, H. BOGENSCHÜTZ, 1992: Waldmaikäferpopulationen in Baden-Württemberg. Allgemeine Forstzeitschrift, 13/1992, 718–720.
- SCHRÖTER, H., 2000: Neue Erkenntnisse zur Bekämpfung des Waldmaikäfers (*Melolontha hippocastani* F.). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 52, 139–144.
- SCHWERDTFEGGER, F.: Die Waldkrankheiten. 4. Aufl., Hamburg und Berlin, Verlag Parey, 1981, 486 S.
- ZIMMERMANN, G., 1998: Der entomopathogene Pilz *Beauveria brongniartii* (sacc.) Petch und Erfahrungen bei seinem Einsatz zur biologischen Bekämpfung von Feld- und Waldmaikäfern. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 50, 249–256.

Zur Veröffentlichung angenommen: Februar 2004

Kontaktanschrift: Dr. Hansjochen Schröter, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Waldschutz, Wonnhaldestraße 4, D-79100 Freiburg, Tel. 07 61/40 18 219, E-Mail: Hansjochen.schroeter@forst.bwl.de