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

Heft 267

Januar 1991



Borkenkäfer-Gefahren nach Sturmschäden

Möglichkeiten und Grenzen einer integrierten Bekämpfung

Bark Beetle hazards following storm damage

Possibilities and limits of integrated control

Kolloquium am 30. und 31. Oktober 1990 in Braunschweig

bearbeitet von

Dr. Alfred Wulf

und

Dr. Rolf Kehr

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

Berlin 1991

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

> Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg Lindenstraße 44-47, D-1000 Berlin 61

ISSN 0067-5849

ISBN 3-489-26700-1

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Borkenkäfer-Gefahren nach Sturmschäden:

Möglichkeiten und Grenzen einer integrierten Bekämpfung; Kolloquium am 30. und 31. Oktober 1990 in Braunschweig - Bark beetle hazards following storm damage / Biologische Bundesanstalt für Land- u. Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Forst. Bearb. von Alfred Wulf und Rolf Kehr. - Berlin: Parey, 1991 (Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt

für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H. 267) ISBN 3-489-26700-1
NE: Wulf, Alfred [Hrsg.]; Institut für Pflanzenschutz im Forst <Braunschweig>; PT; Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft <Berlin; Braunschweig>:

Forstwirtschaft <Berlin; Brauns 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 Funksendung, 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 vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

1991 Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Lindenstraße 44-47, D-1000 Berlin 61. Printed in Germany by Arno Brynda GmbH, 1000 Berlin 62.

T	M	н	ZA	T.	q.	2	v	14.	10	7.	143	Т	a	2.3	14.1	Т	S

Seite

A.	Wulf:	Vorwort	7
н.	Butin:	Grußwort	9
		Kolloquiumsprogramm	10
R.	Reindl:	Erfahrungen und Situation der Bor- kenkäferbekämpfung in den Sturmwurf- gebieten im Jahr 1990 in Bayern	12
Н.	Schröter:	Borkenkäferbekämpfung und -überwa- chung - Erfahrungen im Kalamitäts- jahr in Baden-Württemberg	18
D.	Richter:	Borkenkäferbekämpfung in den fünf neuen Bundesländern	28
К	-L. Hanke:	Ökonomische Aspekte der Borkenkäferbekämpfung	37
R.	Kehr:	Grenzen der Lagerung von Kalamitätsholz	43
Н.	M. Brechtel:	Ergebnisse wasserchemischer Begleitun- tersuchungen bei Naßlagerung von Sturm- holz in Hessen	58
V.	Dubbel:	Alternativen beim Polterschutz gegen den Gestreiften Nutzholzborkenkäfer	70
Ο.	Vaupel:	Möglichkeiten der Verminderung von Borkenkäferschäden durch die Anwen- dung von Pheromonfallen	80
W.	Funke und M.	Petershagen: Zur Orientierung und zur Flugaktivität von Ips typographus L. und Trypodendron lineatum Ol. (Scolytidae)	94
ĸ.	Kretschmer:	Die Problematik der Beifänge beim Ein- satz von Aggregationspheromonen	101
н.	Bathon:	Möglichkeiten der biologischen Be- kämpfung von Borkenkäfern	111
W.	Dedek, J. Pap	pe und HJ. Körner: Umweltgerechter Pflanzenschutz gegen <i>Ips typographus</i> durch Kombination des Systeminsek- tizids Methamidophos im Saftstromver- fahren an der Fichte mit Pheromonen	118

A.	Wulf:	Über Art und Umfang der chemischen Borkenkäferbekämpfung	126
к.	-H. Berendes:	Prüfung und Zulassung von Pflanzen- schutzmitteln gegen Borkenkäfer	134
R.	Pfeil:	Gesundheitliche Bewertung der Wirkstoffe zur Borkenkäferbekämpfung	142
υ.	Wilhelm:	Aspekte der chemischen Borkenkäferbe- kämpfung aus Sicht der Pflanzenschutz- mittelhersteller	153
D.	Brasse:	Zur Auswirkung von Pflanzenschutz- mitteln auf Nutzorganismen	155
C.	Kokta:	Prüfung der Auswirkung von Pflanzen- schutzmitteln auf die Bodenfauna im Zulassungsverfahren	161
W.	Funke:	Auswirkung von Cypermethrin auf Bodentiere	166
R.	Kloskowski:	Verbleib von Cypermethrin in Boden und Wasser	181
Н.	Köpp:	Aquatische Ökotoxikologie von Cypermethrin	183
G.	Joermann:	Auswirkungen der chemischen Borken- käferbekämpfung auf Säugetiere und Vögel	191
Α.	Wilkening:	Erforderliche Rückstandsversuche für Insektizide im Forst	198
W.	Storzer:	Eintrag und Verbleib von Pflanzen- schutzmitteln in Luft	2 02
		Diskussion	206
		Teilnehmerverzeichnis	225

CONTENTS	1	Page
A. Wulf:	Preface	7
H. Butin:	Address of welcome	9
	Programme	10
R. Reindl:	Present situation and experience concerning bark beetle control in Bavaria	12
H. Schröter:	Control und survey of bark beetles - practical experiences in the storm calamity year in Baden-Württemberg	18
D. Richter:	Control of bark beetles in the five new states of the Federal Republic of Germany	28
KL. Hanke:	Economical aspects of bark beetle control	37
R. Kehr:	Limits for storage of roundwood after natural disasters	43
H.M. Brechtel:	Results of water chemical investigations accompanying wet conservation of wind-thrown timber in the state of Hesse	58
V. Dubbel:	Alternatives for the protection of log piles against the striped ambrosia beetle	70
O. Vaupel:	Possibilities of reducing bark beetle damage by the use of pheromone traps	80
W. Funke und M.	Petershagen: Orientation and flight activity of Ips typographus L. and Trypodendron lineatum Ol. (Scolytidae)	94
K. Kretschmer:	The problem of non-target arthropods regarding the use of aggregation-pheromones	101
H. Bathon:	Possibilities for biological control of bark beetles	111
W. Dedek, J. Pap	pe and HJ. Körner: Control of <i>Ips</i> typographus by combining pheromones with the systemic insecticide methami- dophos using the sap-stream method on	11Ω

A.	Wulf:	On the use of pesticides against bark beetles	126
К	-H. Berendes:	Testing and registration of pesticides used against bark beetles	134
R.	Pfeil:	Toxicological evaluation of pesticides used for the control of bark beetles	142
υ.	Wilhelm:	Aspects of bark beetle control as seen by a producer of plant protection products	153
D.	Brasse:	Effect of plant protection agents on natural enemies	155
C.	Kokta:	Testing on the effects of pesticides on soil fauna	161
W.	Funke:	Effect of cypermethrin on soil animals	166
R.	Kloskowski:	Fate of cypermethrin in soil and water	181
Н.	Корр:	Aquatic ecotoxicology of cyper-methrin	183
G.	Joermann:	Effect of chemical bark beetle control on birds and mammals	191
Α.	Wilkening:	Necessary residue trials for insecticides used in forests	198
W.	Storzer:	Entry and fate of plant protection products in air	202
		Discussion	206
		List of participants	225

VORWORT

Die Stürme zu Anfang des Jahres 1990 führten in den deutschen Wäldern zu den größten Sturmschäden seit derartige Kalamitäten registriert werden. Nach Angaben des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Bericht über den Zustand des Waldes 1990) sind dabei allein in den Gebieten der früheren Bundesrepublik Deutschland über 70 Mio. Festmeter Sturmholz angefallen. Zu einem Zeitpunkt, an dem die vorgesehene Holzernte ohnehin sehr weit fortgeschritten war, ist damit sturmbedingt zusätzlich mehr als das Zweifache des regulären jährlichen Holzeinschlags zu Boden gegangen. Die großen Anstrengungen, die notwendig sind, derartige Holzmengen aufzuarbeiten, zu konservieren und zu vermarkten, bedürfen keiner näheren Erläuterung.

Mehr als 3/4 des Sturmholzes stammt von der Fichte, also von einer Baumart, die wie keine andere durch Massenvermehrungen von Borkenkäfern bedroht wird. So ist es nicht verwunderlich, daß Fragen der Borkenkäfergefährdung infolge der Sturmkatastrophe aus der Sicht des Forstschutzes eine zentrale Bedeutung erlangt haben und daß schon frühzeitig umfangreiche Bekämpfungsaktionen angelaufen sind. Derartige Maßnahmen wurden dabei von einer kritischen und sensiblen Öffentlichkeit aufmerksam registriert, insbesondere soweit Pflanzenschutzmittel zum Einsatz gelangten. Die Medien haben aus unterschiedlichem Blickwinkel darüber berichtet, und es sind von mehreren Seiten Zweifel zu Bedeutung und Notwendigkeit der praxisüblichen Borkenkäferbekämpfung laut geworden. Dabei haben sich in erster Linie nachfolgende Fragen herauskristallisiert:

- Erfolgen Bekämpfungsmaßnahmen vorwiegend aus ökonomischen Gründen zur Holzkonservierung oder treten angesichts der Sturmschäden ökologische Gründe, d.h. die Verhütung großflächigen Stehendbefalls, in den Vordergrund?

- Gibt es praktikable Alternativen zur chemischen Borkenkäferbekämpfung; wo liegen hier die Grenzen und Möglichkeiten?
- Was sind die Risiken bei der Anwendung von Insektiziden gegen Borkenkäfer; ist der Gebrauch von Pflanzenschutzmitteln im Rahmen einer Nutzen/Risiko-Bewertung hier vertretbar?

Vor dem Hintergrund der außergewöhnlichen, eingangs genannten Situation schien es dringend geboten, den aufgezeigten Fragen-komplex im Rahmen eines wissenschaftlichen Kolloquiums mit Experten unterschiedlicher Fachrichtungen zu erörtern. Die Referate dieser am 30. und 31. Oktober 1990 bei der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig durchgeführten Veranstaltung, einschließlich der daran anschließenden Diskussionsbeiträge, sind im vorliegenden Heft wiedergegeben. Von den meisten Autoren konnten die Manuskripte direkt als Druckvorlage verwendet werden. Dadurch wird die Aufmachung des Mitteilungsheftes zwar etwas heterogen – hierfür wird um Nachsicht gebeten –, aber es besteht so die Möglichkeit einer schnellen Publikation, die vielleicht für aktuelle Überlegungen im Forstschutz eine Entscheidungshilfe bieten kann.

Sollte es mit dieser Zusammenstellung gelingen, durch Konzentrierung, Aufarbeitung und Weitergabe spezifischer Informationen einen Beitrag zum Schutz gefährdeter Waldbestände zu leisten, hätten sich alle damit verbundenen Anstrengungen gelohnt.

Dr. Alfred Wulf Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Institut für Pflanzenschutz im Forst, Braunschweig

GRUSSWORT

von Prof. Dr. Heinz Butin Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Institut für Pflanzenschutz im Forst, Braunschweig

Sehr geehrte Damen und Herren,

in Vertretung des Präsidenten der Biologischen Bundesanstalt, Herrn Prof. Klingauf, möchte ich Sie zu Beginn unseres Kolloquiums herzlich begrüßen. Wenn ich an die Sturmwürfe des vergangenen Frühjahrs denke, kommen mir – als Mykologe – zunächst die Pilze in den Sinn, z.B. die Bläuepilze oder Rotstreifeerreger. Bei einer objektiven Betrachtungsweise läßt sich jedoch nicht verleugnen, daß Borkenkäfer in diesem Zusammenhang eine Bedeutung haben, die sehr wahrscheinlich größer und vielschichtiger ist als das Pilzproblem. Hier zeichnen sich nicht nur ökonomische, sondern vielleicht auch erhebliche ökologische Gefahren für den Wald ab.

Aufgrund der Aufgabenstellung der Biologischen Bundesanstalt ist es verständlich, daß sich dieses Kolloquium auch in einem Schwerpunkt mit dem chemischen Pflanzenschutz beschäftigen muß. Wir wollen diesen Bereich unter Berücksichtigung möglicher Alternativen kritisch erörtern. Die Fragen der Borkenkäferbekämpfung sind ja gerade in der letzten Zeit kontrovers diskutiert worden, und hier und heute haben Sie die Gelegenheit, das Für und Wider bestimmter Verfahren, aber auch Mittel, vorzustellen und zu diskutieren. Ich habe die Hoffnung, daß sich für die Praxis Hinweise und Empfehlungen für eine sachgerechte und ökologisch ausgewogene Bekämpfung der Borkenkäfer ergeben.

Die Vorbereitung dieses Kolloquiums lag in den Händen meines Mitarbeiters Dr. Wulf, der die Veranstaltung auch leiten wird. Hierzu möchte ich ein gutes Gelingen und einen erfolgreichen Verlauf wünschen.

WISSENSCHAFTLICHES KOLLOQUIUM ZUR BORKENKÄFERBEKÄMPFUNG

Tagungsort: Großer Sitzungssaal der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig

30. Oktober 1990

Praxiserfahrungen - alternative Bekämpfungsmöglichkeiten

Themen

Erfahrungen und Situation der Borkenkäferbekämpfung in den Sturmwurfgebieten im Jahr 1990 in Bayern (Reindl, München)

Borkenkäferbekämpfung und Überwachung - Erfahrungen im Kalamitätsjahr in Baden-Württemberg (Schröter, Freiburg)

Borkenkäferbekämpfung in der ehemaligen DDR (Richter, Weimar)

Ökonomische Aspekte der Borkenkäferbekämpfung (Hanke, Braunschweig)

Diskussion und Pause

Grenzen der Lagerung von Kalamitätsholz (Kehr, Braunschweig)

Wasserchemische Beurteilung der Naßlagerung (Brechtel/Klipstein, Hann. Münden)

Alternativen beim Polterschutz gegen den Gestreiften Nutzholzborkenkäfer (Dubbel, Hann. Münden)

Diskussion und Pause

Bekämpfungsmöglichkeiten mit Pheromonen (Vaupel, Hann. Münden)

Problematik der Beifänge beim Pheromoneinsatz (Kretschmer, Göttingen)

Möglichkeiten der biologischen Bekämpfung (Bathon, Darmstadt)

Das Saftstromverfahren mit Methamidophos (Dedek, Leipzig)

Diskussion

31. Oktober 1990

Chemische Borkenkäferbekämpfung

Themen

Umfang der chemischen Borkenkäferbekämpfung (Wulf, Braunschweig)

Prüfung und Zulassung der Pflanzenschutzmittel gegen Borkenkäfer (Berendes, Braunschweig)

Gesundheitliche Bewertung der Wirkstoffe zur Borkenkäferbekämpfung (Pfeil, Berlin)

Aspekte der Borkenkäferbekämpfung aus Sicht der Pflanzenschutzmittelhersteller (Wilhelm, Ingelheim)

Diskussion und Pause

Nützlingsprüfung (Brasse, Braunschweig)

Prüfung der Bodenfauna im Zulassungsverfahren (Kokta, Braunschweig)

Auswirkungen auf Bodenfauna (Funke, Ulm)

Verbleib von Cypermethrin in Boden und Wasser (Kloskowski, Braunschweig)

Aquatische Ökotoxikologie von Cypermethrin (Köpp, Braunschweig)

Diskussion und Pause

Wirbeltiergefährdung (Joermann, Braunschweig)

Rückstandsverhalten (Wilkening, Braunschweig)

Prüfbereich Luft (Storzer, Braunschweig)

Diskussion

J. Reindl

Bayer. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt München

Erfahrungen und Situation der Borkenkäferbekämpfung in den Sturmwurfgebieten im Jahr 1990 in Bayern

Meine Schilderung der Erfahrungen aus Bayern möchte ich in drei Abschnitte gliedern:

- 1) Situation der Sturmwürfe und der Borkenkäfer
- 2) Entwicklung Borkenkäferpopulation
- 3) Maßnahmenbündel von Seiten der FVA sowie von Seiten der Forstverwaltung zum Thema Borkenkäferbekämpfung im weitesten Sinne

Zu 1) Situation:

Die beide Orkanstürme "Viviane" und "Wiebke" am 27.02./28.02 /01.03.1990 haben in Bayern über 20 Millionen fm Holz geworfen (entspricht dem 3-fachen Jahreshiebsatz im Durchschnitt). Die Sturmschäden konzentrieren sich von Südwest nach Nordost verlaufend auf 3 markante Bahnen, nämlich eine südliche Bahn vom Allgäu bis zum östlichen Oberbayern, eine mittlere Bahn von Schwaben über den südlichen oberpfälzer Jura bis Ostbayern und eine nördliche, die vorallem das westliche Mittelfranken, Teile von Unterfranken und Oberfranken erfaßte. Geworfen wurden alle Holzarten in etwa entsprechend ihrem Anteil an der vorhandenen Bestockung, wobei die Hauptbaumarten Fichte und Kiefer auf großen Flächen am meisten betroffen sind. Es wurden aber auch Laubholzbestände nicht verschont, z.B. Eichenbestände im Spessart und Buchenmischbestände in Unterfranken. Schwerpunktmäβig sind vor allem Bestände der oberen Altersklassen, ab U/2 betroffen.

Eine genaue Analyse der betroffenen Bestände ist erst nächstes Jahr zu erwarten.

Bekanntlich ist eine der wesentlichen Voraussetzungen für Massenvermehrungen der Borkenkäfer ein hohes Angebot an bruttauglichen Material. Die Erfahrungen zeigen, daß für eine Massenvermehrung nach Sturmschaden oder ähnlichen abiotischen Schadereignissen eine Vorlaufzeit von 1 bis 2 Jahren nötig ist. Diese Vorlaufzeit wird entscheidend beeinflußt vom Witterungsablauf.

Die Ausgangssituation für eine Vermehrung der Borkenkäfer ist Anfang 1990 folgende: 1989/1990 waren die Käferpopulationen durchwegs auf niedrigem Niveau. Auch langjährige Fallenuntersuchungen (18 Pherhomonfallentestgebiete verteilt über ganz Bayern) zeigen durchschnittliche Fangergebnisse für 1990, die teilweise unter denen von 1988 und 1989 liegen. Eine Ausnahme bilden die beiden Nationalparks.

Zu 2) Entwicklung der Borkenkäferpopulationen im Laufe des Jahres 1990:

Einbezogen sind alle Besitzarten. Wie schon gesagt hängt die Entwicklung der Käferpopulationen auch nach einem derartigen Schadereignis wie es die Sturmwürfe im Frühjahr 1990 waren primär von weiteren Witterungsverlauf ab. Wir hatten unterschiedliche Verhältnisse im Nord- und Südbayern. Der Witterungsverlauf in Nordbayern (Meteorologische Station Erlangen) hat insgesamt wärmere und etwas trocknere Vegetationsmonate gebracht. Dennoch war die Witterung für die Borkenkäferentwicklung nicht optimal. In Südbayern (Meteorologische Station München Nymphenburg) war die Witterung während der Vegetationsmonate April bis Ende September recht wechselhaft, durch wärmere Perioden im März und Mai sowie Juli/August gekennzeichnet, aber immer wieder unterbrochen von sehr kühlen regnerischen Abschnitten im April, im Juni und im September. Für die Borkenkäferentwicklung war dieser Witterungsablauf trotz des enorm hohen Brutangebots nicht besonders günstig.

Dies bestätigen auch die Meldungen der Forstämter bzw. der Reviere im Rahmen des Borkenkäferwarndienstes.

In einem vereinfachten Meldeverfahren mit drei Meldeterminen (15.06./15.08./15.10.) wurden über 6 Oberforstdirektionen 34 Forstämter ausgewählt, die aus 92 Forstdienststellen Auftreten von Käfer, Populationsentwicklung, Befallsintensität, Stehend-Befall u. a. der FVA mitteilten. Das Ziel dieses Borkenkäferwarndienstes war bei möglichst geringem Aufwand für die Forstämter, bzw. Reviere ohne zusätzliche Kosten ein effektives Meldesystem einzurichten. Soweit akutes Auftreten oder stärkerer Stehend-Befall festgestellt wurde, ward sofort die FVA eingeschaltet.

Bis Mitte des Jahres 1990 können wir von einem normalen "Borkenkäferjahr" sprechen. Im Spätsommer 1990 kam es zu einer deutlichen Befallssteigerung. Der Buchdrucker hat im wesentlichen 3 Generationen, Kupferstecher 2 Generationen und Typodendron 2 Schwärmwellen jedoch nur 1 Generation erreicht. Auffallend war die Meldung einzelner Forstämter: starkes Auftreten der Lärchenborkenkäfers, auch an jüngerer Lärche und Stehend-Befall. Überrascht hat auch örtlich das erstaunlich schnelle und starke Auftreten von Bockkäfer und Holzwespe, besonders am Holz, das in der heißen Jahreszeit (Juni/August) aufgearbeitet, nicht entrindet und im Wald (Bestandsschatten) gelagert wurde.

Zu 3) Maßnahmen:

Die Strategie unserer Empfehlungen für 1990 war darauf ausgerichtet, alle vorbeugenden Maßnahmen zu mobilisieren.

An erster Stelle stand Reduzierung des Brutraumangebotes. Dabei wurde eine Dringlichkeitskala zur Aufarbeitung der geworfenen Bestände, Flächen, Einzel-Würfe usw. aufgestellt.

Auf das Verbot von Gifteinsatz auf der Fläche wurde hingewiesen.

Im Jahr des Windwurfes (1990) war kein zusätzliches massiertes Aufstellen von Pheromonfallen angeraten.

Unsere Empfehlungen hinsichtlich der Holzlagerung mußten sowohl die Anforderungen bezüglich des Waldschutzes (Verhinderung des Stehend-Befalls benachbarter Bestände) wie auch hinsichtlich der Qualitätserhaltung des gelagerten Holzes mitberücksichtigen. Die Gefährdung durch Borkenkäfer in Abhängigkeit von der Lagerungsart bestätigt zum einen, daß die beste Lagerung entweder vollkommene Naßlagerung (Wasserlagerung oder Beregnung) oder vollkommene Trockenlagerung, nämlich Entrindung und Lagerung außerhalb des Waldes oder Schnittholzlagerung darstellt. Nur in diesen beiden Fällen kann Borkenkäferbefall einschließlich Befall durch den Nutzholzbohrer ausgeschlossen werden. Alle übrigen Verfahren der Lagerung im Feuchtebereich von Lebendkonservierung über Waldlagerung in Rinde bis Waldlagerung ohne Rinde können einen Befall durch Rindenbrüter sowie durch Holzbrüter nicht ausschließen. Weitere Untersuchungen und Erfahrungen sind im nächten Jahr noch erforderlich.

Eine wichtige Frage wird im nächsten Jahr sein: inwieweit sind aufgeabeitetes Holz, liegengebliebenes nicht verwertetes Holz, angeschobene Bäume, Reisig und Bruchmaterial noch fängisch?

Zum Einsatz von chemischen Mitteln: Bei dem enormen Angebot an brutfähigen Material selbst in aufgearbeiteten Sturmflächen kann der Einsatz von chemischen Mittel immer nur auf den Notfall beschränkt bleiben und zwar unter folgenden Bedingungen:

- das Holz muβ aufgearbeitet sein
- Befall durch Borkenkäfer muß vorliegen
- Gefährdung für benachbarte Waldbestände (Stehend-Befall) ist zu befürchten.

Eine vorbeugende Insektizidbehandlung von aufgearbeiteten Holz gegen Lineatus (und damit auch gegen Holzwespe und Holzbock) wird nicht befürwortet.

Alle alternativen Möglichkeiten sind auszuschöpfen.

Zusammenfassende Beurteilung:

1) Die Käferentwicklung ist 1990 in Bayern dank einer nicht optimalen Witterung relativ normal verlaufen. Von einer erhöhten Populationsdichte 1991 ist auszugehen. Die Buchdruckerpopulationen sind ansteigend, Kupferstecher hat noch geringe Bedeutung; beim Nutzholzborkenkäfer herrscht wie bisher schon sehr hoher Populationsdruck. Die Laubholzbohrer sind zunehmend, Kiefernborkenkäfer zeigen noch geringes Auftreten; auffallend ist ein örtlich starkes Ansteigen von Lärchenborkenkäfer.

Sekundär- und Tertiärschädlinge (z.B. Holzbock, Holzwespe, Rotstreifigkeit) sind örtlich sehr virulent und im Anstieg begriffen.

- 2) In Bayern ist in den Sturmschadensgebieten noch kein deutlicher oder größerer Stehend-Befall aufgetreten. Vereinzelt gibt es Stehend-Befall an Bestandsrändern, meist an älteren Käferlöchern; Stehend-Befall in den Nationalparks insbesondere im Bayer. Wald ist eine Folge der besonderen Verhältnisse.
- 3) Alle Maßnahmen sind auf Brutraum-Reduzierung ausgerichtet. Das bedeutet: Aufarbeitung einschließlich Entrindung des Sturmholzes, Lagern im Wald abseits von gefährdeten Beständen; am besten ist Lagerung des aufgearbeiteten Holzes außerhalb des Waldes sowie Naßlagerung oder Beregnung an geigneten Plätzen; Lebenskoservierung wird je nach Baumart, Standort u.a. unterschiedlich beurteilt. Reisig, Astholz und unverwertbares Material in den aufgearbeiteten Beständen kann teilweise nicht so verwertet werden wie es aus Forstschutzgründen wünschenswert wäre (Probleme beim Verbrennen, Bedenken beim Mulchen und Häckseln).

4) Insektizideinsatz

Restriktiv; wird als sehr problematisch gesehen.

5) Pheromonfalleneinsatz:

Im abgelaufenen Jahr war der Einsatz nur örtlich im Rahmen des Überwachungsverfahrens sowie gezielt gegen Stehend-Befall veranlaßt.

H. Schröter

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

Borkenkäferbekämpfung und -überwachung - Erfahrungen im Kalamitätsjahr in Baden-Württemberg

1. Einleitung

Die Orkane im Januar/Februar 1990 brachten in Baden-Württemberg einen seit Menschengedenken noch nie erreichten Schadholzanfall von ca. 15 Mio Fm, was der Menge von etwa zwei regulären Jahreseinschlägen entspricht.

Der hohe Schadholzanfall bedeutete zugleich ein großes Angebot an bruttauglichem Material für rinden- und holzbrütende Borkenkäfer.

Dies ist auch im Herbst 1990 noch der Fall: mit ca. 4 Mio Fm noch liegendem Sturmholz ist die Aufarbeitung zwar schon weit fortgeschritten (MLR Bad.-Württ. 1990); es kommen aber noch größere Mengen im Wald konventionell lagerndes aufgearbeitetes Holz in Rinde hinzu, das z.T. von Borkenkäfern befallen ist und ebenfalls noch eine Gefahrenquelle darstellt.

2. Aktivitäten der FVA zur Bekämpfung und Überwachung der Borkenkäfer

Die besondere Situation des Kalamitätsjahres veranlaßte die FVA-Abteilung Waldschutz (FVA-WS), ein besonderes Augenmerk auf die Entwicklung der Borkenkäfersituation zu richten. Da ca. 80 % des Schadholzes Fichten waren, galt die Aufmerksamkeit vor allem den für diese Baumart schädlichen Arten:

<u>Ips typographus</u> (Buchdrucker), <u>Pityogenes chalcographus</u> (Kupferstecher), <u>Trypodendron lineatum</u> (Gestreifter Nutzholzborkenkäfer).

Die Aktivitäten der FVA-WS umfaßten zwei Bereiche:

- Schriftliche Anordnungen und Hinweise für die Praxis
- Eigene wissenschaftliche Untersuchungen zur Entwicklung von aktuellen Bekämpfungsstrategien.

2.1 Schriftliche Anordnungen und Hinweise für die Praxis

2.1.1 Forstschädlingsprognose 1990

Erste Hinweise zur Borkenkäferbekämpfung konnten noch in die Forstschädlingsprognose für Baden-Württemberg (SCHRÖTER et al. 1990) aufgenommen werden. Ein detailliertes Eingehen auf die Sturmholzsituation war jedoch nicht mehr möglich.

2.1.2 Hinweise zur Sturmholzkonservierung

Zusammen mit der Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung (FVA-AWF) der FVA, der die Federführung oblag, erarbeitete die Abteilung Waldschutz Mitte März ein Merkblatt "Hinweise zur Sturmholzkonservierung", das Präventivmaßnahmen gegen Pilz- und Borkenkäferbefall enthielt (FVA-AWF und -WS, 1990). Möglichkeiten der Lebend-, Naß- und Trockenkonservierung wurden beschrieben, einschließlich der Risiken hinsichtlich des Borkenkäferbefalls.

Ziel aller Konservierungsarten sollte sein, Rinden- und Holzbrütern möglichst viel Brutmaterial zu entziehen.

Beispielsweise bestand Anfang Oktober in Baden-Württemberg eine Kapazität von Beregnungsplätzen für nahezu 4 Mio Fm, die zu diesem Zeitpunkt auf ca. 3 Mio Fm aufgefüllt war (MLR Bad.-Württ., 1990). Dieses Holz gilt als größtenteils "käfersicher".

2.1.3 Hinweise zur Abwehr der Borkenkäfergefahr

Die von der FVA-WS für die Sturmholzsituation erarbeiteten **Hinweise zur Abwehr der Borkenkäfergefahr* wurden Bestandteil eines Anfang April veröffentlichten Ministerialerlasses.

Das Merkblatt enthielt spezielle Hinweise zur Überwachung des Borkenkäferfluges (Monitoring mit Pheromonfallen), zur Überwachung des Befalls und der Brutentwicklung auf nicht aufgearbeiteten Flächen und in aufgearbeitetem Holz sowie spezielle Hinweise zur Bekämpfung der Käfer.

Wichtigstes Ziel war es, den Schutz stehender Bestände vor Rindenbrüterbefall zu gewährleisten. Dem deutlich nachgeordnet war der Schutz aufgearbeiteten Holzes vor Holzbrüterbefall. Dies bedeutete, daß eine vorbeugende chemische Behandlung des Holzes nicht der Regel-, sondern nur der Ausnahmefall sein sollte.

2.1.4 Maßnahmen zur Borkenkäferbekämpfung im Winter 1990/91

Das Merkblatt *Maßnahmen zur Borkenkäferbekämpfung im Winter 1990/91* wurde im Oktober erarbeitet und als Erlaß an die Praxis weitergeleitet.

Wichtigstes Ziel dieser Anordnungen ist, zur Vermeidung von Stehendbefall im Jahr 1991 eine größtmögliche Reduktion des von Rindenbrütern (Buchdruckern!) befallenen Holzes bis zum Ausflug der Käfer im Frühjahr 1991 zu erreichen durch

- Konzentration der Aufarbeitungskapazitäten auf Wurfflächen mit starkem Buchdruckerbefall (auch solche Flächen, die ursprünglich für längere "Lebendkonservierung" vorgesehen waren)
- Konzentration der Entrindungskapazitäten auf diese Flächen
- konsequenten Einschlag und Aufarbeitung einschließlich Entrindung von stehendbefallenen Bäumen
- Abtransport bzw. Entrindung von aufgearbeitetem, im Wald konventionell lagerndem und mit Buchdruckern befallenem Holz.

Für das Frühjahr 1991 werden weitere Hinweise für die Praxis erarbeitet, die sich an der bis dahin gegebenen Situation orientieren werden.

