

**Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt  
für Land- und Forstwirtschaft  
Berlin-Dahlem**



## **Schwammspinner-Kalamität im Forst**

Konzepte zu einer integrierten Bekämpfung  
freifressender Schmetterlingsraupen

### **Gypsy moth damage to forests**

Concepts for the integrated control of caterpillars

Kolloquium am 19. und 20. Oktober 1993 in Braunschweig

bearbeitet von

**Dr. Alfred Wulf**

und

**Dipl. Forstw. Karl-Heinz Berendes**

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für Pflanzenschutz im Forst  
Braunschweig

Heft 293

Berlin 1993

*Herausgegeben*

*von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft  
Berlin-Dahlem*

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg  
Seelbuschring 9-17, D - 12105 Berlin

ISSN 0067-5849

ISBN 3-489-29300-2

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Schwammspinner-Kalamität im Forst**

Konzepte zu einer integrierten Bekämpfung freifressender Schmetterlingsraupen; Kolloquium am 19. und 20. Oktober 1993 in Braunschweig = Gypsy moth damage to forests / hrsg. von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem : Parey, 1993

Berlin-Dahlem. – Berlin; Hamburg: Parey [in Komm.], 1993  
(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H. 293)

ISBN 3-489-29300-2

NE: Wulf, Alfred [Hrsg.]; Gypsy moth damage to forests; Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft <Berlin; Braunschweig>; Mitteilungen aus der...

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funk- sendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungs- pflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

1993 Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Seebuschring 9-17, 12105 Berlin  
Printed in Germany by Arno Brynda, Berlin

INHALTSVERZEICHNIS		Seite
A. Wulf:	Vorwort, Kolloquiumsprogramm.....	7
G. Gründemann:	Grußwort .....	11
R. Reindl:	Schwammspinnermassenvermehrung 1993 in Bayern.....	14
H. Bogenschütz H. Schröter:	Bericht über die Schwammspinner- Situation 1993 in Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz .....	24
L. Dimitri:	Auftreten und Bekämpfung des Schwamm- spinners ( <i>Lymantria dispar</i> ) in Hessen.....	35
L.-F. Otto:	Zum Auftreten des Schwammspinners ( <i>Lymantria dispar</i> L.) in Sachsen 1993.....	48
H. Vogt E. Dickler:	<i>Lymantria dispar</i> : Wechselwirkungen zwischen Gradationsgebieten im Forst und in Obstanlagen.....	55
C. Majunke:	Zum Auftreten ausgewählter blatt- und nadelfressender Insekten in der Forst- wirtschaft der ostdeutschen Länder im Jahre 1993 .....	57
W. Altenkirch:	Schwammspinner und Nonne: Situation in Nordwestdeutschland im Herbst 1993 .....	62
F. Kató:	Ansätze zur ökonomischen Bewertung der durch Schwammspinner und Nonne verur- sachten Schäden.....	69
W. Fleder:	Waldbauliche Aspekte im Zusammenhang mit Kalamitäten durch freifressende Schmetterlingsraupen im Forst .....	82
G.-A. Langenbruch:	Mikrobiologische Bekämpfung frei- fressender Schmetterlingsraupen im Forst (insbesondere Schwammspinner und Nonne) .....	94
H. Bathon:	Biologische Bekämpfung des Schwamm- spinners: Räuber und Parasitoide .....	117
A. Linde:	Können Mikrosporidien ( <i>Protozoa</i> ) zur Populationsregulation des Schwamm- spinners ( <i>Lymantria dispar</i> L.) bei- tragen? .....	125
E. Hummel H. Kleeberg:	Kontrolle von Schädlingen im Forst - Strategieentwurf: Gemeiner Schwamm- spinner ( <i>Lymantria dispar</i> ), Nonne ( <i>L. monacha</i> ), Maikäfer ( <i>Melolontha</i> sp.) .....	130
E. Bode:	Anwendung nicht zugelassener (biolo- gischer) Pflanzenschutzmittel .....	139

K.-H. Berendes:	Zulassungsverfahren und aktuelle Zulassungssituation der Pflanzenschutzmittel mit Anwendungen gegen freifressende Schmetterlingsraupen im Forst .....	144
H. Roos:	Bekämpfung von Schadraupen im Forst - Eigenschaften, Wirkung und Anwendung zugelassener Mittel .....	154
U. Banasiak:	Rückstände von Pflanzenschutzmitteln auf Waldpilzen und -beeren nach deren Anwendung gegen freifressende Schmetterlingsraupen im Forst.....	161
R. Binner:	Verbleib von <i>Bacillus thuringiensis</i> , Bromophos, Diflubenzuron und Triflumuron in Boden, Wasser und Luft .....	171
R. Kehr A. Wulf:	Zur Wirkung von synthetischen Häutungshemmern auf Pilze - erste Ergebnisse.....	183
A. Lischke:	Auswirkungen eines Häutungshemmers und eines <i>Bacillus thuringiensis</i> -Präparates auf die Ameise <i>Leptothorax nylanderi</i> als Nicht-Zielorganismus .....	190
R. Forster C. Kula T. Kampmann:	Gefährdungsabschätzung für eine Schwammspinnerbekämpfung mit chemischen und biologischen Pflanzenschutzmitteln in den Prüfbereichen Bodenfauna, Honigbiene und Nutzorganismen .....	203
R. Spangenberg:	Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln bei der Bekämpfung freifressender Schmetterlingsraupen im Forst auf Gewässerorganismen .....	217
G. Joermann:	Auswirkungen der Schwammspinnerbekämpfung mit chemischen und biologischen Pflanzenschutzmitteln auf Säugetiere und Vögel .....	230
S. Gericke B. Schellschmidt:	Gesundheitliche Bewertung von <i>Bacillus thuringiensis</i> -Präparaten und Häutungshemmern.....	236
V. Pfefferkorn M. Kern J. Moltmann:	Schwammspinner Kalamitäten 1993 - Bewertung aus Sicht der Industrie .....	253
H. Zschaler:	Abschätzung immaterieller Effekte des Pflanzenschutzes im Forst - Probleme, Ziele, Methoden - .....	255
	Diskussions-Protokoll .....	265
A. Wulf:	Schwammspinner-Massenvermehrung 1993 - Resümee und Ausblick .....	278
	Teilnehmerverzeichnis .....	283

CONTENTS	Page
A. Wulf:	Preface, Programme..... 7
G. Gündermann:	Address of welcome ..... 11
R. Reindl:	Gypsy moth damage in Bavaria in 1993..... 14
H. Bogenschütz H. Schröter:	Report on the gypsy moth situation 1993 in Baden-Württemberg and Rhein- land-Palatinate ..... 24
L. Dimitri:	Occurrence and control of the gypsy moth ( <i>Lymantria dispar</i> ) in Hessia ..... 35
L.-F. Otto:	Occurrence of the gypsy moth ( <i>Lymantria dispar</i> L.) in Saxony 1993 ..... 48
H. Vogt E. Dickler:	Interactions between gypsy moth damage in forests and fruit orchards ..... 55
C. Majunke:	Occurrence of some leaf- and needle-feeding insects in forests of the eastern German region in 1993 ..... 57
W. Altenkirch:	Gypsy moth and nun moth: Situation in northwest Germany in autumn of 1993 ..... 62
F. Kató:	An approach for the economic evalua- tion of damage caused by gypsy moth and nun moth ..... 69
W. Fleder:	Silvicultural aspects of damage to for- ests by needle-feeding insect species ..... 82
G.-A. Langenbruch:	Microbiological control of caterpillars in forests (especially gypsy moth and nun moth) ..... 94
H. Bathon:	Biological control of the gypsy moth: predators and parasitoids..... 117
A. Linde:	Are protozoa effective in controlling population density of the gypsy moth ( <i>Lymantria dispar</i> )? ..... 125
E. Hummel H. Kleeberg:	Control strategy for forest pests: Gypsy moth ( <i>Lymantria dispar</i> ), nun moth ( <i>Lymantria monacha</i> ) and cock- chafer ( <i>Melolontha sp.</i> ) ..... 130
E. Bode:	Use of non-registered (biological) plant protection substances ..... 139

K.-H. Berendes:	Registration procedure and present registration situation for plant protection substances against needle feeding caterpillars in forests.....	144
H. Roos:	Control of caterpillars in forests - properties, effects and application of registered substances.....	154
U. Banasiak:	Residues of plant protection substances in forest fungi, fruits and berries .....	161
R. Binner:	Pathway of <i>Bacillus thuringiensis</i> , bromophos, diflubenzuron and triflur-muron in soil, water and the atmosphere.....	171
R. Kehr A. Wulf	Effect of synthetic growth hormones on fungi - preliminary results .....	183
A. Lischke:	Effect of a growth hormone and <i>Bacillus thuringiensis</i> on a non-target organism, the ant species <i>Leptothorax mylanderi</i> .....	190
R. Forster C. Kula T. Kampmann:	Effect of gypsy moth control with chemical and biological plant protection substances on soil fauna, bees and non-target organisms .....	203
R. Spangenberg:	Effect of plant protection substances used for control of caterpillars in forests on aquatic organisms.....	217
G. Joermann:	Effect of gypsy moth control with chemical and biological plant protection substances on mammals and birds.....	230
S. Gericke B. Schellschmidt:	Evaluation of the effect of <i>Bacillus thuringiensis</i> and insect growth hormones on human health .....	236
V. Pfefferkorn M. Kern J. Moltmann:	Gypsy moth calamity 1993 - assessment from the viewpoint of the chemical industry .....	253
H. Zschaler:	Evaluation of non-monetary effects of plant protection measures in forests - problems, aims and methods.....	255
	Discussion.....	265
A. Wulf:	Gypsy moth calamity 1993 - Résumé and prospects .....	278
	List of participants.....	283

## Vorwort

Die Schwammspinner-Massenvermehrung im Frühsommer 1993 hat für kurze Zeit zu einem ungewöhnlichen öffentlichen Interesse für bis dahin kaum registrierte Schädlingsprobleme im Forst und für Fragen des Forstschutzes geführt. Drei außerordentlich warme und trockene Sommer waren in erster Linie dafür verantwortlich, daß sich der Schmetterling - von Fachleuten durchaus rechtzeitig bemerkt (vgl. Allg. Forstz. 1. Aprilheft 1993) - in extremer Weise vermehren konnte. Große Mengen an Raupen sind nach flächendeckendem Kahlfraß aus dem Wald zu anliegenden landwirtschaftlichen Kulturen, Weinbergen, Gärten und Grünflächen weitergewandert. Auch dort haben sie durch ihr massenhaftes Auftreten erhebliche Fraßschäden und zudem spektakuläre Belästigungen verursacht. Unabhängig von der Frage, wie und ob die geschädigten Laubbaumbestände sich nach dem Kahlfraß wieder erholen, sind dabei die ökologischen Auswirkungen der Kalamität als Folge großflächiger totaler Entlaubung zur Sommerzeit in bemerkenswerter Weise deutlich geworden.

Besonders verschärft hatte sich die Situation durch konträre Diskussionen um die zur Bekämpfung anwendbaren Pflanzenschutzmittel im Vorfeld der Massenvermehrung (Forst und Holz, 1993, 48, 375 - 378). Sofern sich direkte Bekämpfungsmaßnahmen gegen Freifressende Schmetterlingsraupen als dringend notwendig erweisen, werden im Forstschutz seit einigen Jahren nicht nur wegen der guten Wirksamkeit bevorzugt Häutungshemmer mit dem Wirkstoff Diflubenzuron angewendet. Als weiterer Vorteil dieser Mittel wird eine gewisse Selektivität gesehen, die nun durch neuere Untersuchungen bei Waldameisen in Frage gestellt worden war. Den Forderungen nach Anwendungsverzicht waren sogar lokale Anwendungsverbote gefolgt.

Vor diesem Hintergrund mußten aktuelle Meldungen über die Progradation der Nonne als besonders besorgniserregend gewertet werden. Die sich abzeichnende Massenvermehrung dieser mit dem Schwammspinner verwandten Schmetterlingsart in Ost- und Norddeutschland stellt den Forstschutz vor große Probleme, da be-

kannt ist, daß bereits nach einmaligem Kahlfraß im Nadelholz ein Absterben der betroffenen Bestände erfolgen kann. Insbesondere die auf den ärmeren Standorten stockenden Kiefern in Brandenburg und den angrenzenden Bundesländern sind auf großer Fläche in ihrer Existenz bedroht.

In dieser für den Forstschutz sehr prekären Situation war es dringend geboten, Fachleute aus verschiedenen Wissenschaftsrichtungen an einen Tisch zu bitten, um die aktuelle Gefährdung für den Wald zu beraten sowie die Bekämpfungsmöglichkeiten für Schmetterlingsraupen und die Bewertung der zur Verfügung stehenden Mittel zu erörtern. Der vorliegende Band gibt die Referate des am 19. und 20. Oktober 1993 bei der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig veranstalteten Kolloquiums sowie einen Diskussionsextrakt wieder. Ergänzt wird die Zusammenstellung durch einzelne zur Thematik gehörende Beiträge, die aus Zeitgründen während der Veranstaltung nicht vorgestellt werden konnten.

Die Herausgeber haben sich sorgfältig um eine vollständige, fehlerfreie und ansprechende Aufmachung des Tagungsbandes bemüht. Eine gewisse Heterogenität ließ sich dennoch nicht vermeiden, denn um eine schnelle Publikation zu erreichen, mußten die nicht auf Datenträgern vorliegenden Manuskripte im Original als Druckvorlage verwendet werden. Die Verantwortung für den Inhalt der Beiträge liegt selbstverständlich bei den Autoren.

Dem Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sei gedankt für die finanzielle Unterstützung des Kolloquiums. Dank gebührt auch Herrn Dr. Rolf Kehr für redaktionelle Mitarbeit sowie den technischen Assistentinnen unseres Institutes, Uta Scheidemann, Marion Krenz und Dörte Achilles für besonderes Engagement bei der Fertigstellung der Druckvorlagen.

**Dr. Alfred Wulf**

Institut für Pflanzenschutz im Forst der  
Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft





# BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT

Institut für Pflanzenschutz im Forst

Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig

**Kolloquium "Freifressende Schmetterlingsraupen im Forst"**  
(insbesondere Nonne und Schwammspinner)

am 19./20. Oktober 1993 bei der BBA in Braunschweig

## 19. Oktober: Ausgangslage, Grundlagen

Begrüßung, Einführung

Wulf, Braunschweig

Situation, Prognose, Maßnahmen

(Schwerpunkt Schwammspinner)

Bayern:

Reindl, Freising

Baden-Württemberg und  
Rheinland Pfalz:

Schröter/Bogenschütz,  
Freiburg

Hessen:

Dimitri, Hann. Münden

Sachsen:

Otto, Graupa

Wechselwirkungen zwischen  
Gradationsgebieten im Forst  
und Obstanlagen

Vogt, Dossenheim

(Schwerpunkt Nonne)

Brandenburg und  
ostdeutsche Bundesländer:

Majunke, Eberswalde

Norddeutschland:

Altenkirch, Göttingen

Diskussion

Pause

## **Forstwirtschaftliche Grundlagen**

Ökonomische Bewertung

Kató, Göttingen

Waldbauliche Aspekte

Fleder, Würzburg

Diskussion

**Biologische Bekämpfung**

insektenpath. Krankheitserreger	Langenbruch, Darmstadt
Prädatoren und Parasitoide	Bathon, Darmstadt
Anwendung nicht zugelassener (Bio-) Präparate	Bode, Braunschweig

**Diskussion**

20. Oktober: Bekämpfung mit Pflanzenschutzmitteln

**Anwendung und Verbleib**

Zulassungssituation	Berendes, Braunschweig
Anwendung und Wirkung	Roos, Düsseldorf
Rückstandssituation	Banasiak, Kleinmachnow
Verbleib in Boden, Wasser, Luft	Binner, Kleinmachnow

**Diskussion**

**Naturhaushalt**

Nichtzielorganismen	Buschinger, Darmstadt
Bienen, Nutzarthropoden, Bodenorganismen	Forster/Kula/Kampmann, Braunschweig
Wasserorganismen	Spangenberg, Kleinmachnow
Säugetiere, Vögel	Joermann, Braunschweig

**Diskussion**

**Pause**

**Einvernehmens - Behörden**

Gesundheitliche Bewertung von Bac. thur.-Präparaten und Häutungshemmern	Gericke, Berlin
Bewertung aus Sicht des Umwelt- bundesamtes	UBA, NN

**Spezielle Bewertungen**

Bewertung aus Sicht der Industrie	Pfefferkorn, Hattersheim
Bewertung immaterieller Effekte des Pflanzenschutzes	Zschaler, Kleinmachnow

**Abschluß-Diskussion**

Grußwort

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

ich begrüße Sie recht herzlich in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) in Braunschweig und freue mich, daß Sie so zahlreich erschienen sind.

Das Thema "Freifressende Schmetterlingsraupen im Forst" hat einen aktuellen Bezug. Kontroverse Diskussionen der Fachleute in der Schmetterlingsbekämpfung im Forst, die in diesem Jahr aufgetretene Schwammspinner-Massenvermehrung und das lebhaftere Interesse der Medien daran sind für dieses Kolloquium Motiv, aber auch Anlaß, Ursachen der aufgetretenen Massenvermehrung zu ergründen und Gegensteuerungsinstrumente zu finden. Schäden durch den Borkenkäfer, durch Schmetterlingsraupen und durch Engerlinge von Mai- und Junikäfer können für den Waldbesitzer existenzbedrohend werden. Es besteht daher ein weiteres ernst zu nehmendes Gefahrenpotential für Waldbestände neben den Gefahren durch Naturereignisse, menschliche Eingriffe, Wild und Pilzerkrankungen.

Ich begrüße die Referenten für den Themenbereich "Prognose eventuell im kommenden Jahr auftretender Massenvermehrungen von Schwammspinner und Nonne". Für eine erfolgreiche Bekämpfung ist eine Früherkennung unbedingte Voraussetzung. Langfristige Strategien zur Bekämpfung dieser Waldschädlinge sind aber auch erforderlich. Auch hierzu begrüße ich die Referenten, die sich dieses Themenkomplexes angenommen haben.

Bei der Wahl der Pflanzenschutzmittel ist die Entscheidung zwischen *Bacillus thuringiensis*-Formulierungen und synthetischen Häutungshemmern zu treffen, nachdem Virus-Formulierungen nicht zugelassen sind. Der betroffene Waldbesitzer muß unter Berücksichtigung der konkreten Situation die Wahl des Pflanz-

zenschutzmittels treffen, falls sich nicht bereits ein "Gegenspielerpotential" aufgebaut hat. Auch hierzu werden Kurzreferate gehalten werden. Die für diesen Bereich zugelassenen Pflanzenschutzmittel sind von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft grob aufgegliedert sechs Prüfungsbereichen unterzogen worden, nämlich:

1. Physikalisch-chemische Eigenschaften des Mittels und des Wirkstoffes und die dazu angewandten Analysemethoden;
2. Wirksamkeit gegen Schadorganismen;
3. Rückstände des Pflanzenschutzmittels in und auf Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen. Alle in diesem Bereich gefundenen Ergebnisse müssen vom Antragsteller nach den von der BBA erarbeiteten Richtlinien erstellt werden.
4. Toxikologie für Mensch und Tier;
5. Verhalten des Pflanzenschutzmittels in Boden, Wasser und Luft sowie
6. Auswirkungen des Pflanzenschutzmittels auf den Naturhaushalt. Naturhaushalt ist im Pflanzenschutzgesetz definiert und umfaßt die Bestandteile Boden, Wasser, Luft, Tier- und Pflanzenarten sowie das Wirkungsgefüge zwischen ihnen.

Soweit die Gesundheit von Mensch und Tier betroffen ist, ist das Einvernehmen des Bundesgesundheitsamtes erforderlich. Soweit die Vermeidung von Schäden durch Belastung des Wassers und der Luft sowie durch Abfälle des Pflanzenschutzmittels geprüft wird, ist das Einvernehmen des Umweltbundesamtes erforderlich. Im Mittelpunkt steht die gesunde Pflanze, der gesunde Baum, mit all den eigenen Möglichkeiten der Schadensabwehr. Pflanzenschutz heißt Denken und Handeln in Gesamtzusammen-

hängen, soweit wir dies nach unserem Wissensstand vermögen. Ultima ratio ist die Bekämpfung der Waldschädlinge mit zugelassenen Pflanzenschutzmitteln. Sorgfältig sind deshalb insbesondere biologische, ökologische, pflanzenhygienische und chemotherapeutische Möglichkeiten abzuwägen und danach unter Einsatz des aktuellen technischen Standards zu nutzen. Nur ein integrierter Pflanzenschutz hat Zukunft.

Ob wirklich "ein Feldzug gegen die gefräßigen Raupen 1994" erforderlich sein wird, so die Überschrift in einem Zeitungsartikel anlässlich der Schwammspinnermassenvermehrung, wird von der Natur entschieden werden. Damit aber auch ein erforderlicher Feldzug effektiv durchgeführt werden kann, muß man gerüstet sein. Ich hoffe, daß Sie das Rüstzeug finden. Die Öffentlichkeit ist bereits durch die Vielzahl der Pressemitteilungen sensibilisiert.

Ich freue mich, daß das Institut für Pflanzenschutz im Forst das Thema aufgegriffen hat und Praktiker, Wissenschaftler aus dem Zulassungsbereich und von den Einvernehmensbehörden sowie Industrie- und auch Pressevertreter eingeladen worden sind. Stellvertretend hierfür bedanke ich mich besonders bei dem Institutsleiter Dr. Wulf.

Ich wünsche der Tagung einen guten Verlauf und uns allen einen anregenden, sachbezogenen Erfahrungsaustausch.

**Dr. Gerhard Gündermann**

Vizepräsident der

Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

J. Reindl

Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Freising

### Schwammspinnermassenvermehrung 1993 in Bayern

Bei der Beurteilung der derzeitigen Massenvermehrung des Schwammspinners (*Lymantria dispar*) in den fränkischen Eichengebieten sind zwei Fragenkomplexe von besonderer Bedeutung:

1. Wie steht es mit der Gradation der Schwammspinnerpopulation?
2. Wie ist die Reaktion der betroffenen Eichen bzw. Eichen-Laubwaldbestände?

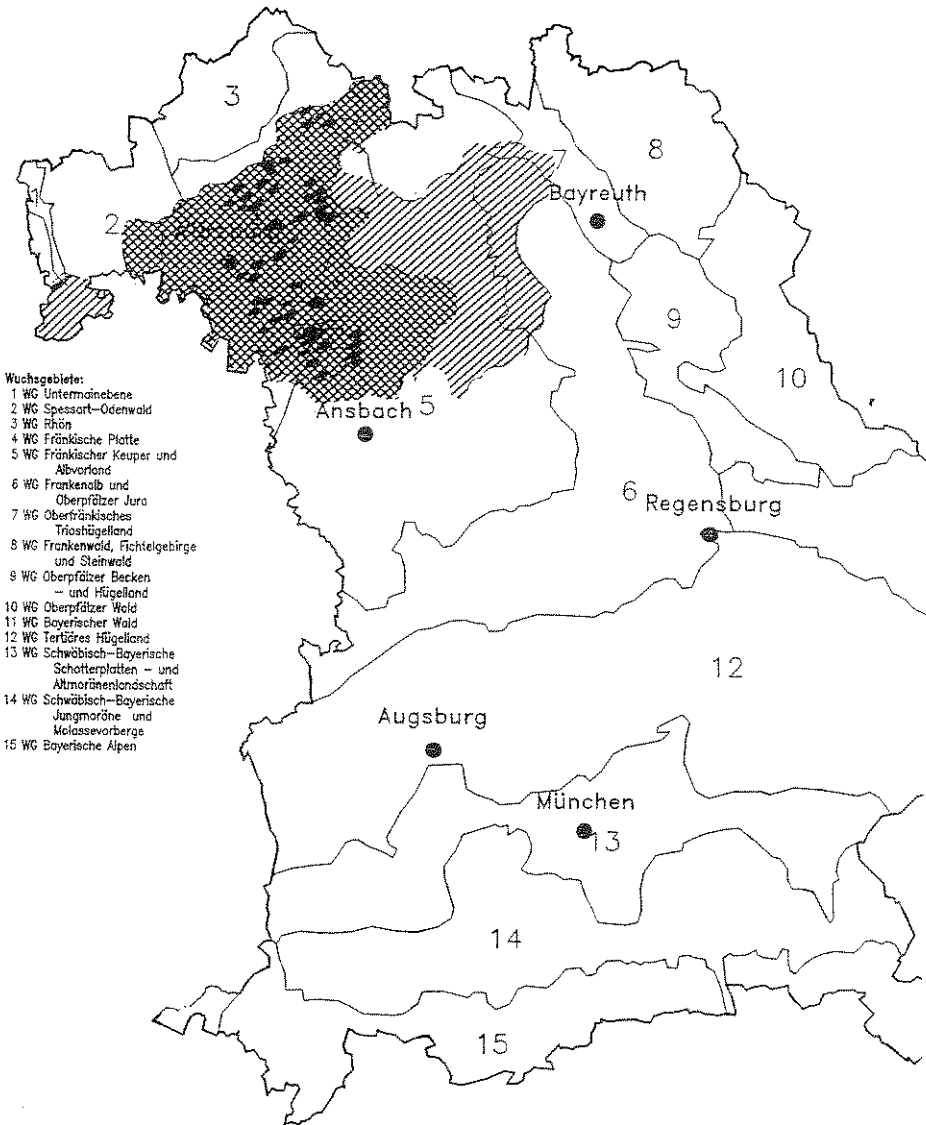
Diese beiden Fragen sind sehr wichtig für eine gezielte Prognose in den Befallsgebieten.

Die Maßnahmen für das nächste Jahr sind daraus abzuleiten.




### Schwammspinnerpopulation

Die Hauptbefallsgebiete liegen in den wärmeliebenden Eichenwäldern der Fränkischen Platte, sie reichen in den südlichen Steigerwaldrand und entlang des Maintals bis in die Oberfränkischen Juragebiete sowie in das Grabfeld.

Die Gradation befindet sich 1993 im zweiten Jahr (Schwenke, 1993). Die hohe Zahl der Eigelege (bis zu 150 Stück pro Baum, bis 800 Eier je Eigelege) führte zu massiven Fraßschäden:



**Legende:**

-  Befallsgebiet des Schwammspanners in Bayern (ca. 30.000 ha)
-  Gebiet mit Kahlfraßschäden durch Schwammspanner
-  Behandelte Bestände in 9 Forstämtern (156 Einzelflächen)

Gesamte Befallsfläche: 30.000 ha  
Kahlfraßfläche: 1.500 ha  
Bekämpfungsfläche: 8.020 ha. (siehe Abb.)

Nach Schwenke (Die Forstschädlinge Europas, 1978) dauert eine Schwammspinnergradation im Mittel vier Jahre. Der Falterflug im Juni/Juli 1993 und die Eiablage sind nach unseren Stichproben so hoch, daß für 1994 mit ähnlichen Befallsflächen zu rechnen ist. Die Eigelege sind örtlich etwas kleiner, dafür aber zahlreicher. Eine Besonderheit bei der laufenden Massenvermehrung war das gleichzeitig starke Auftreten des Eichenwicklers im gesamten fränkischen Laubwaldbereich:

Gesamte Befallsfläche: 44.000 ha  
Kahlfraßfläche: 15.000 ha.

Schwammspinner und Eichenwickler überdeckten sich in vielen Gebieten, sodaß in den befallenden Eichenbeständen zunächst der Eichenwickler den Maitrieb und anschließend der Schwammspinner den Johannistrieb kahlgefressen hat. Die Eichen waren somit teilweise von den ersten Maitagen bis Ende Juli ohne Laub.

Außer diesen beiden Lepidopteren-Arten sind örtlich noch weitere phytophage Insekten wie Frostspanner und Eichenprozessionsspinner aufgetreten. Dieses teilweise gemeinsame Auftreten der vielen Arten verbunden mit extrem hoher Dichte des Schwammspinners führte dazu, daß sich aufgrund einer Nahrungskonkurrenz die Entwicklungsdauer des Schwammspinners zusätzlich verlängerte. Nach Kahlfraß durch den Eichenwickler wichen die Schwammspinnerraupen auf andere Baumarten, auf den Zwischen- und Unterstand sowie auf die Bodenvegetation aus, um danach mit dem erneuten Austrieb der Eiche wieder an die frischen Eichenblätter zu gehen und dort weiter zu fressen. Unter diesen Bedingungen wurden nicht nur die frischen Blätter, sondern sogar die fri-



schen Triebe (Johannistriebe) gefressen. Erst danach verließen die Raupen den kahlgefressenen Bestand und kehrten nicht mehr in diesen zurück. Dieses Verhalten konnte von uns in diesem Jahr mehrfach beobachtet werden.

Auf den meisten Kahlfraßflächen wurde also nachweislich der Johannistrieb gefressen. Eine danach wieder erfolgte Begrünung der Eichen beruhte vornehmlich auf den Austrieb ruhender Knospen (Wasserreiser).

#### Wiederaustrieb der befallenen Eichenbestände

Der Wiederaustrieb der Eiche ist nach einmaligem Kahlfraß insbesondere wenn dieser sehr früh ist (Eichenwicklerfraß) völlig normal, diese Fähigkeit des Johannistriebs ist bei der Eiche besonders ausgebildet.

Wie ist aber die Reaktion, wenn Mai- und Johannistrieb kahlgefressen werden?

Unsere Beobachtungen und Aufnahmen in Kontroll-Flächen (unbehandelt) haben folgendes ergeben:

- Eichenstockausschläge (Niederwald): Die Wiederbegrünung bzw. der Austrieb verläuft zwar etwas verzögert, aber in der Regel problemlos.
- Eichenkernwüchse im Mittelwald oder Hochwald: Der Wiederaustrieb hängt von verschiedenen Faktoren ab; es sind dies u.a.

Dauer der Entlaubung  
Standortverhältnisse  
Witterungsbedingungen in den Vegetationsmonaten.

Bei der Beurteilung des Wiederaustriebes reagieren die Eichen sehr unterschiedlich. Eine abschließende Beurteilung des Wiederaustriebes ist erst im kommenden Frühjahr möglich.

- Sonstige Laubbäume wie Esche, Ahorn, Linde, Kirsche und andere: Sie treiben nach Kahlfraß gleichfalls in der Regel wieder aus, allerdings nur zögernd; Probleme zeigten sich häufig bei Hainbuche und Linde, die offensichtlich eine längere Entlaubung nicht so leicht überstehen.

- Nadelbäume:

Die Fichte stirbt nach einmaligem Kahlfraß ab, ein Wiederaustrieb ist sehr unwahrscheinlich. Die Kiefer treibt zunächst aus, das weitere Verhalten ist jedoch ungewiß.

Eine Erscheinung, die 1993 sehr stark aufgetreten ist:

Nahezu an allen Johannistriebeausbildungen bei der Eiche ist sehr starker Befall durch Eichenmehltau festzustellen. Die meist kleineren und ohnehin geschwächten Blätter sehen wie von Mehl überstäubt aus, sie rollen sich schon nach wenigen Tagen zusammen. Starker Befall durch Mehltau führt zum Absterben der Blätter, sie vertrocknen.

Die Symptome an stark befallenen Eichen sind:

- Das Belaubungsprozent liegt häufig unter 10%.
- Der Knospenansatz ist sehr gering, teilweise sind nur vertrocknete Knospen vorhanden. Die vorhandenen Knospen sind sehr klein.

- Die Johannistriebe sind häufig vertrocknet. Nachdem Ausfall des Johannistriebes werden oft kleinere Blätter aus Seitenknospen angelegt, sie sind hellgrün und außerordentlich klein.
- Es wird keinerlei Fruchtausatz gebildet.
- Am Stamm zeigen sich bereits im ersten Jahr schwarze wässrige Flecken, die nach unseren Beobachtungen dann zu Kambialschäden führen können.

Der Wiederaustrieb ist nur ein Problem, ein anderes sind die Überlebenschancen der geschädigten Eichen. Hierzu ist heute ein endgültiges Urteil noch nicht möglich: Offensichtlich werden Niederwald/Stockausschlag-Eichen mit Kahlfraßschäden am besten fertig (Wermelinger, 1993). Bei den Kernwüchsen ist noch vieles offen: Wir haben hierzu Beobachtungsflächen eingerichtet, die wir einige Jahre beobachten werden. Auf ähnlichen Beobachtungsflächen an der Kiefer nach Kahlfraß durch Nonne und Kieferneule im Nürnberger Reichswald ziehen sich die Absterbescheinungen über Jahre hin (bis zu sieben Jahre.)

Prognose für 1993/94 in den Schwammspinnerkalamitätsgebieten:

Ziel der Prognose ist es, die von Schwammspinner oder sonstigen Lepitopteren befallenen Flächen oberhalb der kritischen Eigelegzahl zu erfassen und kartenmäßig festzulegen. Hierzu ist eine Einweisung des Forstpersonals, der Revierleiter, sowie

der Waldbesitzer durch entsprechende Schulung erforderlich. Die Prognose vor Ort ist durch diese Personen durchzuführen.

Zu kontrollierende Bereiche: Alle Laubholzbestände mit nennenswerten Eichenanteilen. Insbesondere Bestände, in denen 1993 Fraß durch Eichenwickler und/oder Schwammspinner auftrat; Bestände, die bei der Frühjahrsprognose 1993 noch unterhalb der kritischen Zahl von 1 Eigelege in den unteren zwei Metern lagen, sowie die Randgebiete der Bekämpfungsflächen von 1993. Waldkomplexe, die 1993 gegen Schwammspinner bekämpft wurden, sind in der Regel nicht zu kontrollieren. Ausnahme: Wenn unmittelbar angrenzend 1993 deutliche Schwammspinnerfraßschäden auftraten, dann sind auch die Randbereiche der Bekämpfungsflächen zu kontrollieren (Einwehung, Einwanderung).

Zahl der Stichpunkte: in größeren zusammenhängenden Waldkomplexen pro 100 ha 3 Stichproben à 10 Bäume, in Waldgebieten unter 100 ha eine Stichprobe je 10 Bäume. Notfalls ist bei größeren Komplexen die Zahl der Stichpunkte so zu verdichten, daß eine Abgrenzung möglich wird.

Kritische Zahlen (neue Eigelege): Die kritischen Zahlen beziehen sich auf die an den unteren 2m der untersuchten Bäume abgelegten neuen Eigelege. Die Gesamtzahl der Gelege pro Baum beträgt ein Vielfaches der an den unteren 2m gefundenen Gelege.

Nur neue Schwammspinnergelege:

Kritische Zahl 1 Gelege pro Baum

Alte und neue Gelege:

Kritische Zahl 0,5 Gelege pro Baum

Kahlfraß durch Eichenwickler 1993:

kritische Zahl 0,5 Gelege pro Baum.

Um die Entwicklung der Populationsdichte exakt beurteilen zu können, ist sowohl die Zahl der neuen als auch der alten Gelege zu erheben und in das vorbereitete Formblatt einzutragen. Wichtig ist eine sorgfältige Differenzierung zwischen alten und neuen Eigelegen.

Hinweise zur Eigelegesuche:

Der Schwammspinner bevorzugt warm-trockene Bereiche. Daher sind insbesondere folgende Bestandsteile zu kontrollieren:

- Südseiten
- lichte Bestandsteile
- trockene Hänge
- Kuppen.

Zur Eigelegesuche immer mindestens 50m in den Bestand gehen.

Zahl der Eigelege bis 2m Höhe zählen und die Unterseiten der unteren Äste auf Gelege kontrollieren. Eigelege können unabhängig von der Baumart erfaßt werden. Besonders gut sind die Gelege zu erkennen an Hainbuche, Kirsche, Birke. Zur Gelegesuche sind Durchschnittsbäume des jeweiligen Bestandes zu wählen. Die kritische Zahl gilt unabhängig vom Bestandesalter. Je älter die Bäume, desto größer die Kronen und umso mehr Eigelege sind im oberen Bereich zu erwarten. Bestandsteile, die 1993 vom Eichenwickler und Schwammspinner völlig kahlgefressen wurden, sind als Stichprobenpunkte ungeeignet, da die Raupen hier abgewandert sind; hier sind die

Randbereiche abzusuchen. Naturschutzgebiete und sonstige Biotope mit Schwammspinnerbefall sind rechtzeitig abzugrenzen und bekannt zu machen sowie der LWF zu benennen. Hier erfolgt eine gesonderte Prognose der LWF in Zusammenarbeit mit den Oberforstdirektionen und den Naturschutzbehörden.

#### Zusammenfassende Beurteilung und Folgerungen für 1994

Nach Abschluß einer möglichst flächendeckenden Prognose und einer entsprechenden kartenmäßigen Darstellung werden die Kriterien für eine Behandlung der Befallsflächen für 1994 aufgestellt.

Aufgrund der Erfahrungen von heuer und von früheren Massenvermehrungen werden wir auch für 1994 wieder ein integriertes Vorgehen je nach Befallsstärke, Schädlingsarten, und Vorschädigung vorschlagen; unsere Kriterien für eine Behandlung von Befallsflächen sind

- 1) hoher Schwammspinnerbesatz, d.h. ein Eigelege pro Baum am unteren Stammabschnitt (2m)
- 2) wertvolle Bestände mit erheblichem Alteichenanteil
- 3) erhöhte ZE-Anfälle in den letzten Jahren
- 4) hohe Schäden durch wiederholten Fraß in den letzten Jahren und/oder Spätfrostschäden
- 5) befallene Kulturen oder Jungflächen bis etwa 10 Jahren.

Zum Einsatz sollen wie 1993 Hemmstoffpräparate (Aufwandmenge 100g pro ha entspricht 25g pro ha Wirkstoff) kommen (Skatulla, 1989).

Im Rahmen der Mittelprüfung werden Bacillus-Präparate getestet. Bezüglich des Virus-Einsatzes sowie des Auftretens von Virosen soll der speziellen Frage nachgegangen werden, inwieweit subletale Dimilin-Dosierung vorhandene Virosen beim Schwammspinner beeinflussen.

Literatur:

- Schwenke, W. 1978: Die Forstschädlinge Europas, 3. Bd.  
Verlag P. Paray, Hamburg und Berlin.
- Skatulla, U. 1989: Auftreten und Bekämpfung der Nonne in Bayern. AFZ 40-41, S. 1094.
- Schwenke, W. 1993: "Schwamm drüber?" -Raupenplage in Franken. Nationalpark Nr. 80, S. 7.
- Wermelinger, B. 1993: Der Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.): Massenvermehrung auf der Alpensüdseite. PBMD-Bulletin, Birmensdorf (CH).
- Reindl, J.,  
Bäumler, W.,  
Feemers, M.,  
Maschning, E., 1993: Situation und Prognose des Schädlingsbefalls in Bayern 1992/93.  
AFZ 7, S. 327.

## **Hermann Bogenschütz und Hansjochen Schröter**

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt  
Baden-Württemberg, Abt. Waldschutz  
Freiburg im Breisgau

### Bericht über die Schwammspinner-Situation 1993 in Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz

#### **Vorgeschichte**

Die letzte Massenvermehrung des Schwammspinners, *Lymantria dispar*, in Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz fand in den Jahren 1984 bis 1986 statt (BOGENSCHÜTZ et al. 1988, MAIER und BOGENSCHÜTZ 1988). Danach gingen bei der Abt. Waldschutz der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) 5 Jahre lang keine Nachrichten über ein auffallendes Auftreten dieses Schädlings in Laubwäldern mit hohem Eichenanteil ein. Im August 1991 wurden erneut im baden-württembergischen Hauptschadgebiet von 1985 (Fbz. Kehl) Blattverluste vorwiegend an Roteiche festgestellt, und daraufhin im Winter 1991/92 Eigelege-Zählungen zur Überwachung der weiteren Populationsdichte-Entwicklung durchgeführt. Die hierbei gefundenen Werte (3,1 Gelege/Baum) lagen bereits in der Nähe der kritischen Zahl (4 Gelege/Baum). Tatsächlich traten während der Vegetationsperiode 1992 deutliche Blattverluste auf, die jedoch auf etwa 10 ha begrenzt blieben. In Rheinland-Pfalz wurden 1992 bei Bad Kreuznach (Fbz. Bad Münster am Stein-Eberburg) 85 ha Wald von Schwammspinner-Raupen kahl gefressen.

Die Forstämter mit schwammspinnergefährdeten Eichenbeständen wurden deshalb in beiden Bundesländern von den zuständigen Forstdirektionen (FD) aufgefordert, eine Befallsermittlung nach den Anweisungen der FVA durchzuführen. Die Arbeitsrichtlinie, die heute noch - leicht abgeändert - gilt, sieht vor, nach dem Laubfall an systematisch festgelegten Suchstellen an 10 benachbarten Bäumen alle frischen Eigelege bis zu einer Stammhöhe von 4 m zu zählen. Die



Ergebnisse von mindestens 4 Suchstellen eines Bestandeskomplexes werden gemittelt und bilden die Grundlage für die Prognose des Fraßgrades durch den Vergleich mit der kritischen Zahl. Als schwere Schädigung des Bestandes wird Kahlfraß an Eichen angenommen. Tab. 1 liefert die Begründung zu den 1993 in Baden-Württemberg angewandten, bestandesalterabhängigen kritischen Zahlen:

- 2 Gelege/Baum in Stangenhölzern,
- 4 Gelege/Baum in mittleren Baumhölzern und
- 10 Gelege/Baum in Althölzern.

Sie lagen im oberen Bereich der in den USA angewendeten, auf den ha bezogenen Werten und wurden damals in Ermangelung mitteleuropäischer Erfahrungen bewußt als vorläufig bezeichnet.

Tab. 1: Festlegung der kritischen Zahl beim Schwammspinner

Literaturangaben			Situation in Baden-Württemberg 1992/93					
Anzahl Eier pro Gelege			Befund a:					
in der Progradation	500 - 800		$\bar{x} = 374$ (167 bis 652, N = 48)					
Kulmination	250 - 350	[1]						
Retrogradation	unter 150							
Kritische Eizahlen pro Eiche			Festlegung b:					
	30-	60-	90-jährig	30-	60-	90-jährig		
Progradation	550	1300	2800	Übergang				
Kulmination	600	1400	1800	Progradation/	575	1350	2300	
Retrogradation	2800	3100	3900	Kulmination				
Kritische Gelegezahlen pro Eiche			b/a					
				1,5	3,6	6,1		
Kritische Gelegezahlen pro ha			für Roteiche (dGZ8)					
	618 - 1236	[2]	1500	1200	1100			

[1] Befunde aus Rumänien (WELLENSTEIN und SCHWENKE 1978)

[2] Befunde aus den USA (DOANE und MCMANUS 1981)

### Bericht über den Verlauf der Entwicklung 1993

Die Befallsermittlungen (Eigelegezählungen) im Winter 1992/93 wiesen regional und bestandesweise große Unterschiede auf. Die häufig weit über den kritischen Zahlen liegenden Werte machten frühzeitig auf eine ausgedehnte Kahlfraß-Bedrohung aufmerksam. Nach Aufforderung zweier Forstdirektionen Baden-Württembergs meldeten daraufhin mehrere Forstämter insgesamt über 1200 ha Ei-

**Tab. 2: Schwammspinner - Schadflächen (in ha)**

Land	Von Kahlfraß bedrohte Bestände <sup>1)</sup>	Behandelte Flächen	Flächen <sup>2)</sup> mit	
			Lichtfraß	Kahlfraß
<b>Baden-Württemberg</b>			<b>3426</b>	<b>4195</b>
FD Stuttgart			799	590
FD Karlsruhe	263		1805	3096
FD Freiburg	995	283	822	509
<b>Rheinland-Pfalz</b>			<b>2835</b>	<b>2863</b>
FD Koblenz			945	1145
FD Trier			82	307
FD Rheinhessen-Pfalz			1808	1411

<sup>1)</sup> Meldungen der Forstämter im Frühjahr 1993 an die Forstdirektionen

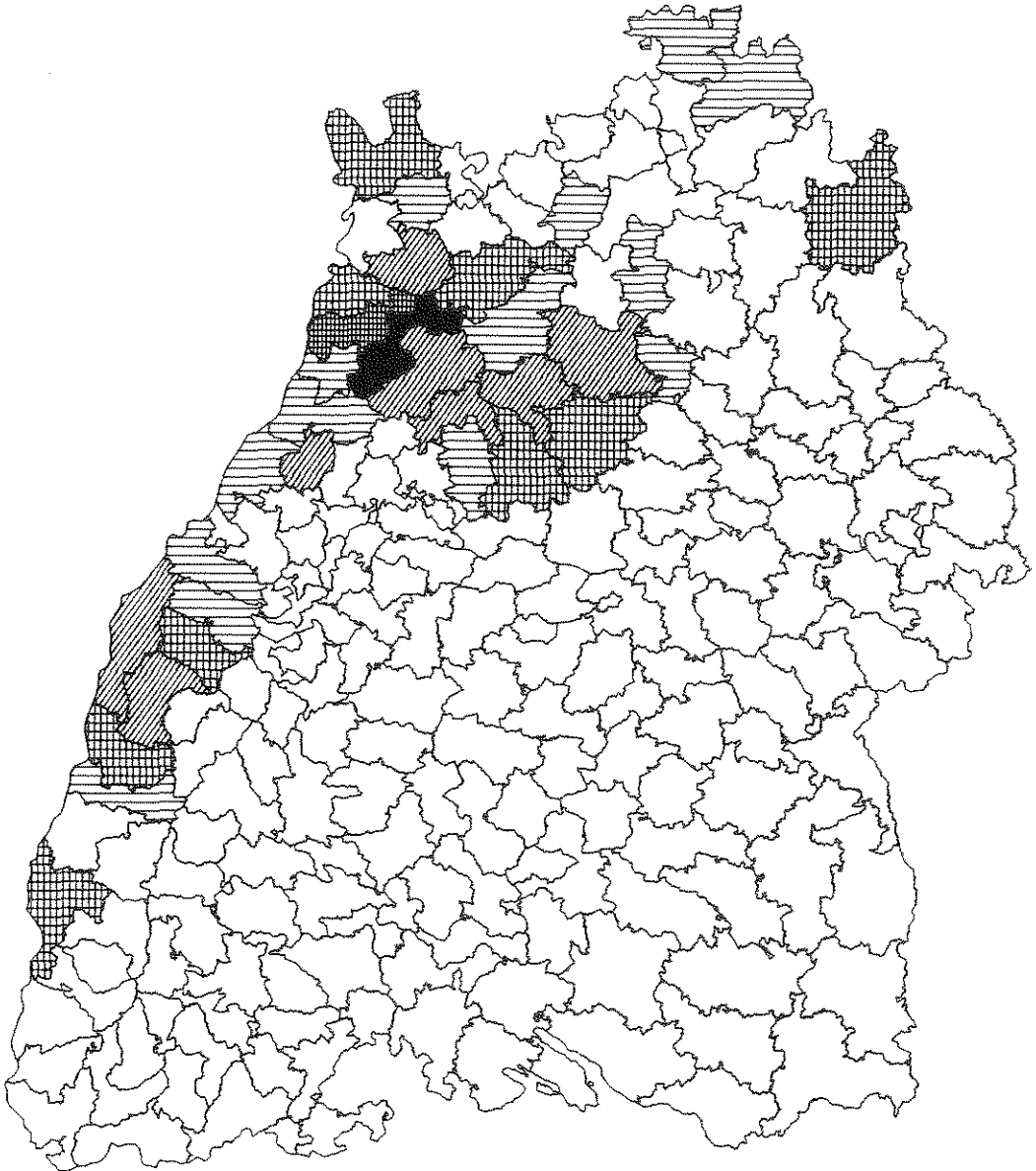
<sup>2)</sup> Ergebnisse der Kartierungen durch die Forstämter nach Abschluß des Fraßes

chenwald als in seinem Bestand bedroht an (Tab. 2). Hierauf setzte die Diskussion über zu ergreifende Gegenmaßnahmen ein, die der allgemein akzeptierten politischen Zielsetzung folgend, Insektizideinsätze auf bestandesbedrohende Schadereignisse beschränken sollten. In beiden Bundesländern wurden durch FVA und FD Bekämpfungsempfehlungen nur ausgesprochen, wenn es die örtliche Waldsituation erforderte. Beurteilungskriterium war die Ausbildung der Krone als Hinweis auf den physiologischen Zustand der Eichen. Den Waldbesitzern wurde empfohlen, dort Maßnahmen zu ergreifen, wo kahlfraßbedrohte Eichen bereits als vorgeschwächt erkannt wurden. Durch Abwenden eines zusätzlichen vitalitätssenkenden Faktors sollten negative ökologische Folgen und damit auch schwerwiegende ökonomische Einbußen verhindert werden. Darüber hinaus wurden die Waldbesitzer (überwiegend Kommunen) über die Wirkungsweise der beiden zugelassenen Mittel Dipel<sup>®</sup> und Dimilin<sup>®</sup> unterrichtet. Schließlich wurden im Bereich der FD Freiburg insgesamt 283 ha vom Hubschrauber aus behandelt (Tab. 2).

Die Ausbringung der Mittel in 50 l Wasser/ha erfolgte vom 3. bis 5. Mai unter zeitweise sehr schlechten Wetterbedingungen. Wiederholt mußten die Flüge wegen unzulässiger Windgeschwindigkeiten oder wegen einsetzenden Nieselregens unterbrochen werden. Bezüglich der Blatt- und Raupenentwicklung war der

# Schwammspinner – Kahlfrass 1993

## Baden – Wuerttemberg



Kahlfrass in ha:

kein Kahlfrass  
30 - 100 ha  
>500 - 1000 ha

unter 30 ha  
>100 - 500 ha  
>1000 ha

Termin jedoch günstig: Die Laubentfaltung war zu etwa 2/3 erfolgt und der überwiegende Anteil der Raupenpopulation befand sich im 2. Stadium (Tab. 3).

Tab. 3: Phänologie des Schwammspinners 1993 in den Forstbezirken Offenburg und Kehl

Datum	Entwicklungsstadium (in %)							Entlaubungs- grad [%]	Anmerkungen
	L1	L2	L3	L4	L5/6	P	F		
08.04.	≈ 50								<sup>1</sup> Anteil Gelege mit L1
15.04.	≈ 70								<sup>2</sup> Abwanderung der L1 in die Krone begonnen
29.04.	55	36	9					5 <sup>3</sup>	<sup>3</sup> Erste Fraßschäden sichtbar
07.05.	8	88	4						
11.05.		2	14	84					
17.05.			≈ 10	≈ 80	≈ 10				
01.06.								60 <sup>4</sup>	<sup>4</sup> REi örtlich kahl
08.06.						5 <sup>5</sup>			<sup>5</sup> Erste Puppen nachgewiesen
14.06.						18		100 <sup>6</sup>	<sup>6</sup> Verbreitet Kahlfraß
24.06.						≈ 80 <sup>7</sup>	5 <sup>8</sup>	X <sup>9</sup>	<sup>7</sup> Höhepunkt der Verpuppung <sup>8</sup> Erste Falter nachgewiesen <sup>9</sup> Beginn der Wiederbegrünung
04.07.							≈ 80 <sup>10</sup>		<sup>10</sup> Zwischen dem 05. und 13.07. massenhafter Nachweis von Weibchen in Ortschaften

Die Erfolgskontrollen (Kotfall-Messung, Raupen-Zählungen) offenbarten unterschiedliche Wirkungsgrade (Tab. 4): Sie waren sehr gut mit Dimilin, nur unzureichend mit Dipel. Als Grund für die schlechte Wirkung des *Bacillus thuringiensis*-Präparates wird die ungünstige Wetterentwicklung angesehen: Nach der Applikation folgten mehrere kühle Tage mit Tagesmittelwerten unter 15 ° C. Am 5. und 6.5. fiel selbst das Tagesmaximum unter diese Schwelle. Das Ziel "Verhinderung des Kahlfraßes" wurde mit Dimilin erreicht, mit Dipel nicht.

Tab. 4: Schwammspinner-Bekämpfung 1993 in den Forstbezirken Offenburg und Kehl

Befliegung (50l/ha)	Erfolgskontrolle mit Hilfe von					
03. und 04.05. Dipel 900 g/ha Stadtwald Offenburg 189 ha Gmdew. Schutterwald 8 ha Sa. 197 ha	<u>Kotfall-Tafeln</u> (N = 10) <sup>1)</sup>			<u>Stoffbändern</u> (N = 6) <sup>2)</sup>		
	Stadtwald Offenburg					
	Datum	05./10.05.	17./18.05.	25.05.	26.05.	27.05.
	I/191	69 %	79 %	67 %	71 %	
	II/42	57 %	70 %			
	II/72	46 %	50 %	9 %	13 %	
04. und 05.05. Dimilin 300 g/ha Gmdew. Neuried 21 ha Stadtw. Rheinau 49 ha Gmdew. Willstädt 16 ha	Neuried VI/4 94 %			97 %		>99 %
	Rheinau XVII/7 91 %					>99 %
	Rheinau XXV/3,4 90 %					>99 %
Entwicklungsstand: 29.04.: 55 % L1 36 % L2 9 % L3 07.05.: 8 % L1 88 % L2 4 % L3	88 % L2 ≈ 80 % L4			≈ 80 % L5		

<sup>1)</sup> Wirkungsgrad nach SCHWERDTFEGER (Vorkontrolle 29./30.04.)

<sup>2)</sup> Reduktion nachgewiesener Raupen unter Bändern in den behandelten Flächen verglichen mit denen in unbehandelten Kontrollbeständen

Zurück zur menschlich unbeeinflussten Entwicklung des Schwammspinners: Mitte Mai erreichten die ersten Raupen das letzte Larvenstadium, Anfang Juni waren einige Roteichen-Bestände bereits kahlgefressen, und es kam zu ersten Notverpuppungen. Mitte Juni reagierte die Bevölkerung erregt auf massenhaft aus kahlgefressenen Wäldern auswandernde hungernde Raupen. Von nun an war ein enormes Pensum an Öffentlichkeitsarbeit zu leisten. Überrascht war an manchen Orten auch die Forstverwaltung, denn trotz Warnmeldung und nochmaliger Nachsuche war der Befall im Winter nicht überall erkannt worden. Von Kahlfraß betroffen waren nicht nur Eichenbestände und Mischwälder mit überwiegendem Eichenanteil sondern auch Buchenbestände und in stark befallene Laubwälder eingestreute Nadelbäume. Das Ausmaß des Schadens wurde anhand von Fraßgradkartierungen erfaßt, die vor Ausbildung des Johannistriebes durch die Forstämter erfolgten. In Baden-Württemberg wurden ca. 4200 ha und in Rheinland-Pfalz ca. 2800 ha Waldfläche vollständig durch den Schwammspinner entlaubt. Diese Zahlen dokumentieren deutlich die Fehleinschätzung der Schwammspinner-Gefahr im Frühjahr 1993. Lediglich im Bereich der Forstdirektion Freiburg, wo nach der Gradation 1984/86 bereits Erfahrungen mit dem Schwammspinner vorlagen, war die Übereinstimmung zwischen erkannter Gefahr und nachfolgendem Schaden gut (Tab. 2).

Die Gradationsgebiete liegen in der oberrheinischen Tiefebene von Breisach bis Mainz, an süd- und westexponierten Hängen entlang der Flüsse Rhein und Mosel sowie auf den Hügelkuppen der Weinbaugebiete von Rhein, Neckar, Tauber, Lahn, Nahe, Mosel und Saar, also in wärmebegünstigten Gegenden. Diese Verbreitung steht in Einklang mit unseren Kenntnissen über die beiden wichtigsten Standortsansprüche dieses Waldschädlings: Wärme und Trockenheit.

Der Höhepunkt der Puppenruhe war um den 20. Juni erreicht. Bald danach wurden die ersten Falter beobachtet. In der ersten Julihälfte flogen massenhaft Weibchen helle Lichtquellen in Ortschaften an und legten an Hauswänden und Laternenmasten ihre Eier ab (Tab. 3). Dies ist ein Phänomen, das zuvor in Mitteleuropa unbekannt war. Mit amerikanischer Hilfe wurde sofort ein intensives Forschungsprogramm gestartet, da die Vermutung nahe lag, daß sich flugtüchtige asiatische Populationen nach Westen ausbreiteten. Dieser Verdacht wurde inzwischen durch erste Ergebnisse gen-analytischer Untersuchungen bestätigt. Nicht bestätigen ließen sich jedoch Meldungen über das Auftreten einer 2. Generation. Gelegentliche Fraßspuren am Neuaustrieb wurden von wenigen sich spät entwickelten Raupen verursacht. Regional starke Schäden am frischen Laub traten durch Eichenmehltau-Befall auf.

#### **Ergänzende Untersuchungen der FVA**

Bei jeder Vorhersage eines Schadereignisses muß die natürliche Reduktion der Populationsdichte des Schädlings durch das Wirken der Antagonisten berücksichtigt werden. Qualitative Aussagen über das Vorkommen der Nutzorganismen sind relativ leicht zu erbringen. Nur durch zeitraubende Spezialuntersuchungen ist es jedoch möglich, Wirkungsgrade ausreichend genau zu beziffern.

Aus Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz liegen quantitative Befunde nur von wenigen Forstorten vor. Sie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die Mortalität der Eier betrug im Winter 1992/93 unter 5 %.
2. Parasiten junger Raupenstadien (L1 bis L3) traten nicht auffällig in Erscheinung. Häufig wurde jedoch der Große und Kleine Puppenräuber (*Calosoma sycophanta*, *C. inquisitor*) sowie der Vierpunktaaskäfer (*Xylodrepa quadripunctata*) beobachtet.
3. Altraupen und Puppen wiesen eine hohe Parasitierung durch Raupenfliegen auf, die auch die Kalamität von 1986 beendeten (MAIER und BOGENSCHÜTZ

1990, MAIER 1990). Virustote Raupen waren erst am Ende der Fraßperiode und zwar nur in Versuchsgebieten, in denen Virus-Suspensionen ausgebracht worden waren, in größerem Umfange nachzuweisen.

Hieraus folgt: Vorhersagen über das Ausmaß des Laubverlustes werden durch die genannten Antagonisten nur unwesentlich beeinflusst, da sie erst in der Endphase der Fraßperiode ausreichend wirksam werden. Von großer Bedeutung ist ihre Beachtung allerdings, wenn der zukünftige Massenwechsel des Schwammspinners beurteilt werden soll.

Diesen Massenwechsel zu beeinflussen - nicht Kahlfraß zu verhindern - war das Ziel von Untersuchungen im Nach-Kulminationsjahr 1986: Die Behandlung von Eigelegen kurz vor dem Schlüpfen der Raupen mit Kernpolyeder-Viren. Die guten Ergebnisse von damals (BOGENSCHÜTZ et al. 1988, TRZEBITZKY et al. 1988) konnten 1992 bestätigt werden: In einem Waldgebiet des Fbz. Kehl gelang es, bereits in der Progradation eine Epizootie auszulösen. Insgesamt wurden am 14. April 3900 Gelege auf 9 ha Waldfläche mit dem aus den USA eingeführten Produkt Gypchek<sup>®</sup> behandelt. Der Spritzflüssigkeit war ein Netzmittel (0,02 % Citowett) und 10 % Zucker als Phagostimulans und Haftmittel beigemischt. Jedes Gelege wurde mit durchschnittlich  $10^8$  Einschlußkörpern (polyhedral inclusion bodies, PIB) kontaminiert. Am Ende der Fraßperiode waren nur noch vereinzelte gesunde Raupen zu finden. Außerhalb des behandelten Waldgebietes waren keine virustoten Raupen nachzuweisen. Im Kulminationsjahr 1993 blieben die 1992 behandelten Bestände vom Kahlfraß verschont.

Mit den Untersuchungen 1993 sollten in erster Linie weitere Techniken zur Applikation der Polyederviren erprobt werden. Virussuspensionen wurden erneut auf Eigelege ausgebracht, darüber hinaus wurden jedoch auch in Anlehnung an amerikanische Untersuchungen die Fraßpflanzen mit einer motorgetriebenen Schlauchspritze vom Boden aus bzw. von einem Hubschrauber aus behandelt (PODGWAITE et al. 1991, REARDON und PODGWAITE 1992). Über die wichtigsten Versuchsparameter gibt Tab. 5 Auskunft. Die Ergebnisse sind wie folgt

Tab. 5: Freilandversuche 1993 in Baden-Württemberg zum Einsatz von Kernpolyederviren gegen den Schwammspinner

Ausbringung mit	Baumbestand	Stadium des Schädlings	Ausbringdatum	Behandelte Fläche (ha)	Dosierung (PIBs/ha)	Befall (Eigelege/Baum)		
						1992/93	1993/94	
Boden- geräten Motor- getriebene Schlauch- spritze	Hochdruck- Rücken- spritze	Stiel- bzw. Rot- eichen Baumhöl- zer versch. Alters	Ei/L1	8. u. 15. April	10,0	ca. $2,5 \times 10^{10}$ <sup>1)</sup>	9,7	0,1
		Stieleiche- Dickungen	L2	26. u. 29. April	1,5	1 bzw. $2,5$ $\times 10^{12}$ in 400 l H <sub>2</sub> O	/	/
		Roteiche ca. 40j. mit Unterwuchs	L4/L5	14. u. 17. Mai	4,5	$2,5 \times 10^{12}$ in 400 l H <sub>2</sub> O	2,4	0,4
Hubschrauber	Roteiche etwa 50 jährig	L4	11. Mai	4,2	$10^{12}$ in 50 l H <sub>2</sub> O	/	/	
				7,2	$10^{12}$ in 5 l H <sub>2</sub> O (ULV)	4,5	0,4	
				3,3	$5 \times 10^{11}$ + 90 ml Dipel ES in 50 l H <sub>2</sub> O	/	/	
UB	Stiel- und Rot- eiche verschied. Alters				zu Eigelege-Behandlung zu übrigen Anwendungen	7,2 3,2	0,2 0,4	

<sup>1)</sup> 300 bis 1000 Gelege/ha;  $0,8$  bis  $1,4 \times 10^8$  PIB/Gelege

zusammenzufassen: In allen behandelten Beständen brach die angestrebte Epi-  
zootie aus. Sie blieb nicht auf die behandelten Bestände beschränkt, sondern  
breitete sich auch in benachbarte Waldgebiete aus. Der Rückgang der Eigele-  
gedichte auf 1 bis 17 % der Ausgangsdichte war nachgewiesenermaßen vi-  
rusbedingt. Allerdings war auch in entfernteren Beständen des Forstbezirks die  
Sterblichkeit der Raupen ohne Mitwirkung der Viren sehr hoch. Der  
Hauptmortalitätsfaktor war dort die Parasitierung durch Tachinen.

### Ausblick

Der Erfolg von Bekämpfungsmaßnahmen darf nicht allein an der Reduktion der  
Schädlingdichte beurteilt werden. Entscheidend ist vielmehr, ob es gelingt, die  
Überlebenschancen der Bäume zu verbessern. Um dies nachzuweisen, bedarf es  
mittelfristiger Untersuchungen an verschieden stark beeinträchtigten Eichen. Die  
ersten Aufnahmen hierzu wurden in Baden-Württemberg bereits durchgeführt.  
Von den Ergebnissen erhoffen wir uns - wenn in der Zukunft wieder Kahlfaß



droht - zuverlässige Kriterien zur Beurteilung der Bestandesgefährdung und damit der Bekämpfungsnotwendigkeit.

Nach Abschluß der Vegetationsperiode wird demnächst in Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz mit der Ermittlung der Eigelegedichte begonnen. Ihre Ergebnisse werden die Grundlage bilden für die Beurteilung des zukünftigen Massenwechsels des Schwammspinners. Eine weitere wichtige Aufgabe wird es dann sein, darüber zu befinden, ob schon 1994 oder erst später in allen Schadgebieten die Gradation zusammenbrechen wird, und in Abhängigkeit davon, wo erneut mit Kahlfraß zu rechnen ist.

Falls Bekämpfungsmaßnahmen erforderlich werden, und Dimilin zum Einsatz kommt, sollte mit großer Aufmerksamkeit auf unerwünschte Nebenwirkungen geachtet werden.

Zukünftige Praxiseinsätze der Kernpolyeder-Viren sollten bereits zu Beginn einer Massenvermehrung (also in der Progradation) erfolgen. Um diese rechtzeitig zu erkennen, sind Überwachungsmaßnahmen in gefährdeten Beständen auch in der Latenz erforderlich. Zuvor müssen jedoch die Probleme der Mittelbereitstellung und des Einsatzes eines nicht zugelassenen Präparates gelöst werden. Auch Grundlagenuntersuchungen sind noch nötig: Es ist zu prüfen, ob und in wie weit die Virulenz verschiedener Virus-Herkünfte gegenüber einheimischen Schwammspinner-Populationen Unterschiede aufweist. Versuche hierzu wurden bereits begonnen.

## Literatur

- BOGENSCHÜTZ, H., K. MAIER, C. TRZEBITZKY (1988): Gypsy moth outbreak and control in Southwest Germany, 1984-1986. - In: W. E. WALLNER, K.A. MCMANUS (eds.): Proc. Lymantriidae: A comparison of features of New and Old World tussock moths, 89-99.
- DOANE, C.C., M.L. MCMANUS (eds.) (1981): The gypsy moth: Research toward integrated pest management.- USDA Forest Service, Technical Bulletin 1584.
- MAIER, K. (1990): Beiträge zur Biologie primärer und sekundärer Parasitoide von *Lymantria dispar* L. (Lep., Lymantriidae). - J. Appl. Ent. 110, 167-182.
- MAIER, K., H. BOGENSCHÜTZ (1988): Die Bedeutung der Raupenfliegen (Dipt., Tachinidae) beim Zusammenbruch einer Massenvermehrung von *Lymantria dispar* L. (Lep., Lymantriidae). - Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 6, 164-168.
- MAIER, K., H. BOGENSCHÜTZ (1990): Massenwechsel von *Lymantria dispar* L. (Lep., Lymantriidae) und die Regulation durch Parasitoide während einer Gradation in Südwestdeutschland 1984-1986. - Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz 97, 381-393.
- PODGWAITE, J.D., R.C. REARDON, D.M. KOLODNY - HIRSCH, G.S. WALTON (1991): Efficacy of ground application of the gypsy moth (Lepidoptera, Lymantriidae) nucleopolyhedrosis virus product, Gypchek. - J. Econ. Entomol. 84, 440-444.
- REARDON, R. C., J. D. PODGWAITE (1992): The gypsy moth nucleopolyhedrosis virus product. - USDA Forest Service, NA-TP-02-92, Appalachian Integrated Pest Management, 9 Seiten.
- TRZEBITZKY, C., H. BOGENSCHÜTZ, J. HUBER, K. LOHMANN (1988): Versuch zur Bekämpfung von *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae) durch Behandlung der Eigelege mit Kernpolyederviren und Erfolgskontrolle durch Restriktionsanalyse der viralen DNA.- Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 6, 525-530.
- WELLENSTEIN, G., W. SCHWENKE (1978): *Lymantria* Hbn. - In: W. SCHWENKE (ed.): Die Forstschädlinge Europas. 3. Band: Schmetterlinge, 334 - 349.

Lyubomir Dimitri  
Hessische Forstliche Versuchsanstalt  
Abteilung Waldschutz

### Auftreten und Bekämpfung des Schwammspinners (*Lymantria dispar*) in Hessen

#### 1. Die Situation

Der Schwammspinner gehört zwar in die Familie der weitverbreiteten, forstlich sehr wichtigen Wollspinner (*Lymantriidae*), im hessischen Wald - wo er von Natur aus vorkommt - war er jedoch, zumindest in den letzten vier Jahrzehnten, völlig bedeutungslos.

Die Tatsache, daß dieser besonders die Eichenwaldungen Südosteuropas schädigende Großschmetterling gleichzeitig mit einem unter warm/trockenen Bedingungen der nordostdeutschen Tiefebene besonders bedeutsamen Kiefernschädling - Blauer Kieferprachtkäfer (*Phaenops cyanea*) - in Südhessen gemeinsam auftritt, weist eindeutig auf die große Rolle der klimatischen Bedingungen hin.

Betrachtet man den Verlauf der durchschnittlichen Temperaturen und Niederschläge des Jahrzehntes 1982 - 1992 im Bereich Frankfurt, so sind die beträchtlichen Abweichungen der letzten fünf Jahre vom langjährigen Durchschnitt deutlich (Abb. 1). Auch die langandauernde, sehr intensive Sonneneinstrahlung, vor allem während des Sommers 1992, muß in diesem Zusammenhang als zusätzlicher Streß-Faktor erwähnt werden. Als Folge dieses Witterungsverlaufs mußte in Südhessen (RP Darmstadt) 1992 zeitweise der Wassernotstand ausgerufen werden.

Durch diese Witterung wurden insbesondere die Eichen- und

Buchenbestände zu einer wiederholten, starken Fruktifikation veranlaßt, bei der erhebliche Mengen an Reservestoffen verbraucht, aber durch die gegebene Lage nicht wieder ersetzt werden konnten. Zu dieser ohnehin verschärften Streß-Situation kamen in mehreren Forstämtern beträchtliche Wurzelschäden, die infolge des starken Besatzes mit Maikäfer-Engerlingen verursacht wurden.

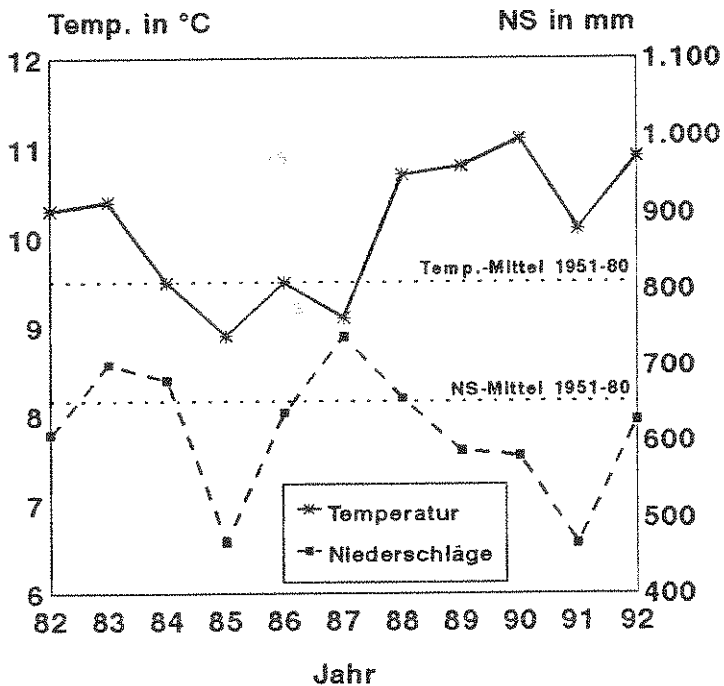


Abb. 1: Durchschnittliche Temperaturen und Niederschläge in den Jahren 1982 - 1992 im Bereich von Frankfurt am Main im Verhältnis zum langjährigen Durchschnitt.

## 2. Einige Bemerkungen zur Populationsdynamik

Während der letzten fünf Jahre kam es in den Laubbaumbeständen in Südhessen also zu einer gegenläufigen Tendenz: Die klimatischen und sonstigen Bedingungen haben die Vitalität der bereits durch Luftschadstoffe stark beeinträchtigten Bestände weiter herabgesetzt. Gleichzeitig wirkten diese sicherlich besonders fördernd auf die Vermehrung des Schwammspinners. Es ist z.B. bei der Nonne (Lymantria monacha) als verwandte Art bekannt, daß höhere Temperaturen (24 - 28 °C) sowohl den Weibchenanteil als auch die Ei-produktion je Falter - d.h. in doppelter Hinsicht - fördern. Auch der Stickstoffgehalt der Blätter kann eine wichtige Rolle bei der Reproduktionsrate des Schädling spielen. In diesem Gebiet wird eine Deposition an reinem Stickstoff von 20 - 21 kg/ha/a am Boden unter Eichen- und Buchenbeständen gemessen. In den letzten fünf Jahren bedeutet das also eine starke Düngung von über 100 kg reinem N je Hektar!

Da sich der Schwammspinner hier langfristig in der Latenzphase befand, waren auch die natürlichen Feinde nur in geringer Anzahl vorhanden. Alle Bedingungen waren also für eine schnelle Massenvermehrung (Progradation) gegeben.

### 3. Die Entwicklung, der Umfang und die Bedeutung der Schäden

Im Umfang des sog. eisernen Bestandes wurde der Schädling bereits vor Jahren im jetzigen Gradationsgebiet nachgewiesen. Da die Entwicklung der Populationsdichte von der Latenzphase bis zur Kulmination seiner Progradation nur eine verhältnismäßig kurze Zeitspanne von 2 - 3 Jahren benötigt - bei der der letztjährige sprunghafte Anstieg entscheidend ist - wird die Gefährlichkeit der Lage häufig unterschätzt. 1993 hat sich ein Gradationsgebiet ausgebildet

1. im Stadtwald Frankfurt/Main,
2. im Hess. Forstamt Mörfelden-Walldorf.

In diesem Gebiet wurden in allen Altersstufen der Eiche und zum Teil auch der Buche etwa 1.100 ha kahlgefressen. Kahlfraß wurde bei diesen beiden Baumarten auch in mehreren anderen Forstämtern auf einer mehr oder weniger großen Fläche beobachtet (Abb. 2). Auffällig ist die Tatsache, daß sich die Schwerpunkte der Schäden in den Zentralen sowie Randlichen Eichen-Mischwald-Wuchszonen (nach KRAFT) und die meisten Befallsherde in der Nähe von dichten Verkehrsverbindungen (Flughafen, BAB-Kreuz, entlang der BAB) befinden (Abb. 3).

Wichtig erscheinen für die weitere Entwicklung der Kalamität die ziemlich umfangreichen Gebiete, in denen die Anzahl des Schädlings in diesem Jahr die der Latenzphase erheblich übersteigt: Bei Fortdauer der für ihn günstigen Klimabedingungen muß in diesen Forstämtern im kommenden Jahr u.U. mit Kahlfraß gerechnet werden. Es könnte sich dabei leicht auch um mehrere 10 Tsd. ha große Waldflächen handeln!

Ein Kahlfraß, bei dem nicht nur eine vollkommene Entlaubung der betroffenen Bestände, sondern auch ein völliger Verzehr der Bodenvegetation erfolgt, hat offensichtlich einen gravierenden Einfluß auf das weitere Funktionieren des ganzen Waldökosystems. Früher sind nach einmaligem Kahlfraß lediglich

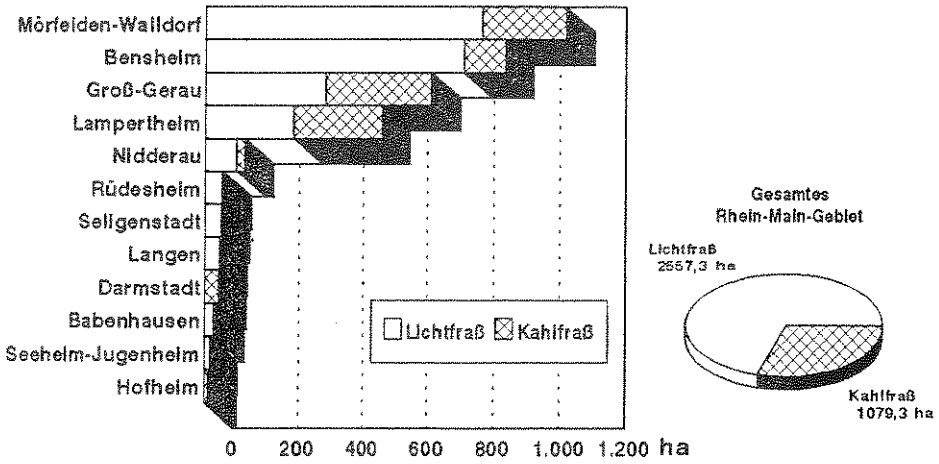


Abb. 2: Zusammenstellung der Licht- und Kahlfraßflächen des Schwammspinners im hessischen Rhein-Main-Gebiet 1993. Aufstellung je Forstamt in Hektar.