2.2 Wissenschaftliche Untersuchungen der FVA-Abteilung Waldschutz im Jahr 1990

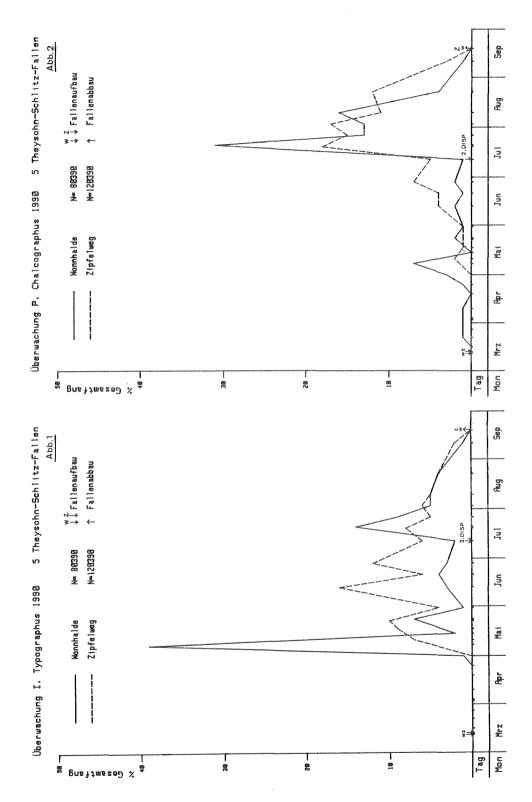
2.2.1 Überwachung des Flugverlaufs der wichtigsten Borkenkäfer (Monitoring)

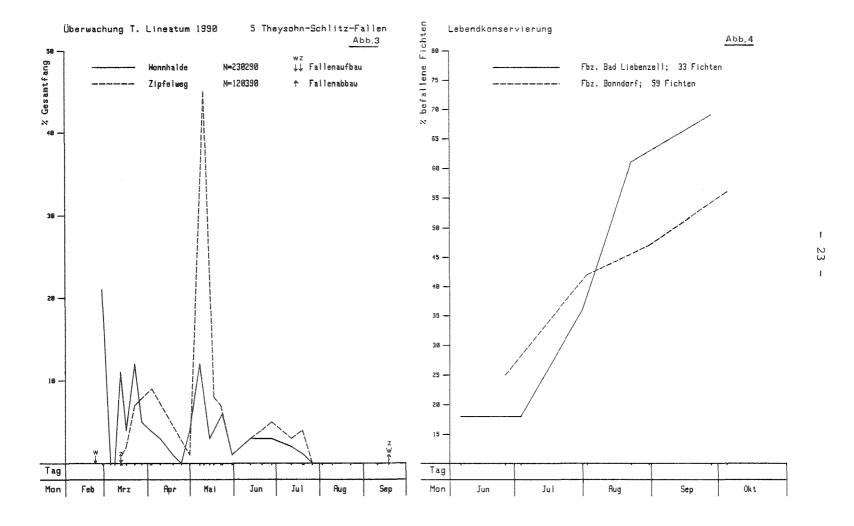
Die Überwachung des Flugverlaufs von <u>I. typographus</u>, <u>P. chalcographus</u> und <u>T. lineatum</u> mit Pheromonfallen ist seit mehreren Jahren wesentlicher Bestandteil der Borkenkäferüberwachung in Baden-Württemberg. Die zeitliche Verteilung der Fangraten gibt Aufschluß über Beginn, Intensität und Verlauf des Schwärmflugs, über die Anzahl der Generationen und damit auch über das Vermehrungspotential der Käfer.

Um möglichst die Situation im ganzen Land einzugrenzen, erfolgt das Monitoring einmal im kollin-warmen Gebiet in ca. 350 m Höhe (Fbz. Freiburg-Stadt, Wonnhalde) und im kühl-montanen Gebiet in ca. 900 m Höhe (Fbz. Kirchzerten, Zipfelweg). Die Ergebnisse von 1990 zeigen Abb. 1-3.

Für die einzelnen Arten sind folgende Befunde hervorzuheben: Ips typographus

Die Fallen wurden bereits am 08. bzw. 12. März aufgebaut, weil zu diesem Zeitpunkt bereits einzelne Käfer festgestellt wurden. Die kühle Aprilwitterung führte zu einer Unterdrückung des Schwärmflugs, der erst Ende April richtig begann und in den unteren Lagen (Wonnhalde) Anfang Mai bereits seinen ersten Höhepunkt erreichte. Ein zweiter Höhepunkt war an der Wonnhalde Ende Juli festzustellen, ein Hinweis auf den Ausflug der 1. Generation. Der Flug in 900 m Höhe (Zipfelweg) begann ebenfalls Ende April und hatte drei kleinere Höhepunkte Mitte Mai sowie Mitte und Ende Juni. Ein deutlicher Hinweis auf den Ausflug von Jungkäfern und damit der Anlage einer 2. Generation war nicht zu ersehen.





Pityogenes chalcographus

Einem frühen Flugbeginn Mitte März an der Wonnhalde, dem ein schwacher Flug im April folgte, steht ein späterer Flugbeginn in 900 m Höhe gegenüber.

An beiden Fangorten war von Mitte Juli bis Ende August eine starke Flugaktivität zu verzeichnen. Zu diesem Zeitpunkt dürfte es sich um ausfliegende Jungkäfer der 1. Generation gehandelt haben, so daß eine 2. Generation wahrscheinlich in allen Höhenlagen angelegt wurde.

Typodendron lineatum

In den unteren Lagen (Wonnhalde) war ein sehr früher Flugbeginn zu verzeichnen: Bereits mehr als 20 % der insgesamt dort gefangenen Käfer wurden bereits am 27.02. den Fallen entnommen (vor dem Hauptorkan "Wiebke"). Nur noch im März und Mai wurde an der Wonnhalde noch eine stärkere Aktivität verzeichnet. Ab August wurden nur noch einzelne Käfer gefangen.

In den höheren Lagen (Zipfelweg) begann der Flug auch bereits Mitte März, erreichte Mitte Mai einen Höhepunkt und klang Anfang August ebenfalls ab.

2.2.2 Versuche zur Lebendkonservierung von Fichten

Ebenfalls zusammen mit der Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung (FVA-AWF) erfolgten die Untersuchungen der Abteilung Waldschutz zur Lebendkonservierung von Fichten in den Forstbezirken Bonndorf (Südschwarzwald) und Bad Liebenzell (Nordschwarzwald).

Die Untersuchungen erfolgten auf Nesterwurfflächen an Bäumen mit noch gutem Wurzelkontakt. Während die Abt. AWF periodische Holzfeuchtemessungen an den Probebäumen vornahm, erfaßte die Abt. WS periodisch die Besiedelung der Probebäume mit Borkenkäfern. Ziel dieser Untersuchung war es unter anderem auch, das Gefahrenpotential abzuschätzen, das von diesen Lebendkonservierungsflächen für die benachbarten Bestände ausgeht.

Da die Versuche noch nicht beendet sind, läßt sich nur eine erste Zwischenauswertung wiedergeben, die Abb. 4 zeigt.

Deutlich ist der Grafik zu entnehmen, daß an beiden Versuchsorten der Anteil befallener Stämme von Anfang Juli bis Anfang September stark zunahm. Anfang Oktober waren auf der Fläche Bonndorf 56 %, auf der Fläche Bad Liebenzell 69 % der Fichten von Borkenkäfern befallen.

Das Gefahrenpotential muß durch Ermittlung der Befallsdichte von jeder einzelnen festgestellten Art noch genauer abgeschätzt werden. An der Besiedelung der geworfenen Fichten ist häufig z.B auch der Brutraumkonkurrent Hylurgops palliatus (Fichtenrindenbastkäfer) maßgeblich beteiligt, von dem keine Gefahr für die stehenden Bestände ausgeht.

2.2.3 Versuche zur Schutzbehandlung von Stämmen mit gelöschtem Kalk gegen Nutzholzkäferbefall

Als umweltfreundliche Alternative zur prophylaktischen Schutzspritzung von lagerndem Holz mit Insektiziden gegen Nutzholzborkenkäferbefall wird seit einiger Zeit immer wieder das Aufbringen von gelöschtem Kalk empfohlen (PFLIEGER 1985). Erste Versuche der FVA-WS in den Jahren 1985 und 1986 brachten jedoch insgesamt negative Ergebnisse (KÖNIG und BERWIG 1986, 1987).

Aufgrund eines von Forstpraktikern entwickelten neuen Anwendungsverfahrens wurden nochmalige Wirkungsuntersuchungen notwendig.

Diese wurden in vier Forstbezirken (Villingen-Schwenningen-Stadt, Immendingen, Bonndorf, Jestetten) durchgeführt. Insgesamt wurden 55 Polter der Behandlungsvarianten "Kalk", "Ripcord 40" mit und ohne Rinde sowie "unbehandelt" mit und ohne Rinde untersucht. Das Ergebnis zeigt Tabelle 1.

Wenn auch insgesamt eine geringe Befallsintensität festzustellen war – auch einige unbehandelte Polter wurden nicht befallen – so zeigte auch dieser Versuch, daß Kalk keinen dauerhaften Schutz gegen $\underline{\mathsf{T}}$. $\underline{\mathsf{lineatum}}$ für das im Wald lagernde Rundholz bietet. Detailliertere Auswertungen der Versuche sind noch in Gang.

Tab. 1:

Kalk-Versuche 1990										
Mitte	Mittelwert aus 55 Poltern in 4 Forstbezirken									
Mittler	Mittlere Anzahl Einbohrungen von T.LINEATUM/M ²									
	in Rinde ohne Rinde									
Kaik	UB	Ripcord	W°% ABBOTT	Kalk	UB	Ripcord	W°/, ABBÖTT			
9, 9	9,9 9,2 -7,6			1,3	1,0	***************************************	-30,0			
		0	100,0			0	100,0			

3. Schlußbemerkung

Nach den Orkanschäden 1990 stellen die Borkenkäfer noch eine anhaltende Bedrohung, vor allem für die Fichtenbestände dar. Dieser Gefahr mit effizienten Maßnahmen zu begegnen, war die herausragende Aufgabe des Forstschutzes im Jahr 1990 und wird sie noch viel mehr in den folgenden Jahren sein.

4. Danksagung

Die Versuche zur Überwachung des Käferfluges sowie die Kalkversuche in den Fbz. Bonndorf und Jestetten führte Wiss. Ang. W. Berwig durch, die Kalkversuche in den Forstbezirken Villingen-Schwenningen-Stadt und Immendingen Cand. forest. Wezel. Ihnen sei gedankt, ebenso wie AR H. Schelshorn, der für die Lebendkonservierungsversuche verantwortlich war.

Den Forstamtsleitern und Revierleitern der erwähnten Forstämter wird ebenfalls für die Unterstützung gedankt.

5. Literatur

- 1) FVA-AWF und WS 1990: Hinweise zur Konservierung von Sturmholz. Verwaltungsinternes Merkblatt 11 S.
- 2) KÖNIG, E., W. BERWIG, 1986: Kalk statt Insektizide gegen Gestreiften Nutzholzborkenkäfer? AFZ 41 (14), S. 326-327
- 3) KÖNIG, E., W. BERWIG, 1987: Kalkspritzung als Vorsorge gegen Nutzholzborkenkäferbefall nicht bewährt. AFZ 42 (14), S. 354-355
- 4) Ministerium für Ländlichen Raum Baden-Württemberg: Lagebericht zur Sturmkatastrophe 1990 in Baden-Württemberg Nr. 11 vom 08.10.1990
- 5) **PFLIEGER, F.**, 1985: Mit Kalk gegen den Nadelnutzholzborkenkäfer. Holzzbl. **111** (31), S. 498-499
- 6) SCHRÖTER, H., B. BAUMANN, W. BERWIG, D. SEEMANN 1990: Waldschutzsituation in Baden-Württemberg.

 AFZ 45 (14/15), S. 325-333

Dietmar Richter Hauptstelle für Forstlichen Pflanzenschutz Weimar/Jena

Borkenkäferbekämpfung in den fünf neuen Bundesländern

Das Thema ist in einem Kurzvortrag nicht annähernd auch nur zu umreißen. Die Forstwirtschaft in den 5 neuen Bundesländern hat unter
anderen politischen, ökonomischen und auch ökologischen Bedingungen und bei anderen Besitzstrukturen stattgefunden. Und das hat
Auswirkungen auf Vorratshaltung, Betriebswirtschaft und auf den
gesamten Betriebsvollzug gehabt. Davon blieb auch die Vorbeugung
und Bekämpfung von Borkenkäferbefall bis hin zur Arbeitsweise und
Stellung der damit befaßten wissenschaftlichen Dienststellen nicht
unberührt. So reizvoll es wäre, einige Vergleiche vorzunehmen, das
Anliegen dieser Veranstaltung ist anders veranlaßt.

- Es befinden sich in der Bundesrepublik noch große Mengen unaufbereiteter, aber wohl auch 1991 noch bruttauglicher Hölzer, sehr vieles davon in weit verstreuter Einzellagerung.
- Wir haben stark aufgerissene Bestände mit hoher Nachbruchgefährdung. Zum verbliebenen Brutstättenangebot werden frische, für den Schädling geeignetere Brutstätten als natürliche Brücke hin zum Stehendbefall treten.
- Und es entsteht die gemeinsame Aufgabe, eben diesen Stehendbefall in kalamitärem Ausmaß in den überlebenswerten Beständen unter allen Bedingungen zu vermeiden. *Tps typographus* wird ja erst dann zum Schädling, wenn er stehende Bäume befällt und abtötet, die ohne sein Hinzutreten weiter leben und Zuwachs bringen würden. Die Schäden durch den Sturm sind so schon groß genug.

Zu diesen Fragen sind vorrangig Stellungnahmen angefordert.

Vor der soeben gegebenen Einschätzung Ihrer Lage haben wir mehrfach in den 5 neuen Bundesländern gestanden. Aus Kenntnis der bei ihrer Bewältigung erzielten Ergebnisse oder Mißerfolge, in Auswertung unserer langjährigen Überwachungsreihen auf Forstamtsebene und durch intensives Studium wirklicher Kalamitäten in den benach-

barten Ostblockländern, - denken Sie bitte an die Entwaldungen in Iser-, Riesen- und Adlergebirge, denken Sie auch an die Entwicklung in unseren Erzgebirgswaldungen, - haben wir einige Erfahrungen gewonnen, deren Vermittlung hilfreich sein könnte. Diese Erfahrungen und ihre Voraussetzungen will ich thesenhaft auflisten.

Ich muß deshalb wegen unserer bisherigen Bekämpfungskonzeption auf die Broschüren verweisen, die als Merkblätter (1) für den Gebrauch in der forstlichen Praxis mehr oder weniger organisationsintern bestimmt sind. Dort finden sich auch Darlegungen über unsere, zum Teil abweichenden Anschauungen zur Populationsbiologie der Fichte brütenden Ips-Arten, aus denen sich das Netzwerk der von uns praktizierten Gegenmaßnahmen gleichermaßen entwickelt hat wie aus den Gegebenheiten einer dirigistisch geleiteten, chronischen Mangelwirtschaft. Wer Anregungen oder auch nur Widerspruchsreize für die verantwortliche Vorbereitung eines geeigneten Bekämpfungs-Managements haben will, sollte den amtlichen Überwachungsstandard für Borkenkäfer (2) studieren. In einem zentralistisch geleiteten Staats- und Wirtschaftskörper blieben auch die Borkenkäfer von einer flächendeckenden Überwachung nicht verschont und dementsprechend mußten auch die Gegenmaßnahmen im Detail bis zum Extrem einheitlich vorgeschrieben werden.

Man kann darüber geteilter Meinung sein, aber fairneßhalber muß eingeräumt werden, daß wir im großen und ganzen damit gut gefahren sind. Wir konnten als wissenschaftliche Dienststellen uns nicht auf die beratende Funktion zurückziehen. Uns wurden, und zwar laut Gesetzestext, in kritischen Situationen Hoheitsaufgaben übertragen, Weisungsrechte erteilt, um den Befall abzuwürgen und Schadfolgen auszuschließen. Damit hatten wir den schwarzen Peter, denn der Arbeitskräftemangel war chronisch und die Sachzwänge zur sortimentsgerechten Belieferung der Volkswirtschaft mit dem Rohstoff Holz blieben voll aufrechterhalten. Da ist es schon gut, mit einem Standard von relativ hoher Rechtsverbindlichkeit ausgerüstet zu sein, um mit den Forstdienststellen verhandeln zu können.

- Die an Fichten auftretenden *Ips*-Arten sind als Spätschwärmer wärmeliebende Borkenkäfer mit einem hohen Temperatursummenbedarf zur Entwicklung. Das ist spätestens seit MERKER und THALENHORST gesi-

chertes Wissen. Die schlimmsten Schäden durch Stehendbefall sind aber, und zwar schon immer, gerade dort entstanden, wo die Temperatursummen zur Entwicklung auch nur einer Generation eigentlich schon nicht mehr ausreichen – in den Kammlagen unserer Mittelgebirge. Das heißt, zum Zeitpunkt einer Kalamität, beim Übergang zum massenhaften Stehendbefall, besitzt der Schädling Ips typographus ein Befallsverhalten, das er als Sekundärschädling an Bruchholz, Abfuhrresten oder Blitzfichten normalerweise nicht hat.

- An diesen Veränderungen im Befallsverhalten, die den Prozeß des "to become primary" ausmachen, kann man viel herumrätseln. Am plausibelsten erscheinen mir Selektionsprozesse, die eintreten bei überdichter Besiedlung an liegenden Hölzern. Tritt ein solcher Fall ein, überleben bei "competition of space" nur die Individuen mit rascherer Larvenentwicklung. Nur sie werden zu "Nachkommen". Diese Eigenschaft "Kürzere Entwicklungsdauer" ist gleich "Niedrigerer Temperatursummenbedarf", gekoppelt mit einer Reihe weiterer Untugenden.
- Der geringere Temperatursummenbedarf erklärt zwanglos, daß bei Kalamitäten die Käfer in höhere Lagen oder auch dichtere Bestände übergehen, die sonst gemieden werden. In diesen neuen Habitaten sind sie zugleich nicht der sonst üblichen Vielfalt und Menge natürlicher Gegenspieler ausgesetzt, hier existieren zumeist auch schwierigere Bewirtschaftungsbedingungen für Erkennung und rechtzeitige Ausräumung des Befalls. Kurz: Es treten eine Reihe fördernder Umstände für den Schädling hinzu.
- Selektionsprozesse setzen eine Folge von Generationen zu ihrem Wirksamwerden voraus. Als Regel für die forstliche Praxis kann gelten: Jede Population von *Ips typographus* vermehrt sich erst einmal 2 3 Generationen im liegenden Holz (also als normaler Sekundärschädling), ehe deren Nachkommen in nennenswertem Ausmaß, aber dann zunehmend, zu Stehendbefall übergehen. Dann tun sie das aber auch unter nahezu allen Witterungsumständen. Käfertrocknis ist somit keine Begleiterscheinung, sondern Folgeschaden abiotischer Schadereignisse. Er folgt ihnen nicht auf dem Fuß, sondern mit ca. zwei Jahren Verzögerung. Das sind genau <u>die</u> zwei Jahre, effektiv etwas dagegen zu tun. Was später geschehen kann, ist nur

noch ein Nachlaufen oder die vorgreifende Nutzung als gefährdet vermuteter Bestände. Für das Bestandsschicksal ist es aber dann egal, ob die Motorsäge vor oder nach dem Befall angesetzt wird. Um aktuell zu werden: Wenn 1990 der Käferbefall im Stehenden trotz oder gerade wegen des großen Brutraumangebots unter den Erwartungen geblieben ist, dann ist das als normal zu betrachten. Wir werden frühestens im 2. Halbjahr 1991, ganz bestimmt aber im darauffolgenden Winter und Sommer mit umfangreichen Stehendbefallsnestern zu tun bekommen. Das war auch bei uns wiederholt so.

- Wie stark der Stehendbefall bei vorangeschrittener Entwicklung durch die 1. Generation wird, hängt im konkreten Fall von dem gleichermaßen meteorologisch wie endogen bedingten Überwinterungsverhalten ab. Käfer, die nach vollendetem Reifungsfraß in der Rinde überwintern, fliegen im Frühjahr noch vor dem Maitriebschieben. Dabei gelingt ihnen selten, die voll im Turgor stehenden Bäume zu besiedeln. Der Harzfluß wehrt sie ab und lenkt sie schließlich auf liegendes Holz, im Idealfall auf die Fangbäume. Buchdrucker, die während oder nach der Maitriebentfaltung zum Befallsflug ansetzen, treffen auf gestresste Bäume mit Defiziten im Wasserhaushalt. Das Maitriebschieben ist ja nichts anderes als ein Aufpumpen vorgebildeter Triebanlagen in der Knospe mit Wasser. Das Wasser kommt aus dem Stamm, dem Splintholz, ehe die Wurzel es nachfördern kann; zumindest in Trockenperioden.

Der verminderte Harzfluß ermöglicht die Pionierkäfer-Besiedlung. Die Sekundärattraktion bewirkt das übrige. Zum Flug auf im Maitriebschieben befindliche Bäume, der in den Kammlagen unserer Mittelgebirge ja ein "Junitrieb" ist, setzen in der Regel Käfer mit vollendetem Reifungsfraß an, die im Boden überwintert haben, daneben solche, die nach Imaginalentwicklung bei überdichter Besiedlung zum Reifungsfraß den Brutstamm verlassen mußten, um sich an Stubben oder Bruchhölzern weiterzuhelfen oder Rindenüberwinterer, die durch Kälteeinbrüche ihren Reifungsfraß unterbrechen mußten. In gradologischer Hinsicht sind somit drei ganz verschiedenartige Gruppen beteiligt, was zumindest die sonst häufigen Inzuchtpopulationen genetisch auflockert. Auch das erleichtert eine Selektion.

- Im Sommer ist die Lage für die Geschwisterbruten und die 2. Generation von vornherein anders. Die Käfer fliegen, insbesondere in Trockenjahren bei physiologischem Dauerstreß der Brutbäume primär kaum noch liegende Bäume an, es sei denn durch Sekundärattraktion. Aber weder im liegenden noch im stehenden Holz wird die Hauptmenge der Nachkommen mit ihrer Entwicklung fertig. Zumeist müssen sie im Frühjahr ihren Reifungs- und Brutvorbereitungsfraß fortsetzen, was sich bis Mitte Juli hinziehen kann. Man meint, es seien frühe zweite Generationen, die es ja auch gibt; in Wirklichkeit rekrutiert sich die Hauptmenge aus verspäteten Nachkommenschaften der 2. Generationen oder der Geschwisterbruten des Vorjahrs. Auf die aktuelle Situation bezogen: Die Aussichten für die erste Hälfte 1991 sind günstig. Der späte und warme Nachsommer im Oktober hat die erste Generation und die Geschwisterbruten nahezu voll ausreifen lassen. Zumindest ist es in Thüringen und Sachsen so. Damit ist 1991 ein zeitiger und konzentrierter Schwarmflug zu erwarten, der schwerpunktmäßig die Nachbrüche des kommenden Winters besiedeln wird. Räumt man dieselben vorrangig bis Ende Juni aus, hat man die Hauptmenge der Schädlingspopulation erst einmal aus dem Verkehr gezogen, d.h., und das ist ganz entscheidend, von dem selektiven Übergang zur Stehendbefallstauglichkeit ausgeschlossen.

- Zielgruppe der Pheromonfallen sind die eben genannten 3 Gruppen: Spätschwärmer der 1. Generation, die Geschwisterbruten und die Schwarmflüge der Folgegenerationen. Alles was eher fliegt, hat soviel Umweltwiderstand, daß die Überlebensrate relativ kleiner ist und wird zudem von Natur aus dorthin gelenkt, wo man sie zu viel höheren Populationsanteilen als mit Fallen eliminieren kann. Die ohnehin notwendigen forstlichen Arbeiten, sofern man sie nur gezielt durchführt, sind effektiver und billiger.

Dieses Urteil über den zweckmäßigsten Einsatz der Pheromondispenser mag stark von den Bedingungen einer Mangelwirtschaft geprägt sein. Pheromondispenser haben uns in der ehemaligen DDR Devisen gekostet, Valuta, die von der Forstwirtschaft durch Zusatzexporte von Holz erst einmal zusätzlich erwirtschaftet werden mußten. Das war Holz, das in anderen Teilen der Volkswirtschaft dringend fehlte und dessen Einschlag die Vorratslage der Wälder weiter verschlechterte. Der Forstwirtschaft in der ehemaligen DDR standen

Jahr für Jahr nur 20.000 Stück für das Gesamtgebiet, d.h. für knapp 3/4 Mill. ha Holzboden Fichte über 40 Jahre zur Verfügung; d.h. bei gewissen Reservehaltungen für 50 ha ein Dispenser. Und keineswegs immer das langzeitig wirkende Standardpräparat Pheroprax, sondern ein rumänisches Surrogat, "atratyp", gut gemeint zwar, aber mit ganz anderen Fangeffekten und v.a. völlig wirkungsunterschiedlich in den ausgelieferten Einzelchargen. 20.000 Stück jährlich für einen Staat; und das auch in Jahren, wo allein im Thüringer Wald 5 Mill. fm fängisches Bruchholz als Brutstätten bereitstand, da mußte grundsätzlich anders verfahren werden, als Hersteller und Patentinhaber das vorgeben.

- Für uns stand die Alternative Fangbaum oder Falle nicht. Und der Besitz von Pheromondispensern ermöglicht uns, im Gegensatz zu früheren Zeiten, Fangholz erst im Frühjahr auszuhalten und dafür Brüche oder Würfe zu verwenden, die ohnehin beseitigt werden müssen. Deren bevorzugte Fangwirkung wird durch rechtzeitig angehängte Dispenser sicher gemacht. Meist benutzt man die Lockstoffbeutel nur als "Anlasser", weil die einmal durch sie eingeleitete Besiedlung die Sekundärattraktion weiterhin aufrecht erhält. Man kann also den Fangeffekt durch Umhängen auf benachbarte, bisher befallsfreie Bäume auf dieselben übertragen. Mitunter sogar mehrfach. Erst Mitte Juni werden die Fallen aufgestellt, weil schon ab dann die Fangleistung liegender Fangbäume wegen des Landereizes stehender bruttauglicher Bäume auf im Schwarmflug begriffene Männchen stark abfällt. Fangbäume ab Jahresmitte sind ohnehin Unsinn. Also kurz:
- - mit Lockstoffbeuteln behandeltes Fangholz gegen die 1. Generation
- Fallen gezielt an chronischen oder akuten Befallsherden gegen alles, was später fliegt
- Die geschilderte Vorgehensweise ist der Not entsprungen. Aber je länger ich darüber nachdenke und beobachte, meine ich, daß aus der Not eine Tugend geworden ist. Fangbäume haben unter den Bedingungen einer Massenvermehrung etwa 2 3 Rammelkammern je dm². Dazu kommen im Schnitt 2,5 Muttergänge, also Weibchen je Rammelkammer. Das entspricht M-Dichten nach THALENHORST von ca. 60, also keines-

wegs ungewöhnlich dichte Werte (250 Männchen und 670 Weibchen Anflug pro m^2). Das ergibt für den durchschnittlichen fm mit ca. 17 m^2 fängischer Rindenmantelfläche rund 14 - 15.000 Stück Käfer in 3 Wochen. Und das sind keineswegs Spitzenwerte.

Es sollen hier keine Erörterungen folgen, ob man bei nur hinreichend vielen Fallen die Käferpopulation flächendeckend abschöpfen kann. Dazu müßte ich zu weit ausholen. Die Frage ist auch falsch gestellt. Es kommt ja darauf an, Stehendbefall zu vermeiden. Die Eliminierung großer Populationsanteile an beköderten Hölzern, die ohnehin rasch aufbereitet werden müssen, ist nicht nur eine beachtliche Gratisleistung eines richtig organisierten Betriebsvollzugs, sie zwingt zur ständigen Beobachtung des Befallgeschehens und verhindert so, daß man sich zu Unrecht in Sicherheit wiegt, wenn man nur hinreichend viele Fallen aufgestellt hat. Zumal ja meist auch noch die notwendigen Wartungsaufwände unterbleiben, welche den Falleneinsatz in konzentrierter Form auch nicht gerade billig machen. Ich habe schon tote Bestände gesehen, die mit Fallen geradezu überstückt waren.

Ich muß Sorge tragen, nicht mißverstanden zu werden. Wir haben mit 20.000 Ködern jährlich auskommen müssen und sind mit gutem Erfolg ausgekommen. Ich wünsche mir natürlich in Zukunft mehr Dispenser zu bekommen. Aber ca. 40.000 Stück für die Länder Sachsen-Anhalt, Thüringen und Sachsen insgesamt würden gut ausreichen. Was darüber hinaus geht, kann Verschwendung werden.

- Die Leitsätze unserer Bekämpfungsverfahren sind somit:
 - - strikte Überwachung nach den vorgegebenen Richtlinien
 - - Fangholzaushaltung aus Brüchen im Frühjahr
 - - Fallenfänge in den Sommermonaten
 - - Beseitigung aller befallenen Hölzer bis Jahresmitte
 - - gelingt das nicht, dann Schälen oder Polterbehandlung
 - sofortige Austilgung jeglicher Stehendbefallsbäume, noch ehe dieselben vom Käfer verlassen werden
 - ansonsten Gestaltung einer gezielten Abfuhr befallener
 Hölzer zum Hauptbekämpfungsverfahren
 - früher noch eine PSM-Behandlung freigelegter Stubben von Befallsbäumen mit Cymbusch

Wie hilft man sich aber, wenn die bruttauglichen Schadholzmengen so groß sind, daß sie nicht innerhalb eines Jahres vollständig beräumt sein können? Es wurde darzulegen versucht, daß man im Normalfall zwei Jahre Zeit dazu hat, sofern man planmäßig vorgeht. Allerdings von Anfang an. Wir nennen das Aufbereitung nach Rangfolgen. Man geht dabei so vor: Die von Bruchschäden betroffenen Waldgebiete werden nach Aufbereitungsmengen kartiert. Dann unterscheidet man erhaltenswerte Bestände und solche, deren Restbestokkungen nach Freiräumung nicht mehr gehalten werden können. Dort kann kein weiterer Schaden mehr eintreten, also stellt man dieselben erst einmal zurück. Für die übrigen gelten in grober Vereinfachung folgende Regeln:

- zuerst der vereinzelte Befall, dann der mehr konzentrierte
- Der ganz vereinzelte Befall in Bestockungen über 0,9 kann natürlich, da von ihm keine akute Gefahr ausgeht, auch erst einmal liegenbleiben.
- zuerst die starken Hölzer und dann die weniger bruttauglichen Massensortimente
- zuerst die Brüche, dann die Würfe
- Die Abfuhr zuerst auf die Langhölzer konzentrieren. Von eingeschnittenen Faserholzstapeln geht weit geringere Gefahr aus, auch wenn diese massenhaft in auf 0,4 aufgelichteten Bestockungen stehen.
- Rückung und Abfuhr müssen absolut restefrei vorgenommen werden, weil sonst die Brutraumverknappung, die Voraussetzung für jene eingangs geschilderte Umstimmung, zu Kurzbrütertypen mit geringerem Temperatursummenbedarf eintritt.
- Aus diesem Grunde auch keine Duldung von Abfuhrresten. Eine Analyse in den 70er Jahren an ca. 6000 Stehendbefallsherden im Harz ergab, daß mehr als 75 % davon von Populationen aus Abfuhrresten ihren Ausgang genommen haben.

 Konsequentes Durchhalten dieses Maßnahmenkomplexes auch dann noch, wenn schon jegliche Gefahr ausgeräumt erscheint. Vorzeitiges in Sicherheit-Wiegen stellt den Erfolg aller bisherigen Maßnahmen in Frage.

Ich weiß natürlich, daß diese Maßnahmepläne unter den Bedingungen einer einheitlichen Waldbewirtschaftung aller Besitzkategorien leichter durchzusetzen waren. Darum wünsche ich mir eine Waldgesetzgebung in den fünf neuen Bundesländern, die solches Vorgehen noch möglich macht. Ansonsten ist eine ständige saubere Waldwirtschaft das sicherste Verfahren, umfangreiche Buchdruckerkalamitäten als Folge von Bruchkatastrophen auszuschließen. Saubere Waldwirtschaft schließt ökologische Vielfalt nicht aus. Wir sollten uns als Forstleute darin auch nicht irre machen lassen.

Literatur

- (1) RICHTER, D.: Die Buchdrucker-Arten, Inst. Forstwiss. Ebers-walde, Merkbl. 44 (1989) 21 S.
- (2) RICHTER, D.: Fachbereichstandard Forstpflanzenschutz Überwachung Großer und Kleiner Buchdrucker, TGL 24 331/04 (1988) 8 S.

K.-L. Hanke

Bezirksregierung Braunschweig - Dezernat Holzverwaltung

Ökonomische Aspekte der Borkenkäferbekämpfung

Wenn mir als Holzverwerter dieses Thema gestellt ist, so fasse ich das als Beitrag zur Beantwortung der Frage auf: "Welche ökonomische Bedeutung hat die Borkenkäferbekämpfung für die Holzverwertung?" oder anders formuliert: "Welche finanziellen Folgen hätte die Unterlassung der Borkenkäferbekämpfung für die Holzverwertung?"

Alle Probleme des Waldschutzes, die ja beim Forstschutz im allgemeinen im Vordergrund stehen, lasse ich bei meinen Betrachtungen außen vor.

Ich beziehe mich bei meinen Aussagen wenig oder gar nicht auf wissenschaftliche Untersuchungen oder auf Angaben aus der Literatur, sondern fast ausschließlich auf Aussagen der Praxis, wie ich sie bei meinen täglichen Geschäften als Handelsreisender in Sachen Rundholz bei meiner Kundschaft, speziell Laubund Nadelholzsägewerken, höre.