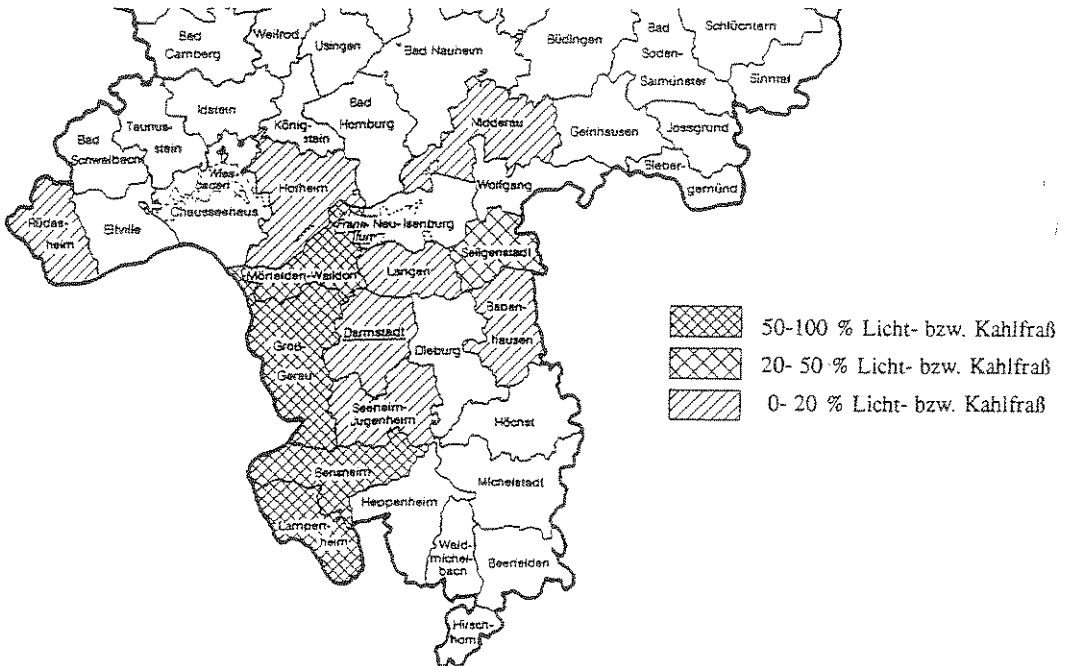


Abb. 3: Schwerpunktgebiete der Schwammspinnerschäden in Süd-Hessen 1993.

Zuwachsverluste und nur nach mehrmaliger Entlaubung hintereinander Absterbeerscheinungen an Bäumen, seltener auch an Beständen, eingetreten. Unter der beschriebenen Situation müssen wir heute bereits nach einmaligem Kahlfraß - insbesondere in älteren Beständen auf nährstoffarmen Standorten mit kritischer Wasserversorgung - mit irreversiblen Folgen für die Bäume/Bestände rechnen.

Nach dem diesjährigen Kahlfraß haben die meisten Bestände durch die Johannistrieb-Bildung wieder eine spärliche Belaubung erhalten. Günstig hat sich in diesem Zusammenhang der Verlauf der Frühjahrswitterung ausgewirkt: Die Raupen haben viel früher mit der Fraßtätigkeit begonnen und auch ihre Entwicklung bis zum Puppen-Stadium ist rasch erfolgt. Da die meisten Raupen bei der Johannistrieb-Bildung bereits verpuppt waren, konnten sich die Triebe nahezu ungehindert entwickeln. Die überwiegend kühle/feuchte Witterung während der Vegetationsperiode war ebenfalls günstig für die Entwicklung der Bestände, wodurch der Anteil abgestorbener Bäume in diesem Jahr bisher nur gering war. Da durch die Johannistrieb-Bildung wahrscheinlich auch die letzten Reserven weitgehend verbraucht wurden, muß davon ausgegangen werden, daß die irreversiblen Schäden erst im kommenden Jahr in großem Umfang eintreten werden. Sollte diese ungünstige Prognose Wirklichkeit werden, so würde dadurch nicht nur eine kritische Holzmarktsituation - diesmal auf dem Laubholz-Sektor - entstehen, sondern auch die konsequente Verwirklichung der Prinzipien eines naturgemäßen Waldbaus wäre auf größerer Fläche auf lange Sicht beträchtlich erschwert.

#### **4. Die Bekämpfung: Umfang, Erfolg, Auswirkung**

Der Besatz an Eispiegeln wurde bestandesweise ermittelt und die Ergebnisse durch unterschiedliche Farbgebung auf einer Forstamtskarte dargestellt. Anhand dieser Daten und auch der



Untersuchung des Gesundheitszustandes der Eirauen konnte die Fläche der potentiell gefährdeten Bestände ermittelt und die notwendigen Maßnahmen für die Bekämpfung geplant werden. Aus verschiedenen Gründen (hohe Siedlungs- und Verkehrsdichte, Akzeptanz bei der Bevölkerung, Wasserschutzgebiete usw.) wurde nach Konsultation aller zustimmungsberechtigten Stellen entschieden, daß für den großflächigen Einsatz nur das biologische Präparat Dipel (Bacillus thuringiensis kurstaki Btk) verwendet wurde.

Zur Auswahl von Flächen für eine Bekämpfung des Schwammspinners wurden folgende Entscheidungskriterien empfohlen:

- Kritische Grenze : 1 Eigelege je Baum bei alleinigem Vorkommen  
1/2        "-        "        " bei zusätzlichem Vorkommen  
von Blattschädlingen (z.B. Ei-Wickler, Frostspanner),
- 1. Priorität : Laubholzkulturen bis zum Alter 10,
- 2. Priorität : Vorjähriger Kahlfraß an Buche,
- 3. Priorität : Vorjähriger Kahlfraß an Eiche,
- 4. Priorität : wertvolle Bestände mit hohem Eichenanteil  
(z.B. Naturschutzgebiet, Saatgutbestand u.ä.)
- 5. Priorität : Laubholzbestände mit erhöhten Mortalitätsraten,
- 6. Priorität : vitalitätsgeschwächte und vorgeschädigte  
Waldbestände (z.B. durch Trockenheit, Grundwasserabsenkung, Immissionen, Sturm, etc.)

Für Versuchszwecke wurden auch andere biotische (z.B. FORAY 48 B, Thuricide HP, Virus) sowie häutungshemmende Präparate (Dimilin 25 WP, Alsystin) angewandt.

Die Ausbringung des Mittels auf einer 3.065 ha großen Fläche im FA Mörfelden-Walldorf und auf 1.281 ha im Stadtwald Frankfurt/M. erfolgte bei günstigen Flugbedingungen mit einem

Hubschrauber in der Zeit vom 05. bis 14. Mai d.J. Die Mittel im Versuchseinsatz wurden am 06. und 07. Mai im FA Groß-Gerau und zwischen dem 12. und 17. Mai im FA Mörfelden ausgebracht. Unter Berücksichtigung der Entwicklungsstadien der Pflanzen und der Raupen hätte die Behandlung etwa 7 - 10 Tage früher erfolgen können.

Eine Woche nach der Behandlung mit Dipel waren etwa 70 % der Raupen in Mörfelden und max. 60 % in Frankfurt abgestorben.

Auf der Versuchsfläche in Groß-Gerau wurde am 25. Mai der Fraßgrad nach der betreffenden BBA-Richtlinie ermittelt. Eine zweite Bonitur der Belaubung wurde am 14. September durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tab. 1: Die Wertzahl und die entsprechende durchschnittliche Belaubung der mit unterschiedlichen Pflanzenschutz-Präparaten behandelten Eichen-Kultur nach der Behandlung im Forstamt Groß-Gerau - Bodenapplikation -

PS-Mittel	Wertzahl		Belaubung (%)		Bemerkung
	25.05.93	14.09.93	25.05.93	14.09.93	
keine PSM Kontrolle	3,50	1,98	max.30	ca. 60	Keine toten Raupen
Alsystin	2,20	1,42	ca. 48	ca. 72	2/3 d.Raupen tot
Dimilin 25 WP	2,88	1,32	ca. 42	ca. 75	>2/3 d.Raupen tot
Gypsy Moth (Virus)	3,88	2,05	max.20	ca. 59	Keine toten Raupen kein Erfolg
Dipel	3,30	1,89	ca. 36	ca. 62	Geringer Erfolg
Btk-Prüfmittel	3,32	1,50	ca. 38	ca. 70	Geringer Erfolg

Da (1.) mit den biologischen Präparaten "nur" 60 bis maximal 70 % der Raupen abgetötet waren, (2.) bei der äußerst hohen Populationsdichte der verbliebene Rest von 30 - 40 % durchaus ausgereicht hat um weitere Schäden zu verursachen, (3.) die

Einwanderung der Raupen aus den nahegelegenen, nicht beflogenen Beständen hoch war und (4.) eine notwendige zweite Befliegung i.d.R. unterblieben ist, konnten auch in behandelten Beständen teilweise starke Schäden (Licht- bis Kahlfraß) beobachtet werden.

Die Entwicklung der Blätter an den Johannistrieben wurde durch die kühle, meist auch feuchte Witterung bis Ende Juli einerseits begünstigt, andererseits aber durch die günstigen Bedingungen für die Infektion mit dem Mehltaupilz (Microsphaera alphitoides) auch benachteiligt.

Die Virus-Behandlung erbrachte im Verhältnis zur Kontrolle keine meßbaren Ergebnisse. Dagegen bewirkte die Dimilin-Behandlung der Blätter eine fast 100%ige Abtötung der Raupen.

Die Auswirkung der Bekämpfung muß auch dann positiv bewertet werden, wenn in diesen Beständen - aus den genannten Gründen - teilweise eine stärkere Fraßtätigkeit und demzufolge eine mehr oder weniger umfangreiche Entlaubung eingetreten ist: Die behandelten Bestände waren doch stärker und länger belaubt und die Regeneration war intensiver, so daß ihre Chancen zum Überleben erheblich günstiger sind. Man kann davon ausgehen, daß die unbehandelten Bestände infolge der Johannistrieb-Bildung und des verhältnismäßig günstigen Witterungsverlaufes zwar gute Aussicht zum Überleben haben, aber der Anteil der sog. Zwang- bzw. Zufalls-Nutzungen wird beträchtlich höher liegen; dies wird bereits durch das Absterben von Einzelbäumen klar belegt.

## 5. Schlußfolgerungen

Eine in der Phase der Latenz befindliche örtliche Schwammspinnerpopulation kann bei günstigen Bedingungen innerhalb von 2 - 3 Jahren die Kulmination der Progradation erreichen und sehr umfangreiche Schäden, insbesondere in Laubbaumbeständen aller

Altersstufen verursachen. Daher soll die Entwicklung der Populationsdichte bereits von der Wahrnehmung erster Eispiegel an genau beobachtet werden.

Da man biologischen Präparaten bei der Bekämpfung des Schädlings i.d.R. den Vorzug geben sollte, diese aber keine 100%ige Abtötung der Raupen bewirken können, ist es vorteilhafter, die Mittel bereits bei einer mittleren Populationsdichte während der  $L_1(L_2)$ -Entwicklungsphase auszubringen. Die dann noch verbleibenden Raupen werden durch die natürlichen Feinde dezimiert. Werden biologische Mittel erst bei der Kulmination der Gradation und bei einer späteren Entwicklungsphase der Raupen ( $L_3/L_4$ -Stadien) ausgebracht, so

1. benötigt man wesentlich größere Mittelmengen (größere Befallsflächen, zweimalige Befliegung),
2. können große Schäden durch die Restpopulation der Raupen verursacht werden,
3. kann die Maßnahme unter solchen Bedingungen u.U. unrationell sein, weil die Population im kommenden Jahr ohnehin zusammenbrechen würde.

Die unbefriedigenden Ergebnisse nach einer Virus-Behandlung ist wahrscheinlich nicht nur eine Folge der etwas verspäteten Ausbringung. Dies kann auch mit den von SKATULLA (1986, 1987) beschriebenen Befunden zusammenhängen, wonach

- a) unterschiedliche Virusstämme eine sehr verschiedene Virulenz und
- b) einzelne Schwammspinner-Herkünfte/Populationen wiederum beträchtliche Reaktionsunterschiede gegenüber einem Virusstamm haben können.

Der nach der Untersuchung durch das Institut für biologische Schädlingsbekämpfung der BBA festgestellte geringe Anteil virusverseuchter Raupen zeigt, daß die Virulenz des verwend-

ten Virus-Stammes aus Kanada für die im Rhein-Main-Gebiet vorhandene Population offensichtlich nicht ausreichend war.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, daß man den besten Bekämpfungserfolg sicherlich mit einem aus der örtlichen Population gewonnenen Virus-Stamm erreichen könnte.

Da der für diese Indikation zugelassene Häutungshemmstoff Dimilin 25 WP (1.) keine Grundwasserschutzauflage hat, (2.) das Einsatzgebiet nur ebene Lagen umfaßt, (3.) auch bei älteren Raupen voll wirksam ist und (4.) eine 100%ige Wirkung auch bei geringerer als der zugelassenen Aufwandmenge bei mehreren Großeinsätzen aufweisen könnte, hätte er auch bei dieser Bekämpfungsaktion gewählt werden sollen und sicherlich bessere Ergebnisse erreichen können. Allein seine Persistenz und die möglichen Nachteile für andere Glieder der Insektenfauna waren die Gründe für die Ablehnung. Sollte beim Alsyslin eine geringere Persistenz nachgewiesen werden können, so könnte es eine gute Alternative darstellen.

Es hat sich ergeben, daß selbst bei einer äußerst hohen Raupendichte auch eine rechtzeitig erfolgte einmalige Behandlung mit BTK-Präparaten lohnenswert ist. Der überwiegende Teil der Raupen wird abgetötet, dadurch kann eine stärkere Belaubung verbleiben, die die Regenerations- und Überlebensfähigkeit erhöht.

Durch die vollkommene Entlaubung der Bäume und die Vernichtung der Bodenvegetation in den unbehandelten Abteilungen kann

- a) eine starke Beeinträchtigung des ganzen Waldökosystems und des Grundwassers, insbesondere durch starke N-Verlagerung, eintreten,
- b) das Ausmaß des in diesem Gebiet ohnehin stark auftretenden Eichen-Sterbens und somit der Anteil der Zwangsnutzungen wesentlich erhöht und

c) das Auftreten von bereits vorhandenen Sekundärschädlingen bedeutend verstärkt werden.

Die bisherige Untersuchung der diesjährigen Eispiegel im Gradationsgebiet ergab, daß

- a) sie häufiger als im Vorjahr im Kronenbereich (untere Äste) gelegt wurden,
- b) die Anzahl der Gelege höher, dafür aber zum Teil erheblich kleiner sind als 1992,
- c) die Eiräupchen in geringem Umfang (< 1 %) parasitiert sind.

Diese Befunde deuten auf den Beginn der Retrogradation hin: Mit Sicherheit wird die Anzahl der Raupen in den jetzigen Schadgebieten abnehmen, ein völliger Zusammenbruch der Population ist jedoch m.E. noch nicht zu erwarten. Auch die verbliebene Restpopulation kann in Gebieten, in denen im kommenden Frühjahr ein Massenflug des Maikäfers zu erwarten ist, von großer Bedeutung sein. Einen erneuten Kahlfraß infolge einer doppelten Belastung werden die Bestände - insbesondere bei abermals warm-trockener Witterung - nicht mehr überstehen können. Um diese Bestände vor den beiden Schädlingen retten zu können, erscheint die Anwendung eines gezielt und nur verhältnismäßig kurzfristig wirksamen Insektizides der günstigste Weg zu sein. Ein solches Insektizid ist für diese Indikation z.Z. aber nicht zugelassen. Man könnte jedoch für sehr wertvolle und stark gefährdete Eichenbestände bei der BBA im Rahmen einer Lückenindikation die Genehmigung für die Anwendung eines geeigneten, für andere Indikationen zugelassenen Insektizides beantragen.

## 6. Literatur

- Skatulla, U., 1986: Über die Wirkung zweier Virusstämme auf Raupen und Puppen des Schwammspinners *Lymantria dispar* (Lep., Lymantriidae). Anz.f.Schädlingskde 59, 25-29.
- Skatulla, U., 1987: Zur Disposition von Raupenpopulationen verschiedener Herkünfte des Schwammspinners (*Lymantria dispar*; Lep. Lymantriidae gegenüber einem Kernpolyedervirus. Anz.f.Schädlingskde 60, 15-18.

Otto, Lutz-Florian  
Sächsische Landesanstalt für Forsten  
Abteilung Waldschutz  
01827 Graupa, Bonnewitzerstr. 34

### Zum Auftreten des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.) in Sachsen 1993

#### 1. Schadgeschehen 1993

Die warmtrockene Witterung der Jahre 1991 und 1992 förderte die Populationsentwicklung einer Reihe forstschädlicher Insektenarten wie z.B. des Blauen Kiefernprachtkäfers (*Phaenops cyanea*) und des Schwammspinners. Sachsen liegt am Rande des natürlichen Verbreitungsgebietes dieser wärmeliebenden Art. Massenvermehrungen des Schwammspinners traten in der Vergangenheit sehr selten in Laubholzbeständen im Raum Leipzig auf. Diese blieben jedoch räumlich eng begrenzt und waren von kurzer Dauer. 1992 kam es in zwei Roteichen-Beständen südwestlich von Weißwasser (FoA Weißkoilm) zum Kahlfraß.

In diesem Jahr wurden Massenvermehrungen des Schwammspinners in mehreren Gebieten Nordsachsens beobachtet. Insgesamt war eine Fläche von etwa 1700 ha betroffen. Das ist weniger als 0,4 % der sächsischen Waldfläche. In der Abbildung 1 ist die Lage der Befallsgebiete dargestellt.

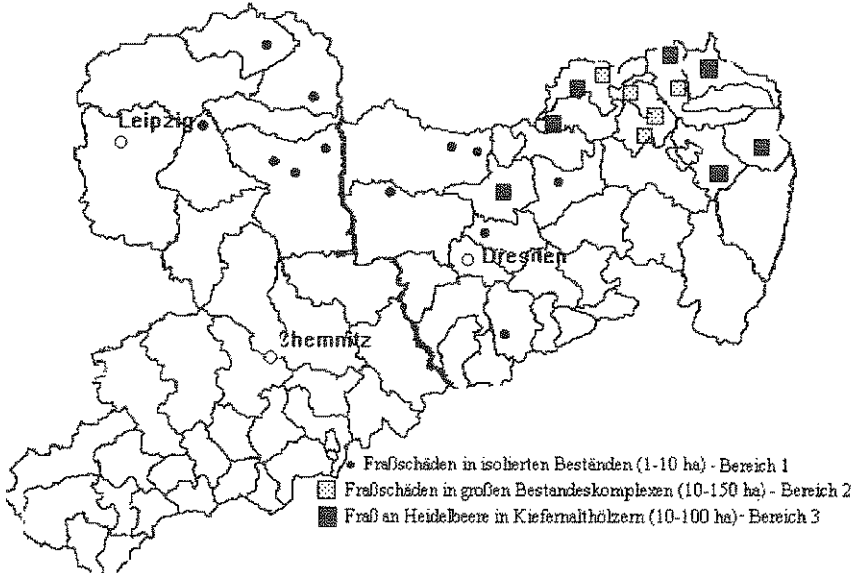


Abbildung 1: Gebiete des Schwammspinner-Auftretens in Sachsen 1993



Das Befallsgebiet gliedert sich in 3 Bereiche:

1. Räumlich begrenzte Vorkommen in nord- und nordwest-sächsischen Eichen- und Roteichen-Beständen auf kräftigen bis mittleren Standorten mit durchschnittlicher Wasserversorgung.
2. Großflächige Vorkommen in nordost-sächsischen Roteichen-, Birken-, Eichen-, Pappeln- und Aspen-Rein- und Mischbeständen auf mittleren bis armen, durchschnittlich wasserversorgten Standorten. Ein Großteil davon sind rekultivierte Tagebaukippen.
3. Großflächige Vorkommen in Kiefernaltbeständen Nordost- und Ost Sachsens an der dort vorherrschenden Bodenvegetation (Heidelbeere) auf ziemlich armen und armen Standorten.

In diesen Gebieten waren die überdurchschnittlichen Temperaturen und die Niederschlagsdefizite in den letzten beiden Jahren besonders ausgeprägt. Teilweise liegt noch eine anthropogen bedingte Grundwasserabsenkung vor. Die Bereiche 1 und 2 umfassen etwa 800 ha Laubwald, davon sind ca. 150 ha mit Eichen bestockt. Insgesamt wurden 250 ha kahlgefressen. Gebietsweise war die Nahrungsgrundlage - Blattmasse der Bäume - vor Abschluß der Larvalentwicklung erschöpft. Die Raupen wichen auf die Bodenvegetation aus bzw. wanderten in Nachbarbestände ab. In einigen Forstämtern wurde versucht, diese Ausbreitung durch mechanische Maßnahmen, die Applikation von PSM mittels Bodentechnik u. a., zu verhindern. Ein Fraß am Neuaustrieb ("Johannistrieb") trat nur vereinzelt auf. Dieser wurde jedoch gebietsweise vom Mehltau befallen.

## **2. Untersuchungen in den Befallsgebieten von 1993**

### **2.1. Vitalität zweier ausgewählter Populationen**

Zur Beurteilung des Vitalitätszustandes der Schwammspinnerpuppen wurden im Sommer 1993 zwei Populationen, die bereits im Raupenstadium erhebliche Vitalitätsunterschiede aufwiesen, untersucht. Eine stammt aus einem 40jährigen Eichen-, Birken-, Kiefern-Mischbestand im FoA Dresden. Die Angabe zur vorjährigen Gelegedichte von 2,3 pro Baum macht deutlich, daß diese Population 1993 bereits das 2. Jahr in hoher Dichte auftrat. Die zweite Population entwickelt sich in einem 11jährigen Eichenjungbestand im FoA Falkenberg (Dreiländereck Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Sachsen). Die Ergebnisse der Laboruntersuchung sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 1: Vergleich der Vitalität von Schwammspinnerpopulationen aus den FoÄ Dresden und Falkenberg

	FoA Dresden	FoA Falkenberg
Gelegedichte 1992 [Gelege/Baum]	2,3	0,4
Anzahl untersuchter Puppen n [Stk]	258	121
Mittl. Gewicht der Puppen [g/Puppe]	0,58	0,87
von den Puppen sind parasitiert	42,6 %	24,8 %
abgestorben	24,8 %	20,7 %
Falter beim Schlupf abgestorben	1,2 %	0 %
Falter geschlüpft	31,4 %	54,5 %
Eizahl in den geschlüpften Weibchen (n=5) [Eier/Weibchen]	186	310
Gelegedichte 1993 [Gelege/Baum]	0,9	8,4
Eizahl je Gelege (n=3) [Eier/Gelege]	94	723
Dichte von Schlupfwespenkokons [Kokonanhäufungen/Baum]	0,84	0,08

Die Angaben zum Puppengewicht, zur Parasitierung der Puppen, zur Gelegedichte und zur Eizahl für die Population in Dresden weisen darauf hin, daß bereits im 2. Jahr der Massenvermehrung ein Vitalitätsverlust eintreten kann. Der Beginn einer Retrogradation im 3. Jahr erscheint damit möglich. Im Untersuchungsgebiet spielen die Parasiten dabei eine wesentliche Rolle. Die Häufigkeit von Schlupfwespenkokons (*Apanteles spec.*) aus parasitierten Raupen an den Bäumen ist in Dresden um das 10fache höher als in Falkenberg. Auch für das Puppenstadium stellt die bereits an den Raupen erfolgte Parasitierung durch Schlupfwespen (Ichneumonidae) und Raupenfliegen (Tachinidae) einen wichtigen Mortalitätsfaktor dar. Aufgrund der hohen Populationsdichte und der erst nach dem Raupenstadium wirksam werdenden Parasitierung sind im 2. Jahr noch starke Fraßschäden zu erwarten.

## 2.2. Ergebnisse einer Erhebung im Herbst 1993

### Methodik

Für die Prognose des weiteren Gradationsverlaufes erfolgte in der Zeit von Mitte September bis Anfang Oktober 1993 durch die Landesanstalt für Forsten und die Forstdirektion Bautzen eine Erhebung wichtiger Parameter in den Befallsgebieten. Bei dieser

bestandesweisen Aufnahme wurde in Abhängigkeit von der Flächengröße an 1 bis 7 Probepunkten von den jeweils 10 nächststehenden Bäumen folgende Angaben erfaßt:

- Baumart, Brusthöhdurchmesser (BHD) und Belaubung in Prozent,
- Anzahl der Gelege pro Baum bis 4 m Höhe, alte und neue Gelege getrennt, sowie
- Anzahl der Anhäufungen von Schlupfwespenkokons (*Apanteles spec.*) pro Baum bis 4 m Höhe, als Maß für die Raupenparasitierung.

Erhoben wurden außerdem allgemeine Angaben zur Befallsfläche (Forstort, Befallsintensität 1993, Bestockung, Standort u.a.). Je Bestand dienten 3 Gelege zur Bestimmung der Eizahlen. Die Erhebung umfaßt 57 Bestände bzw. Bestandeskomplexe (35 Laubholzbestände und 22 Kiefernaltholzbestände) mit 271 Probepunkten (140 Laubholzbestände, 131 Kiefernalthölzer).

### Aktuelle Befallsituation

Nur in 3 der untersuchten Laubholzbeständen (8,6 %) ist die Gelegedichte 1993 niedriger als 1992. Die Gelege aus diesen Gebieten bestehen durchschnittlich aus 130 Eiern. In allen anderen Beständen stieg die Gelegedichte um das 5 - 10fache an. Die Eizahl pro Gelege beträgt dort im Mittel 490. An etwa 20 % der Bäume wurden Schwammspinnerraupen durch Schlupfwespen (*Apanteles spec.*) parasitiert. In der Tabelle 2 sind wichtige Ergebnisse der Erhebung zusammengestellt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Erhebung in Laubholzbeständen mit Schwammspinnerebefall

Baumart	n	Gelege/Baum bis 4 m Höhe		Anteil der Bäume mit Anhäufungen von Schlupfwespenk. [%]	Anteil der Bäume aus Beständen mit Kahlfraß [%]	Belaubung[%] im Herbst 1993	BHD [cm]
		1992	1993				
Roteiche	550 (44,5 %)	0,7	5,6	17,8	80,2	55	12,0
Eiche	292 (23,5 %)	1,2	5,4	31,5	47,9	47	17,1
Birke	158 (12,7 %)	1,4	18,7	3,8	34,2	38	11,7
Aspe/Pappel	112 (9,0 %)	0,4	4,4	13,4	36,6	33	16,6
andere	128 (10,3 %)	1,2	6,0	11,7	34,4	53	15,5
gesamt	1240 (100 %)	0,9	7,2	18,2	58,1	50	13,9

Die Angaben zur Häufigkeit der erfaßten Baumarten charakterisieren die Baumartenstruktur in den Befallsgebieten. An den Birken treten die höchsten Gelegedichten auf. Diese Baumart wird offensichtlich zur Eiablage bevorzugt. Das gilt auch in Mischbeständen mit Roteiche, Eiche und Aspe/Pappel, in denen die Fraßintensität an allen Baumarten gleich war. Da die Gelegedichten an Birke bereits 1992 überdurchschnittlich waren, ist eine

Schlüsselfunktion dieser Baumart in der Progradationsphase zu vermuten. Die Massenvermehrung 1993 erfolgte dann vor allem an Roteichen und Eichen.

Pflanzenphysiologisch bedingt und durch den diesjährigen niederschlagsreichen Sommer gefördert, regenerierten die Eichen, aber auch die anderen Baumarten, die Laubverluste durch den Fraß sehr gut.

An fast jeder 3. Eiche waren Schlupfwespenkokons nachweisbar. Das deutet auf eine höhere Parasitendichte in Eichenbeständen im Vergleich zu den übrigen Befallsflächen hin.

### Kritische Gelegedichten

Die ermittelten Angaben zur Befallsintensität 1993 und den Gelegedichten aus dem Jahr 1992 ermöglichen eine Schätzung der Anzahl von Gelegen/Baum, die zum Kahlfraß führen. Diese Angaben werden als kritische Werte bezeichnet. Tabelle 3 enthält die entsprechenden Werte, differenziert nach Baumarten und zwei BHD - Bereichen.

Die geschätzten kritischen Gelegedichten sind für Roteiche sowie für Aspe und Pappel geringer als für Eiche. Aufgrund der beobachteten verstärkten Eiablage an Birke sind die kritischen Dichten für diese Baumart wahrscheinlich niedriger als die in Tabelle 3 angegebenen.

Tabelle 3: Schätzung kritischer Gelegedichten anhand erhobener Parameter

Baumart	BHD	Gelegedichte in merklich bis stark geschädigten Beständen	Gelegedichte in Beständen mit Kahlfraß	Schätzung des kritischen Wertes
Roteiche	< 10 cm	0,1 (n=31)	0,8 (n=239)	0,5
	> 10 cm	0,4 (n=78)	0,8 (n=202)	0,5
	gesamt	0,3	0,8	0,5
Eiche	< 10 cm	0,5 (n=84)	1,5 (n=23)	1,0
	> 10 cm	0,8 (n=68)	1,9 (n=117)	1,0
	gesamt	0,6	1,8	1,0
Birke	< 10 cm	0,5 (n=54)	0,7 (n=21)	0,5
	> 10 cm	2,1 (n=50)	2,1 (n=33)	2,0
	gesamt	1,3	1,6	1,5
Aspe/Pappel	gesamt	0,3 (n=71)	0,6 (n=41)	0,5
alle Baumarten	< 10 cm	0,4 (n=217)	0,8 (n=297)	0,5
	> 10 cm	1,1 (n=303)	1,2 (n=423)	1,0
	gesamt	0,8	1,0	< 1,0

Eine Abhängigkeit der kritischen Gelegedichten vom BHD tritt nur bei der Zusammenfassung aller Baumarten auf. Erwartet wurde, daß bei Eiche und Roteiche mit

zunehmenden Durchmesser auch die kritischen Werte ansteigen. Da bei Bäumen mit größerem BHD Gelege auch oberhalb von 4 m an starken Ästen auftreten, wird dieser Effekt offensichtlich kompensiert.

### Schwammspinner in Kiefernalthölzern

In Kiefernalthölzern der Lausitz kam es in diesem Jahr zu einem massiven Auftreten von Schwammspinnerraupen an Heidelbeere. Es kann ausgeschlossen werden, daß die Raupen aus benachbarten oder auch weiter entfernt liegenden Laubholzbeständen eingeweht wurden bzw. zugewandert sind. Für eine Entwicklung am Ort sprechen auch die gefundenen Eigelege aus dem Jahr 1992. In den meisten Beständen fraßen die Raupen die Heidelbeere kahl und konnten dadurch ihre Entwicklung erfolgreich beenden. In der Abbildung 2 ist, ausgehend von der Anzahl Gelege/Kiefer 1992, die Änderung der Populationsdichte in den 22 erfaßten Kiefernalthölzern dargestellt.

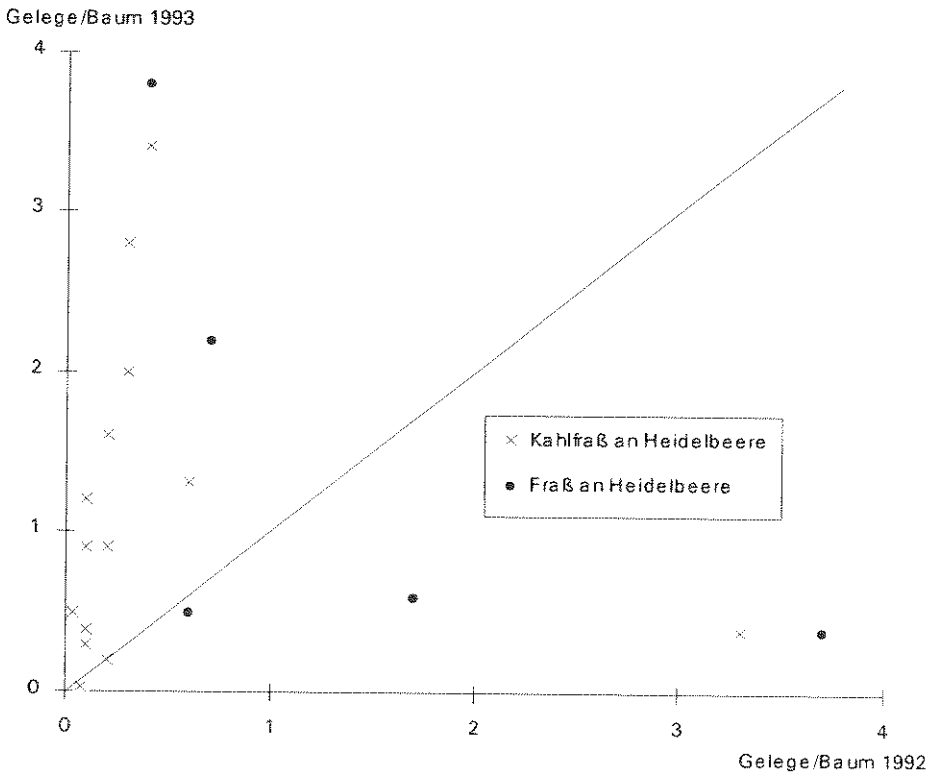


Abbildung 2: Entwicklung der Populationen des Schwammspinners in Kiefernalthölzern nach Fraß an Heidelbeere 1992 - 93

Die Punkte oberhalb der Diagonalen repräsentieren Bestände, in denen die Populationsdichte 1993 im Vergleich zum Vorjahr zunahm. Ein solcher Anstieg trat dann auf, wenn im Vorjahr weniger als 0,7 Gelege/Kiefer vorhanden waren. Der Grad der Dichtezunahme ist mit dem in Laubholzbeständen vergleichbar. Die Gelege bestehen durchschnittlich aus 330 Eiern.

In den Beständen mit mehr als einem Gelege pro Kiefer 1992 nahm die Dichte in diesem Jahr ab. Da die Nahrungsressource -Heidelbeere- nicht in jedem Fall erschöpft war, ist dieser Effekt nicht nur auf Nahrungsmangel zurückzuführen.

Im kommenden Frühjahr wird damit gerechnet, daß die Eiräupchen nach ihrem Schlupf auf die Kiefern aufbaumen, sich dann jedoch abspinnen und ihren Fraß an der Heidelbeere beginnen. Aufgrund der zu erwartenden hohen Dichten reicht diese Nahrungsquelle nicht aus, so daß es wahrscheinlich zu einem erneuten Aufbaumen kommt. Die entscheidende Frage ist, ob die dann größeren Raupen diese Nahrungsquelle erschließen.

In einem Laborexperiment 1992 konnten Schwammspinnerraupen von Roteichen ihre Entwicklung an Kiefernzweigen erfolgreich beenden. Nach dem Umsetzen als L4 an Eiche bzw. Kiefer erreichten die Individuen vergleichbare Puppengewichte (ca. 0,57 g/Puppe). Mit je 10 Raupen war der Stichprobenumfang sehr gering. Das Experiment weist jedoch auf die prinzipielle Möglichkeit einer erfolgreichen Entwicklung des Schwammspinners an Kiefer hin. Entsprechende Hinweise sind auch in der Literatur enthalten.

### **Überwachung der Nonne im Befallsgebiet des Schwammspinners**

Gebietsweise tritt in der Lausitz eine Überlagerung der Befallsflächen von Nonne und Schwammspinner auf. Das führte zu einigen Problemen bei der Überwachung der Nonne mittels Lockstoff-Fallen. Stark abgeflatterte Männchen beider Arten sind schwierig zu differenzieren. Etwa 10 - 20 % Schwammspinner-Beifänge wurden registriert. Vereinzelt lagen noch höhere Werte vor.

### **3. Prognose für 1994**

Die Ergebnisse der durchgeführten Erhebungen deuten auf eine Ausdehnung des Befallsgeschehens 1994 hin. Untersuchungen zur Schlupfbereitschaft im Frühjahr sollen diese Aussage präzisieren.

Da das Nahrungsangebot bereits 1993 vielerorts nicht ausreichte, ist 1994 mit einer zunehmenden Wanderungsaktivität der Raupen, aber auch mit einer daraus resultierenden Begrenzung der Populationsentwicklung zu rechnen.

In den Kiefernalthölzern ist eine intensive Überwachung geplant, um die mögliche Herausbildung eines an die Kiefer angepaßten Ökotyps rechtzeitig zu erkennen.

Heidrun Vogt und Erich Dickler

Biologische Bundesanstalt, Institut für Pflanzenschutz im  
Obstbau, Dossenheim

Lymantria dispar: Wechselwirkungen zwischen Gradationsgebieten  
im Forst und Obstanlagen. Beobachtungen 1993 und geplante  
Untersuchungen 1994.

Der Schwammspinner *Lymantria dispar* ist als Obstschädling gefürchtet und hat dies 1993 an mehreren Standorten wiederum bewiesen. So wurden im Raum Bruchsal zahlreiche Obstanlagen, vor allem in der Nähe von Kahlfraßgebieten im Wald, befallen. Apfel- und Birnbäume, alle Steinobstarten und Erdbeeren waren betroffen. Meist kam es zu Kahlfraß.

In unmittelbarer Nähe des BBA-Institutes, im Wald bei Schriesheim, befand sich ein Gradationsgebiet, das etwa 20 ha umfaßte. In Mühlhausen, ca. 25 km südlich von Dossenheim, waren ca. 200 ha von Kahlfraß betroffen, bei Bruchsal ca. 150 ha. Insgesamt betrug die Kahlfraßflächen im Regierungspräsidium Karlsruhe ca. 500 ha.

Beobachtungen zum Flugverhalten der Falter ergaben, daß die Weibchen sehr wohl flugfähig sind und weite Strecken zurücklegen können. Dies steht im Gegensatz zu Literaturangaben. Große Ansammlungen von Weibchen wurden in bis zu 10 km Entfernung der Vermehrungsgebiete gefunden. Da dort auch die Eiablage erfolgte, ist im nächsten Jahr mit einem Befall in weiten Bereichen des Rhein-Neckar-Kreises zu rechnen.

Erhebungen zur Vitalität der Raupen im Schriesheimer Befallsgebiet ergaben, daß die Mortalität nur etwa 1 % betrug. Der Anteil virustoter oder parasitierter Larven war

mit jeweils etwa 0,3 % sehr gering. Die Beobachtungen von 1993 lassen darauf schließen, daß auch im nächsten Jahr in Obstanlagen Schäden durch *L. dispar* auftreten werden. Mit Befall ist insbesondere in Streuobstwiesen, die in Waldbereiche eingestreut sind oder an Waldrändern liegen, zu rechnen; ebenso in Anlagen des Ökologischen Obstbaus, wo keine synthetischen Insektizide eingesetzt werden können. Aber auch integriert bewirtschaftete Obstplantagen mit reduziertem Insektizideinsatz können betroffen sein.

In Zusammenarbeit mit der Universität Heidelberg und dem Regierungspräsidium Karlsruhe sind 1994 zu folgenden Themenkreisen Untersuchungen vorgesehen:

- Auftreten des Schwammspinners in Obstanlagen
- Flugaktivität der Weibchen im Gradationsgebiet und in Entfernung davon, insbesondere im Hinblick auf die Wechselbeziehungen zwischen Gradationsgebieten im Forst und Obstanlagen
- Parasitierung der Schwammspinnerraupen im Gradationsgebiet und in Entfernung davon
- Wirksamkeit von Juvenoiden im Vergleich mit *Bacillus thuringiensis*-Präparaten und anderen selektiven Insektiziden bei der Bekämpfung des Schwammspinners im Rahmen des bereits im Institut bearbeiteten Themas "Bedeutung von freifressenden Raupen im Obstbau". Hierzu liegen bereits einjährige Erfahrungen mit Noctuiden vor.



Curt Majunke

Forstliche Forschungsanstalt Eberswalde e.V., Eberswalde

Zum Auftreten ausgewählter blatt- und nadelfressender Insekten in der Forstwirtschaft der ostdeutschen Länder im Jahre 1993

1. Nadelfressende Insekten an Kiefer

Nonne (*Lymantria monacha* L.)

In einigen ostdeutschen Ländern zeichnet sich eine zunehmende Gefährdung der Waldbestände durch die Nonne ab. In Südbrandenburg, Nordsachsen und im Südteil Sachsen-Anhalts wurden erste Befallsherde mit z.T. erheblichen Fraßschäden festgestellt.

Die diesjährigen Bekämpfungsmaßnahmen auf ca. 1300 ha konzentrierten sich in den brandenburgischen Ämtern für Forstwirtschaft Peitz, Luckenwalde, Belzig, Lübben und Doberlug-Kirchhain.

Auch außerhalb der Bekämpfungsgebiete wurden bereits stärkere Nonnenvorkommen, verbunden mit mehr oder weniger starken Fraßschäden, beobachtet.

Tabelle 1: Übersicht zu Fraßschäden der Nonne in den ostdeutschen Ländern 1993 (Quelle: Forstschutzmeldedienst)

Land	merklich (ha)	stark (ha)
<b>Brandenburg</b>		
AfF Kyritz	708	35
Karstädt	120	-
Belzig	493	556
Luckenwalde	1355	-
Groß Schönebeck	60	-
Müllrose	56	165
Hangelsberg	700	96
Doberlug-Kirchhain	305	-
Lübben	498	227
Peitz	872	802
<b>Summe</b>	<b>4718</b>	<b>1881</b>
<b>Thüringen</b>		
<b>Summe</b>		<b>2</b>
<b>Sachsen-Anhalt</b>		
<b>Summe</b>	<b>133</b>	<b>450</b>
<b>Sachsen</b>		
<b>Summe</b>	<b>584</b>	<b>241</b>
<b>Meckl.-Vorpommern</b>		
<b>Summe</b>	<b>97</b>	<b>-</b>

Die neuerliche Massenvermehrung der Nonne im ostdeutschen Raum ist die 9. Gradation seit dem Jahre 1945.

1945-1948	Ostsachsen
1947-1950	Nordostmecklenburg Nordbrandenburg Mecklenburgisches Seengebiet
1957	Nordwestbrandenburg
1961/62	Südbrandenburg
1965/66	Südbrandenburg
1970/71	Südbrandenburg
1975-1985	Ostmecklenburg Brandenburg Sachsen-Anhalt Nordsachsen

Das Zentrum des gegenwärtigen Gradationsgebietes liegt nach Informationen polnischer Forstdienststellen im Bezirk Zielona Gora. Dort wurden bereits 1992 500 ha und 1993 40 000 ha Waldfläche mit Pflanzenschutzmitteln gegen Nonnenraupen (z.T. vergesellschaftet mit dem Kiefernspinner) geschützt.

1994 prognostiziert man eine Behandlungsfläche von 60 000 - 80 000 ha allein in dem genannten Bezirk. Nebenbei möchte ich darauf hinweisen, daß in Polen die Pflanzenschutzmittel Fastac, Decis und Dimilin im ULV-Verfahren mit Dreh- und Starrflüglern ausgebracht werden.

Das starke Auftreten der Nonne im polnischen Bezirk Zielona Gora und die bisher lokalisierten Fraßstellen in Südbrandenburg, Nordsachsen, im Südteil von Sachsen-Anhalt und auch im Nordwesten Brandenburgs lassen eine Ausweitung des Gradationsareals von Südost nach Nordwest vermuten. Damit weicht diese Massenvermehrung von der letzten Gradation der 70/80 Jahre, die bekanntlich im Nordosten beginnend, in südwestliche Richtung verlief, ab.

Aus den Erfahrungen der bisherigen Massenvermehrungen ableitend, wird 1994 das Entstehen weiterer autochthoner Befallstellen und auch flächiger Befall in Größenordnungen erwartet. Ersten Schätzungen zufolge wird in Brandenburg auf mindestens 20 000 bis 30 000 ha mit starken Fraßschäden gerechnet. Genauere Aussagen sind erst nach Auswertung des diesjährigen Falterfluges sowie der in Kürze anlaufenden Kontrollen der Eiablagen möglich.

Tabelle 2: Falterfänge an Pheromonfallen in ausgewählten Oberförstereien des Landes Brandenburg im Zeitraum 1991-1993 (Falter je Saison)

Oberförsterei	1991		1992		1993	
	Mittel	Maximum	Mittel	Maximum	Mittel	Maximum
Niemegk	400	874	320	612	1567	4241
Baruth	76	208	676	1474	1344	2416
Treuenbrietzen	81	209	163	331	1286	2743
Forst/Reuthen	71	159	755	1966	1006	2188
Drebkau	89	265	521	895	742	1988
Trebbin	47	105	730	768	878	1756

Forleule (*Panolis flammea* SCHIFF.)

Die in Brandenburg seit 1991 steigende Tendenz des Forleulenauftretens setzte sich 1993 fort. Auf 6300 ha gingen die Belagsdichten mit 1 Puppe und mehr pro Quadratmeter in den kritischen Bereich und erforderten somit intensive Kontrollen der weiteren Populationsentwicklung. Auf der Grundlage kontinuierlich durchgeführter Besatzdichtermittlungen im Ei- und Raupenstadium sowie Parasitierungsuntersuchungen konnte die ausgeschiedene Bekämpfungsfläche auf ein Minimum reduziert werden, so daß lediglich 2472 ha Waldfläche durch aviochemische Maßnahmen vor Kahlfraß geschützt werden mußten. Das Auftreten der Forleule war gleichzeitig begleitet von erheblichen Belagsdichten des Kiefernspinners und der Nonne.

Die Schwerpunkte des Befalls lagen in den ÄfF Doberlug-Kirchhain und Lübben.

Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* L.)

Auch der für die Kiefer außerordentlich gefährliche Kiefernspinner hat von den günstigen Witterungsbilanzen der Vorjahre und des Frühjahres 1993 profitiert und ist wiederum in Brandenburg örtlich in die Phase der Massenvermehrung getreten. Auf einer Fläche von 1184 ha wurden bisher Fraßschäden registriert und die Einschätzung des Falterfluges ergab einen Anstieg auf 987 % im Vergleich zum Vorjahr. Das Kiefernspinnerauftreten konzentriert sich in den ÄfF Doberlug-Kirchhain, Lübben und Luckenwalde.

Kiefernbuschhornblattwespen (*Diprion spec.*, *Gilpinia spec.*)

Die Ergebnisse der Winterbodensuchen 1992/93 zeigten bei den Kiefernbuschhornblattwespen im Vergleich zum Vorjahr eine rückläufige Tendenz. Kritische Belagsdichten wurden auf sehr geringen Flächen ermittelt. Bedingt durch die warme und trockene Witterung im Frühjahr 1993 kam es gebietsweise zu einem starken Auftreten der 1. Generation, das z.T. zu merklichen und starken Fraßschäden führte. Gegenmaßnahmen wurden nicht eingeleitet.

Ab Mitte August wurde aus einigen Oberförstereien und Forstämtern Fraß der 2. Generation signalisiert.

Das teilweise sehr intensive Fraßgeschehen hält gegenwärtig noch an und führte bereits zur partiellen Vernichtung der diesjährigen Triebe.

Tabelle 3: Kiefernbuschhornblattwespen-Fraß (Frühjahrsfraß) 1993

Land	merklich (ha)	stark (ha)
<b>Brandenburg</b>		
AfF Kyritz	12	-
Alt Ruppin	1300	225
Fürstenberg	843	6
Karstädt	120	-
Belzig	372	-
Luckenwaide	1325	582
Groß Schönebeck	325	80
Müllrose	706	3
Fürstenwalde	622	250
Doberlug-Kirchhain	215	25
Peitz	268	-
Lübben	1685	189
<b>Summe</b>	<b>7793</b>	<b>1360</b>
<b>Sachsen-Anhalt</b>		
<b>Summe</b>	<b>429</b>	<b>3</b>
<b>Meckl.-Vorpommern</b>		
<b>Summe</b>	<b>1827</b>	<b>21</b>

2. Blattfressende Insekten an Laubgehölzen

Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.)

Das Auftreten des mit der Nonne verwandten Schwammspinners hält sich im Vergleich zu anderen Bundesländern, vor allem in Südwestdeutschland, in Grenzen. Während sich der Befall 1992 noch auf Obstbaumalleen und Bestandesränder von Waldungen beschränkte, wurden 1993 neben besonnten Bestandesrändern auch lichte Waldkomplexe, vornehmlich Jungwüchse und Stangenhölder, angenommen. Bevorzugt befressen wurden Laubholzbestände (besonders Eichenwaldungen), in denen die hohen Raupenbesatzdichten z.T. Kahlfraß verursachten. In

Sachsen kam es auf mehreren hundert Hektar zum starken Fraß an der Bodenvegetation in Kiefernbeständen.

Tabelle 4: Schadflächen des Schwammspinners 1993

Land	Schadflächen (ha)	Betroffene Baumart
Brandenburg	738	REi, Bi, Ei, Fi
Sachsen-Anhalt	35	
Sachsen	800	Laubh.

Eichenwickler (*Tortrix viridana* L.) und Frostspanner-Arten

Die Befallsfläche durch o.g. phytophage Insekten an Eiche beläuft sich in den ostdeutschen Ländern auf etwa 48 000 ha (Eichenwickler ca. 31 000 ha, Frostspanner ca. 17 000 ha). Davon wiesen 14 000 ha Kahlfraß auf. Absoluter Schwerpunkt des Schadauftretens ist mit 17 400 ha (davon 14 000 ha Kahlfraß) das Land Thüringen. Hier wurde außerdem starker Befall durch *Archips-spec.* festgestellt. Auf großflächige Gegenmaßnahmen wurde 1993 verzichtet.

Eichenerdfloh (*Haltica quercetorum* FOUDE.)

Stark zunehmend waren in Brandenburg, Thüringen, Sachsen-Anhalt und Sachsen in diesem Jahr die Fraßschäden durch den Eichenerdfloh. Aus 13 ÄfF Brandenburgs gingen in den Monaten Juni/Juli Meldungen über umfangreiche Schäden an Eichen ein. In Sachsen wurde Befall auf 1630 ha registriert.

Befallen wurden Eichen aller Altersklassen. Teilweise wurde die gesamte Laubmasse vernichtet.

Wolfgang Altenkirch

Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt  
Abt. Waldschutz  
37079 Göttingen

Schwammspinner und Nonne:

Situation in Nordwestdeutschland im Herbst 1993

**Schwammspinner** (*Lymantria dispar*)

Vorkommen

(A) Ovelgönne

Im Frühsommer 1993 wurde lokaler Schadfraß des Schwammspinners auf kleiner Fläche bei Ovelgönne (StFoA Wienhausen, Rfö. Celle) entdeckt. Die Umstände waren ungewöhnlich: Die Fraßfläche liegt in einem größeren reinen Nadelwaldgebiet und ist bestockt mit Kiefer (105-108j., 38-63j. und Naturverjüngung) und Japanlärche (40j.) sowie einzelnen unterständigen Fichten, Birken und Eichen. Die Fläche wurde anfangs mit 3 - 4 ha angenommen, dürfte aber eher bei 10 - 12 ha liegen.

Während die Kiefer offenbar nur mäßig befallen wurde, waren Lärchen und Fichten im Fraßzentrum kahl. Die Lärche begrünete sich wieder, die Fichten starben ab. Erkennbar stark befallen wurde vor allem am Boden das Beerkraut.

Der Falterflug Anfang bis Mitte Juli fand bei ungünstigem Wetter (kühl und naß) statt, entsprechend träge verhielten sich vor allem die Weibchen. Eigelege waren zunächst nur schwer zu finden.

Auffällig waren viele tote Raupen am Boden oder am stark befallenen Unterstand. 29 tote Altraupen wurden zur Untersuchung an die BBA Darmstadt geschickt. Ein Hinweis auf Beteiligung von Insektenpathogenen ergab sich nicht (E 1322/93, 19.07.93), jedoch erwies sich die Hälfte der toten Raupen als parasitiert: insgesamt wurden (aus 14 Raupen) 22 Tönnchen der *Tachine Drino inconspicua* gefunden. (*D. inconspicua* parasitiert vornehmlich Diprioniden, ist aber auch von *L. dispar* an Kiefer bekannt [HERTING 1960, PSCHORN-WALCHER 1974, SABROSKY & REARDON 1976]. Diprioniden befanden sich 1991/92 auch in Niedersachsen in Gradation [ALTENKIRCH 1993]).

#### (B) Gartow

Erst im Oktober 1993 erhielten wir Kenntnis von einer Kiefernfläche im Gräfl. Bernstorff'schen FoA Gartow, in der starker Falterflug beobachtet (aber der Nonne zugeschrieben) worden war.

Es handelt sich hier um ein Kiefernaltholz (Ki 126j.) mit horstweise unterständiger Fichte und Douglasie (43j.). Die Stämme waren im unteren Bereich stark mit großen bis sehr großen Gelegen besetzt, in vielen Fällen fanden sich die toten Weibchen noch daneben.

Fraß war allenfalls am Beerkraut zu erkennen, nirgends auffallend. Dies und das Fehlen toter Raupen begründet die Annahme einer Progradation in einem früheren Stadium als in Ovelgönne.

#### Prognose

Die Fraßbedingungen waren 1993 von der Witterung her noch eben günstig, von den Fraßpflanzen her sicherlich nicht. Zur

Falterflugzeit wurde das Wetter schlecht. Dies läßt vermuten, daß es sich bei diesen nördlichen Schwammspinner-Vorkommen um ein marginales Ereignis handelt. Die auffällige, wenn auch kaum zu quantifizierende Parasitierung in Ovelgönne dürfte zum baldigen Ende der Gradation dort beitragen.

Eisuchen (Tab.1; Okt.1993) ergaben in Ovelgönne einen intensiven Besatz der Kiefern und Lärchen mit schwer erkennbaren und i.d.R. nicht sehr großen Gelegen, vornehmlich häufig am Stammfuß. Ein Teil der Eischwämme schien angegriffen oder zerstört. In Gartow waren die Gelege trotz der tief rissigen Rinde der Kiefern gut erkennbar und meist groß.

Tab.1

Schwammspinner: Untersuchte Eigelege (Stand: 15.10.93)

	Bäume	Gelege	gesunde Eier [Σ]	Eier/ Gelege [φ]	Anteil gesund. Eier [φ]
Celle Ki	5	18	1773	99	87.0 %
Lä	1	5	640	128	93.2 %
Gartow Ki	2	10	3335	334	88.9 %

#### Maßnahmen

Maßnahmen sind in Ovelgönne nicht vorgesehen. In Gartow könnte bei entsprechender Witterung im Frühjahr 1994 intensiver Fraß die unterständige Fichte und Douglasie schädigen. Es wird diskutiert, an der überschaubaren Zahl besetzter Kiefern die Gelege mechanisch zu entfernen und zu vernichten.



**Nonne** (*Lymantria monacha*)

Vorkommen

Die Nonne kommt in Niedersachsen in unregelmäßigen Abständen zu Gradationen, die nach Ausdehnung und Intensität sehr unterschiedliche Fraßschäden zur Folge haben. Für die Zeit zwischen 1866 und 1955 hat NIEMANN (1958) die Daten aus dem in erster Linie betroffenen Regierungsbezirk Lüneburg zusammengestellt (Tab.2). Danach war Niedersachsen - in zwei Schwerpunkten: Raum Lüchow/Gartow und Raum Gifhorn/Celle - von zwei schweren Gradationen betroffen. Daneben wurden immer wieder örtliche, meist nicht andauernde Vorkommen gemeldet.

Tab.2: Nonnen-Kalamitäten im Reg.bez.Lüneburg 1866-1955  
(NIEMANN 1958)

---

1865-79	leichte bis mittelschwere Kalamitäten, zeitlich und räumlich verteilt
1888-95	ausgedehnte, schwere Kalamität
1906-14	ausgedehnte, schwere Kalamität, zeitlich und räumlich weniger konzentriert als 1888/95
1931-34	kurze, örtliche Vorkommen
1937-40	lokal verstärkter Falterflug
1944-47	lokal verstärkter Falterflug

---

Danach trat die Nonne erst wieder 1978 in Erscheinung und durchläuft bei uns z.Z. ihre dritte Gradation innerhalb von 15 Jahren (Tab.3). Sie folgt dabei zunächst den Kieferngrößschäd-

lingen und tritt gemeinsam vor allem mit der Forleule (*Panolis flammea*) an Kiefer auf.

Tab.3  
Kieferngrößschädlinge in Niedersachsen:  
Bekämpfungsflächen seit 1971

[ha]	<i>Diprion pini</i>	<i>Panolis flammea</i>	<i>Lymantria monacha</i>	<i>Bupalus piniarius</i>	Sa.
1977	8.407				8.407
1978	5.566		983		6.549
1979			369		369
1980			305		305
...					
1985		708	991		1.699
1986			531	460	991
1987			395		395
...					
1992		415			415

Nach ausgedehnten Vorkommen von Diprioniden 1991/92, die in Niedersachsen jedoch keine Gegenmaßnahmen erforderlich machten, trat 1992 die Forleule im Raum Lüchow/Gartow bedrohlich in Erscheinung und wurde auf 415 ha (mit Dimilin 25 WP) bekämpft. Gleichzeitig zeigten sich erste Anzeichen einer beginnenden Gradation auch der Nonne.

1993 kam es in Gartow lediglich zu verteiltem Nonnenfraß, an dem auch Blattwespen, Forleule und Kiefernspinner beteiligt waren. Nach Falterflug und Eiablage markieren sich derzeit neben dem ausgedehnten Gefahrenherd bei Gartow zwei andere, kleinere Vorkommen im Raum Celle.

## Prognose

Die Überwachungs- und Prognose-Arbeiten sind noch im Gange. Eisuchen haben bislang konzentrierte Eiablagen in Gartow auf mehreren hundert ha Kiefernfläche gezeigt mit max. Eidichten von >2000 Eiern/m<sup>2</sup> Rindenfläche (- dies entspricht dem Mehrfachen der kritischen Zahl für Kahlfraß). Bei Celle wurden ähnlich hohe Eizahlen, aber auf wesentlich kleinerer Fläche gefunden.

Entscheidende Hinweise sind von der winterlichen Probesuche nach KiefernSchadinsekten zu erwarten. Nach Aussage erfahrener Forstleute vor Ort (JUNACK & JUNACK, o.J.) ist reiner Nonnenfraß an Kiefer weniger zu fürchten, wohl aber kombinierter Fraß insbesondere von Nonne und Eule (z.B. werden als Folge der Kalamität von 1932/33 in Gartow 53.5 ha Kahlschäge und >65.000 fm Mehreinschlag angegeben). Ein solches bedrohliches Zusammenwirken ist allerdings in Gartow und in anderen Kieferngebieten die Regel. Die derzeitige Besorgnis richtet sich neben der Eule, deren Massenvermehrung vermutlich rückläufig ist, auf den Kiefernspinner, der nach Jahrzehnten der Latenz zum ersten Mal wieder in Niedersachsen in Erscheinung tritt.

## Maßnahmen

Entscheidungen über 1994 zu treffende Maßnahmen sind frühestens nach Vorliegen aller Prognose-Daten möglich. Im Falle eines zu erwartenden starken Fraßes durch die Nonne und die beteiligten KiefernSpezialisten ist zumindest in Gartow eine Bekämpfung auf bis zu 1000 ha nicht auszuschließen.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß sich die hochgradig gefährdeten Kiefernbestände auf schwachen Standorten in Nieder-

sachsen zumeist in Privatbesitz befinden (bei den Aktionen von 1977/80 und 1985/87 zu etwa 85%). Zumindest im bäuerlichen Klein-Privatwald handelt es sich überwiegend um - aus Kostengründen - schlecht gepflegte Bestände. Einkünfte aus dem Waldbesitz stammen praktisch nur aus der Verpachtung der Jagd. Die Bekämpfung der Großschädlinge auf diesen Flächen würde der Erhaltung dieser Einnahme-Quellen - vor allem aber auch dem Schutz der angrenzenden wertvolleren, ordnungsgemäß forstlich bewirtschafteten Bestockungen im Staats- und Großprivatwald dienen.

Im Falle unumgänglicher Bekämpfungsmaßnahmen wird zwangsläufig auf Dimilin zurückgegriffen werden müssen, allerdings mit der geringst möglichen, eine ausreichende Wirkung versprechenden Flächendosis.

#### Zitierte Literatur

- ALTENKIRCH, W. (1993): Kiefernbuschhornblattwespen und andere Kieferngrößschädlinge in Niedersachsen 1991/92. - J.Appl.Ent., im Druck.
- HERTING, B. (1960): Biologie der westpaläarktischen Raupenfliegen (Dipt., Tachinidae). - Monogr. Ang.Ent. 16.
- JUNACK, C. und H.JUNACK (o.J.): Gräfl.Bernstorff'sches Forstamt Gartow: Waldgeschichte. - Manuskript.
- NIEMANN, G. (1958): Forstschädlingkartierung Reg.bez. Lüneburg. - Göttingen, unveröffentl.
- PSCHORN-WALCHER, H. (1974): Gypsy moth (*Porthetria dispar*): Work in Europe in 1974. Commonw.Inst.Biol.Control (Delémont).
- SABROSKY, C.W. & R.C.REARDON (1976): Tachinid parasites of the Gypsy moth, *Lymantria dispar*, with keys to adults and puparia. - Misc.Publ.Ent.Soc.America 10, 1-80.

Ferenc Kató

Institut für Forstökonomie  
der Georg-August-Universität Göttingen  
Abteilung für Betriebswirtschaftslehre  
Büsgenweg 5, 37077 Göttingen

ANSÄTZE ZUR ÖKONOMISCHEN BEWERTUNG DER DURCH SCHWAMMSPINNER  
UND NONNE VERURSACHTEN SCHÄDEN.

1. Einleitung

Die Bewertungsfälle lassen sich in die Hauptgruppen:

- a) Freier Grundstücksverkehr
- b) Enteignung und anderer Grundstücksverkehr aus öffentlichrechtlichem Anlaß
- c) Schadensfälle
- d) Sonstige Bewertungsfälle (Forstrechte, Pachten usw.)

einteilen. Weiterhin unterscheidet man "nach außen gerichtete" und "innerbetriebliche" Bewertungen.

Die Insektenschäden betreffen ein Teilgebiet der Schadensfälle und bei den weiteren Erörterungen steht die innerbetriebliche Bewertung im Vordergrund.

Umfangreiche Bewertung von Insektenschäden, oder nach den Angaben von SCHWERTFEGER (1957) "Eine einmalig dastehende Behandlung der wirtschaftlichen und finanziellen Auswirkungen hat der große F o r l e u l e n f r a ß 1922/24 durch LEMMEL erfahren". Befallen waren damals in Nordostdeutschland 500.000 ha, davon 170.000 ha kahlgefressen; Gesamteinschlag 20 Millionen Fm Derbholz; Gesamtschaden 700-800 Millionen Reichsmark.

Ähnliche oder auch nur kleinflächige Bewertungen von Schwamm-  
spinner- und Nonne-Schäden konnten nicht ausfindig gemacht  
werden.

Nach den diesjährigen Forstschutzberichten (Allgemeine Forst-  
zeitschrift Nr.7 vom 29.03.93 und Forst und Holz Nr.8 vom  
25.04.93) traten Schwammspinner-Schäden in Süddeutschland, in  
Österreich und in der Schweiz in einem von Norden nach Süden  
zunehmenden Ausmaß auf. Über die Zunahme der Nonne wurde von  
den ostdeutschen Bundesländern und von Nordwestdeutschland be-  
richtet.

Bei den summarischen Angaben über Schwammspinner-Schäden han-  
delte es sich je Land um einige 100 ha. Nur für Bayern wurde  
eine von Schwammspinner und Eichenwickler bedrohte Fläche von  
7.000 ha genannt. Bis zur Berichterstattung traten keine nen-  
nenswerten Nonne-Schäden auf.

Die nachfolgenden Ausführungen stellen deshalb im Gegensatz  
zur großflächigen Gesamtbewertung des Forleulenfraßes durch  
LEMMEL, die kleinflächigen Einzelbewertungen in den Vorder-  
grund.

## **2. Bewertungssystematik und -methodik**

Die Methodenwahl ist vom Bewertungszweck, von den zur Verfü-  
gung stehenden Daten und von den Ansätzen der Übersicht 1 ab-  
hängig.

Übersicht 1:

A N S Ä T Z E D E R M E T H O D E N W A H L

- I. **Bewertungsart**
  - I.1 Allgemeiner Nachweis entstehender Verluste
  - I.2 Bewertung nach finanzmathematischen Grundsätzen
- II. **Bewertungszeitraum**
  - II.1 Periodische Bewertung: Jahres- oder 10jährige Perioden
  - II.2 Auf den Bewertungszeitpunkt bezogene einmalige Bewertung
- III. **Bewertungsumfang**
  - III.1 Summarische Schadensbewertung
  - III.2 Nach Schadursachen differenzierte Bewertung

Nach einer Kombination von I.1-II.1-III.1 würde man die Verluste ohne Zinseszinsrechnung auf die Periodenenden bezogen als Globalwerte ermitteln. Die Voraussetzung wäre die periodenweise Zustandserfassung und ein Vergleichsmaßstab. Als solcher wird häufig das ertragstafelmäßige Wachstum während der vorgesehenen Umtriebszeit unterstellt.

Bei der hier unterstellten Kombination I.2-II.2-III.2 werden die zu unterschiedlichen Zeitpunkten auftretenden Verluste durch die Anwendung der Zinseszinsrechnung zum Bewertungszeitpunkt gleichnamig gemacht. Als Maßstab kann nicht mehr die ertragstafelmäßige, sondern es muß eine nach Schadensursachen differenzierte Bestandesentwicklung berücksichtigt werden.

Die Kalkulationsarten lassen sich in Anlehnung an BRANDL und MATTHIES (1984) der Übersicht 2 entsprechend gruppieren.

Übersicht 2:

K A L K U L A T I O N S A R T E N

**A. Direkte Kalkulationen**

1. Erlösminderung durch
  - a) Wertminderung des eingeschlagenen Holzes  
(Mehranfall, verstreuter Hiebsanfall, Qualitätsminderung)
  - b) Verminderte Erlöse aus Nebennutzungen
2. Kostenmehrung in den Bereichen
  - a) Holzernte und -bringung  
(verstreuter Hiebsanfall, aufwendigere Sortierung)
  - b) Bestandesbegründung  
(Kostenintensivere Bestandeszieltypen, Düngung)
  - c) Forstschutz  
(vermehrter Zaunbau, kleinflächiger Schutz)
  - d) Bestandespflege  
(Mischungsregulierung, Betriebszieltypen mit höherem Pflegeanspruch)
  - e) Bestandesdüngung
  - f) Verwaltungskosten  
(vermehrter Kontrollaufwand, Umsetzen des Forstpersonals)
  - g) Schadensinventuren
  - h) Einlagerung und Konservierung von unverkauftem Holz)

**B. Indirekte Kalkulationen**

1. Zuwachsverluste (Minderung, Senkung des Bestockungsgrades)
2. Hiebsunreifeverluste
3. Zeitweiser oder dauernder Ausfall von Produktionsflächen
4. Minderung der Reinerträge durch Baumartenwechsel
5. Risikomehrung durch Störung der räumlichen Ordnung
6. Vernachlässigung der Bestandespflege durch Bindung der Arbeitskräfte in anderen Bereichen

**C. Zusätzliche Kalkulationen**

1. Minderung des Vermögenswertes
2. Minderung der waldbaulichen und betrieblichen Flexibilität
3. Störungen im Finanzbereich, Erhöhung des Unternehmensrisikos
4. Rückgang der Funktion des Betriebes als Arbeitsplatz der Besitzerfamilie
5. Beeinträchtigung der Schutz- und Erholungsfunktionen
6. Beeinträchtigung des ideellen Nutzens für den Waldbesitzer
7. Sonstige Verluste (z.B. Beeinträchtigung der Jagd)



Die direkten Kalkulationen sind im wesentlichen nicht mit Problemen der Bewertungsmethode, sondern der Datenerfassung verbunden. Ähnliches gilt für C.1.. Die praktische Anwendung der für Vermögensrechnung empfohlenen Verfahren (s. MANTEL, W. 1982, S.115-116) scheiterte hauptsächlich an den Ungenauigkeiten der ermittelten Daten. Schätzungsgrößen können jedoch hergeleitet werden. Um Schätzwerte geht es auch bei C.2. und C.4.- C.7., die von den jeweiligen Verhältnissen des konkreten Betriebes abhängig sind. C.3. hängt vom Ergebnis der anderen Kalkulationen ab.

Bei der hier im Vordergrund stehenden kleinflächigen Bewertung wird unterstellt, daß die Kalkulationen der Gruppe A., B.4. und C.2.- C.7. vernachlässigbar sind. Eingegangen wird auf B.1.-B.3., B.5. und C.1..

### **3. Bewertungsfälle und -programme**

Um die Größenordnungen der Schäden an Einzelbeispielen darstellen zu können, werden folgende Bewertungsfälle angenommen:

#### **Bewertungsfall 1: Schwammspinner-Kahlfraß**

120jähriger Eichenbestand guter Qualität, Ertragsklasse (Ekl.) II,0, Bestockungsgrad (Bgr.) 1,0, Umtriebszeit (u) 200 Jahre. Wegen anderer Risiken wird im Umtriebsalter nur ein Bgr. von 0,8 erreicht.

Im Juli treiben 80% der Bäume neu aus. 20% müssen entnommen werden.

Wegen Zuwachsverlust am verbleibenden Bestand wird die Ekl. auf II,3 gesenkt. Später erholt sich der Bestand und es wird wieder Ekl. II,0 erreicht.

Bewertungsfall 2: Nonnen-Kahlfraß

65jähriger Fichtenbestand, Ekl. II,0, Bgr. 0,8, planmäßige Umtriebszeit 110 Jahre.

Wegen Schälschäden und neuartiger Waldschäden wird jedoch damit gerechnet, daß der Bestand im Alter von 100 Jahren bei einem Bgr. von 0,7 abzutreiben wäre.

Der Bestand kann sich nach dem Kahlfraß nicht mehr erholen und muß abgetrieben werden.

Bei einem vorgelagerten 90jährigen Buchen-Bestand, Ekl. II,0, Bgr.1,0 ist bei einer NW-Randlänge von 100 m mit Randschäden zu rechnen.

Die Fläche kann wegen Arbeitskräftemangel 2 Jahre lang nicht aufgeforstet werden.

In beiden Fällen beziehen sich die Berechnungen nur auf die durch Schadinsekten verursachten Schäden und jeweils auf 1 ha.

Holzerlöse und Kosten

Basiswerte nach den in 1993 für normale Verhältnisse geltenden Angaben der Niedersächsischen Waldbewertungsrichtlinien :

- **Holzpreise** der Standardsorten (Güteklasse B, Stärkeklasse 3b, gerückt beim Laubholz und 2b, gerückt und unentrindet beim Nadelholz): Eiche 302 DM/Fm, Buche 228 DM/Fm, Fichte 149 DM/Fm.
- **Holzerntekosten** (WK) der Standardsorten: Eiche 32,80 DM/Fm, Buche 29,40 DM/Fm, Fichte 41,50 DM/Fm.
- **Kulturkosten**: Eiche 17.500 DM/ha, Buche 10.000 DM/ha, Fichte 4.500 DM/ha.

- **Verwaltungskosten** im Sinne der Waldbewertung (= Betriebskosten ohne Werbungs-Kosten, Kultur- und Zinskosten): 500 DM/J/ha.

- **Ertragsabhängiger Bodenwert:** 2.000 DM/ha.

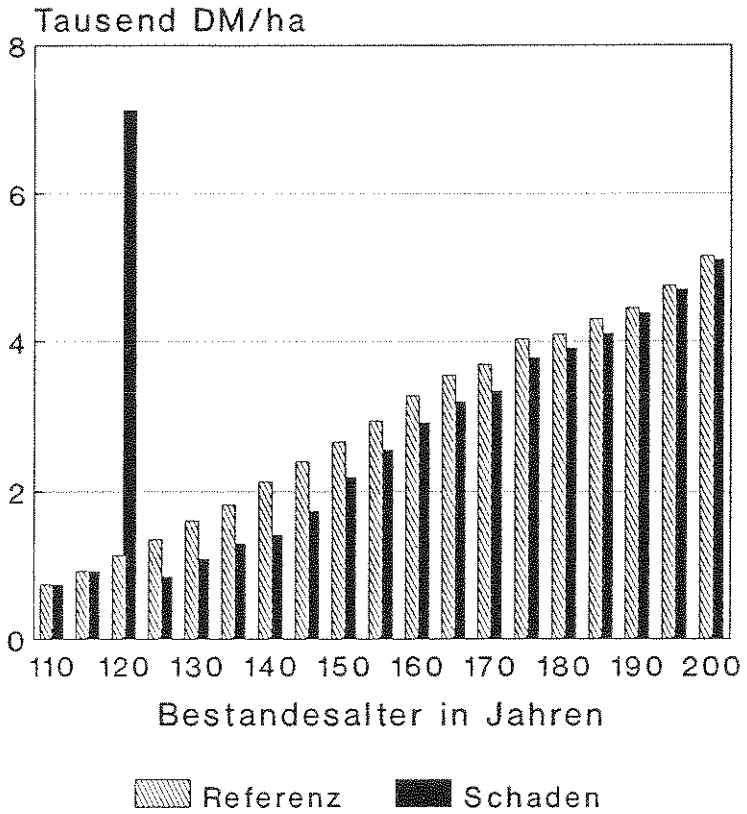
Für die Berechnungen wurden die für die Simulation der wirtschaftlichen Entwicklung von Beständen und Betriebsklassen entwickelten Computerprogramme (KATÓ 1992) verwendet. Sie erlauben von konkreten Beständen und betrieblichen Verhältnissen ausgehend vielseitige Kalkulationen unter Berücksichtigung der jeweiligen Holzerlöse, Kosten, Bestandesbehandlung und des Risikos. Ermittelt werden das Aufwands-/Ertrags-Verhältnis und aufgrund der Grundformeln der Waldbewertung Abtriebs-, Bestandeseerwartungs-, Waldrentierungs- und Schadenswerte.

#### 4. Schadensbewertung

Fall 1:

Die Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der werbungskostenfreien Vornutzungserträge ohne (Referenz) und mit Schadenseinwirkung. Der Zuwachs- und Massenverlust wird durch geringere Entnahmen ausgeglichen, so daß sich bis zum Erreichen der Umtriebszeit der ursprünglich erwartete Endzustand einstellt.

Abbildung 1 :  
WK-freie Durchforstungserträge der Eiche



Die Kalkulationen brachten die folgenden Ergebnisse:

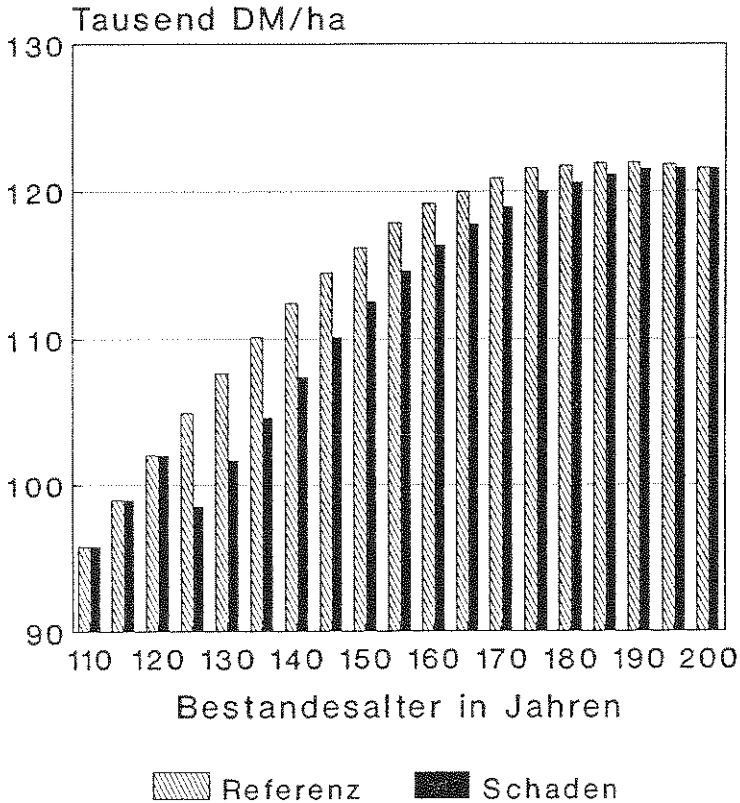
- WK-freie Df.-Ertrag im Alter von 120 Jahren	7.100 DM/ha
- WK-freie Df.-Ertrag nach Referenz	-1.100 DM/ha
- Diskontierte Verluste an WK-freien Df.-Erträgen	<u>-5.200 DM/ha</u>
Ergebnis der Nutzungen	+ 800 DM/ha =====

Für die Diskontierung wurde der "Effektive Zinsfuß" der Referenzentwicklung (nach KATÓ 1974) benutzt unter der Annahme, daß die freigewordenen Mittel für forstliche Maßnahmen verwendet werden.

Es überrascht zunächst das positive Ergebnis. Es handelt sich hier um einen Sonderfall, bei dem der WK-freie Ertrag im Alter 120 positiv ist, die späteren Ertragsausfälle verhältnismäßig geringfügig sind und bei der Endnutzung keine Differenz mehr vorliegt. Wäre eine Schädigung im jüngeren Bestandesalter unter 110 Jahren erfolgt, so wäre das Ergebnis negativ. Demnach ist nicht jede schädliche Beeinträchtigung des Bestandes mit auf einen Zeitpunkt bezogenen Ertragseinbußen verbunden.

Die Abbildung 2 zeigt, daß auch eine Veränderung des Bestandeserwartungswertes, welcher die Summe der auf den Bewertungszeitpunkt mit dem effektiven Zinsfuß diskontierten künftigen Reinerträge darstellt, erfolgte. Diese wird dort erst ab 125 Jahren deutlich, da im Alter 120 noch der bis dahin erreichte Zustand dargestellt ist. Nach der angenommenen Entwicklung wird der Erwartungswert aufgrund der Zurückhaltung bei den Durchforstungen allmählich wieder aufgebaut und erreicht bei der Endnutzung den ursprünglich erwarteten Wert.

Abbildung 2 :  
Bestandeserwartungswerte der Eiche



Für das Alter 120 ergab sich eine Differenz von -6.800 DM/ha. Dieser Wert entspricht dem Verlust an dem im Holzbestand stekenden Anlagevermögen. Als Schadenswert kann hiervon der um die diskontierten Durchforstungsminderungen verringerte Betrag von 1.600 DM/ha angesetzt werden.

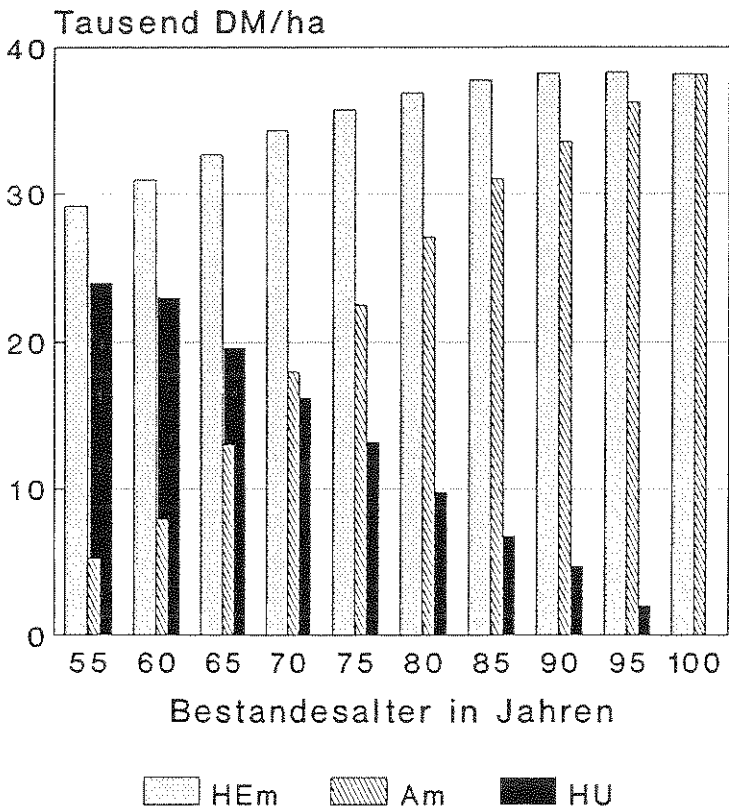
Unter Einbeziehung der Vermögensminderung ergibt sich:

Ergebnis der Nutzungen	+ 800 DM/ha
Vermögensverlust	<u>-1.600 DM/ha</u>
<b>I n s g e s a m t</b>	<u><u>- 800 DM/ha</u></u>

Fall 2:

Durch die erzwungene frühzeitige Nutzung kann das ursprüngliche Ziel der Bewirtschaftung nicht erreicht werden. Der dadurch verursachte Schaden wird als Hiebsunreifeverlust (HU) bezeichnet und ergibt sich als auf den Bewertungszeitpunkt bezogene Differenz des Bestandeserwartungswertes (HEm) und des erntekostenfreien Abtriebswertes (Am). Den Zusammenhang zeigt die Abbildung 3. Danach nimmt der HU-Wert im dargestellten Bereich mit zunehmendem Alter ab.

Abbildung 3 :  
Hiebsunreife eines Fichtenbestandes



Der in diesem Fall eintretende Vermögensverlust an dem Bestandeswert wird durch den erntekostenfreien Abtriebs- und den Hiebsunreifewert voll ausgeglichen.

Die im vorgelagerten Buchenbestand zu erwartenden Randschäden wurden nach der üblichen auf die Untersuchungen von BAADER (1952) zurückgehenden Methode der Waldbewertung ermittelt.

Die zeitweilige Verhinderung der Wiederaufforstung wird mit der kapitalisierten Bodenbruttorente bewertet, wobei als Zinsfuß 4% einzusetzen ist. Die Bodenbruttorente beinhaltet die Bodennettorente (80,- DM/J/ha) und die nicht einsparbaren Betriebskosten (300,- DM/J/ha).

Für den Beispielsfall 2 ergaben sich folgende Beträge:

Hiebsunreife	-19.600 DM/ha
Randschaden	- 2.700 DM/ha
Verhinderung der Wiederaufforstung	- <u>700 DM/ha</u>
I n s g e s a m t	-23.000 DM/ha =====

## 5. Folgerungen

Die ökonomische Bewertung von Schadensfällen und somit auch der durch Schwammspinner und Nonne verursachten Schäden ist vielschichtig. Die Breite konnte hier durch die Ansätze der Methodenwahl und der Kalkulationsarten nur angedeutet werden. Eingehender behandelt wurde nur ein Teilbereich.

Die gewählten Beispielsfälle bezogen sich auf kleinflächige, innerbetriebliche Einzelbewertungen der zu einem bestimmten Zeitpunkt auftretenden, jedoch finanziell in der Folgezeit wirksam werdenden Schädigungen. Die angewendeten Verfahren sind auf großflächige Kalamitäten übertragbar. Sie müssen jedoch durch eine Serie weitergehender Bewertungen,



einschließlich der Auswirkungen auf den Holzmarkt und auf die Besteuerung der Privatwaldbesitzer, ergänzt werden.

Eine hier ansatzweise durchgeführte, von anderen Schäden isolierte Bewertung eines Schadensfalles stößt auf erhebliche praktische Schwierigkeiten, weil die Auswirkungen der anderen Schäden bekannt sein müßten. Wegen Ermangelung konkreter Daten sind nur grobe Schätzungen möglich.

Trotz des Schätzwertcharakters der Bewertung weisen die, als ungefähre Eckwerte aufzufassenden, erheblichen Unterschiede der Schadensgrößen der Beispielfälle darauf hin, daß die ökonomische Bewertung gute Anhaltspunkte zur Beurteilung des Schadensausmaßes und u.a. auch zur Beantwortung der Frage, ob sich eine Insektenbekämpfung lohnt oder nicht, bieten kann.

Zweckdienlich gestaltete Computerprogramme können schnelle und vielseitige Bewertungen ermöglichen und gute Entscheidungshilfen sein.

#### Literaturhinweise

- BAADER, G. (1952): Untersuchungen über Randschäden. Schr. der Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen, Bd. 3, Frankfurt a.M.
- BRANDL, H. und MATTHIES, F. (1984): Bewertungssystematik für Waldschäden durch Luftverunreinigungen. Der Forst- u. Holz-wirt, Nr. 1, S. 8-12.
- KATO, F. (1974): Wie reagieren Bestandeswerte auf Aufwands- und Ertragsänderungen? Allg. Forst- und Jagdzeitung, H. 1, S. 15-22.
- KATO, F. (1992): Simulation der wirtschaftlichen Entwicklung von Beständen und Betriebsklassen. Allg. Forstzeitschrift, Nr. 14, S.770-773.
- MANTEL, W. (1982): Waldbewertung. 6.Aufl. München, Wien, Zürich.
- SCHWERDTFEGER, F. (1957): Die Waldkrankheiten. 2.Aufl. Hamburg und Berlin.
- Waldbewertungsrichtlinien (WBR 86): Richtlinien für die Waldbewertung im Lande Niedersachsen von 1986, Stand 1993.

Wolfgang Fleder

Würzburg/Höchberg

Waldbauliche Aspekte im Zusammenhang mit Kalamitäten durch  
"Freifressende Schmetterlingsraupen im Forst"

Einleitung

Nonne und Schwammspinner können in unseren Wäldern erhebliche Schäden verursachen bis hin zur existenziellen Bedrohung ganzer Waldkomplexe, wie wir dies gerade in jüngster Zeit wieder einmal vorgeführt bekommen. Selbstverständlich muß sich der Waldbau, der für Zusammensetzung und Struktur der Wälder ja zuständig ist, fragen lassen, ob und, wenn ja, in welchem Umfang er dafür mitverantwortlich zeichnet und ob er nicht das eine oder andere ändern, verbessern sollte.

Dies alles ist aber auch unter dem Gesichtswinkel zu betrachten, daß wir unter nicht unerheblichen volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten in unserem Wirtschaftswald auch wirtschaftlich arbeiten, also möglichst viel gutes Holz erzeugen sollen und daß wir den Wald als Ökosystem ansehen. Letzteres insbesondere bei Überlegungen zum Einsatz chemischer Mittel.

Zur Nonne

Da ich aus einem Laubwaldgebiet komme, in dem die von der Nonne am meisten bedrohten Baumarten Fichte und Kiefer einen vergleichsweise geringen Anteil von jeweils um 20 % einnehmen und darüber hinaus nur selten in größeren Reinbeständen vorkommen, kann ich mich dazu nur allgemein und nur kurz äußern. Wir haben ja im Bereich Würzburg keine nennenswerten Probleme mit der Nonne.

Es ist wohl unbestritten, daß durch großflächigen Anbau dieser Baumarten in Reinbeständen und oft noch dazu außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets die hohe Disposition zu Insektenkatastrophen entstanden ist. Im Vordergrund sollte aber nicht eine uneffektive Suche nach Schuldigen stehen, sondern es muß nach dem richtigen Weg gesucht werden. Und dazu darf ich wohl sagen, daß der Waldbau seit längerer Zeit standortangepaßte, naturnahe Wälder zu schaffen bestrebt ist. Dennoch werden wir uns noch einige Zeit mit den überkommenen gefährdeten Beständen dieser Nadelbaumarten zu beschäftigen haben, die wir ja nicht von heute auf morgen grundlegend verändern können. Wenn wir dabei vor die Frage gestellt würden, ob wir solche Bestände dem Kahlfraß, der ja zumeist das Aus bedeutet, überlassen sollen, so müßten wir, wenn nicht besondere, übergeordnete Verhältnisse vorliegen, den Einsatz möglichst spezifischer Mittel zur Beseitigung dieser Gefahr befürworten. Dies gilt vor allem für den Privatwald, der ja fast ausschließlich von den Forstertragnissen leben muß, aber auch für den Kommunal- und Staatswald. Denn auch die öffentliche Hand kann sich gravierende Vermögens- und Einnahmeverluste gerade in der heutigen Zeit nicht leisten. Im übrigen gehe ich davon aus, daß die z.Zt. am Boden liegenden Holzpreise auch einmal wieder etwas nach oben kommen.

#### **Zum Schwammspinner**

Zunächst möchte ich auf sein Auftreten in unserem Raum eingehen.

Im Gegensatz zur Nonne, die v.a. naturferne Nadelbestände und Nadelwaldkomplexe bedroht, treten die Massenvermehrungen des Schwammspinners, der Nadelbaumarten ja nur in Notfällen annimmt, bei uns grundsätzlich im natürlichen Verbreitungsgebiet der von ihm bevorzugten Laubbaumarten auf. Die Schaubilder über die Eichenbestände und die Mischungsverhältnisse in unse-

ren unterfränkischen Staatswaldungen - für die Kommunalwaldungen haben wir noch keine Gesamt-Statistik - lassen erkennen:

- etwa gleichmäßige Verteilung der Eiche über die Wuchsgebiete
- sehr hoher Anteil der Mischbestände, Reinbestände nur in geringem Umfang
- insbesondere sehr hoher Anteil der Mischbestände Ei/Bu und Bu/Ei
- Ergänzend dazu: in Eichenbeständen ohne hauptständigen Buchenanteil ist grundsätzlich ein Buchen- oder Hainbuchen-Nebenbestand vorhanden.
- Ausnahme besonders im Befallsgebiet: ehemalige Mittelwaldungen, teilweise auch Niederwald, insbesondere in der Fränkischen Platte, in der der Buchen-Nebenbestand häufig durch die jahrhundertelange Mittelwaldwirtschaft erheblich zurückgegangen ist und teilweise der weniger schattenwirksamen Hasel Platz gemacht hat. Allerdings ist hier oft auch die Hainbuche vertreten.
- Weitere Ergänzung: dies gilt vor allem für den im Befallsgebiet dominierenden Kommunalwald.

In diesem regenarmen Gebiet der Fränkischen Platte (400 - 550 mm), welches an sich schon wärmebegünstigt ist (Weinklima), hat sich in den letzten beiden recht warmen Jahren die Population des Schwammspinners so hoch entwickeln können, daß der Umfang des betroffenen Areals im fränkischen Raum einschließlich Mittelfranken auf 30 000 ha ermittelt wurde.

Nun darf ich die Rolle des Waldbaus bei diesen Ereignissen behandeln.

Was hat hier der Waldbau falsch gemacht?

Zunächst muß herausgestellt werden, daß eine grundlegende Veränderung der ursprünglichen Baumartenzusammensetzung, wie dies bei den von der Nonne befallenen Beständen meist vorliegt, hier nicht eingetreten ist. Bei den betroffenen Waldteilen handelt es sich zum Großteil um ehemaligen oder -in kleinerem Umfang- noch betriebenen Mittel- oder Niederwald.

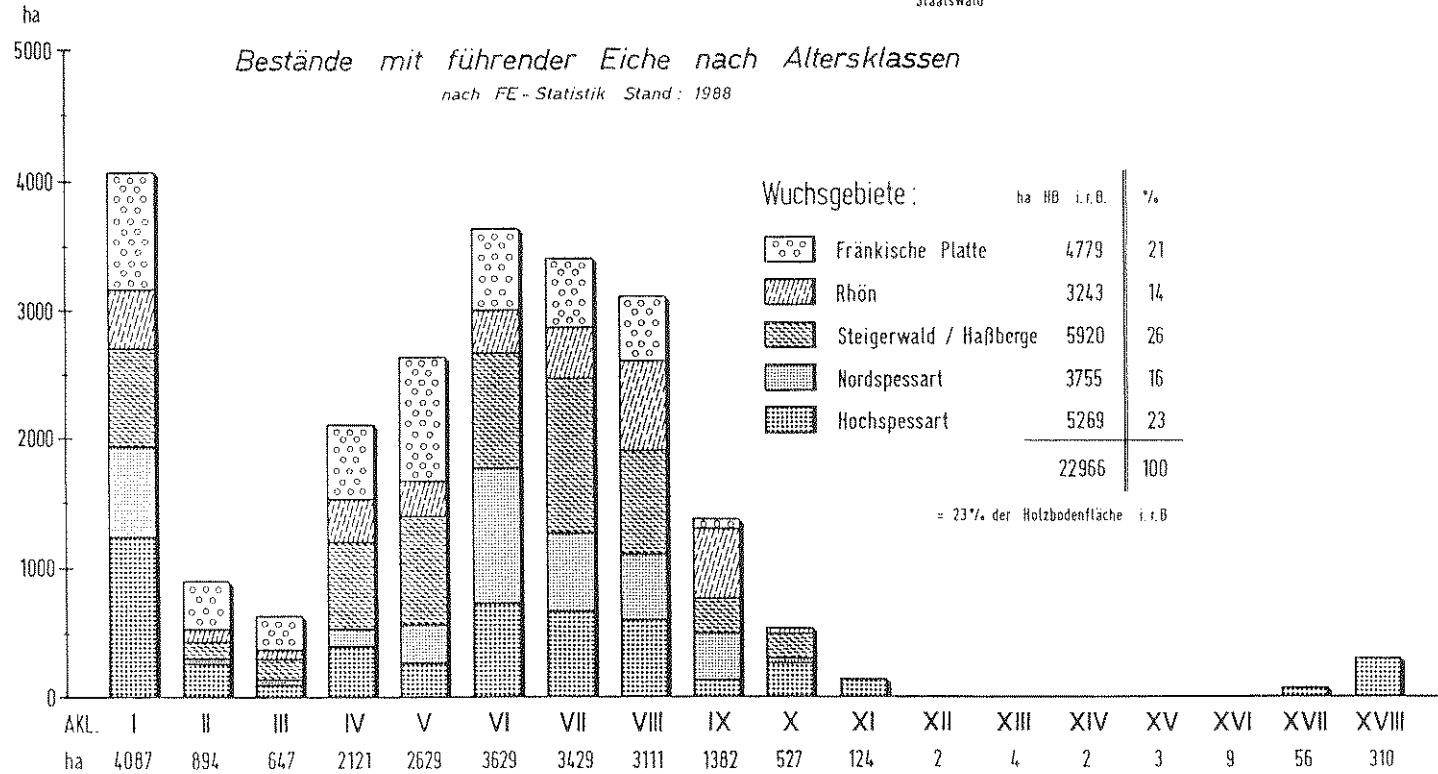
Diese Betriebsformen haben sich zur Befriedigung der Bedürfnisse der ländlichen Bevölkerung über Jahrhunderte bewährt. Sie sind ja seit dem Mittelalter bekannt. Ich kenne keine Überlieferung aus früherer Zeit, daß hier Mittel- oder Niederwälder durch den Schwammspinner vernichtet worden wären. Dagegen sind Eichenwicklerschäden überliefert. Die Bestände haben sich durch den Johannistrieb regelmäßig wieder belaubt, so daß existenzielle Bedrohungen dadurch nicht entstanden sind.

Somit ist festzuhalten, daß gerade der auch vom Naturschutz in diesem Gebiet so gut beurteilte und empfohlene Mittelwald, dessen wesentliches Merkmal ja die Eiche im Oberholz ist, jetzt durch den Schwammspinner bedroht wird. Ob dieser nun noch regulär als solcher bewirtschaftet wird, oder kürzer oder länger in Überführung zu Hochwald steht, kann nur zu graduellen Unterschieden führen.

Graduelle Unterschiede im Sinne einer Verbesserung könnten dadurch erzielt werden, daß solche Bestände einen geschlossenen Buchen (HBu)-Nebenbestand haben, der die Sonneneinstrahlung abschirmt und somit eine kühlende Wirkung für das Bestandesinnere und die für die Gelege bevorzugten unteren Stammabschnitte bewirkt. Hierüber gibt es meines Wissens keine gesicherten Erkenntnisse. Nachfragen bei erheblich betroffenen Forstämtern haben ergeben, daß in diesen besonders regenarmen

*Bestände mit führender Eiche nach Altersklassen*

nach FE - Statistik Stand: 1988



und sehr warmen Gebieten keine wesentlichen Befallsunterschiede bestehen. Natürlich ließe sich denken, daß reine Ei-Bestände ohne Schattholz-Unterstufe bei normaler Temperatur und intensiver Sonneneinstrahlung dem Schwammspinner günstigere Verhältnisse bieten, als solche, die eine füllige Bu- oder HBU-Beimischung oder -Unterstufe haben.

Wenn aber, wie bei der vorliegenden Gradation, kräftige Schönwetterlagen, evtl. verbunden mit verstärkter Zufuhr von Warmluft, eine totale Durchwärmung verursachen, kann wohl eine solche Unterstufe, die zu dieser Zeit (Frühling) noch nicht völlig belaubt ist, kaum wesentliche Unterschiede erzielen.

Somit ließe sich dem Waldbau insoweit ein gewisser Fehler unterstellen, daß er nicht für solche Grenzfälle einen genügenden Laubschattholz-Nebenbestand geschaffen hat. Allerdings muß ich aus hiesiger Sicht betonen, daß ein solcher aus Gründen der Schaft- Bodenpflege überall für die Eichenwirtschaft als Regel gilt. Auch geringwertige Ei-Bestände werden bei uns, soweit sie noch keinen Bu- oder HBU-Nebenbestand haben, mit solchen Baumarten unterbaut, schon aus ökologischen Gründen und um später eine Schirmbestockung für die natürliche Verjüngung zu haben.

In den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts hat der bayerische Waldbaureferent REBEL den viel verbreiteten Spruch geäußert: "Der Eichen-Reinbestand ist eine waldbauliche Mißgeburt".

Diese Überlegung gilt für die z.Zt. vorhandenen Eichenbestände. Wir müssen uns aber mit Vorstellungen auseinandersetzen, die überhaupt den künftigen Verzicht auf eine bestandsweise Eichennachzucht fordern. Dabei wird u.a. daran gedacht, die Eiche, beispielsweise durch femelartige Verjüngung, in recht inniger Mischung mit anderen Laubbaumarten und mit

Schattholzarten unter ihr, besser zu sichern. Hier dürfen aber einige wichtige Gesichtspunkte nicht übersehen werden:

Zunächst die Frage, ob und wie schnell dies Abhilfe bringen könnte. Bei der rezenten Gradation sind im Befallsgebiet auch Eichen in gemischten Beständen nicht verschont geblieben. Nun könnte man argumentieren, daß sich der Schwammspinner zunächst in Eichenarealen übervermehrt und dann bei Nahrungskonkurrenz auch in die ihm weniger zusagenden Bestände Übergegriffen hat. Dies würde aber auch bei einer Umstellung von Verjüngungszielen und Verjüngungsverfahren noch über lange Jahrzehnte in ähnlicher Weise zu erwarten sein. Denn es ist ja nicht denkbar, die großflächigen Bestände mit dominierender Eiche nun von heute auf morgen mit einem hohen Anteil anderer Baumarten auszustatten oder sie femelartig dahin zu verjüngen. Wir haben also im Grundsatz mindestens über ein halbes Jahrhundert in jedem Fall mit den z.Zt. gegebenen Bestockungsverhältnissen zu rechnen. Wir können eben nicht einfach, wie die Landwirtschaft, innerhalb eines Jahres von Weizen auf Sonnenblumen umstellen. Insoweit wird also die Forderung nach einem Verzicht auf die seit fast zwei Jahrhunderten bei uns geübte und gut bewährte bestandsweise Eichenwirtschaft erheblich relativiert, was die Reaktion auf die Schwammspinner-Kalamität betrifft.

Wenn man sich aber dennoch dazu entschließen wollte, die Eiche des gefährdeten Gebiets künftig in gemischten Beständen als wichtigste Mischbaumart einzubauen, so würde dies, abgesehen von der Problematik der Zäunung entsprechend großer Flächen gegen Wildverbiß auch noch waldbauliche Probleme hervorrufen. Dazu einige Zitate:

Julius FRÖHLICH hat in seinem interessanten Buch "Urwaldpraxis" 1951 über seine 40-jährigen Erfahrungen aus Urwäldern Südosteuropas berichtet. Darin zeigt er einerseits auf, daß die Eiche dort ursprünglich eine bedeutende Rolle gespielt und daß



es noch um die Mitte des 19. Jahrhunderts "gewaltige Eichenwälder" gegeben hat, wobei es sich aber hauptsächlich um Mischbestände handelte, in denen die Eiche die obere Etage bildete. Zur Wiederverjüngung sagt er, daß die Natur dafür "nach Möglichkeit gesorgt" habe. Dies alles aber unter den damaligen Verhältnissen, in denen u.a. Wolf und Bär für eine Regulierung des Wildbestandes sorgten. FRÖHLICH geht davon aus, daß nach einer jahrhundertelangen Plenterung die Eiche nicht verdrängt worden war. Man hätte (zu Beginn des 20. Jahrhunderts!) immer wieder mehr oder weniger gut geschlossene Eichen-Mittel- oder Junghölzer finden können. In welchem Flächenumfang diese vorhanden waren, gibt er nicht an. Die Nutzung dieser Waldungen war weitestgehend im Kahlschlag erfolgt, was dazu führte, daß die Eiche nun künstlich nachgezogen werden mußte. Dazu stellt er fest: "Nach den Erfahrungen, die man in den letzten 100 Jahren in den Spessartwäldungen gemacht hat, werden auch wir in Südosteuropa die Zukunft der Eiche nur in dem Falle sicherstellen können, wenn für den Anbau der Eiche in größeren Reinbeständen Sorge getragen wird."

LEIBUNDGUT hat mir am 6. November 1990 zu diesem Thema folgendes persönlich geschrieben: "Ich habe mich selbst in meiner früheren Forstverwaltung Büren a.A. mit der Eichenwirtschaft beschäftigt und bin dabei zur Überzeugung gelangt, daß Qualitätseichen im Hauptbestand rein erzogen werden müssen. Als Nebenbestandsbildner habe ich wo möglich Hagebuchen oder Winterlinden verwendet. Bei der Rotbuche besteht die Gefahr, daß sie zu einer Konkurrentin der Eiche wird. ... Die großflächige Eichenwirtschaft hat sich bei Ihnen, in Slavonien, Westfrankreich und auch anderswo bewährt, ohne daß sich standörtliche oder ökologische Nachteile gezeigt haben. Es besteht somit kein Grund, Bewährtes aufzugeben."

Schließlich möchte ich noch J. Ph. SCHÜTZ/ Zürich -Nachfolger LEIBUNDGUTS - zu Wort kommen lassen, der sich mit dem Laub-

holzplenterwald beschäftigt hat. In einer jüngst erschienenen Veröffentlichung hat er folgendes zum Ausdruck gebracht: "... die einzelweise Mischung und Erziehung der Eichen ist noch illusorischer als bei der Buche... vereinzelt Beispiele für "Hinaufschleichen" in entsprechend lichter Bestockung ... öfters in Beimischung mit lichtdurchlässigen Baumarten wie Föhre und Lärche ... im schweizerischen Mittelland in Kleinlochstellung Schiefstand mit Schneedruck bei Dickungen... Wir kommen zum Schluß, daß die Erziehung der Eiche im Hinblick auf eine hohe Wertleistung nach wie vor die Verjüngung auf einer genügend großen Fläche, das heißt mindestens in Horstgröße, erfordert."

Zu diesen drei Zitaten ein kurzer Kommentar:

- Diese Aussagen werden durch unsere Erfahrungen bestätigt. Bestandsgeschichtliche Untersuchungen zeigen, daß die Eichenanteile in Mischbeständen mit Buche oder bei durchgewachsenem Buchen-Nebenbestand über die Jahrzehnte erheblich zurückgehen. Mischbestände mit einem nennenswerten hauptständigen Anteil von Rotbuche bedürfen deshalb im allgemeinen einer sorgfältigen, vor allem kontinuierlichen Überwachung und Pflege.
- In den warmen Auen, wie in der Mainniederung des Hauptbefeallsgebiets, tritt die Rotbuche gegenüber der Hainbuche deutlich zurück. Hier finden sich auf ihnen zusagenden Standorten auch die Edellaubbaumarten Ahorn, Esche und Kirsche, die die Eiche weit weniger bedrängen, als dies die Rotbuche kann. Standortsdifferenziert könnte also hier am ehesten eine harmonische, nicht fortlaufende Korrekturen erfordernde Mischung erwartet werden.
- Ob aber im gefährdeten Gebiet solche Mischbestände mit einem Eichen-Anteil von -angenommen- 30 % unter den Voraussetzun-

gen von 1992/93 nicht doch für eine Gradation reichen würden, das wissen wir nicht.

Nicht zuletzt müssen wir erkennen, daß ein Abgehen von der bestandsweisen Eichenwirtschaft naturgemäß zu einer Verringerung des Anteils dieser Baumart führen muß. Dies ist eine Frage, die sich die Waldbesitzer und die Verantwortlichen der Forstverwaltungen in Abstimmung mit den Vertretern der Gesellschaft vorlegen müssen. Dabei sollte nicht übersehen werden, daß diese mit hoher Werterwartung ausgestatteten Eichenbestände mit Buchen (Hainbuchen)-Nebenbestand als echte Mischbestände anzusehen sind und sicherlich einen ähnlich guten ökologischen Wert haben, wie so viele aus Naturverjüngung entstandene sehr buchenreiche und deshalb dunkle, zur Einschichtigkeit tendierende Bestände, die gerne als Beispiel vorgeführt werden. Das wohl durch Immissionen verursachte Absterben trifft im übrigen auch solche Eichen, die in der Buche oder in anderen Bestandesformen eingemischt sind.

Deshalb möchte ich LEIBUNDGUT beipflichten mit der Aussage, daß im Grundsatz kein Anlaß besteht, von der bewährten Eichenwirtschaft abzugehen. Andererseits aber könnte in den besonders wärmebegünstigten Auegebieten durchaus zu Mischbeständen überzugehen versucht werden, in denen die Hainbuche als wesentliche Schattbaumart fungiert.

#### **Schlußfolgerungen zum Schwammspinner**

- Der Schwammspinner tritt bei uns grundsätzlich in Waldgebieten mit weitgehend natürlicher Baumartenzusammensetzung auf. Er erreicht seine Massenvermehrung immer dann, wenn überdurchschnittlich warme Jahre unmittelbar aufeinander folgen.
- Diese hohe Gradation tritt grundsätzlich nur in den besonders wärmebegünstigten Gebieten unseres Raumes in Erschei-

nung. Sie kann in Extremfällen (besonders warm, besonders hohe Nahrungskonkurrenz) auch in Randbereiche von an sich nicht bedrohten Gebieten übergreifen.

- Es ist denkbar, daß mit Laubschattholz innig gemischte oder mit einer fülligen Schattholz-Unterstufe versehene Bestände physiologisch kühler wirken, somit die Lebensbedingungen des Schwammspinners nachteilig beeinflussen und dadurch eine graduelle Verminderung der Population bewirken. Wo solche Strukturen nicht schon aus anderen waldbaulichen Gründen vorhanden sind, sollten diese deshalb möglichst rasch und konsequent hergestellt werden.
- Allerdings muß auch festgehalten werden, daß dieses die Wärmeeinstrahlung in den Bestandsinnenraum abhaltende Regulativ nur in Grenzfällen wirksam sein kann. Bei einer Aufeinanderfolge mehrerer Perioden mit intensiver Warmluftzufuhr reicht dies nicht aus. Die Bestände werden bis auf den Boden durchgewärmt, der Schwammspinner entsprechend gefördert.
- Unter solchen Verhältnissen können unsere befallenen Bestände existenziell bedroht werden. Nicht übersehen werden darf dabei, daß unser Wald inzwischen seit längerer Zeit an sich schon unter erheblichem Streß steht, der wohl vornehmlich durch Immissionen bewirkt wird, was seit mehr als einem halben Jahrzehnt zu Absterbeerscheinungen in der Eiche geführt hat.
- Klima und Wetter können wir nicht beeinflussen. Die Waldzusammensetzung läßt sich nur sehr langsam verändern. Wo nicht besondere Verhältnisse vorliegen und spezielle Ziele gesetzt sind, sollte deshalb auf den Einsatz möglichst spezifisch wirkender und somit in der Auswirkung auf das Ökosystem begrenzter Mittel nicht verzichtet werden, wenn sonst flächiges Absterben zu befürchten wäre.

**Literatur**

FRÖHLICH, J., 1951: "Urwaldpraxis". Neumann-Verlag, Radebeul und Berlin.

LEIBUNDGUT, H., 1990: Persönliche Mitteilung vom 6.11.1990.

SCHÜTZ, J. Ph., 1992: Die waldbaulichen Formen und die Grenzen der Plenterung mit Laubbaumarten. Schweiz. Zeitschr. Forstwes. 143(1992) 6: 442 460.

G.A.Langenbruch

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für biologischen Pflanzenschutz, Darmstadt

### Mikrobiologische Bekämpfung freifressender Schmetterlingsraupen im Forst (insbesondere Schwammspinner und Nonne)

#### Einleitung

Am Anfang soll eine Behauptung stehen: Der Schwammspinner ist in der Regel biologisch bekämpfbar ! Bezogen auf die jetzige Befallssituation müssen aber einige Voraussetzungen gegeben sein:

- 1) Rechtliche Fragen müssen schnell geklärt werden.
- 2) Es muß rechtzeitig begonnen werden.
- 3) Eine generalstabsmäßige Vorbereitung ist erforderlich.
- 4) Entsprechendes Personal und finanzielle Mittel sind notwendig.
- 5) Gutes Wetter ist wünschenswert.

Dies vorausgeschickt soll nun den konkreten Bekämpfungsmöglichkeiten nachgegangen werden, wobei ein lückenloser Überblick über die Krankheitserreger von Schwammspinner (Lymantria dispar) und Nonne (L. monacha) an dieser Stelle nicht möglich ist.

#### Bekämpfung des Schwammspinners (Lymantria dispar)

Gegen den Schwammspinner sind zwei entscheidende mikrobielle Gegenspieler bekannt: Sehr spezifische Kernpolyederviren (NPV) und bestimmte Bacillus thuringiensis (B.t.) - Stämme .

Wie Tab. 1 zeigt , wären daneben nach entsprechenden Vorarbeiten evtl. auch natürlicherweise vorkommende Mikrosporidien (KLEESPIES, mdl. Mittlg., LINDE, mdl. Mittlg.) und spezifische insektenpathogene Pilze (HAJEK und ROBERTS, 1992) nutzbar.

Effektivität und Selektivität, Möglichkeiten für Massenproduktion und Lagerung sowie die Eignung für eine Einführung in die Population zur allmählichen Durchseuchung oder für eine Ausbringung zur sofortigen Schadensbegrenzung sind dort für die einzelnen Pathogenen bewertet.

#### Kernpolyederviren (NPV)

Bei den meisten forstschädlichen Lepidopteren in Deutschland sind Virosen bekannt (Tab. 2). Neben Kernpolyederviren (NPV) handelt es sich dabei um Entomopoxviren (EPV), Cytoplasma-Polyederviren (CPV) oder Granuloseviren (GV). Einige NPV und GV wurden bereits zur Populationsreduzierung im Freiland getestet. Produziert werden zur Zeit nur die Schwammspinner- NPV (USA, Rußland, Moldawien) und die Apfelwickler - GV (Deutschland), für die auch der Kiefertriebwickler anfällig ist.

Nach WELLENSTEIN und SCHWENKE (1978) brechen alle Schwammspinnergradationen letztlich an NPV zusammen. Die NPV kommen natürlicherweise in Deutschland vor. Es dauert aber einige Zeit, bis sich die Viren ausgehend von einzelnen infizierten Larven so in der Population ausgebreitet haben, daß der Schadfraß der Raupen vermindert wird. Dabei spielen auch Populationsdichte und Witterung eine Rolle. Eng beieinander lebende Larven infizieren sich schneller, und feuchtwarme Witterung schwächt die Abwehrkraft der Raupen.

Die Durchseuchung einer Population kann durch zusätzliche Ausbringung von NPV erheblich beschleunigt werden. Das kann durch ein punktuell Spritzen einzelner Bäume oder sogar einzelner Eigelege (mit Rückenspritze) erfolgen. TRZEBITZKY u.a. (1988) halten nach Labor- und Freilandversuchen 3,5 ml Suspension/Gelege mit  $10^7$  Polyeder/ml für ausreichend, um die Virose rasch in die Population hineinzubringen. Dadurch würde keine sofortige Schadensminderung bewirkt, aber eine rasche Durchseuchung der Population mit nachfolgendem Zusammenbruch.

Nach den Untersuchungen von KLEESPIES (Darmstadt) in Zusammenarbeit mit den Forstämtern Südhessens kommen dort NPV natürlicherweise bisher äußerst selten vor. Es wäre deshalb ratsam, zusätzlich NPV auszubringen.

Dazu sind allerdings rechtliche Fragen zu klären:

Die Schwammspinner-NPV sind hoch spezifisch. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Untersuchungsergebnisse zu dem amerikanischen Produkt Gypchek. Auch die nahverwandte Nonne wird von diesem Produkt nicht beeinträchtigt. Aber diese NPV haben in Deutschland keine Zulassung.

Die Produktion des in den USA registrierten Gypchek reicht nicht aus, um für Deutschland nennenswerte Mengen abzuzweigen. Angebote aus anderen Produktionen sollten danach beurteilt werden, wieviel Polyeder / mg bzw. ml enthalten sind, welche und wieviele Begleitkeime vorhanden sind, und wie gut sie formuliert und damit ausbringbar sind.

Zur direkten Schadensbegrenzung durch Einsatz der Schwammspinner - NPV sind gegen Junglarven mindestens  $1 \times 10^{12}$ , besser  $2,5 \times 10^{12}$  Polyeder/ha erforderlich. Diese Dosis sollte mit zwei Applikationen im Abstand von wenigen Tagen je zur Hälfte ausgebracht werden. Nur wenn sich viele Junglarven massiv infizieren, sind ein schnelles Absterben und damit eine deutliche Schadensbegrenzung wahrscheinlich. Werden ältere Larven infiziert, so dauert es möglicherweise bis kurz vor der Verpuppung, bis die Larven eingehen, und sie fressen bis wenige Tage vor ihrem Tode. Eine sofortige Schadensbegrenzung ist also bei Behandlung älterer Larven nicht zu erreichen, wohl aber eine hohe Durchseuchung der Population, die sich dann im folgenden Jahr auswirken kann.

Im Vergleich zur direkten Schadensbegrenzung werden also zur allmählichen Populationsdurchseuchung durch Behandlung von Eigelegen wesentlich geringere Virusmengen benötigt. Nach den genannten Zahlen könnten mit  $10^{12}$  Polyedern 28 000 Eigelege



behandelt werden. Doch ist zu betonen, daß Wahrscheinlichkeit und Geschwindigkeit eines Populationszusammenbruchs mit der Anzahl ausgebrachter Polyeder / Fläche deutlich zunehmen dürften.

#### Bacillus thuringiensis (B.t.)

Der Bacillus thuringiensis (B.t.) wird schon seit Jahren gegen forstschädliche Raupen in Deutschland eingesetzt. Die Wirkungsweise wird hier als bekannt vorausgesetzt. Einige Kennzeichen der in Deutschland verfügbaren Produkte zeigt Tabelle 4. Eine horizontale oder vertikale Ausbreitung in der Population erfolgt nicht. Deshalb ist der B.t. nur zur sofortigen Schadens- und Populationsverminderung geeignet. Welche Forstschädlinge mit dem lepidopteren-spezifischen Pathotyp A bekämpft werden können oder evtl. könnten (?) zeigt Tabelle 5.

Wenden wir uns speziell dem Schwammspinner zu. Tabelle 6 zeigt die zur Zeit gegen diesen Schädling zugelassenen Produkte, die Aufwandmengen und sonstige Einzelheiten. 1993 wurde in Südhessen vor allem das Produkt Dipel eingesetzt.

#### Eigene Versuche

Wir haben uns in den letzten Wochen mit der Wirkung verschiedener B.t.-Produkte in Laborversuchen beschäftigt. Unsere Versuchsreihe ist noch nicht abgeschlossen, aber einige Ergebnisse seien hier genannt. Gedankt wird in diesem Zusammenhang den verschiedenen Firmen, die uns Präparate zur Verfügung gestellt haben, und besonders Herrn Dr. Gonschorrek von der Hess. Forstl. Versuchsanstalt, Hann. Münden, und Herrn Dr. Linde vom Lehrstuhl für Angew. Zoologie der Univ. München, Freising, die uns mit schlüpfbereiten Schwammspinner-Eiern versorgt haben.

In unseren Laborversuchen wurden Zwetschentriebe mit einer Handspritze behandelt und L 2/3 angesetzt. Nach etwa einer

Woche wurde auf Mortalität ausgewertet. Drei Ergebnisse sollen vorgestellt werden:

1) Es wurden 12 B.t.-Präparate gegen Lymantria dispar getestet, die sich im Bakterienstamm und/oder der Formulierung unterscheiden. Drei Produkte werden hier gegenübergestellt: Dipel, Delfin und Foray 48 B.

Dipel war abgesehen von dem gleichartigen, aber doppelkonzentrierten Dipel 2x das einzige Produkt, das im Frühjahr 1993 eine ausdrückliche Zulassung zur Bekämpfung des Schwammspinners mit Luftfahrzeugen hatte. Es diente in unseren Versuchen als Standard.

Delfin hat zur Zeit eine Zulassung zur Bekämpfung der Traubenvickler im Weinbau. Foray 48 B ist ebenfalls zur Bekämpfung des Schwammspinners zugelassen, aber nur bei Einsatz von Bodengeräten.

Werden diese Produkte im Labor mit 1/30 oder 1/60 der in der Zulassung genannten Anwendungskonzentration verglichen, ergibt sich Abbildung 1: Es zeigt sich eine klare, signifikante Rangfolge: Dipel < Delfin < Foray 48 B.

Bei genauerer Betrachtung ist aber festzuhalten, daß zwar alle drei Produkte Stämme der Unterart kurstaki enthalten, aber in verschiedener Potenz: Dipel enthält laut Firmenangaben 16000 IU/mg, getestet an Trichoplusia ni (T.n.). Delfin enthält 53000 Einheiten (SU)/mg, getestet an Spodoptera exigua. Foray 48 B enthält laut Literatur (DUBOIS u.a., 1993) 11000 IU/mg, wobei das Testtier nicht genannt ist, vermutlich Trichoplusia ni.

Die Zulassungen gegen L.dispar beinhalten 900 g / ha Dipel und 4 l/ha Foray 48 B, d.h. vom Dipel werden  $14 \times 10^9$  IU T.n. / ha, vom Foray  $51 \times 10^9$  IU T.n. / ha ausgebracht. Wenn also Dipel und Foray auf der Basis gleicher IU im Labor eingesetzt worden wären, dürfte Dipel wesentlich besser abgeschnitten haben, denn es zeigte sich in diesen Biotests eine klare Dosis-Mortalitätsbeziehung.

Wissenschaftler in Nordamerika gehen davon aus, daß mindestens  $30 \times 10^9$  IU T.n./ha erforderlich sind, um nicht nur die Belaubung der Bäume zu retten, sondern auch die Population des Schwammspinners entscheidend zu reduzieren (DUBOIS u.a., 1993). Danach müßte Dipel wesentlich höher dosiert eingesetzt werden, wozu aus technischen Gründen wohl die Flüssigformulierung besonders geeignet wäre. Im Vergleich zu den amerikanischen Angaben muß der in diesem Jahr in Südhessen mit einmaliger Ausbringung von 900 g Dipel in 50 l Wasser / ha erzielte Wirkungsgrad von 70 % (Fraszminderung) als sehr gut bezeichnet werden. Künftig sollten aber zwei Anwendungen erfolgen. Wenn rechtlich möglich, sollte beim Dipel die Aufwandmenge verdoppelt werden, mit Delfin wären Aufwandmengen von 2 kg/ha zu erproben und beim Foray 48 B ist eine Zulassung für Luftapplikation erforderlich. Unter diesen Voraussetzungen kann wohl mit diesen Produkten nicht nur der direkte Schaden, sondern auch die Population deutlich vermindert werden.

2) Leider haben alle Pflanzenschutzmittel auf der Basis von B.t. in Deutschland eine Wasserschutzgebietsauflage. Sie sollen in den Wasserschutzgebietszonen 1 und 2 nicht eingesetzt werden. Wir können die vom Bundesgesundheitsamt dafür genannten Gründe (vgl. BODE, 1988) nach wie vor nicht akzeptieren. Wir gehen aber davon aus, daß diese Auflage aus Sicht des Bundesgesundheitsamtes entfallen könnte, wenn die B.t.-Sporen in den Präparaten abgetötet würden. Wir haben deshalb die drei Produkte Dipel, Delfin und Foray 48 B auch nach  $\gamma$ -Bestrahlung getestet, wodurch die Sporen fast restlos abgetötet werden. Wie Abbildung 2 zeigt, ergab sich dadurch in den meisten Fällen eine deutliche Wirkungsverminderung (Versuche 1 und 4 nach LEIST)

3) Es ist bekannt, daß durch Zuckerzusatz die Wirkung von B.t.-Präparaten gegen einige Lepidopteren verbessert werden kann. Wir haben auch dazu einige Versuche mit Schwammspinnerlarven gemacht (Abbildung 3). In 5 von 7 Versuchen wurde die Wirkung durch 1% Zuckerzusatz gesteigert (Versuche 1 und 2 nach LEIST).

Deshalb sollte ein 1 %iger Zusatz auch im Freiland erprobt werden. In Amerika hat sich nach älteren Arbeiten (ANGUS und LUTHY, 1971; YENDOL u.a., 1975) ein Melassezusatz bewährt, der u.a. auch als Formulierungshilfsmittel angesehen wurde. Die Untersuchungen zur  $\gamma$ -Bestrahlung und zum Zuckerzusatz werden im Rahmen einer Diplomarbeit von Herrn LEIST weiter bearbeitet.

#### Applikationstechnik

Tabelle 7 zeigt die applikationstechnischen Daten aus einer amerikanischen Arbeit von DUBOIS u.a. (1993). Auch wenn in Deutschland keine Starrflügler und keine Rotationszerstäuber zur Verfügung stehen, erscheinen einige Punkte interessant: Der Wirkungsgrad betrug 99 %, der Anwendungszeitpunkt wird präzise angegeben, wobei die oben genannten zwei Applikationen auf jeden Fall sicherer sind. Als Dosis werden  $90 \times 10^9$  IU T.n. je ha bei einem dichten Eichenbestand empfohlen. Vielleicht können bei unserer Technik in Deutschland ( Hubschrauber mit ca. 50 l Suspension je ha )  $30 - 50 \times 10^9$  ausreichen. Die Tropfengröße liegt bei  $100 \mu\text{m}$ . Es wurden mindestens 8 Tropfen /  $\text{cm}^2$  erreicht. An weitere wichtige Punkte bei der Anwendung von B.t.-Präparaten erinnert Tabelle 8.

#### Selektivität

Wie steht es nun mit der Selektivität der in Deutschland verwendeten B.t.-Präparate ? Hier kann nichts zu den Formulierungsstoffen gesagt werden. Es kann aber der Bacillus thuringiensis ssp. kurstaki, der in den meisten lepidopterenwirksamen Produkten enthalten ist, den chemischen Wirkstoffen Diflubenzuron und Triflumeron gegenübergestellt werden (Tabelle 9). Dabei soll es nicht so sehr auf Einzelheiten ankommen, die werden in den folgenden Beiträgen angesprochen. Verdeutlicht werden soll aber, daß der B.t. auf Grund seiner Wirkungsweise eine völlig andere Qualität von Selektivität hat als die beiden Vertreter der selektivsten chemischen Produkte.

## Effektivität

Die Effektivität der B.t.-Präparate kann - nach Literatur und eigener Erfahrung - bei zweimaligem Einsatz und den zur Zeit zugelassenen Aufwandmengen mit 65 - 90 % angenommen werden. Die B.t.-Produkte sind mit NPV, Parasiten und Prädatoren kompatibel. Diese biologischen Bekämpfungsmöglichkeiten sollten wegen ihrer Selektivität bevorzugt genutzt werden. Es soll aber auch auf ihre Grenzen hingewiesen werden: Dazu ein Beispiel: WELLENSTEIN und SCHWENKE (1978) geben für 30jährige Eichen als kritische Eizahl für Kahlfraß in der Eruption 600 / Baum an. Demnach wäre wohl in diesem Beispiel der Schaden von 300 Larven / Baum zu verkraften. Wenn die B.t.-Wirkung optimistisch mit 90 % angenommen wird, würde auch bei einem Befall von 3000 Larven / Baum eine zweimalige Ausbringung ausreichen, allerdings steigt das Risiko des Kahlfraßes mit zunehmender Raupenzahl. Bei einem höheren Befall als 3000 Larven / Baum - das heißt in Südhessen zur Zeit bei mehr als 12 Eigelegen / Baum - würde der B.t. in diesem Beispiel nicht mehr ausreichen, um einen Kahlfraß der 30jährigen Eichen zu verhindern. Wenn dann nicht andere Gegenspieler frühzeitig Eier oder Raupen dezimieren, wären wirksamere, aber leider auch weniger selektive Chemikalien angezeigt. Dann ist allerdings auch zu fragen, wie es zu einem so hohen Befall kommen konnte. Warum wurden nicht schon vor zwei Jahren Gegenmaßnahmen ergriffen ?

## Zusammenfassung für den Schwammspinner

Tabelle 10 soll die wesentlichen Punkte zur mikrobiologischen Bekämpfung des Schwammspinners zusammenfassen:

1) Kernpolyederviren sind in hoher Aufwandmenge zur Schadensbegrenzung, in geringerer Aufwandmenge zur allmählichen Populationsreduzierung geeignet. Sie könnten 1994 zur Verfügung stehen, wobei Preis und Menge noch offen sind, doch liegt bis jetzt keine Zulassung vor !

2) Bacillus thuringiensis - Produkte sind auf dem Markt. Die gegen den Schwammspinner vorliegenden Zulassungen sind aber in allen Fällen verbesserungsfähig. Mit den jetzigen Aufwandmengen können bei zweimaliger Ausbringung Wirkungsgrade zwischen 65 und 90 % angenommen werden. Bei sehr hohem Befall könnte es trotzdem zu einem Kahlfraß kommen. Zur Populationsverminderung allein durch B.t. sind Aufwandmengen von über  $30 \times 10^9$  IU T.n./ha zu empfehlen. Nach Laborversuchen senkt eine Gamma- Bestrahlung zur Sporeninaktivierung die Wirkung der Präparate gegen den Schwammspinner; Zuckerzusatz steigert sie.

3) Optimal erscheint eine integrierte Verwendung von NPV (in geringer Dosis z.B. zur Behandlung der Eigelege) und B.t. gegen Junglarven. Wir haben dann eine sofortige Schadensminderung und eine relativ rasche Populationsreduzierung, die umso eher einsetzt je mehr Viren ausgebracht werden. Eine direkte Schädigung von Parasiten und Prädatoren durch diese beiden Krankheitserreger tritt nicht ein. Formulierungseinflüsse sind allerdings nicht auszuschließen.

#### Bekämpfung der Nonne (Lymantria monacha)

Bei der Nonne (Lymantria monacha) sind die Voraussetzungen für eine biologische Bekämpfung wesentlich ungünstiger als beim Schwammspinner:

- 1) Setzt die Nonne größere Schäden über längere Zeit.
- 2) Kennen wir zwar insektenpathogene Viren (u.a. auch NPV) als wirksame Gegenspieler, doch werden sie unseres Wissens weder in Massen produziert oder gar kommerziell vertrieben, noch liegt im In- oder Ausland eine Registrierung oder Zulassung vor.
- 3) Haben wir in Deutschland keine Zulassung mehr für B.t.-Produkte gegen die Nonne.

#### Kernpolyederviren (NPV)

NPV sollen auch bei der Nonne die wichtigsten Gegenspieler sein (WELLENSTEIN und SCHWENKE, 1978). Im Unterschied zum Schwamm-

spinner sollen nach diesen Autoren Nonnenraupen vor allem im geschwächten oder hungrigen Zustand empfindlich gegen NPV sein. Auch wenn bereits lokal begrenzt NPV auftreten, bricht die Population keineswegs immer daran zusammen, sondern der prozentuale Anteil an NPV erkrankten Tieren kann sich auch wieder vermindern.

GLOWACKA-PILOT brachte  $3 \times 10^{12}$  Polyeder / ha aus - das entsprach etwa 1000 Raupen-Produktionseinheiten - und erzielte damit bei Fichte 89 % und bei Kiefer 69 % Befallsverminderung. Eine Dosis von 1000 Raupen / ha zur direkten Befallsverminderung erscheint für große Flächen unrealistisch und unwirtschaftlich. Deshalb sollte versucht werden, auf kleinen Flächen Eigelege mit einer geringeren Dosis zu behandeln. Das gilt besonders für die Befallsrandgebiete, um eine Ausbreitung der Virose zu erreichen, bevor auf Grund der Populationsstärke mit Kahlfraß gerechnet werden muß.

#### Bacillus thuringiensis

LINDE (1994) konnte zeigen, daß die Nonne im Prinzip nicht unempfindlicher ist als der Schwammspinner. Allerdings bewirkten hohe B.t.-Dosen einen Fraßstopp und damit u.U. eine geringere Mortalität. Wenn die Nonne im Forst weniger auf B.t. reagiert, so ist das wohl auf ihre Adaptation an Nadelbäume und deren Nadelinhaltsstoffe zurückzuführen.

SCHÖNHERR und KETTERER (1979) erzielten mit der zur Schwammspinnerbekämpfung zugelassenen Aufwandmenge des Präparats Dipel im Labor nur 53 % Mortalität, mit der zehnfachen Aufwandmenge 97 %, halten letztere aber nicht für wirtschaftlich. Es wäre zu prüfen, ob auch hier ein Zuckerzusatz zu einer deutlichen Wirkungssteigerung führt.

GLOWACKA-PILOT (1986) erreichte in Polen mit 1 kg / ha Dipel bei lichtem Kiefernwald eine Wirkung von 97 %. In dichten Fichtenbeständen war die Wirksamkeit allerdings geringer.

Da die Nonne in Nordamerika nicht auftritt und in Europa nur wenige Untersuchungen durchgeführt wurden, wissen wir allgemein relativ wenig über die Wirksamkeit einzelner B.t.-Stämme gegen diesen Schädling. Beim Schwammspinner ist aus amerikanischen Arbeiten bekannt, welche der verschiedenen B.t.-Toxine wirksam sind. Danach können entsprechende B.t.-Stämme ausgewählt und getestet werden. Das ist bei der Nonne nicht der Fall. Wir werden vergleichende Biotests mit verschiedenen Präparaten und Zusatzstoffen (z.B. Zucker) aufnehmen, können aber ohne entsprechende Förderung nur langsam vorankommen.

#### Kombinierter Einsatz von NPV und B.t.

SCHÖNHERR und KETTERER (1979) kombinierten eine normale NPV-Aufwandmenge mit einer stark reduzierten B.t.-Dosis. Dadurch wurde zwar die virusbedingte Mortalität nicht beschleunigt, jedoch auf Grund des B.t. bedingten Fraßstopps der Schadfraß deutlich vermindert.

ALTENKIRCH u.a. (1986) erreichten mit 150 g Dipel (1/6 der für Schwammspinner zugelassenen Aufwandmenge) und  $10^{11}$  Polyeder/ha eine gute Wirkung mit einer Endmortalität von über 90 %, doch war die sofortige Fraßverminderung unbefriedigend.

#### Zusammenfassung für die Nonne

Zur Zeit sind in Deutschland keine biologischen Verfahren zur Bekämpfung der Nonne praxisreif. Zunächst sind eingehende Prüfungen neuerer B.t.-Stämme bzw. -Präparate in Labor und Freiland erforderlich. In Freilandversuchen sollte außerdem die Ausbreitung der Kernpolyedrose bei kleinsträumiger Kontamination von Eigelegen und Stammpartien getestet werden.



Literatur:

ALTENKIRCH, W., J.HUBER, A.KRIEG, 1986: Versuche zur biologischen Bekämpfung der Nonne (Lymantria monacha L.). Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 93 (5), 479 - 493.

ANGUS, T.A., P.LUTHY, 1971: Formulation of microbial insecticides. In: BURGESS, H.D., and N.W.HUSSEY: Microbial control of insects and mites. London und New York. S. 623 - 638.

BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT für Land- und Forstwirtschaft, 1993: Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis 1993, Teil 2 und 4. Ribbesbüttel.

BODE, E., 1988: Umwelthygienische Aspekte bei der Bewertung von Pflanzenschutzmitteln aus Mikroorganismen und Viren im Zulassungsverfahren. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin- Dahlem, H. 246.

CLIFT, A.D., M.A.TERRAS, 1992: Evaluation of two insect growth regulators for insect pest control in the Australian mushroom industry. Plant Prot. Q. 7 (2), 59-61.

DUBOIS, N.R., R.C.REARDON, K.MIERZEJEWSKI, 1993: Field efficacy and deposit analysis of Bacillus thuringiensis, Foray 48 B, against gypsy moth (Lep.: Lymantriidae). J. Econ. Entomol. 86(1), 26-33.

DUNBAR, J.P., und A.W.JOHNSON, 1975: Bacillus thuringiensis: Effects on the survival of a tobacco budworm parasitoid and predator in the laboratory. Environ. Entomol. 4, 352-354.

FRANZ, J.M., J.HUBER, 1979: Feldversuche mit insektenpathogenen Viren in Europa. Entomophaga 24 (4), 333-343.

GLOWACKA-PILOT, B., 1986: Krankheitserregende Mikroorganismen

der Nonne (Lymantria monacha L.) und ihre Anwendung im Forstschutz. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 93 (5), 494 - 502.

GRÖNER, A., 1986: Specificity and safety of baculoviruses. In: GRANADOS, R.R., B.A.FEDERICI: The biology of baculoviruses. Vol.I. Boca Raton, Florida. S. 177-202.

HAJEK, A.E., D.W.ROBERTS, 1992: Field diagnosis of gypsy moth (Lep.: Lymantriidae) larval mortality caused by Entomophaga maimaiga and the gypsy moth nuclear polyhedrosis virus. Environ. Entomol. 21 (4), 706-713.

HANRIEDER, G., H.WILPS, S.KRALL, 1993: Die Wirkung von Alsystin (Triflumuron) auf Larven der Wanderheuschrecke Locusta migratoria migratorioides. Anz. Schädlingskde. Pflanzensch. Umweltschutz 66 (1), 10-15.

HASSAN, S.A., F.BIGLER, H.BOGENSCHÜTZ, E.BOLLER, J.BRUN, P.CHIVERTON, P.EDWARDS, F.MANSOUR, E.NATON, P.A.OOMEN, W.P.J.OVERMEER, L.POLGAR, W.RIECKMANN, L.SAMSOE-PETERSEN, A.STÄUBLI, G.STERK, K.TAVARES, J.J.TUSET, G.VIGLIANI, A.G.VIVAS, 1988: Results of the fourth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". J.Appl.Ent. 105, 321-329.

KRIEG, A., G.A.LANGENBRUCH, 1981: Susceptibility of arthropod species to Bacillus thuringiensis. In: BURGESS, H.D.: Microbial control of pests and plant diseases 1970 - 1980. London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco. S. 837 - 896.

LINDE, A., 1994: Laborversuche zur Wirksamkeit von Bacillus thuringiensis-Präparaten gegen die Nonne, Lymantria monacha. Mitt. Dtsch. Gesell. Allg. Angew. Entomol. 12 (im Druck).

MALINOWSKI, H., M.PAWINSKA, 1992: Comparative evaluation of some chitin synthesis inhibitors as insecticides against Colo-

rado beetle Leptinotarsa decemlineata. Pestic. Sci. 35 (4), 349-353.

MARTIGNONI, M.E., P.J.IWAI, 1981: A catalogue of viral diseases of insects, mites and ticks. In: BURGESS, H.D.: Microbial control of pests and plant diseases 1970 - 1980. London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco. S. 897 - 911.

RAVENSBERG, W.J., 1981: The natural enemies of the woolly apple aphid, Eriosoma lanigerum, and their susceptibility to diflubenzuron. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 46/2, 437-441.

SAAVEDRA-P., J., 1989/90: (Insecticides against Alabama argillacea in Chiva Valley, Peru, during 1986-87). Rev. Peru Entomol. 32 (0), 67-70, zit. nach Abstr. Entomol. 22 (6), AB-58.

SAUPHANOR, B., L.CHABROL, F.FAIVRE D'ARCIER, F.SUREAU und C.LENFANT; 1993: Side effects of Diflubenzuron on a pear psylla predator: Forficula auricularia. Entomophaga 38 (2), 163-174.

SCHÖNHERR, J., R.KETTERER, 1979: Zur Frage der kombinierten Anwendung von Polyedervirus und Bacillus thuringiensis bei der Nonne, Lymantria monacha L. (Lepidoptera). Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 86 (8), 483-488.

STEPHAN, D., 1992: Solubility of Bacillus thuringiensis crystals in the gut juice of locusts. In: Society for Invertebrate Pathology: XXV Annual Meeting, Heidelberg, Programm & Abstracts. S.39.

TRZEBITZKY, C., H.BOGENSCHÜTZ, J.HUBER, K.LOHMANN, 1988: Versuch zur Bekämpfung von Lymantria dispar (Lep.:Lymantriidae) durch Behandlung der Eigelege mit Kernpolyederviren und Erfolgskontrolle durch Restriktionsanalyse der viralen DNA. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Entomol. 6, 525-530.

WELLENSTEIN, G., W.SCHWENKE, 1978: Lymantria. In: SCHWENKE,W.: Die Forstschädlinge Europas. Bd. 3, Hamburg und Berlin. S. 334-368.

YENDOL, W.G., R.H.HAMLEN, S.B. ROSARIO, 1975: Feeding behavior of gypsy moth larvae on Bacillus thuringiensis - treated foliage. J. Econ. Entomol. 68, 25-27.

Frau U. Gloger danke ich für die sorgfältige Betreuung der Bio-tests und Herrn E. Gabrys für die Erstellung der Graphiken.

Tabelle 1:

Eignung verschiedener Pathogengruppen zur biologischen Raupenbekämpfung (mit Beispielen für Lymantria dispar)

Pathogene	Effekt.	Selekt.	Massenprod.	Lagerg.	Verwendung	
					E	S
-----						
Viren:						
LdNPV	+++	+++	+	+++	+++	++
Bakterien:						
<u>B.t.</u>	+++	++	+++	+++	-	+++
Pilze:						
<u>B.bassiana</u>	++	-	++	++	+	++
<u>E.maimaiga</u>	++	+++	-	-	++	-
Mikro- sporidien:						
<u>Nosema</u> sp.	+	?	-	-	++	-
-----						

E = Einführung in die Population zur allmählichen Durchseuchung  
S = Sofortige Schadensbegrenzung

- : ungeeignet; + ... +++ : gut bis sehr gut geeignet

Tabelle 2:

Virosen einiger im Forst schädlicher Lepidopteren

<i>Choristoneura murinana</i>	Tannentriebwickler	<u>GV</u> , NPV
<i>Coleophora laricella</i>	Lärchenminiermotte	NPV
<i>Dasychira pudibunda</i>	Rotschwanz	CPV, NPV
<i>Dendrolimus pini</i>	Kiefernspinner	CPV, NPV
<i>Erannis defoliaria</i>	Großer Frostspanner	<u>NPV</u>
<i>Euproctis chrysorrhoea</i>	Goldafter	CPV, NPV
<i>Hyloticus pinastri</i>	Kiefernchwärmer	CPV, NPV
<i>Hyponomeuta</i> spp.	Gespinstmotten	NPV
<i>Leucoma salicis</i>	Weidenspinner	CPV, NPV
<i>Lymantria dispar</i>	Schwammspinner	EPV, CPV, <u>NPV</u>
<i>Lymantria monacha</i>	Nonne	CPV, <u>NPV</u>
<i>Malacosoma neustria</i>	Ringelspinner	CPV, <u>NPV</u>
<i>Operophtera brumata</i>	Kleiner Frostspanner	EPV, CPV, NPV
<i>Operophtera fagata</i>	Buchenfrostspanner	CPV
<i>Orgyia antiqua</i>	Schlehenspinner	CPV, NPV
<i>Panolis flammea</i>	Forleule	<u>NPV</u>
<i>Phalera bucephala</i>	Mondfleck	CPV, NPV
<i>Rhyacionia buoliana</i>	Kieferntriebwickler	<u>GV</u>
<i>Thaumetopoea processionea</i>	Eichenprozessionsspinner	CPV, NPV
<i>Tortrix viridana</i>	Eichenwickler	CPV, NPV

-----

CPV : Cytoplasma-Polyedervirus

EPV : Entomopoxvirus

GV : Granulosevirus

NPV : Kernpolyedervirus

\_\_\_ = im Freiland getestet.

Quellen: MARTIGNONI, M.E., und P.J. IWAI, 1981;

FRANZ, J.M., und HUBER, J., 1979

Tabelle 3:

Selektivität von Lymantria dispar - NPV

<u>Testorganismen</u>	<u>Anfälligkeit</u>
<u>Kleinsäuger</u>	-
<u>Vögel</u>	-
<u>Fische</u>	-
<u>Crustacea:</u>	
Daphnia magna	-
<u>Insecta:</u>	
<u>Coleoptera:</u>	
Tenebrio molitor	-
<u>Diptera:</u>	
Chironomus thummi	-
Musca domestica	-
<u>Heteroptera:</u>	
Notonecta undulata	-
<u>Hymenoptera:</u>	
Apis mellifica	-
Neodiprion sertifer	-
Apanteles sp.	-
<u>Lepidoptera:</u>	
Estigmene acrea	-
Heliothis virescens	-
Hyphantria cunea	-
Lymantria monacha	-
Malacosoma americana	-
Trichoplusia ni	-
<u>Orthoptera:</u>	
Acheta domesticus	-

Quelle: GRÖNER, 1986

Tabelle 4: Charakterisierung exotoxinfreier *Bacillus thuringiensis*-Präparate (Pathotyp A).

- 
- 1) Aktive Inhaltsstoffe: Lebende Sporen und für Insekten toxische Eiweißkristalle
  - 2) Selektive, gruppenspezifische Wirkung
  - 3) Ausschließlich perorale Wirkung
  - 4) Wirkung langsamer als bei chemischen Insektiziden (aber frühzeitiger Fraßstopp)
  - 5) Wirkung teilweise schwächer als bei chemischen Insektiziden (abhängig von Temperatur und Feuchtigkeit)
  - 6) Wassergebietsauflage
  - 7) Begrenzte Lagerfähigkeit
  - 8) Relativ hoher Preis
- 

Tabelle 5: Mit *Bacillus thuringiensis* bekämpfbare Schadraupen im Forst in Deutschland

Kleiner Frostspanner	<i>Operophtera brumata</i>	Geometridae
Großer Frostspanner	<i>Hibernia defoliaria</i>	Geometridae
Kiefernspanner	<i>Bupalus piniarius</i>	Geometridae
Gespinstmotten	<i>Hyponomeuta</i> spp.	Hyponomeutid.
Baumweißling	<i>Aporia crataegi</i>	Pieridae
Eichenwickler ?	<i>Tortrix viridana</i>	Tortricidae
Rotköpf. Tannenwickler	<i>Zeiraphera rufimitrana</i>	Tortricidae
Kiefernspinner	<i>Dendrolimus pini</i>	Lasiocampid.
Ringelspinner	<i>Malacosoma neustria</i>	Lasiocampid.
Prozessionsspinner	<i>Thaumetopoea</i> spp.	Thaumetopoeid.
Goldafter	<i>Euproctis chrysorrhoea</i>	Lymantriidae
Schwammspinner	<i>Lymantria dispar</i>	Lymantriidae
Nonne ?	<i>Lymantria monacha</i>	Lymantriidae
Weidenspinner ?	<i>Leucoma salicis</i>	Lymantriidae
Schlehenspinner ?	<i>Orgyia antiqua</i>	Lymantriidae

? = vermutlich bekämpfbar

Tabelle 6:

Bacillus thuringiensis-Zulassungen gegen Schwammspinner im Forst  
(Stand: August 1993)

Präparat	Aufwandmenge	Anwendungstechnik	Sonstiges
Dipel	900 g/ha	Bodengeräte (600 l/ha) Luftfahrzeug (50 l/ha)	Laub- und Nadelholz wie oben
Dipel 2 x	450 g/ha	wie Dipel	
Dipel ES	900 ml/ha	wie Dipel	
Foray 48 B	4 l/ha	Bodengeräte (400-600 l/ha)	Laubholz
Neudorff's Raupenspritz- mittel	900 g/ha	Bodengeräte (500 l/ha ?) Pulsfog K3 Bio (50 l/ha)	Laub- und Nadelholz wie oben
Thuricide HP	wie Neudorff's	Raupenspritzmittel	



Tabelle 7: Bedingungen eines optimalen B.t.-Einsatzes gegen *Lymantria dispar* (Beispiel nach DUBOIS et al., 1993: Wirkungsgrad, d.h. Verminderung der Anzahl Eigelege gegenüber dem Vorjahr, = 99 %)

---

Luftapplikation mit Starrflüglern

---

Zeitpunkt:	50% der Larven häuten sich zum 2. Stadium; 40- 50% der Eichenblätter entfaltet
Düsen:	AU 5000 Micronair (= Rotationszerstäuber)
Flughöhe:	15 m über Laubdach
Fluggeschwindigkeit:	161 km/h
Dosis:	90 x 10 <sup>9</sup> IU T.n./ha
Suspensionsmenge:	7l/ha
Tropfen/Blattfläche:	8/ cm <sup>2</sup>
Tropfengröße:	103 µm
Flüssigkeitsmenge/ Blattfläche:	2,2 nl / cm <sup>2</sup>

---

Tabelle 8: Wichtige Punkte beim Einsatz von *Bacillus thuringiensis*-Präparaten.

- 
- 1) Junge Larven bekämpfen
  - 2) Kein überlagertes Präparat verwenden (vor allem bei flüssigen Formulierungen)
  - 3) Keine Unterdosierung
  - 4) Temperatur mindestens an einigen Stunden des Tages über 15 °C
  - 5) Möglichst kein Niederschlag innerhalb 48 Stunden nach der Spritzung
  - 6) Spritzbelag am tatsächlichen Fraßort erforderlich
-

Tabelle 9:

Vergleich einiger bekannter oder potentiell möglicher Wirkungen  
insektizider Wirkstoffe zur Bekämpfung von Lepidopteren im Forst

	Diflubenzuron	Triflumuron	<u>B.thuringiensis</u> (ssp. <u>kurstaki</u> )
Freifressende			
Schmetterlingsl. (Lepidopt.)	+ (1)	+ (1)	+ (1)
Afterraupen (Hymenopt.)	+ (1)	+ (1)	- (2)
Honigbiene (Hymenopt.)	- (1)	+ (1)	- (2)
Trauermücken (Diptera)	+ (1)	+ (3)	- <sup>1)</sup>
Wanderheuschrecke (Orthopt.)		+ (4)	- (5)
Birnblattsauger (Homopt.)	+ (1)		
"Freifress.Insekten" (u.a. Coleopt.)	+ (1)		- (2)
Kartoffelkäfer (Coleopt.)		+ (6)	-
Florfliege (Neuroptera)	+ (7)		- (7)
Ohrwurm (Dermaptera)	+ (8,9)		
Räuber. Wanzen (Heteropt.)	+ (10)	+ (10)	- (11)
Fischnährtiere	+ (1)		- (1)

<sup>1)</sup> Marginale Wirkung auf Nematoceren möglich

Quellen:

- |                                    |                                  |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 1) BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT, 1993 | 6) MALINOWSKI und PAWINSKA, 1992 |
| 2) KRIEG und LANGENBRUCH, 1981     | 7) HASSAN u.a., 1983             |
| 3) CLIFT und TERRAS, 1992          | 8) RAVENSBERG, 1981              |
| 4) HANRIEDER u. a., 1993           | 9) SAUPHANOR u.a., 1993          |
| 5) STEPHAN, 1992                   | 10) SAAVEDRA-P., 1989/90         |
|                                    | 11) DUNBAR und JOHNSON, 1975     |

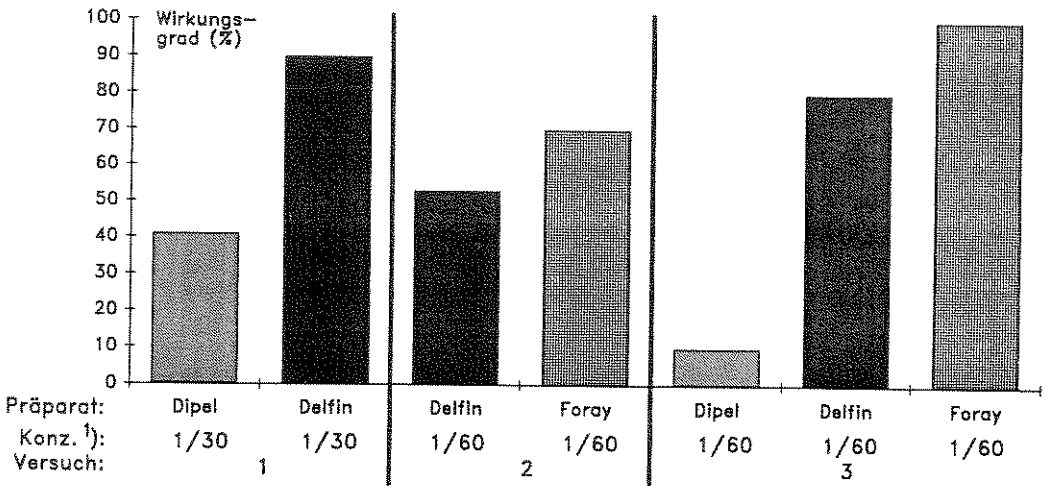
Tabelle 10:

Auswirkungen von Gegenspielern des Schwammspinners

Ausbringung der Gegenspieler	Sofortige Schadensminderung	Populationsreduzierung	
		sofort	mittelfristig
Kernpolyederviren (NPV)			
$\geq 1 \times 10^{12}/ha$	++	++	+++
weniger	-	+	+++
<u>B.t.</u>			
$\geq 30 \times 10^9 IU T.n./ha$	+++	+++	++
15 - $30 \times 10^9 IU T.n./ha$	+++	+	-
Kombination:			
$< 1 \times 10^{12} NPV$ plus			
$> 15 \times 10^9 IU T.n.B.t./ha$	+++	++	+++

Abb.: 1

Biotest mit *Lymantria dispar* - L2  
Präparatevergleich an Zwetsche



<sup>1)</sup> bezogen auf zugelassene Aufwandmenge im Forst oder ähnlicher Indikation

Abb.: 2

Biotest mit *Lymantria dispar* - L2  
Einfluß einer Gamma - Bestrahlung

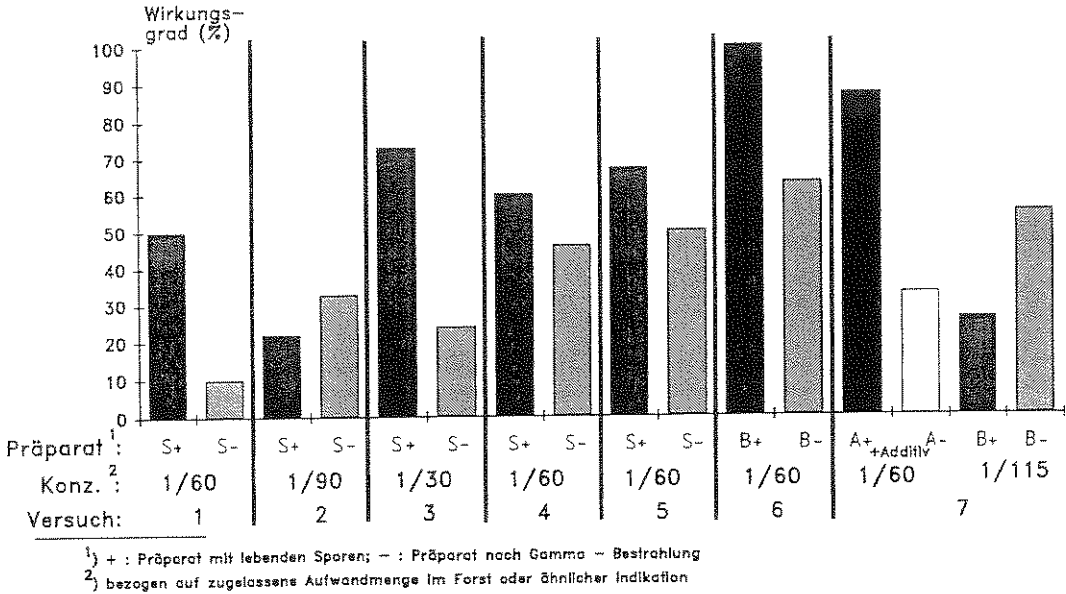
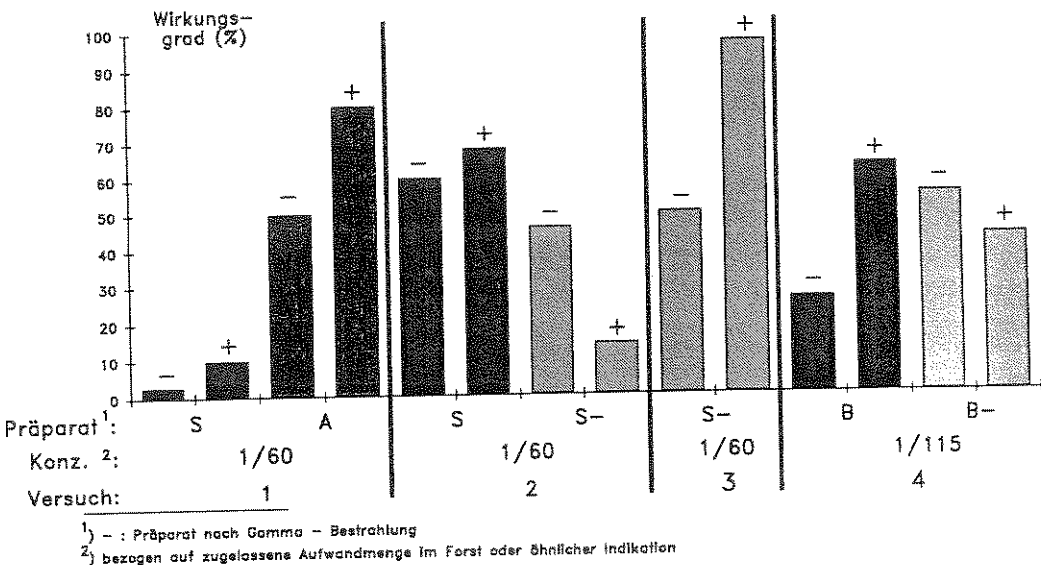


Abb.: 3

Biotest mit *Lymantria dispar* - L2  
Einfluß eines 1%igen Zucker-Zusatzes (+)



Horst Bathon

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für biologischen Pflanzenschutz, Heinrichstraße 243, D-64287 Darmstadt

## **Biologische Bekämpfung des Schwammspinners: Räuber und Parasitoide**

Der Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.) ist eine ursprünglich in Europa und Asien weit verbreitete Art der Trägspinner (Lep., Lymantriidae). Sie wurde 1868 nach Nordamerika eingeschleppt, breitete sich rasch aus und führt dort seitdem regelmäßig zu Massenvermehrungen. Dagegen neigt *L. dispar* in den gemäßigten Teilen Europas nur selten zu solchen Massenvermehrungen, stellt allerdings im mediterranen Bereich den Forst regelmäßig vor große Probleme (WELLENSTEIN & SCHWENKE 1978).