Ich möchte das Problem an drei Beispielen erläutern:

1. Eiche

Laubnutzholzborkenkäfer - Trypodendron domesticum, T. signatum

2. Fichte

- a) Buchdrucker Ips typographus
- b) Gestreifter Nutzholzborkenkäfer Trypodendron lineatum

Ad 1) Da die Eiche im allgemeinen im Winter gefällt und das Rundholz bis zum Frühjahr verkauft wird, wird der Waldbesitz zunächst selten mit Problemen der holzbrütenden Insekten konfrontiert. Der Befall findet im allgemeinen nach dem Gefahrenübergang statt, so daß es nicht zu Verhandlungen über einen Preisabschlag für "Käferholz" kommt. Eichenstammholz, das für größere Meistgebotstermine gesammelt wird, wird gelegentlich, wenn dieser Termin Ende März oder im April liegt – z.B. Versteigerung in Braunschweig, Mitte April – vor dem Gefahren- übergang befallen. In diesen Fällen findet sofort eine Insektizidbehandlung durch das Forstamt statt, so daß der Befall gestoppt wird. Die Art der Preisfindung bei Meistgebotsverkäufen macht eine Nachkalkulation der Bewertung einzelner Holzfehler – hier Käferbefall im Splint – außerdem kaum möglich.

Die Forstämter bieten den Käufern von qualitativ besserem Eichenstammholz im allgemeinen an, dieses auch nach dem Gefahrenübergang gegen Kostenerstattung, also auf Rechnung des Käufers, gegen Käferbefall zu spritzen. Die Kosten betragen ca. 5,-- DM/Fm. Von einem solchen Angebot machen die meisten Käufer Gebrauch.

Man fragt sich, weshalb - wandert doch der Splint bei vielen Verwendungszwecken gerade des besseren Eichenschnittholzes in das Restholz. Der Grund liegt im Handelsbrauch. In den Tegernseer Gebräuchen heißt es im § 24 (2):

> "Bei Eichenschnittholz wird gesunder, fester Splint mitgemessen, fauler also abbröckelnder und verwurmter Splint wird nicht gemessen."

Das heißt, ein Eichenbrett mit einem 3 cm starken verwurmten Splint ist beim Verkauf durch das Sägewerk 6 cm schmaler als ein unverwurmtes Brett.

Bei einer Eiche von 40 cm Durchmesser bedeutet ein 3 cm starker Splint einen prozentualen Splintanteil von 28 %.

Berücksichtigt man, daß beim Einschnitt dieser Eiche zu Brettware die beiden Schwarten überwiegend Splint enthalten und in jedem Fall ins Restholz gehen, so reduziert sich der Splintholzanteil in unserem Fall beim Schnittholz auf geschätzt 20 %.

Das Sägewerk kann also bei hochwertigem Schnittholz für die Möbelindustrie Mindereinnahmen durch Käferbefall im Splint von durchaus 20 % haben. In DM ausgedrückt: Für einen m³ Schnittholz mit einwandfreiem Splint erhält der Säger 2.000,-- DM. Ist der Splint "verwurmt" erhält er durch den Maßabzug für die gleiche Menge Holz nur 1.600,-- DM.

- Ad 2) Fichtenstammholz wird ganzjährig eingeschlagen und ganzjährig verkauft. Der Befall mit Borkenkäfern erfolgt dann nicht selten vor dem Gefahrenübergang.
- 2a) Beim Buchdrucker kommt es außerdem jährlich zu nennenswerten Mengen stehend befallenen Holzes.

Die Besiedlung einer Fichte mit *Ips typographus* bedeutet zunächst für das Holz keine Veränderung. Nach einer gewissen Zeit jedoch – meist mit dem Abfallen der Rinde einhergehend – verändert sich die Farbe im äußeren Bereich des Baumes. Das Holz wird rotstreifig.

Nun heißt es zwar in der DIN 4074 - Teil 1, "Sortierung von Nadelschnittholz nach der Tragfähigkeit" u.a.:

"Eine Festigkeitsminderung liegt bei braunen und roten Streifen in der Regel nicht vor, solange sie nagelfest sind, also die Härte des Holzes nicht erkennbar vermindert ist. Eine Ausdehnung des Befalls ist in trockenem Holz nicht möglich."

Die Käufer von Fichtenstammholz betrachten solche Farbveränderungen jedoch als Qualitätsbeeinträchtigung, da sie auch beim Verkauf des Schnittholzes Reklamationen bekommen bzw. dieses Holz für hohe Qualitätsanforderungen nicht in Frage kommt.

Fichtenstammholz, das nach Buchdruckerbefall Farbveränderungen aufweist, wird im allgemeinen in die Güteklasse C sortiert. Das bedeutet einen Preisabschlag von 10 % oder rd. 20,-- DM/Fm bei der Stärkeklasse 2b (Preisniveau vor den Stürmen des letzten Frühjahres).

2b) Werfen wir für unser 3. Beispiel, den Befall von Fichtenstammholz mit *Trypodendron lineatum*, zunächst wieder einen Blick in die DIN 4074, so lesen wir:

"Stehende Bäume und frisches Rundholz können von sogenannten Frischholzinsekten befallen werden. Der Befall ist auf der Holzoberfläche an den Fraßgängen (Bohrlöchern) zu erkennen. Bohrlöcher mit einem Durchmesser bis 2 mm rühren vom holzbrütenden Borkenkäfer (Trypodendron lineatum) her. Sie sind in dem bisher festgestellten Ausmaß ohne praktischen Einfluß auf die Festigkeitseigenschaften. Eine Ausdehnung des Befalls ist in trockenem Holz nicht möglich."

Versuchen Sie bitte einmal, einem Architekten oder Bauherrn diese Tatsache näherzubringen. Es wird Ihnen in über 90 von 100 Fällen nicht gelingen. Allgemeine Reaktion von Bauherren: "In dem Holz ist der Wurm, das kommt nicht in mein Haus."

Es ist also nicht böser Wille, sondern es sind die Gegebenheiten des Marktes, die jeden Sägewerker, der als Hauptprodukt Listenbauholz produziert, veranlassen, um Stammholz, das vom gestreiften Nutzholzborkenkäfer befallen ist, einen großen Bogen zu machen. Selbst für Dachschalung und Verpackungsmaterial wird dieses Holz mit den kleinen schwarzen Löchern, aus denen die Insekten längst wieder heraus bzw. in denen sie inzwischen abgestorben sind, oft zurückgewiesen. Das alles ist zwar objektiv nicht gerechtfertigt aber Tatsache, mit der der Säger leben und kalkulieren muß.

In Niedersachsen wird Stammholz, das vom *Trypodendron lineatum* befallen ist, grundsätzlich in die Güteklasse Cgw (C-geringwertig) sortiert und mit einem Preisabschlag von 30 % - das sind in dem vorerwähnten Beispiel 60,-- DM/Fm - verkauft. Ist ein solcher Abschlag gerechtfertigt?

Eine Fichte 20 m lang, 25 cm Durchmesser, hat einen Festgehalt von 0,98 Fm. T. lineatum geht bis zu 4 cm Tiefe ins Holz. Damit bleiben für einen risikolosen Einschnitt einwandfreien 0.45 Fm übrig, also weniger als die Unterstellen wir einmal, daß das Schnittholz mit den kleinen schwarzen Löchern allenfalls für die Hälfte des Preises von einwandfreiem Bauholz verkauft werden kann, so ergibt sich hieraus eine rechnerische Wertminderung für unser Beispiel von 26 %. Die Manipulations- und Allgemeinkosten von der Anfuhr des Rohholzes bis zum Verkauf des Schnittholzes sind jedoch bei beiden Qualitäten gleich hoch. Andererseits erfahren die Schwarten und Spreißel, die in jedem Fall ins Restholz gehen, keine zusätzliche Wertminderung durch den Befall Ich bin nicht in der Lage, aus den lineatum. genannten Tatsachen eine exakte Kalkulation herzuleiten. Die Tatsachen machen aber m. E. deutlich, daß ein Preisabschlag in der Größenordnung von 30 % gerechtfertigt ist. Dieses wird auch noch einmal dadurch belegt, daß fast alle Nadelholzsägewerke, Holz das vom gestreiften Nutzholzborkenkäfer befallen ist, auch bei dem genannten Preisabschlag nur mit langen Zähnen kaufen.

Zusammenfassend möchte ich feststellen:

Diverse Borkenkäfer stellen nicht nur eine Gefahr für das Ökosystem Wald dar, sondern bringen auch oder in besonderem Maße große Probleme für die Vermarktung und Verwertung des Holzes. Ökonomische Aspekte spielen daher im Hinblick auf die Holzverwertung bei der Borkenkäferbekämpfung eine große Rolle.

Lassen Sie mich zum Schluß noch eine kleine Zukunftsvision aufzeigen: Forstbetriebe schließen mit ihren Nadelstammholz-kunden Jahresverträge mit festen Lieferterminen ab, in denen der Waldbesitzer sich zu termingerechter Lieferung und der Abnehmer zur Bezahlung und Abfuhr binnen einer kurzen Frist verpflichten. Als Puffer bei Lieferengpässen oder auch für unvorhersehbare Sonderwünsche des Käufers könnte dann Holz aus Beregnungspoltern dienen. Durch ein solches Vorgehen könnten Schäden durch den gestreiften Nutzholzborkenkäfer ohne jeglichen Einsatz von Insektiziden vermieden werden. Dieses Verfahren ist allerdings nur bei Sortimenten möglich, die ganzjährig eingeschlagen werden können. Für Laubholz scheiden solche Lösungen leider von vornherein aus.

Rolf Kehr

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

Grenzen der Lagerung von Kalamitätsholz

1 Einleitung

Der Anfall großer Holzmengen durch Schadereignisse wie die jüngsten Orkane stellt die Forstbetriebe vor die Frage, wie das Holz nach der Aufarbeitung zu vermarkten ist. Je nach Umfang des Holzanfalls, der betroffenen Baumarten und Sortimente sowie der aktuellen Holzmarktsituation muß Kalamitätsholz für eine gewisse, manchmal recht lange Zeit gelagert werden. Dabei sollte die Erhaltung der Holzqualität im Hinblick auf die spätere Vermarktung Vorrang haben. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn durch eine längere Lagerung großer Mengen an Massensortimenten die Holzpreise beeinflußt werden sollen, wie dies z.B. nach der Sturmkatastrophe vom 13. November 1972 in Norddeutschland der Fall war.

Grenzen der Lagerung von Kalamitätsholz gibt es natürlich in vielfältiger Hinsicht, z.B. in ökonomischer (Anlage von Lagerplätzen, laufende Kosten), rechtlicher (z.B. Genehmigung der Wasserlagerung), oder ökologischer (z.B. Beeinflussung der Wasserqualität bei Beregnung). Eine wichtige Grenze ist auch erreicht, wenn die positiven Eigenschaften des Rohstoffs Holz verlorengehen oder nur mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand (ökonomisch, personell usw.) erhalten werden können. Der vorliegende Artikel befaßt sich daher vorwiegend mit dem Aspekt der Qualität des gelagerten Holzes. Im Mittelpunkt stehen dabei aufgrund ihres hohen Anfalls und ihrer herausragenden ökonomischen Stellung die Nadelhölzer, insbesondere die Fichte.

2 Biologische Grundlagen

Das Holz lebender Bäume ist durch mehrere Mechanismen (z.B. Verkernung, hohe Splintfeuchte, aktive Abwehrfähigkeit) vor einem Befall durch Insekten und Pilze geschützt. Nach Abreißen des Wurzelkontakts beginnt das Holz auszutrocknen, ausgehend insbesondere
von Stirnflächen und anderen freiliegenden Holzpartien. Pilzsporen
infizieren innerhalb kürzester Zeit solche Flächen, und es entsteht mit sinkender Holzfeuchte eine Sukzession von Pilzen, die
zunächst zur Verfärbung, später aber zum Abbau des Holzes durch
Weiß- und Braunfäulen führt.

Das sogenannte "Verstocken" der Buche, eine für die Holzverarbeitung ungünstige Holzverfärbung, ist zunächst ein abiotischer Vorgang, der bei Holzfeuchtewerten um 50 % durch Verthyllung und die Bildung von Kernstoffen entsteht (BUTIN 1989). Nachfolgend kommt es aber insbesondere während der Sommermonate rasch zur Besiedlung durch Fäule-Erreger, so daß die richtige Fällungszeit und eine rechtzeitige Aufarbeitung bei der Buche extrem wichtig sind (v. AUFSESS 1974, PASERIN und KADLECOVA 1977).

Die Bläue des Kiefernstammholzes wird von mehreren Pilzarten der Ascomyceten und Fungi imperfecti ausgelöst, welche mit ihrem dunklen Myzel vorwiegend das Markstrahlparenchym besiedeln. Die wichtigsten Vertreter sind Discula pinicola, Arten der Gattung Ceratocystis und die Formgattung Leptographium (BUTIN 1989). Ihr Wachstum findet statt in einer großen Feuchtigkeitsspanne von ca. 24 % bis 130 % bezogen auf das Darrgewicht (BERNHARDT 1961). Schon MÜNCH (1907, 1908) hat allerdings ermittelt, daß die stärkste Ausbreitung bei Feuchtewerten von 75-105 % erfolgt. Da hohe Temperaturen die Pilzentwicklung und die Austrocknung des frischen Holzes begünstigen, ist auch für Kiefer die Jahreszeit der Fällung und die rechtzeitige Aufarbeitung entscheidend (v. PECHMANN und WUTZ 1963). Befall durch Borkenkäfer führt zur weiteren Verbreitung von Bläuepilzen und verstärkt i.d.R. den Bläuebefall (AMMER 1966).

Die Rotstreifigkeit der Fichte wird von mehreren Pilzarten ausgelöst, zumeist aus der Gattung Stereum (ZYCHA und KNOPF 1963). Die wichtigste Art, Stereum sanguinolentum, ist auch Erreger einer Wundfäule an stehendem Holz (BUTIN 1989) und daher an lagerndem Stammholz bereits zum Zeitpunkt der Fällung oft vorhanden. S. sanguinolentum kann zwischen 35 % und 130 % Holzfeuchte wachsen (KNOPF 1962), ausgeprägte Verfärbung entsteht jedoch in einem engeren

Feuchtebereich (DELORME und RIPKEN 1987). Befall durch Rotstreifepilze geht unmittelbar in Weißfäule über, da Stereum-Arten in der
Lage sind, Lignin abzubauen (AMMER 1963). Verbautes rotreifiges
Holz wird bei erneuter Wasseraufnahme weiter angegriffen (v. PECHMANN und WUTZ 1963). Nach v. PECHMANN et al. (1967) beschleunigt vorangegangener Stereum-Befall auch die anschließenden Destruktionsfäulen.

Wenn Holz längere Zeit seine ursprüngliche Feuchte behält, wird es besonders in den Sommermonaten relativ rasch von einer Vielzahl von Bakterien besiedelt, welche jedoch keinen nennenswerten Holzabbau betreiben können (LIESE und KARNOP 1968, BERNDT und LIESE 1973, SCHMIDT 1981). Angegriffen werden vorwiegend die Tüpfelmembranen und der Inhalt von Parenchymzellen und Harzkanälen, weswegen Bakterienbefall zu einer höheren Permeabilität des Holzes führt (LIESE und KARNOP 1968). Eine Festigkeitsabnahme entsteht dadurch nicht.

Das biologische Verhalten von Pilzen im Hinblick auf Verfärbungen und Fäulen des Holzes läßt, unabhängig von der Problematik des Borkenkäferbefalls, zwei grundsätzliche Möglichkeiten der Stammholzlagerung zu. Zum einen kann man versuchen, so lange wie möglich Holzfeuchtewerte des Splints von ca. 130 % oder mehr zu erhalten, zum anderen kann man das Holz bis unter den Fasersättigungspunkt (um 30 % Holzfeuchte bei Nadelholz) herunterzutrocknen. Die Verweildauer im Feuchtebereich zwischen diesen beiden Werten, insbesondere im Bereich zwischen ca. 40 % und 100 %, sollte so kurz wie möglich sein und möglichst außerhalb der warmen Jahreszeit liegen, wodurch auch Borkenkäferbefall minimiert werden kann.

3 Vor- und Nachteile verschiedener Lagerungsmethoden

3.1 Lebendkonservierung

Wenn bei einem Sturmereignis Stämme nur angeschoben oder mit Wurzelteller so geworfen werden, daß noch ausreichender Wurzelkontakt besteht, ist es möglich, mit der Aufarbeitung einige Zeit zu warten. Insofern ist die Lebendkonservierung keine eigentliche, ge-

ordnete Lagerungsmethode. Ihr Ziel ist es, die Holzfeuchte solange wie möglich zu halten und so Pilz- und Insektenbefall zu vermeiden.

Qualitätsprobleme bei der Lebendkonservierung entstehen vorwiegend (Bläue, Rotstreifigkeit) und Verfärbungen Pilzbefall Bruchstellen im Kronenbereich und um Rindenverletzungen herum (DELORME und RIPKEN 1987). Daher muß als Voraussetzung für das Verfahren gefordert werden, daß die Bäume möglichst wenig beschädigt sind. Unter dieser Prämisse lassen sich Bäume mit ausreichendem Wurzelkontakt ca. ein bis max. zwei Jahre lang konservieren (DELORME und RIPKEN 1987, LIESE und PEEK 1987). Allerdings tritt bei Nadelholz eine Gefährdung durch Borkenkäfer auf (LIESE und PEEK 1987), so daß möglicherweise eine aufwendige einzelstammweise Insektizidbehandlung erfolgen muß. Außerdem ist es in der Vergangenheit bei Buchen auf nassen Böden mit hohem Eisengehalt vom Wurzelanlauf ausgehend zu Blaufärbungen des Holzes gekommen, vermutlich in Zusammenhang mit bakteriellen Ausscheidungen (LIESE 1973).

Die Lebendkonservierung ist aus den obigen Gründen nur sinnvoll, wenn bei großen Schadereignissen Prioritäten bei der Aufarbeitung des Holzes zu setzen sind. Für Nadelhölzer kommt sie nur bei niedrigen Borkenkäferpopulationen in Frage, wenn man auf Insektizidanwendungen verzichten will.

3.2 Waldlagerung in Rinde

Auch dieses Verfahren hat zum Ziel, möglichst lange die natürliche Holzfeuchte zu erhalten, um das Wachstum von Pilzen und den Befall durch Insekten zu verhindern. Daher muß die Rinde, die "natürliche Verpackung", unverletzt sein. Das Holz sollte schattig und windgeschützt in Haufenpoltern ohne Unterlage gepoltert werden, wobei auch dieses Verfahren bei Nadelholz oftmals nicht auf eine Insektizidspritzung verzichten kann (v. PECHMANN et al. 1967, DELORME und RIPKEN 1987).

Entscheidend für die Qualitätserhaltung bei der Waldlagerung in Rinde ist die Jahreszeit des Holzanfalls. Bei der Kiefer z.B. kann

Bläue weitgehend vermieden werden, wenn sie in Herbst und Winter in Rinde gelagert und bis zum Frühsommer des folgenden Jahres aufgearbeitet wird (BJÖRKMANN 1963, v. PECHMANN und WUTZ 1963, v. PECHMANN 1967). Im Sommer jedoch entsteht hohe Bläuegefahr zusätzlich zu Befall durch Borkenkäfer, wenn trocken-warme Witterung ein schnelles Absinken der Holzfeuchte bedingt (BJÖRKMANN 1963, AMMER 1966). Nach der Sturmkalamität 1972 führte die Zwischenlagerung von Kiefer in Rinde zu intensivem Befall durch Bläuepilze, Stereum-Arten und gelegentlich von Weißfäule-Erregern (ARNOLD et al. 1976). Entrindung bietet insofern keine Lösung, als entrindetes Holz bald eingeschnitten werden muß (v. PECHMANN und WUTZ 1963) und bei Lagerung im Schatten oder während der Herbstmonate sogar noch stärker verblaut (v. PECHMANN und WUTZ 1963, v. PECHMANN et al. 1967). Zwar gibt es Berichte über die erfolgreiche (kurzfristige) Lagerung von Kiefer in Rinde nach sommerlichen Sturmschäden (BERNHARD 1961), jedoch wird empfohlen, die Hirnflächen und freigelegtes Holz an Rindenverletzungen und Astabschnitten mit Fungiziden zu behandeln und ein Mittel gegen Borkenkäferbefall anzuwenden (BERNHARD 1961, v. PECHMANN und WUTZ 1963).

Auch bei der Fichte ist die Waldlagerung in Rinde während der Sommermonate problematisch. Stereum-Arten, welche Rotstreifigkeit verursachen, sind bereits nach vier bis sechs Wochen Lagerzeit nachweisbar (v. PECHMANN et al. 1967) und breiten sich bei warmer Witterung mit dem weiteren Absinken der Holzfeuchte rasch aus. Einzelne Pilzarten, z.B. Hypholoma fasciculare, können auch bereits bei sehr hoher Holzfeuchte wachsen und zu einem Holzabbau führen (v. PECHMANN et al. 1967).

Die Gefahren durch Bläue, Rotstreifigkeit und Insekten machen die Waldlagerung in Rinde zu einer unsicheren, sehr witterungsabhängigen Methode, welche die Qualitätserhaltung des Holzes nicht garantieren kann. Zudem kann sie nur für Zeiträume von wenigen Monaten bis maximal ein Jahr empfohlen werden und entlastet daher den Holzmarkt nur wenig. DELORME und RIPKEN (1987) konstatieren für diese Lagerungsmethode ein hohes Risiko der Wertminderung. Am ehesten wird die Waldlagerung in Rinde noch in Frage kommen, wenn das Holz bei einem Herbststurm anfällt, am gefährlichsten ist sie bei Holz aus Frühjahrs- oder Sommerereignissen.

3.3 Trockenkonservierung

Wenn Holz genügend rasch aufgearbeitet und geschält werden kann, bietet die Trockenkonservierung eine weitere Möglichkeit der Lagerung. Diese nur für Nadelholz in Frage kommende Methode beruht darauf, den Wassergehalt des Splints nach der Entrindung rasch zu reduzieren, um so den für ein Pilzwachstum geeigneten Bereich schnell zu durchlaufen. Dementsprechend müssen die Polter möglichst luftig angelegt werden, z.B. als Lagenpolter (PLATZER und STACKELBERG 1972, DELORME und RIPKEN 1987), was im Vergleich zu der Waldlagerung in Rinde mehr Aufwand bedeutet. Ein Abdecken der Polter gegen Nässe ist wünschenswert; dies sollte jedoch nicht mit Reisig geschehen, da herabfallendes Feinmaterial zu hoher Luftfeuchtigkeit und somit zu Pilzproblemen im Polterinneren führen kann (PLATZER und STACKELBERG 1972). Eingelagert werden sollte nur gesundes Stammholz durchschnittlicher Qualität; rotfaule Teile müssen vorher abgetrennt werden (DELORME und RIPKEN 1987).

Für Kiefer ist die Trockenkonservierung nicht geeignet, da Bläuepilze innerhalb einer großen Feuchtespanne gedeihen können und es somit zu Bläuebefall kommt (DELORME und RIPKEN 1987, LIESE und PEEK 1987). Für Fichten- und Tannenmassenware ist die Trockenkonservierung zwar geeignet, aber nur in Verbindung mit einem Schutz gegen holzbrütende Borkenkäfer. Während der warmen Jahreszeit wird die Fichte relativ schnell von Rotstreifigkeit erfaßt, so daß mit gewissen Pilzschäden gerechnet werden muß. Ein weiterer Nachteil sind teilweise tiefgehende Trockenrisse, welche erlösmindernd wirken.

Die Trockenkonservierung ist wegen der Gefahr von Insekten- und Pilzschäden sowie von Trockenrissen nur für Massensortimente von Fichte und Tanne geeignet, und auch dann nur für Zeiträume bis zu einem Jahr (DELORME und RIPKEN 1987, LIESE und PEEK 1987). Die günstigste Polterform ist stark witterungsabhängig und somit nicht vorhersehbar, da luftige Polter in trockenen Phasen durch Trockenrisse gefährdet sind, andererseits Haufenpolter bei feuchter Witterung durch Pilzbefall leiden. Da diese Lagerungsmethode nur bis

maximal ein Jahr geeignet ist und danach, wie von ARNOLD (1985) formuliert, ein "relativ hoher Verkaufszwang" auftritt, kann sie nur bei Fehlen besserer Alternativen empfohlen werden. Zu bedenken ist auch, daß sie, wie die Waldlagerung in Rinde, im Hinblick auf holzbrütende Borkenkäfer keine Alternative zur chemischen Bekämpfung darstellt.

3.4 Chemische Konservierung

Prinzipiell ist es möglich, durch Aufbringen von Verdunstungsschutzmitteln und Fungiziden sowohl eine Reduktion der Feuchtewerte als auch eine direkte Bekämpfung von Bläue- und anderen Pilzen zu erreichen (AMMER 1966). Insbesondere bei Bläuepilzen müßte
ein Schutz jedoch innerhalb ca. 48 Stunden nach der Fällung bzw.
Aufarbeitung erfolgen (BERNHARDT 1961). Wie bereits von DELORME und
RIPKEN (1987) erwähnt, ist eine chemische Konservierung großer
Holzmengen heute allerdings weder personell noch aus ökologischen
Gründen durchführbar.

3.5 Naßlagerung

3.5.1 Wasserlagerung

Sofern genügend offene Wasserflächen in akzeptabler Transportentfernung zur Verfügung stehen, kann Kalamitätsholz in Wasser gelagert werden. Dazu werden die Stämme entweder einzelstammweise oder in Flachflößen bzw. Rundbündeln eingebracht (PLATZER und STACKELBERG 1972). Das Holz sollte auf jeden Fall mit Rinde eingelagert werden, um einen Schutz vor Austrocknung der aus dem Wasser ragenden Teile zu bieten. Bei der Buche erfolgt relativ schnell ein Absinken der Stämme; daher sollte sie in Rundbündeln eingelagert werden, was auch die Aufnahmekapazität des Gewässers erhöht (METZENDORF 1973). Sinkverluste bei Fichte belaufen sich hingegen auf wenige Prozent (STEINLIN 1967).

Sofern das Holz zumindest zu Zweidrittel untergetaucht ist, werden Holzfeuchtigkeitswerte um 200 % oder mehr in der Mantelzone er-

reicht (METZENDORF 1973), was Pilzwachstum und Insektenbefall praktisch ausschließt. Allerdings wird wassergelagertes Holz rasch von Bakterien besiedelt, welche einen gewissen Abbau nichtlignifizierter Teile, insbesondere der Tüpfelschließhäute und Harzkanäle bewirken (LIESE und KARNOP 1968, LIESE 1973).

Die Holzqualität ist bei Wasserlagerung ähnlich einzuschätzen wie bei der im folgenden Abschnitt vorzustellenden Beregnung, weswegen an dieser Stelle auf detaillierte Angaben verzichtet werden soll.

Wasserlagerung beeinträchtigt eine Vielzahl anderer Nutzungen und Ansprüche (z.B. Fischerei, Erholung, Naturschutz) und vermindert die Wasserqualität (METZENDORF 1973, ARNOLD et al. 1976, DELORME und RIPKEN 1987). Daher wird die wasserrechtliche Genehmigung nur selten erteilt. Ob dies in gewässerreichen Regionen der neuen östlichen Bundesländer anders sein wird, bleibt abzuwarten.

3.5.2 Beregnung

Die künstliche Beregnung größerer Stammholzpolter zur Erhaltung der Holzfeuchte wird in Deutschland seit etwa 20 Jahren zunehmend praktiziert und hat insbesondere nach der Sturmkatastrophe 1972 in Norddeutschland zu positiven Ergebnissen geführt.

Empfohlen werden Lagerplätze von ca. 1-3 ha, auf denen das Holz in verkaufsfähigen Losen, längs- oder quergepoltert, mit einem System von Düsen in Intervallen so beregnet wird, daß alle Teile konstant feucht gehalten werden (ARNOLD et al. 1976, DELORME und RIPKIN 1987). Das Beregnungswasser wird dem Grund- oder Oberflächenwasser entnommen, wobei auf eine ausreichende Wasserqualität zu achten ist, da es sonst zu Schäden an Leitungen und Pumpen sowie zu Verfärbungen des Holzes kommen kann (ARNOLD et al. 1976). Die erforderliche Regendichte wird je nach Autor unterschiedlich angegeben, nach DELORME und RIPKEN (1987) sind im Sommer ca. 4 mm pro Stunde während der hellen Phase erforderlich. In den Nachtstunden und während Frostperioden im Winter kann hingegen auf die Beregnung verzichtet werden. Bei der Beregnungstechnik kommt es auf gleichmäßige Benetzung an, wobei besonders die durch Pilzbefall gefährdeten Stirn-

flächen zusätzlich beregnet werden sollten (ARNOLD et al. 1976, ARNOLD 1985).

Das zu beregnende Holz muß möglichst frisch und in Rinde eingelagert werden. Es sollte frei sein von Insekten- und Pilzbefall (PLATZER und STACKELBERG 1972), da Pilze nach dem Ende der Beregnung mit der Holzbesiedlung und -zerstörung fortfahren können (v. AUFSESS 1974). Bereits angetrocknetes Holz braucht trotz Beregnung sehr lange, bis wieder hohe Feuchtewerte erreicht sind (ARNOLD et al. 1976), so daß die Gefahr von Pilzschäden bei solchem Holz groß ist. DELORME und RIPKEN (1987) empfehlen daher, im Hochsommer nicht länger als fünf Wochen zwischen Aufarbeitung und Beregnungsbeginn zu warten, PEEK und LIESE (1987) nennen drei Wochen als Grenze. Da Genehmigungen der Wasserbehörde meist nur für chemisch unbehandeltes Holz gelten, darf auf keinen Fall vorher ein Insektizid angewendet werden (DELORME und RIPKEN 1987).

Schäden entstehen meistens durch Beregnungsfehler. Pilzbefall geht in solchen Fällen von den Stirnflächen und von Rindenverletzungen aus (ARNOLD et al. 1976), z.B. wenn an solchen Stellen durch Windeinwirkung die Beregnungsleistung zu gering war. Für die Fichte ist Befall durch Rotstreifepilze, insbesondere Stereum sanguinolentum, die größte Gefahr. Beregnungspausen von ca. 14 Tagen führten bei Versuchen in Sägewerkslagern zu erhöhtem Rotstreifebefall (HUDECZEK 1956). Bei der Fichte können auch Kernfäulepilze, z.B. Heterobasidion annosum, während der Beregnung weiterwachsen, wenn das Holz nicht vorher gesundgeschnitten wurde (ARNOLD et al. 1976). Rotstreifigkeit und Fäule an Fichte deuten daher stets auf Beregnungsfehler oder zu späte Einlagerung des Holzes.

Kiefer läßt sich ebenso wie Fichte längere Zeit beregnen. Bläue kann allerdings nur durch rechtzeitigen Beregnungsbeginn verhindert werden, vor allem in der warmen Jahreszeit. Einige Autoren empfehlen für Kiefer eine höhere Beregnungsdichte als für Fichte (Jäger 1973); andererseits hat sich Kiefer nach der Sturmkatastrophe von 1972 relativ problemlos konservieren lassen, auch bei schwächeren Wassergaben (ARNOLD 1985). Verblauung der Kiefer ist auch bei der Wasserlagerung von bereits angetrocknetem Holz möglich (BERNHARDT 1961), ansonsten ist die Bläuegefahr nach Naß-

lagerung eher reduziert, da Bakterien während der Lagerung den Bläuepilzen durch Abbau parenchymatischer Elemente die Nahrungsgrundlage entziehen (ZIER 1969, LIESE 1973, TAROCINSKI und ZIELINSKI 1977, DELORME und RIPKEN 1987).

Die Beregnung von Buche ist bislang noch nicht häufig erprobt worden; Zeiträume von mehr als einem Jahr sind im Hinblick auf Holzverfärbung und Pilzbefall etwas unsicher (METZENDORF 1973). LIESE und AMMER (1964) fanden bei wassergelagerter Buche einen leichten Abbau durch Moderfäulepilze der Gattungen Chaetomium und Paecilomyces.

Bei Eiche wäre eine Beregnung zumindest für durchschnittliche Qualitäten möglich, allerdings wird eventuell angefallene wertvolle Eiche sicherlich mit hoher Priorität aufgearbeitet und verkauft.

Insektenschäden an beregnetem Holz wurden bislang nur dann beobachtet, wenn ein Befall bereits vor der Einlagerung bestand oder wenn Beregnungsfehler gemacht wurden. Dies gilt insbesondere für rinden- und holzbrütende Borkenkäfer der Nadelholzarten (ARNOLD et al. 1976). Bereits vom Buchdrucker befallenes Material zeigt aber nach Ende der Beregnung keinen Bruterfolg (RAPP 1969).

Verfärbungen von beregnetem Holz sind in gewissem Umfang erwarten. Eisenhaltiges Wasser führte bei Fichte zu einem rostrotem Belag, der aber nur wenige Millimeter tief ging (ARNOLD et Splintverfärbungen der äußeren 3-5 mm bei resultieren offenbar aus Tanninen der Rinde, welche in das Holz diffundieren (DELORME und RIPKEN 1987). Nach dem Einschnitt kann es auch zu Braunfärbungen des Splints kommen, die sich erst nach Lichtexposition des Holzes entwickeln (LIESE und PEEK 1987). Bei der Buche sind nach Beregnung ebenfalls Verfärbungen der Oberfläche bekannt, welche durch nach außen diffundierende Phenole bei der anschließenden Trocknung entstehen (LIESE 1973). Wasserlagerung von Buche in eisenhaltigem Wasser führte nach MoLTESEN (1969) zu Blaufärbungen des Holzes. MOLTESEN (1971) berichtet auch von wertmindernden, tiefgehenden Farbfehlern bei Buche nach mehr als einjähriger Wasserlagerung, so daß bei dieser Baumart eine längere Naßlagerung nicht zu empfehlen ist.

Der Bakterienbefall von naßgelagertem Nadelholz beschränkt sich auf den Splintbereich und konzentriert sich im Bereich der Tüpfel und des Markstrahlparenchyms. Insbesondere im Sommer kann eine Verfärbung des Splints mit der raschen Besiedlung durch Bakterien verbunden sein (LIESE und KARNOP 1968). Eine Festigkeitsverminderung des Splintholzes wird allerdings, wenn überhaupt, nur in geringem Umfang verursacht, da die Zellwand selbst nicht angegriffen wird (BERND und LIESE 1973, SCHMIDT 1981). Auch Buche wird bei der Beregnung rasch von Bakterien besiedelt, Anzeichen für einen Abbau der Zellwände wurden jedoch nicht gefunden (BERND und LIESE 1973).

Die technologischen Eigenschaften von naßgelagertem Holz sind bei korrekter Durchführung denen des normal gelagerten Holzes ebenbürtig. Es ergeben sich sogar einige Vorteile, z.B. ein höherer Gattervorschub beim Einschnitt (ARNOLD et al. 1976) und eine raschere Trocknung aufgrund der durch Bakterien bewirkten höheren Porosität (BERNDT und LIESE 1973, v. AUFSESS 1974). Letzteres macht naßgelagertes Holz, insbesondere Kiefer, besser mit Schutzmitteln tränkbar. Eine lokale Überaufnahme von Schutzmitteln und eine ungleichmäßige Annahme von Farbe sind in einzelnen Fällen möglich (LIESE und KARNOP 1968, WILLEITNER 1971). Das Verleimen von naßgelagertem Nadelholz ist ohne Einschränkungen durchführbar (BOUTELJE 1977). Ein wesentlicher Vorteil von naßgelagertem Holz ist die Abwesenheit starker Risse nach der anschließenden Trocknung (ARNOLD et al. 1976). Bei der Buche führt Wasserlagerung zu einer reduzierten Hygroskopizität, wodurch das Quellen und Schwinden von verbautem Holz verringert wird (MAYER-WEGELIN und ZYCHA 1944/45).

Die Festigkeitswerte von naßgelagertem Nadelholz sind nach ADOLF et al. (1972) im Splint etwas niedriger als sonst, nach LIESE und PEEK (1987) aber noch im Bereich der natürlichen Schwankung. Ein größeres Problem als eine eventuelle Festigkeitsabnahme durch die Lagerung sind bei Sturmholz ohnehin irreversible Faserstauchungen und -verschiebungen durch Windeinwirkung (ARNOLD et al. 1976).

Nachteile in der Verwertbarkeit ergeben sich lediglich für die verfärbten Teile des äußeren Splints bei Nadelholz. Diese meist bei der Schnittholzerzeugung abfallenden Teile sind für die Holzschliff- und Zellstoffproduktion nicht verwendbar, da sie schlecht aufschließbar und nicht bleichbar sind (ARNOLD et al. 1976, DELORME und RIPKIN 1987).

4 Bewertung der Verfahren

Aus Sicht der Holzqualität und des Forstschutzes hängt der Erfolg der Lagerung von den Vorbedingungen ab, z.B. der Jahreszeit des Holzanfalls sowie der Arbeitskapazität und -schnelligkeit der Betriebe. Geworfene Fichten der jüngsten Sturmwürfe z.B. weisen in kollinen Lagen trotz Kontakt zum Wurzelteller im Herbst 1990 offenbar gefährlich niedrige Holzfeuchtewerte auf (LIESER und PRÜM 1990), so daß eine eventuelle Naßlagerung schon sehr bald einsetzen müßte, wenn sie noch Erfolg haben soll.

Insgesamt gesehen ist die Naßlagerung von Stammholz bei korrekter Durchführung derzeit die einzige Konservierungsmethode, welche die Erhaltung der wesentlichen Holzeigenschaften mit langen Lagerzeiten und Schutz vor Borkenkäferbefall verbindet. Viele Autoren halten Lagerzeiten von fünf Jahren und sogar länger bei den Nadelhölzern für unproblematisch (ARNOLD et al. 1976, DELORME und RIPKEN 1987, LIESE und PEEK 1987). Insofern ist die Naßlagerung, bei uns überwiegend als Beregnung durchgeführt, die einzige Möglichkeit, nach großen Kalamitäten den Holzmarkt nennenswert zu beeinflussen. Daher kommen mehrere Untersuchungen zu dem Schluß, daß diese Methode trotz der erforderlichen hohen Investitionen auch aus ökonomischer Sicht positiv zu beurteilen ist (ARNOLD et al. 1976, DELORME und RIPKEN 1979).

Angesichts der Probleme, schon in normalen Jahren das Stammholz rechtzeitig einzuschlagen und abzufahren, sollte überlegt werden, ob die Naßlagerung nicht prinzipiell öfter angewendet werden könnte. Die zunehmende Erschwerung der Insektizidanwendung und speziell die wünschenswerte Reduzierung der prophylaktischen Mittelanwendung gegen Nutzholzborkenkäfer sprechen ebenfalls für eine Ausweitung der Naßlagerung. Voraussetzung wäre natürlich die permanente Bereitstellung von Beregnungsplätzen, verbunden allerdings mit enormen Kosten. In Zukunft werden jedoch Fragen des Wasserverbrauchs und der Abwasserqualität von Beregnungsplätzen mög-

licherweise diese Lagerungsart einengen. Dies wäre im Hinblick auf den positiven und umweltschonenden Beitrag der Naßlagerung zum Borkenkäferproblem bedauerlich.

Literatur

- ADOLF, P.; GERSTETTER, E.; LIESE, W. 1974: Untersuchungen an Fichtenholz nach fünfjähriger Wasserlagerung. Holz-Zentralbl. 100(129): 1957-1958
- AMMER, U. 1963: Untersuchungen über das Wachstum von Rotstreifepilzen in Abhängigkeit von der Holzfeuchtigkeit. Forstw. Cbl. <u>82</u>:360-391
- AMMER, U. 1966: Untersuchungen über den Schutz von Kiefernholz gegen Bläue. Forstw. Cbl. 85(5/6):129-178
- ARNOLD, K.D. 1985: Lagerung von Sturmholz. Forsttechnische Informationen, Mitt.-blatt des KWF 37(2/3):14-16
- ARNOLD, K.D. et al. 1976: Beregnung und Wasserlagerung von Nadelstammholz aus der Sturmkatastrophe vom 13. November 1972. Aus dem Walde Nr. 25, 1976 (Hrsg. Nieders. MELF, Hannover)
- AUFSESS, H.v. 1974: Erfahrungen über den Schutz des Rundholzes gegen Lagerschäden. Allg. Forstz. 29:367-373
- BERNDT, H.; LIESE, W. 1973: Untersuchungen über das Vorkommen von Bakterien in wasserberieselten Buchenholzstämmen. Zbl. Bakt. Abt. II 128:578-594
- BERNHARDT, A. 1961: Verblauen von Kiefernstammholz nach einem sommerlichen Sturmschaden und Erfahrungen mit Bläueschutzmitteln. Forstw. Cbl. 80(7/8):224-236
- BJÖRKMANN, E. 1963: Kemisk bekämpning av stackblanadoch lagrinsröta i tall och grantinamer. Sartr. Svensk. Skogsvards. Tidskr. Nr. 2
- BOUTELJE, R. 1977: The effects of water-storage on the properties of pine (*Pinus silvestris* L.) and spruce (*Picea abies* L.) wood. Royal College of Forestry Rapporter, Research Notes Nr. R 100.1-14
- BUTIN, H. 1989: Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Thieme Verlag. New York, Stuttgart, 216 S.
- DELORME, A.; RIPKEN, H. 1979: Naßkonservierung war ein Erfolg. Ergebnisse der Nadelstammholzkonservierung der Nds. Landesforstverwaltung nach der Sturmkatastrophe von 1972. Holz-Zentralbl. 105:1051-1054
- DELORME, A.; RIPKEN, H. 1987: Die Konservierung von Nadelstammholz AID Nr. 1181 (1987), 27 S.
- HUDECZEK, F. 1956: Die Verhütung des Rotstreifes. Allg. Forstz. 67(5/6):58-61

- KLEIN, E. 1984: Naßkonservierungsplätze für Rundholz. Allg. Forstz. 39(11):262-265
- KNOPF, H. 1962: Pilzbefall und Rotstreifigkeit an Fichtenholz. Diss. Georg. Aug. Univ. Göttingen 1962, 67 S.
- LIESE, W. 1973: Zur Qualitätserhaltung von Sturmholz bei längerer Lagerung. Forstarchiv $\underline{44}$ (7):149-153
- LIESE, W.; AMMER, U. 1964: Über den Befall von Buchenholz durch Moderfäulepilze in Abhängigkeit von der Holzfeuchtigkeit. Holzforschung 18(4):97-102
- LIESE, W.; KARNOP, G. 1968: Über den Befall von Nadelholz durch Bakterien. Holz als Roh- und Werkstoff <u>26</u>:202-208
- LIESE, W.; PEEK, R.-D. 1987: Erfahrungen bei der Lagerung und Vermarktung von Holz im Katastrophenfall. Allg. Forstz. 42(35/36):909-912
- LIESER, H.; PRÜM, H.-J.1990: Wiederholte Messung der Holzfeuchte in Fichte-Windwürfen. Allg. Forstz. Nr. <u>45</u>(36):907
- MAYER-WEGELIN, H.; ZYCHA, H. 1944/45: Beobachtungen über Veränderung der Eigenschaften des Buchenholzes durch Einlagern in Wasser. Holz 7(1/3):3-7
- METZENDORF, E. 1973: Konservierung von Fichten- und Buchen-Rundholz durch Naßlagerung als Katastrophenvorsorge. Allg. Forstz. 28(3):49-52
- MOLTESEN, P. 1969: Danish Experiments with protection of wood raw materials. Mat. Organ. $\underline{4}$:231-232
- MOLTESEN, P. 1971: Water storage of beech roundwood. Mitt. BfA Forst- u. Holzw. 83:5-33
- MÜNCH, E. 1907: Die Blaufäule des Nadelholzes. Naturw. Z. f. Landu. Forstw. $\underline{5}$:531-573
- MÜNCH, E. 1908: Die Blaufäule des Nadelholzes II. Naturw. Z. f. Land- u. Forstw. 6:32-47 und 297-326
- PASERIN, V.; KADLECOVA, M. 1977: Beech wood quality dependence on the years felling period. Royal College of Forestry Rapporter, Research Notes Nr. R 100:15-20
- PECHMANN, H. v. 1967: Ergebnisse neuerer Untersuchungen über Lagerschäden an Nadelrundholz. Mitt. Staatsforstverw. Bayern Nr. 36
- PECHMANN, H. v.; AUFSESS, H.v.; LIESE, W.; AMMER, U. 1967: Untersuchungen über die Rotstreifigkeit des Fichtenholzes. Beiheft Forstw.-Cbl. 27:1-112
- PECHMANN, H. v.; WUTZ, A. 1963: Untersuchungen über Bläuebefall und Möglichkeiten der Bläueverhütung an lagerndem Kiefernholz. Forstw. Cbl. 82(5/6):129-139

PLATZER, H.B.; STACKELBERG, S. 1972: Sturmholzaufarbeitung: Arbeitstechnik im Sturmholz und bei der Lagerung des Holzes. Mitt. des KWF Band XVI, 80 S.

RAPP, W. 1969: Künstliche Beregnung von Sturmholz. Allg. Forstz. 24(17):345-348

SCHMIDT, O. 1981: Zum Verhalten von Bakterien gegenüber der verholzten Zellwand. Mitt. BFA Forst- und Holzw. Nr. 133

STEINLIN, H. 1967: Zur Frage der längerdauernden Wasserlagerung von Sturmholz. Allg. Forstz. <u>22</u>(17):279

TAROCINSKI, E.; ZIELINSKI, M. H. 1977: The fungi occurring on pine round wood and timber stored in various ecological conditions. Royal College of Forestry Rapporter, Research Notes Nr. R 100:21-32

WILLEITNER, 1971: Anstrichschäden durch Überaufnahmefähigkeit des Holzes. Holz-Zentralbl. Nr. 97:2291-2292

ZIER, L. 1969: Erfahrungen bei der Wasserlagerung von Nadelstammholz in Rinde. Allg. Forstz. $\underline{24}(16)$:327-329

ZYCHA, H.; KNOPF, H. 1963: Pilzinfektion und Lägerschäden an Holz. Schweiz. Z. Forstw. Nr. 9:531-537

H.M. Brechtel

Abteilung Forsthydrologie der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt, Hann. Münden

Ergebnisse wasserchemischer Begleituntersuchungen bei Naβlagerung von Sturmholz in Hessen

1. Einführung

Windwürfe mit katastrophalen Schäden in den hessischen sind beginnend 1967 mit zunehmendem Ausmaße wiederholt Aufgrund hierdurch verursachter Störungen der chen Ordnung und Bestandsstrukturen, sowie auf immissionsbelasteten Standorten auch im Zusammenhang mit Bodenversauerung und deren Auswirkungen auf die Wurzelsysteme, ist in den kommenden Jahren sogar noch verstärkt mit Windwurfereignissen zu rechnen. Als Mittel zur Abmilderung von hierdurch bedingten Folgen bei der Holzvermarktung und Forstschutzsituation, sich neben anderen Konservierungsmethoden die Naßlagerung praktikable Maβnahme bewährt, unverkäufliches Rundholz Jahre gegen Qualitätsverminderungen zu schützen. Da hierdurch auf eine sonst eventuell notwendige chemische Behandlung zur Verminderung eines Pilz- und Schadinsektenbefalles vollständig verzichtet werden kann, ist einerseits die Naßlagezunächst als eine umweltfreundliche Alternative trachten. Die Frage ist nur, welche umweltrelevanten Auswirkungen Naßkonservierungsmaßnahmen andererseits selbst auf betroffenen Standorten haben, wie sie insbesondere hinsichtlich einer Beeinträchtigung der wasserchemischen Qualität des Grundund der oberirdischen Gewässer nicht auszuschließen Inwieweit dies tatsächlich zu befürchten ist und Unterschiede sich hierbei durch verschiedene Formen der gerung und deren technische Durchführung ergeben können, von der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt seit 1977 untersucht. Nachfolgend wird über die Ergebnisse eines im Jahr realisierten Pilotprojektes und über eine 1985 bis 1987 geführte wasserchemische Begleituntersuchung berichtet. schließend wird das im Frühsommer 1990 landesweit begonnene wasserchemische Beweissicherungsprogramm kurz vorgestellt.

2. Pilotprojekt 1977 im Hessischen Forstamt Reinhardshagen

Im Zusammenhang mit der Ausarbeitung eines Merkblattes über die "Behandlung von Wald in Schutzgebieten von Trinkwassertalsperren" (DVWG-Arbeitsblatt W105, 1980) wurde 1976 vom Fachausschuß "Eutrophierung und Talsperren" des Deutschen Vereins des Gas-Wasserfaches e.V. (DVGW) die Möglichkeit diskutiert, durch die Abgabe von anorganischen und organischen Stoffen Lagerplätzen mit Naßkonservierung von Rundholz die Wasserqualität nahegelegener oberirdischer Gewässer beeinträchtigt werden könnte. Da hierzu jedoch keine konkreten gen vorlagen, wurde angeregt, dieser Frage durch Untersuchungen einem praktischen Beispiel nachzugehen. Derartige chungen boten sich im Hessischen Forstamt Reinhardshagen an, da dort zu dieser Zeit in unmittelbarer Nähe des Reinhardswald-Wildbaches Hemelbach ein Lagerplatz für Naßkonservierung von Rundholz durch Beregnung in Betrieb genommen worden war.

Der Holzlagerplatz war etwa 200 m lang und 50 m breit. Die Oberfläche war mit Kalkschotter befestigt worden. Zur Zeit der Untersuchung lagerten dort ca. 1.700 Festmeter ungeschältes Fichtenrundholz, das von März bis Oktober beregnet wurde. Dies erfolgte unter Ausnutzung des natürlichen Druckgefälles, indem das Wasser aus einem höher gelegenen Teich entnommen wurde. Der weitaus größte Teil des vom Lagerplatz ablaufenden Beregnungswassers wurde bedingt durch den dichten Untergrund des Holzlagerplatzes in einem Abflußrohr gefaßt und in den Hemelbach eingeleitet.

Vom 28. Februar bis 8. Juli 1977 wurden in zwei- bis vierwöchigen Zeitintervallen insgesamt neun mal Wasserproben entnommen und zwar jeweils an vier Meβstellen:

- 1 = Unmittelbar an der Wasserentnahmestelle (höher gelegener Teich),
- 2 = Am Abfluβrohr des Holzlagerplatzes vor der Einmündung in den Bach,
- 3 = Nach einer Flieβstrecke von ca. 20 m nach der Einleitung,
- 4 = Nach einer Fließstrecke von ca. 500 m nach der Einleitung.

Die chemische Analyse erfaßte die Bestimmung der wasserchemischen Leitparameter pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, chemischer Sauerstoffbedarf (CSB), Trockenrückstand sowie die anorganischen Stoffe Chlorid, Nitrat, Ammonium und Phosphor. Darüber hinaus wurden die organischen Verbindungen Huminsäure, Lignin + Tannin und Gesamtzucker analysiert.

Die Bestimmung der wasserchemischen Leitparameter und der anorganischen Stoffe erfolgte im Labor des Wahnbachtalsperrenverbandes unter Leitung von Prof.Dr. Bernhardt, während die organischen Verbindungen an der Technischen Universität in Aachen unter Leitung von Prof.Dr. Reichert analysiert wurden.

Im Verlauf der Untersuchungszeit variierte der Abfluß im Bach (Meßstellen 3 und 4) zwischen 12 bis 42 l/s und am Abflußrohr (Meßstelle 2) zwischen 1 bis 2 l/s.

Die wichtigsten Ergebnisse waren (LEHNARDT et al., 1985):

- Die pH-Werte des Beregnungswassers (Meßstelle 1) schwankten im sauren Bereich zwischen 4,5 bis 6,0 und waren zumeist niedriger als diejenigen des Baches unterhalb des Naβlagerplatzes (Meßstelle 3 und 4). Deutlich höhere pH-Werte (teilweise bis 7,8) wurden am Abfluβrohr des Holzlagerplatzes gemessen, welches eindeutig auf die Säurepufferung des auf dem Lagerplatz ausgebrachten Kalkschotters zurückzuführen war.
- Die weit höhere **elektrische Leitfähigkeit** des vom Platz ablaufenden Wassers (maximal nur 16,5 μS/cm) deckte sich weitgehend mit dem Befund des Trockenrückstandes (bis 221 mg/l). Im Vergleich zum Beregnungswasser kam hierdurch zwar eine höhere Stoffkonzentration zum Ausdruck, die jedoch zum erheblichen Anteil durch einen höheren Calciumgehalt (Wirkung des Kalkschotters) bedingt war.

- Der Chemische Sauerstoffbedarf (CSB) war im Abflußwasser (Meßstelle 2) lediglich an einem einzigen Beprobungstermin mit einem Maximalwert von nur 19,1 mg/l deutlich höher als an den übrigen Meßstellen.
- Die Chlorid- und Nitrat-Konzentrationen waren im Abfluβ des Lagerplatzes (Meßstelle 2) einerseits zumeist deutlich unter, die Konzentrationen von Ammonium (maximal 0,2 mg/l) sowie die Gehalte von gelösten und ungelösten Phosphorverbindungen andererseits teilweise über denen der übrigen Meßstellen.
- Von den untersuchten organischen Wasserinhaltsstoffen war lediglich bei der Huminsäure eine signifikante Anreicherung im Abfluβwasser des Beregnungsplatzes nachgewiesen worden. Die maximale Konzentration von 8,8 mg/l war beispielsweise am 4.7.1977 beim vom Platz ablaufenden Wasser fast doppelt so hoch wie beim Beregnungswasser (4,9 mg/l). Aber am 4.6.1977 war die Huminsäure-Konzentration des von staunassen Standorten stammenden Beregnungswassers mit 7,1 mg/l jedoch höher als im Abfluβ der Meßstelle 2 (6,4 mg/l).
- Die festgestellten Konzentrationen an Gesamtzucker (< 0,1 bis 4,6 mg/l) und Lignin + Tannin (0,07 - 0,9 mg/l) haben keine signifikanten Unterschiede zwischen den vier Meßstellen gezeigt. Bei Lignin + Tannin waren bei einigen Beprobungsterminen die Konzentrationen im Beregnungswasser (Meßstelle 1) sogar deutlich höher als im Abfluß des Beregnungswassers.

Insgesamt konnte nachgewiesen werden, daß die auf dem untersuchten Naßlagerplatz erfolgte Beregnung mit nachfolgender direkter Einleitung in den Hemelbach zu keiner umweltrelevanten Beeinträchtigung der chemischen Wasserqualität des Bachwassers geführt hat. Hierzu haben einerseits die puffernde Wirkung des zur Abdeckung der Lagerfläche verwendeten Kalkschotters und andererseits auch die im Verhältnis zum Abfluß des Baches (15 bis 40 l/s) sehr geringe Einleitung (1 bis 2 l/s) beigetragen.

3. Wasserchemische Begleituntersuchung in Nordhessen nach dem Sturmwurf 1984

Im Zusammenhang mit den Sturmwurfschäden vom November 1984, die allein bei der Fichte zu einem Holzanfall von rd. 1,9 Mio. fm im hessischen Staatswald führten, wurden zunächst von mehr als 30 Hessischen Forstämtern zentrale Lagerplätze zur Naßkonservierung von Fichtenstammholz geplant. Hiervon sind im Verlauf des Frühjahrs 1985 etwa die Hälfte der Vorhaben und hierbei insbesondere im zentralen und nördlichen Hessen realisiert worden.

Im Einvernehmen mit der Wasserwirtschaftsverwaltung beauftragte der Hessische Minister für Landwirtschaft und Naturschutz die Hessische Forstliche Versuchsanstalt bereits während der Planungsphase, einen Vorschlag zu einer landesweiten wasserchemischen Begleituntersuchung auszuarbeiten. Voraussetzung hierzu war eine Beschreibung der Art, Größe, Lagerkapazität und Örtlichkeit der geplanten Objekte sowie der hydrologisch relevanten Standortsverhältnisse (wie z.B. Durchlässigkeit des Bodens und Grundgesteins) und der betroffenen Gewässer. Auf dieser Grundlage wurden, neben einer Teicheinlagerung als Pilotstudie, insgesamt 7 Naßkonservierungsplätze mit Beregnung ausgewählt und von Mai 1985 bis November 1987 in eine wasserchemische Begleituntersuchung einbezogen.

Es kamen beim Untersuchungsprogramm 1985 bis 1987 zwei verschiedene Beregnungsvarianten zur Anwendung (HAMMES, 1989a und b):

- ullet Offenes Beregnungssystem mit direkter Entnahme des Beregnungswassers aus dem Fließgewässer und mit nachfolgender Wiedereinleitung;
- Geschlossenes Beregnungssystem, d.h. im Kreislaufbetrieb, wobei das Beregnungswasser aus einem Sammelteich bzw. -behälter entnommen und in den das vom Platz ablaufende Wasser zurückgeleitet wurde.

Die untersuchten Naßkonservierungsplätze beider Beregnungssysteme unterschieden sich darüber hinaus noch durch die Art der chemischen Abpufferung des ablaufenden Beregnungswassers.

Es kamen hierbei zur Auswirkung:

- Natürliche Abpufferung durch anstehendes Grundgestein aus Basalt;
- ♠ Kalkschotter-Abdeckschicht auf der Lagerfläche;
- Kalkung der Lagerfläche mit 10 t/ha kohlensaurem Kalk;
- Kalkschotter im Abfluβ- und Sammelsystem.

Die Entnahme der Wasserproben für die chemische Analyse erfolgte während der Beregnungszeit von April bis Oktober/November mindestens einmal pro Monat.

Probeentnahmestellen waren:

- Flieβgewässer vor dem Beregnungsplatz, am Ort der Wasserentnahme für die Beregnung bzw. für die Auffüllung des im Kreislauf genutzten Sammelsystems (Probe 0);
- Abfluβ vom Lagerplatz vor der Einleitung in das Fließgewässer bzw. vor der Rückleitung in das Sammelsystem des Kreislaufbetriebes (Probe 1);
- Flieβgewässer nach dem Beregnungsplatz (Probe 2);

Die chemischen Analysen erfaßten folgende wasserchemische Parameter:

- pH-Wert zur Kennzeichnung des sauren, neutralen oder basischen Zustandes;
- Elektrische Leitfähigkeit als Kenngröße des Gesamtsalzgehaltes;
- Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) als Kenngröße für die Verunreinigung durch organische Stoffe insgesamt;

• Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅) als Kenngröße der durch Mikroorganismen abbaubaren organischen Wasserinhaltsstoffe.

Darüber hinaus wurden für ausgewählte Zeitstichproben zusätzlich noch die Konzentrationen der anorganischen Wasserinhaltsstoffe Chlorid, Nitrat, Sulfat, Kalium, Calcium, Magnesium, Zink, Kupfer, Eisen, Mangan, Aluminium, Blei und Cadmium bestimmt.

Die wichtigsten Ergebnisse waren (HAMMES, 1989a und b):

- Hinsichtlich pH-Wert und elektrischer Leitfähigkeit konnte im Vergleich zum unbeeinflußten Gewässer (Probe 0) bei keiner der untersuchten Beregnungs- und Abpufferungsvarianten in dem vom Naβlagerplatz abfließenden Beregnungswasser (Probe 1) eine als wesentlich zu bezeichnende negative Veränderung der Wasserqualität festgestellt werden.
 - Teilweise fand sogar, insbesondere bei den kalkgeschotterten Lagerplätzen, eine Verbesserung der Wasserqualität durch Abpufferung von saurem Beregnungswasser statt.
- Auch die als Zeitstichprobe durchgeführten Wasseranalysen der Anionen und Kationen erbrachten keine Hinweise, daß durch die Beregnung zur Naßkonservierung von Rundholz eine nennenswerte qualitative Beeinträchtigung der Fließgewässer durch gelöste anorganische Stoffe stattgefunden hat.
 - Bei den Anionen Chlorid und Sulfat sowie insbesondere bei Nitrat waren die Konzentrationen im Abfluß vom Lagerplatz (Probe 1) häufig sogar niedriger als bei der unbeeinflußten Vergleichsprobe des betreffenden Fließgewässers (Probe 0).
- Bei den Ammonium-Konzentrationen sowie beim chemischen und biochemischen Sauerstoffbedarf zeigte sich jedoch, daß die Beregnung von Nadelstammholz, insbesondere in der Anfangsphase, zu einer erheblichen organischen Verschmutzung des vom Lagerplatz abfließenden Wassers führte.
 - Bereits im Verlauf des ersten Beregnungsjahres fielen jedoch die Belastungswerte allmählich ab, wobei in den geschlossenen Beregnungssystemen aber zunächst eine bis in den Hochsommer anhaltende Kumulationsperiode durchlaufen wurde.

- Bei den offenen Beregnungssystemen waren bereits im Frühsommer des ersten Beregnungsjahres die Kennwerte der organischen Belastung so stark abgesunken und erreichten schon im zweiten Jahr ein derartig niedriges Niveau, daß sich die Wasserqualität kaum mehr von derjenigen unbeeinflußter Waldgewässer unterschieden hat.
 - Bei Ammonium waren die Konzentrationen im Ablaufwasser (Probe 1) nach der erwähnten Anfangsphase der Beregnung zumeist sogar deutlich niedriger als im Fließgewässer vor dem Naßlagerplatz (Probe 0).
- Bei den geschlossenen Beregnungssystemen im Kreislaufbetrieb waren im Ablaufwasser (Probe 1) die Ammonium-Konzentrationen sowie der chemische und biochemische Sauerstoffbedarf im zweiten Beregnungsjahr zwar auf die Hälfte bis ein Viertel der Vorjahreswerte abgefallen; gegenüber den Vergleichsproben der betreffenden Gewässer (Probe 0) waren sie jedoch teilweise immer noch deutlich erhöht.
- Sowohl bei den offenen als auch bei den geschlossenen Beregnungssystemen erwies sich das Aufbringen von basischem Gesteinsschotter auf der gesamten Lagerfläche in seiner chemischen Pufferwirkung als wesentlich wirkungsvoller als dessen Einbringung lediglich in die Ablauf- bzw. Sammelsysteme.

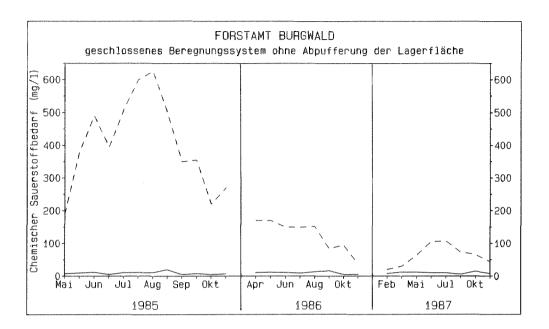
Die Untersuchungsergebnisse des dritten Beregnungsjahres 1987 bestätigten die Befunde der vorausgegangenen Jahre. Die Konzentrationen der untersuchten wasserchemischen Parameter waren tendenziell, wenn auch nur geringfügig, noch weiter abgesunken.

Die Abbildung 1 zeigt beispielsweise die Meßergebnisse des chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB) in zwei unterschiedlichen Naßlagerungssystemen. Im Forstamt Reinhardshagen wurde das Fichtenrundholz einerseits auf einer mit Kalkschotter abgedeckten Lagerfläche gepoltert und andererseits in einem offenen System beregnet, in dem das vom Lagerplatz abfließende Berieselungswasser anschließend in ein Fließgewässer eingeleitet wurde.

Im Forstamt Burgwald wurde das Fichtenrundholz zwar ebenfalls beregnet, jedoch in einem geschlossenen System, wobei das hierzu verwendete Wasser über einen Sammelteich und ein Abflußgrabensystem ständig im Kreis geführt wurde. Weiterhin war hier nur Kalkschotter im Sammelteich verwendet, die Holzlagerfläche jedoch nicht durch basischen Gesteinsschotter abgepuffert worden. Die Probenahme zur wasserchemischen Analyse erfolgte in beiden Systemen jeweils im unbeeinflußten Fließgewässer (Probe 0) und in dem durch die Holzlagerung beeinflußten Berieselungswasser (Probe 1).

Forstamt Burgwald führte die im geschlossenen Beregnungsbetriebene Naßlagerung des Rundholzes vor allem ersten Untersuchungsjahr zu einer enormen Anreicherung scher Verschmutzungen im umlaufenden Beregnungswasser. Jahresmittel der Probe 1 übertraf dasjenige der Referenzprobe um das 44fache. Bereits im August 1985 sanken die Konzentrationen stark ab und erreichten 1986 durchschnittlich etwa Viertel der Vorjahreswerte. Gegenüber den 0-Proben traten noch etwa 12fach höhere Konzentrationen in dem der Holzlagerung beeinflußten Wasser auf. Auch 1987 reichte bei weiterhin fallendem absoluten und relativen Konzentrationsniveau (ca. 8fache Erhöhung) die natürliche Selbstreinigungskraft innerhalb des geschlossenen Beregnungssystems noch nicht aus, um die organischen Verschmutzungen vollständig abzubauen. Der für Kläranlagen der Größenklasse 1 bei Stichproben geltende Ablaufgrenzwert von 180 mg/l wurde allerdings bereits 1986 keinem Fall mehr erreicht.

Das offene Beregnungssystem des Forstamtes Reinhardshagen lieferte ein ganz anderes Bild. Hier kam es anschließend während des ersten Untersuchungsjahres sowohl absolut als auch relativ nur zu einer geringen Erhöhung der CSB-Werte in der Probe 1 gegenüber den Referenzwerten. Das Jahresmittel erreichte in dem vom Platz ablaufenden Wasser etwa das Doppelte der 0-Probe. Bereits im September 1985 fielen jedoch die Konzentrationen im Abflußwasser sogar unter diejenigen des unbeeinflußten Bachwassers (Probe 0). Dieser positive Befund setzte sich in den beiden Folgejahren 1986 und 1987 noch verstärkt fort.