Im Zusammenhang mit dem Schadaufreten des Schwammspinners in Nordamerika wurde bereits früh nach natürlichen Gegenspielern im Herkunftsgebiet (Europa und Japan) gesucht. Im THOMSON-Katalog (1946) sind mehr als 120 Arten an Gegenspielern verzeichnet. Etwa 45 Arten an Parasitoiden und Räubern wurden zwischen 1906 und 1962 überwiegend aus Europa nach Nordamerika importiert und freigelassen (CLAUSEN 1978). Von diesen etablierten sich rund 11 Arten. Unter den in Tab. 1 aufgeführten Arten befinden sich grau unterlegt auch diejenigen, die in Mitteleuropa eine größere Rolle beim Zusammenbruch der Schwammspinnergradation spielen (können). Diese sollen im folgenden hinsichtlich ihrer Bedeutung und ihrer Eignung für die biologische Schwammspinnerbekämpfung näher betrachtet werden.

Von den Räubern erlangte in Nordamerika nur der Große Puppenräuber (*Calosoma sycophanta* L.) eine größere Bedeutung. Er stellt als Larve und Imago insbesondere den Schwammspinnerraupen aber auch den Raupen und Puppen der Nonne und einiger anderer Schmetterlinge nach. In Mitteleuropa tritt *C. sycophanta* heute nur noch sporadisch auf im Zusammenhang mit Massenvermehrungen einiger forstschädlicher Schmetterlingsarten. *C. sycophanta* und der wesentlich häufigere Kleine Puppenräuber (*C. inquisitor* L.) sind als Larven und Käfer gute Kletterer, die auf Sträuchern und Bäumen ihre Beute suchen. Dies gilt auch für den Aaskäfer *Xylodrepa quadripunctata* (L.), der ebenfalls bei Massenvorkommen seiner Beutearten in Anzahl zu finden ist.

Tabelle 1: Wichtige Räuber und Parasitoide des Schwammspinners. Arten, die in Mitteleuropa von besonderer Bedeutung sind, wurden grau unterlegt.

Art	Räuber/ Parasitoid	Wirts- stadium	Herkunft
<b>Acari: Thrombidiidae</b>			
<i>Allothrombium wolffi</i> KR.	Räu	Ei	Europa
<i>Thrombidium holosericeum</i>	Räu	Ei	Europa
<b>Heteroptera: Pentatomidae</b>			
<i>Arma custos</i> FBR.	Räu	R	Europa
<i>Picromerus bidens</i> (L.)	Räu	R	Europa
<b>Coleoptera: Carabidae</b>			
<i>Calosoma inquisitor</i> (L.)	Räu	R,P	Europa
<i>C. sycophanta</i> (L.)	Räu	R,P	Europa
<b>Coleoptera: Silphidae</b>			
<i>Xylodrepa quadripunctata</i> L.	Räu	R,P	Europa
<b>Diptera: Tachinidae</b>			
<i>Blepharipa scutellata</i> (R.-D.)	Par	R/P	Europa
<i>B. schineri</i> MESNIL	Par	R/P	Europa
<i>Compsilura concinnata</i> (MEIG.)	Par	R/P	Europa
<i>Parasetigena silvestris</i> (R.-D.)	Par	R/P	Europa
<b>Hymenoptera: Braconidae</b>			
<i>Apanteles liparidis</i> (BOUCHE)	Par	R	Europa
<i>A. melanoscelus</i> (RATZ.)	Par	R	Europa
<i>A. porthetriae</i> MUES.	Par	R	Europa
<i>A. solitarius</i> (RATZ.)	Par	R	Europa
<i>Meteorus japonicus</i> ASHM.	Par	R	Europa
<i>M. pulchricornis</i> (WESM.)	Par	R	Europa
<b>Hymenoptera: Eupelmidae</b>			
<i>Anastatus disparis</i> RUSCHKA	Par	Ei	Europa
<b>Hymenoptera: Encyrtidae</b>			
<i>Ooencyrtus kuvanae</i> (HOW.)	Par	Ei	Japan/Korea
<b>Hymenoptera: Ichneumonidae</b>			
<i>Phobocampe disparis</i> (VIER.)	Par	R	Europa
<i>Coccygomimus examinatus</i> (FBR.)	Par	R/P	Europa
<i>C. instigator</i> (FBR.)	Par	R/P	Europa

E = Ei; R = Raupe; P = Puppe; R/P = Raupen werden parasitiert, Parasitoide schlüpfen aus Altraupen und Puppen; Par = Parasitoid; Räu = Räuber

Nach verschiedenen mir vorliegenden Meldungen wurde *C. sycophanta*, der als "vom Aussterben bedroht" gilt, 1993 an mehreren Stellen im Schwammspinner-Befallsgebiet Süd-Hessens zusammen mit *X. quadripunctata* beobachtet. Der Kleine Puppenräuber tritt hier auch bei Massenvermehrungen von Eichenwickler (*Tortrix viridana* L.) und Frostspannern regelmäßig in Anzahl auf. Die genannten Käferarten spielen in der Progradation und Gradation der Schmetterlinge nur eine geringe Rolle. Erst ab dem Gradationshöhepunkt treten sie in großer Zahl in Erscheinung und beschleunigen den Zusammenbruch der Wirtspopulation.

Da die genannten Räuber nur eine Generation im Jahr hervorbringen und eine Massenzucht im Labor sehr aufwendig ist, eignen sie sich nicht zum direkten Einsatz gegen den Schwammspinner. Allerdings muß alles vermieden werden, was den Aufbau der Populationen dieser Räuber negativ beeinflußt oder gar unterbindet. Dies gilt auch für weitere Larven-Prädatoren, wie den räuberischen Wanzen *Arma custos* FBR. und *Picromerus bidens* (L.) oder Eiräubern wie z.B. *Megatoma*-Arten (Col., Dermestidae) oder den Milben *Allothrombium wolffi* KR. bzw. *Thrombidium holose-riceum*.

Bei den Parasitoiden muß grob unterschieden werden zwischen Arten, die die Eier ihrer Wirte und solchen die die Larven und Puppen parasitieren. Von den bekanntgewordenen Eiparasitoiden sind nur *Anastatus disparis* RUSCHKA und *Ooencyrtus kuvanae* (How.) von Bedeutung. Von diesen ist *A. disparis* in Europa weit verbreitet, tritt jedoch zu lokal auf und bildet zudem nur eine Generation im Jahr aus (WELLENSTEIN & SCHWENKE 1978), um die Schwammspinnerpopulationen wesentlich zu beeinflussen. Durch den kurzen Legeapparat können zudem nur die oberen Schichten in den Schwammspinner-Gelegen erreicht werden. Parasitiert *A. disparis* frisch abgelegte Wirtseier, so entwickeln sich Weibchen und Männchen. Überwiegend liegen jedoch zumindest einige Tage alte Lymantriiden-Eier zur Parasitierung vor, aus denen fast ausschließlich Männchen von *A. disparis* schlüpfen (VIDAL 1993 mdl.). Weiterhin scheint dieser Parasitoid nur eine geringe Verbreitungsaktivität aufzuweisen (CROSSMAN 1925). Diese Verhaltensweisen lassen *A. disparis* für Bekämpfungsmaßnahmen ungeeignet erscheinen, wenngleich der Art in der Endphase einer Schwammspinner-Gradation eine gewisse Bedeutung zukommt.

*O. kuvanae* (= *kuanai* How.) ist in Ostasien (Japan und Korea) zu Hause, wo sie die Art *A. disparis* dominiert. *O. kuvanae* kann Wirtseier jeglichen Entwicklungszustandes parasitieren und sich ohne Verschiebung des Geschlechterverhältnisses in ihnen entwickeln. Es werden mehrere Generationen im Jahr ausgebildet, was die Effektivität dieses Parasitoiden erhöht. In Mitteleuropa erscheinen drei Generationen im Sommer und Herbst sowie eine im folgenden Frühjahr möglich. Die Weibchen legen bis zu 200 Eier, wobei sie mit ihrem kurzen Legeapparat allerdings nur die oberen beiden Eischichten in den Schwammspinnergelegen erreichen können. Daher

überschreitet die Parasitierungsrate selten mehr als 50% (alle Angaben nach BROWN, 1984). Bei kleineren, flacheren Wirtsgelagen, wie sie 1993 in den Gradationsgebieten in größerer Anzahl zu finden waren, könnte bei einer Ausbringung dieses Parasitoiden eine massive Eiparasitierung provoziert werden.

Aus Japan wurde *O. kuvanae* nach Nordamerika eingeführt und in großer Anzahl freigesetzt. Nach dessen erfolgreicher Einbürgerung wurde dieser Parasitoid von dort nach Südeuropa (Spanien) verbracht und angesiedelt. Die Art ist heute im größten Teil des Mittelmeergebietes verbreitet, konnte sich aber wegen relativ hoher Temperaturansprüche nicht nach Mitteleuropa ausbreiten, von einem Fund aus dem südöstlichen Österreich (1975) abgesehen. - In Südhessen wurde *O. kuvanae* 1993 an mehreren Stellen gefunden (Tab. 2). Die Parasitierungsrate der Schwammspinnergelege war allerdings noch gering. Dieser erste Nachweis von *O. kuvanae* in Mitteleuropa kann ggf. auf die günstigen Witterungsbedingungen in den letzten Jahren zurückgeführt werden, durch die bei einer Verschleppung z.B. mit parasitierten Schwammspinnergelegen an Kraftfahrzeugen eine Ansiedlung im Oberrheingebiet gut möglich erscheint.

Tabelle 2: Der Eiparasit *Ooencyrtus kuvanae* How. in Schwammspinnergelegen aus Südhessen 1993.

Ort, Forstabteilung	Aufsammlung der Gelege	Anzahl Parasit.	Schlüpfzeitraum
Babenhausen, Abt. 4/94/ 529/632	14.09.	0	
Bensheim, Abt. 85	24.08.	0	
Darmstadt, Abt. 344	10.08.	161	Mitte 09. - 5.10.
Darmstadt, Abt. 684	10.08.	0	
Frankfurt, Abt. 142	22.09.	0	
Frankfurt, Abt. 175	22.09.	46	Mitte 09. - 5.10.
Groß-Gerau, Abt. 59	20.07.	0	
Kelsterbach, Abt. 7	21.07.	0	
Lampertheim, Abt. 125	24.08.	0	
Langen, Abt. 396	24.08.	0	
Neu-Isenburg, Abt. 483/492	25.08.	102	17.09. - 5.10.
Mainz, Abt. 11	20.07.	0	
Mörfelden, Abt. 10B	20.07.	0	



Auf ähnlichem Wege oder per Luftfracht ist eine Einschleppung aus Rußland, wo der Parasitoid aus Korea zur Schwammspinnerbekämpfung angesiedelt wurde, oder gar aus dem Ursprungsgebiet des Parasitoiden ebenfalls durchaus möglich. Morphologische Unterschiede zwischen dem japanischen (in USA und im Mittelmeergebiet) und dem koreanischen Stamm (aus Rußland) sind nicht bekannt. Ein Herkunftsnachweis für die südhessischen Exemplare kann ggf. durch Isoenzymanalyse erfolgen.

Neuerdings wurde eine Massenausbringung von *O. kuvanae* mit dem Herkunftsgebiet Korea in den deutschen Befallsgebieten vorgeschlagen. Dieser bereits in Rußland erfolgreich eingebürgerte Stamm soll an niedrigere Temperaturen angepaßt sein als der japanische Stamm und wird sich daher möglicherweise auch in Mitteleuropa auf Dauer halten können. PEMBERTON et al. (1993) schlugen zur Verbreiterung der genetischen Vielfalt und hinsichtlich seiner Kältetoleranz eine Freisetzung koreanischer *O. kuvanae* in Nordamerika vor.

Nach einer Literaturzusammenstellung von BROWN (1984) können von *O. kuvanae* Eier weiterer Schmetterlingsarten der Familien Lymantriidae, Saturniidae und Lasiocampidae parasitiert werden. Diese Angaben beruhen weitgehend auf Parasitierungen unter Laborbedingungen. Die Artzugehörigkeit zu *O. kuvanae* bei Freilandbefunden scheint in einigen Fällen ebenso zweifelhaft zu sein wie eine Parasitierung von Wanzeniern (s.a. WELLENSTEIN & SCHWENKE 1978). Ebenso wird von Hyperparasitierung der Schwammspinner-Parasitoiden *Anastatus disparis* und *Apanteles melanoscelus* (RATZ.) durch *O. kuvanae* berichtet. Diese hat jedoch auf Populationsniveau keine Bedeutung, da nur 0,01% bis 0,2% von *A. melanoscelus* und ein sehr geringer Anteil von *A. disparis* betroffen sind.

Eine Freisetzung des koreanischen Stammes von *O. kuvanae* auf der Basis russischer Exemplare (Ursprungsland Korea) wurde 1993 in Hessen aufgrund des § 27 des Hessischen Naturschutz-Gesetzes (entsprechend § 20 d Bundes-Naturschutz-Gesetz) untersagt. Damit dürfte eine Freisetzung im gesamten deutschen Befallsgebiet des Schwammspinners unmöglich sein! Auf diesbezügliche rechtliche Fragen kann hier allerdings nicht weiter eingegangen werden. Durch die diesjährigen Funde der Art in Südhessen wäre das Problem der Ansiedlung als gebietsfremder Art nicht mehr gegeben. Doch ist mit dem Erstnachweis in Deutschland noch nicht gesagt, daß *O. kuvanae* auch als "heimisch" im Sinne der Naturschutz-Gesetze angesehen werden kann.

Wegen der eher als gering einzuschätzenden Auswirkungen auf die Nichtzielfauna und die doch erhebliche potentielle Parasitierungsrate beim Schwammspinner sollte von den zuständigen Naturschutzbehörden einem Import von *O. kuvanae* mit dem Ziel der Freisetzung in den Schwammspinner-Befallsgebieten zugestimmt werden. Nebenbei sei hier angemerkt, daß die Regelungen nach § 20 d des Bundes-Naturschutz-Gesetzes eine "klassische biologische Bekämpfung" von Schädlingen unmöglich macht, da diese im wesentlichen auf der Einführung und Freisetzung gebietsfremder Gegenspieler der Schädlinge beruht.

Als weitere sehr potente Parasitoide sind Raupenfliegen (Dipt., Tachinidae) zu nennen. Die oligophagen Arten *Blepharipa scutellata* (R.-D.) und *Parasetigena segregata* ROND. sowie die polyphage *Compsilura concinnata* (MEIG.) hatten zu Beginn des Zusammenbruchs der Schwammspinner-Gradation 1957 in Serbien über 90% der Raupen (und Puppen) parasitiert. Nach MAIER & BOGENSCHÜTZ (1990) führten Parasitoide (insbesondere die Tachiniden *P. silvestris* R.-D. und *B. schineri* MESNIL) den Zusammenbruch der Schwammspinner im Oberrheintal 1986 herbei, während die Kernpolyedrose des Schwammspinners (s.a. LANGENBRUCH, in diesem Heft) nur in den Randgebieten der Gradation eine Rolle spielte. In Südhessen und Baden-Württemberg deutete sich 1993 eine starke Vermehrung der Tachiniden an (für Südhessen s. Tab. 3), die ungestört 1994, spätestens 1995 in diesen Gebieten die Gradation zusammen mit der Kernpolyedrose beenden könnten.

Tabelle 3: Parasitierung der Schwammspinner-Raupen (*Lymantria dispar*) in Südhessen, 1993.

Datum der Einsendung	Herkunft	Anzahl Raupen	Anzahl parasitiert	% parasitiert
17.03.93	div. Südhess.	100 L1-L3	0	0
19.05.93	div. Südhess.	164	0	0
11.06.93	Groß-Gerau	56	0	0
25.06.93	Frankfurt/M.	747	128	17,1
26.06.93	Mörfelden	10	2	20
29.06.93	div. Südhess.	136	13	9,6
29.06.93	Lampertheim	33	7	21,2
29.06.93	Bensheim	58	34	58,5
30.06.93	Groß Gerau	47	11	23,4
13.07.93	Babenhausen	97	45	46
20.07.93	Groß-Gerau	25	5	20
12.07.93	(Göttingen)	28	14	50

Vom 25.06.-20.07 1993 waren im Mittel 26% der eingesandten Raupen parasitiert (Parasitoide: Dipt., Tachinidae).

In Spanien erlangten drei *Apanteles*- (Raupenparasitoide; Hym., Braconidae) und zwei Chalcididen-Arten (Puppenparasitoide) die gleiche Bedeutung wie die Tachiniden in Serbien. Von beiden Gruppen liegen mir aus Südhessen von 1993 nur wenige Exemplare vor, was jedoch mit der unsystematischen Aufsammlung relativ weniger Raupen und Puppen zusammenhängen mag. MAIER & BOGENSCHÜTZ (1990) konnten zwar auch in Südwestdeutschland mehrere *Apanteles*-Arten (am häufigsten *A. melanoscelus* RATZ.) und eine Ichneumonide (*Phobocampe disparis* VIERECK) feststellen, die aber keinen wesentlichen Beitrag zum Zusammenbruch der Schwammspinnerpopulation leisteten.

Abschließend noch einige kurze Anmerkungen zur Nonne (*Lymantria monacha* L.). Der THOMSON-Katalog weist auch bei diesem Trägspinner etwa 120 Arten an Gegenspielern auf. Darunter befinden sich Eiparasitoide der Gattung *Trichogramma* (Osteuropa und Asien), über deren Parasitierungsleistung noch nichts näheres bekannt ist. Den Raupen stellen die Larven und Imagines des Großen Puppenräubers nach. Bei den letzten Massenvermehrungen der Nonne in Europa traten zwar auch Braconiden als Larven- und Ichneumoniden als Puppenparasitoide in Erscheinung, ohne jedoch wesentlichen Einfluß auf die Populationsentwicklung zu nehmen. Selbst den Tachiniden kam nur eine geringe Bedeutung zu (Angaben nach WELLENSTEIN & SCHWENKE, 1978). Die Nonne läßt sich daher derzeit nicht mit Räubern und Parasitoiden bekämpfen.

## Folgerungen

1. Die Populationen von Räubern und Parasitoiden als Gegenspieler des Schwammspinners befinden sich derzeit noch in der Aufbauphase. Sie dürfen keinesfalls durch Einsatz breitwirksamer Insektizide wieder zurückgedrängt werden.
2. Von den aufgeführten Arten kommt den Raupenfliegen (Dipt., Tachinidae) eine besonders große Bedeutung zu. Sie sind gerade in Mitteleuropa neben der Kernpolyedrose wesentlichste Ursache für den Zusammenbruch von Schwammspinner-Gradationen. Eine Massenfreilassung von Tachiniden kommt allerdings wegen der großen Schwierigkeiten bei der Massenzucht nicht in Betracht.
3. Die Tachinidenpopulationen können zwar in den nächsten beiden Jahren zu einer hochgradigen Parasitierung der Raupen führen. Diese werden 1994 aber noch die gesamte Entwicklung bis zur Verpuppung durchlaufen und somit starke Fraßschäden verursachen, bevor sie von ihren Parasitoiden abgetötet werden.
4. Von den Parasitoiden des Schwammspinners eignet sich für eine Massenfreisetzung nur die ostasiatische Art *Ooencyrtus kuvanae*, die durch die Erzeugung mehrerer Generationen im Jahr bei genügend hoher Ausgangsdichte zu einer spürbaren Reduktion der Schwammspinnerpopulation führen kann. Eine Freisetzung sollte besonders nach den Freilandfunden in Deutschland durch die zuständigen Naturschutzbehörden genehmigt werden.

5. *Ooencyrtus kuvanae* wurde 1993 an mehreren Stellen des Rhein-Main-Gebietes erstmalig für Deutschland nachgewiesen.
6. Eine biologische Bekämpfung des Schwammspinners in Deutschland erscheint bei Kombination von Entomopathogenen (LANGENBRUCH, in diesem Heft) mit dem Eiparasitoiden *O. kuvanae* und gleichzeitigem Schutz der Raupenfliegen und anderer Gegenspieler möglich.

### Dank

Herrn Dr. S. VIDAL danke ich für die Bestimmung des *Ooencyrtus kuvanae* aus den südhessischen Aufsammlungen.

### Literatur:

- BROWN, M.W. (1984): Literature review of *Ooencyrtus kuvanae* (Hym.: Encyrtidae), an egg parasite of *Lymantria dispar* (Lep.: Lymantriidae). - Entomophaga 29: 249-265.
- CLAUSEN, C.P. (1978): Lymantriidae. - In: C.P. Clausen (ed.): Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: A world review. USDA ARS Agricultural Handbook 480: 195-199, Washington.
- MAIER, K. & H. BOGENSCHÜTZ (1990): Massenwechsel von *Lymantria dispar* L. (Lep., Lymantriidae) und die Regulation durch Parasitoide während einer Gradation in Südwestdeutschland 1984-86. - Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz 97: 381-393.
- PEMBERTON, R.W., J.H. LEE, D.K. REED, R.W. CARLSON & H.Y. HAN (1993): Natural enemies of the Asian Gypsy Moth (Lepidoptera: Lymantriidae) in South Korea. - Ann. Entomol. Soc. Amer. 86: 423-440.
- THOMSON, W.R. (1946): A catalogue of the parasites and predators of insect pests. - Belleville (Canada).
- WELLENSTEIN, G. & W. SCHWENKE (1978): *Lymantria* Hbn. (= *Psilura* Stph.). - In: W. Schwenke: Die Forstschädlinge Europas. Bd. 3: Schmetterlinge, 334-368, Hamburg/Berlin.

(ONSTAD & MADDOX 1989, ONSTAD & MADDOX 1990). Weiterhin zeigt ANDERSON (1982) in einem Modell, daß die quantitative Verstärkung eines Mortalitätsfaktors (z.B. durch eine Erhöhung der Mikrosporidienmenge in der Insektenpopulation) zu einem Wechsel vom periodischen Zyklus zu einer konstanten Populationsdichte führen kann.

Auch der Schwammspinner, Lymantria dispar, neigt zu zyklischen Populationsentwicklungen (Gradationen). Ein wichtiger Faktor bei der Entstehung dieser Zyklen und der Beendigung der Gradation sind Pathogene, insbesondere Viren (SCHWENKE 1978). Aus Osteuropa und Russland liegen darüber hinaus auch Berichte über die Bedeutung von Mikrosporidien vor. Nach ZELINSKAYA (1980) sind Mikrosporidien ein wichtiger Mortalitätsfaktor des Schwammspinners in Rußland, zudem verlängern sie die Larvenentwicklung und reduzieren die Fertilität. In grundlegenden Untersuchungen beschreiben DAVID & PILARSKA (1988) sowie PILARSKA & VAVRA (1991) die Pathologie von Mikrosporidieninfektionen in Lymantria dispar. WEISER & NOVOTNY (1987), NOVOTNY (1988) sowie DAVID et al. (1989) führten erste Versuche durch, Mikrosporidien im Freiland gegen Lymantria dispar einzusetzen.

In den Vereinigten Staaten fehlen die natürlichen Gegenspieler des Schwammspinners, so daß jährlich auf über 300.000ha Waldfläche bekämpft werden muß (CAMERON 1989). Auf der Suche nach potentiellen Antagonisten wurden in den Jahren 1986 und 1993 Sammlungsreisen nach Europa unternommen. Dabei wurden verschiedene Isolate von Mikrosporidien gewonnen und in die USA eingeführt (McMANUS et al. 1989, MADDOX 1993 (mündl. Mitt.)). Gemäß den Bestimmungen der US Umweltbehörde (EPA) für die Freisetzung importierter Organismen wurden Laborversuche durchgeführt. Die Untersuchungen des Wirtsspektrums, der Pathogenität sowie die Umweltverträglichkeitsprüfungen verliefen zufriedenstellend (JEFFORDS et al. 1993, SOLTER & MADDOX 1993), so daß nun verschiedene Mikrosporidienarten für eine Einführung in die Schwammspinnerpopulation zur Verfügung stehen.

Erste Freilandversuche zeigten, daß eine Einführung der Mikrosporidien in die Population der Schwammspinner über eine einfache Kontamination von Eigelegen möglich ist (JEFFORDS et al. 1988). Weiterhin konnten JEFFORDS et al. (1989) zeigen, daß die eingeführten Mikrosporidien auch die Diapause der Wirte überdauern und im zweiten Jahr in der Population nachzuweisen sind. Die widerstandsfähigen Sporen bleiben auch außerhalb des Insektes über einen längeren Zeitraum infektiös. Da zumindest eine der Mikrosporidienarten des Schwammspinners auch transovariell übertragen wird (NOVOTNY & WEISER 1993), kann mit einem konstanten Infektionsniveau der Population (auch bei niedriger Populationsdichte) gerechnet werden. Die bisherigen Ergebnisse geben zu der Vermutung Anlaß, daß durch die Einführung einer europäischen Mikrosporidienart die Populationsdichte des amerikanischen Schwammspinners beeinflusst werden könnte.

In diesem Jahr konnten von uns erstmals Mikrosporidien aus deutschen Schwammspinnern isoliert werden (Probennahme im Bereich des Forstamtes Uffenheim/Bayern). Momentan werden im Laborversuch die Biologie und Taxonomie dieses Parasiten sowie die Wirkung auf die Larven von Lymantria dispar untersucht. Für 1994 sind kleinflächige Freilandversuche geplant. Eine Kooperation mit den Arbeitsgruppen in den USA und Prag sowie mit dem US Forest Service ist etabliert, so daß Doppelversuche vermieden werden. Da die Versuche in den USA mit Mikrosporidien aus Europa durchgeführt werden, wird ein Austausch der Isolate angestrebt.

Ziel der Untersuchungen ist es, eine Mikrosporidienart zu finden, die in europäischen Schwammspinnern etabliert werden kann, in der Population verbleibt und diese auf ein konstantes, niedriges Niveau einreguliert.

Literaturverzeichnis:

- ANDERSON R.M. (1982): Theoretical basis for the use of pathogens as biological control agents of pest species - *Parasitology* 84, 3-33.
- ANDERSON R.M., R.M. MAY (1980): Infectious diseases and population cycles of forest insects - *Science* 210, 658-661.
- ANDERSON R.M., R.M. MAY (1981): The population dynamics of microparasites and their invertebrate hosts - *Philos. Trans. Roy. Soc. London B* 291, 451-524.
- BROOKS W.M., CRANFORD J.D. (1978): Host-pathogen relationships of Nosema heliothidis Lutz and Splendore - *Misc. Publ. Entomol. Soc. Am.* 11, 51-63.
- BROOKS W.M. (1988): Entomogenous Protozoa - In: IGNOFFO C.M. (ed.): CRC hand book of natural pesticides, Vol. 5, Microbial Insecticides part A: Entomogenous protozoa and fungi. CRC press, Boca Raton/Fl.
- CAMERON E.A. (1989): Bacillus thuringiensis in the management of gypsy moth population eruptions - in: W. E. WALLNER und K.A. McMANUS (eds.), Lymantriidae: comparison of features of new and old world tussock moths. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. NE-123, 417-426.
- DAVID L., PILARSKA D. (1988): Pathological changes in the silk glands and mortality of Lymantria dispar L. caused by a microsporidian, Nosema sp. - *Acta Entomol. Bohemoslov.* 85, 257-261.
- DAVID L., MIRCHEV P., PILARSKA D. (1989): Application of the microsporidian Nosema sp. to biological protection of oak forests from the gypsy moth, Lymantria dispar L. - *Acta Entomol. Bohemoslov.* 86, 269-274.
- FRANZ J.M., HUGER A.M. (1971): Microsporida causing the collapse of an outbreak of the green tortrix (Tortrix viridana L.) in Germany - *Proc. Int. Coll. Insect Pathol.*, 4th, College Park, Md., pp. 48-53.
- HENRY J.E. (1981): Natural and applied control of insects by protozoa - *Ann. Rev. Entomol.* 26, 49-73.
- HILL R.E., GARY W.J. (1979): Effects of the microsporidium, Nosema pyrausta, on field populations of european corn borers in Nebraska - *Environ. Entomol.* 8, 91-95.
- HOCHBERG M.E. (1989): The potential role of pathogens in biological control - *Nature* 337, 262-265.

- JEFFORDS M.R., MADDOX J.V., McMANUS M.L., WEBB R.E., WIEBER A. (1988): Egg contamination as a method for the inoculative release of exotic microsporidia of the gypsy moth - *J. Invert. Pathol.* 51, 190-196.
- JEFFORDS M.R., MADDOX J.V., McMANUS M.L., WEBB R.E., WIEBER A. (1989): Evaluation of the overwintering success of two european microsporidia inoculatively released into gypsy moth populations in Maryland - *J. Invert. Pathol.* 53, 235-240.
- JEFFORDS M.R., MADDOX J.V., ONSTAD D.W., McMANUS M.L. (1993): Quantitative studies of interactions between gypsy moth and five microsporidia - *J. Invert. Pathol.*, submitted.
- LIPA J.J., MADZIARA-BORUSIEWICZ K. (1976): Microsporidians parasitizing the green tortrix (*Tortrix viridana* L.) in Poland and their role in the collapse of the tortrix outbreak in Puszcza Niepolomicka during 1970-1974 - *Acta Protozool.* 15, 529-536.
- McMANUS M.L., MADDOX J.V., JEFFORDS M.R., WEBB R.E. (1989): Evaluation and selection of candidate european microsporidia for introduction into U.S. gypsy moth populations - In: *Lymantriidae: A comparison of features of new and old world tussock moths*. USDA Forest Service Northeastern Forest Expt. Station Gen. Tech. Rep. NE-123, 455-468.
- NOVOTNY J. (1988): The use of nucleopolyhedrosis virus (NPV) and microsporidia in the control of the gypsy moth (*Lymantria dispar*, Linné) - *Fol. Parasit.* 35, 199-208.
- NOVOTNY J., WEISER J. (1993): Transovarial transmission of *Nosema lymantriae* (Protozoa, Microsporidia) in the gypsy moth *Lymantria dispar* L. - *Biologia* 48, 125-129.
- ONSTAD D.W., MADDOX J.V. (1989): Modeling the effects of the microsporidium, *Nosema pyrausta*, on the population dynamics of the insect, *Ostrinia nubilalis* - *J. Invert. Pathol.* 53, 410-421.
- ONSTAD D.W., MADDOX J.V. (1990): Simulation model of *Tribolium confusum* and its pathogen, *Nosema whitei* - *Ecol. Model.*, in press.
- ONSTAD D.W., CARRUTHERS R.I. (1990): Epizootiological models of insect diseases - *Ann. Rev. Entomol.* 35, 399-419.
- PILARSKA D., VAVRA J. (1991): Morphology and development of *Nosema serbica* Weiser, 1963 (Microspora, Nosematidae), parasite of the gypsy moth *Lymantria dispar* (Lepidoptera, Lymantriidae) - *Fol. Parasitol.* 38, 115-121.
- SCHWENKE W. (1978): *Die Forstschädlinge Europas, Band 3* - Verlag Paul Parey, Hamburg/Berlin
- SIMCHUK P.A., SIKURA A.I. (1978): The microsporidian *Nosema carpocapsae* Paillet and its importance as a regulation of the codling moth *Laspeyresia pomonella* - *Entomol. Obozr.* 57, 495-499.

- SOLTER L.F., MADDOX J.V. (1993): The host specificity of three gypsy moth microsporidia - XXVI. Ann. Meet. Soc. Invert. Pathol., Asheville/NC, August 1993.
- WEISER J., NOVOTNY J. (1987): Field application of Nosema lymantriae against the gypsy moth, Lymantria dispar L. - J. Appl. Entomol. 104, 58-62.
- WILSON G.G. (1977): Observations of the incidence rates of Nosema fumiferanae in a spruce budworm, Choristoneura fumiferana population - Proc. Entomol. Soc. Ont. 108, 144-145.
- ZELINSKAYA L.M. (1980): Role of microsporidia in the abundance dynamics of the gypsy moth, Porthetria dispar, in forest plantings along the lower Dnieper river (Ukrainian Republic, USSR) - Vestn. Zool. 1, 57-62.



## **Kontrolle von Schädlingen im Forst - Strategieentwurf:**

**Gemeiner Schwammspinner (*Lymantria dispar*)**

**Nonne (*Lymantria monacha*),**

**Maikäfer (*Melolontha sp.*)**

*Edmund Hummel und Hubertus Kleeberg*

*Trifolio-M GmbH, Sonnenstr.22*

*D-35633 Lahnau*

### **Einleitung**

Einhergehend mit dem Temperaturanstieg wird in den vergangenen Jahren tendenziell ein vermehrtes Auftreten von Forstschädlingen beobachtet. Die drei wesentlichen fraßaktiven Schädlinge sind: Gem. Schwammspinner, Nonne und Maikäfer. Die 1993 durch den Schwammspinner in Hessen und Bayern verursachten Schäden zeigen, daß wirksame Maßnahmen erforderlich sind.

Grundsätzlich ist für eine umweltfreundliche und spezifische Kontrolle dieser Schädlinge die Entwicklung verschiedener Methoden notwendig, die zu unterschiedlichen Zeiten des Lebenszyklus der Schädlinge angewendet werden. Nur so kann ein Höchstmaß an Spezifität und Kontrolle sowie ein Minimum an nachteiligen Begleiterscheinungen (Schädigung von Nützlingen) gewährleistet werden. Trifolio-M hat auf diesem Gebiet eigene Produktionskapazitäten entwickelt und kann zusätzlich auf umfangreiche Herstellungsmöglichkeiten bei mehreren Partnern, die sich mit Verfahren des biologischen Pflanzenschutzes in GUS-Ländern beschäftigen, zurückgreifen. Die Möglichkeiten der Kontrolle der genannten Schädlinge werden im folgenden besprochen.

### Spezifische Behandlungsmaßnahmen zur Verringerung der Populationsdichte des Gemeinen Schwammspinners

Ein Vorschlag für die zeitliche Staffelung der verschiedenen Behandlungsmaßnahmen für den Zeitraum 1993/1995 ist in Tabelle 1 zusammengestellt, worin Vorschläge für die Anwendungsnorm aufgenommen wurden. Auf Basis der Aufwandmengen und der zur Zeit zur Verfügung stehenden Produktionskapazitäten wurden die Flächen (s. Tab. 1) abgeschätzt, für die Mittel in genügenden Mengen hergestellt werden können. Die angegebenen Flächen haben also nichts mit den Flächen, die voraussichtlich in den nächsten Jahren befallen werden zu tun. Nach der Diskussion der verschiedenen Möglichkeiten wird der Gesamtvorschlag kritisch diskutiert.

#### Ei-Parasit (*Ooencyrtus kuwanae*)

Dieser Ei-Parasit (1-4) stellt eine effektive und preiswerte Möglichkeit der Schwammspinnerkontrolle dar. Die Aufwandmenge beträgt bei normalem Befall (ca. 2 Eigelege pro Baum und 1000 Bäumen pro ha) für die Akklimatisation 250 Parasiten/ha. Bei starkem Befall kann gegebenenfalls die Aufwandmenge erhöht werden (bis ca. 1 000 Parasiten/ha).

Bei günstigen Temperaturen wird bei einer Ausbringung im August die Entwicklung von 2-3 Generationen des Parasiten erwartet. Damit sollte auch mit einer recht niedrigen Ausbringung von 250 Parasiten/ha längerfristig eine beträchtliche Reduktion der Schwammspinnerpopulation möglich sein. Für Anwendungen in den Jahren 1994/5 besteht bei rechtzeitiger Bedarfsfeststellung von Seiten der Produktion praktisch keine Mengenbegrenzung.

#### Virin-NSH (Kernpolyedervirus des Schwammspinners (5-10))

Die Aufwandmenge beträgt für Virin-NSH bei frühzeitiger Anwendung gegen junge Larvenstadien und bei normalem Befall (ca. 2 Eigelege pro Baum) etwa 25 g/ha. Bei starkem Befall kann die Aufwandmenge erhöht werden. Ein wesentlicher Vorteil bei der Anwendung von Virus-Präparaten liegt in der Tatsache, daß sich die Infektion großflächig auf natürliche Art und Weise weiter verbreitet. Für eine Anwendung ist entweder die Boden-Herd-Methode oder die Behandlung aus der Luft sinnvoll.

**Tabelle I: Strategieentwurf zur umweltfreundlichen Kontrolle des Gem. Schwammspinners (*Lymantria dispar*) und der Nonne (*Lymantria monacha*) für 1993 bis 1995.**

Ausbringung von	Fläche* ha	Anwendungs- norm	Nonne <sup>X)</sup>
<u>August-Oktober 1993</u>			
1. Eiparasiten (August)	300 - 1000	250 Stck/ha	+
2. Monitoring (Pherom.-F.)	500 - 10 000	1-15 Fallen/ha	+
<u>April-Mai 1994</u>			
1. NeemAzal-T <sup>1.)</sup>	1000-20 000	ca. 1L/ha	+
2. VIRIN-NSH	500 - 20 000	ca. 25 g/ha	+ <sup>3.)</sup>
3. endem. Larvenparasiten gegen junge Larven <sup>2.)</sup>	100	? St/ha	+
<u>Juni-Juli 1994</u>			
1. endemischen Larvenparasiten gegen ältere Larven und Puppen- parasiten gegen Puppen <sup>2.)</sup>	100	? St/ha	+
<u>August-September 1994</u>			
1. Monitoring (Pherom.-F.)	500 - 10 000	1-15 Fallen/ha	+
2. Konfusion (Pherom.)	10-1000	20 g Disparlure/ha	+
3. Eiparasiten (ca. August)	500 - 10 000	250 Stck/ha	+
<u>April- Oktober 1995</u>			
----- analog zu 1994 ----- +			

\*<sup>)</sup> Bei entsprechendem Vorlauf produktionsseitig verfügbare Mengen für die Behandlung der angegebenen Fläche

X<sup>)</sup> Behandlungsmaßnahmen die für die Nonne analog zu denjenigen des Gem. Schwammspinners durchgeführt werden können sind mit "+" gekennzeichnet.

1.) Anwendung von NeemAzal-T gegen Schwammspinner und Maikäfer: ca. Mitte/Ende April

2.) Arten und Zuchtkapazitäten sind noch zu klären

3.) Das für die Nonne spezifische Virusprodukt trägt die Bezeichnung VIRIN-PSHM (Gehalt an Polyeder:  $1 \times 10^9$ /ml; Aufwandmenge ca. 500 ml/ha)

### **Endemische Larven- und Puppenparasiten**

(z.B.: Larven-Parasiten: Ichneumonidae-, Braconidae-Arten; Puppen-Parasiten: Tachinae-Arten)

Zahlreiche endemische Larven- und Puppenparasiten (2, 4) des Schwammspinners tragen normalerweise zur "natürlichen Kontrolle" des Schädlings bei. In Zeiten starker Progradation kann die zusätzliche Ausbringung von endemischen Parasiten zur Schadensbegrenzung beitragen. Hierzu werden besonders erfolgversprechende Parasiten im Labor vermehrt und dann ausgesetzt.

### **Pheromone für Konfusions-Versuche**

Zur Verwirrung bietet sich die Anwendung von Mikrokapselformulierungen an (11-14)

### **Pheromonfallen**

Zum Monitoring sollte je nach Größe des zu beobachtenden Forstgebietes pro ha wenigstens eine Falle zur kontinuierlichen Kontrolle (14,19) des Falterflugs verwendet werden. Diese Maßnahme ist insbesondere in Gebieten ratsam, die bisher noch nicht oder nur wenig befallen waren, da kleine Schädlingspopulationen frühzeitig erkannt werden können. Monitoringmassnahmen werden durch die Verwendung der Tripheron-Fallen-Box erleichtert und deutlich beschleunigt. Falls eine exakte Bestimmung des Falterflugs in stark befallenen Gebieten wünschenswert ist, können ab 1994 Topffallen eingesetzt werden.

Massenfangverfahren haben bisher bei der Kontrolle des Gem. Schwammspinners keine eindeutig vorteilhaften Ergebnisse erbracht.

### **NeemAzal-T**

(Botanisches Insektizid auf Basis der Wirkstoffe (vorwiegend Azadirachtine) der Samen des Neem-Baumes)

Gegenüber den weiter oben diskutierten äußerst spezifischen Möglichkeiten (Entomophagen, Virin-NSH und Pheromone) weisen NeemAzal-Formulierungen ein breiteres Wirkungsspektrum auf (15-17). Wesentliche Beeinträchtigungen von Nützlingen wurden bisher bei azadirachtinreichen

Formulierungen nicht festgestellt. NeemAzal-Formulierungen scheinen im Gegenteil (durch die Schwächung der Schädlinge) auf Prädatorenpopulationen einen positiven Einfluß zu haben. Besonders vorteilhaft für eine großflächige Anwendung von NeemAzal-T ist die gute Fischverträglichkeit.

Zusätzlich zu den oben erwähnten biologischen Maßnahmen kann die Anwendung von NeemAzal-T zur drastischen Reduzierung der Fraßaktivität bei offensichtlich ungebremselter Populationsentwicklung des Gem. Schwammspinners dienen. Insbesondere in Gebieten, die durch beide, Schwammspinner und Maikäfer, befallen sind, scheint eine Anwendung von NeemAzal-T erfolgversprechend.

### **Nachweismaßnahmen**

Neben der Verwendung von Pheromonfallen (Kontrolle durch die örtlichen Forstämter) als Dauermaßnahme zur kontinuierlichen Überwachung des Fluges der Adulten - insbesondere in Gebieten mit geringem und/oder noch nicht festgestelltem Befall - und beispielsweise Kotzahlmessungen in stärker betroffenen Regionen, sind spezielle Untersuchungen der Nachweismaßnahmen (Virus-Infektion, Parasitierungsgrade etc.) durch die BBA-Darmstadt und die entsprechenden Forstlichen Versuchsanstalten durchzuführen.

Zusammenfassend bieten sich folgende Nachweisverfahren an:

- Pheromonfallen zum Monitoring von Adulten (Schwankungen der Schädlingspopulation, Bestimmung von Behandlungszeitpunkten, Kontrolle von Behandlungserfolgen)
- Kontrolle von Eiablagen (Anzahl Gelege pro Fläche und Baum; Anzahl Eier pro Gelege; Kontrolle der Effektivität von Ei-Parasitierungsmaßnahmen)
- Aktivitätskontrolle der Larvenstadien (Befallsdichte, Fraßaktivität (z.B. Kotzahl-Messungen); Effektivität von Behandlungsmaßnahmen (Larven-Parasitierung bzw. Virus-Infektionen))
- Kontrolle von Puppen (Anzahl pro Fläche; Kontrolle von Puppen-Parasitierungsmaßnahmen)

### **Begleitmaßnahmen**

Die Behandlungs- und Nachweismaßnahmen sollten zentral koordiniert werden. Zur Durchführung der verschiedenen Behandlungsmaßnahmen ist ein Informationsaustausch unter allen Beteiligten beispielsweise in Form von kurzen Seminaren sinnvoll, die zentral koordiniert werden sollten. Es erscheint ratsam die Durchführung und Kontrolle der genannten Maßnahmen kontinuierlich fachkompetent zu überwachen. Hierbei sollten Wissenschaftler der BBA und der Forstl. Versuchsanstalten beteiligt werden. Zusätzlich hierzu halten wir die wissenschaftliche Aufarbeitung der Ergebnisse und ihre Einbeziehung in zukünftige Konzepte im Rahmen beispielsweise von Dissertationen für sinnvoll.

### **Spezifische Behandlungsmaßnahmen zur Verringerung der Populationsdichte der Nonne**

Zur Kontrolle von Nonnenpopulation eignen sich die gleichen Verfahren wie sie für den Gem. Schwammspinner oben beschrieben wurden. Erfahrungen liegen bei der biologischen Bekämpfung mit Kernpolyederviren (10, 19), Pheromonen (14) und Neem-Produkten (18) vor. Bei starkem Populationsdruck scheint die Anwendung des Virus oder von NeemAzal-T und als begleitendes Verfahren die Konfusion mittels Pheromonen sinnvoll.

Die grundsätzlich für die Nonne anwendbaren Verfahren sind in Tabelle 1 gekennzeichnet. Die Strategie kann praktisch ohne inhaltliche Änderungen vom Gem. Schwammspinner übernommen werden. Lediglich im Bereich der Virusanwendung muß darauf geachtet werden, daß hier das spezifische Nonnenvirus (VIRIN-PSHM) einzusetzen ist. Dieses Virus kann durch Trifolio-M bei frühzeitiger Information für 1994 für Großversuche und für 1995 in sinnvollen Mengen (ca. bis zu 50 000 ha) geliefert werden.

### **Spezifische Behandlungsmaßnahmen zur Verringerung der Populationsdichte der Maikäfer**

Zur spezifischen Bekämpfung von Maikäferplagen sind bisher keine wirkungsvollen Methoden in die Praxis eingeführt worden. Die umweltfreundlichste Lösung stellt daher die Anwendung von Neem-Extrakten (20, 21) dar. Neem-Produkte werden die Entwicklung der Maikäfer in der Phase des Reifungsfraßes stoppen; der Rückflug zur Eiablage, die Eiablage selbst und damit ein Anwachsen der Maikäferpopulation wird unterbunden. Nach dem Einstellen der Fraßaktivität stehen die "inaktiven" Maikäfer im Biotop den natürlichen Feinden als Nahrung zur Verfügung.

Bei einer gemeinsamen Bekämpfung von Maikäfer und Gem. Schwammspinner bzw. Nonne (ca. Mitte/Ende April) scheint eine Anwendung von NeemAzal-T aus ökologischer und ökonomischer Sicht optimal. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß das Fraßverhalten bei Maikäfern auf den Bäumen von außen nach innen und bei Lymantria umgekehrt von innen nach außen vor sich geht. Die gemeinsame Behandlung von Maikäfern und Schwammspinner/Nonne macht also eine gleichmäßige Verteilung auf der gesamten Blattmasse notwendig. Darauf ist bei der Anwendung zu achten!

### **Diskussion der verschiedenen Maßnahmen**

Längerfristige Maßnahmen müssen sich selbstverständlich nach der zu erwartenden Entwicklung der Schädlingspopulation richten. Die für 1994/5 vorgeschlagenen "Bausteine" können auch in den Folgejahren Verwendung finden und sollen dazu beitragen, umweltfreundliche Maßnahmen zum Schutz des Forst zu entwickeln. Hierbei wird bei unterschiedlichen Kombinationen kurz-, mittel- sowie langfristig eine befriedigende Kontrolle möglich sein.

Zur Abschätzung der möglichen Risiken für eine Ausbringung des nicht-endemischen Ei-Parasiten *Ooencyrtus kuwanae* ist zu betonen, daß dieser Parasit in Nachbarländern (wie Österreich, Frankreich) ausgebracht wurde. Es wird eine Frage der Zeit sein, wann dieser Parasit sich selbst hier einbürgert.

Die genannten Maßnahmen können nur dann sinnvoll eingesetzt werden, wenn rechtzeitig und termingerecht gehandelt wird. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß biologische Maßnahmen häufig einer längeren Vorbereitung bedürfen als es bei synthetischen Insektiziden notwendig ist.

Wenn es unumgänglich erscheint, können auch wieder unspezifischere Produkte wie Bt eingesetzt werden, die von Trifolio-M (z.B.: Lepidocid: Bt var. kurstaki) kostengünstig angeboten werden können.

Unter Berücksichtigung der zu erwartenden Wirksamkeit ergibt eine nähere Kostenanalyse, daß folgende Anwendungen bzw. Anwendungskombinationen ökologisch und ökonomisch besonders sinnvoll erscheinen:

- VIRIN-Anwendung
- Eiparasiten
- NeemAzal-T (kombinierte Anwendung)

### **Danksagung**

Die Autoren danken dem BMFT für finanzielle Unterstützung (Förderkennzeichen: AND 0317439A) bei der Entwicklung von umweltfreundlichen Pflanzenschutzverfahren.

### **Literatur:**

- 1.) Volkov O., "Die Einführung des nordkoreanischen Ei-Parasiten *Ooencyrtus kuwanae* (How.) des Gemeinen Schwammspinners in die UdSSR", in: "Forst I", Trifolio-M (Hrsg.) (1993)
- 2.) Doane C.C. and McManus L. (eds), "The Gypsy Moth: Research Toward Integrated Pest Management, U.S Dept. of Agric., Washington D.C. (1981)
- 3.) Dowden P.B., "The Gypsy Moth Egg Parasite, *Ooencyrtus kuwanae*, in Southern Connecticut"; J. Econ. Entomology, 54, 876-878, (1961)
- 4.) Brown M.W. and Cameron E.A., "Natural Enemies of *Lymantria Dispar* (Lep.: Lymantriidae) Eggs in Central Pennsylvania; USA, and a Review of the World Literature on Natural Enemies of *L. Dispar* Eggs" Entomophaga, 27(3), 311-322 (1982)
- 5.) Hummel E. (Übersetzung), "Auszug aus der Gebrauchsanweisung für die Anwendung des Viruspräparates "VIRIN-NSH" gegen den gemeinen Schwammspinner (*Porthetria dispar*)", Informationsmaterial "Forst I", Trifolio-M GmbH (Hrsg.), Lahnau (1993)
- 6.) Wasileva W.D. et al., "Ergebnisse zur toxikologischen und hygienischen Abschätzung von neuen Pestiziden, 1974", in: Informationsmaterial "Forst I", Trifolio-M GmbH (Hrsg.) Lahnau (1993)



- 7.) Prokopenko W.A.; "Fischwirtschaftliche Abschätzung von Pestiziden und Biopräparaten durch Forschungsinstitute des Ministeriums für Fischereiwirtschaft der UdSSR und der russischen Föderation von 1978", in: Informationsmaterial "Forst I", Trifolio-M GmbH (Hrsg.), Lahnau (1993)
- 8.) Trebitzky C., Bogenschütz H., Huber J., und Lohmann K., "Versuch zur Bekämpfung von *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymanthriidae) durch Behandlung der Eigelege mit Kernpolyederviren und Erfolgskontrolle durch Restriktionsanalyse der viralen DNA", Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent., 6, 525-530 (1988)
- 9.) Ignoffo C.M., Martignoni M.E. and Vaughn J.L.(eds.), "A Comparison of the US (Gypcheck) and USSR (Virin-ENSH) preparations of the Nuclear Polyhedrosis Virus of the Gypsy Moth, *Lymantria Dispar*", Amer. Soc. for Microbiology, Washington (1983)
- 10.) Reardon R. and Podgwaite J., "Gypcheck - The Gypsy Moth Nucleopolyhedrosis Virus Product", in: AIPM Technology Transfer, Appalachian Integrated Pest Management, USDA (1992)
- 11.) Beroza M., et al.; J. Econ. Ent., 67, 659-664 (1974)
- 12.) Boness M., Anz. Schädlingskde, 51, 161-165 (1978)
- 13.) Maksimovic M., Zastita Bilja, 31, 303-307 (1980)
- 14.) Altenkirch W., "Versuche zur biologischen Bekämpfung der Nonne (*Lymantria monacha* L.) mit Hilfe der Konfusions-Technik"; Forst- und Holzwirt, 40, 102-104 (1985)
- 15.) Kleeberg H. (ed.): "Practice Oriented Results on the Use and Production of Neem-Ingredients (Proceedings of the 1. Workshop)", Trifolio-M GmbH, Lahnau (1992)
- 16.) Kleeberg H., "Properties of NeemAzal-F - a New Botanical Insecticide", p. 87-94 in: Insecticides: Mechanism of Action and Resistance (D. Otto and B. Weber, eds.), Intercept Ltd., Andover (1992)
- 17.) Karelina T.N. et al., "Evaluation of the Biological Activity of NeemAzal and NeemAzal-S against *Mamestra brassicae*, *Pieris rapae* and *Heliothis armigera*", p. 95-105, in: Insecticides: Mechanism of Action and Resistance (D. Otto and B. Weber, eds.), Intercept Ltd., Andover (1992)
- 18.) Skatulla U. und Meisner J., "Laborversuche mit Neem-Samenextrakt zur Bekämpfung des Schwammspinners, *Lymantria dispar*", L. Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz, 48, 38-40 (1975)
- 19.) Altenkirch W., "Versuche zur biologischen Bekämpfung der Nonne (*Lymantria monacha* L.)" Z. Pflanzenkrankheiten & Pflanzenschutz, 93 (5), 479-493 (1986)
- 20.) Schmutterer H. und Kaethner M., "Versuche mit Niemsamenprodukten beim Waldmaikäfer *Melolontha hippocastani* (Coleoptera Scarabaeidae)", Mitt. Forstl. Versuchs. Forschungsanst., Baden-Württemberg, 132, 103-108 (1988)
- 21.) Kaethner M., "Wirkung von Niemsamenprodukten auf die Reproduktionsfähigkeit und Fitneß von *Leptinotarsa decemlineata* Say, *Melolontha hippocastani* F. und *M. Melolontha* L. sowie Nebenwirkungen auf die aphidophagen Nützlinge *Coccinella septempunctata* L. und *Chrysoperia carnea* (Stephens)", Diplomarbeit, Justus-Liebig-Universität Giessen, Giessen (1990)

**Erdmann Bode**

**Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik,  
Fachgruppe Biologische Mittelprüfung, Braunschweig**

**Anwendung nicht zugelassener (biologischer) Pflanzenschutzmittel**

**Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und Zulassung**

In der Bundesrepublik Deutschland bedürfen Stoffe, die zum Zwecke des Pflanzenschutzes in Verkehr gebracht werden sollen, zuvor einer Zulassung (§ 11 PflSchG; zu den Definitionen vgl. § 2 Abs. 1 PflSchG). Der Begriff "Stoffe" ist weit auszulegen und umfaßt alle chemischen Stoffe, synthetisiert oder z. B. durch Extraktion aus Organismen gewonnen, sowie Mikroorganismen einschließlich Viren. "Makroorganismen" (mehrzellige Organismen) sind nicht den Stoffen zuzurechnen und nicht zulassungsbedürftig. Auch die Richtlinie 91/414/EWG (Richtlinie des Rates vom 15. Juli 1991 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln) definiert den Kreis der Wirkstoffe gleichartig und stellt vor das Inverkehrbringen eines Pflanzenschutzmittels die Zulassung, so daß sich in dieser Hinsicht aus der Umsetzung der Richtlinie in deutsches Recht keine Änderung gegenüber dem gegenwärtigen Stande ergeben wird.

Die Notwendigkeit einer Zulassung beruht auf dem Willen des Gesetzgebers, Gefahren abzuwenden, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln insbesondere für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt entstehen können. Nicht zuletzt sollen auch nur hinreichend wirksame Mittel auf den Markt gebracht werden, damit der vom Gesetzgeber als notwendig anerkannte Schutz von Kulturpflanzen tatsächlich ermöglicht wird und unwirksame Pflanzenschutzmittel die Umwelt nicht unnötig belasten (§ 1 PflSchG). Der Nachweis der Zulassungsvoraussetzungen ist durch Vorlage von Unterlagen und Daten gemäß § 15 Abs. 1 PflSchG in Verbindung mit § 12 PflSchG zu erbringen.

### **Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln ohne Zulassung**

Aus der Erkenntnis heraus, daß nicht in allen Fällen vor dem Inverkehrbringen eines Pflanzenschutzmittels Durchführung und Abschluß eines Zulassungsverfahrens sinnvoll und möglich ist, hat der Gesetzgeber die Biologische Bundesanstalt ermächtigt, unter genau definierten Voraussetzungen das Inverkehrbringen oder die Einfuhr nicht zugelassener Pflanzenschutzmittel zu genehmigen (vgl. § 11 Abs. 2 PflSchG), und zwar

1. für Forschungs-, Untersuchungs- oder Versuchszwecke,
2. bei Gefahr im Verzuge für die Bekämpfung bestimmter Schadorganismen und
3. zur Anwendung an Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen, die für die Ausfuhr bestimmt sind, außer Lebensmitteln und Futtermitteln.

Der Verzicht auf eine Zulassung vor der Einfuhr oder vor dem Inverkehrbringen eines Pflanzenschutzmittels bedeutet nicht, daß die Anwender, ggf. die Verbraucher oder die Umwelt gefährdet oder gar geschädigt werden. Die Antragsteller müssen vielmehr mit ihrem Antrag grundlegende Daten zu dem Mittel bzw. Wirkstoff des Mittels zur Prüfung durch die Zulassungsbehörde vorlegen, z. B. Daten zur chemischen Identität, zur Formulierung, zur gefahrstoffrechtlichen Kennzeichnung, zur Entsorgung, zu möglichen Auswirkungen auf die Umwelt und zu den Anwendungsgebieten, soweit sie nicht Gegenstand der Untersuchungen sind. Mit den Genehmigungen des Inverkehrbringens oder der Einfuhr von Pflanzenschutzmitteln zu Forschungs-, Untersuchungs- oder Versuchszwecken werden die für eine sichere Anwendung erforderlichen Auflagen erteilt. Über die genehmigte Menge wird die zu behandelnde Fläche streng begrenzt. Im Forst sind dies gewöhnlich

- |      |    |  |
|------|----|--|
| 5    | ha | bei Herbiziden und Fungiziden,               |
| 10   | ha | bei Insektiziden und Rodentiziden,           |
| 0,25 | ha | bei Mitteln zur Anwendung in Forstanzuchten, |
| 2    | ha | bei Mitteln zur Wildschadenverhütung,        |
| 40   | kg | bei Mitteln zur Wundbehandlung.              |

Mit diesen Mittelmengen ist sichergestellt, daß die Bekämpfung von Schadorganismen bei Massenvermehrungen in der Praxis nicht möglich ist.

Wenn die Bekämpfung eines Schadorganismus zur Vermeidung erheblicher Schäden an Kulturpflanzen erforderlich ist, aber kein zugelassenes Pflanzenschutzmittel zur Verfügung steht und andere pflanzenschutzliche Maßnahmen keine Abhilfe bringen, kann ein Antrag auf Genehmigung zur Einfuhr oder zum Inverkehrbringen eines nicht zugelassenen Pflanzenschutzmittels wegen "Gefahr im Verzuge" bei der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft gestellt werden (§ 11 Abs. 2 Nr. 2 PflSchG). Der Antrag ist in jedem Falle abzulehnen, wenn z. B. auf Grund von Anbaurichtlinien o. ä. Vereinbarungen die Anwendung zugelassener Pflanzenschutzmittel abgelehnt wird. Da vor einer Entscheidung über den Antrag "Gefahr im Verzuge" festgestellt sein muß, ergibt sich für die Behörde der Zwang für eine kurzfristige und gleichzeitig gründliche Bearbeitung. Daher bestehen für Mittel, die im benachbarten Ausland zugelassen oder womöglich aus früheren Zulassungen in Deutschland bekannt sind, bessere Chancen für eine Genehmigung als bei relativ unbekanntem Mitteln. Mit der Genehmigung eines Mittels gemäß § 11 Abs. 2 Nr. 2 PflSchG werden die zum Schutze der Gesundheit von Mensch oder Tier, des Grundwassers und des Naturhaushaltes erforderlichen Auflagen oder Anwendungsbestimmungen erteilt. Ferner werden die Mittelmenge und die Dauer für die Einfuhr oder das Inverkehrbringen auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt. Die Biologische Bundesanstalt genehmigt die Einfuhr oder das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln wegen "Gefahr im Verzuge" äußerst restriktiv: In den letzten Jahren wurde eine solche Genehmigung nur für ein Pflanzenschutzmittel erteilt. Auch die Richtlinie 91/414/EWG sieht Regelungen zum Inverkehrbringen nicht zugelassener Pflanzenschutzmittel bei Gefahr im Verzuge vor.

Das Genehmigungsverfahren für die Einfuhr oder das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln zur Anwendung an Pflanzen oder Pflanzenerzeugnissen, die für die Ausfuhr bestimmt sind (ausgenommen Lebensmittel und Futtermittel) läuft grundsätzlich wie das unter "Gefahr im Verzuge" geschilderte Verfahren ab. Eine nähere Betrachtung erübrigt sich an dieser Stelle, da dieses Verfahren für den forstlichen Bereich normalerweise keine Rolle spielt: Pflanzenschutzmitteleinsatz und eventuelle Ausfuhr liegen üblicherweise zeitlich so weit auseinander, daß bei der Entscheidung über einen Antrag kein Zusammenhang zwischen beiden angenommen und eine Ablehnung ausgesprochen werden muß.

### **Anwendung zugelassener Pflanzenschutzmittel**

Pflanzenschutzmaßnahmen müssen grundsätzlich mit zugelassenen Pflanzenschutzmitteln durchgeführt werden. Primär sollten bei einer Bekämpfungsentscheidung aus dem Kreis der zugelassenen Mittel jene Mittel gewählt werden, bei deren Zulassung das in Rede stehende Anwendungsgebiet geprüft und vorgesehen ist. Der Anwender kann dann davon ausgehen, daß er bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung den Anforderungen des § 6 Abs. 1 PflSchG genügt und sich aus der Anwendung des Mittels keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier oder auf Grundwasser oder erhebliche schädliche Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt, ergeben. Unter Berücksichtigung etwaiger Anwendungsbestimmungen gemäß § 15 Abs. 3 Nr. 2 PflSchG, die die Mittelanwendung auf die mit der Zulassung genannten Anwendungsgebiete beschränken, sowie anderer rechtlicher Regelungen (z. B. Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung, Pflanzenschutz-Höchstmengenverordnung) und der Angaben in § 21 PflSchG ("Verbotene Angaben"), können nach geltendem deutschen Recht auch zugelassene Mittel angewendet werden, bei deren Zulassung das auf die spezielle Befallssituation zutreffende Anwendungsgebiet nicht vorgesehen ist. Das Risiko, gegen die in § 6 Abs. 1 PflSchG aufgezählten allgemeinen Forderungen zu verstoßen, ist jedoch nicht unerheblich und muß vom Anwender getragen werden. Die Richtlinie 91/414/EWG sieht anders als das geltende deutsche Recht eine Anwendung zugelassener Pflanzenschutzmittel nur in den geprüften und in der Zulassung enthaltenen Anwendungsgebieten vor ("Indikationszulassung"). Nach Umsetzung der Richtlinie 91/414/EWG in deutsches Recht steht daher die Anwendung eines Pflanzenschutzmittels außerhalb der zugelassenen Anwendungsgebiete der Anwendung eines nicht zugelassenen Mittels gleich.

### **Anwendung nicht zugelassener Pflanzenschutzmittel**

Das Inverkehrbringen eines Pflanzenschutzmittels, d. h. das "Anbieten, Vorrätighalten zur Abgabe und jedes Abgeben (Anm. des Verf.: auch die unentgeltliche Überlassung!) an andere" (§ 2 Abs. 1 Nr. 13 PflSchG), stellt die übliche Voraussetzung für den Übergang eines Mittels vom Handel an den Verbraucher und damit letztlich zur Anwendung dar. Deshalb werden, die Beachtung der einschlägigen rechtlichen Regelungen vorausgesetzt, in der Praxis nur solche Pflanzenschutzmittel angewendet, die entweder zugelassen oder nach Ablauf der Zulassung noch im Betrieb vorhanden sind, aber keinem Anwendungsverbot unterliegen. Andererseits besteht z. B. für einen Landwirt durchaus die Möglichkeit, sich für spezielle

Erfordernisse ein Pflanzenschutzmittel selbst herzustellen und im eigenen Betrieb unter Beachtung aller relevanten Rechtsnormen (z. B. Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung und Pflanzenschutz-Höchstmengenverordnung) anzuwenden. Eine Abgabe an andere ("Inverkehrbringen") ist aber nicht gestattet. Hierdurch hat der Gesetzgeber beispielsweise Anhängern besonderer Richtungen des Landbaues die Gelegenheit gegeben, ihre nach den tradierten Vorschriften selbst herzustellenden Präparate im eigenen Betrieb ohne Zulassung anzuwenden. Ob diese Möglichkeit auch zukünftig im Pflanzenschutzgesetz erhalten bleibt, steht derzeit nicht fest.

### **Ausblick**

Während der letzten Jahre ist die Zahl der zugelassenen Pflanzenschutzmittel, aber auch die Zahl der Anwendungsgebiete in kleinen und wirtschaftlich für den Zulassungsinhaber uninteressanten Kulturen ständig zurückgegangen. Hiervon ist auch der Forst betroffen. Es ist sicher nicht leicht, diese Entwicklung bei den immer schwieriger zu erfüllenden Zulassungsvoraussetzungen aufzuhalten oder gar umzukehren. Wenn aber notwendige Bekämpfungsmaßnahmen z. B. wegen Rücksichtnahme auf Widerstände aus der Öffentlichkeit unterlassen oder zugelassene Pflanzenschutzmittel bei der Bekämpfung aus ähnlichen oder denselben Gründen ausgeschlossen werden, wird das auf Dauer beschleunigt zum Rückzug aus den kleineren Anwendungsgebieten führen. Andererseits kann es kein vertretbarer Weg sein, der Praxis regelmäßig fehlende Pflanzenschutzmittel durch Genehmigung und ohne reguläres Zulassungsverfahren zur Verfügung zu stellen.

Karl - Heinz Berendes

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für Pflanzenschutz im Forst, Braunschweig

### Zulassungsverfahren und aktuelle Zulassungssituation der Pflanzenschutzmittel mit Anwendungen gegen freifressende Schmetterlingsraupen im Forst

Die Befallsfläche durch Schwammspinner ist gegenüber 1992 deutlich angewachsen. Der Ruf der betroffenen Waldbesitzer nach Bekämpfungsstrategien wird angesichts des kritischen Gesundheitszustandes des Waldes, der erwarteten Zuwachsverluste sowie einer z.T. beträchtlichen Entwertung des Eichenholzes durch vermehrte Wasserreiserbildung lauter. Deshalb scheint es geboten, noch einmal kurz auf das Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel einzugehen und eine kurze Übersicht der aktuellen Zulassungssituation zu geben.

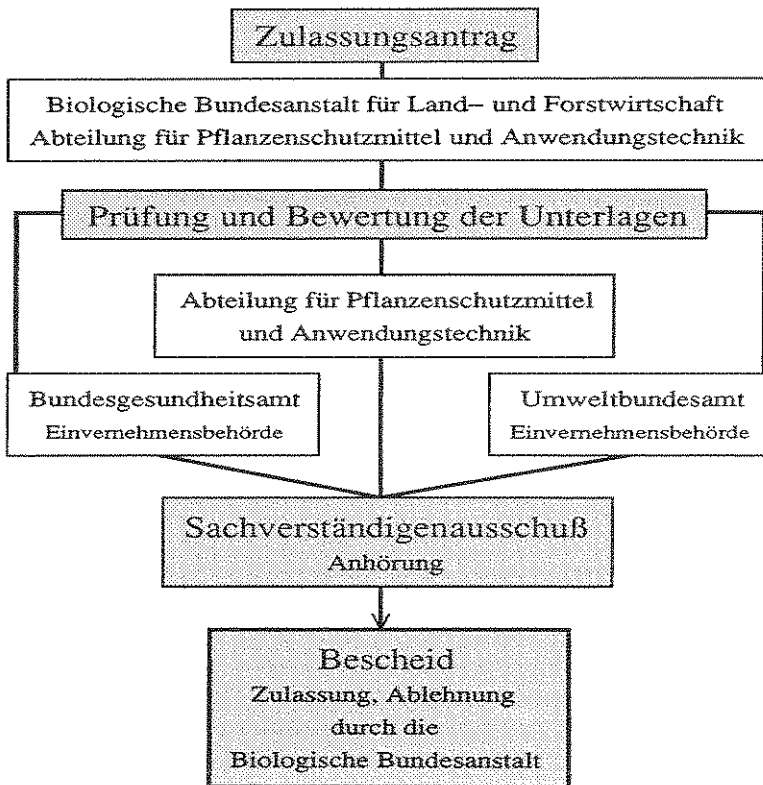
#### 1. PRÜFUNG UND ZULASSUNG VON FORSTSCHUTZMITTELN

Pflanzenschutzmittel, zu denen auch die Forstschutzmittel zählen, umfassen im wesentlichen Stoffe, die Pflanzen oder Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen schützen (§ 2 Abs. 1 Nr. 9 Pflanzenschutzgesetz vom 15.09.1986, BGBl. I S.1505). Sowohl chemische als auch biologische Pflanzenschutzmittel dürfen nur in den Verkehr gebracht oder eingeführt werden, wenn sie von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft zugelassen sind (§ 11 Abs. 1 PflSchG). Die Zulassung kann vom Hersteller, Vertriebsunternehmer oder Einführer beantragt werden (§ 12 Abs. 1 PflSchG). Mit dem Zulassungsantrag sind zum Nachweis der Zulassungsvoraussetzungen alle erforderlichen Proben und Unterlagen zu folgenden Prüfbereichen vorzulegen:

- chemische und physikalische Eigenschaften
- Analytik
- Wirksamkeit einschließlich Phytotoxizität
- Rückstandsverhalten sowie Verbleib in/auf Pflanzen
- Toxikologie für Mensch und Tier
- Verbleib und Verhalten in Boden, Wasser, Luft
- Auswirkungen auf den Naturhaushalt
  - \* Bodenmikroflora
  - \* Bodenfauna
  - \* aquatische Biozönose
  - \* terrestrische Wirbeltiere
  - \* Honigbiene
  - \* Nutzorganismen

Im Rahmen ihrer jeweiligen Zuständigkeiten werden diese Prüfbereiche durch die Biologische Bundesanstalt, das Bundesgesundheitsamt sowie das Umweltbundesamt geprüft und bewertet (Abb. 1).

Abb. 1: Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel



Die Vertreter der Biologischen Bundesanstalt sowie der Eilvernehmensbehörden haben vor der Entscheidung über die Zulassung oder Ablehnung eines Pflanzenschutzmittels einen Sachverständigenausschuß anzuhören. Dieser Ausschuß wird vom Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten eingesetzt. In dieses Gremium werden Experten aus den Bereichen Pflanzenschutz, Gesundheitsschutz sowie Umwelt- und Naturschutz berufen. Nach der Anhörung entscheidet dann die Biologische Bundesanstalt, unter Berücksichtigung der Eilvernehmenserklärungen des Bundesgesundheitsamtes sowie des Umweltbundesamtes, über die Zulassung bzw. Ablehnung.



**Können Mikrosporidien (Protozoa) zur Populationsregulation  
des Schwammspinner (Lymantria dispar L.) beitragen?**

Dr. Andreas Linde  
Lehrstuhl für Angewandte Zoologie  
der Universität München  
Hohenbachernstr. 22  
85354 Freising

Mikroorganismen können erheblichen Einfluß auf die Populationsdynamik ihrer Insektenwirte ausüben (ANDERSON & MAY 1981). Ökologische Studien, in denen Freilandbeobachtungen mit mathematischen Modellen verknüpft wurden machen deutlich, daß z. B. die periodischen Zyklen der Forstinsekten durch die Interaktionen von Insekt und Pathogen verursacht werden (ANDERSON & MAY 1980). Darüber hinaus konnte HOCHBERG (1989) zeigen, daß der Einfluß der Mikroorganismen auch zu einer stabilen Insektenpopulation mit niedriger Dichte führen kann. Diese Ergebnisse beziehen sich insbesondere auf den Einfluß von Viren und Bakterien. Neuere Untersuchungen von ONSTAD & CARRUTHERS (1990) belegen jedoch eindeutig, daß auch Mikrosporidien in diesem Sinne wirken können.

Mikrosporidien (Protozoa) sind intrazellulär lebende Parasiten, die chronische Erkrankungen - vor allem in Insekten - verursachen. Versuche, diese Organismen ähnlich wie Bacillus thuringiensis im Rahmen eines Inundationskonzeptes für eine schnelle Reduktion der Insektenpopulationen einzusetzen, konnten bislang nicht befriedigen (HENRY 1981, BROOKS 1988). Ihre besonderen Eigenschaften prädestinieren diese Einzeller jedoch für einen Einsatz im Inokulationsverfahren, beispielsweise gegen Schadinsekten im Forst:

- Mikrosporidien wirken meist subletal (Reduktion der Fertilität und Vitalität, Verlängerung der Larvenentwicklung, Erhöhung der Stadienmortalität)
- Die Übertragung erfolgt peroral sowie in vielen Fällen transovariell
- Mikrosporidien sind in der Regel wirtsspezifisch
- Die Verbreitung erfolgt über sehr widerstandsfähige Dauerstadien (Spore).

FRANZ & HUGER (1971) wiesen Mikrosporidien als Ursache für den Zusammenbruch einer Eichenwicklergradation (Tortrix viridana L.) in der Bundesrepublik nach. Diese Ergebnisse wurden von LIPA & MADZIARA-BORUSIEWICZ (1976) während einer Eichenwicklergradation in Polen bestätigt. WILSON (1977) gelangte in einer mehrjährigen Studie an Nosema fumiferanae in dem kanadischen Wickler Choristoneura fumiferana (Clem.) zu vergleichbaren Resultaten. SIMCHUK & SIKURA (1978) konnten Nosema carpocapsae als bedeutenden Regulator für den Apfelwickler Cydia pomonella L. in der Sowjetunion nachweisen. Auch die Populationsdichte landwirtschaftlicher Schadinsekten, wie des Maiszünslers Ostrinia nubilalis Hübner oder der Maisseule Heliothis zea, wird durch Mikrosporidien (Nosema pyrausta bzw. Nosema heliothidis) beeinflusst (HILL & GARY 1979, BROOKS & CRANFORD 1978).

Diese anhand von Freilandbeobachtungen bzw. Laborexperimenten gewonnenen Erkenntnisse konnten in jüngerer Zeit in Computermodelle einbezogen und bestätigt werden (ONSTAD & CARRUTHERS 1990). Von besonderer Bedeutung ist dabei die Beobachtung, daß Mikrosporidien in Abhängigkeit von der Wirtsdichte und -verteilung entweder eine zyklische Dynamik oder eine konstante Populationsdichte verursachen und stabilisieren können

Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft erteilt einem Antragsteller die Zulassung nach § 15 PflSchG nur, wenn der Antrag den Anforderungen des § 12 PflSchG entspricht und die Prüfung des Pflanzenschutzmittels ergeben hat:

- Das Pflanzenschutzmittel ist nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnis und Technik **hinreichend wirksam**.
  
- Beim Verkehr mit **gefährlichen Stoffen** sind die Erfordernisse des Schutzes der **Gesundheit von Mensch und Tier** gewährleistet.
  
- Das Pflanzenschutzmittel besitzt bei **bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung** oder als Folge einer solchen Anwendung
  - \* keine schädlichen Auswirkungen auf die **Gesundheit von Mensch, Tier und Grundwasser** und
  - \* keine sonstigen Auswirkungen insbesondere auf den **Naturhaushalt**, die nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnis nicht vertretbar sind.

Die Zulassung endet spätestens nach 10 Jahren; sie kann jedoch erneut erteilt werden (§ 16 PflSchG). Durch die Zulassung wird das Inverkehrbringen und die Einfuhr des Pflanzenschutzmittels geregelt, nicht aber die Anwendung. Diese kann vom Gesetzgeber durch die Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung oder durch Auflagen bzw. Anwendungsbestimmungen der Biologischen Bundesanstalt vorgeschrieben werden.

## 2. Aktuelle Zulassungssituation

Durch die vorgesehene Einführung der sogenannten Indikationszulassung im Rahmen der Harmonisierung der Rechtsvorschriften zum Pflanzenschutz in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union wird die Festlegung der Anwendung, wie z.B. die Bezeichnung des Schadorganismus, ein anderes Gewicht erhalten.

Nach dem derzeitigen Pflanzenschutzgesetz sind Schadorganismen unter anderem auch Tiere, die erhebliche Schäden an Pflanzen oder Pflanzenerzeugnissen verursachen können (§ 2 Abs. 1 Nr. 7 PflSchG). Da bestimmte Arten von Schadorganismen sehr ähnlich auf Pflanzenschutzmittel reagieren, werden diese in sogenannten repräsentativen Schädlingsgruppen zusammengefaßt, wie beispielsweise in der Gruppe der Raupen. Dadurch kann die Prüfung der Wirksamkeit im Zulassungsverfahren vereinfacht werden. Im Forst können diese blatt- bzw. nadelfressenden Blattwespen- und Schmetterlingsarten durch großflächige Massenvermehrungen erheblichen Schaden anrichten. Diese Schadinsektengruppe wird aufgrund ihrer Lebensweise in folgende biologische Gruppen untergliedert:

## RAUPEN

**Freifressende Schmetterlingsraupen:** z.B. Schwammspinner (*Lymantria dispar*)

**Verstecktfressende Raupen:** z.B. Kiefernknospentriebwickler (*Rhyacionia buoliana*)

**Minierende Raupen:** z.B. Lärchenminiermotte (Junglarven) (*Coleophora laricella*)

**Afterraupen:** z.B. Kiefernbuschhornblattwespe, Gemeine (*Diprion pini*)

In der Untergruppe der freifressenden Schmetterlingsraupen werden folgende häufig auftretende Arten zusammengefaßt:

Baumweißling	( <i>Aporia crataegi</i> )
Buchenrotschwanz	-> ( <i>Dasychira pudibunda</i> )
Eichenprozessionsspinner	( <i>Thaumetopoea processionea</i> )
Frostspanner, Gemeiner	( <i>Operophtera brumata</i> )
Frostspanner, Großer	( <i>Erannis defoliaria</i> )
Goldäfter	-> ( <i>Euproctis chrysorrhoea</i> )
Kieferneule	-> ( <i>Panolis flammea</i> )
Kiefernprozessionsspinner	( <i>Thaumetopoea pinivora</i> )
Kiefernspanner	( <i>Bupalus piniarius</i> )
Kiefernspinner	( <i>Dendrolimus pini</i> )
Lärchenminiermotte, (Altlarven)	( <i>Coleophora laricella</i> )
Mondvogel	( <i>Phalera bucephala</i> )
Nonne	-> ( <i>Lymantria monacha</i> )
Ringelspinner	( <i>Malacosoma neustria</i> )
Schwammspinner	-> ( <i>Lymantria dispar</i> )
Weidenspinner	-> ( <i>Leucoma salicis</i> )

Damit das Anwendungsgebiet "freifressende Schmetterlingsraupen" bei der Zulassung eines Pflanzenschutzmittels mit vorgesehen werden kann, muß in der amtlichen Mittelprüfung eine beispielhafte Prüfung auf Wirksamkeit an drei der zuvor genannten Arten erfolgen. In die Prüfung können aber auch weitere freifressende Schmetterlingsarten aufgenommen werden, wenn sie aufgrund ihrer aktuellen Abundanzdynamik häufig oder stark auftreten.

Eine Ausnahme besteht bei der Prüfung der biologischen Wirksamkeit von *Bacillus thuringiensis*-Präparaten für die Lymantriiden- und Noctuidenraupen (s.o. mit -> gekennzeichnet). Sie sind mit *Bacillus thuringiensis* (B.t.) nur schwer

bekämpfbar und müssen deshalb einzeln in Prüfung genommen werden (HERFS 1978). Der Grüne Eichenwickler (*Tortrix viridana*) zählt zu den leicht mit B.t. bekämpfbaren Arten und wurde deshalb in der Vergangenheit den freifressenden Schmetterlingsraupen zugeordnet. Eine Einzelprüfung des Eichenwicklers ist nach bisherigem Kenntnisstand nicht erforderlich, wenn die hinreichende Wirksamkeit gegen freifressende Schmetterlingsraupen ausreichend belegt ist. Im Interesse einer eindeutigen Nomenklatur der "freifressenden Schmetterlingsraupen" ist der Grüne Eichenwickler als gesondertes Anwendungsgebiet auszuweisen.

## 2.1 Zugelassene Pflanzenschutzmittel

Nach § 15 PflSchG zugelassene Pflanzenschutzmittel dürfen im gesamten Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vertrieben werden. Derzeit sind die bromophosphhaltigen Pflanzenschutzmittel noch zugelassen, eine erneute Zulassung wird vom Hersteller aus wirtschaftlichen Gründen nicht erwogen (Roos 1994), so daß für eine Bekämpfung im Jahre 1994 diese Mittel nicht zur Verfügung stehen werden. In der folgenden Aufstellung sind die zugelassenen Pflanzenschutzmittel gegen freifressende Schmetterlingsraupen (Stand: 30. November 1993) mit Wirkstoffgehalt, Formulierung, Wirkungstyp, Anwendungstechnik, Schadorganismus sowie Aufwandmenge zusammengestellt:

### A. Zugelassene mikrobiologische Präparate:

<b>FORAY 48 B</b> (Zul.-Nr. 03971-00/NOV) Wirkstoffgehalt: 26 g/kg <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> Formulierung : Suspensionskonzentrat	<b>Thuricide HP</b> (Zul.-Nr. 22201-00/SAN) <b>Neudorff's Raupenspritzmittel</b> (Zul.-Nr. 22201-60/NEU) Wirkstoffgehalt: 32 g/kg <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> Formulierung : Wasserdispergierbares Pulver
<b>Dipel 2 X</b> (Zul.-Nr. 04077-00/ASU) Wirkstoffgehalt: 64 g/kg <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> Formulierung : Wasserdispergierbares Pulver	<b>Dipel</b> (Zul.-Nr. 32178-00/ASU) Wirkstoffgehalt: 32 g/kg <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> Formulierung : Wasserdispergierbares Pulver
<b>Dipel ES</b> (Zul.-Nr. 04080-00/ASU) Wirkstoffgehalt: 33,2 g/l <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> Formulierung : Suspoemulsion	

### *Bacillus thuringiensis* - Wirkungstyp

Insektenpathogene Bakterien vom Pathotyp A, wirksam gegen Larven von Lepidopteren. Bei der Sporenbildung werden insektenwirksame Endotoxinkristalle freigesetzt, welche sich im Darmsaft des Wirtes lösen und dessen Darmwand zerstören. Die in der Körperhöhle auskeimenden Bakterienzellen verursachen eine Sepsis.

**B. Zugelassene Häutungshemmer**

**Dimilin 25 WP** (Zul.-Nr. 22502-00/SCH)  
*Wirkstoffgehalt:* 250 g/kg Diflubenzuron  
*Formulierung* : Wasserdispergierbares Pulver  
*Wirkungstyp* : Nicht-systemisches Insektizid mit Fraß- und z.T. Kontaktgiftwirkung. Greift in den Chitinstoffwechsel von Raupen und Larven ein, verhindert deren Häutung, führt zum Absterben der Puppen oder zu nicht lebensfähigen Adulten, verhindert den Eischlupf.

**Nomolt** (Zul.-Nr. 03719-00/SAG)  
*Wirkstoffgehalt:* 150 g/l Teflubenzuron  
*Formulierung* : Suspensionskonzentrat  
*Wirkungstyp* : Nicht-systemisches Fraßgift. Greift in den Chitinstoffwechsel von Raupen und Larven ein und verhindert deren Häutung. Besitzt auch eine ovizide Wirkung.

**Alsystin flüssig** (Zul.-Nr. 04022/BAY)  
*Wirkstoffgehalt:* 480 g/l Triflumuron  
*Formulierung* : Suspensionskonzentrat  
*Wirkungstyp* : Nicht systemisches Fraßgift. Greift in das Häutungshormonsystem der Insektenlarven ein.

**C. Zugelassene organische Phosphorverbindungen**

**Nexion-stark** (Zul.-Nr. 20329-00/SAG)  
**Blattlaus-Vernichter Nexion** (Zul.-Nr. 20329-61/SAG)  
**Pflanzen-Schädlings-frei** (Zul.-Nr. 20329-62/FLO)  
**egesa-Insektizid** (Zul.-Nr. 20329-62/EGE)  
*Wirkstoffgehalt:* 380 g/l Bromophos  
*Formulierung* : Emulgierbares Konzentrat  
*Wirkungstyp* : Berührungs- und Fraßgift. Cholinesterase-Hemmstoff.

**D. Schadorganismus und Aufwandmenge der zugelassenen Pflanzenschutzmittel**

Spritzen (nur mit Bodengeräten)

<b>Nexion-stark</b> (Zul.-Nr. 20329-00/SAG) <b>Blattlaus-Vernichter Nexion</b> (Zul.-Nr. 20329-61/SAG) <b>Pflanzen-Schädlings-frei</b> (Zul.-Nr. 20329-62/FLO) <b>egesa-Insektizid</b> (Zul.-Nr. 20329-65/EGE)	Freifressende Schmetterlingsraupen	600 ml/ha
	Lärchenminiermotte (Altlarven)	
<b>Dimilin 25 WP</b> (Zul.-Nr. 22502-00/SCH)	Freifressende Schmetterlingsraupen	300 g/ha
	Lärchenminiermotte (Altlarven)	
<b>Alsystin flüssig</b> (Zul.-Nr. 04022-00/BAY)	Freifressende Schmetterlingsraupen (nur im Nadelholz bis Ende Mai)	100 ml/ha
<b>Nomolt</b> (Zul.-Nr. 03719-00/SAG)	Freifressende Schmetterlingsraupen	150 ml/ha

Spritzen (nur mit Bodengeräten)

FORAY 48 B (Zul.-Nr. 03971-00/NOV)	Schwammspinner	4 l/ha
Dipel 2 X (Zul.-Nr. 04077-00/ASU)	Freifressende Schmetterlingsraupen <u>ausgenommen</u> Woll- bzw. Trägspinnerarten (Lymantriidae) und Eulenarten (Noctuidae)  Goldafter  Schwammspinner	450 g/ha
Dipel ES (Zul.-Nr. 04080-00/ASU)	Freifressende Schmetterlingsraupen <u>ausgenommen</u> Woll- bzw. Trägspinnerarten (Lymantriidae), Eulenarten (Noctuidae) sowie Großer Frostspanner  Goldafter  Schwammspinner	900 ml/ha
Thuricide HP (Zul.-Nr. 22201-00/SAN) Neudorff's Raupenspritzmittel (Zul.-Nr. 22201-60/NEU)	Freifressende Schmetterlingsraupen <u>ausgenommen</u> Woll- bzw. Trägspinnerarten (Lymantriidae) und Eulenarten (Noctuidae)  Goldafter  Schwammspinner	500 g/ha  900 g/ha
Dipel (Zul.-Nr. 32178-00/ASU)	Freifressende Schmetterlingsraupen <u>ausgenommen</u> Woll- bzw. Trägspinnerarten (Lymantriidae) und Eulenarten (Noctuidae)  Goldafter  Schwammspinner	900 g/ha

Spritzen als Flächenbehandlung mit Lufffahrzeug

FORAY 48 B (Zul.-Nr. 03971-00/NOV)	Freifressende Schmetterlingsraupen <u>ausgenommen</u> Woll- bzw. Trägspinnerarten (Lymantriidae) und Eulenarten (Noctuidae) sowie Großer Frostspanner	2 l/ha
Dipel 2 X (Zul.-Nr. 04077-00/ASU)	Goldafter  Schwammspinner	450 g/ha
Dipel ES (Zul.-Nr. 04080-00/ASU)	Goldafter  Schwammspinner	900 ml/ha
Thuricide HP (Zul.-Nr. 22201-00/SAN) Neudorff's Raupenspritzmittel (Zul.-Nr. 22201-60/NEU)	Freifressende Schmetterlingsraupen <u>ausgenommen</u> Woll- bzw. Trägspinnerarten (Lymantriidae) und Eulenarten (Noctuidae)  Goldafter	500 g/ha  900 g/ha
Dipel (Zul.-Nr. 32178-00/ASU)	Goldafter  Schwammspinner	900 g/ha
Dimilin 25 WP (Zul.-Nr. 22502-00/SCH)	Freifressende Schmetterlingsraupen  Lärchenminiermotte (Altlarven)	300 g/ha
Alsystin flüssig (Zul.-Nr. 04022-00/BAY)	Freifressende Schmetterlingsraupen (nur im Nadelholz bis Ende Mai)	100 ml/ha

## 2.2 Pflanzenschutzmittel mit Genehmigung lt. Art. 3 des Einigungsvertrages

Aufgrund des Einigungsvertrages (Anlage I Kap. VI, Sachgebiet A, Abschnitt III Nr. 6 Buchstabe c) dürfen Pflanzenschutzmittel, die nach dem Recht der ehemaligen DDR zugelassen, verpackt und gekennzeichnet waren, im Beitrittsgebiet vertrieben und angewendet werden, wenn die Biologische Bundesanstalt eine befristete Genehmigung erteilt hat. Eine Genehmigung wurde aber nur erteilt, wenn ein Antrag auf Zulassung gestellt wurde. Das Inverkehrbringen und die Anwendung dieser Mittel in den alten Bundesländern ist rechtswidrig.

Für den Häutungshemmer **Nomolt** (Genehmigungs-Nr. ZG 03719-00/SAG) wurde eine Genehmigung für das Inverkehrbringen bis zum 31.05.95 ausgesprochen. Wirkstoffgehalt, Formulierung und Wirkungstyp entsprechen dem zugelassenen Pflanzenschutzmittel Nomolt.

## 2.3 Inverkehrbringen und Anwendung von Pflanzenschutzmitteln lt. Art. 3 Einigungsvertrag (gesetzliche Regelung)

Seit dem 31.12.1992 lagern in den neuen Bundesländern noch immer erhebliche Mengen an Pflanzenschutzmitteln (SCHMIDT 1993). Für eine Reihe dieser Mittel gibt es keine Vertriebsunternehmer, so daß eine Zulassung, die Voraussetzung für ein Inverkehrbringen ist, nicht erfolgen wird. Da eine Entsorgung für die betroffenen Betriebe in den neuen Bundesländern eine unzumutbare finanzielle Belastung bedeuten würde und durch eine Anwendung keine Gefährdung für Mensch, Tier und Naturhaushalt zu erwarten ist, hat der Bundestag, ausgehend von einer Gesetzesinitiative des Landes Thüringen im Bundesrat, am 13.05.1993 das Inverkehrbringen und die Anwendung dieser Pflanzenschutzmittel in den neuen Bundesländern durch das Gesetz (Gesetz über das Inverkehrbringen und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in dem in Artikel 3 des Einigungsvertrages genannten Gebiet, BGBl. I S. 693) geregelt. Danach dürfen die im Einigungsvertrag bezeichneten Pflanzenschutzmittel noch bis zum 31.12.1994 in den Verkehr gebracht und vorbehaltlich der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung auch bis zum 31.12.1994 angewandt werden, soweit sie vor dem 3.10.1990 nach dem Recht der ehemaligen DDR zugelassen, verpackt und gekennzeichnet worden sind. Die Nichtbeachtung dieser gesetzlichen Bestimmungen stellt eine Ordnungswidrigkeit dar und kann mit einer Geldbuße bis zu fünfzigtausend Deutsche Mark geahndet werden.

Folgende Pflanzenschutzmittel dürfen demnach noch in den Verkehr gebracht und gegen freifressende Schmetterlingsraupen angewandt werden:

A. Häutungshemmer

**Nomolt SC 15 (SAG)**

*Wirkstoffgehalt* : 150 g/l Teflubenzuron

*Formulierung* : Suspensionskonzentrat

*Wirkungstyp* : Nicht-systemisches Insektizid mit Fraßgiftwirkung. Greift in den Chitinstoffwechsel von Raupen und Larven ein und verhindert deren Häutung. Besitzt eine ovizide Wirkung.

B. Weitere Insektizide

**Bi 58 EC (CBW)**

*Wirkstoffgehalt* : 380 g/l Dimethoat

*Formulierung* : Emulgierbares Konzentrat

*Wirkungstyp* : Systemisches Insektizid und Akarizid mit Fraß- und Berührungsgiftwirkung. Es hemmt die Cholinesterase. Verteilung und Transport des Wirkstoffes erfolgt im Xylem.

**Evisect S (SAN)**

*Wirkstoffgehalt* : 50 % Thiocyclam-hydrogenoxalat

*Formulierung* : Wasserdispergierbares Pulver

*Wirkungstyp* : Insektizid mit Berührungs- und Fraßgiftwirkung. Unterbrechung der Nervenimpulsübertragung an den Synapsen, bewirkt Lähmung und mit Verzögerung Tod.

**Flibol E 40 <sup>1</sup> (LEU)**

*Wirkstoffgehalt* : 444 g/l Trichlorfon

*Formulierung* : Emulgierbares Konzentrat

*Wirkungstyp* : Nicht-systemisches Insektizid mit Berührungs- und Fraßgiftwirkung. Cholinesterase-Hemmstoff.

---

<sup>1</sup> Inverkehrbringen verboten.

Die Beständigkeit dieses Mittels ist nach Ablauf der Garantiefrist des Herstellers nicht mehr gesichert, deshalb soll das Mittel nur noch angewandt werden, wenn es beim Endverbraucher lagert und der physikalische Zustand es zuläßt.



## Literatur

BERENDES, K.-H. (1991): Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln gegen Borkenkäfer. In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, Heft 267, S. 134 - 141.

BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1991): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis 1991/1992. Spezieller Teil für das Beitrittsgebiet lt. Artikel 3 des Einigungsvertrages. Stand: 02.10.1990. Ribbesbüttel, Saphir Verlag, 240 S.

BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1993): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis 1991/1992. Spezieller Teil für das Beitrittsgebiet lt. Artikel 3 des Einigungsvertrages - Überarbeitete Fassung. Stand: 31.03.1993. Ribbesbüttel, Saphir Verlag, 192 S.

HERFS, W. (1978): Vereinfachung der Prüfung auf biologische Wirksamkeit von Bacillus thuringiensis-Präparaten. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. Braunschweig, 30, S. 173 - 174.

JOERMANN, G.; EHLE, H.; SIEBERS, J. (1991): Pflanzenschutzmittel unter der Lupe. Prüfung und Zulassung durch die Biologische Bundesanstalt. Forschungsreport Ernährung, Landwirtschaft, Forsten. Heft 6, S. 20 - 23.

KOHSIEK, H. (1990): Authorization of Plant Protection Products in the Federal Republic of Germany. Gesunde Pflanzen, 42. Jahrg., Heft 8, S. 260 - 264.

MEIER, U. (1990): Pflanzenschutzmittel - amtlich geprüft und zugelassen. Herausgegeben vom Referat für Presse und Information der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 17 S.

MEIER, U. (1990): Was wird bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln geprüft und beachtet? TASPO-magazin, Heft 7, S. 21 - 23.

ROOS, H. (1994): Bekämpfung von Schadraupen im Forst. Eigenschaften, Wirkung und Anwendung zugelassener Mittel. In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, (im Druck).

SCHMIDT, H.-H. (1993): Zum weiteren Vertrieb und zur Anwendung der in der ehemaligen DDR bis zum 2. Oktober 1990 zugelassenen Pflanzenschutzmittel im Beitrittsgebiet. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 45, S. 193 - 195.

WOLF, E. (1983): Die Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, Heft 216, 72 S.

Heribert Roos

Schering Aktiengesellschaft  
Pflanzenschutz Deutschland  
40522 Düsseldorf

Bekämpfung von Schadraupen im Forst - Eigenschaften, Wirkung und Anwendung zugelassener Mittel

Für die Bekämpfung blatt- und nadelfressender Raupen im Forst sind derzeit 13 Präparate bundesweit amtlich zugelassen, für ein weiteres Mittel besteht eine Genehmigung für das Inverkehrbringen in den Neuen Bundesländern (Tab. 1).

Tab. 1: Überblick über zugelassene Produktgruppen

Handelsname	Aktivsubstanz	Zulassungs-Nr.	Zul.-Inh.	Vertreiber
Phosphororganische Verbindungen				
Nexion stark	Bromophos	20329-00	SAG	-
Blattlausvernichter				
Nexion	Bromophos	20329-61	SAG	-
Pflanzen-Schädlingsfrei	Bromophos	20329-62	FLO	-
egesa-Insektenmittel	Bromophos	20329-65	EGE	-
Häutungshemmer				
Nomolt	Teflubenzuron	03719-00	SAG	Shell <sup>2</sup> (nB)
Alsystin flüssig	Triflumuron	04022-00	BAY	Bayer
Dimilin 25WP	Diflubenzuron	22502-00	SCH	Schering
Bacillus thuringiensis-Präparate				
Foray 48B	Bacillus	03971-00	NOV	Schering
Dipel 2x	thuringiensis	04077-00	ASU	Stähler
Dipel ES	thuringiensis	04080-00	ASU	Stähler
Thuricide HP	Berliner var.	22201-00	SAG	Shell Agrar
Neudorff's Raupenspritzmittel	kurstaki	22201-60	NEU	Neudorff GmbH
Dipel		32178-00	ASU	Stähler

<sup>2</sup> (nB) In den Neuen Bundesländern ist das Inverkehrbringen bis zum 31.5.1995 genehmigt

Diese Präparate basieren im wesentlichen auf fünf Wirksubstanzen: der phosphororganischen Verbindung Bromophos, den synthetischen Häutungshemmern Diflubenzuron, Teflubenzuron und Triflumuron sowie dem bakteriell auf Schmetterlingsraupen wirkenden *Bacillus thuringiensis* Berliner var. *kurstaki* (Tab. 2).

Tab. 2: Präparate und Formulierungen

Handelsname	Aktivsubstanz	AS-Gehalt je l/kg	Formulierung	Einstufung GefStoffV
Nexion stark Blattlausvernichter Nexion Pflanzen-Schädlingsfrei egeSa-Insektenmittel	Bromophos	380 g	EC	- - - -
Nomolt Alsystin flüssig Dimilin 25WP	Teflubenzuron Triflumuron Diflubenzuron	150 g 480 g 250 g	SC SC WP	- - -
Foray 48B Dipel 2x Dipel ES Thuricide HP Neudorff's Raupenspritzmittel Dipel	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	26 g 64 g 33 g 32 g 32 g 32 g	SC WP SC WP WP WP	- - - - - -

Gegenstand der folgenden Zusammenstellung soll eine Charakterisierung der wichtigsten Eigenschaften dieser Präparate sein: Zulassungsumfang, ökobiologische Eigenschaften, biologische Wirkung sowie Besonderheiten zur Anwendung.

Der Zulassungsumfang ist in Tab. 3 zusammengefaßt. Alle aufgeführten Präparate besitzen eine Zulassung gegen Schwammspinner und Nonne, so daß die Voraussetzungen für einen legitimierte Einsatz gegen diese in der Gradation befindlichen Insekten gegeben sind. Mit Ausnahme der Bromophos-Präparate können alle Mittel mit Luftfahrzeugen ausgebracht werden. Bezüglich der Indikation "Freifressende Schmetterlingsraupen" sind die Mittel sowohl in Nadel- als auch in Laubholz zugelassen (Ausnahme: Alsystin flüssig).

Zu den Bromophos-Präparaten ist anzumerken, daß die Zulassung am 31.12.1993 ausläuft und eine erneute Zulassung vom Hersteller aus wirtschaftlichen Gründen nicht erwogen wird.

Tab. 3: Zulassungsumfang von Insektiziden im Forst (Lepidopteren, Stand 13.9.93)

Produkt	Indikation	Laub/ Nadel	Dosis ml, g/ha	Luft/ Boden	Max. Anw.
Bromophos- Präparate	Freifressende Schmetter- lingsraupen	L + N	600	B	1
	Minierende Schmetter- lingsraupen	L + N	600	B	1
	Lärchenminiermotte (Altlarven)	Lärche	600	B	1
Nomolt	Afterraupen	L + N	150	B	1
	Freifressende Schmetter- lingsraupen	L + N	150	B	1
Alsystin flüssig	Freifressende Schmetter- lingsraupen	N	100	L + B	1
	Verstecktfressende Schmetterlingsraupen	L	100	B	1
	Afterraupen	N	100	L	1
Dimilin 25WP	Freifressende Schmetter- lingsraupen	L + N	300	L + B	1
	Lärchenminiermotte (AL)	Lärche	300	L + B	1
	Afterraupen	N	300	L + B	1
	Eichenwickler im L1	Eiche	300	L + B	1
Foray 48B	Freifressende Schmetter- lingsraupen außer Woll- und Trägspinnern	L + N	2000	L	2
	Rotköpfiger Tannenwickl.	N	2000	L	2
	Schwammspinner	L	4000	B	2
Dipel 2x Dipel ES Dipel	Freifressende Schmetter- lingsraupen Goldäfter Schwammspinner	L + N	450	B	
L		900	L + B		
L + N		900	L + B		
Thuricide HP Neudorff's Rau- penspritzmittel	Freifressende Schmetter- lingsraupen außer Nonne und Eulen Goldäfter Schwammspinner	L + N	500	L + B	1
L		900	L+B+N	1	
L + N		900	B	1	

Die ökobiologischen Eigenschaften sind innerhalb der Produktgruppen weitgehend identisch (Tab. 4). Die Bromophos-Präparate sind aufgrund ihrer breiten Wirkung wenig selektiv, besitzen

eine Bienenschutzaufgabe und sind giftig für Fische und Fischnährtiere.

Die als Häutungshemmer bezeichneten Präparate sind als giftig für Fischnährtiere eingestuft. Dimilin ist als einziger Vertreter dieser Gruppe als unschädlich für Bienen eingestuft. Der Einfluß dieser Präparate auf indifferente und nützliche Insekten wird kontrovers diskutiert. Nach vorliegenden Untersuchungen üben die Häutungshemmer jedoch keinen nachhaltigen Einfluß auf diese erwünschte Fauna aus.

Die Bacillus thuringiensis-Präparate sind unschädlich für Bienen, Vögel, Fische, Fischnährtiere und Algen, besitzen jedoch eine Wasserschutzauflage, die einen Einsatz in der Praxis auf vielen Flächen nicht legitimiert.

Tab. 4: Wichtige ökobiologische Eigenschaften

Produkt	Selektivität	W- Aufl.	B- Aufl.	Wirkung auf			
				Fische	F-Nährt.	Algen	Vögel
Bromophos- Präparate	nicht selektiv	-	B1	ja	ja	nein	nein
Nomolt	weitgehend selektiv	-	B1	nein	ja	nein	nein
Alsystin flüssig		-	B1	nein	ja	nein	nein
Dimilin 25WP		-	B4	nein	ja	nein	nein
Bacillus thuringiensis- Präparate	selektiv	W2	B4	nein	nein	nein	nein

In der biologischen Wirkung bestehen zwischen den Produktgruppen z.T. deutliche Unterschiede (Zusammenfassung Tab. 5). Während die Bromophos-Insektizide als Kontakt- und Fraßgifte wirken, fungieren die Häutungshemmer überwiegend und die Bacillus-Mittel ausschließlich als Fraßgifte, was den wesentlichen Ansatzpunkt für deren Selektivität darstellt.

Tab. 5: Biologische Wirkung

Produkt	Wirkungsweise	Wirkungseigenschaften	Wirkungsgrade
Bromophos-Präparate	Kontakt- und Fraßwirkung, Hemmung der Cholinesterase	Sehr schnelle Wirkung Sofortige Hemmung des Fraßschadens breite Wirkung	?-99%
Nomolt	Überwiegend Fraßwirkung, äußerst geringe Kontaktwirkung Hemmung des transzellularen Transports von Chitin-Vorstufen	Kontaminierte Larven schädigen bis zur nächsten Häutung weiter Gute Dauerwirkung durch Residualwirkung auf Blättern und Nadeln	?-99%
Alsystin flüssig			
Dimilin 25WP			
Bacillus thuringiensis-Präparate	ausschließlich Fraßwirkung; Zerstörung des Verdauungssystems	Kontaminiertes Larvenstadium stellt Fraß nach wenigen Stunden ein, stirbt innerhalb einiger Tage	40-85%

Tab. 6: Besonderheiten zur Anwendung

Produkt	Aufwandmenge	Einsatzzeitpunkt	Technik
Bromophos-Präparate	gem. Zulassung	Stadien-unabhängig	Spritzen (Boden)
Nomolt	gem. Zulassung	Einsatz in möglichst frühen Larvenstadien (L1, L2), um den Schaden bis zum Wirkungseintritt zu minimieren	Ausbringung vorzugsweise mit Luftfahrzeugen  Nutzung der etablierten Technik
Alsystin flüssig	gem. Zulassung		
Dimilin 25WP	Lymantriiden: 150 g/ha		
Foray 48B	Lymantriiden: 2 l/ha	möglichst frühe Larvenstadien	vorzugsweise Luftfahrzeuge; ULV-geeignet (20% Wasserzus.)  Ausbringung vorzugsweise mit Luftfahrzeugen  Nutzung der etablierten Technik
Dipel 2x Dipel ES Dipel	gem. Zulassung		
Thuricide HP Neudorff's Raupenspritzmittel			

Wie alle phosphororganischen Verbindungen hemmt Bromophos die Cholinesterase. Aufgrund dieser Wirkungsweise ist diese Präparategruppe sehr breit aktiv, entfaltet ihre Wirkung rasch und führt unter günstigen Bedingungen zu einer sehr guten Befallskontrolle.

Untersuchungen zu Diflubenzuron deuten darauf hin, daß die Wirkung auf einem Eingriff in den transzellularen Transport von Chitinvorstufen beruht, weswegen in kontaminierten Individuen die Chitinsynthese gehemmt wird. Aus diesem Grund fressen kontaminierte Individuen bis zum nächsten Stadienwechsel weiter, es tritt keine Sofortwirkung ein. Wegen der angemessenen guten Residualwirkung auf Blättern und Nadeln besitzen diese Präparate eine hohe Wirkungssicherheit.

*Bacillus thuringiensis* wirkt nach Aufnahme mit der Nahrung auf den Verdauungstrakt. Im Darm werden die bakteriellen Endotoxinkristalle aufgelöst, wodurch Delta-Endotoxine frei werden. Diese Toxine zerstören die Darmwand und sorgen somit dafür, daß die Raupen innerhalb ein bis zwei Stunden aufhören zu fressen. Im Zuge der Vermehrung der Bakterien im Innern der Raupen gehen diese nach vier bis fünf Tagen ein. Die Residualwirkung dieser biologischen Insektizide ist gering. Aus diesem Grunde sind für die Absicherung guter insektizider Wirkung mitunter mehrere Anwendungen erforderlich, insbesondere wenn stärkere Niederschläge in den Bekämpfungszeitraum fallen. Unter günstigen Bedingungen ist jedoch auch mit B.t.Präparaten genügend Wirkung zu erzielen, um eine Gradation zu kontrollieren.

Aufgrund der Wirkungsweise der Häutungshemmer und *Bacillus thuringiensis*-Präparate ergibt sich für diese Mittel die Notwendigkeit, sie möglichst zum Zeitpunkt junger Larvenstadien einzusetzen. Die Aufwandmengen orientieren sich im wesentlichen an der Zulassung; speziell zu Diflubenzuron (Dimilin

25WP) hat sich in den letzten Jahren in Versuchen herausgestellt, daß auch eine reduzierte Dosis gegen Lymantriiden sehr gut wirken kann.

Die für einen Einsatz im Forst bevorzugte Anwendungstechnik ist die Ausbringung mit Luftfahrzeugen. Die hier etablierte Technik stützt sich zumeist auf LV-Verfahren mit einer Wassermenge von 30 bis 50 Litern je ha. Arbeitswirtschaftliche und damit deutliche ökonomische Vorteile bieten im Forst die ULV-Verfahren, d.h. unverdünnte Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln bzw. maximal 20% Wasserzusatz.

Die zur Verfügung stehenden Präparate sind hierfür z.T. geeignet; die entsprechende Technik muß in Deutschland hingegen noch Einzug finden.

#### **Zusammenfassung**

Für die Bekämpfung von Schadraupen im Forst sind derzeit drei Produktgruppen zugelassen, wovon zwei der Praxis zur Verfügung stehen: die Häutungshemmer auf der Basis von Phenylharnstoffen sowie die biologischen Präparate auf der Basis von *Bacillus thuringiensis*.

Beide Gruppen wirken überwiegend selektiv und erlauben eine gezielte Anwendung gegen Raupen im Forst, wenn die Schadschwellen im Zuge von Lepidopteren-Gradationen überschritten werden.

Neben der Wirkungsweise der Präparate und ihren anwendungstechnischen Besonderheiten wurden die wichtigsten ökobiologischen Eckdaten dargestellt.



Ursula Banasiak

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Fachgruppe für chemische Mittelprüfung, Kleinmachnow

Rückstände von Pflanzenschutzmitteln auf Waldpilzen und  
-beeren nach deren Anwendung gegen freifressende Schmet-  
terlingsraupen im Forst

**1. Problemstellung**

Vor der Zulassung eines Pflanzenschutzmittels gegen freifres-  
sende Schmetterlingsraupen im Forst ist das Rückstandsverhal-  
ten der Wirkstoffe auf Waldpilzen und -beeren zu prüfen, um  
den Verbraucher vor einer möglichen Gefährdung zu schützen.  
Von der Biologischen Bundesanstalt werden je acht Versuche an  
Waldpilzen und -beeren, die über zwei Versuchsjahre aufgeteilt  
und an verschiedenen Standorten durchgeführt werden sollten,  
gefordert. Nach WILKENING (1991) sind bei der Versuchsanstel-  
lung folgende Rahmenbedingungen zu beachten:

Als Versuchsort sind lichte Waldbestände, Windwurfblößen  
oder Schneisen zu wählen, wobei zum Zeitpunkt der Behandlung  
Pilze und Beeren vorhanden sein müssen. Für die Anwendung mit  
Bodengeräten oder Hubschrauber sollten getrennte Versuche  
durchgeführt werden. Um diese möglichst praxisgerecht anzulei-  
gen, sollten Pilze und Beeren nicht direkt behandelt werden.  
Es sind verschiedene Beerenarten - mindestens Him-, Brom- und  
Heidelbeeren - zu untersuchen. Die Probenahme sollte an den  
Tagen 0, 1, 2, 7 und 14 nach der Anwendung erfolgen, wobei im  
Falle von Pilzen der Probenumfang mindestens 20 Stück betragen  
soll. Zur Herstellung der Laborprobe sind die Pilze zu verput-  
zen, aber nicht zu waschen und zu häuten.

Die Versuche sind nach Guter Laborpraxis (GLP) entspre-  
chend der forstwirtschaftlichen Praxis durchzuführen.

In der Regel werden die geforderten Untersuchungen von den  
antragstellenden Firmen beigebracht. Im Falle der Applikation

mit Luftfahrzeugen stellt die antragsgemäße Versuchsanlage unter GLP-Bedingungen jedoch ein Problem dar. Aus diesem Grund werden die Versuche vom Antragsteller heute fast ausschließlich mit Bodengeräten angelegt, deren Ergebnisse jedoch nicht die tatsächliche Rückstandssituation nach Hub-schraubereinsatz widerspiegeln.

Aus der Literatur ist bekannt, daß bei aviochemischer Applikation nie die volle ausgebrachte Mittelmenge den Waldboden und somit die Beeren und Pilze erreicht. SYMONS (1977) untersuchte die Verteilung des Insektizids Fenitrothion nach dessen Einsatz in den Wäldern Kanadas. Es wurde festgestellt, daß nach Flugzeugapplikation nur ca. 40 % der applizierten Wirkstoffmenge den Waldboden oder die Baumwipfel erreichten. Durch Abschirmung verringert sich der Belag unter Bäumen nochmals um 50 -60 %. Nach Angaben von KAUL (1993) gelangen maximal 60 % der mit dem Luftfahrzeug ausgebrachten Mittelmenge auf den nicht laubabgeschirmten Boden.

Da Höchstmengen nach dem Prinzip "soviel wie nötig, so wenig wie möglich" festgelegt werden, sollten die zur Prüfung des Rückstandsverhaltens angelegten Versuche die Praxis möglichst exakt widerspiegeln.

## **2. Pflanzenschutzmittel-Rückstände**

Derzeit sind gegen freifressende Schmetterlingsraupen im Forst verschiedene Präparate auf der Basis von *Bacillus thuringiensis*, *Dimilin 25 WP* (Wirkstoff Diflubenzuron, Anwendung mit Luftfahrzeug), *Alsystin flüssig* (Wirkstoff Triflumuron, Anwendung mit Luftfahrzeug), *Nomolt* (Wirkstoff Teflubenzuron, Spritzen mit Bodengeräten) und *Nexion-stark* (Wirkstoff Bromophos, Spritzen mit Bodengeräten) zugelassen. Von diesen Mitteln sind die auf der Grundlage von *Bacillus thuringiensis* nicht rückstandsrelevant. Für die chemischen Pflanzenschutzmittel liegen folgende Rückstandsuntersuchungen vor:

### **2.1. Diflubenzuron**

Für Waldbeeren beträgt die Höchstmenge 2 und für -pilze 0.2 mg/kg (o.V., 1989).

Pilze: Mit dem Hubschrauber wurden von 1978 - 1980 insgesamt neun Versuche an Waldpilzen angelegt. Die Proben stammen aus dicht bewaldeten Kiefern- und Eichenbeständen, aber auch von Schneisen und Windwurfblößen, die entsprechend der Zulassung mit 0.3 kg *Dimilin 25 WP/ha* (= 0.075 kg Diflubenzuron/ha) in 50 l Wasser/ha behandelt wurden. Die Probenahme erfolgte 0, 13 und 33 Tage nach der Behandlung. Die Ergebnisse der ersten Versuchsserie (Bestimmungsgrenze der Analysenmethode 0.02 mg/kg) sind in Abbildung 1 dargestellt. Generell sind die Rückstände sehr niedrig. Am Tag 0 lagen sie bis auf einen Wert von 0.26 mg/kg, bei dem die in Windwurfblößen wachsenden Pilze wahrscheinlich direkt getroffen wurden, um 0.05 mg/kg. Am Tag 13 wurden in drei Proben 0.02 - 0.04 mg/kg gefunden, die übrigen waren rückstandsfrei (< 0.02 mg/kg). 33 Tage nach der Behandlung konnte in keiner Probe Diflubenzuron bestimmt werden.

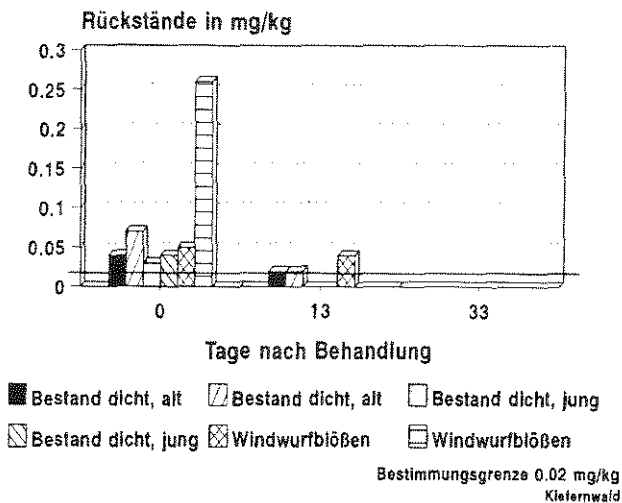


Abb. 1: Diflubenzuron-Rückstände in Waldpilzen, Serie 1  
Behandlung mit Hubschrauber  
0.075 kg ai/ha, 50 l Wasser/ha

Die Ergebnisse der 2. Versuchsserie (Bestimmungsgrenze der Analysenmethode 0.01 mg/kg) zeigen deutlich die Unterschiede zwischen Proben von Schneisen bzw. Lichtungen einer- und dichten Wäldern andererseits. Maximal wurden 0,2 mg/kg in Pilzen von Lichtungen gemessen. Die Laubabschirmung dagegen verhindert eine ungewollte Behandlung der Pilze; es konnten keine Werte > 0.01 mg/kg nachgewiesen werden.

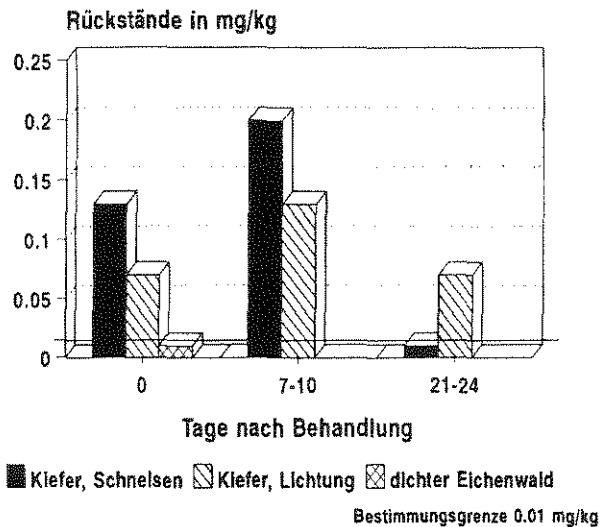


Abb. 2: Diflubenzuron-Rückstände in Waldpilzen, Serie 2  
Behandlung mit Hubschrauber  
0.075 kg ai/ha, 50 l Wasser/ha

Beeren: Der Biologischen Bundesanstalt liegen drei mit Boden-geräten durchgeführte Versuche an Himbeeren vor. Die direkte Behandlung erfolgte hinsichtlich der Aufwandmenge gemäß der Zulassung mit 0.075 kg Diflubenzuron/ha, wobei mit 250 bzw. 600 l Wasser/ha gespritzt oder mit 100 l Wasser/ha gesprüht wurde. Obwohl drei Versuche für eine repräsentative Aussage nicht ausreichen, wird deutlich, daß nach Bodenbehandlung die Rückstände (hier Beeren) wesentlich höher als nach Hubschrau-

berapplikation (hier Pilze) ausfallen. Die Ursache dafür wird vor allem in Laubabschirmung und Abdrift bei Hubschrauberbehandlung im Gegensatz zur direkten Behandlung der Beeren mit Bodengeräten gesehen.

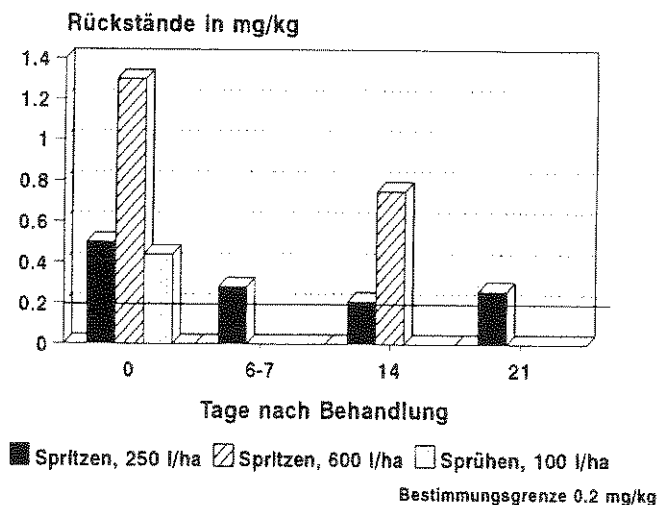


Abb. 3: Diflufenzuron-Rückstände in Himbeeren  
Behandlung mit Bodengeräten, 0.075 kg ai/ha

## 2.2. Teflubenzuron

Für Teflubenzuron wurden von der Biologischen Bundesanstalt dem Bundesgesundheitsamt 0.2 mg/kg als Höchstmengen für Waldpilze und -beeren vorgeschlagen.

Die Rückstandsversuche wurden ausschließlich mit Bodengeräten angelegt.

Pilze: Es liegen 1 Sprüh- (100 l Wasser/ha) und 2 Spritzversuche (1200 l Wasser/ha) mit der doppelten Wirkstoffaufwandmenge wie zugelassen (0.045 kg ai/ha) an Waldpilzen vor. Die Probenahme erfolgte am Tag 0, 1, 2, 7 und 14 nach der Applikation. Die Rückstände sind sehr gering und betragen maximal 0.07 mg/kg (s. Abb. 4), wobei bei zwei Versuchen auch am Tag der

Behandlung keine Rückstände oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden konnten. Nach 7 sowie 14 Tagen waren alle Proben rückstandsfrei ( $<0.05$  mg/kg).

Zwischen Sprühen und Spritzen sind keine Unterschiede festzustellen. Allerdings ist die Anzahl der Versuche für Verallgemeinerungen zu gering.

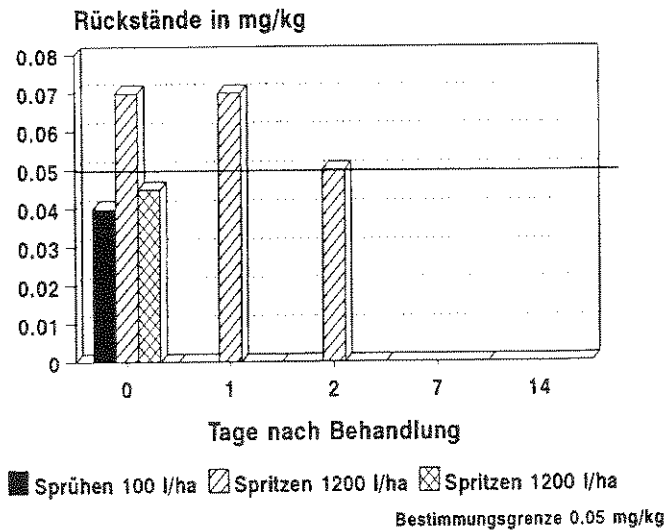


Abb. 4: Teflubenzuron-Rückstände in Waldpilzen  
Behandlung mit Bodengeräten, 0.045 kg ai/ha

Beeren: Die Behandlung erfolgte mit 0.045 kg ai/ha unter Verwendung von Rückenspritzen (1200 l Wasser/ha) und Sprühgeräten (100 l Wasser/ha). An Blaubeeren liegen 3 Sprühversuche, an Brombeeren 1 Sprühversuch und 2 Spritzversuche sowie an Himbeeren 2 Sprühversuche vor. Die Probenahme erfolgte bei jeder Variante 0, 1, 2...3, 7 und 14 Tage nach der Behandlung. Abbildung 5 zeigt, daß die Rückstände in Blaubeeren in den ersten drei Tagen nach der Sprühapplikation ca. 0.1 mg/kg betragen und nur langsam abnehmen. Noch nach zwei Wochen waren durchschnittlich 0.07 mg/kg nachweisbar. Die Ergebnisse des

Sprühversuchs an Brombeeren liegen mit dem Initialrückstand von 0.06 mg/kg und 0.08 mg/kg nach zwei Tagen in gleicher Größenordnung.

Im Falle des Spritzens konnten bei Brombeeren während des Versuchszeitraums von 14 Tagen keine Rückstände über der Bestimmungsgrenze von 0.05 mg/kg nachgewiesen werden. Bei Himbeeren sanken die Werte ausgehend von Initialrückständen um 0.07 mg/kg bereits am 3. Tag nach der Behandlung unter die Bestimmungsgrenze (<0.05 mg/kg).

Es kann festgestellt werden, daß auch bei der Applikation der doppelten Wirkstoffaufwandmenge die Rückstandswerte die vorgeschlagene Höchstmenge von 0.2 mg/kg unterschreiten. Die höchsten Werte wurden bei Blaubeeren nach Sprühbehandlung gemessen.

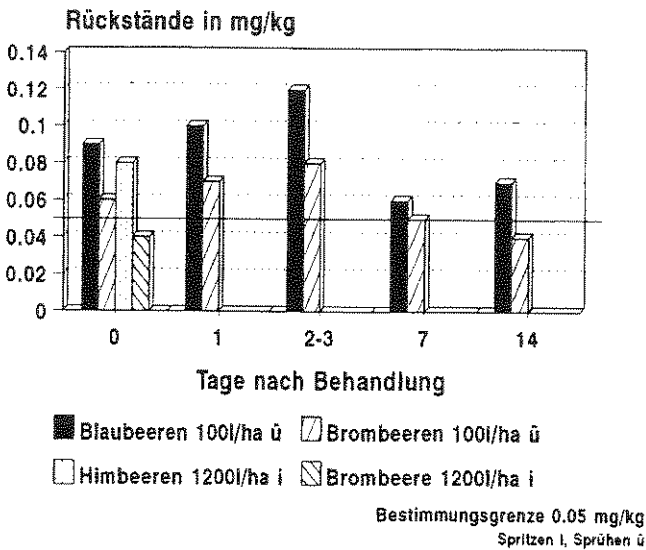


Abb. 5: Teflubenzuron-Rückstände in Waldbeeren  
Behandlung mit Bodengeräten, 0.045 kg ai/ha

### 2.3. Triflumuron

Bisher wurde für diesen Wirkstoff noch keine Höchstmenge für Waldbeeren und -pilze gesetzlich festgelegt. Als Höchstmenge wurden für Waldbeeren vorläufig 0.5 mg/kg vorgeschlagen. Bis zur endgültigen Klärung der Rückstandssituation ist bei der Behandlung sicher zu stellen, daß die Auflagen der Biologischen Bundesanstalt

- VA 215: "Bei Vorhandensein von Waldbeeren (z.B. Himbeeren, Heidelbeeren, Holunderbeeren) Behandlung nur nach der Beerenernte bzw. bis zum Beginn der Beerenernte; anderenfalls dafür Sorge tragen, daß die Beeren nicht zum Verzehr gelangen"

und

- VA 452: "Nicht anwenden bei Vorhandensein von Pilzen; anderenfalls dafür Sorge tragen, daß die Pilze nicht zum Verzehr gelangen"

eingehalten werden. Um dies zu sichern, wurde die Anwendung auf die Indikation Nadelholz und einen Anwendungstermin bis spätestens Ende Mai eingeschränkt.

Mit Luftfahrzeugen wurden keine Versuche angelegt.

Pilze: An Waldpilzen liegen keine Untersuchungen vor.

Beeren: Mit der zugelassenen Wirkstoffaufwandmenge von 0.05 kg/ha wurden zwei Versuche an Brombeeren (Wassermenge 50 l/ha bzw. 600 l/ha) und vier Versuche an Himbeeren mit Wasseraufwandmengen von 200 - 600 l/ha mittels Rückenspritze durchgeführt. Bei der Betrachtung der Ergebnisse (s. Abb. 6) fällt ein Versuch an Himbeeren (200 l Wasser/ha) mit Initialrückständen von 0.45 mg/kg aus dem allgemeinen Bild heraus. Bei den übrigen Versuchen lagen die Werte am Tag 0 im Bereich von 0.05 - 0.13 mg/kg; nach 7 Tagen waren noch 0.02 - 0.09 mg/kg nachweisbar.



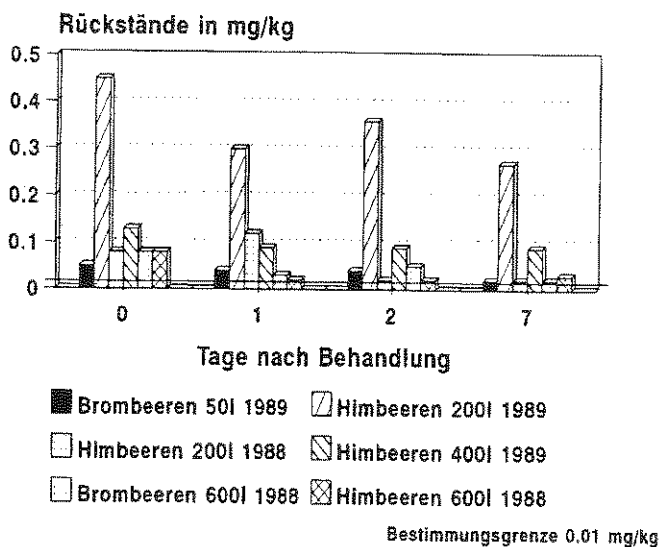


Abb. 6: Triflumuron-Rückstände in Waldbeeren  
Behandlung mit Bodengeräten  
0.048 kg ai/ha, Spritzen

### 3. Schlußfolgerungen

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß nach den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen für *Dimilin 25 WP* und *Nomolt* die Rückstände von Diflubenzuron und Teflubenzuron auf Waldbeeren und -pilzen gering sind und die gesetzliche bzw. vorgeschlagene Höchstmenge unterschreiten. Um die für *Alsyslin flüssig* gesetzten, den Behandlungszeitraum einschränkenden Auflagen VA 215 und VA 452 zurückzuziehen, sind weitere Versuche zur Klärung des Rückstandsverhaltens erforderlich.

Um die für eine aviochemische Applikation erforderlichen Rückstandsversuche nach GLP durchführen zu können, sollte die Luftfahrzeugbehandlung simuliert werden. Es wird folgendes vorgeschlagen:

Die Rückstandsversuche sind mit Bodengeräten anzulegen. Zur Ermittlung des worst case für die Luftfahrzeugapplikation sind

60 % der beantragten Mittelaufwandmenge in der jeweils beantragten Wassermenge - in der Regel 40 - 80 l/ha - möglichst fein verteilt auszubringen.

Mein Dank gilt den Antragstellern für ihre Zustimmung zur Veröffentlichung der Untersuchungsergebnisse.

### Literatur

KAUL, P.:

Persönliche Mitteilung, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Außenstelle Kleinmachnow, FA/K (1993)

SYMONS, P.E.K.:

Dispersal and toxicology of the insecticide fenitrothion: Predicting hazards of forest spraying. Residue Rev. 68:1-36 (1977)

WILKENING, A.:

Erforderliche Rückstandsversuche für Insektizide im Forst. Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Heft 267 (1991), S. 198-201

o.V.:

Verordnung über Höchstmengen an Pflanzenschutz- und sonstigen Mitteln sowie anderen Schädlingsbekämpfungsmitteln in oder auf Lebensmitteln und Tabakerzeugnissen (Rückstands-Höchstmengenverordnung - RHmV) vom 24. Juni 1982 (BGBl. I, S. 745-783), in der Fassung vom 16. Oktober 1989 (BGBl. I, S. 1861-1908), zuletzt geändert mit der 6. Verordnung zur Änderung der Pflanzenschutzmittel-Höchstmengenverordnung vom 1. September 1992 (BGBl. I, S. 1605)

Rainer Binner

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft  
Fachgruppe Chemische Mittelprüfung, Braunschweig  
Außenstelle Kleinmachnow

Verbleib von *Bacillus thuringiensis*, Bromophos, Diflubenzuron  
und Triflumuron in Boden, Wasser und Luft

1. Einleitung

Um die Auswirkungen einer bestimmungsgemäßen und sachgerechten Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf den Naturhaushalt gemäß §15, Absatz 1, Pflanzenschutzgesetz sicher bewerten zu können, sind umfangreiche Informationen zum Verbleib der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in Boden, Luft, Grund- und Oberflächenwasser beizubringen.

Die Grundsätze und Kriterien zur Bewertung des Verhaltens und Verbleibs in den einzelnen Umweltkompartimenten sind in den "Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt", Hefte 284 und 285 (BBA, 1992, 1993), aufgeführt.

Auf deren Grundlage basiert die vorliegende zusammenfassende Darstellung und Bewertung des Verbleibs der in den z.Z. zugelassenen Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung freifressender Schmetterlingsraupen im Forst enthaltenen Varietäten von *Bac. thuringiensis* sowie der Wirkstoffe Bromophos, Diflubenzuron, Teflubenzuron und Triflumuron in Boden, Wasser und Luft. Da die drei Benzoylharnstoffderivate Diflubenzuron, Teflubenzuron und Triflumuron ein ähnliches Schicksal in der Umwelt besitzen, wird deren Verhalten vorrangig am Beispiel des Diflubenzurons beschrieben.

## 2. Verbleib in den Umweltkompartimenten

### 2.1. Benzoylharnstoffderivate

Das vorwiegend lipophile Verhalten der Benzoylharnstoffderivate in den Umweltkompartimenten ist bestimmt durch einen sehr geringen Dampfdruck, vor allem aber durch die sehr geringe Wasserlöslichkeit und den hohen n-Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten im Bereich von 7760-36300.

Der Metabolismus unter aeroben und anaeroben Bedingungen in Boden und Wasser ist geprägt durch vorwiegend mikrobielle Spaltung an den beiden -CO-NH-Bindungen in den Wirkstoffmolekülen unter Bildung folgender Verbindungen (METCALF et al., 1975):

<b>DIFLUBENZURON</b>	----	<b>2,6-Difluorbenzoesäure</b>
1-(4-Chlorphenyl)-		2,6-Difluorbenzamid
3-(2,6-difluorbenzoyl)-	----	<b>4-Chlorphenylharnstoff</b>
harnstoff		4-Chloranilin
<b>TEFLUBENZURON</b>	----	<b>2,6-Difluorbenzoesäure</b>
1-(3,5-Dichlor-2,4-		2,6-Difluorbenzamid
difluorphenyl)-	----	<b>3,5-Dichlor-2,4-difluor-</b>
3-(2,6-difluorbenzoyl)-		<b>phenylharnstoff</b>
harnstoff		3,5-Dichlor-2,4-difluoranilin
<b>TRIFLUMURON</b>	----	<b>2-Chlorbenzoesäure</b>
1-(4-Trifluormethoxy-		2-Chlorbenzamid
phenyl)-3-(2-chlor-	----	<b>4-Trifluormethoxyphenylharn-</b>
benzoyl)-harnstoff		<b>stoff</b>
		4-Trifluormethoxyanilin

Primär werden die substituierten Benzoesäuren und Phenylharnstoffe gebildet. In wesentlich geringerem Maße erfolgt die Spaltung zu den Benzamiden und Anilinen. Beim aeroben Abbau von Diflubenzuron in einem sandigen Tonboden (NIMMO et al., 1984) wurde z.B. nach 28 d folgende Massenbilanz erstellt: 38% gebundene Rückstände, 28% Kohlendioxid, 25% 4-Chlorphenylharnstoff, < 0.2% 2,6-Difluorbenzoesäure.

Die substituierten Benzoesäuren unterliegen im Boden einem raschen mikrobiellen Abbau. Die 2,6-Difluorbenzoesäure z.B. wurde bei Laborversuchen (NIMMO et al., 1990) in verschiedenen Böden mit DT-50-Werten von 9-12 d eliminiert (DT-50: disappearance time von 50% der applizierten Menge). Nach 32 d konnte die 2,6-Difluorbenzoesäure nicht mehr nachgewiesen werden; 33-37% der Rückstände der eingesetzten 2,6-Difluorbenzoesäure waren an der Bodenmatrix gebunden und 28-52% waren bis zum Kohlendioxid mineralisiert.

Der weitere Abbau der substituierten Phenylharnstoffe verläuft im Boden über die Aniline, die durch Acetylierung zum Acetanilid und Methylierung zum N,N-Dimethylanilin weiter umgewandelt werden. Durch rasche und starke Sorption an der organischen Bodenmatrix erfolgt dieser Abbau nur langsam. Für den 4-Chlorphenylharnstoff z.B. wurden unter Laborbedingungen DT-50 vom 32-70 d und DT-90 von 166-233 d ermittelt (DT-90: disappearance time von 90% der applizierten Menge) (NIMMO et al., 1986). Über 448 d wurden lediglich 20% zum Kohlendioxid mineralisiert. Die an die Bodenmatrix gebundenen Rückstände bestehen hauptsächlich aus dem substituierten Anilin und können Anteile von 70% des eingesetzten 4-Chlorphenylharnstoffes über 56-336 d erreichen. Frei verfügbares 4-Chloranilin wird mit DT-50 von ca. 4 d rasch mikrobiell abgebaut.

Aufgrund der hohen Kristallenergie dieser Benzoylharnstoffderivate besitzt die Teilchengröße einen erheblichen Einfluß auf die Abbaugeschwindigkeit im Boden (NOELLE, 1981). Während Diflubenzuron mit 10-20- $\mu\text{m}$ -Teilchen DT-50 von 8-16 Wochen aufweist, wird der im Präparat Dimilin verwendete Wirkstoff mit 2-5- $\mu\text{m}$ -Teilchen im Laborversuch mit einem anfänglichen DT-50 von 1-18 d schnell zu den oben genannten Metaboliten abgebaut (NOELLE, 1981; NIMMO et al., 1984; SEUFERER et al., 1979; CHAPMAN et al., 1985).

Der Abbau wird mit der Zeit zunehmend langsamer, so daß CHAPMAN et al. (1985) über die gesamte Versuchsdauer DT-50 von 19-27 d bestimmten. Für Triflumuron ermittelten die gleichen Autoren anfängliche DT-50 von 17-28 d und über die gesamte Zeit DT-50 von 87-99 d, allerdings ohne Angabe der verwendeten Teilchengröße des Wirkstoffs.

Bei Freilanduntersuchungen (ROBREDO et al., 1989) wurden für Diflubenzuron und Triflumuron DT-50 von 26-35 d bzw. 12-14 d bestimmt. Mit DT-90 um 136 d ist sichergestellt, daß bei einmaliger Anwendung pro Jahr keine Anreicherung der Rückstände im Boden auftritt.

Nach Flugzeugapplikation von 75 g Diflubenzuron/ha im finnischen Forst (MUTANEN et al., 1988) wurden in der Streu nach einem Monat 0.7 mg/kg Wirkstoff und Metabolite und nach einem Jahr infolge des Nadelfalls noch 1.4 mg/kg gemessen. In der Humusschicht des Bodens lagen die Rückstände stets < 0.1 mg/kg. Die am ersten Tag bestimmte Konzentration von 5  $\mu\text{g/l}$  im Oberflächenwasser sank über 2 Monate auf 0.1  $\mu\text{g/l}$ ; nach einem Jahr konnten keine Rückstände mehr nachgewiesen werden.

Die Benzoylharnstoffderivate und deren Metaboliten versickern nicht in tiefere Bodenschichten; die Gefahr einer Grundwasser-

kontamination ist bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung ausgeschlossen.

In aquatischen Ökosystemen werden diese Verbindungen aufgrund starker Adsorption an Sedimenten relativ schnell aus der Wasserphase eliminiert. In Teichwasser wurden für Diflubenzuron z.B. DT-50 von 35 h und DT-90 von 118 h festgestellt (SCHAEFER u. DUPRAS, 1976). Da die Benzoylharnstoffderivate im umweltrelevanten pH-Bereich hydrolysestabil sind und der biologische Abbau im Wasser in den ersten 24 h auch gering ist (SCHAEFER u. DUPRAS, 1976; SCHAEFER u. DUPRAS, 1979), wird diese rasche Eliminierung auf Sorption an Partikeln zurückzuführen sein.

Erst bei pH 10 wurde bei Diflubenzuron und Triflumuron eine merkliche Hydrolyse mit DT-50 von 24 d bzw. 5 d zu den o.g. Metaboliten nachgewiesen (SCHAEFER u. DUPRAS, 1979).

Auch beim Abbau in aquatischen Ökosystemen werden diese besser wasserlöslichen Metaboliten gebildet, die in der Wasserphase über längere Zeit verfügbar sein können.

Durch photolytische Einflüsse kann der Abbau im Wasser mehr oder weniger stark beschleunigt werden. Für Diflubenzuron und Triflumuron wurden in Leitungswasser Photolyse-Halbwertszeiten von 81 h bzw. 285 h ermittelt (SCHAEFER u. DUPRAS, 1979).

Untersuchungen zur Verflüchtigung liegen für die Benzoylharnstoffderivate noch nicht vor. Die Verflüchtigungsneigung sollte jedoch gering sein. Eventuell in die Atmosphäre eingetragene Rückstände werden durch radikalische Reaktionen mit den aromatischen Systemen, den stickstoffhaltigen und den Hydroxyl-Gruppen der Wirkstoffe mit Halbwertszeiten von < 1 d schnell photochemisch-oxidativ abgebaut werden.

## 2.2. Bromophos

Mit einem n-Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten von ca. 117000 und einer Wasserlöslichkeit von 40 mg/l (20°C) besitzt Bromophos analog den Benzoylharnstoffderivaten lipophile Eigenschaften.

Der Wirkstoff (O,O-Dimethyl-O-(4-brom-2,5-dichlorphenyl)-thionophosphat) wird im Boden vorwiegend mikrobiell abgebaut, wobei als Hauptmetaboliten O,O-Dimethylthionophosphat und 4-Brom-2,5-dichlorphenol gebildet werden. In geringen Mengen konnten vereinzelt auch O-Methyl-O-(4-brom-2,5-dichlorphenyl)thionophosphat und Bromoxon nachgewiesen werden. O,O-Dimethylthionophosphat wird weiter abgebaut zum Phosphat.

In sandigen und tonigen Böden wurden für Bromophos DT-50 von 4.2-5.3 d und DT-90 von 28-38 d ermittelt (EICHLER, 1972; GRIFFITH u. SMITH, 1973). Das korreliert mit der Beobachtung, daß die biologische Wirkung im Boden nach ca. 4 Wochen verschwunden ist (HARRIS u. HITCHON, 1970). Das 4-Brom-2,5-dichlorphenol konnte in diesen Böden nur bis 21 d nach der Applikation nachgewiesen werden.

In Böden mit hohem organischen Anteil wird der Abbau von Bromophos aufgrund starker Adsorption verzögert.

Eine geringfügige Beschleunigung wird durch Photolyse erreicht, die auf der Oberfläche eines sandigen Bodens mit einer Halbwertszeit von 48 d abläuft (ALLMAIER u. SCHMID, 1985). Das dabei gebildete 4-Brom-2,5-dichlorphenol erreichte intermediär nach 12 d ein Maximum.

Weder Bromophos noch seine im Boden gealterten Rückstände neigen zur Versickerung, so daß Grundwasserkontaminationen bei



bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung ausgeschlossen werden können.

Im Wasser ist der Wirkstoff bei pH < 9 mit Halbwertszeiten von 40-70 d relativ hydrolysestabil (EICHLER, 1972). Erst oberhalb von pH 9 wird die Hydrolyse merklich beschleunigt, wobei die o.g. Metaboliten gebildet werden.

Wesentlich stärker trägt offensichtlich die Photolyse zum Abbau im Wasser bei, wie Untersuchungen mit Regenwasser zeigten, bei denen eine Halbwertszeit von 1.5 d gemessen wurde (ALLMAIER u. SCHMID, 1985). Das dabei gebildete 4-Brom-2,5-dichlorphenol erreichte nach 6 d ein Maximum und konnte bis 96 d mit < 5% nachgewiesen werden.

Bromophos ist mit einem Dampfdruck von 0.00017 hPa relativ flüchtig. Für die Flüchtigkeit aus Wasser wurde eine Halbwertszeit von 45 d abgeschätzt. Spezielle Untersuchungen zur Verflüchtigung von Pflanzen- und Bodenoberflächen liegen nicht vor. Eventuell in die Atmosphäre gelangende Bromophos-Rückstände besitzen jedoch wie alle phosphororganischen Verbindungen eine hohe Reaktivität gegenüber den in der Troposphäre vorhandenen Hydroxyl-Radikalen, so daß Bromophos mit einer Halbwertszeit von ca. 0.3 d sehr schnell inaktiviert wird.

### 2.3. *Bacillus thuringiensis* (B.t.)

Zahlreiche Untersuchungen konnten nachweisen, daß B.t. im Boden natürlich und ubiquitär vorkommt (De LUCCA et al., 1981; DULMAGE u. AIZAWA, 1982; KRIEG, 1983; MARTIN u. TRAVERS, 1989). Bei der Beurteilung des Verbleibs von feldappliziertem B.t. sollte desweiteren berücksichtigt werden, daß selbst unter der Annahme, daß alles auf den Boden gelangt, eine intermediäre Erhöhung von nur < 1% gegenüber dem natürlichen Sporentiter bewirkt wird (KRIEG, 1983).

B.t. spielt im Vergleich zu anderen Sporenbildnern keine bevorzugte Rolle im Boden, da einerseits das Potential gering ist, sich in Bodeninsekten zu vermehren, und andererseits z.B. bodenbürtiges *Bacillus cereus* das geringe Nährstoffangebot im Boden besser nutzen kann, d.h. besser konkurrieren kann.

In natürlichen Böden wurde daher nach der Applikation eine 90%ige Aktivitätsabnahme in aller Regel in weniger als 4 Monaten festgestellt (KRIEG, 1983; PRUETT et al., 1980; WEST, 1984; WEST et al., 1984a; WEST et al., 1984b).

B.t.-Sporen besitzen insbesondere unter ungünstigen Bedingungen (sterile und saure Böden) eine lange Lebensfähigkeit und werden am Boden adsorbiert. Feldapplizierte B.t.-Sporen keimen und wachsen nicht in natürlichen Böden (KRIEG, 1983; SALEH et al., 1970a; AKIBA, 1991; SALEH et al., 1970b). Es konnte gezeigt werden, daß die Sporenzahl innerhalb von 3 Jahren von  $10^9$  auf  $10^5$  Sporen/g Boden durch stufenweise Inaktivierung über biologische Faktoren vermindert wurde. Falls unter günstigen Bedingungen (neutral, Proteinzugabe) doch eine Keimung stattfinden sollte, wird das Wachstum durch die Bodenmikroorganismen unterdrückt.

Die Aktivität der parasporalen Proteinkristalle wird durch Bodenfeuchte, Mineralgehalt und insbesondere durch mikrobielle Aktivität und Lichteinwirkung bestimmt (PRUETT et al., 1980; WEST et al., 1984a; MARGALIT u. BOBROGLO, 1984). Unter natürlichen Bedingungen wird die 50%ige Aktivitätsabnahme meist innerhalb weniger Stunden bis 6 d erreicht; unter ungünstigen Verhältnissen kann die 90%ige Inaktivierung bis 3 Jahre dauern (WEST et al., 1984a).

Mit zunehmender Bodentiefe nimmt die natürliche Keimzahl sehr schnell ab. Während in 3-8 cm Tiefe noch  $10^6$  Keime/g Boden vorhanden sind, konnten in 135-145 cm Tiefe nur noch

$10^3$  Keime/g nachgewiesen werden (KRIEG, 1983). Labor- und Freilandversuche bestätigten, daß B.t.-Sporen selbst unter worst-case-Bedingungen nur bis zu 15 cm Tiefe eingewaschen werden (KRIEG, 1983) und im Freiland auch nach starker Beregnung nur in den obersten 10 cm des Bodens zu finden waren (AKIBA, 1991). Selbst wenn unter ungünstigsten Bedingungen B.t. ins Grundwasser gelangen sollte, ist die Zahl der B.t.-Sporen bedeutungslos im Vergleich zur Anzahl der gleichzeitig versickernden bodenbürtigen Bakterien. Darüberhinaus ist aufgrund der Adsorption am Boden der Transport im Grundwasserleiter zu vernachlässigen.

In Gewässern ist B.t. unbedenklich. Es kann nur als Sporen auftreten, weil die nutritiven Voraussetzungen für Keimung und Wachstum fehlen. Die Sporen werden allmählich am Sediment adsorbiert und eliminiert (ENGLER et al., 1980).

Stark beschleunigt wird die Inaktivierung im Wasser durch Lichtabsorption. Aufgrund einer Absorptionsbande bei 408-420 nm wird B.t. zu 50% nach 10 min und zu 90% nach 20 min inaktiviert (GRIEGO u. SPENCE, 1978).

Bei der Beurteilung des Verbleibs von B.t. in der Luft muß berücksichtigt werden, daß generell mehrere Tausend Keime/cbm Luft auftreten können. Auch bei der Applikation von B.t. ist insbesondere durch Abdrift ein örtlich und zeitlich begrenzter Eintrag in die Luft nicht auszuschließen. In Abhängigkeit von Anwendungstechnik (Bodengerät, Luftfahrzeug) und Windrichtung konnten die Sporen nach der Applikation bis 600 m Entfernung und 45 m Höhe nachgewiesen werden (KRIEG, 1983). Die z.B. bei einem Versuch in der Waldluft bestimmte Sporenzahl verringerte sich von 710000 Sporen/cbm nach der Applikation auf 120 Sporen/cbm nach 3 Monaten (KRIEG, 1983). Die Eliminierungs- und Inaktivierungsprozesse über Adsorption und Lichteinwirkung sind denen im Boden und Wasser vergleichbar.