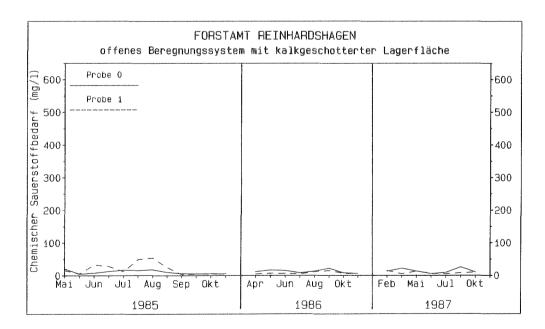


Abb. 1: Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)in Referenzgewässern (Probe 0) und beeinfluβten Wasserproben (Probe 1) der Naβlagerplätze Burgwald (oben) und Reinhardswald (unten)

4. Landesweites wasserchemisches Beweissicherungsprogramm 1990

Von Ende Januar bis Anfang März 1990 sind in Hessen fünf orkanartige Stürme aufgetreten, bei denen ca. 16 Mio. Sturmholz der Baumarten Fichte (55 %), Buche (27 %), Kiefer/Lärche (15 %) und Eiche (3 %) angefallen sind. Im Zusammenhang mit wasserrechtlichen Genehmigungen und deren Auflagen sind von der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt z.Zt. 45 Naßlagerplätze zu beproben, die über ganz Hessen verteilt sind. Es handelt sich um 23 Plätze im offenen Beregnungssystem, 9 im geschlossenen Beregnungssystem und 13 Seen/Teiche.

Zu analysieren sind wie beim Sturmwurf 1984 pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, CSB, BSB5 und Ammonium-Konzentration. Im allgemeinen ist in den Auflagen eine wöchentliche Probenahme für die ersten 3 Monate und anschließend eine Beprobung im vierwöchigen Turnus vorgeschrieben.

Da viele der Naßlagerungsobjekte erst im Verlauf dieses Sommers in Betrieb genommen worden sind, können z.Zt. noch keine Ergebnisse mitgeteilt werden. Die bisher vorliegenden Befunde stellen aber bereits jetzt schon wichtige Informationen zur Argumentation bei wasserrechtlichen Diskussionen hinsichtlich angemessener Auflagenformulierungen dar.

5. Folgerungen

Aus der Sicht der Wasserwirtschaft haben Beregnungsplätze mit Kreislaufführung des Beregnungswassers (geschlossenes System) theoretisch die geringsten umweltrelevanten gewässerökologischen Auswirkungen im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG). Die Bewirtschaftung der Gewässer hat so zu erfolgen, daß "jede vermeidbar Beeinträchtigung unterbleibt" (§ 1a WHG). Keinesfalls darf eine Verunreinigung oder sonstige nachteilige Veränderung des Grundwassers erfolgen (§ 34 WHG). Die Ergebnisse der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt vom Pilotprojekt 1977 (LEHNARDT et al., 1985) und der wasserchemischen Begleituntersuchung 1985 – 1987 (HAMMES, 1989a und b) zeigten jedoch, daß

Beregnungsplätze mit kontrollierbarer Einleitung des vom Platz ablaufenden Wassers (offenes System) im Vergleich laufbetrieb erhebliche betriebstechnische, wirtschaftliche i.d.R. auch wasserchemische Vorteile aufweisen. Bei Fließgewässern mit einer für die Beregnung ausreichenden Niedrigwasserführung sollten die Beregnungsplätze daher als offene Betriebssolche Flieβgewässer angelegt werden, schnelle und starke Verdünnung des vom Lagerplatz abfließenden Beregnungswassers gewährleisten. Sofern die erste Inbetriebnah-Beregnungsplätze in das Winterhalbjahr fällt, der im März mit der Beregnung begonnen werden, bereits auch wenn diese für den Holzschutz noch nicht erforderlich wäre. sollte anfänglich durchgehend täglich im 24-Stunden-Betrieb mit möglichst hoher Intensität beregnet werden. Bei Fließgewässern mit einer für die Beregnung nicht ausreichenden Niedrigwasserführung kann diese Zeit des Wassermangels durch ein geschlosse-Betriebssystem (Kreislaufbetrieb) überbrückt werden. Fällen ist noch zusätzlich eine angemessene dimensionierte, dichte Auffanggrube erforderlich.

Beregnung von Rundholz bei unmittelbarer Stapelung einem Fließgewässer (PEEK und LIESE, 1977) kann nach dem heutigen Erkenntnisstand über wasserchemische Auswirkungen Naβkonservierung auf Fließgewässer wegen unkontrollierbarer direkter Einleitung nicht empfohlen werden (vgl. § 26 WHG).

6. Literatur

- HAMMES, W., 1989: Einfluß der Naßlagerung von Fichtenrundholz auf die Gewässerqualität. Forschungsberichte Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Hann. Münden, Bd. Nr. 6, 79 S.
- HAMMES, W., 1989: Beeinflussung der Gewässerqualität Naβlagerung von Sturmholz. AFZ 16 17, 423 428. LEHNARDT, F.; BALÁZS, Á.; BROCKMANN, W.; BRECHTEL, H.M., Einfluβ der Naβkonservierung von Rundholz auf die chemische Beschaffenheit des Abflusses am Beispiel einer Unterkünstlich beregneten suchung eines Holzlagerplatzes Forstamt Reinhardshagen. Gutachten des Instituts Forsthydrologie der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt, Hann. Münden, 21 S.
- PEEK, D.; LIESE, W., 1977: Die Auswirkungen der Naßlagerung von Sturmholz auf die Qualität des Abflußwassers. Forstw. Cbl. 96, 348 - 357.

V. Dubbel

Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldschutz, Hann. Münden

Alternativen beim Polterschutz gegen den Gestreiften Nutzholzborkenkäfer

Gestreifte Nutzholzborkenkäfer (NBK) Trypodendron lineatum geschlagenes oder abgestorbenes Nadelstammholz, sobald durch anaerobe Gärung Äthanol im Stamm gebildet ist und solange das Holz eine für die Pilzzucht ausreichende Feuchtigkeit Sein Brutsystem erstreckt sich auf die äußeren 3 - 4 sitzt. Splintholzes. Der vom Käfer eingeschleppte Ambrosia-Pilz des stirbt nach dem Verlassen der Brutgänge ab und färbt den umgebenden Holzkörper schwarz. Obgleich die technologischen Holzeigenschaften durch NBK-Befall nicht negativ beeinflußt werden 1989 a. b) ist befallenes Holz nur mit erheblichen Preisabschlägen absetzbar. Optisch stören, je nach Verwendung, Bohrlöcher und Schwarzfärbung des Holzes. Mit zunehmender Rohholzdimension verbleibt fast der gesamte Teil der Bohrgänge nach dem Einschnitt im Restholz.

Das NBK-Problem hat etwa seit Mitte der sechziger Jahre, mit zunehmend längeren Lagerzeiten des Stammholzes im Wald und einer rationalisierungsbedingten Vernachlässigung der sauberen Wirtschaft stetig zugenommen. Gegenwärtig werden etwa 80 - 90 % aller im Forst eingesetzten insektiziden Wirkstoffe zum Schutz waldlagernden Holzes eingesetzt (Tab. 1). Schätzungsweise 15 - 20 % des gesamten Holzeinschlages werden jährlich gegen NBK-Befall mit Insektiziden geschützt.

Tab. 1: Bedeutung des Insektizideinsatzes zum Schutz waldlagernden Holzes in der Bundesrepublik Deutschland (nach WULF und WICHMANN 1989)

Forstwirt- schafts- jahr		Anteil aller im Forst verwendeten Insektizide %	Behandelte Menge des Gesamtholz- einschlages %
1976	28,3	46	7,9
1985	39,1	84	18,1
1986	24,4	84	14,2

Tabelle 2 gibt einen Überblick theoretischer und praktischer Handlungsalternativen zur Lösung des Problemes. Sie umfassen

 ${\tt Ma\beta}{\tt nahmen}$ des Habitat-Management, des direkten Holzschutzes sowie des Populations-Management.

Tab. 2: Theoretische und praktische Maβnahmen für ein Pest-Management des Gestreiften Nutzholzborkenkäfers Trypodendron lineatum (nach BORDEN und McLEAN 1981, aus DUBBEL 1985 verändert)

Strategie	Maβnahmen	
Habitat-Management (Beseitigen des gefähr- deten oder befallenen Holzes)	a) Holzabfuhr vor Beginn des Käferflu- ges b) Verkürzung der Lagerungsdauer wäh- rend der Flugzeit "hot logging" c) Aufarbeitung von Kalamitätshölzern, Restholzverwertung/-vernichtung "Saubere Wirtschaft"	
<u>Schutz des Holzes</u> (Verhinderung des Käferbefalls)	a) Insektizide b) Naβlagerung c) Trockenlagerung/Entrindung d) Kalk e) Netzabdeckung f) Ablenkstoffe	
Populations-Management (Reduktion der Schad- population)	 a) Vernichtung der Käfer im Winter- lager b) Erhaltung, Vermehrung und Einbür- gerung natürlicher Feinde c) Wegfangen der Käfer mit lockstoff- beköderten Fangsystemen 	

Die Entfernung bruttauglichen Holzes aus dem Wald vor der Flugzeit, bzw. vor dem Erreichen der Bruttauglichkeit während der Flugzeit ist sicherlich die wirkungsvollste Schutzmaβnahme. Gleichzeitig wird auch rindenbrütenden Borkenkäfern der Brutraum entzogen. Die Abfuhr befallenen Holzes vor dem Schlüpfen der neuen Generation verhindert ein weiteres Ansteigen der Populationsdichte.

Nach Sturmkatastrophen wie im Januar/Februar 1990 werden notgedrungen große Mengen Fichtenstammholz im Wald zwischengelagert. Zur Verhinderung des Befalls durch NBK ist ein direkter <u>Schutz des Holzes</u> notwendig. Üblicherweise erfolgt eine Schutzspritzung

mit Insektiziden. Durch die überwiegende Verwendung synthetischer Pyrethroide ist die ausgebrachte Insektizidmenge aufgrund ringerer Dosierungen in den letzten Jahren zurückgegangen (Tab. Weitergehende Möglichkeiten der Wirkstoffmengenreduktion liegen in der Kombination mit öligen Naturstoffen wie z.B. einem Destillationsprodukt vorwiegend aus dem Kernholz von Kiefern, das auch als Nebenprodukt bei der Herstellung von fatzellstoff anfällt. Pine Oil ist ein heterogenes Gemisch von Terpenen mit dem Hauptbestandteil Terpineol (ca. 70 %). Versuche zeigten, daß Cypermethrin noch bei einer 20fach niedri-Konzentration als amtlich zugelassen für 3 Monate einen Wirkungsgrad über 90 % hatte (Tab. 3). Ursächlich für dieses gute sind zum einen die repellente Wirkung des Ergebnis selbst (s.u.) was zu einem geringeren Befallsdruck führte, eine bessere Festlegung des Wirkstoffes auf der Rinde der guten Benetzungseigenschaften von Pine Oil. Der Versuchsumfang läßt keine Verallgemeinerung dieser Ergebnisse zu, zeigt aber Möglichkeiten auf, durch Kombination mit öligen Naturdie Wirkstoffmenge von Insektiziden beim Schutz waldlagernden Holzes wirksam zu verringern. Geprüft wird gegenwärtig Eignung von Rapsöl, das auf dem deutschen Markt leicht hältlich ist.

Naßlagerung und Trockenlagerung in Verbindung mit Entrindung nutzen die enge Abhängigkeit des NBK von geeigneten Feuchtigkeitsverhältnissen zur Kultivierung seines Ambrosiapilzes. Siche-Schutz vor Befall bietet hierbei nur die Naßlagerung, heute weitgehend ausgereift ist (LÖFFLER und PATZAK 1988). Sie bietet auch Schutz gegen Pilzbefall. Die trockene und luftige Lagerung im Bestand kann Befall durch den NBK der Regel nicht verhindern, vermag ihn aber, insbesondere in dung mit Entrindung, zu minimieren. Die Naßlagerung erfordert umfangreiche Investitionen und eine intensive Überwachung des Betriebes. Diese Technologie kann daher forstseitig nur in begrenztem Umfang bereitgestellt werden.

Berichte einiger Forstbetriebe über den erfolgreichen Schutz waldlagernden Holzes gegen NBK-Befall durch einen <u>Kalküberzug</u> (PFLIEGER 1985, RÜMANN 1986), konnten nach einer Überprüfung dieser Technik durch mehrere forstliche Versuchsanstalten nicht bestätigt werden (DIMITRI, LÖSEKRUG 1986, KÖNIG und BERWIG 1986 und 1987, BRANDES 1990). Gekalkte Polter waren vielfach stärker befallen als unbehandelte.

Tab. 3: Einfluβ von Konzentration und Lösungsmittel auf die Wirksamkeit von Cypermethrin (Ripcord 40) an Fichtenstammholz gegen Befall durch den Gestreiften Nutzholzborkenkäfer (Prüfung an 3 Poltern mit je 3 Stämmen, mittlere Länge 5,35 m, φ 30,5 cm, 4 Varianten pro Stamm durch 30 cm breite Celophanmanschetten getrennt, jede Variante insgesamt 9 mal geprüft, Forstamt Gahrenberg 13.04. - 13.07.1983)

Cypermethrin Konzentration	Frisch 4 Wochen	Σ	Befalls- reduktion %		
Kontrolle	20,3	31,3	11,6	66,2	
<u>In Wasser</u> 0,250 0,125 0,050	ALCO MOD Shali Man STOC MAN	9900 QUID 9900 NAN 9800 MSS	1,8	1,8	100 100 97,2
In Pine Oil 0,2500 0,1250 0,0500 0,0250 0,0125		0,6	 0,3 3,4	0,9	100 100 100 98,6 94,6

In Zusammenarbeit mit dem hessischen Forstamt Mörfelden-Walldorf wird die Möglichkeit geprüft, Käferbefall durch Abdecken der Stammholzpolter mit feinmaschigen <u>Kunststoffnetzen</u> zu verhindern, wie sie auch im Gemüsebau gebräuchlich sind. Erste vorläufige Beobachtungen lasse vermuten, daß ein Käferbefall wirksam verhindet werden kann. Ausgehend von einer Verwendbarkeit für 5 Jahre ergeben sich Gesamtkosten für dieses Verfahren von ca. 3,20 DM/fm. Da entsprechende Kunststoffnetze auch zur Schattierung im

Kamp sowie zur Saatguternte verwendet werden können, dürften sich die Kosten weiter reduzieren lassen. Ein abschließendes Urteil über die Wirksamkeit dieses Verfahrens ist aber zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht möglich. Es stellt möglicherweise für Bereiche in denen eine Insektizidanwendung ausgeschlossen oder problematisch ist (z.B. Natur- und Wasserschutzgebiete) eine brauchbare Alternative dar.

Ablenkstoffe sollen die Aggregation der Borkenkäfer am Wirtsbaum und damit den Massenbefall verhindern. Der NBK steuert die Besiedlung geeigneter Brutbäume durch die Abgabe des arteigenen mones Lineatin. Alpha-Pinen und Äthanol dienen der Erkennung Wirtsbaumkategorie und der Bruttauglichkeit (VITE Die Weibchen stellen in Anwesenheit der Männchen die 1979). die auf kurze Distanz feststellbare Pheromonproduktion ein, Ablenkwirkung der Männchen wird vermutlich durch die Stridulationsorgane bewirkt (KLIMETZEK et al. 1981).

Ein arteigener Ablenkstoff steht bei dieser Käferart also nicht zur Verfügung. Versuche von NIJHOLT in Canada (1973, 1979, 1980) mit verschiedenen Holzextrakten gaben den Hinweis, daß Bauminden Befall des Wirtsbaumes reduzieren oder haltsstoffe In eigenen Versuchen wurde die Wirkung von verhindern können. Pine Oil und seinen Inhaltsstoffen auf den mitteleuropäischen Trypodendron lineatum zunächst in Landefallen, als Zugabe einem Lock-Standard überprüft (Tab. 4): Pine Oil (Pine Oil 65, Firma Weissmeer Baltische, Hamburg) reduzierte den Anflug des NBK auf Lineatin plus Äthanol um 99 %. Ein Screening verschiedener terpener Inhaltsstoffe des Pine Oil gab Hinweise auf repellente (Anflug < 50 %), indifferente (50 - 150 %) und synergistische 150 %) Wirkung.

Nach dieser willkürlich gewählten Skala wurden als indifferent eingestuft: Alpha-Phellandren (139 %), Myrtenol (137 %), Tricyclen (109 %) Isoborneol (91 %), Gamma-Terpinen (88 %), (-)-Fenchon (88 %), p-Cymol (77 %) und (+)-Longifolen (64 %). Dipenten, ein Isomerengemisch des Limonen, wurde zusammen mit Pine Oil auch auf seine Wirksamkeit zum Schutz waldlagernder Hölzer geprüft. Nur

Pine Oil konnte für den Zeitraum von 6 Wochen den Befall über 90 % im Vergleich zur Kontrolle reduzieren (Tab. 5). Nach 3 Monaten lag auch bei Pine Oil die Befallsreduktion nur noch bei gut 50 %.

Tab. 4: Wirkung von Pine Oil und verschiedenen Terpenen auf den Anflug von <u>T. lineatum</u> bei Zugabe zu einem Standard (Lineatin + Äthanol = 100 %) in norwegischen Kammrohrfallen Modell`79 (Mittel aus 3 Blöcken, Forstamt Reinhardshagen 1984)

Lineatin, Äthanol Anflug in % zur Kontrolle			Zeitraum	
Pine Oil 65	1	1219	17.04 09.05.	
Terpineol a + β Thujon Terpinen-4-ol (+)-Limonen (-)-β-Pinen (-)-Limonen Myrcen (±)-Linalool Dipenten Terpinolen a-Terpinen	35 29 21 21 12 10 8 6 3 0,3	481 220 260 1522 205 1522 1098 220 1522 260 260	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	
(+)-Camphen (-)-Borneol (+)-delta 3-Caren (±)-Campher (-)-a-Pinen	296 270 180 160 154	117 184 205 117 205	09.05 29.05. 09.05 29.05. 14.04 17.04. 09.05 29.05. 14.05 17.04.	

Tab. 5: Wirksamkeit von Pine Oil und Dipenten gegen Befall durch

T. lineatum an Fichtenstammholz (Mittel aus 3 Wiederholungen, 3 Stämme pro Polter mit je 4 Varianten die durch
Celophanmanschetten getrennt waren, Vergleichsmittel
Lindan (Nexit flüssig 1 %), Forstamt Gahrenberg 1984)

Behandlung	frisc 2 Wochen	che Einbol 4 Wochen	rungen/m² 6 Wochen	nach 12 Wochen	Σ	Befalls- reduktion %
Kontrolle	6,9	15,4	13,2	6,6	42,1	
Dipenten	1,0	4,3	9,9	22,2	37,4	11,2
Norpine 65	0,1	0,3	1,2	18,3	19,9	52,7
Lindan	energy	0,1	0,3	3,3	3,7	91,2

^{*} bei Werten unterhalb der gestrichelten Linie Befallsreduktion > 90 %

Tabelle 6 zeigt, daß bei wiederholter Behandlung direkt nach Flugbeginn und zusätzlicher Reduktion schwärmender Käfer durch Lockstoff-Fallen auch nach 10 Wochen noch ein Wirkungsgrad von über 90 % erzielt werden konnte. Für den praktischen Polterschutz im Walde ist dieses Verfahren aber bislang unbrauchbar, da zu arbeitsintensiv und nicht ausreichend wirksam. Allerdings wurde dieser Versuch bei extrem hohen Populationsdichten durchgeführt (über 500 Einbohrungen pro m^2 auf den Kontrollpoltern).

Tab. 6: Einfluß von 4 Pheromonfallen (Röchling Trichterfallen mit Linoprax,15 m Abstand von jeder Polterecke) auf den Befall zweifach Pine Oil behandelter und unbehandelter Fichtenstämme (Mittel aus 3 Blöcken mit 3 Stämmen je Polter, Abstand zwischen Poltern 60 m, zwischen Blöcken 90 m, mittlere Stammlänge 6,18 m, mittlerer Durchmesser 27 cm, Forstamt Rotenburg 16.04. bis 23.06.1983)

Behandlung (Tage nach Flugbeginn)	fri (25)	sche Einb [Käfer pr (39)	nach 10 Wochen Σ	Befalls- reduktion %		
unbehandelt	510	8	4	90847	522	Name of the Control o
unbehandelt + 4 Fallen	679 [4280]	6 [1247]	4 [570]	[1492]	691 [7589]	
Pine Oil + 4 Fallen	0,5 [3400]	2,8 [930]	19 [426]	25 [1018]	47 [5774]	91

Ferner zeigt Tabelle 6 eindrücklich, daß ein Wegfangen der Käfer mit Lockstoff-Fallen mit dem Ziel einer Reduktion der Schadpopulation keinen Schutz des lagernden Holzes bewirkt. Im Gegenteil, mit Fallen umstellte Polter wiesen sogar eine höhere Besiedlungsdichte auf als die Kontrollpolter. Ein Objektschutz allein mit pheromonbeköderten Fangsystemen ist beim NBK daher nicht möglich.

Die <u>Vernichtung der Käfer in ihrem Winterlager</u>, der Streu, ist aus ökologischen Gründen im Walde nicht möglich. Auf befestigten Werksgeländen von Sägewerken und Holzhöfen allerdings, wo durch herabfallende Holz- und Rindenreste unter den Transportbahnen und

Lagerboxen Überwinterungshabitate erst geschaffen werden, ist die alljährliche Säuberung der Anlagen eine lohnende Hygienemaßnahme.

Die <u>natürlichen Feinde</u> des NBK, Prädatoren, Parasitoide und Pathogene, bieten keinen lohnenswerten Ansatz eines Populations-Managements. Sie werden in der Regel erst nach Eintritt des Schadens, also Anlage der Gangsysteme, wirksam, durch Fraβ, Parasitierung und Verschleppung von Eiern und Larven. Ihr Einfluß auf die Gesamtmortalität liegt unter 2 % (KLIMETZEK 1984).

Zusammenfassung

theoretische und praktische Maßnahmen für ein Gestreiften Nutzholzborkenkäfers diskutiert. Wirkungsvollste Maßnahme ist die rechtzeitige Abfuhr des dem Wald vor dem Käferflug bzw. vor Erreichen der Bruttaug-Ein Objektschutz lagernden Holzes im Wald allein Pheromonfallen ist nicht möglich. Insektizide ermöglichen einen Schutz des Holzes, durch Kombination mit öligen läßt sich die auszubringende Wirkstoffmenge deutlich stoffen reduzieren. Praxisreife Verfahren sind bislang nicht entwickelt. Naßlagerung bringt wirkungsvollen Schutz, erfordert allerdings Investitions- und laufende Betriebskosten. Trockenlagerung Kalkung der Stämme sind kein ausreichender Schutz vor Nutzund holzborkenkäferbefall. Erprobt wird gegenwärtig die Abdeckung mit engmaschigen Schattiernetzen. Wirksame Ablenkstoffe aus dem reich der Bauminhaltsstoffe werden vorgestellt, ihre Wirkungsdauist aber bislang aufgrund zu rascher Verdunstung unbefriedigend.

Literatur

- BORDEN, J.H.; McLEAN, J.A., 1981: Pheromone-based suppression of asmbrosia beetles in industrial timber processing areas. pp. 133 154 in: MITCHELL, E.R. (ed.) Management of insect pests with semiochemicals: concepts and practice. Plenum Press, New York and London, 514 pp.
- BRANDES, H., 1990: Schutz von Fichtenstammholz vor Befall durch holzbrütende Borkenkäfer durch Behandlung mit Kalkbrühe. Forst und Holz 45, 184 185.
- DIMITRI, L.; LÖSEKRUG, R.G., 1986: Zurückhaltung mit Kalk gegen Borkenkäfer empfohlen. Holz-Zbl. 112, 814.
- DUBBEL, V., 1985: Untersuchungen zum Einsatz von Lockstoff-Fallen gegen den Gestreiften Nutzholzborkenkäfer Trypodendron lineatum Oliv. Diss. Forstl. Fak. Univ. Freiburg.
- GLOS, P., 1989 a: Festigkeit von Fichten-Bauholz mit Insektenund Pilzbefall. Biegefestigkeit. Holz als Roh- und Werkstoff 47, 329 - 335.
- GLCS, P., 1989 b: Festigkeit von Fichten-Bauholz mit Insektenund Pilzbefall. Druck- und Zugfestigkeit. Holz als Roh- und Wirkstoff 47, 365 - 371.
- KLIMETZEK, D., 1984: Grundlagen einer Überwachung und Bekämpfung der Nutzholzborkenkäfer (Trypodendron sp.) mit Lock- und Ablenkstoffen. Habil. Forstl. Fak. Univ. Freiburg.
- KLIMETZEK, D.; KIESEL, K.; MÖHRING, C.; BAKKE, A., 1981: Trypodendron lineatum: Reduction of pheromone response by male beetles. Naturwiss. 68, 149 151.
- KÖNIG, E.; BERWIG, W., 1986: Kalk statt Insektizide gegen Gestreiften Nutzholzborkenkäfer? Allg. Forstzeitschr. 41, 326 327.
- KÖNIG, E.; BERWIG, W., 1987: Kalkspritzung als Vorbeuge gegen Nutzholzborkenkäferbefall nicht bewährt. Allg. Forstzeitschr. 42, 354 - 355.
- LÖFFLER, H.; PATZAK, W., 1988: Die Technik und Ökonomie der Langzeitlagerung von Stamm- und Schnittholz. Forstl. Forschungsber. München Nr. 88, 275 pp.
- NIJHOLT, W.W., 1973: Ambrosia beetle attacks delayed by turpentine Oil. Can. For. Serv., Bi-month. Prog. Rep. 29 (6), 36.
- NIJHOLT, W.W., 1979: Pine Oil delays attack of ambrosia beetles on piled log sections. Can. For. Serv., Bi-Mon. Res. Notes $\underline{35}$ (4), 22 23.
- NIJHOLT, W.W., 1980: Pine Oil and oleic acid delay and reduce attacks on logs by ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae). Can. Ent. 112, 199 204.

- PFLIEGER, F., 1985: Mit Kalk gegen den Nadelnutzholzbohrer. Holz-Zbl. 111, 498 - 499.
- RÜMANN, J., 1986: Kalk schütz gegen Nutzholzborkenkäfer. Holz-Zbl. 112, 661 - 662.
- VITÉ, J.; BAKKE, A., 1979: Synergism between chemical and physical stimuli in host colonization by an ambrosia beetle. Naturwiss. 66, 528 529.
- WULF, A.; WICHMANN, Ch., 1989: Über Art und Umfang der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel im Forst. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtsch. Nr. 255, 62 pp.

O. Vaupel

Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldschutz, Hann. Münden

Möglichkeiten der Verminderung von Borkenkäferschäden durch die Anwendung von Pheromonfallen

Borkenkäfersituation in Hessen 1990

Durch die orkanartigen Stürme Ende Januar / Anfang Februar 1990 wurden in Hessen ca. 15 Millionen Festmeter Stangen- und Baumholz geworfen. Dieses bedeutet einen Zwangsanfall in Höhe des vierfa-

chen Jahreseinschlages.

Unter den Baumarten war die Fichte - wie stets bei solchen Katastrophen - mit 8 Millionen Festmetern am stärksten betroffen. Durch Einsatz zusätzlicher Arbeitskräfte und Maschinen wird bis Ende des Jahres etwa dreiviertel des Sturmholzes aufgearbeitet sein. Einviertel des Holzes lagert nach wie vor im Verhau und ist bereits teilweise stark vom Buchdrucker (<u>Ips typographus</u> L.) und Kupferstecher (<u>Pityogenes chalcographus</u> L.) besiedelt. Darüber hinaus sind zunehmend größere Befallsnester im Stehenden vorwiegend in unmittelbarer Nähe von Windwurfflächen - zu beobachten.

Für das nächste Jahr werden vermutlich die dann stark angewachsenen Populationen dieser beiden Forstschädlinge zu einer erheblichen Herausforderung im Waldschutzbereich führen. Vielerorts ist daneben der in Lärche vorkommende <u>Ips cembrae Heer</u> in großer Dichte feststellbar.

Integriertes Bekämpfungssystem

Unter besonderer Berücksichtigung dieser ausgesprochen kritischen Waldschutzsituation sind alle verfügbaren Maßnahmen auszunutzen, die ein integriertes Bekämpfungssystem bietet.

Dazu gehören:

- 1. Saubere Wirtschaft (Brutraumentzug)
- Laufende Überwachung befallsdisponierter Bestände auf Befall im stehenden und liegenden Material
- 3. Aufarbeitung und Entseuchung befallener Bäume
- 4. Populationsverminderung durch biotechnische Verfahren; insbesondere durch Pheromonfallen

Sollten diese Maßnahmen nicht zum gewünschten Erfolg führen, so ist letztendlich ein gezielter Insektizideinsatz mit in dieses System einzubeziehen. Aus der Reihenfolge der Maßnahmen kommt zum Ausdruck, daß der Beseitigung geeigneten Brutmaterials als wirksamste "ökologische Methode" Priorität einzuräumen ist. Ferner wird aus dem Maßnahmenkatalog deutlich, daß Pheromonfallen kein "Allheilmittel" sind, sondern eine ergänzende und unterstützende Funktion innerhalb des "Integrierten Systems" erfüllen (Abb. 1). Diese "künstlichen Fangbäume" ersetzen heute gegenüber Buchdrukker und Kupferstecher das traditionelle Fangbaumverfahren.

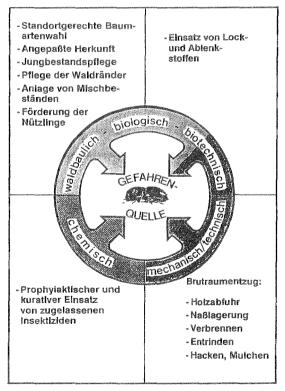


Abb. 1: Integrierte Strategie zur Bekämpfung der Borkenkäfer

Das neue AID-Merkblatt Nr. 1015 "Überwachung und Bekämpfung von Borkenkäfern der Nadelbaumarten", das im Frühsommer dieses Jahres erschienen ist, enthält alle notwendigen Einzelhinweise für die praktische Fallenanwendung vor Ort (ARBEITSGRUPPE WALDSCHUTZ, 1990).

Rückschau über die Entwicklung des Lockstoffverfahrens

Die nachteiligen Folgen eines Insektizideinsatzes auf die Biozönose und die zunehmende Bestrebung, den Wald als Trinkwasserspeicher und als einen letzten, weitgehend natürlichen Lebensraum möglichst frei von Chemikalien zu erhalten, haben die Suche nach anderen umweltschonenden Bekämpfungsmöglichkeiten gegen diese Schädlinge verstärkt.

1979 wurde von der damaligen Firma Celamerck (heute Shell-Agrar), Ingelheim, das erste Lockstoffpräparat gegen den Buchdrucker auf den Markt gebracht. 1984 folgte ein Lockstoff gegen den Gestreiften Nutzholzborkenkäfer (Trypodendron lineatum Oliv.) und 1987 erfolgte eine Abrundung der Palette für die wichtigsten Borkenkäferarten an der Fichte durch einen Kupferstecherlockstoff.

Inzwischen sind 12 Jahre vergangen, in denen kritische Stimmen stets die Anwendung von Lockstoff-Fallen bis zum heutigen Tag begleitet haben (BOMBOSCH, 1990). Anfänglich wurden im Einsatz von synthetischen Pheromonen in Fallen mehr Gefahren als Vorteile gesehen. Das Hauptargument richtete sich auf die unzureichende Abschöpfung angelockter Käfer durch die Fallen und der damit verbundenen hohen Gefährdung der im Duftbereich der Fallen stehenden gesunden Fichten (SCHWENKE, 1982). Durch zweifelhafte Berechnungen zur Reproduktionsrate der Schädlinge (WEBER, 1987; Erwiderung DIMITRI, 1987) und durch unzutreffende Kalkulationen des Fanganteiles zur tatsächlichen Populationsdichte wurde besonders die Effizienz eines solchen Verfahrens in Frage gestellt (BOMBOSCH, 1990; Erwiderung NIEMEYER et al., 1990).

Im Frühjahr 1984 mußte durch die weiße Fallenfarbe der Schlitzund Flachtrichterfallen ein unvorhersehbarer Tiefpunkt in der Fallenanwendung überwunden werden, da diese hohe Beifänge an Nutzinsekten zeigten. Besonders deutlich war diese Farbpräferenz bei blütensuchenden Hummeln, Bienen und Wespen.