### 3.Literatur

- AKIBA, Y.: Assessment of rainwater-mediated dispersion of field-sprayed *Bacillus thuringiensis* in the soil. *Appl.Entomol.Zool.* **26.**(4), 1991, 477-483
- ALLMAIER, G.M. und SCHMID, E.R.: Effects of light on the organophosphorus pesticides bromophos and iodophos and their main degradation products examined in rainwater and on soil surface in a long-term study. *J.Agr.Food Chem.* **33.**(1), 1985, 90-92
- BBA: Bewertung von Pflanzenschutzmitteln im Zulassungsverfahren. *Mitt.Biol.Bundesanst.Land-Forstwirtsch.Berlin-Dahlem*, **284.**, 1992, 141 S.
- BBA: Criteria for assessment of plant protection products in the registration procedure. *Mitt.Biol.Bundesanst.Land-Forstwirtsch.Berlin-Dahlem*, **285.**, 1993, 125 S.
- CHAPMAN, R.A., TU, C.M., HARRIS, C.R. und HARRIS, C.: Persistence of diflubenzuron and BAY SIR 8514 in natural and sterile sandy loam and organic soils. *J.Enviroin.Sci.Health* **B20.**(5), 1985, 489-487
- De LUCCA, A.J., SIMONSON, J.G. und LARSON, A.D.: *Bacillus thuringiensis* distribution in soils of the United States. *Can.J.Microbiol.* **27.**, 1981, 865-870
- DULMAGE, H.T. und AIZAWA, K.: Distribution of *Bacillus thuringiensis* in nature. In: *Microbial and viral pesticides*. Hrsg.: E. Kurstak, Marcel Dekker Inc., New York, 1982, 209-237
- EICHLER, D.: Bromophos and bromophos-ethyl residues. *Res.Rev.* **41.**, 1972, 65-112
- ENGLER, S., MORAWCSIK, J., SCHNETTER, W. und KRIEG, A.: Pilot-Versuche zur Bekämpfung von Stechmückenlarven im Freiland mit einem UV-bestrahlten Präparat von *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. *Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* **53.**, 1980, 181-184
- GRIEGO, V.M. und SPENCE, K.D.: Inactivation of *Bacillus thuringiensis* spores by ultraviolet and visible light. *App. Environ.Microbiol.* **35.**(5), 1978, 906-910
- GRIFFITH, D.C. und SMITH, C.: The insecticidal activity of diethyl and dimethyl analogues of azinphos, bromophos, carbophenothion and parathion on glass surfaces and in soil. *Pest.Sci.* **4.**, 1973, 335-342

- HARRIS, C.R. und HITCHON, J.L.: Laboratory evaluation of candidate materials as potential soil insecticides. II. J.Econ.Entomol. 63., 1970, 2 ff.
- KRIEG, A.: Bekämpfung von Insekten im Pflanzenschutz mit *Bacillus thuringiensis*-Präparaten und deren Einfluß auf die Umwelt. Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 56., 1983, 41-52
- MARGALIT, J. und BOBROGLO, H.: The effect of organic materials and solids in water on the persistence of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* serotype H-14. Zeitschrift für Angew.Entomologie 97.(5), 1984, 516-520
- MARTIN, P.A.W. und TRAVERS, R.S.: Worldwide abundance and distribution of *Bacillus thuringiensis* isolates. Appl.EnvIRON.Microbiol. 55., 1989, 2437-2442
- METCALF, R.L., PO-YUNG L. und BOWLUS, S.: Degradation and environmental fate of 1-(2,6-difluorobenzoyl)-3-(4-chlorophenyl)urea. J.Agr.Food Chem. 23., 1975, 359-364
- MUTANEN, R.M., SILTANEN, H.T., KUUKKA, V.P., ANNILA, E.A. und VARAMA, M.M.O.: Residues of diflubenzuron and two of its metabolites in a forest ecosystem after control of the pine looper moth, *Bupalus piniarius* L.. Pesticide Sci. 23.(2), 1988, 131-140
- NIMMO, W.B., JOUSTRA, K.D. und WILLEMS, A.G.M.: The degradation of diflubenzuron and its chief metabolites in soils. Part III. Fate of 2,6-difluorobenzoic acid. Pesticide Sci. 29., 1990, 39-45
- NIMMO, W.B., WILDE, P.C. DE und VERLOOP, A.: The degradation of diflubenzuron and its chief metabolites in soils. Part I. Hydrolytic cleavage of diflubenzuron. Pesticide Sci. 15., 1984, 574-585
- NIMMO, W.B., WILLEMS, A.G.M., JOUSTRA, K.D. und VERLOOP, A.: The degradation of diflubenzuron and its chief metabolites in soils. Part II. Fate of 4-chlorophenylurea. Pesticide Sci. 17., 1986, 403-411
- NOELLE, H.-H.: Neuere Wirkungsmechanismen bei der Entwicklung von Insektiziden. Rhein.Monatsschr.Gemüse Obst Schnittbl. 69., 1981, 440-441
- PRUETT, C.J.H., BURGESS, H.D. und WYBORN, C.H.: Effect of exposure to soil on potency and spore viability of *Bacillus thuringiensis*. J.Invert.Pathol. 35., 1980, 168-174
- ROBREDO, F., LLORENS, J.M., VIVES, J.M., GONZALES, C., GRASES, J.M., MONTEAGUDO, E., GAMON, M., BUISMAN, P. und

- BACHLECHNER, C.: Degradacion del diflubenzuron y triflumuron en dos tipos de suelos forestales representativos del area Mediterranea. Boletin de Sanidad Vegetal, Plagas, 15.(4), 1989, 323-331
- SALEH, S.M., HARRIS, R.F. und ALLEN, O.N.: Recovery of *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* from field soils. J.Invert.Pathol. 13., 1970a, 35-39
- SALEH, S.M., HARRIS, R.F. und ALLEN, O.N.: Fate of *Bacillus thuringiensis* in soil: effect of soil pH and organic amendment. Can.J.Microbiol. 16., 1970b, 677-680
- SCHAEFER, C.H. und DUPRAS, E.F.jr.: Factors affecting the stability of dimilin in field waters. J.Agr.Food Chem. 24.(4), 1976, 733-739
- SCHAEFER, C.H. und DUPRAS, E.F.jr.: Factors affecting the stability of SIR-8514 (2-chloro-N-(((4-(trifluoromethoxy)phenyl)amino)carbonyl)benzamide) under laboratory and field conditions. J.Agr.Food Chem. 27.(5), 1979, 1031-1034
- SEUFERER, S.L., BRAYMER, H.D. und DUNN, J.J.: Metabolism of diflubenzuron by soil microorganisms and mutagenicity of the metabolites. Pesticide Biochem.Physiol. 10., 1979, 174-180
- WEST, A.W.: Fate of the insecticidal, proteinaceous parasporal crystal of *Bacillus thuringiensis* in soil. Soil Biol.Biochem. 16., 1984, 357-360
- WEST, A.W., BURGESS, H.D., WHITE, R.J. und WYBORN, C.H.: Persistence of *Bacillus thuringiensis* parasporal crystal insecticidal activity in soil. J.Invert.Pathol. 44.(2), 1984a, 128-133
- WEST, A.W., BURGESS, H.D. und WYBORN, C.H.: Effect of incubation in natural and autoclaved soil upon potency and viability of *Bacillus thuringiensis*. J.Invert.Pathol. 44.(2), 1984b, 121-127

Rolf Kehr und Alfred Wulf

Institut für Pflanzenschutz im Forst, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig

Zur Wirkung von synthetischen Häutungshemmern auf Pilze - erste Ergebnisse

**Einleitung**

Während der jüngsten Massenvermehrung des Schwammspinners in Deutschland ist der Einsatz von synthetischen Häutungshemmern in der Öffentlichkeit kritisch diskutiert worden. Neben Hinweisen auf mögliche negative Folgen eines Dimilineinsatzes auf die Nützlingsfauna, insbesondere auf Ameisen, wurde die Vermutung ausgesprochen, daß auch Pilze des Waldökosystems negativ beeinträchtigt werden könnten (BUSCHINGER 1993). Diese Vermutung stützt sich auf die Tatsache, daß Dimilin (Wirkstoff: Diflubenzuron) in den Chitinstoffwechsel der Insekten eingreift (ANONYMUS 1975) und somit auch die Bildung der oftmals chitinhaltigen (WEBER 1993) Zellwand der Pilze beeinflussen könnte.

Die Wirkungsweise des Dimilins scheint bei Insekten weniger auf einer Hemmung der eigentlichen Chitinsynthese als auf einem spezifischen Eingriff in die Kutikuladeposition der Larvenhaut zu beruhen (ANONYMUS 1975), so daß ein schwerwiegender Eingriff in die Bildung der pilzlichen Zellwand nicht zu erwarten ist. KELLER (1978) hat jedoch gewisse negative Effekte von Dimilin auf das Wachstum einiger insektenpathogener Pilze beobachtet. Daher haben die Autoren das in-vitro-Wachstum verschiedener, auch in Laubwald-Ökosystemen vorkommender Pilze in Abhängigkeit unterschied-

licher Dimilinkonzentrationen des Nährmediums untersucht. Ziel war es, zu überprüfen, ob eine praxisnahe Dimilinkonzentration zu einer Beeinflussung des Pilzwachstums und somit zu einer Gefährdung der Mikroflora des Ökosystems Wald führen könnte.

Für die Versuche wurden ein Oomyzet und zwei auf Laubblättern häufig vorkommende Vertreter der Askomyzeten bzw. Hyphomyzeten ausgewählt. Der Oomyzet *Pythium anandrum* Drechsler wurde deshalb mit einbezogen, weil diese Pilzklasse in der Regel keine chitinhaltigen Zellwände besitzt (WEBER 1993). Der Hyphomyzet *Kabatiella apocrypta* (Ellis & Everh.) Arx wurde von HALMSCHLAGER et al. (1993) als häufigster pilzlicher Endophyt in Blättern von *Quercus petraea* ermittelt, während der Askomyzet *Apiognomonía errabunda* (Rob.) Höhn. der häufigste Blattendophyt der Buche (*Fagus sylvatica*) ist (SIEBER und HUGENTOBLE 1987). Die nahe verwandte Art *A. quercina* (Kleb.) Höhn. ist nach *K. apocrypta* die zweithäufigste Art in Blättern der Traubeneiche (HALMSCHLAGER et al. 1993).

Pilzliche Blattendophyten erfüllen zum Teil positive Funktionen, u.a. als Antagonisten gallbildender Insekten (BUTIN 1992, WULF 1990), so daß sie für Untersuchungen mit Forstschuttmitteln als repräsentative und wichtige Arten gelten können. Weitere Pilzarten der Klasse Basidiomycetes, insbesondere Zersetzer und Mykorrhizha-Pilze, sollen in weiteren Untersuchungen verwendet werden.

#### Material und Methodik

Für die in-vitro-Versuche mit künstlichen Nährböden wurden die folgenden Pilzisolat verwendet:



Pilzart	Stamnummer	isoliert aus
<i>Pythium anandrum</i>	G-1731*	<i>Erica</i> sp.
<i>Kabatiella apocrypta</i>	F-K 7	Eichenblatt
<i>Apiognomonia errabunda</i>	F-A 282	Buchenblatt

\*freundlicherweise von Frau Dr. Brielmaier-Liebetanz, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau der BBA, zur Verfügung gestellt.

Als Nährböden für die Versuche diente bei *Pythium anandrum* SNA-Agar (NIRENBERG 1990), bei den anderen beiden Pilzarten 2% Malzextraktagar. Diesen Nährböden wurde, nach Abkühlung auf 45 °C, eine definierte Menge Dimilin, in sterilem H<sub>2</sub>O gelöst, zugegeben.

Die Errechnung praxisnaher Mittelkonzentrationen geschah folgendermaßen: Die empfohlene Aufwandmenge für forstliche Anwendungen beträgt 300 g Dimilin pro ha, wobei in der Praxis allerdings z.T. erheblich geringere Mengen ausgebracht werden. Für die vorliegende Untersuchung wurde der Extremfall angenommen, daß das Mittel, auf einem Hektar ausgebracht, lediglich den obersten Millimeter des jeweiligen Substrates (Boden bzw. Blätter) durchdringt. Bei 300 g pro ha ergibt sich unter der "worst case"-Annahme, daß der gesamte Wirkstoff auf den Boden gelangt, für jeden m<sup>2</sup> eine Dimilinbelastung von 30 mg. Da auf einem m<sup>2</sup> der oberste Millimeter ein Volumen von 1000 cm<sup>3</sup> hat, entsprechen 30 mg/m<sup>2</sup> gleichzeitig einem Zusatz von 30 mg Dimilin pro Liter (1000 cm<sup>3</sup>) Pilznährsubstrat.

Ausgehend von 30 mg/l Agar wurden vier weitere Konzentrationen geprüft, die der nachfolgenden Übersicht entnommen werden können:

Dosierung	Dimilinmenge mg/l Agar	entspricht Wirkstoff mg/l Agar
100facher Ausgangswert	3000	750
10facher Ausgangswert	300	75
Ausgangswert	30	7,5
1/10 des Ausgangswertes	3	0,75
1/100 des Ausgangswertes	0,3	0,075
Kontrolle	0,0	0,0

Alle Mittelmengen wurden für jeweils einen Liter Agar in 5 ml sterilem Leitungswasser (bei dem 100fachen Wert in 10 ml Wasser) gelöst und dem auf 45 °C abgekühlten Agar vor dem Gießen der Petrischalen zugesetzt.

Pro Variante und Pilzart wurden jeweils 7 Petrischalen mit einem myzelbewachsenen Agarstück (Durchmesser 3 mm) beimpft und bei diffusem Tageslicht und 20 °C zwei Wochen lang beobachtet. Nach dieser Zeit (für *Pythium anandrum* bereits nach vier Tagen) wurde als Gradmesser des vegetativen Wachstums der Koloniedurchmesser zweifach pro Pilzschale gemessen. Bei *Apiognomonium errabunda* und *Kabatiella apocrypta* wurden zusätzlich die Pigmentierung und die Qualität der Sporulation nach drei Wochen ausgewertet.

### Ergebnisse

Das vegetative Wachstum der Pilze wurde bei der 100fachen Mittelkonzentration (3000 mg/l) geringfügig negativ beeinflusst (Tab. 1). Allerdings war bei diesem Wert die dem Agar zugesetzte Mittelmenge bereits so hoch, daß der Agar eine weißliche Färbung annahm und in seiner Konsistenz beeinträchtigt war. Die geringfügig reduzierten Koloniedurchmesser von *Apiognomonium errabunda* bei 30 mg/l und 300 mg/l lassen

sich aufgrund der Varianz der Werte nicht sicher dem Dimilin-zusatz zuordnen.

Tab. 1: Vegetatives Myzelwachstum in Abhängigkeit unterschiedlicher Dimilinkonzentrationen des Agars (alle Werte stellen das Mittel aus jeweils 14 Messungen dar).

Dimilin-konzentration mg/l	Koloniedurchmesser in mm		
	<i>Pythium anandrum</i> <sup>1</sup>	<i>Kabatiella apocrypta</i> <sup>2</sup>	<i>Apiogomonia errabunda</i> <sup>2</sup>
3000	62,7	61,7	64,6
300	*	72,4	74,9
30	*	72,5	71,8
3	*	72,2	78,7
0,3	*	73,1	76,3
Kontrolle	*	73,1	77,1

\* Schalenrand erreicht

1 nach 4 Tagen bei 20 °C

2 nach 15 Tagen bei 20 °C

Beim hundertfachen Wert war bei *A. errabunda* die Anzahl der konidienbildenden Strukturen etwas verringert, die Konidienproduktion an sich war aber nicht beeinträchtigt. Bei *K. apocrypta*, der einzigen geprüften Pilzart mit einer nennenswerten Pigmentierung in Kultur, konnten gegenüber der Kontrolle keine Farbunterschiede festgestellt werden.

## Diskussion

Eine negative Beeinträchtigung der Kultureigenschaften der untersuchten Pilze bei praxisrelevanten Dimilinkonzentrationen kann nach den vorliegenden Ergebnissen nicht konstatiert werden. Eine deutliche Wachstumsdepression konnte erst bei Werten von 3000 mg/l ermittelt werden, einem Wert, bei dem die hohe Dimilinmenge bereits den Agar trübt. KELLER (1978), der von gewissen negativen Effekten von Dimilin auf einige insektenpathogene Pilzarten berichtete, ging bei seinen Versuchen von

der empfohlenen Verdünnung der Spritzbrühe aus und interpretierte einen Wert von 100 mg/l als praxisnah. Dieser Wert liegt aber bereits mehr als dreifach höher als unsere worst-case-Annahme, daß die auf einen Hektar ausgebrachte Dimilinmenge sich lediglich im obersten Millimeter des Bodens bzw. der Blätter konzentriert. Die beiden empfindlichsten Pilzarten in KELLERS Untersuchung, *Metarrhizium anisopliae* und *Beauveria tenella*, zeigten erste Effekte bei 100 mg/l und stärkere Effekte erst ab 1000 mg/l. Die vier von KELLER untersuchten Entomophthora-Arten hingegen zeigten Wachstumseffekte erst bei Konzentrationen von 10.000 mg/l, wobei die Konidienkeimung bei mittleren Konzentrationen durch Dimilin sogar stimuliert wurde.

Daß die meisten der von KELLER (1978) untersuchten Pilze negative Wachstumseffekte erst bei 10.000 mg Dimilin/l zeigten, paßt recht gut zu unseren Ergebnissen, die solche Effekte mit genügender Sicherheit erst ab 3000 mg/l demonstrieren. Sowohl die von KELLER untersuchten entomophagen Pilze als auch die von uns untersuchten *A. errabunda* und *K. apocrypta* dürfen zweifellos als wichtige Elemente der natürlichen Mykoflora von Laubholzbeständen gelten. Für beide Pilzgruppen sind selbst unter den von uns angenommenen worst-case-Bedingungen durch eine praxisübliche Bekämpfung mit Diflubenzuron keine negativen Effekte abzusehen. Weitere Versuche mit Pilzen aus der ökologischen Gruppe der Zersetzer und der Mykorrhiza werden zeigen, ob diese Aussage für die Waldmykoflora generalisiert werden kann.

#### Danksagung

Unser Dank gilt Frau Uta Scheidemann für ihre technische Assistentenz.

## Literatur

- ANONYMUS, 1975: Dimilin, a new larvicide interfering with cuticle deposition in insects. Paper by Philips-Duphar B.V. Agrobiological Laboratories, Proc. VIIIth Intern. Plant Protection Congr., Moscow, August 21-27, 1975.
- BUSCHINGER, A., 1993: Kein Dimilin mehr im Forst. Forst und Holz 48, 375-376.
- BUTIN, H., 1992: Effect of endophytic fungi from oak (*Quercus robur* L.) on mortality of leaf inhabiting gall insects. Eur. J. For. Path. 22, 237-246.
- HALMSCHLAGER, E.; BUTIN, H.; DONAUBAUER, E., 1993: Endophytische Pilze in Blättern und Zweigen von *Quercus petraea*. Eur. J. For. Path. 23, 51-63.
- KELLER, S., 1978: Untersuchungen über den Einfluß von Dimilin (Diflubenzuron) auf Wachstum und Konidienkeimung einiger insektenpathogener Pilze. Anz. Schädlingskde. Pflanzensch. Umweltsch. 51, 81-83.
- NIRENBERG, H.I., 1990: Recent advances in the taxonomy of *Fusarium*. Studies in Mycology 32, 91-101.
- SIEBER, T.N.; HUGENTOBLE, C., 1987: Endophytische Pilze in Blättern und Zweigen gesunder und geschädigter Buchen (*Fagus sylvatica* L.) Eur. J. For. Path. 17, 411-425.
- WEBER, H., 1993: Allgemeine Mykologie. Gustav Fischer Verlag, Jena/Stuttgart, 541 S.
- WULF, A., 1990: Über die Bedeutung von *Diplodina acerina* (Pass.) Sutton und anderen Blattpilzen als Antagonist der Fenstergallmücke *Dasineura vitrina* Kffr. an Bergahorn (*Acer pseudoplatanus* L.). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 42 (7), 97-102.

Antje Lischke  
Institut für Zoologie  
Technische Hochschule Darmstadt  
Schnittspahnstr. 3  
64287 Darmstadt

### **Auswirkungen eines Häutungshemmers und eines *Bacillus thuringiensis*-Präparates auf die Ameise *Leptothorax nylander* als Nicht-Zielorganismus**

#### **Einleitung**

Zur Bekämpfung von freifressenden Schmetterlingsraupen im Forst stehen u.a. DIMILIN, ein Häutungshemmer, und Präparate auf der Basis von *Bacillus thuringiensis* zu Verfügung. In parallel durchgeführten Versuchen mit DIMILIN und DIPEL, einem Präparat mit den Sporen und Kristalltoxinen von *B.t.* var. *kurstaki*, sollten die Auswirkungen auf *Leptothorax nylander* als Nicht-Zielorganismus im Labor und Freiland vergleichend untersucht werden. Durch das breitere Wirkungsspektrum und die gegenüber DIPEL höhere Persistenz (z.B. Skatulla & Kellner 1989) von DIMILIN ist der Einsatz dieses Mittels im Forst Gegenstand heftiger Diskussionen. Die Wirksamkeit von DIMILIN auf Parasiten und Prädatoren (Demolin 1978, Granett & Weseloh 1975, Horstmann 1982, Heynen 1983), auf die Honigbiene (Barker & Waller 1978, Sharaf El-Din et al. 1990, Dunk & Krysmanski 1987) und andere Nicht-Zielorganismen (Klenner 1990, Mulla et al. 1975, Doppelreiter 1979, Krüger & Schumann 1993) sind eindeutige Argumente gegen die Spezifität und Nützlingsschonung dieses Wirkstoffes. Andere Autoren geben jedoch eine weitgehende Schonung der Begleitfauna an (Hartinger 1976, Skatulla 1975, Altenkirch et al. 1983). Eine Zusammenstellung über Eigenschaften von DIMILIN findet sich bei Schwenke (1979). Bei der Behandlung mit DIPEL konnten keine negativen Effekte auf Parasiten und Krankheitserreger (Andreadis et al. 1983) nachgewiesen werden. Sonstige Untersuchungen über die Wirkungen von *Bacillus thuringiensis* auf Nicht-Zielorganismen liegen mit der Varietät *thuringiensis* vor (Lange 1966, Kneitz 1966). Auswirkungen unterschiedlicher Toxine von *Bacillus thuringiensis* auf die Honigbiene sind bei Krieg (1973) beschrieben.

## Material und Methode

In den Labor- und Freilandversuchen wurden die Präparate DIMILIN und DIPEL verwendet. DIPEL besitzt als aktive Bestandteile Sporen und Kristalltoxine von *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Serotyp H 3a, 3b, Stamm HD 1). Es wird von Abbot Laboratories hergestellt und enthält 3,2 % Wirkstoff. DIMILIN 25 WP, von der Schering AG, enthält den als Häutungshemmer wirkenden Bestandteil Diflubenzuron [1-(4-chlorophenyl)-3-(2,6-difluorbenzoyl)harnstoff] (25 % Wirkstoffanteil).

### Laborversuche

Im Labor wurde durch die Verfütterung von mit Pflanzenschutzmitteln kontaminiertem Futter die Wirkung auf die Schmalbrustameise *Leptothorax (Myrafant) nylanderi* (Foerster, 1850) (Hym., Formicidae) untersucht. Die monogynen Kolonien mit höchstens einigen hundert Tieren siedeln am Boden von Eichen-, Eichenmisch- und Kiefernwäldern in kleinen Ästen, Baumstümpfen und Eicheln. In der Überwinterung befindliche Tiere wurden im März im Wald von Mörfelden und von Darmstadt eingesammelt und in die Laborhaltung übernommen. Die Haltung erfolgte in Dreikammernestern in Klimaschränken mit integriertem Temperatur- und Lichtprogramm (Buschinger 1974). Dreimal wöchentlich wurden die Nester überprüft und erhielten frisches Futter (Mehlkäferpuppen oder Küchenschaben und Honigwasser). In der Phase intensiver Fütterung der Brut wurde über einen Zeitraum von 11 oder 12 Tagen dem Futter Pflanzenschutzmittel zugefügt. Die verwendeten Konzentrationen sind in Tabelle 1. angegeben. Dabei wurde dem Honigwasser direkt die Menge des Präparates zugefügt. Das Protein wurde in einer entsprechenden Lösung 24 Stunden eingelegt und bis zur Verfütterung im Tiefkühlfach eines Kühlschranks bei minus 6° C aufbewahrt. Die Versuche erfolgten an weiselosen und weiselrichtigen Kolonien mit 25 oder 50 Tieren, die durch Aufteilung größerer Kolonien entstanden.

Tabelle 1.: Verwendete Konzentrationen bei den Laborversuchen

Präparat		Konz. im Honigwasser	Konz. im Protein	verfüttert (Tage)	Beobachtung (Tage)
DIPEL	A	0,3 %	0,75 %	11	66 bzw. 52
	B	0,75 %	0,75 %	12	59
	C	1,8 %	1,8 %	12	66
DIMILIN	A	0,6 %	0,6 %	12	77
	B	0,3 %	0,3 %	12	66

Die Kolonien wurden 8 - 11 Wochen beobachtet (siehe Tabelle 1.). Dabei wurden folgende Kriterien berücksichtigt: Mortalität der Arbeiterinnen, Aktivität der Arbeiterinnen, Auftreten der ersten Puppen, Weibchen, Männchen und frischgeschlüpften Arbeiterinnen. Bei den Versuchen DIPEL C und DIMILIN B wurde außerdem am 87. Tag nach Beginn der Verfütterung kontaminierten Futters die Brut überprüft, um Effekte auf die Fertilität der Ameisen zu überprüfen.

#### Freilanduntersuchung

Die parallel zu den Laborversuchen durchgeführten Freilanduntersuchungen erfolgten im Wald des Forstamtes Mörfelden-Walldorf. Beide Präparate wurden mit dem Helikopter mit einer Wasseraufwandmenge von 50 l/ha ausgebracht. Die Testflächen für DIPEL lagen im Stadtwald Keiſterbach, einem älteren Bestand von Traubeneichen (*Quercus petraea*). Die Applikation erfolgte am 12. Mai 1993 mit einer Aufwandmenge von 900 g/ha. Die DIMILIN-Applikation im Wald der Stadtwerke Mainz erfolgte am 11. Mai mit 150 g/ha. Hier handelt es sich um einen Mischbestand aus Roteiche (*Quercus rubra*) und Stieleiche (*Quercus robur*). In beiden Gebieten erfolgten vor und nach den Applikationen Kartierungen der Kolonien von *Leptothorax nylanderi* auf je 3 m<sup>2</sup>. Dabei wurden immer benachbarte Flächen verwendet. Die Kartierungen vor der Applikation wurden als Kontrolle verwendet. Die Kartierungen nach der Applikation erfolgten sechsmal innerhalb von 12 Wochen. In der Auswertung wurden nur weiselrichtige Nester berücksichtigt, die mehr als 5 Arbeiterinnen enthielten, um nur in ihrer Entwicklung stabilisierte Kolonien zu verwenden. Anhand dieser wurde a) eine Verteilung der Nester auf einer Testfläche von 3 m<sup>2</sup> angegeben und b) die durchschnittliche Anzahl von Arbeiterinnen und Entwicklungsstadien ermittelt. Die Kriterien wurden auf der Basis erster Auszählungen gewählt und lassen sich auch mit Angaben von Plateaux (1980 und 1986) begründen. Aufgrund der hohen Zahl der gefundenen Kolonien wurden in beiden Testgebieten nur die Kolonien von drei Testflächen genau ausgezählt.



Dabei mußte berücksichtigt werden, daß sich die Larven (L) vom Frühjahr bis in den Juni (nach 6 Wochen) zu Vorpuppen (Vp) und Puppen (P) entwickelt hatten und im August (nach 12 Wochen) bereits zum Teil das Imaginalstadium (Arbeiterinnen, Arb, Männchen, mm, und Weibchen, ff) erreicht hatten. Daraus ergab sich folgendes mathematisches Modell:

$$L_1 \approx Vp_2 + P_2 \approx Arb_3 - Arb_2 + Vp_3 + P_3 + mm_3 + ff_3$$

Index 1: Vor der Ausbringung 28./26. April

Index 2: 6 Wochen nach der Ausbringung 22./21. Juni

Index 3: 12 Wochen nach der Ausbringung 4./3. August

Im Herbst muß die Anzahl der neuen Larven mindestens so groß sein wie die im letzten Frühjahr:

$$L_1 \leq L_3$$

## Ergebnisse

### Laborversuche

Bei der Verfütterung von mit 0,6 % DIMILIN kontaminiertem Futter war eine signifikant erhöhte Mortalität der Arbeiterinnen festzustellen. Verhaltensänderungen waren bei den Arbeiterinnen nicht zu beobachten. Bei der Entwicklung der Brut begann nach der Behandlung mit DIPEL der Verpuppungszeitraum bis zu eine Woche früher als in den Kontrollkolonien. Durch eine Verlängerung der Puppenphase wurde der zeitliche Vorsprung wieder ausgeglichen, so daß die ersten geschlüpften Imaginalstadien in den behandelten und den Kontrollkolonien gleichzeitig auftraten. In DIMILIN-behandelten Kolonien konnten die ersten Anzeichen der Verpuppung gleichzeitig wie in den Kontrollkolonien beobachtet werden. Jedoch konnten die Vorpuppen die alte Exocuticula nicht verlassen. Innerhalb der alten, nicht abgestreiften Cuticula war an den Puppen schon die Pigmentierung der Augen zu erkennen (Abbildung 1.). Insgesamt befanden sich die Tiere in einem zerflossenen, deformierten Zustand. Keine einzige Larve erreichte das Puppenstadium. Die meisten Larven wurden in diesem Zustand aus dem Nest entfernt, die anderen vertrockneten im Nest. Die Tiere hatten zum Zeitpunkt der Puppenhäutung bereits 16 Tage kein kontaminiertes Futter mehr erhalten. Die wirksamen Bestandteile wurden also nicht metabolisiert oder direkt ausgeschieden, sondern verblieben über diesen Zeitraum im Körper.



Abbildung 1.: Drei gesunde und fünf deformierte, DIMILIN-geschädigte Vorpuppen von *Leptothorax nylanderi* (16 Tage nach der Verfütterung von kontaminiertem Futter).

Foto: Buschinger

Bei der Überprüfung der Brut aus den Nestern der Versuche DIPEL C und DIMILIN B wurden am 87. Tag nach Versuchsbeginn die Entwicklung der neuen Brut überprüft (Tabelle 2.). In den mit DIMILIN behandelten Kolonien betrug die Anzahl der Larven gegenüber den Kontrollkolonien nur 4,5 %.

Tabelle 2.: Anzahl neuer Brut in Kontrollkolonien sowie nach

	Behandlung mit DIPEL bzw. DIMILIN		
	Kontrolle	DIPEL	DIMILIN
Nest 1 50 (£)	215	105	1
Nest 2 50 (£)	103	39	3
Nest 3 25	69	92	9
Nest 4 25	54	80	7
Σ	441	316	20

Freilanduntersuchung

In beiden Gebieten war über den Beobachtungszeitraum (bis Anfang August) keine Veränderung in der Koloniedichte festzustellen. Die Durchschnittswerte der Entwicklungsstadien pro Nest sind in den Tabellen 3. und 4. zusammengefaßt.

Tabelle 3.: Vergleich der Durchschnittswerte aus den DIPEL-Testflächen

	Nester/3m <sup>2</sup>	Arb	L	Vp	P	mm	ff
vor	12	58, 3	69				
nach 6 Wo	16	41, 6	36, 3	15, 4	51, 7		
nach 12Wo	20	75, 2	69, 5	0,2	32, 1	2,2	

Tabelle 4.: Vergleich der Durchschnittswerte aus den DIMILIN-Testflächen

	Nester/3m <sup>2</sup>	Arb	L	Vp	P	mm	ff
vor	11	61, 4	85, 7				
nach 6 Wo	11	51, 4	41, 5	34, 3	48, 6		
nach 12 Wo	10	84, 4	91, 4	1,5	35	4,7	0,8

Die Berechnungen mit Hilfe des mathematischen Modells ergaben folgende Werte:

Für DIPEL:

Vor:  $L_1 = 69$

nach 6 Wo:  $Vp_2 + P_2 = 15,4 + 51,7 = 67,1$

nach 12 Wo:  $Arb_3 - Arb_2 + Vp_3 + P_3 + mm_3 + ff_3$   
 $= 75,2 - 41,6 + 0,2 + 32,1 + 2,2 + 0 = 68,1$   
 $L_3 = 69,5$

Für DIMILIN:

Vor:  $L_1 = 85,7$

nach 6 Wo:  $Vp_2 + P_2 = 34,3 + 48,6 = 82,9$

nach 12 Wo:  $Arb_3 - Arb_2 + Vp_3 + P_3 + mm_3 + ff_3$   
 $= 84,4 - 51,4 + 1,5 + 35 + 4,7 + 0,8 = 73,5$   
 $L_3 = 91,4$

Während bei der DIPEL-Testfläche nur ein geringer Rückgang der Entwicklungsstadien im Herbst zu erkennen war, betrug die Reduktion in der DIMILIN-Testfläche 14 % gegenüber den Erwartungen. In beiden Testflächen konnte nach diesen Berechnungen kein Einfluß auf die Produktion neuer Brut im Herbst festgestellt werden.

## Diskussion

### Versuche mit *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*

Für *Leptothorax nylanderi* ergaben sich unter den gegebenen Laborbedingungen keine negativen Beeinflussungen durch Kontamination des Futters mit DIPEL. Die frühere Verpuppung der Larven war bei den DIPEL-behandelten Kolonien auffällig; da die folgende Entwicklung wieder normal verlief, war letztendlich keine Schädigung festzustellen. Ob dieser Effekt tatsächlich auf die Wirkstoffe, Sporen und Kristalltoxin, oder auf die Zusatzstoffe im Handelspräparat zurückzuführen ist, müssen weitere Versuche zeigen. Im Gebiet der Stadtwerke Mainz konnte eine Beeinflussung der Dichte der Nester oder der Koloniegröße von *L. nylanderi* nicht festgestellt werden. Auch das mathematische Modell führte zu dem Ergebnis, daß DIPEL keine Effekte auf die Population von *L. nylanderi* hat. Die geringe Persistenz dieses *Bacillus thuringiensis*-Präparates ermöglicht Nicht-Zielorganismen ebenso wie Zielorganismen nur über kurze Zeit die Aufnahme des Präparates. Aufgrund der relativ kühlen Witterung nach der diesjährigen Ausbringung von DIPEL (durchschnittlich 14 °C vom 13. bis 16.5.1993, Angabe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, Meßstation Raunheim) war keine hohe Aufnahme von Sporen und  $\delta$ -Endotoxin durch ektotherme Tiere zu erwarten.

Kneitz (1966) und Lange (1966) stellten keine Auswirkungen des Handelspräparates Biospor 2802 Hoechst (Wirkstoff: *B.t.* var. *thuringiensis*) auf Waldameisen fest. Jedoch geht Lange nicht auf den Rückgang der Anzahl der Puppen in den behandelten Kolonien ein. Untersuchungen an *Apis mellifera* mit verschiedenen Varietäten des *B. thuringiensis* erbrachten nur mit dem kommerziellen Präparat Parasporin #276 eine signifikante Mortalität der Arbeiterinnen (Cantwell 1966). In Arbeiten von Krieg (1964, 1970, 1973) wird nur dem  $\delta$ -Exotoxin eine toxische Wirkung auf Bienen zugeschrieben; kommerzielle Präparate sind jedoch frei von diesem Toxin einiger nicht-sporulierter *B.t.*-Stämme. Nach Verfütterung von hohen Dosen eines *B.t.*-Präparates stellte Wilson (1962) keine Auswirkung auf die Brut von Bienen fest.

## Versuche mit DIMILIN

In den Laborversuchen konnte gezeigt werden, daß DIMILIN toxisch auf *Leptothorax nylanderi* wirkt. In den Nestern, die kontaminiertes Futter erhalten hatten, entwickelte sich keine einzige Larve bis zum Puppenstadium: das bedeutet, daß die Kolonie zumindest ein Jahr ohne neue Arbeiterinnen auskommen muß. Störungen des sozialen Gefüges, wie sie von Krüger & Schumann (1993) bei *Leptothorax acervorum* beobachtet wurden, traten hier nicht auf. Bei *L. acervorum* betrug die Mortalität der Brut ebenfalls 100 %, auch die Mortalität der Arbeiterinnen betrug in den behandelten Kolonien etwa 50 % gegenüber 20 % in den Kontrollkolonien (Krüger & Schumann 1993). Bei *Apis mellifera* wurden nach DIMILIN-Behandlung Verhaltensänderungen, geringere Aufnahme von Pollen und Zuckersirup, sowie das Entfernen der Brut aus den Waben beobachtet (Barker & Waller 1978). Sharaf El-Din et al. (1990) stellten Schädigungen bei Bienenlarven fest. Ein Rückgang von Laufkäfern in DIMILIN-behandelten Eichenmischwäldern ist bei Klenner (1990) beschrieben. Auch bei Collembola wird durch DIMILIN die Häutung gehemmt (Doppelreiter 1979). Einflüsse auf verschiedene Crustacea beobachteten Cunningham (1976) und Mulla et al. (1975).

Die Verminderung der durchschnittlichen Anzahl von Larven im Herbst um 95,5 % läßt deutlich erkennen, daß DIMILIN auch 74 Tage nach der Verfütterung noch seine Wirkung zeigt. Auswirkungen auf die Fertilität von *L. acervorum* beschreiben auch Krüger & Schumann (1993). Sterilisation der Imagines, Verminderung der Eizahl und geringere Schlupfraten wurden auch bei anderen Insektenarten beobachtet (Ahmad 1990, Weiss 1977, Mitlin et al. 1977, Skatulla 1989).

Die von v.d. Dunk & Krysmanski (1987) beschriebene Ausscheidung von DIMILIN zwei bis drei Tage nach der Aufnahme konnte durch den Einfluß auf die Fertilität 74 Tage nach der Behandlung und die gehemmte Häutung der Larven noch drei Wochen nach der DIMILIN-Behandlung eindeutig widerlegt werden. Solche längerfristigen Effekte sind auch bei Nölle et al. (1975) und Schwenke (1979) beschrieben, die nach Behandlung mit unterschwelligen Dosen noch eine normale Häutung, aber Schädigungen im nächsten Stadium beobachteten.

Bei den Bestandsaufnahmen im Freiland konnte eine Reduktion in der Brutentwicklung um 14 % festgestellt werden. Dieser Wert darf in seiner Aussagekraft jedoch nicht zu hoch bewertet werden, denn die Verringerung könnte auch andere Ursachen haben. Außerdem würde eine solche Reduktion in einem Jahr keinen längerfristigen Einfluß auf die *L. nylanderi*-Population ausüben. Es entwickelten sich auch in diesem Jahr Imagines

aller Kasten. Die Situation könnte sich durch mehrjährige Bekämpfungsmaßnahmen mit DIMILIN bzw. aufgrund der Persistenz verschlechtern. Die Beurteilung der Freilanduntersuchung in diesem Jahr wird durch späteinsetzende Effekte erschwert. Erst im Herbst werden die Ameisen mit der Hauptmenge des auf Blättern haftenden Wirkstoffes konfrontiert (Skatulla & Kellner 1989). Im nächsten Jahr könnten dadurch noch Auswirkungen auf die Ameisen erfolgen, da sich auch in den Laborversuchen schon eine langanhaltende Wirkung von DIMILIN zeigte. Ob auch im Freiland die aufgenommene Wirkstoffmenge ausreicht, um eine Eizahlverminderung zu bewirken, kann ebenfalls erst im späteren Herbst oder im nächsten Jahr untersucht werden. DIMILIN wurde aufgrund seiner Persistenz durch die kühle Witterung und die Niederschläge nach der Applikation jedoch nicht - vor der Möglichkeit von Ziel- und Nicht-Zielorganismen aufgenommen zu werden - inaktiviert. Bestätigt sich die Eizahlverminderung auch im Freiland, kann zumindest davon ausgegangen werden, daß auch die Reduktion der Brut diesen Jahres auf DIMILIN zurückzuführen ist. Durch solche, sich summierende Effekte ist wahrscheinlich die Beobachtung des Rückgangs von *L. acervorum* im Nürnberger Reichswald von Buschinger (mündl. Mitt.) einige Jahre nach der Applikation von DIMILIN zu begründen. Wirkungen auf Endoparasiten sind bei Granett & Weseloh (1975), Heynen (1983), Demolin (1978) und Horstmann (1982) beschrieben.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse bei *Leptothorax nylanderi* lassen sich die Zweifel, die bezüglich der Spezifität von DIMILIN gehegt werden, bestätigen. Die Ergebnisse von unterschiedlichen Arbeiten mit verschiedenen Arthropoden zeigen, daß DIMILIN ein weites Wirkungsspektrum besitzt. Das als Insektizid bezeichnete Mittel greift auch in die Chitinsynthese anderer Arthropoden ein. Damit ist zu vermuten, daß es auf einen grundlegenden Syntheseschritt, der ursprünglich und weitgehend einheitlich bei Arthropoden verläuft, oder auf hormoneller Ebene wirkt.

### Zusammenfassung

In Laborversuchen mit einem DIMILIN und einem *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*-Präparat (DIPEL 25 WP) wurden die Effekte auf die Ameise *Leptothorax nylanderi* als Nicht-Zielorganismus untersucht. Die Behandlung erfolgte durch Verfütterung von kontaminiertem Futter. Nach DIMILIN-Behandlung mit einer Konzentration von 0,6 % trat eine signifikant erhöhte Arbeiterinnenmortalität auf. Keine der Larven erreichte in den mit DIMILIN behandelten Kolonien das Puppenstadium; die Anzahl neuer Larven im

Herbst war um 95,5 % verringert. Nach der Verfütterung DIPEL-kontaminierten Futters begann die Verpuppung im Vergleich zu Kontrollkolonien verfrüht.

Im Freiland wurden die Auswirkungen auf *L. nylanderi* nach Hubschrauberapplikation von DIMILIN und DIPEL überprüft. Die Kriterien zur Überprüfung der Auswirkungen beider Präparate waren die durchschnittliche Nestgröße sowie die Koloniedichte. Hierfür wurden vor und in bestimmten zeitlichen Abständen bis 84 Tage nach der Applikation jeweils 3 m<sup>2</sup> große Testflächen kartiert. In den mit DIPEL behandelten Gebieten waren keine Auswirkungen festzustellen. Im DIMILIN-Testgebiet wurde mit Hilfe eines mathematischen Modells eine Reduktion der in diesem Jahr entwickelten Imagines um 14 % ermittelt. Aus dem diesjährigen Rückgang der Ameisenpopulation kann noch nicht sicher auf eine langfristige Dezimierung des Bestandes geschlossen werden. Aufgrund der Ergebnisse aus den Labor- und Freilandversuchen muß jedoch wegen der hohen Persistenz, und besonders bei mehrmaliger Applikation von DIMILIN, mit einem starken Rückgang der Population von *Leptothorax nylanderi* gerechnet werden. Dies sollte durch eine Fortsetzung der Versuche über einen längeren Zeitraum geprüft werden.

#### Literaturverzeichnis

- Ahmad, MD. E. (1992): Effect of Dimilin (diflubenzuron) on fecundity, fertility and progeny development of *Dysdercus cingulatus* (Hem., Pyrrhocoridae). - J. Appl. Entomol. 114, 138-142.
- Altenkirch, W., Heynen, C., Huang, P., Niemeyer, H. (1983): Versuche zur Einbeziehung Roter Waldameisen (*Formica polyctena* F.; Hym., Formicidae) in die Prüfung unerwünschter Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln. - Z. Pflanzenkr., Pflanzensch. 90 (4), 366-381.
- Andreadis, T.G., Dubois, N.R., Moore, R.E.B., Anderson, J.F., Lewis, F.B. (1983): Single applications of high concentrations of *Bacillus thuringiensis* for control of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) populations and their impact on parasitism and disease. - Journal Econ. Entomol. 76, 1417-1422.
- Barker, R.J., Waller, G.D. (1978): Effects of diflubenzuron wettable powder on caged honey bee colonies. - Environ. Entomol. 7, 534-535.
- Buschinger, A. (1974): Experimente und Beobachtungen zur Gründung und Entwicklung neuer Sozietäten der sklavenhaltenden Ameise *Harpagoxenus sublaevis* (Nyl.). - Insectes Soc. 21, 381-406.

- Cantwell, G.E, Knox, D.A., Lehnert, T., Michael, A.S. (1966): Mortality of the honey bee, *Apis mellifera*, in colonies treated with certain biological insecticides. - J. Invertebr. Pathology 8, 228-233.
- Cunningham, P.A. (1976): Effects of Dimilin (TH 6040) on reproduction in the brine shrimp, *Artemia salina*. - Environ. Entomol. 5, 701-705.
- Demolin, G. (1978): Action du Dimilin, sur les chenilles de *Lymantria dispar* L.: incidence sur les tachinaires endoparasites. - Ann. Sci. Forest 35 (3), 229-234.
- Doppelreiter, H. (1979): Untersuchungen über Artenspektrum, Verteilung und Biozidempfindlichkeit von Collembolen im Fichtenwaldboden. 2. Biozidempfindlichkeit. - Z. angew. Entomol. 88, 453-470.
- Dunk, K.v.d., Krysmanski, H. (1987): Dimilin oder natürliche Feinde? Gedanken zur Massenvermehrung von *Panolis flammea* in Kiefernmonokulturen. - Galathea, Berichte des Kreises Nürnberger Entomologen e.V., Band 3, Nürnberg, 56-64.
- Granett, J., Weseloh, R.M. (1975): Dimilin toxicity to the gypsy moth larval parasitoid, *Apanteles melanoscelus*. - J. Econ. Entomol. 68, 577-580.
- Hartinger, C. (1976): Zur Wirkung des Entwicklungshemmers Dimilin auf Gespinstmotten (*Yponomeuta* spp.) und ihre Parasiten. - Anz. Schädlingsk., Pflanzen., Umwelt. 49, 156-158.
- Heynen, C. (1983): Untersuchungen zum Einfluß des Chitinsynthesehemmers Dimilin auf zwei Wirt-Parasit-Systeme. - Dissertation, Göttingen.
- Horstmann, K. (1982): Auswirkung einer Bekämpfungsaktion mit Dimilin auf eine Eichenwickler-Population (Lep., Tortricidae) in Unterfranken. - Z. angew. Entomol. 94, 490-497.
- Klenner, M.F. (1990): Vergleichende Untersuchung der Laufkäferfauna Dimilin-behandelter und unbehandelter Eichenmischwälder der Westfälischen Bucht (Col., Carabidae). - Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 266, 279.
- Kneitz, G. (1966): Mitteilungen zur Wirkung von *Bacillus thuringiensis* auf Waldameisen (Hymenoptera, Formicidae). - Waldhygiene 6, 183-187.
- Krieg, A. (1964): Über die Bienenverträglichkeit verschiedener Industriepräparate des *Bacillus thuringiensis*. - Anzeiger für Schädlingskunde, vereinigt mit Schädlingsbekämpfung 3, 39-40.



- Krieg, A. (1970): Über die Differenzierung der Mäuse-Toxizität des *Bacillus cereus* und des *Bacillus thuringiensis* von der Mäuse-Pathogenität des *Bacillus anthracis*. - Zbl. Bakt., I. Abt. Orig. 215, 523-529.
- Krieg, A. (1973): Über die toxische Wirkung von *Bacillus cereus*- und *Bacillus thuringiensis*-Kulturen auf die Honigbiene (*Apis mellifera*). - Z. Pflanzenkr., Pflanzensch. 80, 483- 486.
- Krüger, K., Schumann, R.D. (1993): Effects of Dimilin, an insect growth regulator, on behavior, fertility and development of a non target organism, *Leptothorax acervorum* (Hym., Formicidae). - J. Appl. Entomol. 115, 526-531.
- Lange, R. (1966): Versuche mit *Bacillus thuringiensis* an der Kahlrückigen Waldameise. - Allgemeine Forstzeitschrift 21, 526.
- Mitlin, N., Wiygul, G., Haynes, J.W. (1977): Inhibition of DNA synthesis in boll weevils (*Anthonomus grandis* Boheman) sterilized by Dimilin. - Pestic. Bioch. Physiol. 7, 559-563.
- Mulla, M.S., Majori, G., Darwazeh, H.A. (1975): Effects of the Insect Growth Regulator Dimilin or TH-6040 on mosquitoes and some non-target organisms. - Mosquitoe News 35, 211-216.
- Nölle, H.-H., Busschbach, E.J. v., Verloop, A. (1975): Wirkungsweise und Anwendung des Insektizids Diflubenzuron. - Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 165, 161.
- Plateaux, L. (1980): Dynamique des sociétés de la fourmi *Leptothorax nylanderi* (Foerster). - Biologie - Écologie méditerranéenne 7, 195-196.
- Plateaux, L. (1986): Comparaison des cycles saisonniers, des durées des sociétés et des productions des trois espèces de fourmis *Leptothorax* (*Myrafant*) du groupe *nylanderi*. - Actes Coll. Insectes Sociaux 3, 221-234.
- Schwenke, W. (1979): Über die Rolle des Häutungshemmstoffes Dimilin im Waldschutz und Waldökosystem. - Anz. Schädlingsk., Pflanzen., Umwelt. 52, 97-102.
- Sharaf El-Din, H.A., El-Samni, M.A., Attia, M.B. (1990): Über latente Wirkungen einiger Insektenwachstumsregler auf das Körpergewicht von Arbeiterinnen der Honigbiene *Apis mellifera* L. var. *carnica* (Hym., Apidae). - Anz. Schädlingsk., Pflanzen., Umwelt. 63, 67-68.
- Skatulla, U. (1975): Über die Wirkung des Entwicklungshemmers Dimilin auf Forstinsekten. - Anz. Schädlingsk., Pflanzen., Umwelt. 48, 145-147.

- Skatulla, U. (1989): Eine Methode zur erfolgreichen Bekämpfung der kleinen Fichtenblattwespe, *Pristiphora abietina* (Christ.) (Hym., Tenthredinidae). - Anz. Schädlingsk., Pflanzen., Umwelt. 62, 156-157.
- Skatulla, U., Kellner, M. (1989): Zur Persistenz einiger Häutungshemmer auf Kiefernadeln. - Anz. Schädlingsk., Pflanzen., Umwelt. 62, 121-123.
- Weiss, M. (1977): Zur Wirkung von Dimilin auf Imagines und Eier des Erlenblattkäfers, *Agelastica alni* L. (Coleopt., Chrysomelidae). - Anz. Schädlingsk., Pflanzen., Umwelt. 50, 161-164.
- Wilson, W.T. (1962): Observations on the effects of feeding large quantities of *Bacillus thuringiensis* Berliner to honey bees. - J. Insect Pathology 4, 269-270.

Rolf Forster, Thomas Kampmann, Christine Kula

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft  
Fachgruppe Biologische Mittelprüfung

Gefährdungsabschätzung für eine Schwammspinnerbekämpfung mit chemischen und biologischen Pflanzenschutzmitteln in den Prüfbereichen Bodenfauna, Honigbiene und Nutzorganismen

1 Einleitung

Die rechtliche Grundlage für die Prüfung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf den Naturhaushalt ergibt sich aus dem Pflanzenschutzgesetz [PflSchG] vom 15. September 1986. Nach § 1 der Pflanzenschutzmittelverordnung vom 28. Juli 1987 werden im Rahmen der Zulassung Versuchsberichte über die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Bodenfauna, die Honigbiene und Nutzorganismen gefordert.

Da für die Bereiche Bodenfauna und Nutzorganismen erst seit wenigen Jahren Prüfanforderungen im Zulassungsverfahren bestehen, sind die Erkenntnisse nicht für alle Pflanzenschutzmittel, die für die Schwammspinnerbekämpfung ausgewiesen sind, gleichermaßen umfassend. Die im folgenden aufgeführten Ergebnisse zu den Auswirkungen der Pflanzenschutzmittel auf ein breites Spektrum von Prüforganismen stellen im wesentlichen interne Auswertungen der Zulassungsbehörde aus unveröffentlichten Prüfungsergebnissen dar und sollen der Darstellung eines ökotoxikologischen Profils der in Frage kommenden Wirkstoffgruppen dienen.

In der Regel werden im Rahmen der Zulassung nicht mehr als

sechs Prüfungen mit verschiedenen Nutzorganismen für jedes Pflanzenschutzmittel gefordert. In die Prüfung werden in der Regel nur solche Arten und Entwicklungsstadien einbezogen, für die standardisierte Prüfverfahren existieren, wie zum Beispiel die der Biologischen Bundesanstalt und der International Organization for Biological Control (IOBC). Sofern relevant, werden "life-cycle-tests" oder spezielle Entwicklungsstadien in die Prüfung einbezogen. Kriterium für die Auswahl der zu prüfenden Art ist neben der Relevanz einer Art die Wahrscheinlichkeit ihrer Exposition. Die Artenliste der Prüforganismen enthält jedoch nur wenige, speziell für den Forst relevante Nutzorganismen (BRASSE, 1989). Da die Auswahl der Arten begrenzt ist, ist die jeweils untersuchte Art nicht in jedem Fall in der angesprochenen Biozönose vertreten. Eine Beschreibung der für die oben genannte Indikation im Forst relevanten Nutzorganismen ist in diesem Band an anderer Stelle bei BATHON nachzulesen. Die Bewertung der Ergebnisse im Prüfbereich Nutzorganismen orientiert sich an der Klassifikation der IOBC-Arbeitsgruppe "Pesticides and Beneficial Organisms" (WPRS Bulletin, XI, 4, 1988).

Für Bodenorganismen ist zur Zeit nur die Prüfung an Regenwürmern im Zulassungsverfahren obligatorisch (KULA, 1992). Die in der Laborprüfung eingesetzte Art *Eisenia fetida* kommt nicht auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen vor. Mit Hilfe von Faktoren zur Übertragung der Ergebnisse auf andere Arten wird versucht, eine Aussage über alle auf diesen Flächen möglicherweise vorkommenden Arten zu treffen.

Die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Honigbiene, Nutzorganismen und die Primärzersetzer (Regenwürmer) innerhalb der Bodenfauna werden im Zulassungsverfahren getrennt bewertet. Die drei Prüfbereiche sollen hier jedoch gemeinsam darge-

stellt und diskutiert werden. Da die Prüfung der Auswirkungen primär der Ermittlung der akuten Effekte dient, können keine Aussagen bezüglich langfristiger Effekte getroffen werden. Die Problematik der Bioakkumulation und nahrungskettenbedingten Kontamination von Nutzorganismen und Regenwürmern wurde an anderer Stelle diskutiert (KULÁ, 1992; ROTHERT & FORSTER, 1992).

Eine Übersicht über die in dieser Auswertung herangezogenen Nichtzielorganismen findet sich in Tab. 1.

Tab. 1: Liste der Prüforganismen mit Zuordnung zu systematischen Gruppen

NICHTZIELORGANISMEN	GEPRÜFTE ARTEN (Entwicklungsstadien)
<b>Honigbiene</b>	<i>Apis mellifera</i> (Adulte, Brut)
<b>Nutzarthropoden</b>	(Adulte, Larven, Entwicklungszyklus)
<u>Parasitoide</u>	
Hymenoptera (Hautflügler)	<i>Coccygomimus turionellae</i> , <i>Trichogramma cacoeciae</i>
Tachinidae (Raupefliegen)	<i>Pales pavidus</i>
<u>Prädatoren</u>	
Anthocoridae (Blumenwanzen)	<i>Anthocoris nemorum</i> , <i>Orius insidiosus</i>
Chrysopidae (Florfliegen)	<i>Chrysopa carnea</i>
Syrphidae (Schwebfliegen)	<i>Syrphus vitripennis</i>
Phytoseiidae (Raubmilben)	<i>Amblyseius potentillae</i> , <i>Typhlodromus pyri</i>
<u>Epigäische Raubarthropoden</u>	
Carabidae (Laufkäfer)	<i>Bembidion lampros</i> , <i>Poecilus cupreus</i>
<b>Bodenorganismen</b>	
Collembola (Springschwänze)	verschiedene Arten
Oribatida (Hornmilben)	verschiedene Arten
Lumbricidae (Regenwürmer)	<i>Eisenia fetida</i>

## 2 Exposition

Im Bereich Nutzorganismen wird in der Regel die in der Zulassung festgelegte höchste Aufwandmenge geprüft, so daß eine

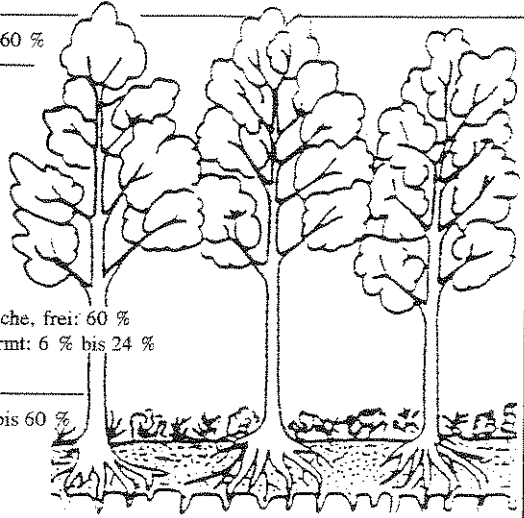
spezifische Expositionsabschätzung in den meisten Fällen nicht vorgenommen wird. Das kann bedeuten, daß die Bewertung der Auswirkungen eines Pflanzenschutzmittels anhand einer höheren Aufwandmenge erfolgt, als für den Einsatz im Forst vorgesehen ist. Für die vorliegende Situation einer Hubschrauberapplikation im Forst wird deshalb der Bewertung eine Expositionsabschätzung gegenübergestellt, um eine differenziertere Interpretation der einzelnen Ergebnisse zu ermöglichen.

Das Prinzip der Prüfung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Bodenorganismen, insbesondere Regenwürmer, ist ein Vergleich der im Labor oder auch im Freiland beobachteten Wirkung mit einer bekannten bzw. geschätzten Exposition. Die Expositionsabschätzung für Regenwürmer folgt einem Modell, das eine gleichmäßige Verteilung der die Bodenoberfläche erreichenden Pflanzenschutzmittelmenge in den oberen 2.5 cm des Bodens annimmt (KULA, 1992). Dabei wird von einer mittleren Bodendichte von  $1.5 \text{ g cm}^{-3}$  ausgegangen. Die auf diese Weise erhaltenen Expositionsdaten - bezogen auf Gewichtsanteile Boden - werden zu den Toxizitätsdaten in Beziehung gesetzt.

Für die Hubschrauberapplikation können aufgrund von Meßdaten (SYMONS, 1977; KÖHLER, 1983; CRABBE et al., 1985) Expositionsabschätzungen für verschiedene Straten des Waldes vorgenommen werden. So wurde bei der Applikation mit dem Hubschrauber ermittelt, daß in der Kronenregion der Bäume und auf der nicht von einer Laubschicht abgeschirmten Bodenoberfläche etwa 60 % der ausgebrachten Menge nachzuweisen ist. Bei Laubabschirmung wurden auf der Bodenoberfläche 6 % bis 24 % der ausgebrachten Menge gefunden (Tab. 2). Für eine Ermittlung der Exposition bis in 2.5 cm Bodentiefe wird daher mit 6 % bis 60 % der ausgebrachten Menge gerechnet.

Tab. 2: Deposition von Pflanzenschutzmitteln bei Hubschrauber-  
ausbringung im Forst

NICHTZIELORGANISMEN	DEPOSITION IN % DER AUSGEBRACHTEN MENGE
Honigbiene	Baumkrone: 60 %
<b>Nutzarthropoden</b> <u>Parasitoide</u> Hymenoptera (Hautflügler) Tachinidae (Raupenfliegen) <u>Prädatoren</u> Anthocoridae (Blumenwanzen) Chrysopidae (Florfliegen) Syrphidae (Schwebfliegen) Phytoseiidae (Raubmilben) <u>Epigäische Raubarthropoden</u> Carabidae (Laufkäfer)	Bodenoberfläche, frei: 60 % laubabgeschirmt: 6 % bis 24 %
<b>Bodenorganismen</b> Collembola (Springschwänze) Oribatida (Horumilben) Lumbricidae (Regenwürmer)	Boden: 6 % bis 60 %



### 3 Auswirkungen verschiedener zugelassener Pflanzenschutz- mittel zur Schwammspinnerbekämpfung

Die Bewertung der Prüfungsergebnisse bezieht sich im wesentlichen auf die im Zulassungsverfahren eingereichten Prüfberichte.

#### Bacillus thuringiensis var. kurstaki

Mittel: Dipel,

Aufwandmenge 900 g ha<sup>-1</sup> (= 28.8 g Wirkstoff [a.i.] ha<sup>-1</sup>)

Für *Bacillus thuringiensis* ergibt sich nach der oben genannten Expositionsannahme bei Hubschrauber-Ausbringung eine Mittel-

menge von 17.3 g a.i. ha<sup>-1</sup> in den Baumkronen und auf der freien Bodenoberfläche und von 1.7 g bis 6.9 g a.i. ha<sup>-1</sup> auf einer laubabgeschirmten Bodenoberfläche (Tab. 3). Für den Boden selbst ist nach dem derzeit gültigen Expositionsmodell mit 5 µg bis 18 µg a.i. kg<sup>-1</sup> Boden zu rechnen.

Pflanzenschutzmittel auf der Basis von *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* wirken selektiv gegen Lepidopteren. Nach oraler Aufnahme erfolgt eine Zerstörung des Darmepithels der Schmetterlingslarven, der ein baldiges Absterben der Larven folgt.

Tab. 3: Auswirkungen von *Bacillus thuringiensis* auf Nichtzielorganismen

<i>B. thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	Exposition	Effekte	Bewertung
Honigbiene <i>Apis mellifera</i> A/B	<u>Baumkrone: 17.3 g a.i. ha<sup>-1</sup></u> Feld: 64.0 g a.i. ha <sup>-1</sup>	±0	nichtbienengefährlich
<b>Nutzarthropoden</b>			
<u>Parasitoide</u>			
<i>C. turionellae</i> A	Labor: 8.0 g a.i. ha <sup>-1</sup>	< 50 %	nichtschädigend
<i>T. cacoeciae</i> A	Labor: 4.8 g a.i. ha <sup>-1</sup>	< 50 %	nichtschädigend
<i>P. pavidus</i> A	Labor: 6.4 g a.i. ha <sup>-1</sup>	< 50 %	nichtschädigend
<u>Prädatoren</u>			
<i>C. carnea</i> L	Labor: 6.4 g a.i. ha <sup>-1</sup>	< 50 %	nichtschädigend
<i>S. vitripennis</i> L	Labor: 9.6 g a.i. ha <sup>-1</sup>	< 80 %	schwachschädigend
<i>A. potentillae</i> A/E	Labor: 6.4 g a.i. ha <sup>-1</sup>	< 50 %	nichtschädigend
<u>Epigäische Raubarthropoden</u>	<u>Bodenoberfläche, frei: 17.3 g a.i. ha<sup>-1</sup></u> <u>laubabgeschirmt: 1.7 - 6.9 g a.i. ha<sup>-1</sup></u> Labor: 850.0 g a.i. ha <sup>-1</sup>	< 50 %	nichtschädigend
<b>Bodenorganismen</b> Lumbricidae	<u>Boden: 5 - 18 µg a.i. kg<sup>-1</sup></u>	LC <sub>50</sub> > 1000 mg a.i. kg <sup>-1</sup>	nichtschädigend



Das Mittel ist als nichtbienengefährlich (B4) eingestuft. Für die in Tab. 3 aufgeführten Nutzorganismen wurde keine toxische Wirkung ermittelt. Lediglich Schwebfliegenlarven wurden schwach geschädigt.

Innerhalb der Bodentiere zeigte sich bei Regenwürmern im Laborversuch eine geringe akute Toxizität mit einer  $LC_{50}$  von über  $1000 \text{ mg kg}^{-1}$  Boden (Tab. 3). In verschiedenen Freilandversuchen mit unterschiedlichen Sporenkonzentrationen wurden keine Auswirkungen beobachtet.

Über mögliche Auswirkungen auf andere Bodentiere, zum Beispiel Springschwänze oder Milben, liegen keine Erkenntnisse vor.

#### Wirkstoff Diflubenzuron

Mittel: Dimilin 25 WP,

Aufwandmenge  $300 \text{ g ha}^{-1}$  (=  $75 \text{ g a.i. ha}^{-1}$ )

Für Dimilin ergibt sich bei einer mit dem Hubschrauber ausgebrachten Wirkstoffmenge von  $75 \text{ g Diflubenzuron}$  auf Baumkronen eine Exposition von  $45 \text{ g a.i. ha}^{-1}$  (Tab. 4). Für die freie, nicht laubabgeschirmte Bodenoberfläche ist ebenfalls eine Wirkstoffmenge von  $45 \text{ g a.i. ha}^{-1}$  anzunehmen. Für den laubabgeschirmten Boden wird von Wirkstoffmengen zwischen  $4.5 \text{ g}$  und  $18 \text{ g a.i. ha}^{-1}$  ausgegangen.

Für den Boden selbst ergeben sich nach dem oben dargestellten Expositionsmodell geschätzte Wirkstoffmengen von  $0.01 \text{ mg}$  bis  $0.1 \text{ mg a.i. kg}^{-1}$  Boden.

Der Wirkstoff Diflubenzuron greift bei Arthropoden als Häutungshemmer in die Chitinbiosynthese ein. Die Kontamination der Tiere erfolgt insbesondere durch die orale Aufnahme des Mittels.

Dimilin zeigte bei der höchsten durch die Zulassung festgelegten Dosierung im Labor und im Freiland keine Auswirkungen auf die Honigbiene und konnte als nicht bienengefährlich (B4) eingestuft werden (Tab. 4).

Tab. 4: Auswirkungen von Diflubenzuron auf Nichtzielorganismen

DIFLUBENZURON	Exposition	Effekte	Bewertung
<b>Honigbiene</b> <i>Apis mellifera</i> A/B	<b>Baumkrone: 45.0 g a.i. ha<sup>-1</sup></b> Feld: 240.0 g a.i. ha <sup>-1</sup>	±0	nichtbienengefährlich
<b>Nutzarthropoden</b> <u>Parasitoide</u> <i>C. turionellae</i> A <i>T. cacoeciae</i> A/L <i>P. pavidus</i> A	Labor: 31.25 g a.i. ha <sup>-1</sup> Labor: 18.75 g a.i. ha <sup>-1</sup> Labor: 25.0 g a.i. ha <sup>-1</sup>	< 50 % < 50 % < 50 %	nichtschädigend nichtschädigend nichtschädigend
<u>Prädatoren</u> <i>A. nemorum</i> <i>C. carnea</i> L <i>S. vitripennis</i> L <i>A. potentillae</i> A/E	Feld: 75.0 g a.i. ha <sup>-1</sup> Labor: 25.0 g a.i. ha <sup>-1</sup> Labor: 37.5 g a.i. ha <sup>-1</sup> Labor: 25.0 g a.i. ha <sup>-1</sup>	< 50 % > 99 % < 50 % < 50 %	nichtschädigend schädigend nichtschädigend nichtschädigend
<u>Epigäische Raubarthropoden</u> <i>P. cupreus</i> A/L	<b>Bodenoberfläche, frei: 45.0 g a.i. ha<sup>-1</sup></b> <b>laubabgeschirmt: 4.5 - 18.0 g a.i. ha<sup>-1</sup></b> Labor: 300.0 g a.i. ha <sup>-1</sup>	< 50 %	nichtschädigend
<b>Bodenorganismen</b> Collembola  Oribatida Lumbricidae	<b>Boden: 0.01 - 0.1 mg a.i. kg<sup>-1</sup></b>	LC <sub>50</sub> 0.5 - 8.0 mg kg <sup>-1</sup>  LC <sub>50</sub> > 1000 mg a.i. kg <sup>-1</sup>	für einzelne Arten schädigend nichtschädigend nichtschädigend

Bei einigen geprüften Nutzarthropoden zeigte sich im Laborversuch durch Dimilin keine Schädigung. Stark schädigend wirkte das Mittel dagegen auf die Florfliege *Chrysopa carnea*.

Springschwänze (Collembola) spielen eine wichtige Rolle bei der Zersetzung organischen Materials. Sie leben im Wald in den einzelnen Schichten der Streu und des Mineralbodens, kommen

aber auch in vielen verschiedenen Arten in der Krautschicht und an Baumstämmen vor. Collembolen häuten sich in ihrem Leben bis zu 50 mal - auch im Imaginalstadium. Deshalb können sie von Häutungshemmern besonders beeinträchtigt werden. Die Symptome reichen von einer oviziden Wirkung bis zu Verhaltensauffälligkeiten nach erfolgter Häutung bzw. Hemmung der Häutung und darauffolgendem Absterben der Tiere (DOPPELREITER, 1979). Es existieren große Unterschiede in der Empfindlichkeit verschiedener Collembolenarten gegenüber Dimilin. Besonders die Art *Isotomiella minor* zeigte bereits im ng-Bereich des Mittels irreversible Schäden. Von sieben im Labor geprüften Arten reagierten vier empfindlich (KÖHLER, 1983). Die  $LC_{50}$  lag für diese Arten zwischen 0.5 mg und 8 mg  $kg^{-1}$  Boden.

Im Freiland mit einer Applikation von 75 g a.i.  $ha^{-1}$  auf die Bodenoberfläche kam es über einen Zeitraum von vier Monaten zu starken Dezimierungen verschiedener Collembolenarten. Betroffen waren insbesondere die beiden sensiblen Arten *Isotomiella minor* und *Folsomia quadrioculata*. Die Reduktion der Abundanz dieser beiden Arten führte zu einer Verdoppelung bzw. Verdreifachung von *Mesaphorura*- bzw. *Onychiurus*-Arten und ergab eine Veränderung der gesamten Struktur der Collembolenzönose auf der Versuchsfläche (KÖHLER, 1983).

Da teilweise erhebliche Individuenzahlen von Collembolen am Stamm in zwei bis vier Meter Höhe vorkommen (KAMPMANN, 1987), können empfindliche Arten durch am Stamm ablaufendes Dimilinhaltiges Wasser geschädigt werden.

Verschiedene Hornmilbenarten, die ebenfalls untersucht wurden, zeigten keine Schädigung durch Dimilin (KÖHLER, 1983).

Auf Regenwürmer wirkte Dimilin im Laborversuch nicht toxisch. Die Spanne zwischen Exposition und Wirkung war so hoch, daß

auch für die nicht geprüften Arten eine akute Schädigung mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann. Erfahrungen aus dem Freiland liegen nicht vor.

#### Wirkstoff Triflumuron

Mittel: Alsystin flüssig,  
Aufwandmenge 100 ml ha<sup>-1</sup> (= 48 g a.i. ha<sup>-1</sup>)

Für den Wirkstoff Triflumuron ist bei Ausbringung mittels Hub-schrauber mit einer Exposition von 28.8 g a.i. ha<sup>-1</sup> in den Baumkronen und auf der freien Bodenoberfläche zu rechnen (Tab. 5). Für die laubabgeschirmte Bodenoberfläche ergeben sich Werte von 2.9 g bis 11.6 g a.i. ha<sup>-1</sup>. Im Boden selbst wird von einer Exposition von 0.008 mg bis 0.08 mg a.i. kg<sup>-1</sup> Boden ausgegangen.

Triflumuron wirkt ebenfalls als Chitinsynthesehemmer. Für diesen relativ neuen Wirkstoff liegen insbesondere für die hier diskutierte Expositionssituation nur bedingt geeignete Unterlagen vor. Das Mittel Alsystin flüssig ist als bienengefährlich eingestuft (B1). Das Mittel wird bei den geprüften Aufwandmengen für alle untersuchten Blattlausprädatoren als schädigend eingestuft. Gegenüber den Entwicklungsstadien der Schlupfwespe *Trichogramma* zeigte sich eine nur schwache Wirkung. Auf den Laufkäfer *Poecilus cupreus* wirkte das Mittel nicht schädigend (Tab. 5).

Auf Regenwürmer wurde in Laborversuchen zur akuten Toxizität mit dem Wirkstoff und zwei verschiedenen Formulierungen keine akute Wirkung beobachtet.

Über eine eventuelle Wirkung auf andere Bodenorganismen liegen keine Informationen vor.

Tab. 5: Auswirkungen von Triflururon auf Nichtzielorganismen

TRIFLUMURON	Exposition	Effekte	Bewertung
Honigbiene <i>Apis mellifera</i> A/B	<u>Baumkrone: 28.8 g a.i. ha<sup>-1</sup></u> Zelt: 96.0 g a.i. ha <sup>-1</sup>		bienengefährlich
Nutzarthropoden <u>Parasitoide</u> <i>C. turionellae</i> A <i>T. cacoeciae</i> A/L	Labor: 60.0 g a.i. ha <sup>-1</sup> Labor: 30.0 g a.i. ha <sup>-1</sup>	< 50 % A < 50 % L < 50 %	nichtschädigend nichtschädigend nichtschädigend
<u>Prädatoren</u> <i>C. septempunctata</i> L <i>S. vitripennis</i> L <i>O. insidiosus</i> L	Labor: 235.0 g a.i. ha <sup>-1</sup> Labor: 300.0 g a.i. ha <sup>-1</sup> Labor: 300.0 g a.i. ha <sup>-1</sup>	> 99 % > 80 % > 90 %	schädigend schädigend schädigend
<u>Epigäische</u> <u>Raubarthropoden</u>  <i>P. cupreus</i> A/L	<u>Bodenoberfläche, frei: 28.8 g a.i. ha<sup>-1</sup></u>  <u>laubabgeschirmt: 2.9 - 11.6 g a.i. ha<sup>-1</sup></u> Labor: 300.0 g a.i. ha <sup>-1</sup>		
Bodenorganismen Lumbricidae	<u>Boden: 0.008 - 0.08 mg a.i. kg<sup>-1</sup></u>	LC <sub>50</sub> > 1000 mg a.i. kg <sup>-1</sup>	nichtschädigend

Wirkstoff Bromophos

Mittel: Nexion stark,  
Aufwandmenge 600 ml ha<sup>-1</sup> (= 228 g a.i. ha<sup>-1</sup>)

Für den Wirkstoff Bromophos wird eine Exposition von 136.8 g a.i. ha<sup>-1</sup> in den Baumkronen und auf der freien Bodenoberfläche angenommen (Tab. 6). Auf der laubabgeschirmten Bodenoberfläche ist mit 13.7 g bis 54.7 g a.i. ha<sup>-1</sup> zu rechnen. Für den Boden wird nach dem gültigen Expositionsmodell von einer Belastung von 0.04 mg bis 0.4 mg a.i. kg<sup>-1</sup> Boden ausgegangen.

Bromophos wirkt als Cholinesterasehemmer. Das Mittel Nexion stark ist für die Honigbiene und alle untersuchten Nutzorganismen nach Labor- und Halbfreilandversuchen als schädigend

einzustufen. Für Bodenorganismen liegen nur wenige, nicht richtliniengerechte Daten vor. In einem Laborversuch, der sich lediglich über sieben Tage erstreckte, zeigte sich eine mittlere Toxizität. Bei längerer Versuchsdauer und unter Einbeziehung der Reproduktion als Prüfparameter ergibt sich möglicherweise die Einstufung "schädigend".

Tab. 6: Auswirkungen von Bromophos auf Nichtzielorganismen

BROMOPHOS	Exposition	Effekte	Bewertung
<b>Honigbiene</b> <i>Apis mellifera</i>	<b>Baumkrone: 136.8 g a.i. ha<sup>-1</sup></b>	100 %	bienengefährlich
<b>Nutzarthropoden</b> <u>Parasitoide</u> <i>C. turionellae</i> A <i>T. cacoeciae</i> A/L	Labor: 149.0 g a.i. ha <sup>-1</sup> Labor: 99.4 g a.i. ha <sup>-1</sup>	> 99 % > 99 %	schädigend schädigend
<u>Prädatoren</u> <i>A. nemorum</i> L <i>C. carnea</i> L <i>S. vitripennis</i> L <i>T. pyri</i> E	Labor: 149.0 g a.i. ha <sup>-1</sup> Labor: 199.0 g a.i. ha <sup>-1</sup> Labor: 298.0 g a.i. ha <sup>-1</sup> Labor: 199.0 g a.i. ha <sup>-1</sup>	> 99 % > 99 % > 99 % > 99 %	schädigend schädigend schädigend schädigend
<u>Epigäische</u> <u>Raubarthropoden</u>  <i>B. lampros</i> A	<b>Bodenoberfläche, frei: 136.8 g a.i. ha<sup>-1</sup></b> <b>laubabgeschirmt: 13.7 - 54.7 g a.i. ha<sup>-1</sup></b> Labor: 596.0 g a.i. ha <sup>-1</sup>	> 99 %	schädigend
<b>Bodenorganismen</b> Lumbricidae	<b>Boden: 0.04 - 0.4 mg a.i. kg<sup>-1</sup></b>	LC <sub>50</sub> 7d 263 mg a.i. kg <sup>-1</sup>	schädigend ?