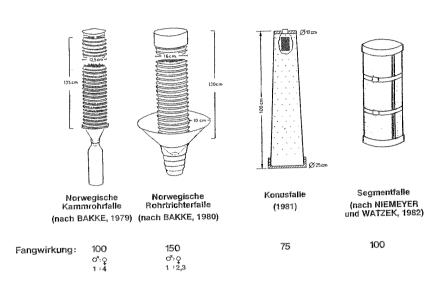
Noch im gleichen Jahr erging an die Forstbetriebe die Anweisung, alle weißen Fallen mit schwarzer Farbe umzuspritzen. In mehreren Versuchsserien konnte zuvor nachgewiesen werden, daß Fallen in diesem Farbton bessere Fangleistungen erbrachten und nur noch wenige andere Fluginsekten fingen (DUBBEL et al., 1985). Gleichzeitig ließ sich durch die Farbänderung eine bessere Einbindung der Fallen ins Landschaftsbild erreichen.

Auch die vielfach zu Beginn der Fallenanwendung verfolgte Strategie des <u>prophylaktischen</u> Falleneinsatzes an allen potentiell
gefährdeten Bestandesrändern zur Senkung der Käferdichte auf ein
vertretbares Niveau (möglichst unter die Schadensschwelle) wird
inzwischen aus Kosten-Nutzen-Gründen nicht mehr empfohlen (ARBEITSGRUPPE WALDSCHUTZ, 1990). Vor diesem Hintergrund muß auch
von einem weiteren Falleneinsatz gegen den Gestreiften Nutzholzborkenkäfer abgeraten werden. Ein ausreichender Polterschutz mit
Fallen war ohnehin bei dieser Käferart nicht möglich.

Durch die laufende Optimierung der Fangsysteme konnte die Wirksamkeit der Pheromonfallen ständig verbessert werden. Zwischen der Norwegischen Kammrohrfalle (1979) und dem Fallenstern aus Schlitzfallen (1986) war eine Steigerung der Fangergebnisse um das Vierfache erreichbar (Abb. 2) (DIMITRI et al. 1986; VAUPEL et al. 1986). Für den Massenfang von Borkenkäfern sind Flugfallen vergleichsweise wesentlich besser geeignet, da sie zu Landefallen einen höheren Anteil des Pheromon produzierenden Geschlechtes fangen (DUBBEL et al., 1985).

Bei den kommerziellen Lockstoffen (Tab. 1) war dagegen durch Mischungsveränderung bisher eine nicht so hohe Wirkungssteigerung möglich. Beim PHEROPRAX ließ sich durch die Beigabe von Ipsdienol die Lockstoffwirkung an Fallen um 20 - 30 % verbessern (VAUPEL et al., 1981).

LANDEFALLEN



FLUGFALLEN ("Flugbarrleren")

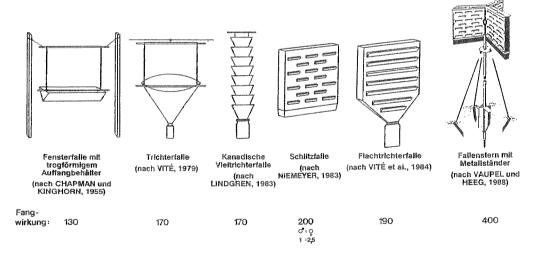


Abb. 2: Flug- und Landefallen zur Borkenkäferbekämpfung

Tab. 1: Die zur Zeit auf dem Markt angebotenen Lockstoffe gegen Buchdrucker, Gestreiften Nutzholzborkenkäfer und Kupferstecher

Kommerzielle Lockstoffpräparate der Fa.Shell-Agrar,Ingelheim

PHEROPRAX (Ips typographus)	1979 Zusammensetzung: (S)-cis-Verbenol und 2-Methyl-3-buten-2-ol	ab 1980 Zusammensetzung: (S)-cis-Verbenol, 2-Methyl-3-buten-2-ol und ipsdienol
LINOPRAX (Trypodendron Ilneatum)	1984 Zusammensetzung: Lineatin, Äthanoi, alpha-Pinen	ab 1985 Zusammensetzung: Lineatin, Äthanol, alpha-Pinen und 2-Methyl-3-buten-2-ol
CHALCOPRAX (Pityogenes chaicographus)	1987 Zusammensetzung: Chalcogran, E,Z-2,4- Decadiensäuremethyl- ester und 2-Methyl-3-buten-2-ol als Lösungsmittel	ab 1989 Zusammensetzung: Chalcogran, E,Z-2,4- Decadlensäuremethyl- ester und 2-Methyl-3-butin-2-ol als Lösungsmittel

Die Zugabe von 2-Methyl-3-buten-2-ol zum LINOPRAX brachte eine Erhöhung um 50 % in Flugfallen und um 60 % in Landefallen (DUB-BEL, 1985). Durch Verwendung des Lösungsmittels 2-Methyl-3-butin-2-ol konnte BAADER (1989) beim Kupferstecherlockstoff eine längere Wirkungsdauer und deutlich höhere Fangzahlen (um 280 % Mehrfang) gegenüber dem bisherigen Lösungsmittel 2-Methyl-3-buten-2ol erzielen. Diese Ergebnisse ließen sich jedoch durch Vergleichsversuche der Firma Shell Forschung und uns im Jahre 1989 nicht bestätigen. Bei diesen Versuchen führten beide Lösungsmittel zu ähnlichen Werten (SHELL FORSCHUNG, VAUPEL, unveröffentlicht). Die Anwendung von Primärlockstoffen (Bauminhaltsstoffen) in Fallen ist bei Buchdrucker und Kupferstecher leider bis heute weitgehend unausgeschöpft geblieben. Zahlreiche Versuche geben jedoch deutliche Hinweise, daß sich die Fangleistung von Pheromonfallen durch von Reisig ausgehende Duftstoffe (Fallen über frischen Fichtenreisighaufen) um bis zu 200 % steigern läßt (RICHERT und KOHNLE, 1984).

Falleneinsatz bei Buchdrucker und Kupferstecher

Der Falleneinsatz bei Buchdrucker und Kupferstecher hat heute zum Ziel, den Stehendbefall ausreichend zu vermindern. Fallen werden deshalb grundsätzlich nur noch dort aufgestellt, wo im letzten oder laufenden Jahr frischer Stehendbefall festgestellt wurde (Tab. 2).

<u>Tab. 2:</u> Aufstellungsorte für Lockstoff-Fallen gegen Buchdrucker und Kupferstecher

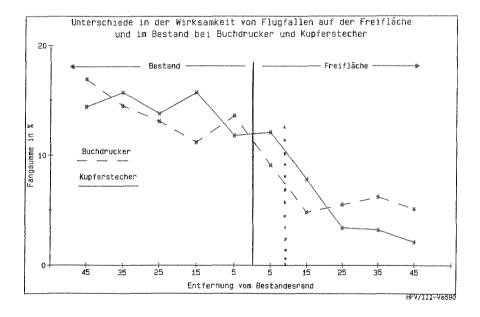
Leitschema zur Fallenaufstellung

gegen den Buchdrucker und Kupferstecher Aufgerissener Fichtenbestand Geschlossener Fichtenbestand Aufstellungsorte: Aufstellungsorte: Bestände mit diesjährigem oder vorjährigem Stehendbefail Bestände mit Elnsatz von Fallensternen diesjährigem Einzelbäume Keine Fallenoder vorjähzur flächigen aufstellung; rigem Stehend-Abschöpfung befallen -Loch < 20m Ø intensive befall Kontrollen auf Neubefall Starker Befall Einsatz von im liegenden Fallensternen Gruppen-Einsatz von Brutmaterial zur massiven Fallensternen weiser Abschönfung Befail zur massiven am Bestandes--Loch > $20m\emptyset$ kleinörtlichen rand und am Abschöpfung Brutort Keine Fallen-Flächen mit frischem aufstellung: Schlagabraum dafür regelmässige Kontrollen der Bestandesränder auf Stehendbefall

Im Hinblick auf die Waldschutzsituation nach den katastrophalen Sturmschäden muß dieses Aufstellungskonzept jedoch überdacht und um einige Orte erweitert werden. So sind insbesondere alle potentiell gefährdeten Bestandesränder – angrenzend an vom Borkenkäfer stark befallene Windwurfflächen – mit Fallensternen in ausreichender Dichte abzustellen. Hier wird es sich im wesentlichen um die Flächen handeln, auf denen das befallene Waldrestholz noch bis zum Flugbeginn des Käfers im nächsten Frühjahr liegt und noch nicht verbrannt wurde oder Flächen, auf denen ein großer

Teil der Jungkäfer (Buchdrucker) aus dem liegenden Holz zur Überwinterung in die naheliegende Bodenstreu abgewandert ist. Es handelt sich hierbei grundsätzlich um bereits aufgearbeitete Windwurfflächen.

In Hessen kommen hauptsächlich aufgrund der deutlich besseren Fangleistung nur noch Fallensterne zur Anwendung. Auch Fallensterne sind stets in genügender Zahl aufzustellen, d.h. keine größeren Abstände als 30 m zwischen den Sternen. Hier gilt der Grundsatz: Je höher die Gefährdung, desto geringer der Fallenabstand. Der Sicherheitsabstand zwischen Falle und nächster lebender Fichte sollte 10 m nicht unterschreiten und bei geschwächten Beständen ausnahmsweise 15 m betragen. Keinesfalls dürfen die Fallen über 15 m Entfernung vom Bestandesrand aufgestellt werden, da sonst die Menge gefangener Buchdrucker und Kupferstecher drastisch absinkt (Abb. 3).



<u>Abb. 3:</u> Wirksamkeit von Flugfallen auf der Freifläche und im Bestand bei Buchdrucker und Kupferstecher (gepunktete Linie: Sicherheitsabstand zum Bestandesrand)

Weitgehend ungelöst ist der Falleneinsatz innerhalb der Bestände, da wegen der Einhaltung des notwendigen Sicherheitsabstandes nur Bestandeslücken von mindestens 20 m Durchmesser in Frage kommen. Auch die Konzeption durch Erhöhung des Nahlockstoff-Anteiles (MBE = 2-Methyl-3-buten-2-ol = C_5H_{10} 0 bzw. MBI = 2-Methyl-3-butin-2-ol = C_5H_8 0) den Käfer stärker an die Falle zu binden, brachte nicht den gewünschten Erfolg. Gerade durch die zusätzliche Menge dieser Stoffe (je Dispenser '5 ml MBE bzw. MBI) wurde ein starker Befall an den Nachbarbäumen hervorgerufen (Abb. 4).

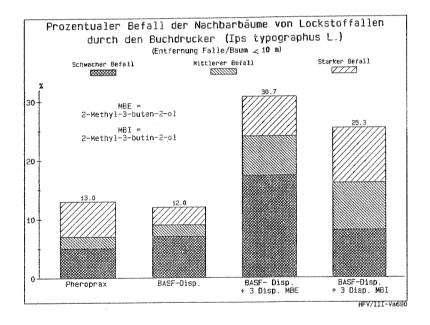


Abb. 4: Die Erhöhung des Nahlockstoffanteiles in Fallensternen führte zu einem deutlich stärkeren Befall der Nachbarbäume (Entfernung der Bäume zur Falle < 10 Meter)

Desweiteren ist bei der Anwendung von Pheromonfallen zur "Überwachung" (monitoring) Vorsicht geboten. Vereinzelte Fallenaufstellung bedingt nicht nur erhebliche Kontrollkosten wegen erhöhter Wegezeiten, sondern auch die Gefahr des falleninduzierten Stehendbefalles. Darüber hinaus sind quantitative Zusammenhänge zwischen Fallenfängen und Befallsintensität bei Einzelfallen nicht immer gegeben.

Besser geeignet für die Überwachung sind Fallenreihen aus denen einzelne Fallen als spezielle Monitorfallen mit kürzeren Kontrollintervallen ausgewählt werden (siehe auch NIEMEYER, 1989).

Fangleistung und Schadensverhütung durch Pheromonfallen

Welchen Einfluß Pheromonfallen auf den möglichen Anfall von Käferholz und der damit verbundenen potentiellen Schadensverhütung haben, soll nachstehende Modellrechnung verdeutlichen. Ziel ist vor allem, die gerade hierüber sehr kontrovers geführte Diskussion durch Fakten zu versachlichen.

In einer Falle mit 12.000 gefangenen Buchdruckern sind bei einem Geschlechterverhältnis von 1 δ : 2,5 ϱ 8.600 Weibchen enthalten, die durch den Fang am weiteren Brutgeschäft ausgeschlossen werden. Würden diese Weibchen jedoch zum Brutgeschäft gelangen, so könnten sie, wenn 80 % daran zur Geschwisterbrut kommen, ca. 15.500 Muttergänge anlegen. Bei optimaler Rindenausnutzung beträgt die Besiedlungsdichte etwa 5.000 Weibchen je Baum (20 bis 24 cm Ø) oder etwa 8.000 Weibchen je m³-Holzvolumen. Bei der letzteren Weibchenzahl wurde eine Mantelfläche von 20 m² pro m³-Holzvolumen und eine durchschnittliche Befallsdichte von 400 Muttergängen pro m² Rinde zugrundegelegt (vergl. NIEMEYER, 1987; KLIMETZEK und VITÉ, 1989). Die potentielle Schadensverhütung liegt in diesem Beispiel somit bei 3 Bäumen (Stärkeklasse 2 a) pro Fallenstern. Neben der Befallsreduktion (in %) käme die Falleneffizienz prägnant durch eine weitere Maßzahl, dem Käferbaum-Fallen-Index, quantitativ zum Ausdruck. Dieser Index beschreibt die Beziehung zwischen der Fallenzahl und der durch Fallen möglicherweise bzw. tatsächlich vor Befall geschützten Bäume. Der Index beträgt im obigen Beispiel 3,0.

In einem vom Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten geförderten Modellvorhaben überprüfen wir seit 1986 in einigen hessischen Forstämtern, welchen Einfluß Pheromonfallen auf die Stehendbefallssenkung haben. Im hessischen Forstamt

Hilders wurde ab 1988 an einem ca. 500 m nach Süden ausgerichteten Fichten-Altholzrand mit starkem Buchdrucker-Vorbefall die Wirksamkeit von Lockstoff-Fallen untersucht. Dazu stellten wir die Hälfte des Randes mit Fallensternen in einem Abstand von 25 - 30 m voneinander ab; die andere Hälfte des Bestandesrandes blieb zur Kontrolle ohne Fallen.

Durch die Aufstellung von 9 Fallensternen ließ sich 1988 eine Stehendbefallsreduktion von 69 % (UB = 16 befallene Bäume, Fallenfläche = 5 befallene Bäume) und 1989 durch 8 Fallensterne eine Befallsreduktion von 73 % (UB = 22 befallene Bäume, Fallenfläche = 6 befallene Bäume) erzielen. Die Fangzahlen pro Fallenstern betrugen im Durchschnitt 1988 7.445 Buchdrucker und 11.145 im Jahre 1989 (GEBAUER, pers. Mitteilung). Nach Anzahl der aufgestellten Fallen und der tatsächlichen Stehendbefallssenkung konnte ein Käferbaum-Fallen-Index 1988 von 1,2 und 1989 von 2,0 ermittelt werden. Diese Zahlen stimmen mit der vorerwähnten Modellrechnung etwa überein, da die Bäume auf der Versuchsfläche im Durchschnitt die Stärke eines Festmeters erreichen.

Hinsichtlich der Wirksamkeit von Lockstoff-Fallen wäre es sicherlich nicht gerechtfertigt, über die Anforderungen der Schadensminderung von Pflanzenschutzmitteln hinauszugehen. Ein chemisches Pflanzenschutzmittel gegen rindenbrütende Borkenkäfer muß im amtlichen Zulassungsverfahren eine Wirkung von mindestens 80 % aufweisen, bei den biologischen Mitteln (z.B. Bacillus thuringiensis-Präparaten) werden sogar nur 70 % verlangt. Mit diesen Wirkungsgraden sind Lockstoff-Fallen hinsichtlich der Stehendbefallsminderung durchaus vergleichbar.

Der Leistung einer Falle – im Gegensatz zum Fangbaum – sind nach oben keine Grenzen gesetzt, die Fangzahlen hängen allein von der örtlichen Populationsdichte ab. Fallensterne in Borkenkäferherden können im Jahr bis zu 60.000 Buchdrucker und weit über 1 Million Kupferstecher fangen.

Perspektiven zur Pheromonanwendung

Seit vorigem Jahr testen wir einen bisher mit gutem Erfolg im Weinbau (Traubenwickler) eingesetzten Polyäthylen-Dispenser der Firma BASF für eine Anwendung im Borkenkäferbereich (Abb. 5).

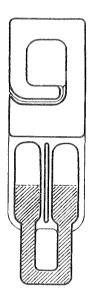


Abb. 5: BASF-Dispenser mit halber Lockstoff-Füllung

Beim Buchdrucker zeigte dieser Dispenser bei doppelter Lockstoffdosierung über die Gesamtflugzeit etwa gleich hohe Fangergebnisse wie zwei nacheinander im Abstand von 3 Monaten applizierte PHERO-PRAX-Beutel. Dieses hätte zum Vorteil, daß zukünftig die Fallen nicht mehr nachbeködert werden müssen.

Außerdem sind bei dem Dispenser folgende weitere vorteilhafte Eigenschaften zu nennen:

- Lockstoffmenge und -verbrauch sind deutlich sichtbar,
- Material des Dispensers ist stärker und dadurch wesentlich unempfindlicher gegen Beschädigungen,
- jede Undichtigkeit ist sofort feststellbar.

Seit mehreren Jahren wird ebenfalls für den Großen Lärchenborkenkäfer (<u>Ips cembrae Heer</u>) nach einem geeigneten Lockstoff gesucht.
Bei den diesjährigen Versuchen konnten wir erstmalig mit einem
Testpräparat der Firma Shell-Agrar weit über 6.000 Käfer pro
Fallenstern und Flugperiode fangen. Für die Umsetzung des Lockstoffes in den praktischen Betrieb sind jedoch noch weitere
Optimierungsschritte notwendig.

Neben der Entwicklung des Lockstoffverfahrens wurde gleichzeitig nach Ergänzungen bzw. Alternativen zum Falleneinsatz gesucht. Schwerpunkt bildete die Suche nach geeigneten Ablenkstoffen. Interessant wären solche Stoffe insbesondere gegen holzbrütende Borkenkäferarten, da zur Zeit ein ausreichender Holzschutz nur mit Insektiziden gewährleistet ist.

Wir konnten inzwischen einige Substanzen herausfinden, bei denen es sich lohnt, weitere Forschungsschritte folgen zu lassen (LÖSEKRUG, unveröffentlicht). Auch bei Rindenbrütern wurden inzwischen Duftstoffe mit ablenkender Wirkung gefunden (BAADER und VITÉ, 1990). Die Forschung auf diesem Gebiet steht noch weitgehend am Anfang, so daß mit praktikablen Ergebnissen in naher Zukunft vermutlich nicht zu rechnen ist.

Literatur

- ARBEITSGRUPPE WALDSCHUTZ (1990): Überwachung und Bekämpfung von Borkenkäfern der Nadelbaumarten. AID-Merkblatt Nr. 1015, 1 28
- BAADER, E.J. (1989): Pityogenes spp. (Col., Scolytidae): Untersuchungen über verhaltenssteuernde Duftstoffe und deren Anwendung im Waldschutz. J.Appl.Ent. 107, 1 - 31
- BAADER, E.J., VITÉ, J.P. (1990): Ablenkstoffe gegen Borkenkäfer. AFJZ 161, 145 148
- BOMBOSCH, S. (1990): Wie stark vermindern Pheromonfallen die Population des Buchdruckers? AFZ 45, 354 355
- DIMITRI, L. (1987): Bedingungen für den erfolgreichen Pheromoneinsatz. AFZ 42, 190 - 192

- DIMITRI, L., KÖNIG, E., NIEMEYER, H., VAUPEL, O. (1986): Der Dreifallenstern: Eine Möglichkeit zur Steigerung der Effektivität von Borkenkäferfallen. Forst- und Holzwirt 7, 171 - 173
- DUBBEL, V. (1985): Untersuchungen zum Einsatz von Lockstoff-Fallen gegen den Gestreiften Nutzholzborkenkäfer Trypodendron lineatum Oliv. Diss., (FZI) Forstwiss.Fak., Univ. Freiburg/Br., 91 pp.
- DUBBEL, V., KERCK, K., SOHRT, M., MANGOLD, S. (1985): Influence of trap color on the efficiency of bark beetle pheromone traps. Z.ang. Ent. 99, 59 64
- DUBBEL, V., VAUPEL, O., DIMITRI, L. (1985): Untersuchungen zur Wirksamkeit und ökologischen Verträglichkeit von Borkenkäferfallen. Holz-Zentralblatt 111, 357 359
- KLIMETZEK, D., VITÉ, J.P. (1989): Abschnitt 1.3 Tierische Schädlinge im Handbuch "Die Fichte", Band II/2 von SCHMIDT-VOGT, H., Hamburg/Berlin 1989, 40 - 132
- NIEMEYER, H. (1987): Erfahrungen mit der Bekämpfung rindenbrütender Borkenkäfer. Österreichische Forstzeitung 3, 29 31
- NIEMEYER, H. (1989): Erste Erfahrungen mit einem pheromonfallengestützten Borkenkäferüberwachungssystem in Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Forst- und Holz 44, 114 - 115
- NIEMEYER, H., DIMITRI, L., VAUPEL, O. (1990): Verminderung von Borkenkäferpopulationen. AFZ 45, 770 773
- RICHERT, K., KOHNLE, U. (1984): Zum wirtschaftlichen Einsatz von Lockstoff-Fallen zur Borkenkäferbekämpfung. AFZ 39, 866 867
- SCHWENKE, W. (1982): Zur Problematik der Borkenkäferbekämpfung. AFZ 37, 126
- VAUPEL, O., DIMITRI, L., VITÉ, J.P. (1981): Untersuchungen über den Einsatz von mit Lockstoff beköderten Rohrfallen zur Bekämpfung des Buchdruckers (Ips typographus L.), sowie Möglichkeiten der Optimierung von Lockstoffverfahren. AFJZ 152, 102 - 113
- VAUPEL, O., DIMITRI, L., KÖNIG, E., BERWIG, W. (1986): Zur Optimierung des Falleneinsatzes bei Buchdrucker und Gestreiftem Nutzholzborkenkäfer. AFZ 41, 572 574
- WEBER, T. (1987): Sind Borkenkäfer durch Pheromonfallen wirksam zu bekämpfen? AFZ 42, 87 89

Werner Funke und Malte Petershagen Abteilung Ökologie und Morphologie der Tiere, Universität Ulm

Zur Orientierung und zur Flugaktivität von *Ips typographus* L. und *Trypodendron lineatum* Ol. (Scolytidae)

A. Orientierung (s. Funke u. Petershagen 1985, Text fast unverändert)

1. Einleitung

Borkenkäfer orientieren sich bei der Besiedlung ihrer Brutpflanzen nach pflanzeneigenen und käferbürtigen Signalstoffen (Vité 1984,1989) und nach Form, Farbe (Grauwert) und Oberflächenstrukturen der Brutpflanze (s.u.a. Bombosch et al.1982, Kerck 1978, Gries 1983, Schäfer 1984).

2. Arbeitsmethoden

Zum Fang, vor allem zur Bestimmung der Populationsstärke, von Ips typographus und T. lineatum werden seit vielen Jahren synthetische Lockstoffgemische (Pheroprax und Linoprax) in sogen. Lande- und Flugfallen eingesetzt. 1984 wurden das Norwegische Kammrohr, die Theysohn-Schlitzfalle (weiß) und - in Anlehnung an die Kanadische Trichterfalle - eine 16- und eine 3-Trichterfalle (Höhe 150 cm, Rohr-φ 7,5 cm, Trichter-φ 10 cm) in ihrer Fangeffizienz miteinander verglichen (s.auch König et al. 1981, Vité 1984 b). Die Schlitzfallen wurden als Zweier- oder Vierergruppen (Abb.1 u.2) eingesetzt (Oberkante ca. 1,80 m über dem Boden). Sie wurden teil-weise mit schwarzen Längsstreifen (Breite 25 cm) ausgestattet bzw. völlig schwarz gefärbt. Jede Falle erhielt je einen Pheroprax- und Linopraxbeutel, die im Laufe der Saison mehrfach gewechselt wurden. Die Fallen wurden in unmittelbarer Nähe der Universität Ulm in einem Eichenwald bzw. auf einer Lichtung ca. 50 bzw. 100 m vom nächsten Fichtenbestand entfernt (bei den Versuchen von Abb.1 im Abstand von ca. 1 m) aufgestellt.

3. Ergebnisse

a) Fangeffizienz verschiedener Fallentypen (Abb.1).

Die 16-Trichterfalle war wesentlich effizienter als die Schlitzfalle (Versuch 1) und das Kammrohr (Versuch 2). Selbst die 3-Trichterfalle war dem Kammrohr, bes. bei T. lineatum, noch überlegen (Versuch 3 u.4). Die hohe Effizienz der Trichterfalle ist auf die optimale Lockwirkung der Köderbeutel und den Trichtereffekt beim Anflug der Käfer zurückzuführen.

b) Visuelle Orientierung nach Schwarz/Weiβ-Mustern (Abb.2).

Beide Arten flogen bevorzugt die Streifenfallen ('schwarze Fallen' in Abb.2) an (Versuch 1-3). Ihre Attraktivität war für T. lineatum größer als für I. typographus und für I. typographus bei durchgehendem Streifenmuster (Versuch 2) größer als bei diagonaler Anordnung der Streifenfallen (Versuch 3). Bei Konkurrenz großflächig geschwärzter und weißer Fallen zeigten beide Arten in Versuch 4 keine Präferenz für Schwarz oder Weiß. In Versuch 5 bevorzugte I. typographus die weißen Fallen. In Versuch 2-5 wurden die

meisten Individuen in den oberen Fallen erbeutet.- Die Käfer orientieren sich beim Anflug nach Helligkeitskontrasten. Diese Kontraste waren in Versuch 1,2,3 und 5 größer als in Versuch 4. Wahrscheinlich steuerten die Käfer im Grenzbereich von Schwarz und Weiß besonders die weißen Flächen an (Versuch 5). Bei Versuch 1-3 orientierten sie sich nach Helligkeitskontrasten und nach dem Köder unter den schwarzen Streifen. Die meisten Individuen wurden hier in der (unterteilten) Auffangrinne unter den schwarzen Streifen erbeutet. Ebenso wie bei Bombosch (mdl.) schlugen 1985 alle Versuche mit recht unterschiedlichen Schwarz/Weiß-Mustern fehl. Dabei waren schwarze Schlitzfallen mit weiβen Klebstreifen versehen worden. Die Ursache für diesen Mißerfolg ist evtl.in der geringen UV-Remission der weiβen Klebstreifen zu sehen (Niemeyer mündl.). Die Untersuchungen über die visuelle Orientierung von Borkenkäfern werden fortgesetzt. Durch Kombination verschiedener Reizqualitäten soll eine höhere Effizienz der o.g. Fallen bzw. des sogen. "Fallensterns" (s.AID 1990, 1015) erreicht werden. Nach den Erfahrungen der letzten Jahre (Vite 1989) ist allerdings - auch bei Verbesserungen des Fallenfangs - kaum damit zu rechnen, daß die Befallsstärke von Fichtenforsten durch I. typographus und T. lineatum entscheidend gemindert werden kann.

B. Flugaktivität

1. Einleitung

Ruhe und Aktivität werden in hohem Maße durch den Tagesgang von Licht und/oder Temperatur, bei Landtieren oft auch durch den Tagesgang der rel. Luftfeuchte, gesteuert (Schwerdtfeger 1977). Derartige Abhängigkeiten gelten natürlich auch für die Flugaktivität von Borkenkäfern. Die genaue Kenntnis der Flugbedingungen bzw. der Flugzeiten ist hier sogar von praktischer Bedeutung. So könnten z.B. bei gestapeltem Holz die Beregnungszeiten (zum Schutz vor Borkenkäferbefall) u.U.. erheblich eingeschränkt werden, was sowohl ökologisch und als auch ökonomisch vorteilhaft sein dürfte.

2. Untersuchungsgebiet und Arbeitsmethoden

Die Untersuchungen wurden auf der o.g. Lichtung in unmittelbarer Nähe der Universität Ulm durchgeführt. Die auf S.1 genannte 16-Trichterfalle wurde mit einer Zeitsortierfalle kombiniert (Funke u. Petershagen in Vorber.), die sonst für Aktivitätsuntersuchungen an Arthropoden der Bodenoberfläche, der Stammregion und im Boden-Photoeklektor eingesetzt worden war (Funke 1990, Jans 1987, Löser 1980, Reich et al. 1986). Die mit der Trichterfalle (über Pheroprax u. Linoprax) geköderten Tiere fallen nach unten in eine von 12 Fangdosen. In bestimmten (teils variablen) Zeitintervallen wird schaltuhrgesteuert - eine Fangdose nach der anderen unter die Trichterfalle geführt. Auf diese Weise werden die Fänge "zeitsortiert". Nachdem in Vorversuchen deutlich geworden war, daß I.typographus und T. lineatum ausschlieβlich tagaktiv sind, wurde der Wechsel der Fangdosen in Zwei- bzw. Einstundenintervallen zwischen 8 und 22 Uhr durchgeführt. Die Temperatur wurde mit einem Thermohygrographen (neben der Falle) registriert. In Abb.3 ist ein Untersuchungszeitraum von drei Wochen berücksichtigt. Temperaturminima und -maxima stehen im Untersuchungszeitraum für Tage mit den niedrigsten bzw. höchsten Stundenwerten. Die Mittelwertskurve berücksichtigt alle 22 Versuchstage.

3. Ergebnisse

Beide Arten sind tagaktiv.

Bei I. typographus ist die Flugaktivität in hohem Maße temperaturabhängig. Das Maximum der Flugaktivität wird in der Mittagszeit bzw. bei den höchsten Tagestemperaturen erreicht. T. lineatum wird erst später aktiv. Das Maximum der Flugaktivität ist hier in den frühen Abendstunden zu beobachten. Nach Einbruch der Dämmerung wird der Flug beendet.

Beginn, Dauer, Ende und Maxima der Flugaktivität variieren im Jahreslauf (vorwiegend in Abhängigkeit von der Temperatur; Funke u. Petershagen in Vorber.). Vor 10 Uhr morgens und nach 22 Uhr abends wurden aber zu allen Zeiten nur sehr vereinzelt Flugaktivitäten beobachtet. In diesem Zeitraum dürften Beregnungen von gelagertem Holz einen ausreichenden Schutz vor Borkenkäferbefall darstellen. Da die Flugtemperatur bei beiden Arten stets oberhalb 12° C liegt, könnte die Beregnungszeit an kühlen Tagen weiter reduziert werden.

Die unterschiedlichen Flugzeiten von I. typographus und T. lineatum dürften aus den verschiedenen Schlüpfzeiten an Stammoberflächen resultieren.

Zusammenfassung für Abschnitt A und B

- I. typographus und T. lineatum orientieren sich a) olfaktorisch und b) visuell nach Raumstrukturen. Von hoher Fangeffizienz sind lockstoffbeköderte Trichterfallen und Schlitzfallen (weiß) mit Schwarz/Weiß-Kontrast.
- I. typographus ist (im Juli) zwischen 10 und 20 Uhr, T. lineatum zwischen 13 und 22 Uhr flugaktiv. Die Maxima der Flugaktivität lagen bei I. typographus zwischen 13 und 16, bei T. lineatum zwischen 17 und 20 Uhr.

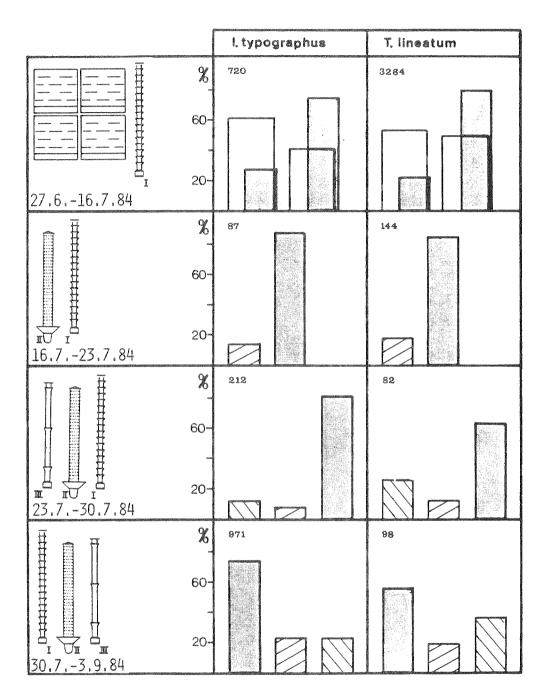


Abb. 1: Fangeffizienz von Schlitzfallen, 16-Trichterfalle (I), Kammrohr (II), 3-Trichterfalle (III); Säulendiagramm in der Abfolge der Fanggeräte von links nach rechts. Breite Säulen bei Versuch 1 ≜ proz. Anteile der vier Schlitzfallen (gemeinsam) und der 16-Trichterfalle am Gesamtfang.

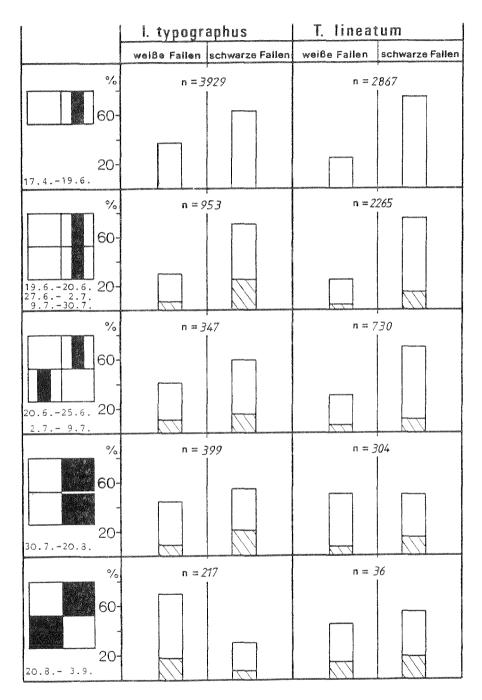


Abb. 2: Visuelle Orientierung. Schlitzfallen in Zweieroder Vierergruppen ohne und mit schwarz gefärbten Flächen; weiße und schraffierte Säulenteile kennzeichnen die Anteile der oberen bzw. der unteren Fallen am Gesamtfang (Versuch 2-5).



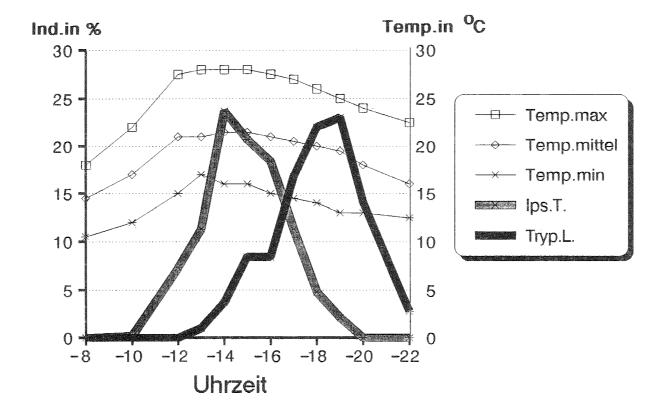


Abb. 3: Flugaktivität von Ips typographus (444 Individuen) und Trypodendron lineatum (182 Individuen) in Abhängigkeit von Tageszeit u. Temperatur zwischen 8. und 29.7.1985. Fänge über lockstoffbeköderte 16-Trichter-Zeitsortierfalle.

Literaturverzeichnis

- Bombosch S. Johann M.& Ramisch H.(1982): Versuche zur Verbesserung der Fangergebnisse von Borkenkäferfallen. Holz-Zentralblatt 129, 1852/53.
- Funke W.(1990): Struktur und Funktion von Tiergesellschaften in Waldökosystemen Bodentiere als Indikatoren von Umwelteinflüssen. Ver.Zool.-Bot.Ges. Österreich 127, 1-49.
- Funke W., Petershagen M.(1985): Zur Orientierung von Ips typographus und Trypoodendron lineatum Ol.(Scolytidae). Jber.naturw.Ver.Wuppertal 38, 47-49.
- Gries G. und Inst.f.wiss.Film(1983): Brutbiologie von Kupferstecher und Buchdrucker. Film C 1450 des IWF, Göttingen. Publikation von G.Gries, Publ.Wiss.Film, Sekt.Biol., Ser.16/C 1450, 15 S.
- Jans W.(1987): Struktur und Dynamik der Carabidenzönosen von Laubwäldern unter besonderer Berücksichtigung der lokomotorischen Aktivität. Dissertation Ulm.
- Kerck K.(1978): Einflu β baum- und käferbürtiger Reize auf das Suchverhalten von Xyloterus domesticus L. Naturwissenschaften 65, 542-543.
- König E., Vite J.P. & Bogenschütz H.(1981): Überwachung und Bekämpfung von Ips typographus L. und Trypodendron lineatum Ol.(Coleoptera, Scolytidae) mit synthetischen Lockstoffen in Kunstfallen. Mitt.Dtsch.Ges. allg.angew.Ent.2, 326-332.
- Löser S.(1980): Zur tageszeitlichen Aktivitätsverteilung von Arthropoda der Bodenstreu (Coleoptera, Diplopoda, Isopoda, Opiliones, Araneae) eines Buchen-Eichen-Waldes (Fago-Quercetum). Ent.Gen. 6, 169-180.
- Reich M., Funke W., Heinle R., Kuptz St.(1986): Die zeitliche Struktur der Insektenzönose im Ökosystem 'Obstgarten'. Verh.Ges.Ökol.14, 142-150.
- Schäfer H.R.(1984): Ethophysiologische Untersuchungen über die visuelle Orientierung des Borkenkäfers Pityogenes chalcographus L. (Coleoptera: Scolytidae) unter besonderer Berücksichtigung der Spektralempfindlichkeit und buntreizspezifischer Spontantendenz. Dissertation Göttingen.
- Schwerdtfeger F.(1977): Ökologie der Tiere, Autökologie. Parey Hamburg, Berlin 460 pp.
- Vité J.P.(1984a): Biotechnischer Waldschutz gegen Borkenkäfer. Spektrum der Wissenschaft, August 1984, 73-75.
- Vité J.P.(1984b): Borkenkäferfallen-Fangleistung und Aufwand. Holz-Zentralblatt 51, 748-749.
- Vité J.P.(1989): Lock- und Ablenkstoffe im Waldschutz gegen Borkenkäfer. Mitt.Dtsch.Ges.Allg, Angew.Ent. 7, 123-131.

K. Kretschmer

II. Zoologisches Institut der Universität, Abteilung Ökologie, Göttingen

Die Problematik der Beifänge beim Einsatz von Aggregationspheromonen

Der Fang von Arthropoden außer Borkenkäfern ist ein Nachteil bei der biologischen Bekämpfung von Borkenkäferkalamitäten durch mit Aggregationspheromonen bestückte Fallen. Dieser Effekt entstand beim Ersatz der anfangs zum Fang der Borkenkäfer verwendeten Landefallen durch Flugbarrierefallen. Nach der Einführung weißer Flugbarrierefallen im Jahre 1983 erreichte die Kritik an dieser Bekämpfungsmethode einen Höhepunkt. Die weißen Fangautomaten hatten eine hohe Anziehungskraft auf blütenbesuchende Insekten und fingen Bienen, Hummel wie auch andere Insekten in großer Zahl (HELLRIGL & SCHWENKE 1985). Seit 1985 werden keine weißen Fallen mehr produziert. Sie sind mittlerweile fast gänzlich durch schwarze Fallen ersetzt. Zur Beurteilung, ob und wenn ja, wie stark sich der Mitfang von anderen Arthropoden in schwarzen Flugbarrierefallen negativ auf die Fauna im Wald auswirkt, sind im Genossenschaftsforst des Dorfes Lödingsen (Sollingvorland) Versuche durchgeführt wurden, die die Beantwortung folgender Fragen zum Ziel hatten.

- 1. Wie setzen sich die Beifänge der Pheromonfallen zusammen?
- 2. Zu welchen bionomischen Gruppen gehören die Beifänge?
- 3. Aufgrund welcher Faktoren sind die einzelnen Beifangarten in den Fallen zu finden?
- 4. Welche Bedeutung hat der Fang der Tiere auf die Populationen der einzelnen Arten?
- 5. Was für Auswirkungen haben die Begleitfänge auf die Effizienz der Pheromonfallen?

Die Versuche wurden in Zusammenarbeit mit der Nds. forstl. Versuchsanstalt durchgeführt. Es wurden ausschließlich mit dem Buchdruckerlockstoff Pheroprax beköderte schwarze Theysohn-Schlitz-Fallen (NIEMEYER et al. 1983) verwendet.

1. Wie setzen sich die Beifänge der Pheromonfallen zusammen?

Zwischen 1,3 und 3,2%* des Gesamtfanges einer Theysohn-Schlitz-Falle sind Begleitfänge. Zum überwiegenden Teil sind es Käfer (Coleoptera). Andere Wirbellose sind nur in geringer Anzahl in den Fallen zu finden (Tabelle 1). Auf sie soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

Tab. 1: Buchdruckerfänge (Ips typographus) und Beifänge aus mit Pheroprax^R beköderten Theysohn-Schlitz-Fallen im Lödingser Wald 1988 (15 Fallen von April bis September) und 1989 (6 Fallen von April bis Juni).

Taxon	1988		1989	
	Ind./Falle	%	Ind./Falle	÷ %
Ips typographus	3450	94,1	2742	93,1
sonst. Scolytidae	98	2,7	166	5,6
Coleoptera (Käfer)	103	2,9	33	1,1
Diptera (Zweiflügler)	6		2	
Rhynchota (Schnabelkerfe)	4		1	
Hymenoptera (Hautflügler)	3		<1	
Araneida (Spinnen)	1		<1	
Saltatoria (Heuschrecken)	<1	ΣΟ	,3 -	ΣΟ,
Lepidoptera (Schmetterling	e) <1		<1	
Psocoptera (Staubläuse)	<1			
Neuropteroidea (Netzflügle	r) <1		-	
Opilionida (Weberknechte)	<1			
Beifänge insgesamt	117	3,2	37	1,3

^{*} Bei Untersuchungen von MOSBACHER (1987) im Saarland lag der Anteil der Käferbeifänge in Theysohn-Schlitz-Fallen bei 6%. Bezüglich der anderen Begleitfänge werden keine Angaben gemacht. Der untersuchte Standort wird aber als überdurchschnittlich vielfältig bezeichnet.

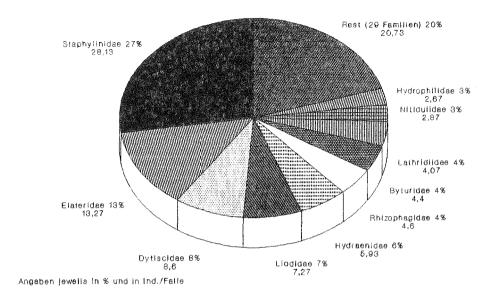
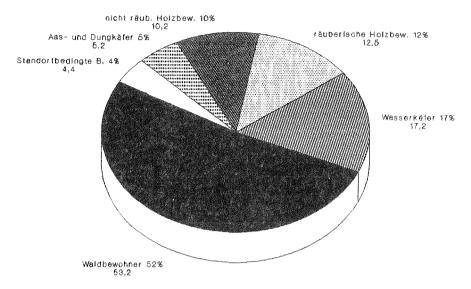


Abb. 1: Zusammensetzung der Käferbeifänge von Theysohn-Schlitz-Fallen im Lödingser Wald 1988.

Die Käferbeifänge zeichnen sich durch eine im Verhältnis zur Individuenzahl hohe Vielfalt aus. 1988 wurden mit 24 Fallen mehr als 160 Arten aus 39 Familien gefangen. Die Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Abundanzen der mit den meisten Individuen vertretenden Familien. Standorts- und witterungsbedingt schwanken die Häufigkeiten der Arten einiger Familien von Jahr zu Jahr. Doch auch nach Untersuchungen von MOSBACHER (1987) sind Arten der Staphylinidae (Kurzflügler) und der Elateridae (Schnellkäfer) am häufigsten vertreten.

2. Zu welchen bionomischen Gruppen gehören die Begleitfänge?

Etwa die Hälfte aller Käfer-Begleitfänge sind "normale" Waldbewohner. Neben ihnen fangen sich besonders Wasserkäfer, räuberische und nicht-räuberische Holzbewohner, Aas- und Dungkäfer sowie je nach Standort weitere Arten in den Fallen (Abb. 2). Zur näheren Erläuterung werden die einzelnen Gruppen kurz beschrieben.



Angeben Jewells in % und in ind./Falle

Abb. 2: Bionomische Zusammensetzung der Käferbeifänge von Teysohn-Schlitz-Fallen im Lödingser Wald 1988.

- Waldbewohner: Hier sind alle Arten zusammengefaβt, die zumindest als Imago - in der Streu-, Kraut- oder Strauchschicht der Wälder leben und bei denen keine Zuordnung zu einer spezifischen Gruppe möglich ist (z. B. die meisten gefangenen Arten der Staphylinidae).
- 2. Wasserkäfer: Arten, die in oder an Gewässern leben (Dytiscidae, Hydrophilidae und Hydraenidae). Die in den Fallen gefangenen Tiere sind meist typische Bewohner von Waldtümpeln und -bächen oder Wagenspuren und werden fast ausschlieβlich in der Nähe solcher Kleingewässer gefangen.
- 3. Rāuberische Holzbewohner: Arten, die räuberisch im Holz sowie unter oder an Baumrinde leben. Viele dieser Arten sind potentielle Antagonisten der Borkenkäfer (Ostomidae, Cleridae, Colydiidae, Rhizophagidae und Pythidae).

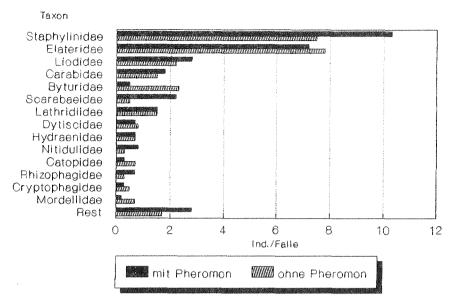
- 4. Nicht räuberische Holzbewohner: Zu dieser Gruppe gehören solche Arten, die an und im Holz meist abgestorbener Bäume leben und sich dort von sich zersetzendem Holz, Ambrosiapilzen oder ähnlichem ernähren (z. B. Anobiidae, Mycetophagidae, Liodidae, Cerambycidae und Cisidae).
- Aas- und Dungkäfer: Aas, Dung oder auch Faulstoffe bewohnende Käferarten, die sich nekro- und saprophag ernähren (z. B. Silphidae, Catopidae, und Scarabaeidae).
- 6. Standortbedingte Beifänge: Arten, die in unmittelbarer Nähe bestimmter Fallen leben und nur an diesen Standorten mitgefangen werden. Ein Beispiel hierfür ist der Himbeerkäfer (Byturus tomentosus), der immer in den Fallen zu finden ist, wenn diese in der Nähe von Himbeerpflanzen stehen.

Die einzelnen Gruppen sind nicht deutlich voneinander abzugrenzen, da viele Arten in unterschiedlichen Lebensräumen vorkommen. So gibt es z. B. Wasserkäfer, die im Dung von Wirbeltieren oder in Faulstoffen leben. Einige als Waldbewohner eingestufte Generalisten können sich auch in Totholz entwickeln.

3. Aufgrund welcher Faktoren sind die einzelnen Beifangarten in den Fallen zu finden?

Die Ursachen für den Mitfang von Begleitinsekten sind unterschiedlich. Einige natürliche Antagonisten der Borkenkäfer, z. B. die Ameisenbuntkäfer *Thanasimus spec.*, werden vom Aggregationslockstoff (in diesem Fall Kairomon) in die Falle gelockt. Die meisten der Begleitfänge findet man aber auch in Fallen ohne Lockstoff (Abbildung 3, Tabelle 2).

Bei Wasserkäfern wird vermutet, daß sie die glatte Oberfläche der Flugbarrierefallen für eine Wasserfläche halten und so in die Fallen geraten (BUBLER 1986). Ein hierzu durchgeführter Versuch, bei dem die Beifänge von paarweise angeordneten normalen, glatten Fallen und mit Arcyllack gespritzten, matt erscheinenden Fallen verglichen wurden, konnte dies aber nicht bestätigen (Tabelle 2). Allerdings waren die Wasserkäferbeifänge im Untersuchungsjahr witterungsbedingt gering.



Standzelt der Fallen von April bis Juni

Abb. 3: Käferbeifänge in Theysohn-Schlitz-Fallen mit und ohne Pheromon im Lödingser Wald 1989.

Tab. 2: Beifänge in Theysohn-Schlitz-Fallen mit und ohne Pheromon sowie in "normalen" glatten und oberflächenbehandelten matten Theysohn-Schlitz-Fallen im Lödingser Wald 1989 (Je 6 glatte und 6 matte Fallen mit und ohne Pheromon von April bis Juni; sonst. Wirbell. = sonstige Wirbellose).

Taxon Ind./Falle					CANTER CONTROL OF A THE SECOND POSITION OF A CONTROL OF A
	mit ohne Faller total Pheromon glänze				fläche matt
Borkenkäfer	1270	1264	6	734	537
Käfer-Beifänge	28	15	13	16	12
sonst. Wirbell.	3,9	1,9	2,0	2,2	1,7
Wasserkäfer	1,9	1,3	0,6	0,8	1,1

Arbeiten von SCHWIND (1989) haben gezeigt, daß nicht glatte Oberflächen, sondern vielmehr polarisiertes Licht reflektierende Oberflächen auf Wasserkäfer anziehend wirken. In dem Fall, daß Theysohn-Schlitz-Fallen kein polarisiertes Licht reflektieren, könnten die Wasserkäferbeifänge Zufallsfänge sein.

Der von den gefangenen und toten Borkenkäfern ausgehende Aasgeruch lockt Aas und Fäulnis liebende Arten an. Die im Holz lebenden Arten könnten die Fallen für Bäume halten und sie deshalb anfliegen. Es ist nicht auszuschließen, daß bestimmte Arten zufällig in die Fallen geraten. Dies könnte z. B. für die abends und nachts schwärmenden Arten der Staphylinidae zutreffen. Andere Arten sind schlechte Flieger und es ist möglich, daß sie vom Wind in die Fallen geblasen werden. POHL-APEL & RENNER (1986) haben festgestellt, daß das Artenspektrum von Borkenkäferfallen im Raum Bielefeld stark den Artenspektrum vom im gleichen Gebiet mit einem Autokescher durchgeführten Aufsammlungen ähnelt (mit Ausnahme der Borkenkäfer, Borkenkäferfeinde und Aaskäfer).

4. Welche Auswirkung hat der Fang der Tiere auf die Populationen der einzelnen Arten?

Die genauen Populationsgrößen der einzelnen Beifangarten sind meistens nicht bekannt. Im Vergleich mit bekannten Abundanzen einiger Käferarten in mitteleuropäischen Wäldern (Angaben z. B. bei ROTH et al. 1983) ist die Zahl der mit Pheromonfallen gefangenen Käfern jedoch unbedeutend. Bei unsachgemäßer Handhabung der Fallen und bei Verwendung von aus falschen Bestandteilen zusammengesetzten Lockstoffen können aber die Populationen der natürlichen Antagonisten der Borkenkäfer und der Aaskäfer beeinträchtigt werden. So hatte z. B. das anfänglich zur Anlockung des Kupferstechers getestete Chalcogran^R auf den Jagdkäfer Nemosoma elongatum (Ostomidae) eine so starke kairomonale Wirkung, daß dieser zu Hunderten in den Fallen finden war (MOSBACHER 1987). Durch die dann erfolgte Neukonzipierung des Chalcograns ging der Mitfang von Nemosoma elongatum jedoch sehr stark zurück.

Werden die Abstände zwischen den einzelnen Fallenkontrollen zu groß, nimmt die Zahl der gefangenen Aaskäfer (Silphidae) in den Fallen stark zu (Tabelle 3). Dies ist auf den Aasgeruch zurückzuführen, der von den bereits gefangenen toten Borkenkäfern ausgeht.

Tab. 3: Gefangene Buchdrucker (Ips typographus L.) und Aaskäfer (Silphidae). (Paarweise angeordnete Theysohn-Schlitz-Fallen im Lödingser Wald vom 27.07.1989 bis 03.09.1989. Je eine Falle eines Paares wurde regelmäβig, die andere nur einmal am Versuchsende geleert.)

Leerung 1	2	Fal: 3	lenpaar 4	5	6	Summe
3-50-		Ips	typogra	phus		nerview co-suscept co-suscept control and
regelmäβig 1826	965	1757	1960	1517	2150	10175
einmalig 915	512	1346	1609	1096	1938	7416
	en e	Silphida	ae (<i>Necr</i>	ophorus	spec.)	
regelmäβig 5	2	4	2	5	2	20
einmalig 15	15	39	18	28	32	147

5. Was für Auswirkungen haben die Begleitfänge auf die Effizienz der Pheromonfallen?

Unter Umständen können die bereits angesprochenen Borkenkäferantagonisten und Aaskäfer die Leistungsfähigkeit und die Wirtschaftlichkeit der Pheromonfallen beeinträchtigen.

Werden viele natürliche Antagonisten gefangen, so wird dadurch der Feinddruck auf die Borkenkäfer verringert. Die Zahl der mitgefangenen Antagonisten hängt von der Anziehungskraft ab, den der Aggregationslockstoff als Kairomon auf die Antagonisten hat. Zusätzlich ist die Spezifität, mit der die Antagonisten die angelockten Borkenkäfer fressen, von Bedeutung. Für den Buchdrucker Ips typographus gelten die Ameisenbuntkäfer als bedeutende Antagonisten. Die Thanasimus-Arten werden zwar

vom Buchdruckerlockstoff Pheroprax^R angelockt, doch die Theysohn-Schlitz-Fallen sind so konzipiert, daβ die gefangenen Ameisenbuntkäfer wieder aus der Falle herausgelangen können. Zudem stellen die Buchdrucker nur eine von vielen Nahrungsquellen für Ameisenbuntkäfer dar (KOHNLE & VITE 1984). Viele Rhizophagus-Arten fliegen schon im zeitigen Frühjahr. Ist die Fallenexposition auf die Hauptschwärmzeit der Scolytiden abgestimmt, werden sie nur geringfügig erfaβt (MOSBACHER 1987).

Bei Untersuchungen im Lödingser Wald (KRETSCHMER 1990) konnte gezeigt werden, daß Fallen, die nicht regelmäßig geleert werden, vergleichsweise weniger Buchdrucker fangen, als solche die 14tägigen Kontrollen unterliegen. Grund hierfür ist die Anhäufung von toten Buchdruckern in den Fallen. Der von den toten Käfern ausgehende Aasgeruch mindert die Effektivität der Pheromonfallen.

Schlußbetrachtung

Die Zahl der Begleitinsekten in den Teysohn-Schlitz-Fallen ist bei sachgemäßer Handhabung der Fallen gering. Nur bei die falscher Anwendung können Populationen bestimmter Beifangarten beeinträchtigt und die Effektivität Fangautomaten verringert werden. Unter solchen Umständen können in den heute verwendeten schwarzen Flugbarrierefallen natürliche Borkenkäferantagonisten, Aaskäfer und Umständen Wasserkäfer Problemgruppen darstellen. Der Mitfang Antagonisten und Aaskäfern ist bei richtiger Lockstoffwahl, Fallenkonstruktion und regelmäßiger Kontrolle unbedeutend. Die Zahl der mitgefangenen Wasserkäfer hängt vom Standort der Fallen ab und läßt sich eventuell durch eine Änderung der Fallenoberfläche noch verringern.

Trotz der geringen Beifänge sollte aber grundsätzlich die moralische Verpflichtung bestehen, die Zahl der Begleitinsekten möglichst gering zu halten. Da insbesondere bei der Einhaltung der erforderlichen kurzen Kontrollabstände Theorie und Praxis oft weit auseinanderliegen, wären Untersuchungen wünschenswert, die neben einer Erhöhung der Effektivität und

Selektivität der Pheromonfallen auch eine möglichst extensive Betreuung zum Ziel haben.

Literatur

- BUβLER H. (1986): Zur Problematik der Borkenkäferbekämpfung mit Flachtrichterfallen. Natur und Landschaft 61(9): 340-343.
- HELLRIGL, K.& W. SCHWENKE (1985): Begleitinsekten in Buchdrucker-Pheromonfallen in Südtirol. Anz Schädlingsk Pflan-zenschutz Umweltschutz 58: 47-50.
- KOHNLE, U. & J. P. VITE (1984): Bark beetle predators: Strategies: in the percepion of prey species by clerid and trogositid beetles. Z Angew Ecol 98: 504-508.
- KRETSCHMER, K. (1990): Zur Wirkung von Aasgeruch auf die Fangleistung von Buchdruckerfallen. Anz Schädlingsk Pflanzenschutz Umweltschutz 63: 46-48.
- MOSBACHER G. C. (1987): Insekten aus Borkenkäferfallen II. Coleoptera excl. Scolytidae. Faunistische Notizen aus dem Saarland 19(2): 505-542.
- NIEMEYER, H., G. WATZEK & T. SCHRÖDER (1983): Eine neue Lockstoff-Falle zur Bekämpfung von rinden- und holzbrütenden Borkenkäfern. Forst- und Holzwirt 40(2): 32-40.
- POHL-APEL, G. & K. RENNER (1987): Coleopterologische Analyse des Inhaltes von Borkenkäfer-Pheromonfallen im Raum Bielefeld. Decheniana 140: 79-86.
- ROTH, M., W. FUNKE, W. GÜNL & S. STRAUB (1983): Die Käfergesellschaften mitteleuropäischer Wälder. Verh Ges Ökol 10: 35-50.
- SCHWIND, R. (1989): A variety of insects are attracted to water by reflected polarized light. Naturwissenschaften 76: 377-378.

H. Bathon

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Heinrichstraße 243, D-6100 Darmstadt

Möglichkeiten der biologischen Bekämpfung von Borkenkäfern

In Waldökosystemen wird eine Schädlingsbekämpfung nur selten und dann meist nur auf verhältnismäßig kleinen Flächen nötig. Anders kann sich dies nach Sturmschäden, großflächigen Waldbränden usw. verhalten. Unter diesen Umständen fallen große Mengen an frischem Totholz an, das die besten Voraussetzungen für eine Massenvermehrung verschiedener holz- und rindenbewohnender Insektenarten (meist Sekundärschädlingen) bietet, z.B. verschiedenen Borkenkäfern. Die drei Arten Ips typographus (L.), Pityogenes chalcographus (L.) und Xyloterus (Trypodendron) lineatus OLIVIER sollen hier näher betrachtet werden im Hinblick auf Möglichkeiten ihrer biologischen Bekämpfung.

Zur biologischen Bekämpfung von Schadinsekten kommen in erster Linie Krankheitserreger, Parasitoide und Räuber in Frage (s.a. KRIEG & FRANZ 1989). Da bisher noch kein biologisches Verfahren gegenüber den drei genannten Borkenkäferarten zum praktischen Einsatz gelangt ist, soll im folgenden aufgezeigt werden

- welche natürlichen Gegenspieler der genannten Borkenkäfer es gibt (Überblick z.B. bei POSTNER 1974),
- 2. welche dieser Gegenspieler für eine biologische Borkenkäfer-Bekämpfung in Frage kommen und
- 3. welches die hierbei auftretenden Schwierigkeiten bzw. Hemmnisse sind.

Die nachfolgenden Tabellen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, jedoch sind in ihnen die wichtigsten Gegenspieler der oben genannten Borkenkäfer zusammengestellt. Bei diesen nachgewiesene Pathogene enthält Tab. 1. Auffallenderweise sind bisher keine Viren als Borkenkäferantagonisten bekannt geworden.

In der UdSSR erzielte GUSTELEVA (1982 a und b) mit dem Bakterien-Präparat "Insectin" (Bacillus thuringiensis var. insectus), das in Kombination mit dem Pilz-Präparat "Boverin" (Beauveria bassiana) auf den Stamm von Fangbäumen aufgesprüht wurde, eine Mortalität von bis zu 81% (Kontrolle: 8%) bei Ips subelongatus. Insectin alleine hatte dagegen nur eine Wirkung von 26%, die auf ein unspezifisches Exotoxin zurückgehen dürfte. Wegen dieser unspezifischen Wirkung wäre ein großflächiger Einsatz zur Borkenkäferbekämpfung problematisch. Ein entsprechendes Präparat steht in Mitteleuropa allerdings derzeit weder zur Verfügung noch ist eine Zulassung in naher Zukunft zu erwarten. Ob B. thuringiensis subspec. tenebrionis, der eine Anzahl Käferarten abtötet (LANGENBRUCH & RIETHMÜLLER 1990), auch auf Borkenkäfer wirkt, bedarf erst noch der Klärung.

Tabelle 1: Krankheitserreger von Borkenkäfern

Gegenspieler von Borkenkäfern

Wirte: Ips typographus (1), Pityogenes chalcographus (2), Xyloterus lineatus (3)

Pathogene:

Bakterien:

Aerobacter scolyti PESSON, Escherichia klebsiellaeformis PESSON, Serratia marcescens BIZI bei Larven und Puppen. Bacillus thuringiensis var. insectus

Pilze:

Beauveria bassiana (BALS.) VUILL., Paecilomyces farinosus (HOLM ex GRAY) BROWN & SMITH (=Spicaria farinosa VUILL.) bei verschiedenen Borkenkäfern. Paecilomyces variotii BAINIER beobachtet bei Dryocoetes autographus RATZ. und Leperisinus varius (FABR.)

Protozoen:

Amoebina: Malamoeba scolyti PURRINI.

Sporozoa; Haplosporidia: Haplosporidium typographi WEISER. Microsporidia: Pleistophora scolyti WEISER (bei Scolytus scolytus (FABR.), Nosema typographi WEISER (selten bei Ips typographus), N. curvidentis WEISER (häufiger bei Pitykteines curvidens GERM.). Neogregarina: Menzbieria chalcographi WEISER (bei Pityogenes chalcographus L.), Eugregarina: Gregarina typographi FUCHS.

Unter den **Pilzen** ist besonders *Beauveria bassiana* in Osteuropa (Präparat "Boverin") bereits gegen eine Anzahl Schadinsekten im Einsatz. Seine Mas-

senproduktion ist zwar möglich, doch wie Bekämpfungsversuche mit *B. brong-niartii* gegen Maikäfer zeigten, derzeit noch mit erheblichen Schwierigkeiten und Unsicherheiten verbunden. Auch wenn in Deutschland mit *B. bassiana* gegen Borkenkäfer z.T. recht erfolgreiche Bekämpfungsversuche unter Laborbedingungen durchgeführt wurden (z.B. WULF 1985), sind vor einem eventuellen praktischen Einsatz noch umfangreiche Untersuchungen nötig, so auch im Hinblick auf eventuelle Nebenwirkungen gegenüber der Nichtzielfauna.

Die meisten **Protozoen**, insbesondere verschiedene Arten der Sporozoa, führen häufig zur Verminderung von Fekundität und Fertilität der befallenen Individuen. Die Produktion dieser Protozoen ist bislang jedoch nur im Wirt möglich, wodurch in absehbarer Zeit nicht genügend Material zur Borkenkäferbekämpfung verfügbar wäre. Weiterhin erscheint es zweifelhaft, ob eine ausreichende Infektion und damit Reduktion der Nachkommenschaft der Borkenkäfer mittels Protozoen überhaupt zu erreichen ist.

Tabelle 2: Nematoden bei Borkenkäfern

Gegenspieler von Borkenkäfern

Wirte: Ips typographus (1), Pityogenes chalcographus (2), Xyloterus lineatus (3)

Nematoden (nach POINAR 1975):

Aphelechoides macromucrons SLANK. (1), Bursaphelenchus idius RÜHM (3), Cryptaphelenchus macrogaster (FUCHS) (1), Cr. malpighius (FUCHS) (3), Devibursaphelenchus typographi KAKULIA (1), Ektaphelenchus typographi (FUCHS) (1) (Aphelenchoididae), Contortylenchus chalcographi (FUCHS) (3), C. diplogaster (v.LINS.) (1), Neoparasitylenchus chalcographi (FUCHS) (3), N. cryphali (FUCHS) (1), Parasitylenchus curvidentis (FUCHS) (1), P. dispar (FUCHS) (1), Sulphuretylenchus sulphureus (FUCHS) (3) (Allantonematidae), Diplogasteroides halleri (FUCHS) (1), ikoletzkya buetschli (FUCHS) (1) (Diplogasteridae), Ditylenchus glischrus RÜHM (3) (Tylenchidae), Panagrolaimus chalcographi FUCHS (3), P. dendroctoni FUCHS (1) (Panagrolaimidae), Parasitorhabditis chalcographi (FUCHS) (3), P. obtusa (FUCHS) (1) (Rhabditidae)

In Tab. 2 sind in Anlehnung an POINAR (1975) bei den drei Borkenkäferarten nachgewiesene **Nematoden** zusammengestellt. Über deren Biologie und Einfluß auf Borkenkäfer ist bislang nur wenig bekannt. Doch dürfte es sich bei diesen Nematoden zum größeren Teil um Kommensalen oder phoretische Arten handeln. Einige Arten stellen jedoch eindeutig Borkenkäferparasiten dar. Ihre

Produktion ist im Gegensatz zu der von Steinernematiden und Heterorhabditiden recht aufwendig. Zuchten auf künstlichen Diäten wurden bisher noch nicht beschrieben. Ihre Ausbringung an Bäume erscheint im ausreichenden Umfang nur auf Holzlagerplätzen gewährleistet. Bekämpfungsversuche mittels Neoaplectana carpocapsae WEISER (Stamm: DD-136) führten im Freiland zu einer unzureichenden Reduktion der Population des großen Ulmensplintkäfers (Scolytus scolytus L.)(z.B. FINNEY & WALKER 1979). Selbst eine Reduktion zwischen 40 und 50% bei Einsatz dieses Nematodenstamms gegen Dendroctonus frontalis ZIMMERMANN (MOORE 1970) reicht für eine Bekämpfung im Bestand oder an Holzlagerplätzen nicht aus.