#### 4 Schlussfolgerungen

Ein Vergleich der vier verschiedenen Wirkstoffe hinsichtlich der Auswirkungen auf die Honigbiene, Nutzorganismen und Bodenfauna ist in Tab. 7 dargestellt. Da die Bewertung einiger Wirkstoffe nicht abgeschlossen ist, sind einzelne Einstufungen mit einem Fragezeichen versehen.

Tab. 7: Gefährdungsabschätzung für Nichtzielorganismen

NICHTZIELORGANISMEN	RANGFOLGE DER GEFÄHRDUNG
Honigbiene	B. thuringiensis = Diflubenzuron < Triflumuron ? << Bromophos
Nutzarthropoden Parasitoide Prädatoren Epigäische Raubarthropoden	B. thuringiensis = Diflubenzuron = Triflumuron << Bromophos B. thuringiensis < Diflubenzuron << Triflumuron ? < Bromophos B. thuringiensis = Diflubenzuron = Triflumuron << Bromophos
Bodenorganismen	B. thuringiensis < Diflubenzuron = Triflumuron ? << Bromophos ?

Das ökotoxikologische Profil der Pflanzenschutzmittel weist Präparate auf Basis von *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* hinsichtlich der Gefährdung von Nichtzielorganismen als weitgehend selektiv und vergleichsweise günstig aus. Eine geringere Selektivität und damit eine mittlere Stellung im Rahmen dieser Bewertung nehmen die diskutierten Insektenwachstumsregulatoren Diflubenzuron und Triflumuron ein. Bromophos, ein Wirkstoff mit einem vergleichsweise unspezifischen Wirkungsmechanismus, weist dagegen deutlich ungünstigere Eigenschaften bezüglich der hier angesprochenen Organismengruppen auf.

## 5 Literatur

- BRASSE, D. (1990): Einführung der obligatorischen Prüfung der Auswirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Nutzorganismen in das Zulassungsverfahren. - Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 42, 81-86.
- CRABBE, R. S., ELIAS, L., KRZYMIEN, M, DAVIE, S. (1985): New Brunswick forestry spray operations: Field study of ground deposition, wind drift and bystander exposure from agricultural aircraft spray emissions. - National Aeronautical Establishment Laboratory Report. NAE-AN-30, NRC NO. 24745.

- DOPPELREITER, H. (1979): Untersuchungen über Artenspektrum, Verteilung und Biocidempfindlichkeit von Collembolen im Fichtenwaldboden. - Z. ang. Ent., 88, 453-470.
- KAMPMANN, T. (1987): Untersuchungen an Collembolenzönosen in Wäldern der Bundesrepublik Deutschland. - Dissertation, Bonn.
- KÖHLER, U. (1983): Zur Wirkung des Häutungshemmstoffs Dimilin und des Pyrethroids Ambush auf bodenbewohnende Collembolen und Oribatiden. - Dissertation, München.
- KULA, C. (1992): Auswirkungen auf Regenwürmer. - In: Bewertung von Pflanzenschutzmitteln im Zulassungsverfahren. - Mitt. Biol. Bundesanstalt, H. 284, 98-104.
- KULA, C. (1992): Möglichkeiten der Prüfung und Bewertung der Bioakkumulation von Pflanzenschutzmitteln durch Regenwürmer. - In: WILKENING, A., KÖPP, H.: Prüfung und Bewertung der Bioakkumulationsneigung von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen. - Mitt. Biol. Bundesanstalt, H. 290, 104-111.
- ROTHERT, H., FORSTER, R. (1993): Möglichkeiten der Prüfung und Bewertung der Bioakkumulation von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen bei Nutzorganismen und Bienen. - In: WILKENING, A., KÖPP, H.: Prüfung und Bewertung der Bioakkumulationsneigung von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen. - Mitt. Biol. Bundesanstalt, H. 290, 112-116.
- SYMONS, P. E. K. (1977): Dispersal and toxicology of the insecticide fenitrothion: Predicting hazards of forest spraying. - Residue Rev., 68, 1-36.



**Rüdiger Spangenberg**

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft  
Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik  
Fachgruppe Biologische Mittelprüfung, Braunschweig

**Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln bei der Bekämpfung  
freifressender Schmetterlingsraupen im Forst auf Gewässer-  
organismen**

**Einleitung**

Nach § 15 Abs. 1 Nr. 3 PflSchG erfolgt die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels, wenn es bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung oder als Folge einer solchen Anwendung keine sonstigen Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt, hat, die nach dem wissenschaftlichen Erkenntnisstand nicht vertretbar sind.

Pflanzenschutzmittel können insbesondere durch Abdrift, Abschwemmung und mit Dränwasser in Oberflächengewässer gelangen und in Abhängigkeit von der Toxizität und der Konzentration die aquatische Biozönose gefährden. Nach den Bewertungsgrundsätzen für den Bereich der aquatischen Ökotoxikologie erfolgt die Risikoabschätzung nach der anwendungsgebietsbezogenen Expositionsermittlung. Kriterium für eine positive Bewertung ist dabei eine Unterschreitung der berechneten Umweltkonzentration (PEC) im Vergleich mit der ökotoxikologisch relevanten Konzentration (ERC). Dabei wird als ERC die "no observed effect concentration" (NOEC) des empfindlichsten Organismus aus dem der realen Exposition nahekommenden Test verwendet. Die PEC wird anwendungsgebietsbezogen in Abhängigkeit vom Mittelaufwand und der Anwendungstechnik für den direkten abdriftbeding-

ten Pflanzenschutzmitteleintrag für ein 30 cm tiefes Modellgewässer nach dem zwischen der BBA, dem UBA und dem IVA abgestimmten Abdriftmodell ermittelt.

Aus der Bewertung und Risikoabschätzung werden zum Schutz von Oberflächengewässern Kennzeichnungsauflagen, Abstandsauflagen und Anwendungsbestimmungen abgeleitet, um durch eine Verringerung des abdriftbedingten Eintrages von Pflanzenschutzmitteln mögliche negative Auswirkungen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit entsprechend dem Paraquat-Urteil auszuschließen.

#### **Bacillus thuringiensis**

Von *Bacillus thuringiensis* (B. t.) sind drei Pathotypen bekannt, die spezifisch auf Lepidopteren, Nematoceren und Coleopteren wirken. Bei der Bekämpfung von Forstschädlingen wird ausschließlich der lepidopterenpathogene Stamm B. t. var. kurstaki eingesetzt, der für Gewässerorganismen unproblematisch ist. Im Wasser erfolgt keine Vermehrung von B. thuringiensis. Durch ultraviolettes Licht werden die Keime inaktiviert. Eine Anreicherung der Bakterien im Sediment ist nicht zu erwarten, da sie durch andere Arten verdrängt und durch Sedimentorganismen abgebaut werden. B. t. var. kurstaki ist für Gewässerorganismen apathogen bzw. atoxisch. Eine Kennzeichnung ist aufgrund der Toxizitätsdaten (Tab. 1) nicht erforderlich. Die aufgeführten LC50- bzw. LC95-Werte von Chironomiden- und Culicidenlarven gelten für den Stamm B. t. var. israelensis, der spezifisch pathogen für Nematoceren ist.

#### **Bromophos**

Bromophos ist wie die meisten Organophosphor-Insektizide hoch toxisch für Gewässerorganismen, von denen die Culiciden am

empfindlichsten reagieren (Tab. 2). Im Vergleich zu anderen Phosphorsäureestern ist Bromophos auch für Fische sehr giftig. Bis zu Konzentrationen von 3 - 4 mg/l können sich jedoch Fische nach akuter Exposition durch Umsetzen in unbelastetes Wasser dauerhaft erholen. Fische reagieren auf letale Konzentrationen mit Erregungszuständen. Danach tritt eine starke Reaktionsverminderung ein. Die Fische taumeln, nehmen Seitenlage ein und die Atemfrequenz ist stark vermindert. Nach heftigen Schluckbewegungen tritt der Tod ein.

Zur Bioakkumulation von Bromophos liegen spezielle Angaben nicht vor. In der Annahme, daß keine wesentlichen Unterschiede zu anderen Phosphorsäureestern bestehen, dürfte die Gefahr einer chronischen Exposition durch eine Anreicherung in Gewässerorganismen bei einer raschen Aufnahme und Elimination mit Biokonzentrationsfaktoren (BCF) < 1000 und einer Halbwertszeit (DT50) von Stunden bis wenigen Tagen als gering eingeschätzt werden.

Nach den Toxizitätsdaten ist für Pflanzenschutzmittel mit dem Wirkstoff Bromophos die Kennzeichnungsaufgabe NW 264 - das Mittel ist giftig für Fische und Fischnährtiere - notwendig. Da Unterlagen zur Bewertung der Algentoxizität nicht vorliegen und bei anderen Organophosphor-Insektiziden eine toxische Wirkung auf Algen nachgewiesen ist, wird die Kennzeichnungsaufgabe NW 262 - das Mittel ist giftig für Algen - erforderlich.

Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln mit dem Wirkstoff Bromophos für Anwendungen im Forst läuft 1993 aus. Die bestehende Zulassung war mit der Abstandsauflage 230 - keine Anwendung auf stärker geneigten Flächen, von denen eindeutig die Gefahr einer Abschwemmung in Gewässer durch Regen oder Bewässerung gegeben ist; in jedem Falle ist eine Anwendung in unmittelbarer Nähe von Gewässern (5 - 10 m) auszuschließen - verbunden. Bei einer Expositionsabschätzung nach den zur Zeit

gültigen Kriterien würde für eine erneute Zulassung aufgrund der hohen Toxizität gegenüber Fischnährtieren die Abstandsauf-  
lage NW 600 - Forst 50 m - erteilt.

### **Phenylharnstoff-Insektizide**

Die Phenylharnstoffderivate Diflubenzuron, Teflubenzuron und Triflumuron wirken über die Blockierung der Chitinsynthese als Häutungshemmer auf Insektenlarven. Gewässerorganismen reagieren in Abhängigkeit von der systematischen Stellung, der Morphologie und dem Entwicklungsstadium sehr differenziert auf die Häutungshemmer. Die Wirkstoffe sind mit 21-d-NOEC-Werten von 0.0001 bis 0.008 mg/l hoch toxisch für Fischnährtiere (Tab. 3, 5, 6). Besonders empfindlich reagieren Cladoceren (Daphnien) und Trichopteren (Clistorina) und Amphipoden (Hyalella) sowohl bei akuter aber insbesondere bei verlängerter Exposition. Für eine Bewertung der toxischen Wirkung sollten Ergebnisse aus chronischen Untersuchungen herangezogen werden, da die vermehrungshemmenden Effekte erst in der 2. oder 3. Generation manifest werden können.

Beim Abbau von Phenylharnstoffderivaten im Wasser entstehen relevante Metabolite, deren akute Toxizität am Beispiel von Diflubenzuron (Tab. 4) jedoch als gering eingestuft werden kann. Die Wirkstoffe sind mit DT50-Werten von 44 Tagen bis zu > 1 Jahr im natürlich vorherrschendem pH-Bereich hydrolytisch stabil. Die Bioakkumulationsneigung ist für Fische bei einer raschen Aufnahme und schnellen Elimination mit BCF von 19 - 657 und DT50-Werten von 0.7 - 1.3 Tagen sowie nahezu vollständiger Ausscheidung unbedenklich. Interessant ist der bei Culiciden festgestellte BCF von 779 für Diflubenzuron (Tab. 3), der auf die Chitinaffinität hinweist und möglicherweise in Verbindung mit der chronischen Toxizität zu sehen ist. Phenylharnstoffderivate besitzen eine ausgeprägte Adsorptionsneigung

an Sediment. Für eine abschließende Bewertung der toxischen Auswirkungen sind Untersuchungen an Sedimentorganismen durchzuführen.

Aus der Bewertung der Toxizitätsdaten ergibt sich die Kennzeichnungsaufgabe NW 263 - das Mittel ist giftig für Fischnährtiere - für alle Mittel auf der Basis von Diflubenzuron, Teflubenzuron und Triflumuron. Bei der Expositionsabschätzung ist zu beachten, daß durch die Formulierung eine Toxizitätssteigerung erfolgt.

Diflubenzuron ist für Anwendungen im Forst mit der Abstandsaufgabe 230 - (5 bis 10 m) zugelassen. Für eine erneute Zulassung ist zum Schutz von Oberflächengewässern nach der Expositionsabschätzung die Abstandsaufgabe NW 600 - Forst 50 m - erforderlich.

Für Teflubenzuron erreicht die PEC erst in 50 m Entfernung zu Oberflächengewässern die ERC. Deshalb wird für Anwendungen im Forst die Abstandsaufgabe NW 600 - 50 m notwendig. Aufgrund der Beschränkung zur einmaligen jährlichen Anwendung in Verbindung mit der Aufgabe NW 200 - Anwendung nur in den in der Gebrauchsanleitung genannten Anwendungsgebieten und nur zu den hier beschriebenen Anwendungsbedingungen - sind unvermeidbare Auswirkungen auszuschließen.

Triflumuron weist von den Phenylharnstoffderivaten mit einer 21-d-Daphnien-NOEC von 0.008 mg/l die geringste Toxizität auf. Im Gegensatz zu Teflubenzuron reagieren Algen auf Triflumuron mit einer 14-d-NOEC von 0.025 mg/l empfindlich (NW 262). Triflumuron ist für Anwendungen im Forst mit der Abstandsaufgabe NW 600 - 50 m zugelassen. Bei der Applikation mit Luftfahrzeugen ist der Abstand zu Oberflächengewässern auf 100 m auszudehnen.

### Zusammenfassung

Anhand von Übersichtsdarstellungen werden die Auswirkungen auf Gewässerorganismen bei der Bekämpfung freifressender Schmetterlingsraupen im Forst mit den Pflanzenschutzmittelwirkstoffen *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, Bromophos, Diflubenzuron, Teflubenzuron und Triflumuron erläutert. Die zum Schutz von Oberflächengewässern vor sonstigen negativen Auswirkungen notwendigen Kennzeichnungs- und Abstandsaufgaben sowie Anwendungsbestimmungen werden aus der Bewertung der Toxizitätsdaten und der Expositionsabschätzung abgeleitet.

### Literatur

ANONYM: Unterlagen der Firma Shell Agrar zu den Wirkstoffen Bromophos und Teflubenzuron.

ANONYM: Unterlagen der Firma Bayer zum Wirkstoff Triflumuron.

ALABASTER, I. S. : Survival of fish in 164 herbicides, insecticides, fungicides, wetting agents and miscellaneous substances. *Int. Pest Control* 11 (1969) 2, S. 29 - 35.

EIDT, D. C. : Toxicity of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* to aquatic insects. *Can. Ent.* 117 (1985), S. 829 - 837.

FISCHER, S. A. und HALL, L. W. : Environmental concentrations and aquatic toxicity data on Diflubenzuron (Dimilin). *Critical Reviews in Toxicology* 22 (1992) 1, S. 45 - 79.


GANZELMEIER, M.; KÖPP, H.; SPANGENBERG, R. und STRELOKE, M. : Wann Pflanzenschutzmittel Abstandsaufgaben erhalten. *Pflanzenschutz-Praxis* (1993) 3, S. 14 - 15.


- JOHNSON, W. W. und FINLEY, M. T. : Handbook of acute toxicity of chemicals to fish and aquatic invertebrates. US Dep. Interior, Fish and Wildlife Service, Resource Publ. 137, Washington 1980.
- KÖPP, H. : Auswirkungen auf Gewässerorganismen. In: Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik: Bewertung von Pflanzenschutzmitteln im Zulassungsverfahren. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtsch., Berlin - Dahlem 284 (1992), S. 81 - 93.
- KRIEG, A. : *Bacillus thuringiensis*, ein mikrobielles Insektizid. Parey, Berlin und Hamburg, 1986.
- MULLA, M.; METCALF, R. L. und KATS, G. : Evaluation of new mosquito larvicides, with notes on resistant strains. Mosquito News 24 (1964) 3, S. 312 - 319.
- MULLA, M. S. : Toxicity of new insecticides to mosquito fish and other aquatic organisms. Mosquito News 26 (1966) 1, S. 87 - 91.
- PORTER, C. H. und GOJMERAC, W. L. : Field observations with Abate and Bromophos: Their effects on mosquitoes and aquatic arthropods in a Wisconsin park. Mosquito News 29 (1969) 4, S. 617 - 620.
- ROß, M. : Untersuchungen über die Reaktionen von Plötzen (*Rutilus rutilus*) auf sublethale Dosen von Bromophos. Diplomarbeit J. G.- Univ. Mainz, 1971.

Tabelle 1:

# Bacillus thuringiensis

## Auswirkungen auf Gewässerorganismen

Wasser: keine Vermehrung   
Inaktivierung durch UV-Licht  
Abbau durch Sedimentorganismen

Toxizität		96-h-LC50 (mg/l)*
	Wirbellose: Mollusken	> 180
	Tubificiden	> 180
	Daphnien	> 180
	Amphipoden	> 180
	Insekten	> 180
	Chironomiden	Freiland 0.5 - 1.8
	? Methodik	Labor 0.02
	Culiciden	LC95 0.1
Fische:	Regenbogenforelle	> 1000
	Lepomis	> 1000
Amphibien:	Rana esculenta	> 180
	Kaulquappen	1.8
Kennzeichnung:	keine	(NW263)
Abstandsauflage:	keine	(geringer Aufwand)

\* 0.1 ppm = ca. 1000 Sporen/ml



Tabelle 2:

# B R O M O P H O S

## Auswirkungen auf Wasserorganismen

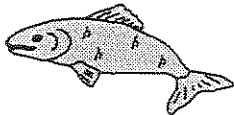

log. Po/w:		5.07
Wasserlöslichkeit:		40 mg/l
Hydrolyse:		DT50 40 - 70 d
Photolyse:		DT50 1.5 d
Verflüchtigung:		keine Daten (rel. hoch)
Biol. Abbau:		im Boden rasch, DT50 28 - 49 d
<b>Toxizität</b>		<b>LC50 (mg/l)</b>
Algen:		keine Daten
Wirbellose:		Daphnia >0.025
		Aedes 0.0076
		Culex 0.0083
Fische:		Guppy 0.5
		Harlekinfisch 0.6
		Edelsteinkärpfling 0.3
		Plötze 4.0
		Regenbogenforelle 0.05
Bioakkumulation:		keine Daten
		(Aufnahme und Elimination rasch, ? BCF <1000, DT50 Std - wenige Tage)
Kennzeichnung:		NW 262, NW 264
Abstandsaufgabe:		NW 600 - 50 m ( ? 100 m SLF)

Tabelle 3:

# DIFLUBENZURON

## Auswirkungen auf Gewässerorganismen

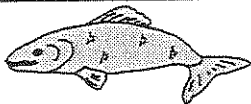

Wasserlöslichkeit:		0.1 mg/l
Hydrolyse:		stabil, DT50 150 - 44 - 8 d
Photolyse:		DT50 81 h
Verflüchtigung:		gering
Biolog. Abbau:		im Abwasser gering
log Po/w:		3.89
Adsorption:		ausgeprägt an Sediment
<b>Toxizität</b>		48-96-h-LC50 21-d-NOEC (mg/l)
Algen:	Sce. subsp.	keine Daten (gering)
	Wirbellose: Daphnia	0.004 —
	Hyaella	0.001 —
	Chironomus	0.560 —
	Clistorina	30-d-LC50 0.0001
Fische:	Regenbogenf.	>50.0 >0.3
Bioakkumulation:		schnelle Aufnahme und Elimination
		BCF-Culex 779 (Chitinaffinität) BCF-Fisch 19
Kennzeichnung:	NW 263	
Abstandsauflage:	230 - 5 bis 10 m	
	NW600 - 50 m	

Tabelle 4:

# DIFLUBENZURON

## Auswirkungen auf Gewässerorganismen

### Metaboliten - Toxizität

48-96-h-LC50 (mg/l)

#### 4-Chlorphenylharnstoff

Chironomus	> 100
Regenbogenforelle	72
Pimephales	> 100
Lepomis	> 100

#### 2-6 Difluorbenzoesäure

Chironomus	> 100
Regenbogenforelle	> 100
Pimephales	69
Lepomis	> 100

#### 4-Chloranilin

Chironomus	43
Regenbogenforelle	14
Pimephales	12
Lepomis	2.4



#### p-Chlorphenylharnstoff

Lepomis	Biokonzentration keine Aufnahme bei Exposition in 0.1 mg/l über 24 Std.
---------	---

Tabelle 5:

# TEFLUBENZURON

## Auswirkungen auf Gewässerorganismen

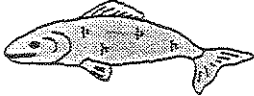
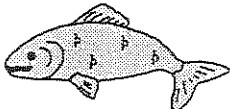
Wasserlöslichkeit:		0.01 mg/l
Hydrolyse:	stabil, DT50 > 70 Jahre - 8 Mon.	
Photolyse:	stabil	
Verflüchtigung:	gering	
Biolog. Abbau:	DT50 Abwasser 7 d, W/S 49 d	
log Po/w:	4.30	
Adsorption:	ausgeprägt	
<b>Toxizität</b>	21-d-NOEC	(mg/l)
Algen:	Scenedesmus sub.	250.0
Wirbellose:	Daphnia	0.0001
Fische:	Regenbogenforelle	a.i. 15.0
Bioakkumulation:	schnelle Aufnahme am 1. d, BCF 640 Elimination biphasisch, DT50 0.7 d, DT90 3 d	
Kennzeichnung:	NW 263 NW 200	
Abstandsauflage:	NW 600 - 50 m Bußgeld, Vollziehung	

Tabelle 6:

# TRIFLUMURON

## Auswirkungen auf Gewässerorganismen

Wasserlöslichkeit:		0.025 mg/l
Hydrolyse:	stabil, DT50 > 1 Jahr	
Photolyse:	DT50 12 Tage	
Verflüchtigung:	DT50 12 Tage - 1 Jahr	
Biolog. Abbau:	DT50 aer. 42 d, anaer. 150 d	
log Po/w:	4.31	
Adsorption:	95 % an Sediment in 1 Tag	
<b>Toxizität</b>	<b>14 - 28-d-NOEC</b>	<b>(mg/l)</b>
Algen:	Scenedesmus sub.	0.025
Wirbellose:	Daphnia	0.008
Fische:	Regenbogenforelle	a.i. 12.7
Bioakkumulation:	Aufnahme rasch, Plateau nach 10 d, BCF 657, Elimination schnell, DT50 1.3 d,	
Kennzeichnung:	NW 262 NW 263	
Abstandsauflage:	NW 600 - 30 m ( 100 m )	
	Bußgeld, Vollziehung	

Gerhard Joermann

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft  
Fachgruppe Biologische Mittelprüfung

**Auswirkungen der Schwammspinnerbekämpfung mit chemischen und biologischen Pflanzenschutzmitteln auf Säugetiere und Vögel**

Bei der Bekämpfung freifressender Schmetterlingsraupen mit Pflanzenschutzmitteln läßt es sich nicht vermeiden, daß Vögel und Säugetiere mit dem verwendeten Mittel in Berührung kommen. Während der Anwendung können die Tiere von dem Sprühnebel getroffen werden, besonders bei Anwendungen aus der Luft. Nach der Applikation ist eine orale Exposition über kontaminiertes Futter möglich. Es ist deshalb zu prüfen, ob bei der zu erwartenden Exposition toxische Wirkungen auftreten können. Außer direkten toxischen Wirkungen sind auch indirekte Wirkungen zu betrachten, wobei hier die Beeinflussung des Nahrungsangebotes für insektivore Tiere im Vordergrund steht.

**Diflubenzuron**

Diflubenzuron ist der älteste Wirkstoff aus der Gruppe der häutungshemmenden Benzoylphenylharnstoffe und deshalb besonders gut untersucht. Diflubenzuron entfaltet in Warmblütern keine spezifische toxische Wirkung, deshalb ist das Toxizitätsprofil sehr günstig (Tabelle 1). Die akut orale LD50 liegt fast immer über den höchsten getesteten Dosierungen. Die subakute Toxizität bei Vögeln - es handelt sich um einen 5-Tage-Fütterungsversuch zur Bestimmung der LC50 - ist gleichfalls gering (MAAS et al. 1980, HUDSON et al. 1984, RIEDEL und RIEDEL 1988; zur Säugertoxikologie siehe den Beitrag von GERICKE und SCHELL-SCHMIDT in diesem Heft). In Ein-Generationsversuchen konnten bis zu Futterkonzentrationen von 200 ppm bei Japanwachteln und 500 ppm bei Haushühnern keine reproduktionstoxischen Effekte

Tabelle 1: Toxizität des Wirkstoffs Diflubenzuron

Tierart	akut LD50 (mg/kg KGW)	subakut LC50 (ppm)	Reproduktion NOEC (ppm)
Ratte	>4640		
Stockente	>2000	>4640	
Japanwachtel	>750	>1000	200
Virginawachtel		>4640	
Rotschulterstärling	3762		
Haushuhn			500

festgestellt werden (RIEDEL und RIEDEL 1988, CECIL et al. 1981). Es ist technisch möglich, Diflubenzuron zur Kontrolle von Fliegen in Geflügelhaltungen zu verwenden, indem man es dem Futter zusetzt, denn der Wirkstoff wird zu einem hohen Anteil unverändert mit den Fäzes ausgeschieden. In diesem Zusammenhang wurden mehrere Fütterungsversuche mit Haushühnern und Fasanen durchgeführt. Auch diese Tests, mit Konzentrationen bis 250 ppm im Futter, ergaben keine Hinweise auf schädliche Effekte (KUBENA 1981, 1982; NIKODEMUSZ und IMRE 1980).

Um mögliche Auswirkungen beurteilen zu können, muß abgeschätzt werden, wie stark Vögel und Säuger bei Anwendungen von Dimilin 25 WP im Forst mit dem Wirkstoff im ungünstigsten Fall belastet werden. Die direkte Exposition durch den Sprühnebel läßt sich nur schwer quantifizieren. Bei einem Aufwand von 75 g Wirkstoff/ha = 0,75 µg/cm<sup>2</sup> wird ein Kleinvogel aber sicher nicht mehr als 20 µg Wirkstoff auffangen. Dies entspricht ca. 1 mg pro kg Körpergewicht und liegt weit unterhalb toxisch wirksamer Dosen. Der zweite relevante Expositionspfad besteht in der Aufnahme belasteten Futters. Insekten, sowohl die zu bekämpfenden Schädlinge als auch andere Arten, werden von vielen Vögeln gefressen. Im Bereich der pflanzlichen Nahrung ist an Triebe oder an Gräser und Kräuter auf Lichtungen zu denken, die von Hasen oder Rehwild gefressen werden. Zur Höhe der Rückstände liegen Messungen vor. So wurden nach praxisgemäßen Anwendungen von Dimilin 25 WP Rückstände in Blättern je nach Baumart

zwischen 5 und 28 mg/kg gemessen und in Raupen zwischen 2 und 78 mg/kg (jeweils bezogen auf Frischmasse). Zusätzlich wurden Laborversuche mit radioaktiv markiertem Wirkstoff durchgeführt, der sich in kleinen Proben besser bestimmen läßt. Der Rückstand in verschiedenen Raupen betrug hier 4-19 mg/kg (DeREEDE 1982; siehe auch den Beitrag von BANASIAK in diesem Heft). Diese Rückstandswerte liegen deutlich unterhalb der NOEC-Werte aus langfristigen Fütterungsversuchen mit Vögeln und Säugern.

Die Anwendung von Insektiziden verursacht in aller Regel einen Eingriff in das Nahrungsangebot insektivorer Tiere. Dieser indirekte Effekt ist bei einem Häutungshemmer wie Diflubenzuron allerdings nicht leicht zu überblicken. Wenn sich begiftete Insekten atypisch verhalten, indem sie z.B. ihr kryptisches Verhalten verlieren, können sie für Prädatoren vorübergehend leichter erreichbar werden. Später fallen sie dann aber als Nahrungsquelle aus. Je nach Häutungszyklus tritt die Wirkung bei den verschiedenen Insektenarten unterschiedlich schnell ein, so daß die Situation für insektenfressende Vögel wahrscheinlich nicht so dramatisch ist wie bei einem Mittel, das insgesamt schnell und breit wirkt.

Mehrere Feldversuche haben sich mit den Auswirkungen von Diflubenzuron auf Vögel näher befaßt (Tabelle 2). Es wurden entweder verschiedene Zensus-Methoden angewandt oder der Bruterfolg von Höhlenbrütern kontrolliert. Letztere Methoden erfassen zwar nur wenige Arten, sind in der Regel aber empfindlicher. In einem der Versuche trat eine erhöhte Nestlingsmortalität bei Trauerschnäppern auf (HAVELKA und RUGE 1988). Aus zeitlichen Gründen kann es sich dabei nicht um eine toxische Wirkung gehandelt haben. Die Autoren der Studie machen im wesentlichen einen Schlechtwettereinbruch für die Verluste verantwortlich. Vermutlich hat der Dimilin-Einsatz durch die Verminderung des Nahrungsangebots die Situation zusätzlich noch verschärft. Die Autoren möchten das Ergebnis jedenfalls nicht verallgemeinert



wissen. In den übrigen vier Studien waren keine Auswirkungen auf die Avifauna feststellbar.

Tabelle 2:

Feldversuche mit Dimilin zur Auswirkung auf Vögel;  
Kontrolle des Bruterfolgs (B) oder Zensusmethoden (Z);  
Quellen: HAVELKA und RUGE 1988 (1), DeREEDE 1982 (2),  
PEAKALL und BART 1983 (3)

Ort	Aufwand (g ai/ha)	Methode	Befund	Quelle
Baden-Württ.	2 x 150	B	Nestlings- mortalität	(1)
Niederlande	80-800	B	-	(2)
Brit.-Columbia	350	Z	-	(3)
Ontario	67	Z	-	(3)
Oregon	140-280	Z, B	-	(3)

#### Teflubenzuron und Triflumuron

Für die neueren Wirkstoffe Teflubenzuron und Triflumuron liegen noch nicht so viele Erfahrungen vor wie mit Diflubenzuron. Im Rahmen des Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel wurden jedoch alle erforderlichen Toxizitätsversuche durchgeführt. Dabei hat sich erwiesen, daß das toxikologische Profil dieser Wirkstoffe ähnlich günstig ist wie das von Diflubenzuron. Sie sind deshalb hinsichtlich der Auswirkungen auf Vögel und Säuger genauso so zu beurteilen wie Diflubenzuron, d.h. toxische Effekte lassen sich ausschließen, in Extremsituationen können insektenfressende Vogelarten jedoch unter der Nahrungsverknappung leiden.

#### Bacillus thuringiensis

Pflanzenschutzmittel auf der Basis von Mikroorganismen müssen, wie andere Mittel auch, im Rahmen des Zulassungsverfahrens hinsichtlich der Auswirkungen auf Vögel und Säuger getestet werden. Die Prüfung konzentriert sich in diesem Fall auf die Frage der Pathogenität. Tests an zahlreichen Vogel- und Säuger-

arten haben gezeigt, daß die verwendeten Stämme für Warmblüter nicht pathogen sind (KRIEG 1983, SAIK et al. 1990). Es werden auch sonst keine pathologischen Erscheinungen nach der Verabreichung beobachtet (siehe dazu den Beitrag von GERICKE und SCHELLSCHMIDT in diesem Heft). Direkte Auswirkungen auf Vögel und Säuger nach Einsatz von *Bacillus thuringiensis* kann man deshalb ausschließen. Hinsichtlich indirekter Wirkungen ist *Bacillus thuringiensis* wegen der hohen Selektivität vergleichsweise günstig zu beurteilen. Bei einer kontrollierten Anwendung in Kanada konnten keine Auswirkungen auf Vögel und Kleinsäuger festgestellt werden (BUCKNER et al. 1974).

#### Literatur

- BUCKNER, C.H., KINGSBURY, P.D., McLEOD, B.B., MORTENSEN, K.L. und RAY, D.G.H. (1974): Impact of aerial treatment on non-target organisms, Algonquin Park, Ontario and Spruce Woods, Manitoba. Canadian Forestry Service, Information Report CC-X-39, Ottawa, Ontario.
- CECIL, H.C., MILLER, R.W. und CORLEY, C. (1981): Feeding three insect growth regulators to white leghorn hens: Residues in eggs and tissues and effects on production and reproduction. *Poultry Sci.* 60, 2017-2027.
- DeREEDE, R.H. (1982): A field study on the possible impact of the insecticide diflubenzuron on insectivorous birds. *Agro-Ecosystems* 7, 327-342.
- HAVELKA, P. und RUGE, K. (1988): Auswirkungen der Bekämpfung des Waldmaikäfers (*Melolontha hippocastani* F.) im Forstbezirk Karlsruhe-Hardt auf die Avi-Fauna. *Mitt. Forstl. Versuchs- und Forschungsanst. Baden-Württemberg* 132, 117-139.
- HUDSON, R.H., TUCKER, R.K. und HAEGELE, M.A. (1984): Handbook of toxicity of pesticides to wildlife. 2. Aufl. U.S. Fish and Wildlife Service, Resource Publ. Nr. 153.
- KRIEG, A. (1983): Bekämpfung von Insekten im Pflanzenschutz mit *Bacillus thuringiensis*-Präparaten und deren Einfluß auf die Umwelt. 2. Mitteilung. *Anz. Schädlingkde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* 56, 41-52.
- KUBENA, L.F. (1981): The influence of diflubenzuron on several weight characteristics in growing male broiler and layer chickens. *Poultry Sci.* 60, 1175-1182.

- KUBENA, L.F. (1982): The influence of diflubenzuron on several reproductive characteristics in male and female layer-breed chickens. *Poultry Sci.* 61, 268-271.
- MAAS, W, van HES, R, GROSSCURT, A.C. und DEUL, D.H. (1980): Benzoylphenylurea insecticides. In: WEGLER, R. (Hrsg.): *Chemie der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel.* Springer, Berlin.
- NIKODEMUSZ, E. und IMRE, R. (1980): Einfluss eines 14-tägigen Fütterungsversuchs mit Dimilin 25 WP auf Fasanen (*Phasianus colchicus* L.) während der Fortpflanzungszeit. *Növényvedelem* 16, 443-448.
- PEAKALL, D.B. und BART, J.R. (1983): Impacts of aerial application of insecticides on forest birds. *Critical Reviews in Environmental Control* 13, 117-165.
- RIEDEL, B. und RIEDEL, M. (1988): Vogeltoxikologische Bewertung der Substitution chlororganischer Insektizide durch synthetische pyrethroide Wirkstoffe und Dimilin 25 WP. In: BEITZ, H. und RIEDEL, B. (Hrsg.): *Einfluß von Agrochemikalien auf die Populationsdynamik von Vogelarten in der Kulturlandschaft.* Festsymposium Seebach, S. 86-19.
- SAIK, J.E., LACEY, L.A. und LACEY, C.M. (1990): Safety of microbial insecticides to vertebrates - Domestic animals and wildlife. In: LAIRD, M., LACEY, L.A. und DAVIDSON, E.W. (Hrsg.): *Safety of microbial insecticides.* CRC Press, Boca Raton.

Sabine Gericke; Burkhardt Schellschmidt

Bundesgesundheitsamt, Abt. Pflanzenbehandlungs-, Schädlingsbekämpfungs- und  
Holzschutzmittel, Berlin

### Gesundheitliche Bewertung von Bacillus-thuringiensis-Präparaten und Häutungshemmern

#### 1. Einleitung

Die hier zur Debatte stehenden Mittel gegen freifressende Schmetterlingsraupen im Forst umfassen aus der Gruppe der biologischen Pflanzenschutzmittel (PSM) Bacillus thuringiensis (B.t.)-Präparate, die als Wirkstoff Bacillus thuringiensis var. kurstaki (B.t.k.) enthalten, sowie die auf Phenylharnstoff basierenden chemischen PSM Diflubenzuron, Triflumuron und Teflubenzuron.

Die gesundheitliche Bewertung durch das Bundesgesundheitsamt erfolgt auf der Basis der Zulassungsunterlagen, so wie sie von der BBA entsprechend den Richtlinien für die Prüfung von Pflanzenschutzmitteln im Zulassungsverfahren gefordert werden. Als nationale bzw. internationale Standards gelten hierbei die entsprechenden Empfehlungen der OECD für die Durchführung toxikologischer Untersuchungen einschließlich der Grundsätze der GLP (Gute Labor-Praxis).

Die Vorgaben gelten prinzipiell für alle Wirkstoffe unabhängig ob es sich bei den beantragten Mitteln um biologische oder chemische PSM handelt. Auch die EG versteht unter "Wirkstoffen" alle "Stoffe oder Mikroorganismen einschließlich Viren mit allgemeiner oder spezifischer Wirkung gegen Schadorganismen ...". Während die Richtlinien der BBA die biologischen PSM nicht ausdrücklich erwähnen, wird in der Richtlinie des Rates über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (91/414/EWG) in Anhang II ("Anforderungen an die Unterlagen zum Antrag auf Aufnahme eines Wirkstoffes in Anhang I": "Für die Verwendung in Pflanzenschutzmitteln zulässige

Wirkstoffe") und Anhang III (Anforderungen an die dem Antrag auf Zulassung eines Pflanzenschutzmittels beizufügenden Unterlagen) zwischen Teil A: Chemische Stoffe und Teil B: Mikroorganismen und Viren unterschieden und die spezifische Problematik bei den biologischen PSM hinsichtlich eventueller Pathogenität, Infektiosität, Allergenität sowie Ansteckungsfähigkeit bei Immunsuppression berücksichtigt. Sowohl in den Zulassungsrichtlinien Deutschlands als auch der EG (91/414/EWG) für biologische PSM sind jedoch keine spezifisch auf den Charakter dieser Wirkstoffe ausgelegten und detaillierten Anforderungen an die Prüfmethode einzelner Untersuchungen zu entnehmen, so daß die Vorgaben für die toxikologischen Untersuchungen von chemischen PSM unter dem Gesichtspunkt der erweiterten Zielstellung sinngemäß anzuwenden sind. Des öfteren kann der Umfang der in der Richtlinie aufgeführten toxikologischen Untersuchungen jedoch auf die Prüfung der akuten Toxizität (orale, dermale, inhalative und intraperitoneale Einzeldosis), der Haut- und Augenreizung, der Hautsensibilisierung und der Kurzzeittoxizität (90-Tage-Test) begrenzt werden, wenn die übrigen genannten Untersuchungen "aufgrund der Beschaffenheit des Wirkstoffes oder in Anbetracht der vorgesehenen Verwendungszwecke nicht erforderlich sind" bzw. "die betreffenden Informationen wissenschaftlich nicht erforderlich sind oder aus technischen Gründen nicht erteilt werden können" und eine entsprechende Begründung vorgelegt wird (siehe Einleitung zum Anhang II, 91/414/EWG).

Die EPA empfiehlt für die toxikologische Bewertung biologischer PSM (EPA Subdivision M Of The Pesticide Testing Guidelines: Microbial And Biochemical Pest Control Agents, July 1989) ein Vorgehen nach einem Stufenprogramm, wobei die weiteren Stufen des Untersuchungsprogramms jeweils von der beobachteten Toxizität in Relation zu Pathogenität und Infektiosität sowie Persistenz der Keime abhängig gemacht wird.

EPA Subdivision M Of The Pestizide Testing Guidelines:  
Microbial And Biochemical Pest Control Agents, July 1989

---

152 A Toxicology Guidelines For Microbial Pest Control Agents

- 152A-1 Overview
- 152A-2 Through 152A-9 [Reserved]

Tier I Testing

- 152A-10 Acute Oral Toxicity/Pathogenicity Study
- 152A-11 Acute Dermal Toxicity Study
- 152A-12 Acute Pulmonary Toxicity/Pathogenicity Study
- 152A-13 Acute Intravenous Toxicity/Pathogenicity Study
- 152A-14 Primary Eye Irritation/Infection Study
- 152A-15 Hypersensitivity Incidents
- 152A-16 Cell Culture Tests with Viral Pest Control Agents
- 152A-17 Through 152A-19 [Reserved]

Tier II Testing

- 152A-20 Acute Toxicity Study
- 152A-21 Subchronic Toxicity/Pathogenicity Studies

Tier III

- 152A-30 Reproductive and Fertility Effects
- 152A-31 Oncogenicity Study
- 152A-32 Immunodeficiency Studies
- 152A-33 Primate Infectivity/Pathogenicity Study

Die gesundheitliche Bewertung biologischer PSM ist jedoch noch weltweit ein viel diskutiertes Problem und bei dem derzeitigen Kenntnisstand muß in noch stärkerem Maße als bei den chemischen PSM, für deren Handhabung jahrzehntelange Erfahrungen vorliegen, jeder einzelne Wirkstoff für sich betrachtet werden.

2. Charakterisierung und toxikologische Bewertung der  
zugelassenen Wirkstoffe

2.1 Bacillus-thuringiensis

2.1.1 Charakterisierung

Bacillus thuringiensis Berliner ist ein natürlich vorkommendes gram-positives Bakterium, das u.a. die Fähigkeit besitzt, Endo- und Exotoxine zu bilden. Die im Forst eingesetzten Präparate enthalten vermehrungsfähige Sporen des B.t.k. und basieren auf der spezifisch toxischen Wirkung des während der Sporulation gebildeten delta-Endotoxins, einem Proteinkristall, gegen Schmetterlingsraupen. Konzentrationen und Dosierungen der Mittel werden als Sporengehalt bzw. Bakterieneinheiten/mg Wirkstoff oder als "colony forming units" (CFU) angegeben.

2.1.2 Toxikologische Daten

**Aufnahme, Verteilung, Ausscheidung**

In der Literatur vorliegende Untersuchungen zeigen, daß B.t.-Sporen den Darmtrakt von Warmblütern unverändert passieren und daß im Magen-Darm-Trakt vegetative Keime bis zu 90% reduziert sowie parasporale Endotoxinkristalle durch Proteinasen abgebaut werden.

**Akute Toxizität**

Ratte, oral

Applikation von  $2 \times 10^8$  CFU/Tier: keine Mortalität, keine klinischen Symptome, keine pathologischen Veränderungen, kein B.t.k. in Organen und Geweben, kontinuierliche Entfernung der Sporen aus dem Gastrointestinaltrakt

Ratte, intravenös

Gabe von  $4 \times 10^8$  CFU/Tier: keine Mortalität, unspezifische klinische Symptome nur unmittelbar nach der Applikation, Laborbefunde unauffällig; transient Splenomegalie sowie unspezifische reaktive Hepatitis; bis 50

Tage nach Gabe in untersuchten Organen und Geweben keine Vermehrung von B.t.k., sondern kontinuierliche Abnahme der Sporenzahl

Kaninchen und Ratte, dermal

Nach dermalen Verabreichung verschiedener B.t.k.-haltiger Präparate in Dosierungen bis zu  $10^{10}$  CFU/Tier keine klinischen Symptome sowie keine Mortalität beobachtet

Ratte, inhalativ

Staubaerosol des technischen B.t.k.-Produktes; Exposition (4 h) bis zu maximal  $10^8$  CFU/l Luft: nur während Exposition Unwohlsein, keine Mortalität, dosisabhängig entzündliche Reaktionen im Lungengewebe, bis 28 Tage nach Gabe vitale Sporen in den Lungen nachweisbar, jedoch keine Vermehrung

Wachtel und Stockente, oral

Gabe von täglich  $2 \times 10^{11}$  CFU/kg KG an 5 Tagen: keine klinischen Symptome, keine Mortalität, vollständige Elimination von B.t.k. innerhalb von 30 Tagen

In einer Reihe weiterer Untersuchungen mit oraler, intravenöser, intraperitonealer sowie subcutaner Verabreichung von B.t.k. oder B.t.k.-haltigen Präparaten an verschiedene Spezies zeigte sich, daß dieser Mikroorganismus für Säugetiere und Vögel apathogen und nicht invasiv ist.

Haut- und Augenreizung, Sensibilisierung

B.t.k. ist als Wirkstoff primär nicht haut- und nicht augenreizend und wirkt nicht sensibilisierend.

Subchronische Toxizität

Es liegen zwei Studien vor, in denen die B.t.k.-haltigen Präparate Thuricide (1981) bzw. Dipel (1973) an Ratten in Dosierungen bis  $10^9$  CFU/kg KG bzw. bis 8400 mg/kg KG täglich über 13 Wochen oral verabreicht wurden. In der klinischen Beobachtung und bei Labor- sowie pathologisch-histologischen Untersuchungen zeigten sich keine durch B.t.k. bedingten schädlichen Wirkungen. In Blut und Nieren wurden in keinem Falle Sporen nachgewiesen; während des Expositionszeitraumes waren Sporen in Lunge,



Leber und Milz vorhanden, die jedoch nach einer Nachbeobachtungsperiode von 30 d nicht mehr festzustellen waren.

#### **Chronische Toxizität, Kanzerogenität**

In einer Studie aus 1975 wurde das B.t.k.-haltige Präparat Dipel an Ratten in einer Dosierung von 8400 mg/kg KG täglich über zwei Jahre oral verabreicht. Außer einer verminderten Körpergewichtsentwicklung waren keine Effekte nachweisbar, und es traten keine erhöhten Tumorinzidenzen auf.

#### **Mutabilität**

Nach den vorliegenden Erkenntnissen zu B.t. ist eine Mutabilität zu für den Warmblüterorganismus pathogenen Keimen nicht wahrscheinlich, da dafür mehr als ein Mutationsereignis erforderlich wäre.

#### **Reproduktion, Teratogenität**

Es wurden keine Versuche durchgeführt. Beeinflussungen von Reproduktion und Nachkommenschaft sind wegen des beschriebenen Schicksals von Sporen, vitalen Keimen und parasporalen Proteinkristallen im Wirbeltierorganismus nicht zu erwarten.

#### **Landwirtschaftliche Nutztiere**

B.t.k.-haltige Präparate wurden in einer Reihe von Versuchen z.T. bis zu zwei Jahre an Schweine, Schafe, Legehennen sowie Küken verfüttert. Toxische Effekte, Mortalität sowie Beeinträchtigung der Leistung wurden nicht festgestellt.

#### **2.1.3 Gesundheitliche Bewertung**

Aus zahlreichen Berichten geht hervor, daß sich bei Personen, die in Herstellungsbetrieben zu *Bac. thuringiensis* exponiert waren, keine Hinweise auf Schädigungen ergaben. Bei Personen, die freiwillig Sporen aufgenommen hatten (oral bis  $1,5 \times 10^{10}$ ; inhalativ bis  $1,5 \times 10^9$  Sporenäquivalente), konnten bei klinisch-physiologischen Untersuchungen keine durch die Mikroorganismen verursachten schädlichen Wirkungen nachgewiesen werden.

ADI-Wert (WHO): keine Festlegung

DTA-Wert sowie Trinkwasser-Richtwert (BGA): keine Festlegung

Bezüglich Kanzerogenität, Mutagenität und Teratogenität liegen keine einstufige- oder kennzeichnungsrelevanten Eigenschaften vor. Eine Kennzeichnung der für die Anwendung im Forst zugelassenen Präparate hinsichtlich "Hinweise auf besondere Gefahren" (R-Sätze) oder "Sicherheitsratschläge" (S-Sätze) im Rahmen des Gesundheitsschutzes ist nicht erforderlich.

Die Erklärung des Einvernehmens mit der Zulassung von B.t.-Präparaten durch das BGA beinhaltet jedoch stets neben Festlegungen zum Anwendungsgebiet und Hinweisen für die Gebrauchsanleitung folgende "Voraussetzungen und Beschränkungen":

- Das Präparat darf keine säugerpathogenen oder bienenpathogenen Mikroorganismen enthalten. Es ist aus Reinkulturen von B.t. herzustellen.
- Das Präparat muß frei von Enterobacteriaceen und Staphylokokken sein.
- Das Präparat muß sich im Test auf Säugerpathogenität nach den US-Vorschriften als unschädlich erweisen.
- Bei jeder Neuanschaffung sind die zur Erfüllung der genannten Auflagen notwendigen Unterlagen vorzulegen. Das gleiche gilt, wenn von einem bereits zugelassenen B.t.-Präparat neue Produktionschargen in den Verkehr gebracht werden sollen.

## 2.2 Häutungshemmer

### 2.2.1 Diflubenzuron

#### 2.2.1.1 Charakterisierung

Diflubenzuron [1-(4-Chlorphenyl)-3-(2,6-difluorbenzoyl)-harnstoff] gehört zu den Phenylharnstoffderivaten. Es ist ein Insektizid mit Fraßgiftwirkung, das die Chitinbiosynthese hemmt. Diflubenzuron wird bevorzugt zur Bekämpfung beißender Insekten im Forst, an Ziergehölzen, im Obst- und

Gemüsebau angewendet.

#### 2.2.1.2 Toxikologische Daten

##### Aufnahme, Verteilung, Ausscheidung

Stoffwechseluntersuchungen wurden mit Ratten, Mäusen und zahlreichen Nutztieren durchgeführt. Diflubenzuron wurde nach oraler Aufnahme nur zum geringen Teil resorbiert. Der resorbierte Anteil der oral aufgenommenen Dosis verminderte sich mit ansteigender Dosis. Die höchsten Konzentrationen fanden sich in der Leber, den Nieren und im Fettgewebe. Die Hautresorption war vernachlässigbar gering. Hauptabbauweg bei Ratten und Kühen war eine Hydroxylierung der Phenylgruppe von Diflubenzuron. Es wurden 4-Chlor-3-hydroxydiflubenzuron, 2,6-Difluor-3-hydroxydiflubenzuron und 4-Chlor-2-hydroxydiflubenzuron als Hauptmetaboliten identifiziert. Bei Schweinen, Schafen und Hühner überweg die Spaltung der Harnstoffbrücke unter Bildung von 2,6-Difluorbenzoesäure, 4-Chlorphenylharnstoff und 4-Chloranilin. Die Ausscheidung erfolgte je nach Tierart und verabreichter Dosis unterschiedlich rasch. Bei Ratten und Schafen betrug die Halbwertszeit 12 Stunden, bei Kühen 18 - 20 Stunden. Eine kumulierende Wirkung wurde auch bei anderen Tierarten nicht beobachtet.

##### Akute Toxizität

###### Wirkstoff

LD<sub>50</sub>, oral: > 4640 mg/kg KG, Ratte

LD<sub>50</sub>, dermal: > 10000 mg/kg KG, Ratte

LC<sub>50</sub>, inhalativ: 30 mg/l (6 h)

###### Handelsprodukt (Dimilin 25 WP, wasserdispergierbares Pulver 25%)

LD<sub>50</sub>, oral: > 40000 mg/kg KG, Ratte

LD<sub>50</sub>, dermal: > 18560 mg/kg KG, Ratte

Vergiftungssymptome wurden nicht beobachtet.

**Haut- und Augenreizung, Sensibilisierung**

Wirkstoff

Hautreizwirkung: nicht reizend

Augenreizwirkung: gering reizend

Sensibilisierung: nicht sensibilisierend

Handelsprodukt (Dimilin 25 WP, wasserdispergierbares Pulver 25%)

Hautreizwirkung: nicht reizend

Augenreizwirkung: nicht reizend

Sensibilisierung: nicht sensibilisierend

**Chronische Toxizität, Kanzerogenität**

Langzeituntersuchungen wurden an Ratten, Mäusen und Hunden durchgeführt.

Zielorgan: Schädigung der Erythrozyten

Klinische Befunde: keine Veränderungen

Laborbefunde: Anstieg der Met- und Sulfhämoglobinkonzentration im Blut; verminderte Hämoglobinkonzentration, erhöhte Retikulozyten- und Thrombozytenzahl

Organbefunde: Leber- und Milzgewicht erhöht; extramedulläre Hämatopoese in der Leber und Milz, Siderose in der Milz und pigmentierte Kupfferzellen in der Leber

*Keine Hinweise auf kanzerogene Wirkung*

Dosis ohne Wirkung:

Ratte: 2 mg/kg KG/d; Maus: 2,4 mg/kg KG/d; Hund: 2 mg/kg KG/d

**Neurotoxizität**

Keine Hinweise auf neurotoxische Wirkung

**Mutagenität**

Keine Hinweise auf mutagene Wirkung in zahlreichen In-vitro- und In-vivo-Kurzzeittests

**Reproduktion, Teratogenität**

Keine Hinweise auf Beeinträchtigung der Reproduktion oder fruchtschädigende Wirkung

### 2.2.1.3 Gesundheitliche Bewertung

Die in zahlreichen Fütterungsstudien beobachtete Methämoglobinbildung zeigt strenge Dosisabhängigkeit und ist als empfindlichster Parameter bei der Wahl der Dosis ohne Wirkung für die Festlegung des ADI- und DTA-Wertes berücksichtigt worden.

ADI-Wert (WHO, 1985): 0,02 mg/kg KG/d (Ratte, Hund; Langzeitstudien; Sicherheitsfaktor 100)

DTA-Wert (BGA, 1991): 0,02 mg/kg KG/d (siehe ADI)

Trinkwasser-Richtwert (BGA, 1991): 70 µg/l

Diflubenzuron wurde von der EG bewertet. Es erfolgte keine Einstufung bezüglich Kanzerogenität, Mutagenität und Teratogenität. Eine Kennzeichnung ist nicht erforderlich.

## 2.2.2 Triflumuron

### 2.2.2.1 Charakterisierung

Triflumuron [N-(2-Chlorbenzoyl)-N-(4-trifluormethoxyphenyl)-harnstoff] gehört zu den Phenylharnstoffderivaten. Es ist ein Insektizid mit Fraßgiftwirkung, das die Chitinbiosynthese hemmt. Triflumuron wird bevorzugt gegen beißende Insekten im Forst sowie im Kernobst- und Zierpflanzenbau angewendet.

### 2.2.2.3 Toxikologische Daten

#### Aufnahme, Verteilung, Ausscheidung

Stoffwechseluntersuchungen wurden mit Ratten und Nutztieren durchgeführt. Nach oraler Aufnahme setzte die Resorption rasch ein, erfolgte jedoch nur langsam. Der Wirkstoff wurde in alle Organe verteilt. Die höchsten Konzentrationen fanden sich nach kurzer Zeit in der Leber, den Nieren, Nebennieren und im Fettgewebe. Nach längerer Zeit wurden nur noch in den Nieren und Erythrozyten nennenswerte Konzentrationen festgestellt. Innerhalb von 48 Stunden wurde Triflumuron bei Ratten nach Gabe

unterschiedlich hoher Dosen nahezu vollständig zu etwa gleichen Teilen über Urin und Faeces (zumeist unverändert) ausgeschieden. Als Hauptmetaboliten wurden 2-Chlorbenzoesäure in freier und konjugierter Form und in Spuren freies Trifluormethoxyanilin identifiziert. Eine kumulierende Wirkung wurde nicht beobachtet.

#### Akute Toxizität

##### Wirkstoff

LD<sub>50</sub>, oral: > 5000 mg/kg KG, Ratte  
LD<sub>50</sub>, dermal: > 5000 mg/kg KG, Ratte  
LC<sub>50</sub>, inhalativ: > 1,55 mg/l (4 h)\*

##### Handelsprodukt (Alystin; Alsystin flüssig)

LD<sub>50</sub>, oral: > 5000 mg/kg KG, Ratte  
LD<sub>50</sub>, dermal: > 5000 mg/kg KG, Ratte  
LC<sub>50</sub>, inhalativ: > 0,267 mg/l (4 h)\*

\* maximal herstellbare Konzentration symptomlos vertragen

An Vergiftungssymptomen wurden lediglich unspezifische Störungen des Allgemeinbefindens beschrieben.

#### Haut- und Augenreizung, Sensibilisierung

##### Wirkstoff

Hautreizwirkung: nicht reizend  
Augenreizwirkung: nicht reizend  
Sensibilisierung: nicht sensibilisierend

##### Handelsprodukt (Alystin; Alsystin flüssig)

Hautreizwirkung: nicht reizend  
Augenreizwirkung: nicht reizend  
Sensibilisierung: nicht sensibilisierend

#### Chronische Toxizität, Kanzerogenität

Langzeituntersuchungen wurden an Ratten, Mäusen und Hunden durchgeführt.

Zielorgan: Schädigung der Erythrozyten

Klinische Befunde: keine Veränderungen

Laborbefunde: hämolytische Anämie (Erythrozyten, Hämoglobin u. Hämatokrit verringert, Retikulozytose), Leukozytose; bei Hunden Thrombozyten und Methämoglobin erhöht

Organbefunde: Milzgewichte erhöht, außerdem bei Ratten erhöhte Ovariengewichte und bei Mäusen erhöhte Lebergewichte; verstärkte Hämosiderinablagerung in Milz, Leber und Nieren, verstärkte Hämatopoese in Milz und Knochenmark, erhöhte Fluorgehalte in Zähnen und Knochen  
*Keine Hinweise auf kanzerogene Wirkung*

Dosis ohne Wirkung:

Ratte: 1 mg/kg KG/d; Maus: 5,9 mg/kg KG/d; Hund: 0,7 mg/kg KG/d

#### **Neurotoxizität**

Keine Hinweise auf neurotoxische Wirkung

#### **Mutagenität**

Keine Hinweise auf mutagene Wirkung in zahlreichen In-vitro- und In-vivo-Kurzzeittests

#### **Reproduktion, Teratogenität**

Keine Hinweise auf Beeinträchtigung der Reproduktion oder auf fruchtschädigende Wirkung

#### **2.2.1.3 Gesundheitliche Bewertung**

DTA-Wert (BGA, 1992): 0,007 mg/kg KG (Hund, Langzeitstudie; Sicherheitsfaktor 100)

Trinkwasser-Richtwert (BGA, 1992): 25 µg/l

Triflumuron wurde von der WHO und der EG bisher nicht bewertet. Einstufungs- und kennzeichnungsrelevante Eigenschaften liegen aus Sicht des BGA nicht vor. Eine gefahrstoffrechtliche Kennzeichnung ist daher nicht erforderlich.

### 2.2.3 Teflubenzuron

#### 2.2.3.1 Charakterisierung

Teflubenzuron [1, (3,5-Dichlor-2,4-difluorphenyl)-3-(2,6-difluorbenzoyl)-harnstoff] gehört zu den Phenylharnstoffderivaten. Es ist eine Insektizid mit Fraßgiftwirkung, das die Chitinbiosynthese hemmt. Teflubenzuron wird bevorzugt gegen verschiedene Schädlinge in zahlreichen Kulturen wie Gemüse, Wein, Obst, Mais, Kartoffeln und im Forst eingesetzt.

#### 2.2.3.2 Toxikologische Daten

##### Aufnahme, Verteilung, Ausscheidung

Stoffwechseluntersuchungen wurden mit Ratten und zahlreichen Nutztieren durchgeführt. Teflubenzuron wurde nach oraler Aufnahme nur zum geringen Teil resorbiert. Der Wirkstoff wurde hauptsächlich in das Fettgewebe, auf die Leber, Nieren und das Muskelgewebe verteilt. Die Halbwertszeit der Ausscheidung bei Ratten betrug 2 Tage. Der resorbierte Anteil wurde zum größten Teil metabolisiert. Es erfolgte eine Hydroxylierung der beiden aromatischen Ringe und eine Spaltung der Harnstoffbrücke unter Bildung einer Vielzahl nicht identifizierter polarer Metaboliten sowie 3,5-Dichlor-2,4-difluorphenyl-harnstoff und das entsprechende Anilin. Eine kumulierende Wirkung wurde nicht beobachtet.

##### Akute Toxizität

###### Wirkstoff

LD<sub>50</sub>, oral: > 5000 mg/kg KG, Ratte

LD<sub>50</sub>, dermal: > 2000 mg/kg KG, Ratte

LC<sub>50</sub>, inhalativ: > 5 mg/l (6 h)

###### Handelsprodukt (Nomolt 150 g/l)

LD<sub>50</sub>, oral: > 5000 mg/kg KG, Ratte

LD<sub>50</sub>, dermal: > 5000 mg/kg KG, Ratte

LC<sub>50</sub>, inhalativ: > 1,7 mg/l (4 h)



An Vergiftungssymptomen wurden gesträubtes Fell und Atemstörungen sowie Störungen der Haltung und des Bewegungsablaufes beschrieben.

#### **Haut- und Augenreizung, Sensibilisierung**

##### Wirkstoff

Hautreizwirkung: nicht reizend

Augenreizwirkung: nicht reizend

Sensibilisierung: nicht sensibilisierend

Handelsprodukt (Nomolt 150 g/l)

Hautreizwirkung: nicht reizend

Augenreizwirkung: nicht reizend

Sensibilisierung: nicht sensibilisierend

#### **Chronische Toxizität, Kanzerogenität**

Langzeituntersuchungen wurden an Ratten, Mäusen und Hunden durchgeführt.

Zielorgan: Leber

Klinische Befunde: Körpergewichtsabnahme

Laborbefunde: erhöhte Plasma-Enzymaktivitäten (ALAT, ASAT, AP, LDH)

besonders bei männlichen Ratten

Organbefunde: erhöhte Lebergewichte und histopathologische Veränderungen an der Leber (Einzelzellnekrosen, zentrilobuläre und dissimierte hepatozelluläre Hypertrophie, Makrophagenanhäufungen ~ z.T. schon bei 15 ppm: Maus), bei Mäusen gutartige Leberneubildungen bedingt durch die Lebertoxizität von Teflubenzuron

*Keine Hinweise aus kanzerogene Wirkung*

Dosis ohne Wirkung:

Ratte: 5,4 mg/kg KG/d; Maus: 2,25 mg/kg KG/d (Grenzwert); Hund: 3,15 mg/kg KG/d;

#### **Neurotoxizität**

Keine Hinweise auf neurotoxische Wirkung

#### **Mutagenität**

Keine Hinweise auf mutagene Wirkung in zahlreichen In-vitro- und In-vivo-Kurzzeittests

Reproduktion, Teratogenität

Keine Hinweise auf Beeinträchtigung der Reproduktion oder fruchtschädigende Wirkung

2.2.3.3 Gesundheitliche Bewertung

DTA-Wert (BGA, 1992): 0,01 mg/kg KG (Maus, Langzeitstudie; Sicherheitsfaktor 200)

Trinkwasser-Richtwert (BGA, 1992): 35 µg/l

Teflubenzuron wurde von der WHO und der EG bisher nicht bewertet. Einstufungs- und kennzeichnungsrelevante Eigenschaften liegen aus der Sicht des BGA nicht vor. Eine gefahrstoffrechtliche Kennzeichnung ist daher nicht erforderlich.

3. Vergleichende Betrachtungen zu toxikologischen Daten und zur Bewertung

3.1 Vergleich der akuten Toxizität einiger Insektizidwirkstoffe, die in der Forstwirtschaft angewendet werden, und deren Einstufung gemäß Gefahrstoffverordnung (GefStoffV, 1986)

=====

Wirkstoff	LD <sub>50</sub> (mg/kg KG) Ratte, oral	Einstufung
Diflubenzuron	> 4640	- - -
Triflumuron	> 5000	- - -
Teflubenzuron	> 5000	- - -
Promecarb	74	giftig
Lindan	88	giftig
Cypermethrin	200 - 800	mindergiftig
Bromophos	1600	mindergiftig

=====

3.2 Vergleich der ADI-(Acceptable Daily Intake)- bzw. DTA-(Duldbare tägliche Aufnahme)-Werte einiger Insektizidwirkstoffe, die in der Forstwirtschaft angewendet werden

Wirkstoff	ADI-Wert (WHO)	DTA-Wert (BGA) (mg/kg KG)
Diflubenzuron	0,02	0,02
Triflumuron	---	0,007
Teflubenzuron	---	0,01
Promecarb	---	0,05
Lindan	0,008	0,005
Cypermethrin	0,05	0,05
Bromophos	0,04	---

3.3 Vergleichende toxikologische Bewertung von *Bac. thuringiensis* var. *kurstaki* sowie den Phenylharnstoffderivaten (Basis: Tierversuch)

	B.t.k.	Phenylharnstoffderivate
akute Toxizität	keine Mortalität nur unspez. Reaktionen nicht invasiv	LD <sub>50</sub> , Ratte, oral = /> 5000 mg/kg KG keine Einstufung
Langzeit-Tox.	keine oder unspez. Symptome, keine Vermehrung der Sporen	Schädigung der Erythrozyten oder Lebertox.
Kanzerogenität	nicht kanzerogen	nicht kanzerogen
Mutagenität	- Mutabilität unwahrscheinlich	keine Hinweise
Reprod./Terat.	keine Versuche	keine Beeinträchtigung

Die zur Verfügung stehenden Wirkstoffe (B.t.k. und Phenylharnstoffderivate Diflubenzuron, Triflumuron und Teflubenzuron) zur Bekämpfung der freifressenden Schmetterlingsraupen im Forst weisen alle eine geringe akute Toxizität auf. Die aufgenommenen Sporen von B.t.k. vermehrten sich im Organismus von Säugern und Vögeln nicht. Für die Phenylharnstoffderivate konnte eine kumulierende Wirkung ausgeschlossen werden. Bei sachgemäßem Umgang mit den entsprechenden Präparaten sind akute- oder Folgeschäden bei Anwendern und Verbrauchern mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auszuschließen.

#### 4. Literatur

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig (1993): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis 1993.

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig (1990): Richtlinien für die Prüfung von Pflanzenschutzmitteln im Zulassungsverfahren, 2. Aufl.

EG (1991): Richtlinie des Rates vom 15. Juli 1991 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (91/414/EWG), Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 230.

EPA (1989): Pestizide Testing Guidelines, Subdivision M: Microbial And Biochemical Pest Control Agents.

FAO/WHO, JMPR (1964 - 1992): Pesticide residues in food: toxicology evaluations, World Health Organization, Geneva.

IVA (Industrieverband Agrar e.V.; Hrsg.) (1990): Wirkstoffe in Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln / Physikalisch-chemische und toxikologische Daten, 2. Aufl., BLV Verlagsgesellschaft, München; Wien; Zürich.

Perkow, W. (Stand 1992): Wirksubstanzen der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel, 2. Aufl., Parey-Verlag, Berlin und Hamburg.

Wegler, R. (Hrsg.) (1981): Chemie der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel, Band 6, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.

Volkmar Pfefferkorn<sup>1</sup>; Manfred Kern<sup>1</sup>; Johann Moltmann<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hoechst AG, Hattersheim; <sup>2</sup>Industrieverband Agrar e.V., Frankfurt a.M.

### Schwammspinner-Kalamitäten 1993 - Bewertung aus Sicht der Industrie

Der Massenbefall von *Lymantria dispar* im Wald in diesem Jahr ist nicht ausreichend bekämpft worden, obwohl zugelassene Bekämpfungsmittel zur Verfügung standen. Teilweise drangen die Raupen auf landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzte Grundstücke vor, Eigelege befinden sich am Hause und in der Wohnung.

Möglicherweise war die Aussage "Im Wald keine Chemie" ein Luxus, der nun nicht mehr im richtigen Verhältnis zu den Schäden steht. Nebenwirkungen - tatsächliche, nicht vermeintliche - müssen nun neu bewertet werden.

Erfahrungen im Umgang mit derartigen Kalamitäten, die in diesem Jahr eine rechtzeitige Entscheidungsfindung ermöglicht hätten, liegen zu weit zurück; zu weit auch, um im Bewußtsein der Öffentlichkeit noch präsent zu sein. Die vorherrschende Meinung, eine Massenvermehrung würde durch Selbstregulation zusammenbrechen, übersieht, daß Selbstregulation meist erst dann greift, wenn ein Schaden gesetzt ist, den wir vor allem im Forst nicht mehr kurzfristig ausgleichen können.

Die Schadenssummen übersteigen durch die Trockenheit im Unterboden und die dadurch fehlende Regenerationsfähigkeit bei weitem die eingeschätzten Verluste. Heute steht schon fest, daß stark geschädigte Jungeichenkulturen mit schwachem Johannistrieb, der witterungsbedingt noch stark mit Eichenmehl befallen wurde, somit schlechte Frostfestigkeit aufweisen und ein 2. Kalamitätsjahr nicht überleben werden. Sekundärbefall kann uns zudem noch gewisse Zeit beschäftigen, wie z. B. der Eichenprachtkäfer.

Im Forst gilt, wie anderswo auch: Sowohl das Tun als auch das Nicht-Tun hat Folgen. Wobei Schäden im Staatswald als auch in jedem Privatwald Schäden für jeden einzelnen Bürger sind, der den Wald zu seiner Erholung nutzt.

Schwammspinner-Befallsflächen sind zeitweise verloren für die Waldbesucher, vor allem durch das allergene Potential der Haare in der Luft und die Kotbröckelchen der Larven. Das dürfte auch das Wild zur Flucht aus diesen Flächen bewegen.

Die Sommerhitze und die Gewitterregen ergeben in der Schadenszeit negative Einflüsse auch auf die gesamte Flora und Fauna, die die Bäume begleiten. Ein Nachmonitoring sollte sowohl nach Nicht-Anwendung als auch nach 1-2 Anwendungen unbedingt durchgeführt werden.

Die Landes-Forstverwaltungen haben sich mit Broschüren und Faltblättern sehr verdient gemacht, weil fast eine ganze Generation Nachhilfeunterricht im Grundlagenwissen in der Biologie und in der Naturkunde schlechthin erhalten muß. Die Bürger müssen nicht nur gelenkt werden den Wald zu nutzen, sondern auch gelenkt werden im Bewahren.

Dazu gehört auch den Schaden realistisch anzusprechen. Schäden in solcher Höhe sind gerade in der jetzigen Zeit nicht zu tolerieren und zu verantworten, folglich muß die Öffentlichkeit vorbereitet und aufgeklärt werden, daß mit zugelassenen Mitteln auch rechtzeitig gegen den Schwammspinner oder auch andere Massenschädlinge geflogen werden muß. Wobei festgestellt werden muß, daß wahrscheinlich zu wenig Hubschrauber zur Verfügung stehen.

Der Forst wird, vom Pflanzenschutz gesehen, wegen der nur in großen zeitlichen Abständen nötigen Anwendungen eine Sonderkultur bleiben, wie z. B. Hopfen, Obst- und Weinbau. Dies bedeutet, daß nur Mittel, die in anderen Kulturen zugelassen sind und dann deren wirtschaftliche Existenzfähigkeit nach langwieriger, teurer Entwicklung gesichert ist, auch von der Industrie im Forst zur Zulassung gebracht werden können.

Die zuständigen Ministerien und Forstlichen Versuchsanstalten können die Erweiterung von Indikationen zugelassener Mittel fördern und erleichtern, indem breitgestreut praktische Erfahrungen gesammelt werden, die eine zeitlich richtige und genau dosierte Anwendung der Forstschutzmittel ermöglichen. Die Industrie wird mit ihren Erfahrungen und Forschungskapazitäten dazu beitragen, den Einsatz der Mittel sicherer zu machen.

Alle beteiligten Institutionen und Personen müssen den Umgang mit Kalamitäten wieder neu lernen, rechtzeitig Problemlösungen vorbereiten, schnell und flexibel Einsatzentscheidungen fällen und die Organisation für die Umsetzung bereit halten. Dazu ist auch erforderlich, die notwendigen Posten im Etat einzuplanen.

Wegen Nebenwirkungen auf einen Einsatz gegen Schwammspinner zu verzichten ist volkswirtschaftlich unverantwortlich, zumal wenn dann die Larven in rückstandsrelevanten Kulturen außerhalb des Waldes bekämpft werden müssen.

Die Industrie ist zur Zusammenarbeit bereit, auch für Neuentwicklungen und Zulassungserweiterungen, wenn sie erkennt, daß ihre Bemühungen nicht ins Leere laufen.

Helfried Zschaler

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Kleinmachnow

**Abschätzung immaterieller Effekte des Pflanzenschutzes im Forst**  
- Probleme, Ziele, Methoden -

1. Einleitung

Bekanntermaßen hat der Wald hauptsächlich Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion und zählt zu den Dauerkulturen, die viele Generationen von Menschen "erleben". Die bis 200 jährige Nutzungsdauer impliziert, daß in dieser Zeit neben variablen Wettereinflüssen, auch Schadorganismen von Zeit zu Zeit auf die Bestände einwirken und Kalamitäten bis zu Totalverlust führen können. Die Folge des Auftretens von Schadorganismen ist, daß der sich im jeweiligen Stadium befindliche Wald teilweise eingeschlagen werden muß, was einerseits zu ungewollten wirtschaftlichen Erlösen führt, andererseits auch meist zum Preisverfall. Langfristig bis zum Nutzungsende gesehen, ist - in Abhängigkeit vom Schadorganismus - mit erheblichen finanziellen Einbußen, auch infolge Zuwachsverlust bei Teilschädigung zu rechnen (Beispiele bei KATO, 1993 in diesem Heft). Daraus ergeben sich volkswirtschaftliche Verluste, welche auch die Schutz- und Erholungsfunktion betreffen. Das Problem der Bekämpfung von Schadorganismen wird dadurch verschärft, daß bekanntlich der in der Vergangenheit ständig gestiegene anthropogene abiotische Schadstoffbeitrag zu zunehmenden Waldschäden führt und dadurch der Wald gegenüber biotischen Schädigern sensibler wird. Eine Abschätzung und Bewertung von immateriellen (externen) Effekten, die durch Pflanzenschutzmaßnahmen beeinflußt werden, ist aufgrund des komplexen Charakters der Zusammenhänge schwierig. Trotzdem soll der Versuch gemacht werden, mit dem Instrumentarium der Technologiefolgenabschätzung im Pflanzenschutz eine Darstellung der Situation im immateriellen Bereich (im Sinne einer Status-Quo-Analyse) vorzunehmen.

2. Technikfolgenabschätzung im Pflanzenschutz

Technikfolgenabschätzung (Technology Assessment-TA) im Pflanzenschutz ist die Vorhersage und Bewertung der Folgen, die der Pflanzenschutz als Technologie der Gesunderhaltung von Kulturpflanzen und Pflanzenerzeugnissen in den betroffenen Teilen des Gemeinwesens, vor allem im Agrarsektor und in der natürlichen Umwelt hervorruft (GUTSCHE, 1993).

Ideale TA-Analysen sollen Chancen und Risiken, technische und soziale Alternativen unter Berücksichtigung ethischer, juristischer, sozialökonomischer und ökologischer Dimensionen evaluieren. Dabei sind neben Primäreffekten auch unbeabsichtigte Neben- und Langzeiteffekte ( im Pflanzenschutz: schädliche

Nebenfolgen), Wechselwirkungen auch in der Gesellschaft, latente Effekte zu betrachten und schließlich Handlungsoptionen aufzuzeigen (BEUSMANN, 1991).

Die Folgen des Pflanzenschutzes umfassen:

a) interne Folgen, b) externe Folgen

Interne Folgen des Pflanzenschutzes entstehen durch die Pflanzenschutzmaßnahmen selbst und wirken auf sie zurück, wodurch neue ökologische und ökonomische Konsequenzen entstehen. Beispiele dafür sind: Resistenzbildung bei Schadorganismen gegenüber Pflanzenschutzmitteln, mit dem Zwang, ständig neue und meist teurere Wirkstoffe zu entwickeln, welche die inzwischen resistent gewordenen Schadorganismen bekämpfen.

Externe Folgen des Pflanzenschutzes im (umgebenden) Ökosystem sind Veränderungen der Flora und Fauna, des Wassers, des Bodens, der Luft und der menschlichen Gesundheit (Anwender und Verbraucher) und provozieren keine unmittelbaren korrigierenden Folgemaßnahmen des Pflanzenschutzes, wie die internen Folgen. Sie wirken durch Veränderungen der Flora und Fauna in Landschaftsökosystemen und der Lebensqualität des Menschen.

(ARLT, 1992).

Wissenschaftlich begründete Bewertungsmodelle müssen hier zukünftig zeigen, bei welchen Elementen positive oder negative Effekte auftreten und wie diese gewichtet werden. Am Ende der Bewertung sollte die Bilanzierung des Nutzen der Pflanzenschutztechnologie (als Chance) mit den internen und externen Kosten (als hauptsächlichlicher Teil des monetär bewerteten Risikos) sowie das Aufzeigen von daraus ableitbaren Handlungsoptionen geschehen.

Werden die internen und externen Folgen monetär bewertet, sind die Effekte in Nutzen-Kostenanalysen volkswirtschaftlich ausweisbar. Unter Nutzen ist allgemein eine Wohlfahrtserhöhung zu verstehen, Kosten sind dabei der monetär bewertete Verzehr von Material, Gütern, Produktionsfaktoren und Umwelt. Dem Optimum der wirtschaftlichen Aktivität entspricht das Differenzmaximum zwischen Nutzen und Kosten im Pflanzenschutz (siehe ZSCHALER u. ARLT, 1993).

### **3. Zusammenfassende Darstellung externer Effekte im Forst - unter Einbeziehung des Pflanzenschutzes**

Externe Effekte der pflanzenschutzlichen Aktivität sind die Vor- und Nachteile, die sich im Sinne von Sekundärwirkungen vor allem langfristig bei anderen Wirtschaftssubjekten und im Ökosystem auswirken, ohne das diese über den Markt abgewickelt und marktmäßig bewertet werden. Vorteile sind dabei als Nutzen und Nachteile als Kosten klassifizierbar. Abbildung 1 stellt einen Entwurf der Struktur externer Effekte des Pflanzenschutzes im



Forst dar, die aus ersten Erfahrungen in Feld-,Obst-und Sonderkulturen abgeleitet wurde und sicherlich streitbar ist.

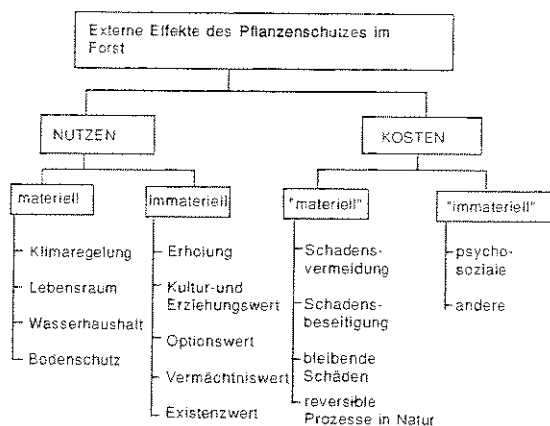


Abb.1 Struktur externer Effekte

Ehe eine nähere Betrachtung der einzelnen Komponenten erfolgt, ist zu bemerken, daß die betriebswirtschaftliche Seite des Pflanzenschutzes mit Nutzen- und Kostenanalysen nicht Gegenstand dieser Abhandlung ist. Der betriebswirtschaftliche Nutzen des Pflanzenschutzes wird später bei der Bewertung der immateriellen Effekte mit einbezogen.

### 3.1. Externe Nutzenskomponenten

#### 3.1.1. materieller Nutzen

Die anteiligen Nutzen des Pflanzenschutzes im außerforstwirtschaftlichen Bereich ergeben sich aus dem theoretischen Zusammenhang zwischen der durchschnittlichen Behandlungsfrequenz von rd. 1% der Grundfläche und dem auf dieser Fläche erzielten Nutzen, aufgrund von Umfragen geschätzt mit 30 % des Waldwertes. Analogiebetrachtungen zu übrigen Kulturen ergeben ähnliche Größenordnungen. Wegen des über Generationen dauernden Anbaus und Schadorganismenauftretens ist eine tiefgehende wissenschaftliche Analyse des pflanzenschutzlichen Nutzens äußerst schwierig, weswegen die Technikfolgenabschätzung auf Expertenurteile angewiesen ist. Nachfolgend soll eine Kurzbeschreibung der materiellen Nutzenarten einen Überblick über globale externe Wirkungen des Waldes geben:

VESTER (1985) schätzt den Anteil der Klimaregulation bei den externen Effekten mit rd. 45 % des Gesamtwertes ein, während der Holzzuwachs einen Anteil von nur 0,05 % hat. Diese Darstellung wird von BAUMGARTNER (1973, S.58) dadurch unterstrichen, daß die Wälder weltweit mit 47 % an der Sauerstoffbildung beteiligt sind, obwohl die Erde nur zu 9 % mit Forsten bedeckt ist. Nach den offenen Gewässern (80%) verdunsten Nadelwälder

70 %, Grünland 65 %, Ackerland 40 % und nackter Boden nur 30 % des Gesamtniederschlages (vergl. BAUMGARTNER, 1973, S.62) und tragen als "Wasserspeicher" wesentlich zur Bedarfsdeckung mit Trinkwasser bei. Dem ist bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln Rechnung zu tragen, indem nur risikoarme PSM eingesetzt werden sollten.

Die Filterleistungen sind mit bis zu 300 kg SO<sub>2</sub> und bis zu 30 t Schwebstaub pro ha und Jahr zu beziffern (KELLER, 1971). Von klimatisch besonderer Bedeutung ist bei stadtnahen und innerstädtischen Beständen die Durchmischungswirkung, indem Aufwinde an der Luv-Seite von Baumbeständen entstehen und damit bodennahe Abgaskonzentrationen verdünnt und Frischluftmassen zugeführt werden. Temperaturlausgleich, Wind-, Sicht- und Lärmschutz sind weitere Nutzenseffekte bei der Klimaregulation.

#### Lebensraum

Der Wald stellt als Lebensraum für Pflanzen und Tiere ein "einzigartiges" Ökosystem dar, das an Diversität kaum von anderen übertroffen wird. Seine zahlreichen Elemente sind funktionell, stofflich und energetisch miteinander vernetzt. Die Spanne bekannter Tierarten reicht vom Rothirsch bis zum Regenwurm; bei Pflanzen sind z.B. Kräuter, Farne, Moose, Beeren, Pilze und Blumen aufzuführen. Die Arten sind bei Pflanzenschutzmaßnahmen in unterschiedlicher Weise betroffen. Beim chemischen Pflanzenschutz sollten, aus Schutzgründen des Lebensraumes, nur Präparate zur Anwendung kommen, die keine (wie z.B. *Bacillus thuringiensis kurstaki*) oder geringere (Häutungshemmer) ökotoxikologische Wirkungen haben. Der Einsatz breiter wirkender PSM sollte nach Nutzen - Risiko - Abwägungen und unter Einbeziehung von Ergebnissen zur Selbstregulation von Populationen (Gegenspielerauftreten) erfolgen. Der wertmäßige Anteil des Lebensraumes wird von VESTER mit rd.16 % geschätzt.

#### Wasserhaushalt

Hauptsächlich besteht der Nutzen des Waldes hinsichtlich des Wasserhaushaltes in der Funktion als Speicher, Regulativ des Abflusses, Infiltration, Verdunstung und weiteren. Schutzfunktionen bietet er bei Hochwasser und Zurückhaltung von Schnee, was insbesondere in Hanglagen von Bedeutung ist. Das unter Wald gebildete Grundwasser ist aus verschiedenen Gründen (dichte Pflanzendecke, Schadstoffzurückhaltung, viel weniger Stickstoff- und PSM - Eintrag) qualitativ besser zu beurteilen, als in der Feldflur gebildetes. In VESTER'schen Kalkulationen beträgt der Wertanteil 4,6 % .

#### Bodenschutz

Aufgrund seiner Durchwurzlungsfähigkeit, der Wasserhaushaltfunktion und der Humusproduktion (4 % des Waldwertes) bietet

der Wald einen besonders ausgeprägten Schutz gegen Bodenabtrag in hängigen Gebieten. Auch Gefahren durch Lawinen und Muren werden bei voller Funktionsfähigkeit eliminiert. VESTER (1985) mißt ihm einen Wertanteil von 3,8 % zu.

### 3.1.2. immaterielle Nutzen

#### Erholung

Infolge der in Städten fehlenden oder ungenügend vorhandenen Grünflächen und naturnahen Räume sowie der Mobilitätsmöglichkeiten (insbes. Auto) ist der Wald zu einem präferierten Erholungsort geworden. EWERS (1986) schätzt die Zahl der Waldbesuche mit rd. 1,3 Mrd. pro Jahr durch Erholungs- und Freizeitsuchende in den alten Bundesländern. Als Motive für den Waldbesuch werden nach KLOCKOW u. MATTHES (1990) hinsichtlich der psychischen Regeneration Flucht vor der Zivilisation, hoher Erlebniswert des Lebensraumes (Pflanzen, Tiere, Geheimnisse) und Ruhepol genannt; die physische Regeneration wird durch Ruhe im Inneren, die saubere würzige Luft, diffuses und schonendes Licht, typisches Waldklima und Bewegungsmöglichkeiten erreicht. Der Pflanzenschutz trägt mit der Erhaltung des Waldes dazu bei, daß Erholungseffekte gesichert werden. ( siehe Punkt 4.).

#### Kultur- und Erziehungswert

Zahlreiche "Vergegenständlichungen" des Waldes zeugen in vielen Kunstgattungen von seinem Wert. Breiten Raum nimmt der Wald auch in der schulischen Bildung und Erziehung ein in dem auch Kenntnisse zu Options- und Vermächtniswerten vermittelt werden.

#### Optionswert

Beim Optionswert handelt es sich um einen Wert, den ein Bürger der Möglichkeit beimißt, eine bestimmte Umwelt in der Zukunft nutzen zu können, auch wenn noch nicht ganz klar ist, ob er sie nutzen will (INFORMATIONEN, 1991). Zahlungsbereitschaftsanalysen ergaben nach EWERS, 1986 ; daß 62 % der erwerbstätigen pro Jahr 7,50 DM dafür ausgeben würden, daß sie in Zukunft die Möglichkeit eines ungetrübten Walderlebnisses haben.

#### Vermächtniswert

Der Vermächtniswert bezieht sich nicht mehr auf die eigene Inanspruchnahme einer bestimmten Umweltqualität, sondern gibt den Wert an, den die Bürger der Möglichkeit beimessen, daß auch künftige Generationen noch in den Genuß einer bestimmten Umweltqualität kommen. Gerade beim Wald ist ein generationsübergreifendes Betrachten von materiellen und immateriellen Effekten für seine Erhaltung von Relevanz. Leider liegen hierzu keine soziologischen Befunde vor.

Auch der Pflanzenschutz leistet hierzu seinen Beitrag.

### Existenzwert

Beim Existenzwert schließlich handelt es sich um einen Wert, der allein aus dem Wissen um den Bestand (die Existenz) von Umweltgütern herrührt: Dem Schutz der Umwelt "um ihrer selbst willen" fällt als gesellschaftlicher und auch als rechtlicher Wert eine immer größere Rolle zu (INFORMATIONEN, 1991).

Existenzwerte berühren solche Fragen wie Erhaltung der genetischen Ressourcen, Option zur Entdeckung wertvoller, z.B. medizinisch nutzbarer Inhaltsstoffe u.a.m. In pflanzenschutzlicher Hinsicht wäre durch geeignete Technologien dafür Sorge zu tragen, daß keine Arten aussterben - was übrigens bisher auch noch nicht für den Pflanzenschutz nachgewiesen ist.

### 3.2. Externe Kosten

Eingangs ist zu bemerken, daß die qualitative Darstellung der Kosten hier nur aus methodischen Gründen geschieht (näheres bei ZSCHALER u. ARLT, 1993). Teilweise bestehen erhebliche methodische Probleme bei der Zuordnung.

#### 3.2.1. "materielle" Kosten

Schadensvermeidungskosten sind solche Kosten, die von der Gesellschaft aufgewendet werden müssen, um gegebenenfalls höhere Folgekosten zu vermeiden (z.B. Forschungs-, Planungs- und Überwachungskosten).

Schadensbeseitigungskosten sind diejenigen Kosten, die zur Beseitigung eines bereits eingetretenen Schadens aufgewendet werden (z.B. Trinkwasserreinigungs-, Gesundheitswiederherstellungskosten-, Erosionsbeseitigungskosten).

Ausweichkosten betreffen derartige Kosten, die z.B. zum Ausweichen der Produktion auf andere Standorte benötigt werden.

Schadenskosten sind Kosten, die durch irreversible, bleibende Schäden verursacht werden. Hierzu zählen im umgebenden Ökosystem des Waldes (z.B. Feldflur) Ertragseinbußen durch mögliche Phytotoxizität (Herbizide im Forst), Abtrift Richtung Feldflur oder Naturschutzgebiete mit bleibender Schädigung der Flora und Fauna, Bodenverlust bei mechanischen Maßnahmen und bleibende Schäden bzw. Todesfälle beim Anwender.

#### 3.2.2. immaterielle Kosten

Hierunter fallen psychosoziale Kosten als subjektive, von Wahrnehmungen, Werthaltungsänderungen und variablen Informationslagen über den Pflanzenschutz abhängige Kosten. Sie sind Teil der Wohlfahrtseinbußen, d.h. Verluste des Wohlbefindens durch Angst vor Schadorganismen (Ekelgefühle beim Prozessionsspinner). Wenn z.B. daraus allergische Reaktionen entstehen, dann werden diese psychosozialen Kosten in Form von Gesundheitswiederherstellungskosten "materialisiert". Andere Bei-

spiele sind durch PSM verursachte Geruchsbelästigungen oder Angst vor Rückständen in Waldfrüchten infolge unzureichender oder tendenziöser Informationen.

Weitere immateriellen Kosten können durch die Beeinträchtigung des Options-, Vermächtnis- und Existenzwertes entstehen.

Eine Zusammenstellung der Effekte des Pflanzenschutzes erfolgt in nachstehender Aufstellung (Abb.2):

#### **Qualitative Folgewirkungen bei ungenügendem Pflanzenschutz im Wald**

\* **Forstwirtschaft**

*zu früher Abtrieb, Zuwachsverluste, Preisreaktionen*

\* **Freizeit und Erholung, Fremdenverkehr**

*geringerer ästhetischer Wert, Naturerlebnisse eingeschränkt, Besucherfrequenzminderung (Präferenzverlust)*

\* **Bodenschutzreduzierung**

*Erosionen (Wasser, Schnee, Wind)*

\* **Wasserschutzminderung**

*Speicher, Filter*

\* **Klima - und Emissionsschutz**

*Kleinklima, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>; Reinigungsminderung, Lärm*

\* **Kulturfunktionsstörung**

*Beeinträchtigung des Erziehungswertes*

#### **4. Versuch der Schätzung des immateriellen Nutzens des Pflanzenschutzes am Beispiel des Erholungswertes**

Die pflanzenschutzliche Situation des Waldes kann nachstehend aufgeführte Wirkungen auf den Waldbesucher haben: Der Waldbesucher erwartet einen intakten Wald, damit er sich physisch und psychisch regenerieren kann. Findet er diesen nicht vor, wird der Besuch meist abgebrochen oder mit Wohlfahrtseinbußen beendet. Ursachen können sichtbarer Befall mit Insekten (Kahl- bzw. Teilfraß), walduntypisches Erscheinungsbild, allergische Reaktionen usw. sein.

Zweifellos trägt der Pflanzenschutz mit seiner wirtschaftlichen Aktivität zum Erhalt des Waldes bei und sichert damit beim Waldbesucher anteilig Wohlfahrt im Sinne von realisierter Konsumentenrente, Wohlbefinden, Erlebnisqualität.

Folgender kalkulatorischer Ansatz ist für eine Status - Quo - Beschreibung möglich:

1. Ermittlung der Effekte bei Erholungs- und Fremdenverkehrsgewerbe, (aus der Literatur)

2. Berechnung der Anteile des Pflanzenschutzes daran.

Tabelle 1: Nutzen des derzeitigen "Waldholungswertes" pro

Nutzenskomponenten	Jahr		Anteil <sub>PS</sub> [Mio DM]	Var. II <sup>2)</sup> [Mrd DM]	Anteil <sub>PS</sub> [Mio DM]
	Nutzer- stunden <sup>1)</sup> [Mrd]	Var. I <sup>1)</sup> [Mrd DM]			
Naherholungs- nutzen	2,4	11,7	35,1	5,8	17,4
Fernerholung	0,35	1,7	5,1	0,8	2,4
Option		0,2	0,6	0,2	0,6
<u>Fremdenverkehr</u>		10,5	31,5	10,5	31,5
SUMME		24,1	72,3	17,3	51,9

1) zusammengestellt nach NOHL u. RICHTER (1984) aus EWERS 1986  
Datenbasis: 87 Mio Übernachtungen /a ; Zeitwert 4,87 DM/Nutzer-  
stunde; 27,4 Waldstunden pro Nutzer

Der hypothetische Ansatz des Nutzens des Pflanzenschutzes geht davon aus, daß in Deutschland z.Z. rd. 1% der Waldfläche meist in "endemischen" Gebieten behandelt werden (Informationen von WULF u. BERENDES, BBA) und nach Expertenschätzungen rd. 30% des Waldwertes auf der Behandlungsfläche nach Abzug der Kosten gesichert werden. Das abgeleitete Szenario lautet: wenn Waldexistenz Erholungs- und Optionsnutzen mit Wertschöpfung im Fremdenverkehr sichert, dann hat der Pflanzenschutz daran Anteil. Dabei wird unterstellt, daß durch unterlassenen Pflanzenschutz die Besucherfrequenz bei den Befallsflächen proportional zum (durch Pflanzenschutz gesicherten) Waldwert zurückgeht. Die Begründungen zum Rückgang der Waldpräferenz infolge unterlassenen Pflanzenschutzes ergeben sich qualitativ aus dem geringeren ästhetischen Wert abgefressener, teilentlaubter Bäume, den psychosozialen Kosten beim Anblick der Schadorganismen, der Reduktion der Klimaregulation, dem Wissen um der daraus resultierenden Minderung des Lärm-, Erosions- und Wasserschutzes (siehe auch Abb.2).

In der Variante I ist bei NOHL u. RICHTER die volle Waldnutzerpräferenz zugrundegelegt (weil nur Waldnutzer befragt wurden), in Variante II die halbe Präferenzrate (mehr die gesamte Bevölkerung bewertet). Der pflanzenschutzliche Anteil beträgt 72 Mio DM/Jahr in Variante I und rd.52 Mio DM in Variante II. Der Nutzen wäre abschließend noch mit den externen Kosten zu bilanzieren; da diese z.Z. für die Forst nicht ermittelbar und sicherlich gering sind, muß hier darauf verzichtet werden.

## 5. Ausblick

Betrachtungswert ist für mittel- und langfristige Folgen des Pflanzenschutzes der komplexe Zusammenhang zwischen Schadorganismenaufreten, abiotischen Schadstoffeintrag, Waldvitalität und Klimaänderungen. Überwiegend aus dem Kraftfahrzeug-

verkehr stammendes und unter Einwirkung von Sonnenlicht gebildetes bodennahes Ozon in zunehmenden Konzentrationen, N-Einträgen mit 24 kg/ha pro Jahr doppelt so hoch wie in den USA, leichtflüchtigste CKW mit ihren Umwandlungsprodukten: halogenierte Carbonsäuren (mehrere µg Trichloressigsäure pro Liter Regenwasser [Hessischer Waldschadensbericht, 1993] führen selbst bei geringer werdenden SO<sub>2</sub>-Einträgen zu vermehrten Anteil an Bäumen über 60 Jahre mit hoher Schadstufe (STJB, 1992), bei der Eiche, auch infolge höheren Insektenbefalls. Durch Luftschadstoffe und Insektenbefall lichter gewordene Bestände sind stärkerer Sonneneinstrahlung ausgesetzt, transpirieren dadurch mehr, und haben starke Sonnenbrand-erkrankungen mit der Folge des anschließenden Pilzbefalls. Beobachtungen der Blattverluste in Abhängigkeit von der Höhenlage lassen eine positive Korrelation erkennen. Langfristig bis zum Jahre 2060 schätzen EWERS und Mitarbeiter in Trend-szenarien, daß selbst bei zusätzlichen umweltpolitischen Aktivitäten, die Wirtschaftshochwaldfläche von 6,3 Mio ha auf 5,5 Mio ha abnimmt, die Altersstruktur sich verjüngt und der Laubbaumanteil von 21 auf 31 % zunimmt.

Für den Pflanzenschutz würde das mittel- und langfristig als Hypothese bedeuten, daß unter Einbeziehung einer allgemeinen Temperaturerhöhung und der Baumschädigung mit Luftschadstoffen mit einer Zunahme des Auftretens von thermophilen Schadorganismenarten und Sekundärschädigern zu rechnen ist, welches Auswirkungen von der Forstwirtschaft bis in den Freizeit- und Erholungsbereich haben dürfte. Aus der Nutzensanalyse abgeleitete Handlungsoptionen könnten sein:

- Drastische Reduzierung des Schadstoffeintrages zur Verbesserung des "Gesundheitszustandes" des Waldes
- Notwendigkeit besserer Überwachung, stärkere Forschung (PSM; Naturstoffe)
- Schließen von Zulassungslücken bei Anwendungsgebieten, für die keine oder nicht ausreichend wirksame PSM vorhanden sind
- Forschung hinsichtlich Schadstoff- und Klimaänderung, Schadorganismenaufreten, Antagonisten
- Zur Schadensbegrenzung modellgestützte Bekämpfungsentscheidungen
- Subventionierung des Einsatzes von Biopräparaten (z.B. Btk) oder toxikologisch und ökotoxikologisch günstiger Präparate, wie z.B. bei Maiszünslerbekämpfung in Hessen
- Überlegungen zur Einführung einer "Waldmark" (für jede Übernachtung 1 DM = 87 Mio/Jahr) als "Abnutzungsteilgebühr" im Sinne eines "Einkommenstransfers" zur Finanzierung dringender Handlungsoptionen
- Gezielte "Aufklärung" der Öffentlichkeit zu Nutzen und Risi-

ken des Pflanzenschutzes im Forst  
Allen Experten sei für ihre Schätzergebnisse und fachlichen Rat  
gedankt.

Literaturverzeichnis

- AGRARBERICHT der Bundesregierung, Bonn, 1993
- ARLT, K.: Probleme der ökologischen und ökonomischen Folgenabschätzung im Pflanzenschutz. In: Festveranstaltung und Kolloq. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem 279., 1992
- BAUMGARTNER, A.: Wald als Umweltfaktor in der Grenzschicht Erde-Atmosphäre. Met.Gesellsch. München, Nr. 3  
Probleme der Agrar- und Forstmeteor., Weißenstephan, 1973
- BEUSMANN, V.: Überlegungen zur Konzeption einer sozialökonomischen Begleitforschung zu den Auswirkungen der Biotechnologie auf die Land- und Ernährungswirtschaft. FAL Braunschweig Völknerode (1991) Vorlage 34. Sitzung des Senates der BFA des BML 29. u. 30.04.1991, Bonn
- EWERS, H.J.: Methodische Probleme der monetären Bewertung eines komplexen Umweltschadens - Das Beispiel des Waldsterbens. Umweltbundesamt. Berichte 4/86
- GUTSCHE, V.: Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Vortrag FAL Braunschweig, BML-Schr.-reihe "Angewandte Wissenschaft" Bonn, 1993, im Druck
- Hessischer Waldschadensbericht 1993 vom EICHHORN u.a., Hannover-Münden
- INFORMATIONEN des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zum Thema: "Nutzen des Umweltschutzes", September 1991
- KELLER, Th.: Die Bedeutung des Waldes für den Umweltschutz. Schweiz. Z.Forstwesen 122(12) S. 600-613
- KLOCKOW, S. u. MATTHES, U.: Umweltbedingte Folgekosten im Bereich Freizeit und Erholung. Forschungsber. 10103110/Vr Umweltbundesamt, 1990
- NOHL, W.u. RICHTER, U.: Freizeit und Erholung. 1984, Abschnitt 4 bei EWERS (1986)
- STJB: Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bonn. 1992
- VESTER, F.: Ein Baum ist mehr als ein Baum. Kosel-Verlag München. 1985
- ZSCHALER, H. u. ARLT, K.: Methoden und Probleme der Abschätzung interner und externer Kosten im Pflanzenschutz. N.blatt Dt.Pflanzenschutzdienst 1993/94 (im Druck)



## DISKUSSION

### Situation, Prognose, Maßnahmen

Schnetter berichtet, daß in Baden-Württemberg beim Weibchen des Schwammspinners eine starke Migration beobachtet wurde und meint deshalb, daß man zumindest bei der Schwammspinner-Befallsfläche nicht mehr von einer Flächeneingrenzung sprechen kann. Altenkirch verweist im Gegensatz dazu auf Beobachtungen aus Niedersachsen, wonach beide Schwammspinner-Vorkommen auf eng abgegrenzten Flächen auftreten. Auch die Kieferngroßschädlinge und die Nonne traten in relativ gut umrissenen Schadgebieten auf (Auswertung von Daten seit 1860). Im Raum Lüchow-Dannenberg haben die Gradationen seit 1976 immer auf der gleichen Fläche (von etwa 1000 ha) stattgefunden, was standörtliche Gründe hat.

Dubbel fragt, ob und in welchem Ausmaß bisher Kalamitätshiebe in Eichenbeständen notwendig geworden sind. Reindl antwortet, daß der Kahlfraß in aus Stockausschlag erwachsenen Eichenbeständen als nicht so bedenklich eingestuft wird. Eine allgemein gültige Aussage für die verschiedensten Standorte und Eichenherkünfte kann nicht gegeben werden. Bisher sind noch keine Kalamitätshiebe durchgeführt worden. Diese sind aber im Laufe des Winters zu erwarten, denn einige kahlgefressene Eichenbestände waren Ende September 1993 noch nicht wieder ausgetrieben. Schröter ergänzt, daß im Jahr des Kahlfraßes normalerweise keine Kalamitätshiebe notwendig werden. Im Raum Offenburg wurden beispielsweise auf einer Befallsfläche von 1300 ha erst im Folgejahr einer Massenvermehrung 3000 fm Kalamitätsholz eingeschlagen, während in den Vorjahren der Anfall an zufälligen Nutzungen zum Vergleich nur 100 - 200 fm betrug. Die Ausfälle traten nicht flächig, sondern einzeln oder truppweise auf, störten aber die Bestandesstruktur durch starke Bodenverunkrautung sowie Wasserreiserbildung an den verbliebenen

Kernwüchsen. Dimitri weist darauf hin, daß durch diese Abgänge in nächster Zeit eine nicht unerhebliche Belastung des Holzmarktes zu erwarten sei. Fleder ergänzt, daß im Spessart selbst ohne Beteiligung des Schwammspinners das "Eichensterben" bereits 20 % des Stammholzanfalles verursacht. Nach Reindl werden die Schwerpunkte eines massierten Ausfalls der Eiche in den Beständen liegen, die seit dem ersten Laubaustritt (Ende April - Anfang Mai) bis jetzt in den Oktober hinein ohne Laub geblieben sind. Richter merkt hierzu an, daß er im nächsten Jahr in den stark betroffenen Gebieten mit einer späten Laubentfaltung und nur einer geringen Belaubung von 30 - 40 % der normalen rechnet, da die wenigen Knospen in diesem Jahr ein extrem geringes Volumen aufweisen. Dies bedeutet, daß im kommenden Jahr auch der ungefährlichste Schwächeparasit die Eichenbestände großflächig gefährden kann, so daß mit nicht unerheblichen Eichenausfällen zu rechnen ist.

Dimitri weist nach Rückfrage darauf hin, daß es keine Korrelation gibt zwischen den bisher festgestellten Gebieten des "Eichensterbens" und den Schwammspinner-Befallsflächen.

Gossenauer-Marohn unterstreicht, daß im Gegensatz zu Bayern in Hessen auch die Eichen-Niederwälder wegen ihrer besonderen Bedeutung für Boden- und Klimaschutz im Rheingau geschützt werden müssen.

Busch berichtet von einem Kahlfraßgebiet des Schwammspinners in der Kölner Bucht. Befallen werden vor allem Alleebäume und hier insbesondere Linden. In 8 km Entfernung von diesem Refugialgebiet wurden auf der Sophienhöhe Tagebau-Rekultivierungsflächen befallen, was nur auf fliegende Weibchen zurückgeführt werden kann.

Reindl erkundigt sich, inwieweit eine unterlassene Bekämpfung im Forst Auswirkungen auf benachbarte Obstanlagen haben könnte. Vogt antwortet, daß Streuobstwiesen, in denen keine

Insektizide eingesetzt werden, durchaus vom Schwammspinner befallen werden können. In Erwerbsanlagen stehen den Besitzern aber im Rahmen des integrierten Obstanbaues eine Reihe von Insektiziden zur Verfügung. Im ökologischen Anbau hingegen ist nur eine Behandlung mit *Bacillus-thuringiensis*-Präparaten möglich. Michel ergänzt, daß in Baden-Württemberg für benachbarte Erdbeeranlagen Problemsituationen entstehen könnten, wenn der Forst keine Bekämpfungen durchführt, denn die im Erdbeeranbau zugelassenen Insektizide dürfen nur vor der Blüte bzw. nach der Ernte angewandt werden.

Altenkirch weist die Aussage zurück, daß die Nonne nur in naturfernen Beständen vorkommt. Das gilt nicht nur für ihr Auftreten in Kiefer, sondern auch - im 3. und 4. Gradationsjahr - in Mischbeständen, wo Nonnenfraß eher eine Diversitätsminderung des Bestandes nach sich zieht. Majunke ergänzt, daß die Nonne kein Folgeinsekt der Reinkultur sei. So hatten beispielsweise verschiedene Massenvermehrungen (Mitte des 19. Jahrhunderts, Ende der 70er Jahre) ihren Ursprung in stabilen urwaldähnlichen Waldstrukturen Weißrusslands.

Gossenauer-Marohn berichtet, daß in Südhessen vollflächig mit Hain- oder Rotbuche unterbaute, naturnahe Eichenbestände zweifach vom Schwammspinner befallen wurden. Zu Beginn des Jahres wurde der Unterbau durch die Junglarven im L 1- bzw. L 2-Stadium befallen. Nach Vernichtung der Blattmasse im Oberstand wurde dann erneut der spät treibende Unterbau kahl gefressen. Mit erhöhten Abgängen im Unterbau ist deshalb zu rechnen, insbesondere bei einem erneuten Kahlfraß 1994. Fleder fühlt sich durch den Hinweis aus Hessen in seiner Einschätzung bestätigt, daß das Auftreten des Schwammspinners in den Wärmegebieten (Gebiete mit Weinbauklima) primär auf die Witterungsverhältnisse der letzten Jahre zurückzuführen sei und die gelegentlich vorgebrachte Kritik an der unterfränkischen Eichenwirtschaft nicht greift, da auch die Begleitbaumarten der Eichen gefressen werden.

Gossenauer-Marohn fragt, ob Ausfälle bei der Kiefer nach Schwammspinnerfraß in Kiefern-Buchen-Eichen-Mischbeständen bekannt geworden sind. Reindl berichtet, daß es in Mischbeständen im Bereich des Forstamtes Wiesentheid auch zu Fraßschäden an Kiefern gekommen sei, diese aber den Fraß möglicherweise überstehen. Eine generelle Aussage, inwieweit hierdurch eine Entmischung und Destabilisierung der Waldbestände eintreten könnte, erscheint ihm zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht möglich.

Schnetter erkundigt sich, ob Erkenntnisse darüber vorliegen, daß eine ungünstige Nahrungszusammensetzung ein weiterer Streßfaktor sei, der zu einem raschen Zusammenbruch der Gradation beitragen könnte, zumal auch Nadelhölzer und selbst die Bodenvegetation vom Schwammspinner kahl gefressen wurden. Bogenschütz antwortet, daß der Schwammspinner bezüglich Entwicklungsgeschwindigkeit und Endgewicht der Raupen unterschiedlich auf das Nahrungsangebot reagiert.

Dimitri plädiert dafür, die freifressenden Schmetterlingsraupen nicht erst in der Kulmination der Gradation zu bekämpfen, sondern schon in der Progradation, so daß auch vermehrt biologische Mittel eingesetzt werden können. Aufgrund der Erfahrungen mit dem Kiefernspanner im nordostdeutschen Raum hält Majunke diese Vorgehensweise für ungünstig, da natürliche Regulationsfaktoren wie Witterung, Nahrung, Antagonisten etc. vorzeitig ausgeschaltet würden. Bogenschütz stimmt dem zu, er hält den Aufwand für eine flächendeckende Überwachungsarbeit zur Erkennung der Progradation für sehr hoch. Schröter ergänzt, daß es für die Forstpraktiker ohnehin schwierig ist, rechtzeitig die entsprechenden Anzeichen für den Beginn der Progradationsphase zu erkennen. (Nachträgliche Protokollanmerkung von Dimitri: Es gibt Argumente dafür, daß in der Progradationsphase mit geringerem Mittelaufwand effektiv bekämpft werden kann.)

### Biologische Bekämpfung

Bode erläutert, daß in der Bundesrepublik Deutschland und nach Umsetzung der "Richtlinie des Rates vom 15. Juli 1991 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (91/414/EWG)" künftig in allen Mitgliedsstaaten der europäischen Gemeinschaft Regelungen über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln bestehen. Danach bedürfen Stoffe, die zum Zwecke des Pflanzenschutzes abgegeben werden sollen, einer Zulassung. Diese Zulassungspflicht besteht für alle chemischen Stoffe, unabhängig davon, ob sie synthetischen oder natürlichen Ursprungs sind, sowie für Mikroorganismen/ und Viren. Die Novellierung des Pflanzenschutzgesetzes wird künftig eine Indikationszulassung vorsehen, d.h. Behandlungsmaßnahmen außerhalb der bei der Zulassung vorgesehenen Anwendungsgebiete werden untersagt und eine Nichtbeachtung wird geahndet. Langenbruch merkt an, daß nach dem künftigen EG-Recht auch Dritte wie z.B. Behörden einen Antrag auf Zulassung stellen könnten. Bode entgegnet, daß Dritte nur für solche Mittel einen Antrag auf Schließung einer Lücke stellen können, die zuvor in mindestens einer anderen Indikation geprüft und zugelassen sind. Der Drittantragsteller muß dann aber auch die für die Bewertung notwendigen zusätzlichen Daten erarbeiten, wobei die Wirksamkeit davon ausgenommen ist. Ungeklärt sind in diesem Bereich auch noch die Fragen der Produkthaftung. Die Firmen stellen grundsätzlich Anträge auf Zulassung nur, wenn eine gewisse Wirtschaftlichkeit gegeben ist. Dies ist für Virus-Präparate zur Bekämpfung des Schwammspinners nicht zu erwarten, denn diese werden nur für einen kurzen Zeitraum benötigt, dann aber in entsprechend großer Menge.

Bogenschütz stellt klar, daß Kernpolyeder-Viren nur für Versuchszwecke und nicht, wie mehrfach angeregt, für eine großflächige Bekämpfung eingesetzt worden sind. Die Parasitierung der Schwammspinner wurde bei der Massenvermehrung in den Jah-

ren 1984 bis 1986 intensiv untersucht. Hierbei hat sich gezeigt, daß zwei larvalparasitische Tachinenarten (*Parasetigena silvestris*, *Blepharipa schineri*) wesentlich zum Zusammenbruch der Schwammspinnerpopulation beigetragen haben. Diese flugaktiven Raupenfliegen spielen vermutlich auch bei der Ausbreitung der Virose eine wichtige Rolle.

Langenbruch antwortet auf eine Frage von Bogenschütz, daß der Zuckerezusatz zu den Bacillus-thuringiensis-Präparaten ein Fraßstimulans sei. Mit der Zugabe wird aber nicht immer ein höherer Wirkungsgrad erzielt.

Moltmann weist daraufhin, daß im Forst in Relation zum Befallsgebiet nur ein geringer Flächenanteil mit Pflanzenschutzmitteln behandelt wird, der weitaus größere Teil aber unbehandelt bleibt. Er erkundigt sich, inwieweit dann durch Forstschutzmittel-Anwendungen den Parasitoiden-Populationen die Lebensgrundlage entzogen wird. Bathon antwortet, daß die einzelnen Behandlungsflächen durchaus sehr ausgedehnt sein können, so daß eine Einwanderung nicht in jedem Fall sichergestellt sei. Möglicherweise sei auch noch im kommenden Jahr mit Nachwirkungen der diesjährigen Mittelapplikationen zu rechnen. Altenkirch verweist auf eine Forleulenbehandlung in Niedersachsen 1977/78, bei der nicht unmittelbar bedrohte Bestandesflächen von der Pflanzenschutzmittel-Applikation ausgespart wurden, so daß die Parasitoide auf diesen Flächen ihre Wirkung entfalten konnten. Gossenauer-Marohn ergänzt, daß aufgrund der geringen Beständigkeit von Bacillus thuringiensis im Kronenraum eine Zuwanderung hungriger Raupen aus den unbehandelten Flächen verhindert werden müsse, um mit hinreichender Sicherheit den Johannistrieb der Eiche und den Nottrieb der Buche zu retten. Dies bedeutet für Hessen bei Anwendung von B.t.-Mitteln in 1994 eine Behandlung auf der gesamten Befallsfläche.

Moltmann fragt, ob nicht die Rolle der Parasitoide darin besteht, die Populationsentwicklung des Schädlings am Beginn einer Gradation abzuflachen. Bathon antwortet, daß Parasitoide und Räuber dichteabhängig reagieren, d.h. bei einer niedrigen Wirtsdichte ist im allgemeinen auch die Dichte der Parasitoide gering. Altenkirch macht deutlich, daß man beim Schwammspinner- oder Nonnenbefall im Nadelholz nicht die Möglichkeit hat, die dichteabhängige Wirkung der Parasitoide abzuwarten, denn ein einmaliger starker Fraß bzw. Kahlfraß führt bereits zum Absterben der Fichten.

Roskopf erkundigt sich nach möglichen nachteiligen negativen Auswirkungen der biologischen Mittel. Langenbruch antwortet, daß Mutationen der Viren mit negativen Folgen sehr unwahrscheinlich sind. Die Baculoviren (z.B. Kernpolyeder- und Granuloseviren) sind in der Natur weit verbreitet und kommen nur in Insektenpopulationen vor. Von den einzelnen Viren werden jeweils nur wenige Arten oder Gattungen befallen. *Bacillus thuringiensis* wirkt sowohl gegen indifferente als auch schädliche, freifressende Schmetterlingsraupen, mit Ausnahme der Noctuiden, die relativ unempfindlich gegen B.t. sind. Stellt man eine Rangfolge der Selektivität auf, so wären an erster Stelle die Viren, an zweiter B.t. und dann mit Abstand die Häutungshemmer zu nennen. Bathon ergänzt, daß die meisten Parasitoide zwar oligophag sind, z.T. auch polyphag, die Wahrscheinlichkeit einer starken Schädigung von Nichtzielarten aber als äußerst gering einzustufen ist.

Langenbruch erkundigt sich nach der Anwendungsmöglichkeit der beiden *Bacillus-thuringiensis*-Präparate "Entobakterin (trocken)" und "Dendrobacillin" aus den neuen Bundesländern. Berendes antwortet, daß bei diesen beiden Pflanzenschutzmitteln keine Anwendungen gegen freifressende Schmetterlingsraupen im Forst vorgesehen wurden, da diese auch nach DDR-Recht hierfür nicht zugelassen waren.

Nach Rückfragen erklärt Bode, daß Bacillus-thuringiensis-Präparate nach dem derzeitigen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse bereits dann als hinreichend wirksam bewertet und zugelassen werden, wenn durch Versuchsunterlagen ein Wirkungsgrad von etwa 70 % nachgewiesen ist.

Auf eine Nachfrage zur Wasserschutzgebietsauflage antwortet Gericke, daß das Bundesgesundheitsamt derzeit überlegt, die W2-Auflage für Bacillus-thuringiensis-Mittel aufzuheben, unter der Voraussetzung, daß in begleitenden Untersuchungen weitere Daten zur möglichen Kontamination des Grundwassers mit B.t. erarbeitet werden. Langenbruch ergänzt, daß in Hessen seit drei Monaten Untersuchungen zur Grundwasserkontamination durch B.t. durchgeführt werden. Zu Versuchszwecken wurde B.t. auch in W2-Gebieten ausgebracht. Bisher konnten bei ersten Zwischenerhebungen noch keine B.t.-Sporen im Grundwasser nachgewiesen werden. Für eine abschließende Bewertung ist es zum jetzigen Zeitpunkt aber noch zu früh.

Auf die Frage von Kleeberg nach der Zulassungspflicht für Makroorganismen antwortet Bode, daß Nützlinge keiner Zulassungspflicht nach dem Pflanzenschutzrecht unterliegen, bei einem evtl. Einsatz aber Vorgaben des Naturschutzrechtes zu beachten sind.

Schnetter fragt, ob ein kurzfristiges Inverkehrbringen von Viruspräparaten für nächstes Jahr möglich sei. Bode erklärt, daß für die Bekämpfungsaktionen keine zugelassenen Viruspräparate zur Verfügung stehen werden, denn nach dem geltenden Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen müßte ein Antragsteller erst einen Antrag auf Zulassung stellen und die Zulassung noch vor dem Bekämpfungstermin erteilt worden sein. Altenkirch erkundigt sich, ob für Versuchszwecke eine Einfuhrgenehmigung erteilt werden könnte und wie die Hektarbeschränkung ausgelegt wird. Bode antwortet, daß hier zwischen einer Genehmigung für Versuchszwecke im Rahmen der Mittelzulassung sowie einer für



Forschungszwecke unterschieden wird. Im ersten Fall stellt die Firma einen Antrag auf Einfuhrgenehmigung und gibt das Einfuhrkontingent an die in ihrem Auftrag arbeitenden Versuchsansteller weiter, so daß die Behandlungsfläche insgesamt 10 ha nicht überschreitet. Im zweiten Fall erfolgt die Beantragung durch die Forschungsanstalt; eine Genehmigung fällt aber immer dann schwer, wenn erkennbar ist, daß mehr als 10 ha behandelt werden sollen.

Majunke erkundigt sich nach der Möglichkeit einer Ausnahmegenehmigung für eine Bekämpfung bei "Gefahr im Verzuge" nach § 11 PflSchG zu erhalten. Rothert antwortet, daß die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft eine solche Ausnahmegenehmigung erst in einem einzigen Fall erteilt hat, weil die diesbezüglichen Bestimmungen des Pflanzenschutzgesetzes eng auszulegen sind.

#### Auswirkungen auf den Naturhaushalt

Binner berichtet, daß aus einer Untersuchung in Finnland mit einem Häutungshemmer hervorgeht, daß doch eine nicht unerhebliche Persistenz von über einem Jahr gegeben ist. Da der Wirkstoff an den Nadeln sorbiert wird, findet man ihn auch in der Streu wieder. Langenbruch verweist auf spanische Untersuchungen, in denen ebenfalls eine hohe Persistenz von Häutungshemmern festgestellt wurde. Vogt unterstreicht dies durch eigene Erkenntnisse aus dem Obstbau.

Schmuck fragt, warum die Wirkungs- und Expositionsdaten für die Abschätzung von Auswirkungen auf Nichtzielorganismen z.T. bis um den Faktor 10 voneinander abweichen, ohne daß daraus Konsequenzen für die Bewertung gezogen werden. Forster antwortet, daß die um den Faktor 10 verminderten Expositionsdaten nur dann mitbewertet werden, wenn dies durch Untersuchungen belegt ist, d.h. die Einstufung ist bei Neuvorlage von Ver-

suchsergebnissen neu vorzunehmen. Auf die Frage nach den Entwicklungsstadien der Testtiere (Buschinger) antwortet Forster, daß für die Bewertung der Häutungshemmer nur Untersuchungen herangezogen werden, in denen häutende Stadien geprüft wurden, beispielsweise von *Apis mellifera*, *Poecilus cupreus*, *Syrphus vitripennis*, *Trichogramma*. Brasse ergänzt, daß seit Anfang 1980 keine Schäden an Bienen nach Praxisanwendungen nachgewiesen werden konnten, die nachweislich auf Diflubenzuron zurückzuführen wären.

Gossenauer-Marohn fragt, ob in den Zwangsfütterungsversuchen an Ameisen berücksichtigt wurde, daß nach Passage des Kronenraumes nur ca. 25 % des ausgebrachten Mittels den Boden erreichen. Lischke antwortet, daß sie ihren Laborversuchen nicht diese reduzierte Aufwandmenge zugrunde gelegt hat. Die Ameisen wurden allerdings nur zehn Tage mit Dimilin-haltiger Nahrung gefüttert, obwohl der Wirkstoff selbst zwölf Monate auf Kiefernadeln noch völlig aktiv sei. Forster entgegnet, daß in der Untersuchung zur Beständigkeit von Dimilin 25 WP festgestellt wurde, daß die Verfügbarkeit des Mittels auf der Blattoberfläche stark reduziert ist. Effekte an Forstschädlingen konnten nach oraler Aufnahme beobachtet werden, so daß eine Gefährdung der räuberisch lebenden Ameisen über kontaminierte Blätter sehr gering sein wird. Eine weitere Frage bezüglich der Vergleichbarkeit der Freilandversuchsflächen beantwortet Lischke dahingehend, daß wegen möglicher Abdrift keine benachbarten Nullflächen ausgewertet wurden. Sie ist der Ansicht, daß Parameter wie unterschiedliche Baumartenanteile bzw. Alter des Bestandes eine Auswirkung auf die Ameisendichte haben können, deshalb wurden auch nur 3 m<sup>2</sup> große Testflächen in zehnfacher Wiederholung abgesucht. Gossenauer-Marohn bittet um eine Entwicklungsprognose der untersuchten Ameisenpopulationen für 1994. Buschinger antwortet, daß er von den diesjährigen Werten selbst etwas überrascht war, aber die wissenschaftliche Redlichkeit eine objektive Darlegung der Daten fordere. Er erwartet deshalb für Südhessen aufgrund der zwar signifi-

kanten, aber doch recht geringen Beeinträchtigung der *Leptothorax nylanderi* von 14 %, daß diese Ameisenart eine 2. Bekämpfung höchstwahrscheinlich überstehen wird. Ein Grund hierfür könnte möglicherweise die unterschiedliche Filterwirkung der Baumkronenschicht bei der Mittelapplikation sein, denn im Eichenwald wird mehr Pflanzenschutzmittel in der Kronenschicht gebunden als in einem Kiefernwald. Bei der verwandten Art, *Leptothorax acervorum*, ist in lichten Kiefernwäldern eine stärkere Reduktion, ähnlich wie im Nürnberger Reichswald nicht auszuschließen, wenn der Bestand zweimal behandelt wird. Die genaue Funktion dieser Prädatoren im Naturhaushalt ist nicht bekannt, aber die hohen Dichten der Adulten von 500 - 600 Individuen/m<sup>2</sup> deuten an, daß sie nicht unbedeutend sind. Da diese Ameisenvölker eine Lebenserwartung von 10 Jahren haben, wird eine starke Dichterreduktion auch erst nach einigen Jahren wieder ausgeglichen werden können.

Reindi merkt hierzu an, daß im Nürnberger Reichswald viele Vorkehrungen zum Schutz der hügelbauenden Ameisen getroffen worden sind, wie z.B. Umsiedlung, Abdeckung oder Aussparen der Ameisenareale bei der Behandlung. Buschinger bestätigt dies, weist aber darauf hin, daß *Leptothorax nylanderi* keine hügelbauende Ameisenart ist, sondern flächendeckend in Dichten von 5 - 17 Völkern/m<sup>2</sup> vorkommt und nur unzureichend durch die zuvor beschriebenen Maßnahmen geschützt werden kann. Moltmann verweist darauf, daß nach den IOBC-Kriterien eine Reduktion der Population in der Größenordnung von 14 % als nicht schädigend eingestuft wird. Er stellt in diesem Zusammenhang die Frage, ob dies nicht eine vertretbare Auswirkung auf den Naturhaushalt sei. Buschinger antwortet, daß ein Wert von 14 % vertretbar ist, ein Nachweis für wiederholte Anwendungen bzw. für Mittelapplikationen in lichten Wäldern aber noch erbracht werden muß.

Pölking fragt, weshalb für eine Gefährdungsabschätzung der Nichtzielorganismen nicht der höchste Flächenaufwand verwendet

wird. Forster antwortet, daß ein valider Wert zur worst-case-Simulation für die Luftfahrzeugapplikation 60 % ist. Dies sei nach Literaturangaben der Maximalwert, der auf den nicht laub-abgeschirmten Boden gelangt.

#### Schaden-/Nutzen Bewertungen

Auf die Frage von Kehr macht Kató nochmals deutlich, daß jüngere Eichenbestände durch den Schwammspinnerfraß größere ökonomische Schäden davontragen können als ältere. Deshalb sollten bei der Vorbereitung einer Bekämpfungsentscheidung auch die materiellen Schäden durch eine Simulationsrechnung ermittelt werden.

Fleder weist auf die sehr unterschiedliche Wirkungsdauer von Totfraß in Waldbeständen einerseits und Schädigung der Fauna durch Schwammspinner-Bekämpfung andererseits hin: Wenn beispielsweise ein Eichenbestand im Alter von 100 Jahren abstirbt, so ist damit nicht nur die gesamte Investition der Kultur und der Bestandspflege, sondern auch die Arbeit von etwa fünf Förstergenerationen zunichte gemacht. Erst nach einem Jahrhundert kann ein Nachfolgebestand wieder die selben Funktionen erbringen. Wenn demgegenüber in einem solchen Bestand die Waldfauna geschädigt würde, so wäre mit großer Wahrscheinlichkeit nach Abbau der Wirkstoffe eine Wiederbesiedlung des Ökosystems in relativ kurzer Zeit zu erwarten.

Dörflinger betont, daß in der Forstwirtschaft in der Regel erst bei einer Existenzgefährdung des Waldes eine Bekämpfungsentscheidung getroffen wird. Für eine Entscheidungsfindung wäre es daher hilfreich, wenn in einem Bewertungsmodell auch noch andere Folgekosten miteinbezogen werden. Denn wird ein Wald vernichtet, dann verschwindet ein Ökosystem und mit ihm die Ameisen, das Wild, die Vegetation etc. Eine Wiederaufforstung über Naturverjüngung ist dann nicht mehr möglich,

sondern nur noch über künstliche Verjüngungsverfahren. Moltmann meint, daß Pflanzenschutzmaßnahmen nicht durchgeführt werden, um primär ein Ökosystem als solches zu erhalten, sondern um einen Nutzen zu sichern. Dimitri hält bei einem Entscheidungsmodell eine zu starke Gewichtung der Ökonomie für nicht mehr zeitgemäß. Bei einer Bekämpfung geht es primär um die Erhaltung des wichtigsten Naturfaktors in der Bundesrepublik Deutschland und wenn hierbei noch ein volkswirtschaftlich nutzbarer Rohstoff abfällt, dann ist das positiv zu bewerten. Unter diesem Aspekt vermißt Pölking die Einbeziehung der Waldbereiche mit Naturschutzfunktion, wie z.B. Naturschutzgebiete, die bei Bekämpfungsmaßnahmen wie selbstverständlich ausgenommen werden. Hoffmann ergänzt, daß in Rheinland-Pfalz große Teile der Niederwälder, die keine wirtschaftliche Funktion mehr haben, vom Schwammspinner befallen sind. Bekämpfungsmaßnahmen werden hier primär aus Gründen der Verkehrssicherungspflicht, des Erhalts des Landschaftsbildes, des Bodenschutzes oder des Klimaschutzes durchgeführt. Bathon merkt hierzu an, daß für diese Gebiete nur sehr spezifische Schutzmaßnahmen in Frage kommen.

Wulf dankt den Referenten sowie allen Diskussionsteilnehmern für die offenen, konstruktiven Beiträge und wünscht eine gute Heimreise.

**Alfred Wulf**

Institut für Pflanzenschutz im Forst, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Braunschweig

Schwammspinnerkalamität 1993 - Resümee und Ausblick

Im Laufe des Kolloquiums ist deutlich geworden, daß die Schwammspinnerkalamität des Frühsommers 1993 eine beachtliche Ausdehnung erreicht hat. Die Befallsfläche in der Bundesrepublik Deutschland beträgt insgesamt mehr als 50.000 ha. Angesichts der Verbreitungskarte ist es auch durchaus denkbar, daß die vieldiskutierte Einmischung flugtüchtigerer östlicher Schwammspinner-Populationen (BOGENSCHÜTZ und SCHRÖTER<sup>1</sup>) bereits erfolgt ist (siehe nachfolgende Abbildungen).

Es hat sich jedenfalls gezeigt, daß dieser Schädling gerade in Waldgebieten mit weitgehend natürlicher Baumartenzusammensetzung auftritt (FLEDER) und die Eiche dort gefährdet, wo sie als autochthone Baumart vorkommt. Bereits durch den bisherigen Fraß sind erhebliche, nicht nur ökonomische Schäden zu verzeichnen, deren Ausmaß noch nicht übersehbar ist (REINDL). Trotz der teilweise extrem hohen Populationsdichte gehen die Fachleute davon aus, daß ein natürlicher Zusammenbruch der Massenvermehrung keineswegs bevorsteht bzw. im nächsten Jahr zu erwarten ist, ohne daß erneut gravierender Kahlfraß auftritt. Vielmehr wird ein erneuter Anstieg der Befallsfläche für möglich gehalten (z.B. DIMITRI). Auch bei der Nonne wird mit weiter ansteigendem Gradationsverlauf gerechnet (MAJUNKE, ALTENKIRCH), wobei hier erschwerend hinzukommt, daß keine Ansätze für eine biologische Bekämpfung gesehen werden (LANGENBRUCH, BATHON).

Es ist somit dringend geboten, sich auf umfangreiche Bekämpfungsaktionen vorzubereiten. Dort, wo Entlaubung droht, werden

---

<sup>1</sup>Alle Literaturzitate beziehen sich auf dieses Heft

sich Pflanzenschutzmaßnahmen vielfach nicht vermeiden lassen. Ein großflächiger Einsatz von Viruspräparaten wird dabei aus Gründen der Verfügbarkeit und wegen der rechtlichen Situation nicht möglich sein (BODE, LANGENBRUCH). Außerdem ist nicht auszuschließen, daß die Wirksamkeit der Viruspräparate für manche Bestände zu spät, nämlich erst nach Kahlfraß, zum Tragen kommt.

Unbedingt genutzt werden sollte allerdings die Gelegenheit zu Versuchen mit Virusformulierungen, deren Ergebnisse auch für die Bewertung von Zulassungsfragen bei entsprechenden Mitteln wertvoll sein dürften. Ebenso wäre es sehr wünschenswert, weitere gezielte Untersuchungen zu ökologischen Auswirkungen im Zusammenhang mit Schwammspinnerbefall und -bekämpfung unter Einbeziehung von Kahlfraßflächen durchzuführen. Dabei wäre es sicher sehr interessant, behandelte Bestände neben kahlgefressenen und entsprechenden Standorten ohne stärkeren Schmetterlingsbefall über einen gewissen Zeitraum vergleichend zu bonitieren. Für einzelne Indikatorarten, beispielsweise bestimmte relevante Vertreter der Waldbodenfauna, dürfte dies praktikabel sein und zu aussagefähigen, wertvollen Ergebnissen führen. Auch späte Folgeschäden und die Symptome des "Eichensterbens" sollten in den nächsten Jahren in kahlgefressenen und in behandelten Beständen wissenschaftlich beobachtet werden.

Die anstehenden Bekämpfungsaktionen werden zwangsläufig mit zugelassenen Pflanzenschutzmitteln geplant werden müssen. Die Erörterung der Daten und Bewertungen zu den Bacillus-thuringiensis-Mitteln und den Häutungshemmstoffen haben deutlich erkennen lassen, daß für diese beiden Mittelgruppen die Zulassungsvoraussetzungen nach dem derzeitigen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse zu Recht vorhanden sind. Entscheidungshilfen für eine Mittelwahl und Grundlagen für ihre sachgerechte und effektive Anwendung sind im Tagungsband zu finden. Die Entscheidung über Behandlungsumfang und zu verwen-

dende Präparate kann den zuständigen Stellen vor Ort dadurch natürlich nicht abgenommen werden.

Die Schwierigkeiten, für den vergleichsweise kleinen Bedarf im Forst unter den gegebenen Bedingungen geeignete Pflanzenschutzmittel zu entwickeln und zugelassen zu bekommen, sind im Laufe des Kolloquiums deutlich geworden. Nach der in Kürze zu erwartenden Novellierung des Pflanzenschutzgesetzes mit Einführung der sogenannten Indikationszulassung werden die für den Forstschutz bestehenden Lücken noch größere Probleme bereiten. Angesichts dieser Situation ist es ausgesprochen unverständlich und kontraproduktiv, wenn für geprüfte und zugelassene Pflanzenschutzmittel in den ausgewiesenen Anwendungsgebieten aus politischen Erwägungen heraus landesinterne Anwendungsverbote erlassen werden. Geradezu grotesk wirken diese restriktiven Eingriffe, wenn von gleicher Seite in Problemfällen kurzfristig Anwendungsgenehmigungen außerhalb der Zulassung gefordert werden. Diese Vorgehensweise unterminiert die Arbeit der BBA und würde in letzter Konsequenz kalamitätsbedingte Einzelbewertungen erfordern. Auf welcher Grundlage solche Entscheidungen dann zu fällen wären, ist nicht zu erkennen. Es kann auch von einem Mittelhersteller nicht erwartet werden, daß er sich der aufwendigen und mühsamen Prozedur der Zulassung unterzieht, wenn im Bedarfsfall kurzfristig aus öffentlichkeitswirksamen Gründen mit Anwendungsverböten gerechnet werden muß.

Die Organisatoren des Kolloquiums wünschen sich, daß die Aufarbeitung der Veranstaltung bei Praktikern und Entscheidungsträgern die gleiche positive Resonanz und Akzeptanz erfährt, wie dies bei dem Heft zum Borkenkäferkolloquium der Fall war (vgl. Heft 267 der Mitteilungen aus der BBA vom Januar 1991) und daß der Tagungsband dazu beiträgt, die richtigen Entscheidungen zu treffen. Sollte es gelingen, einen Beitrag zum Abbau von Informationsdefiziten und zur Harmonisierung konträrer Positionen im Forstschutz zu leisten, wäre das gesteckte Ziel erreicht.



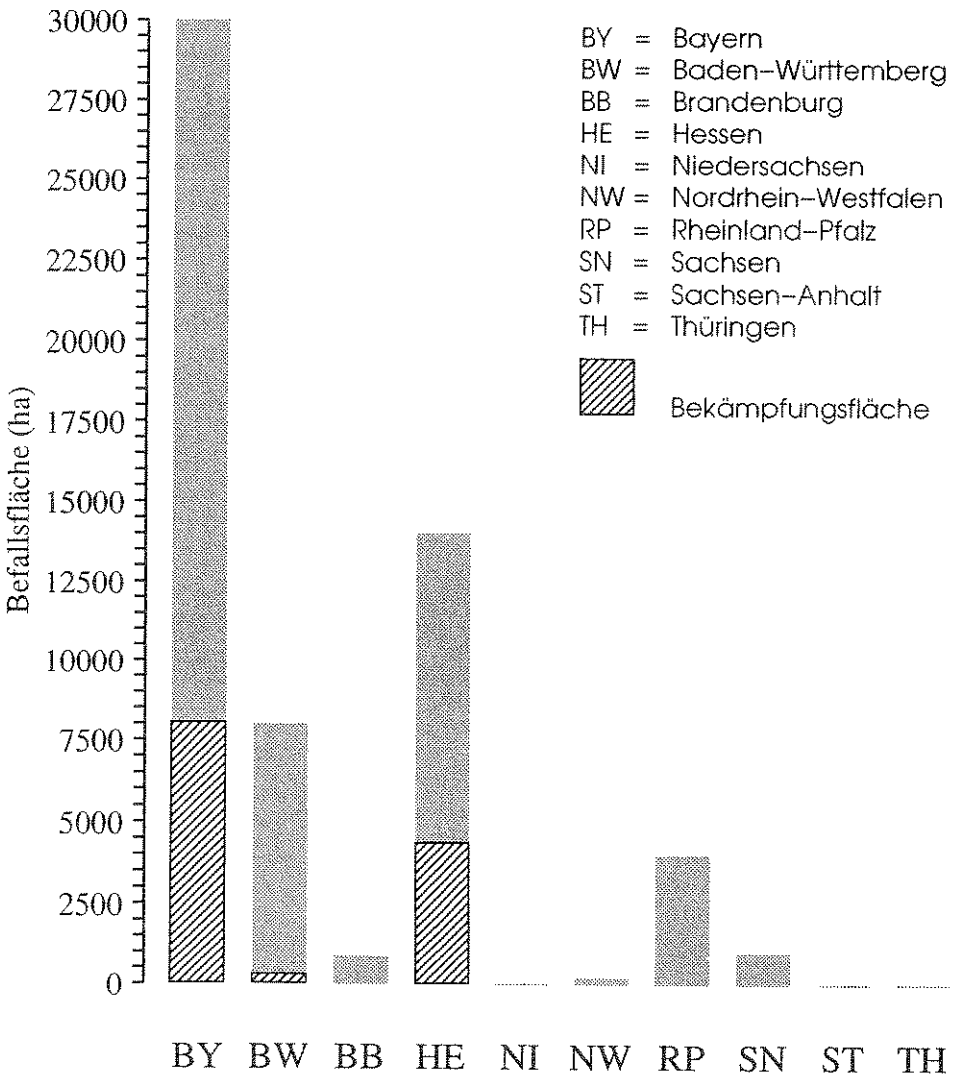


**Biologische Bundesanstalt  
für Land- und Forstwirtschaft**

Institut für Pflanzenschutz im Forst

## Schwammspinner-Befallsfläche (1993)

Bundesländer

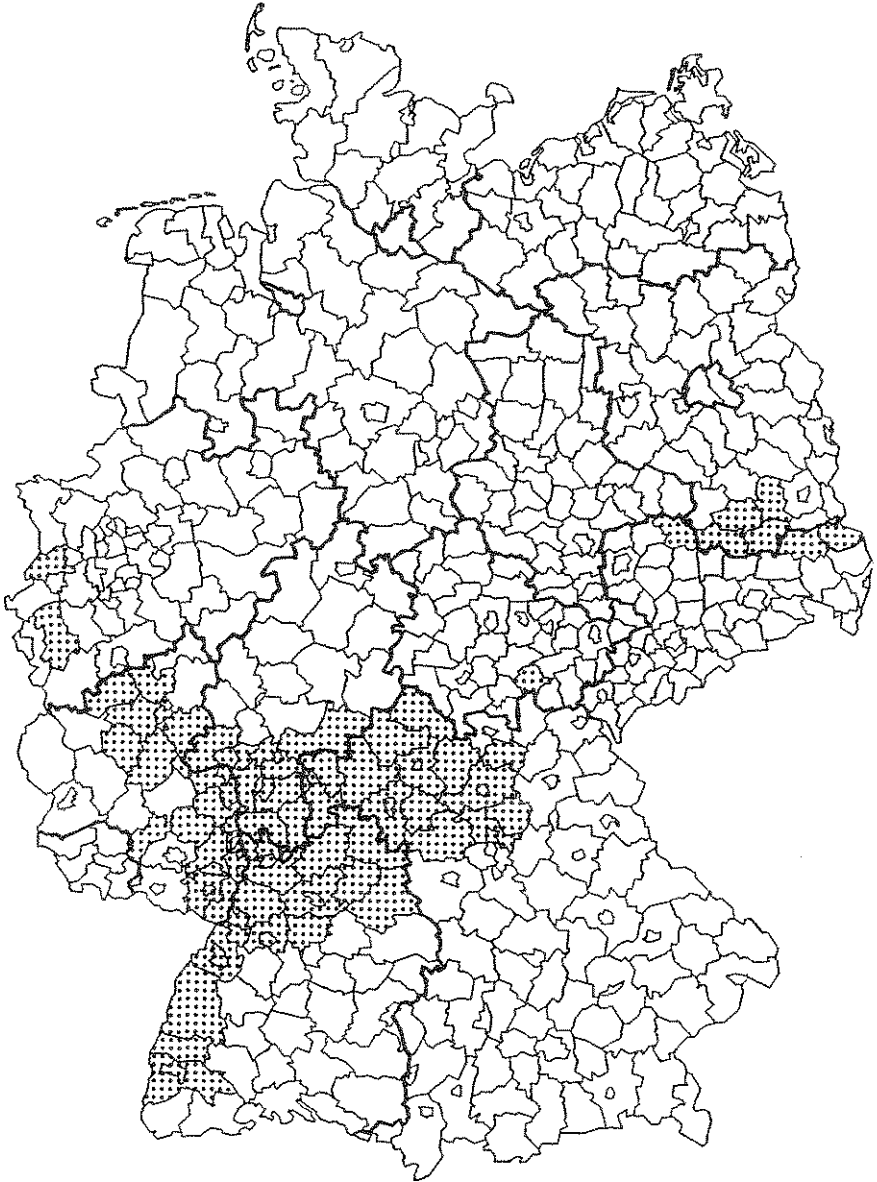




Biologische Bundesanstalt  
für Land- und Forstwirtschaft

Institut für Pflanzenschutz im Forst

Kreise der Bundesrepublik Deutschland  
mit Schwammspinner - Kahlfraßflächen 1993



**Teilnehmerverzeichnis**

**Wissenschaftliches Kolloquium  
"Freifressende Schmetterlingsraupen im Forst"  
am 19./20. Oktober 1993 in Braunschweig bei der  
Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft**

Altenkirch, Wolfgang, Dr.	Nieders. Forstliche Versuchsanstalt Abt. B - Waldschutz	Grätzelstr. 2 D-37079 Göttingen
Balder, Hartmut, Dr.	Pflanzenschutzamt Berlin	Mohriner Allee 137 D-12347 Berlin
Banasiak, Ursula, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Fachgruppe Chemische Mittelprüfung	Stahnsdorfer Damm 81 D-14532 Kleinmachnow
Bathon, Horst, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Institut für biologischen Pflanzenschutz	Heinrichstr. 243 D-64287 Darmstadt
Beier, Ulf, Dr.	Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft	Postfach 3 45 D-99854 Gotha
Berendes, Karl-Heinz	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Institut für Pflanzenschutz im Forst	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Binner, Rainer, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Fachgruppe Chemische Mittelprüfung	Stahnsdorfer Damm 81 D-14532 Kleinmachnow
Bode, Erdmann, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Fachgruppe Biologische Mittelprüfung	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Bogenschütz, Hermann, Dr.	Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg Abt. Waldschutz	Wonnhaldestr. 4 D-79100 Freiburg
Boppré, Michael, Prof. Dr.	Albert-Ludwigs-Universität Forstzoologisches Institut	Bertoldstr. 17 D-79098 Freiburg i.Br.

Brasse, Dietrich, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Institut für Pflanzenschutz im Ackerbau	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Brugner, Anna, Dr.	Novo Nordisk Bioindustrie S.A.	79, Francois Arago F-92017 Nanterre
Burzlauff, Tim,	Albert-Ludwigs-Universität Forstzoologisches Institut	Bertoldstr. 17 D-79098 Freiburg i.Br.
Busch, Hans-Peter	Landwirtschaftskammer Rhein- land - Institutszentrum - Pflanzenschutzamt	Postfach 30 07 09 D-53187 Bonn
Buschinger, Alfred, Prof. Dr.	Zoologisches Institut Techn. Hochschule Darmstadt	Schnittspahnstr. 3 D-64287 Darmstadt
Dimitri, Lyubomir, Prof. Dr.	Hessische Forstliche Versuchsanstalt	Prof.-Oelkers-Str. 6 D-34346 Hann. Münden
Dörflinger, Helmut	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Ref. 613	Postfach 14 02 70 D-53107 Bonn
Dubbel, Volker, Dr.	Fachbereich Forstwirtschaft der Fachhochschule Hildesheim/Holzminde	Büsgenweg 5 D-37077 Göttingen
Emschermann, Frank, Dr.	Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe Institut für Pflanzenschutz, Saatgutuntersuchung und Bienenkunde	Postfach 59 80 D-48135 Münster
Fell, Doris	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Institut für Pflanzenschutz im Forst	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Fleder, Wolfgang	Oberforstdirektion Würzburg, Leiter Sach- gebiet Waldbau a.D.	Bayernstr. 51 D-97204 Höchberg
Forster, Rolf	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Fachgruppe Biologische Mittelprüfung	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Gericke, Sabine, Dr.	Max von Pettenkofer Institut	Thielallee 89 - 92 D-14195 Berlin
Gonschorrek, Joachim, Dr.	Hessische Forstliche Versuchsanstalt	Prof.-Oelkers-Str. 6 D-34346 Hann. Münden
Gossenuer-Marohn, Horst, Dr.	Hessisches Ministerium für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz	Hölderlinstr. 1 - 3 D-65187 Wiesbaden

Grosscourt, Arnold, Dr.	Solvay-Duphar B.V.	P.O. Box 900 NL-1380 DA Weesp
Gündermann, Gerhard, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft - Leitung -	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Habermann, Michael	Institut für Forstzoologie der Universität Göttingen	Büsgenweg 3 D-37077 Göttingen
Hackbarth, Winfried	Forstliche Versuchsanstalt Eberswalde e.V. Waldschutz	Alfred-Möller-Str. 1 D-16225 Eberswalde
Heimbach, Udo, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Institut für Pflanzenschutz im Ackerbau	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Hett, Paul	Département de la Santé des Forêts	Rue Sanite-Catherine 38 F-54043 Nancy
Hoffmann, Uwe	Ministerium für Landwirtsch., Weinbau und Forsten Ref. 737	Große Bleiche 55 D-55116 Mainz
Horner, Ulrike	Fachbereich Gartenbau der Universität Hannover	Herrenhäuser Str. 2 D-30419 Hannover
Hummel, Edmund, Dr.	Trifolio-M GmbH	Sonnenstr. 22 D-35633 Lahnau
Joermann, Gerhard, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Fachgruppe Biologische Mittelprüfung	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Kampmann, Thomas, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Fachgruppe Biologische Mittelprüfung	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Kató, Ferenc, Prof. Dr.	Institut für Forstökonomie der Universität Göttingen	Büsgenweg 5 D-37077 Göttingen
Kehr, Rolf, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Institut für Pflanzenschutz im Forst	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Kleeberg, Hubertus, Dr.	Trifolio-M GmbH	Sonnenstr. 22 D-35633 Lahnau
Kohsiek, Heinrich, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Abteilung für Pflanzenschutz- mittel und Anwendungstechnik	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig

Kontzog, Hans-Günter, Dr.	Forstliche Versuchsanstalt Sachsen-Anhalt	Behnsdorfer Str. 45 D-39345 Flechtingen
Kotzian, Rüdiger	Sandoz Agro GmbH	Walsroderstr. 305 D-30855 Langenhagen
Krüger, Frank	Nieders. Forstliche Versuchsanstalt Abt. B - Waldschutz	Grätzelstr. 2 D-37079 Göttingen
Kula, Christine, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Fachgruppe Biologische Mittelprüfung	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Laermann, Hans-Theo, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Fachgruppe für Biologische Mittelprüfung	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Langenbruch, Gustav-Adolf, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Institut für biologischen Pflanzenschutz	Heinrichstr. 243 D-64287 Darmstadt
Linde, Andreas, Dr.	Lehrstuhl für Angewandte Zoologie der Universität München	Hohenbachernstr. 22 D-85354 Freising
Lischke, Antje	Zoologisches Institut Techn. Hochschule Darmstadt	Schnittspahnstr. 3 D-64287 Darmstadt
Majunke, Curt, Dr.	Forstliche Versuchsanstalt Eberswalde e.V. Waldschutz	Alfred-Möller-Str. 1 D-16225 Eberswalde
Malphettes, Claude-Bernard Dr.	CEMAGREF - INRA Division Technique Forestières	F-45160 Ardon
Meßthaler, Harald, Dr.	Stähler Agrochemie GmbH & Co. KG	Stader Elbstr. D-21683 Stade
Michel, Hans-Günter	Landesanstalt für Pflanzenschutz	Reinsburgstr. 107 D-70197 Stuttgart
Möller, Katrin	Forstliche Versuchsanstalt Eberswalde e.V. Waldschutz	Alfred-Möller-Str. 1 D-16225 Eberswalde
Moltmann, Johann, Dr.	Industrieverband Agrar e.V.	Karlstr. 21 D-60329 Frankfurt/Main
Müller, Michael, Dr.	Landesforsten Brandenburg	Schloßplatz 1 D-15711 Königs Wusterhausen

Otto, Lutz-Florian	Sächsische Landesanstalt für Forsten Abt. Waldschutz	Bonnewitzer Str. 34 D-01827 Graupa
Pehl, Leo, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Institut für Pflanzenschutz im Forst	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Pfefferkorn, Volkmar	Hoechst AG Landwirtschaft-Deutschland	Hessendamm 1 - 3 D-65795 Hattersheim
Pölking, Andreas, Dr.	Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht	D-55276 Oppenheim
v. Ramm, Clas, Dr.	Firma Plurato GmbH	Steinfurther Hauptstr. 9 D-61231 Bad Nauheim
Reindl, Josef, Dr.	Bayer. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt	Postfach 13 54 D-85313 Freising
Richter, Dietmar, Dr.	Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft	Postfach 3 45 D-99854 Gotha
Roos, Heribert, Dr.	Schering AG Pflanzenschutz Deutschland	Postfach 19 03 29 D-40522 Düsseldorf
Roßkopf, Michael	Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirt- schaft und Forsten	Ludwigstr. 2 D-80539 München
Rothert, Helmut, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Fachgruppe für Biologische Mittelprüfung	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Sanders, John	Novo Nordisk Bioindustrie S.A.	79, Francois Arago F-92017 Nanterre Cedex
Schmid, Hannelore	Industrieverband Agrar e.V.	Karlstr. 21 D-60329 Frankfurt/Main
Schmuck, Richard, Dr.	Bayer AG Pflanzenschutzzentrum Monheim	D-51368 Leverkusen, Bayerwerk
Schnetter, Wolfgang, Dr.	Zoologisches Institut der Universität Heidelberg	Neuenheimer Feld 230 D-69120 Heidelberg
Scholl, Sabine	Forstwissenschaftlicher Fachbereich der Georg- August-Universität Göttingen	Büsgenweg 5 D-37077 Göttingen
Schröter, Hans Jochen, Dr.	Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg Abt. Waldschutz	Wonnhaldestr. 4 D-79100 Freiburg

Spangenberg, Rüdiger	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Fachgruppe Biologische Mittelprüfung	Stahnsdorfer Damm 81 D-14532 Kleinmachnow
Veldmann, Gerhard, Dr.	Forstliche Versuchsanstalt Sachsen-Anhalt	Behnsdorfer Str. 45 D-39345 Flechtingen
Vogt, Heidrun, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Institut für Pflanzenschutz im Obstbau	Schwabenheimer Str. 101 D-69221 Dossenheim
Wermelinger, Beat, Dr.	Eidgenössische Forschungs- anstalt für Wald, Schnee und Landschaft	CH-8903 Birmensdorf ZH
Wiebel, Franziska, Dr.	DIE ZEIT Pressehaus	Postfach 10 68 20 D-20045 Hamburg
Wimschneider, Wilhelm, Dr.	Shell Agrar GmbH & Co. KG	Konrad-Adenauer-Str. 30 D-55209 Ingelheim/Rhein
Wulf, Alfred, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Institut für Pflanzenschutz im Forst	Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig
Zschaler, Helfried, Dr.	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz	Stahnsdorfer Damm 81 D-14532 Kleinmachnow