Räuber und Parasitoide beteiligen sich in größerer Zahl an der Minderung von Borkenkäferpopulationen. Auf Wirbeltiere, so z.B. Vögel, sei hier nicht näher eingegangen. Einen Überblick über Gegenspieler aus den Klassen der Spinnentiere und Insekten bietet Tab. 3. - Ein massiver Befall mit der Milbe Tarsonemoides gableri, die die Eier aussaugt, kann lokal zu einer erheblichen Senkung der Jungkäferdichte führen. Versuche zur Massenproduktion und Freilassung sind jedoch nicht bekannt geworden. Auch an Bäumen lebende Spinnen spielen eine gewisse Rolle, lassen sich aber nicht in ausreichender Anzahl zur Unterstützung der natürlichen Spinnenpopulationen bereitstellen.

Die Insekten sind nicht nur die artenmäßig umfangreichste Tierklasse, sie weisen auch die größte Anzahl an Borkenkäfer-Antagonisten auf. Unter den Räubern seien insbesondere mehrere Käferarten genannt. So stellen Larven und Imagines von Nemosoma elongatum und von mehreren Arten der Gattung Rhizophagus in den Brutgängen den Borkenkäferlarven nach. Versuche zur Massenzucht und Freilassung dieser recht spezifischen Räuber sollten durchgeführt werden, da hier eine recht erhebliche Potenz zur Minderung von Borkenkäferpopulationen vorliegt, wie z. B. Untersuchungen an Rhizophagus grandis (z.B. LEVIEUX et al. 1985) zeigen. Im Labormaßstab läßt sich der Ameisenbuntkäfer Thanasimus formicarius relativ leicht züchten (BOMBOSCH 1990 mdl.), dessen Larven im Laufe ihrer Entwicklung im Mittel 44 Larven des Buchdruckers fressen. Der Käfer selbst stellt dagegen verschiedenen Insektenarten auf der Rinde nach. Zu seiner Zucht sind sowohl Ersatzbeutetiere (z.B. Raupen der Großen Wachsmotte, Galleria mellonella) als auch Borkenkäfer in großer Zahl nötig.

Parasitoide finden sich ausschließlich unter den Hymenopteren. Unter diesen nehmen die Arten der Gattung *Tomicobia* als Parasitoide von Borkenkäfer-Imagines eine Sonderstellung ein, während alle übrigen Arten Larvalparasitoide darstellen. Allerdings scheinen Parasitoide von Borkenkäfern unter natürlichen Bedingungen wenig erfolgreich zu sein, da im allgemeinen nur Parasitierungsraten von wenigen Prozent festgestellt werden konnten. Da Parasitoide bislang noch nicht in Massenzuchten auf künstlichen Diäten sondern allenfalls unter Verwendung von Ersatzwirten produziert werden können, bereiten Massenfreilassungen zur Unterstützung der natürlichen Populationen erhebliche Schwierigkeiten. Zuchtmethoden für die in Tab. 3 aufgeführten Parasitoide wurden bisher noch nicht ausgearbeitet.

Tabelle 3: Räuber und Parasitoide bei Borkenkäfern

Gegenspieler von Borkenkäfern

Wirte: Ips typographus (1), Pityogenes chalcographus (2), Xyloterus lineatus (3)

Milben:

Tarsonemoides gableri SCHAARSCHMIDT - an Eiern (1)

Insekten:

1. Räuber:

Coleoptera: Leptusa spp., Placusa spp., Quedius spp. (Staphylinidae); Platysoma spp. (Histeridae); Nemosoma elongatum (L.)(Ostomidae); Rhizophagus ferrugineus PAYK., Rhizophagus spp. (Rhizophagidae); Thanasimus formicarius L. (Cleridae)

Neuroptera: Rhaphidia ophiopsis SCHUM. (Rhaphididae)

Diptera: Erinnia sp. (Erinnidae); Medetera signaticornis LOEW (Dolicho-podidae); Lonchaea sp. (Lonchaeidae)

2. Parasitoide

Hymenoptera:

Coeloides bostrychorum GIRAUD (1), C. melanotus WESM. (1), Dendrosoter hartigii RATZ. (2), D. middendorfi RATZ. (1), Eustalocerus clavicornis WESM. (1), Ichneutes reunitor NEES (1), Microbracon sp. (1) (Braconidae); Tomicobia (Ipocoelius) seitneri (RUSCHK.) (1), T. acuminati HEDQU. (1) (Chalcididae); Cheiropachys tutela WALKER (1), Perniphora robusta RUSCHKA (3) (Cleonymidae); Eurytoma auricoma MAYR (1), E. ischioxanthus RATZ. (1,2) (Eurytomidae); Pimpla alternans GRAV. (1) (Ichneumonidae); Amblymerus typographi RUSCHKA (1,2), Diglochis omnivora WALKER (1), Dinotus clypealis THOMS. (2), Ipocoelius seitneri RUSCHKA (1) Pteromalus abieticola RATZ. (2), Pt. bimaculatus NEES (1), Pt. suspensus RATZ. (1,2), Rhopalicus maculifer FÖRST. (1), Rhoptrocerus xylophagorum RATZ. (1,2) (Pteromalidae)

Schlußfolgerungen

Zur Bekämpfung akuter Borkenkäfer-Gradationen stehen in Mitteleuropa derzeit keine biologischen Verfahren bereit. Aussichtsreiche Ansätze gibt es jedoch hinsichtlich der Anwendung entomopathogener Pilze (Beauveria bassiana) und ggf. Bakterien (Bacillus thuringiensis ssp. tenebrionis oder ssp. insectus). Für eine kleinräumige Unterstützung des Räuberpotentials kämen einige Käferarten (Nemosoma elongatum, Thanasimus formicarius, Rhizophagus spec.) und ggf. die Diptere Medetera signaticollis in Frage. In allen Fällen sind jedoch noch bis zu einer Praxisreife erhebliche Forschungsanstrengungen nötig.

Summary

Natural enemies of bark beetles (Col., Scolytidae) are briefly reviewed. For control of actual bark beetle gradations no biological method is at present available. Some pathogens (Beauveria bassiana and Bacillus thuringiensis ssp. tenebrionis and insectus) as well as some predators (Nemosoma elongatum, Thanasimus formicarius, Rhizophagus sp.) should be intensively studied for future biocontrol of bark beetles.

Literatur

FINNEY, J.R. & WALKER, C. (1979): Assessment of a field trial using the DD-136 strain of *Neoaplectana* sp. for the control of *Scolytus scolytus*. - J. Invert. Pathol. **33**: 239-214.

GUSTELEVA, L.A. (1982 a): (Prospects for using microbial preparations against *Ips subelongatus*.) - Lesnoe Khozyaistvo (9): 67.

GUSTELEVA, L.A. (1982 b): (The interaction of wood-decomposing insects with microorganisms.) - In: Isaev, A.S. (Hrgb.): Konsortivnye svyazi dereva i dendrofil'nykh nasekomykh. 56-67.

KRIEG, A. & FRANZ, J.M. (1989): Lehrbuch der biologischen Schädlingsbekämpfung. - Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.

LANGENBRUCH, G.A. und RIETHMÜLLER, U. (1990): Kartoffelkäferbekämpfung mit *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis*. - Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **42**: 65-69.

LEVIEUX, J., LIEUTIER, F. et DELPLANQUE, A. (1985): Les scolytes ravageurs de l'epicea. - Rev. Forest. Franc. 37: 347-358.

MOORE, G.E. (1970): Dendroctonus frontalis infection by the DD-136 strain of Neoaplectana carpocapsae and its bacterium complex. - J. Nematol. 2: 341-344.

POINAR, G.O. Jr. (1975): Entomogenous nematodes. A manual and host list of insect-nematode associations. - E.J.Brill, Leiden.

POSTNER, M. (1974): Scolytidae (= Ipidae), Borkenkäfer. In: Schwenke, W. (Hrgb.): Die Forstschädlinge Europas. Band 2: Käfer, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 334-482.

WULF, A. (1983): Untersuchungen über den insektenpathogenen Pilz Beauveria bassiana (BALS.) VUILL. als Parasit des Borkenkäfers Pityogenes chalco-graphus L. (Col., Scolytidae). - Z. angew. Entomol. 95: 34-46.

- W. Dedek¹⁾, J. Pape²⁾ und H.-J. Körner³⁾
- 1) Forschungsstelle für chemische Toxikologie, Leipzig
- ²⁾Pflanzenschutzamt, Suhl
- 3)Chemie-AG, Bitterfeld-Wolfen

Umweltgerechter Pflanzenschutz gegen *Ips typographus* durch Kombination des Systeminsektizids Methamidophos im Saftstromverfahren an der Fichte mit Pheromonen

In einem Beitrag in der Allgemeinen Forst Zeitschrift (1) wurden die Grundlagen und Ergebnisse dieses Verfahrens zusammenfassend dargestellt, so daß hier nur Schwerpunkte und Ergänzungen wiedergegeben werden sollen. Das Verfahren entstand aus einer experimentellen Studie zum Verhalten des radioaktiv markierten Systeminsektizids Methamidophos, wobei alle Messungen zur Verteilung und zum Transport des Wirkstoffs durch Radioaktivitätsmessung und chemische Analyse doppelt abgesichert wurden. Untersuchungen zur biologischen Wirkung wurden stets mit den üblichen Verfahren der Statistik verbunden.

1. Prinzip des Verfahrens

Der stehende, mit Insektiziden von außen gespritzte und mit Pheromonen beköderte Giftfangbaum wurde bereits früher Studien zur Anlockung und Bekämpfung von Borkenkäfern benutzt; dabei zeigte es sich, daß die Wirkstoffe in hoher Dosierung eingesetzt werden mußten und ihre Applikation bis zu einer Höhe von mehreren Metern technisch sehr aufwendig ist. Die gezielte Anlockung des Buchdruckers an den stehenden Fangbaum ermöglicht die Behandlung nur weniger Einzelbäume eines Bestandes mit einem systemischen Wirkstoff in einer von Hand zu applizierenden Formulierung; damit werden von vornherein alle bekannten Nachteile einer Spritzapplikation (Umweltbegiftung!). Der Einsatz einer selbsthaftenden Wirkstoffpaste bewirkt beim Auftragen auf die freigelegte Rinde das gleichmäßige Eindringen des nicht phytotoxischen Wirkstoffs durch Rinde und Phloem bis in den Xylemstrom. Bei der vorwiegend aus USA-Studien bekannten Bohrlochmethode zur Applikation systemischer Insektizide in Bäume bestimmt sowohl

der Winkel als auch die Tiefe der zahlreichen Löcher die Richtung des Transports, und es werden deutliche Schäden am Baum verursacht. Das Aufstreichen der Paste mit Hilfe eines geeigneten Werkzeugs mit anschließendem Verschluß durch eine Plastefolie (Ring 20 cm breit) bewirkt das Eindringen des gut wasserlöslichen Wirkstoffs in den Saftstrom des Baumes. Die Vorbehandlung der Applikationsstelle durch einfaches Abkratzen der Borke beeinflußt sowohl die Geschwindigkeit der Penetration in den Saftstrom als auch das Überleben des behandelten Baumes. Beim stehenden, mit Pheroprax beköderten Fangbaum wird die lebende Rinde möglichst wenig verletzt, so daß der Wirkstoff langsam eindringt und damit auch eine länger anhaltende Wirkung bei optimalen Überlebenschancen des Baumes erreicht wird (s. unter 3). Bei Windwürfen, deren Saftstrom mindestens teilweise noch funktionsfähig ist, entfernt man beim Kratzen auch die lebende Rinde, so daß die helle Farbe des offenen Phloems sichtbar wird und erreicht damit die schnelle Aufnahme hoher Wirkstoffmengen. In Sturmschadensflächen können diese Weise Windwürfe im Inneren der Fläche und stehende Fangbäume optimale Wirkungen bei der Anlockung und Abtötung der Käfer entfalten, ohne den beim Einsatz von Fallen notwendigen Aufwand für die ständige Überwachung investieren zu müssen.

Neben der prophylaktischen Behandlung beköderter Fangbäume ist mit diesem Verfahren auch eine kurative Behandlung bereits befallener Bäume durchführbar, wie durch die Praxis bestätigt werden konnte; es kommt darauf an, daß der Wirkstoff noch vor dem Beginn des Larvenfraßes bis in die Muttergänge transportiert wird. Die Zeitspanne vom Befall bis zum Einsatz des Larvenfraßes ist im Mai länger als im August, was bei einer beabsichtigten kurativen Behandlung zu berücksichtigen wäre.

2. Toxikologie und Umweltverhalten

Das sehr qut wasserlösliche systemisch wirksame Insektizid

Methamidophos wird wie alle Organophosphate relativ schnell abgebaut, wobei nur untoxische Metabolite entstehen. Die Halbwertzeit des biologischen Abbaus beträgt im Käfer ca. 2 h, im Boden 6 - 60 d (je nach Bodentyp) und in der Fichte 40 - 45 d (bei 15 °C). Die Toxizität der Wirkstoffpaste entspricht nach der Gefahrstoffverordnung der Kennzeichnung "giftig"; ihr abstoßender Geruch wird durch schwefelhaltige, aber nicht toxische Nebenprodukte im technischen Wirkstoff hervorgerufen, wodurch eine drastische Minderung der Gefährdung für Mensch und Tier zu verzeichnen ist. Beobachtungen zeigten, daß bei Damwild und Ameisen ein so starker Repellent-Effekt zustande kommt, daß praktisch keine Gefährdung vorhanden ist. schnelle Wirkstoffabbau im Käfer schützt Vögel und Prädatoren vor Vergiftungen, falls diese tote Käfer aufnehmen würden; weiterhin zeigen Berechnungen, daß weder Vögel noch Wild bei Berücksichtigung ihrer Körpermasse überhaupt in den Bereich einer toxischen Gefährdung gelangen können (3).

Der Transport verläuft ausschließlich im Xylemstrom aufwärts, so daß auf diesem Wege der Wirkstoff weder in den Boden noch in das Wasser gelangen kann. Im Grenzbereich von Xylem/Phloem erreicht die Konzentration des Wirkstoffs den Maximalwert und nimmt im Phloem nach außen exponentiell auf Null ab (Abb. 1), so daß weder auf der Rinde noch auf der Borke eine Gefährdung für Nützlinge auftreten kann, während sich einbohrende Insekten schnell und wirkunsvoll abgetötet werden (s. dazu auch 3). Eine Verdampfung oder Auswaschung aus Rinde oder Nadeln findet praktisch nicht statt, wie durch sehr empfindliche Radioaktivitätsmessungen (32P) nachgewiesen werden konnte (2;3). In der Fichte liegt Methamidophos teilweise im gebunden Zustand vor, d.h. es ist nicht frei transportierbar und wird demzufolge auch von Wasser nicht ausgewaschen (5). Auch saugende Schädlinge an Koniferen können nicht erfolgreich bekämpft werden (Schonung der Bienen!), während fressende Schädlinge an den Nadeln der Fichte ausgezeichnet abgetötet werden.

Bei diesem Verfahren werden von den 300 - 400 Fichten pro Hektar etwa 1 % behandelt; damit kann auch für nadelfressende Vögel keine ernsthafte Gefährdung erwartet werden, wenn diese wirkstoffhaltige Nadeln annehmen, was bisher nicht untersucht werden konnte. Beim Auerhuhn ist bekannt, daß im Winter Kiefernnadeln bevorzugt werden; in dieser Jahreszeit ist aber der Wirkstoffgehalt in der Fichte bereits auf minimale Werte abgesunken, so daß der weiteren Nutzung der Bäume nichts im Wege steht (Rindenkompostierung, Nadelstreu etc.).

Ein Warntext auf der Schutzfolie informiert die Bürger über die Vorteile dieser sehr umweltfreundlichen Methode der Borkenkäfer-Bekämpfung.

3. Praxisergebnisse und Vergleich mit anderen Verfahren

BOMBOSCH (6) hat mehrfach darauf hingewiesen, daß die Kombination begifteter Fangbäume mit Pheroprax eine maximale Attraktivität für den Käfer darstellt, wobei sowohl die Anlockung als auch die Arretierung der Käfer in Betracht zu ziehen sind. PAPE konnte mit Hilfe von Leimflächen auf der Borke nachweisen, daß mehr als 80 % der angelockten Käfer auch arretiert wurden, während bei unterschiedlichen Typen von Fallen wesentlich geringere Werte von mehreren Autoren gefunden wurden. Nach BOM-BOSCH (6) kann die Wahrscheinlichkeit des Befalls benachbarter Bäume als sehr gering eingeschätzt werden, wenn der mit dem Dispenser beköderte Fangbaum optimal plaziert wird, was in unseren Studien bestätigt werden konnte. Das Überleben behandelter Bäume hängt sowohl vom Durchmesser als auch von der Vorschädigung ab; wenn beim Kratzen der Borke die obere Schicht des Phloems kurzzeitig dem Luftsauerstoff ausgesetzt und dabei geschädigt wird, macht sich das bei stärkeren Bäumen mit dikkerem Phloem weniger bemerkbar als bei dünneren mit Durchmessern unter 30 cm. Versuche zeigten, daß Bäume mit Durchmessern oberhalb von 30 cm auch besser beflogen wurden als solche mit Brusthöhendurchmessern unter 30 cm. Die für das Saftstromverfahren auszuwählenden Bäume sollten der Baumklasse II nach Kraft entsprechen und im Bestand herrschende, aber keine vorherrschenden oder unterdrückten Bäume darstellen. In Beständen der Rauchschadzonen II und III wurden an 250 Bäumen nach 3 Jahren Ausfälle von weniger als 7 % gefunden; wenn der Saftstrom der Bäume bereits deutlich eingeschränkt ist, wie z.B.

bei Befall durch Hallimasch, fortgeschrittenem Stehendbefall oder starken Rindenschäden, muß dieses Verfahren logischerweise versagen.

Im Vergleich zum klassischen Liegendfangbaum ist das Saftstromverfahren aus mehreren Gründen als überlegen zu betrachten. Erstens kann der Liegendfangbaum nur bis zum Ausflug der ersten Generation der Jungkäfer benutzt werden und erfordert einen hohen Aufwand für Kontrolle und Entseuchung, während der verfahrensgemäß behandelte Stehendfangbaum die gesamte Vegetationsperiode für 2 Generationen der Käfer ohne zusätzlichen Aufwand bei Verwendung von 2 - 3 Pheropraxdispensern wirksam ist. Zweitens kann der Liegendfangbaum auf der von uns für biologische Kontrollen benutzten Fläche von 20 x 20 cm maximal 4 - 6 Brutbilder aufnehmen, während (bei theoretisch unbegrenzter Fangkapazität) beim Stehendfangbaum auf dieser Fläche im Durchschnitt 40 - 50, im Extremfall bis 70 Einbohrversuche qezählt werden konnten. Die angelegten Bohrlöcher bzw. -gänge werden von weiteren Käfern besiedelt, die beim Fraß ebenfalls getötet werden; im Durchschnitt wurden pro Bohrloch 3 - 7 tote Käfer gefunden.

Die Konzentration des Wirkstoffs im Phloem ändert sich mit der Zeit (Abb. 2), so daß ein deutlicher Einfluß in der Geschwindigkeit der Abtötung sich einbohrender Käfer zustandekommt. Wenn der Baum Ende April/Anfang Mai behandelt wird, kurzen Zeitspanne von wenigen nach einer Tagen raturabhängig!) ein schneller Anstieg der Wirkstoffkonzenim Phloem, der für eine kurative Wirkung benutzt werden kann (A in Abb. 2). In den folgenden 4 - 6 Wochen erreicht der Wirkstoffgehalt sein Maximum, wobei der Käfer so schnell getötet wird, daß er entweder bereits beim Bohrversuch verendet und vom Baum abfällt oder nach 1 - 2 mm stecken bleibt und mit dem Abdomen aus der Rinde herausragt (B in Abb. 2); dabei beobachtet man oft, daß der Baum durch Ausscheidung von Harztropfen die Käfer zusätzlich abwehrt. Ab Ende Juni erfolgt eine schnelle Abnahme des Wirkstoffgehalts (C in Abb. 2), so daß die zweite Generation zunehmend längere Fraßgänge anlegen kann, die aber deutlich anormal verlaufen infolge der

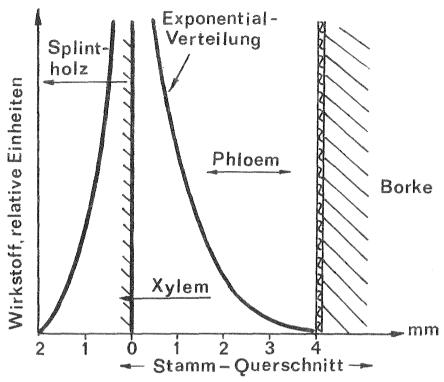


Abb. 1: Verteilung des Wirkstoffs im Phloem-Xylem-Bereich

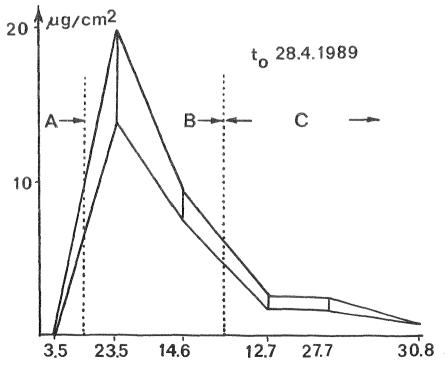


Abb. 2: Wirkstoffgehalt im Phloem-Xylem von Mai bis August

beginnenden Intoxikation der Käfer. Wenn mit 3 Generationen zu rechnen ist oder aus dem Witterungsverlauf eine längere Aktivität bis in den Herbst hinein zu erwarten ist, sollte etwa Mitte Juli eine Zweitbehandlung unmittelbar oberhalb des ersten Ringes erfolgen, wobei die Ringbreite auf 10 - 15 cm verringert werden kann; es erwiesen sich auch Versuche als erfolgreich, anstelle einer einmaligen Applikation von 20 cm Ringbreite zwei Ringe von je 10 cm gegen die erste und zweite Generation anzulegen.

Die Wirksamkeit des Verfahrens gegen beide Generationen des Buchdruckers wurde in unterschiedlichen Höhenlagen und Rauchschadzonen ausführlich untersucht und publiziert (4), wobei Abtötungsraten von 95 - 99 % gefunden wurden. In Tab. 1 sind Vergleichszahlen aus Liegend- und Stehendfangbäumen sowie Fallen angegeben. In zweijährigen Erprobungen in der CSFR konnten alle hier beschriebenen Aspekte bestätigt werden: nach gezielter Anwendung in schwer zugänglichen Gebieten war kein Stehendbefall in der unmittelbaren Umgebung feststellbar.

Tab. 1: Vergleichszahlen aus Versuchsorten 1988 mit Fallen,
Liegend- und Stehendfangbäumen (1 Bohrloch = 1 Käfer)

Versuchsort	Stehend-Fangbaum	Liegend-Fangbaum	Fallentyp
1	2.600	1.500	1.615 Fenster
2	5.500	2.600	_
3	10.800	3.800	1.500 Rohr
4	3.600	1.200	2.500 Fenster
5	3.800	1.000	2.280 Fenster
6	2.800	***	1.800 Rohr
7	2.630	1.500	1.500 Rohr
8	4.700	alone.	1.800 Schlitz

Das hier kurz beschriebene Saftstromverfahren mit dem Systeminsektizid Methamidophos (Präparat: IPIDEX $^{\rm R}$) in Kombination mit Pheroprax stellt ein modernes umweltfreundliches Verfahren des integrierten Pflanzenschutzes dar. Es wirkt nach unseren

Erfahrungen lokal mit hohen Abfangraten und eignet sich zur Sanierung von Bruchlöchern ebenso wie zur Minderung der Populationsdichte in durch Bruch oder Nutzung aufgelockerten Fichtenbeständen. Es ergibt ein Maximum an Kontrolle bei einem Minimum an Umwelteffekten und Kostenaufwand.

Literatur

- (1) DEDEK, W. und PAPE, J. (1990): Umweltschonendes Abschöpfen von Borkenkäfern in der DDR. Allgemeine Forst Zeitschrift, Heft 14-15, 357-359
- (2) DEDEK, W., MOTHES, B., WENZEL, K.-D. und PAPE, J. (1989): Translocation, Distribution and Degradation of the systemic organophosphorus insecticide ³²P-Methamidophos in Conifers. Isotopenpraxis 25, 321-327
- (3) DEDEK, W. and PAPE, J. (1988): Integrated Pest Control in Forest Mangement- Combined Use of Pheromones and Insecticides for Attracting and Killing the Bark Beetle *Ips typographus*. I. Studies with ³²P-labelled Methamidophos in the Ascending Sap of Spruce. Forest Ecol. Manage. 26, 47-61
- (4) DEDEK, W., PAPE, J., GRIMMER, F. and KÖRNER, H.-J. (1988): II. Effects of Methamidophos Treatment Following Bark Penetration into the Ascending Sap of Pheromone-baited Spruce. Forest Ecol. Manage. 26, 63-76
- (5) DEDEK, W. and GRAHL, R. (1990): Bound Residues of ³²P-Methamidophos in Spruce Influencing Translocation, Distribution and Degradation. VII. International Congress of Pesticide Chemistry, Hamburg, 5.-10.8.1990, Poster 06A-16
- (6) BOMBOSCH, S. (1990): Wie stark vermindern Pheromonfallen die Population des Buchdruckers? Allgemeine Forst Zeitschrift, Heft 14-15, 354-355

A. Wulf

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

Über Art und Umfang der chemischen Borkenkäferbekämpfung

Für die Borkenkäferbekämpfung sind Pflanzenschutzmittel einer lang andauernden Wirkung notwendig, da das eingeschlagene Holz mit möglichst einer Behandlung gegen mehrere aufeinander folgende Käfergenerationen vom Frühjahr bis in den Spätsommer geschützt sein muß. Nicht ohne Grund fordert die für entsprechende Insektizidprüfungen konzipierte Richtlinie eine Wirkungsdauer von mindestens drei Monaten und zudem einen vergleichsweise hohen Wirkungsgrad bis 90 % (ADLUNG et al. 1980). So ist es verständlich, daß gerade für dieses Gebiet seit jeher schlagkräftige und anhaltend wirksame Präparate angewendet werden. Nachdem in der Nachkriegszeit hier selbst Arsenmittel zum Einsatz kamen, dominierten später DDT-, Dieldrintechnische HCH Formulierungen, die in den 70er Jahren von den Lindanmitteln abgelöst wurden. Seit Mitte der 80er Jahre wird nun auch Lindan in der forstlichen Praxis in zunehmendem Maße durch das synthetische Pyrethroid Cypermethrin verdrängt.

Um Art und Umfang der Borkenkäferbekämpfung abschätzen zu können, stehen Daten aus drei von der Biologischen Bundesanstalt durchgeführten Erhebungen zur Verfügung (WULF und 1989). In den Forstwirtschaftsjahren 1976 sowie 1985 und 1986 wurde versucht, durch Fragebögen von allen bundesdeutschen Forstämtern möglichst umfangreiches Datenmaterial zum praktischen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel zu erhalten. Die hohe Repräsentanz der Erhebungen (vql. Tab. 1) macht es dabei möglich, Hochrechnungen zur Abschätzung der jeweiligen Grundgesamtheit durchzuführen. Eine gewisse Orientierung gestatten auch die gemäß dem neuen Pflanzenschutzgesetz seit kurzer Zeit von der chemischen Industrie gemeldeten Mengenangaben zum Vertrieb von Pflanzenschutzwirkstoffen. Daten für die Situation nach den jüngsten Orkanschäden sind bei der BBA allerdings noch nicht verfügbar und können somit bedauerlicherweise im Moment noch nicht herangezogen werden.

Die meisten Pflanzenschutzmittelanwendungen im Forst erfolgen flächenweise. Selbst Einzelpflanzenbehandlungen, wie Tauchbehandlungen gegen Rüsselkäfer, Anwendungen von Wildschadenverhütungsmitteln oder Wundverschlußmitteln, können auf die Fläche umgerechnet werden, so daß auch hier eine Auswertung in bezug zur Waldfläche durchgeführt werden kann. Allein bei der punktuellen Behandlung des eingeschlagenen, waldlagernden Holzes ist dies nicht möglich bzw. sinnvoll. Hier bietet sich eine Auswertung in bezug zu dem im entsprechenden Forstwirtschaftsjahr berechneten Holzeinschlag bzw. der in Festmetern gemessenen Gesamtholzerntemenge an. Da eine Behandlung des lagernden Holzes im Wald mit Pflanzenschutzmitteln aber fast ausschließlich im Rahmen der Borkenkäferbekämpfung erfolgt, ist es leicht möglich, bei den Erhebungsdaten zwischen den nach Festmeter ausgewerteten Maßnahmen der Borkenkäferbekämpfung und allen übrigen Pflanzenschutzmaßnahmen, die als Hektarangaben auf die Waldfläche bezogen sind, zu differenzieren.

Die Auswertung zeigt, daß alle Flächenanwendungen stark rückläufig sind und sich zusammen genommen im überschaubaren Zehnjahreszeitraum etwa halbiert haben. So ist nur noch auf etwa 1 % der Waldfläche jährlich mit dem Einsatz von chemischen Forstschutzmitteln zu rechnen. Anders hat sich allerdings die Situation bei der Borkenkäferbekämpfung am geschlagenen, waldlagernden Holz entwickelt. Während 1976 nur 7,9 % des erfaßten Holzeinschlages mit Pflanzenschutzmitteln behandelt wurde, ist dieser Anteil 1985 auf 18,1 % gestiegen und beträgt 1986 14,2 % (Tab. 1, Abb. 1). Bei vergleichbar großer Holzernte in den drei Erhebungsjahren von jeweils etwa 30 Mio. Festmetern steht dem zunehmendem Behandlungsumfang überraschenderweise aber ein deutlicher Rückgang der jährlich dafür aufgewendeten Präparatemenge gegenüber (vgl. Tab. 1, Abb. 2).

Dieser vermeintliche Widerspruch ist durch die früher stärkere Anwendung von Mitteln mit kleineren Wirkstoffanteilen bei größeren Aufwandmengen (z.B. TOP Borkenkäfermittel) zu erklären. Dagegen zeigt sich in der letzten Zeit in der Praxis der Trend zu geringerer, genauerer Dosierung, was durch die zunehmend angewendeten wirkungsstarken synthetischen Pyrethroide in die-

sem Bereich offenbar gut möglich ist. So hat sich der durchschnittliche Präparateaufwand von 72 g/Festmeter im Jahre 1976 innerhalb von 10 Jahren auf 13 g/Festmeter vermindert, während der Wirkstoffaufwand in dieser Zeit von 12 g/Festmeter auf etwa die Hälfte gesunken ist. Der Lindan-Anteil am Wirkstoffaufkommen bei der Borkenkäferbekämpfung ist dabei gleichzeitig von 74 auf 32 % abgefallen. Auch bedingt durch die Lindan-Verbote einiger Landesforstverwaltungen im Staatswald ist der Verbrauch dieses Wirkstoffes im Forst in jüngster Zeit sicher weiter rückläufig. Cypermethrin hatte jedenfalls 1986 schon einen Anteil von 67 % mit steigender Tendenz (vgl. Tab. 2).

Der Wirkstoffaufwand für die Borkenkäferbekämpfung liegt hochgerechnet nach den Erhebungsdaten jährlich etwa zwischen 25 und 40 t. Diese Zahlen korrespondieren gut mit den der BBA gemeldeten im Inland umgesetzten Wirkstoffmengen, die für dieses Anwendungsgebiet in Frage kommen. Unter Vernachlässigung der Repellentmittel wird somit schon in Normaljahren allein für die Borkenkäferbekämpfung 30 - 50 % aller im Forstschutz eingesetzten Pflanzenschutzwirkstoffe verbraucht. Nach extremen Sturmschäden, wie denen des letzten Winters, ist davon auszugehen, daß der Wirkstoffaufwand allein in diesem Anwendungsgebiet ein mehrfaches dem aller übrigen beträgt. Um die Größenordnung nicht aus dem Auge zu verlieren, muß allerdings an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß die für die Borkenkäferbekämpfung üblicherweise benötigten Mengen nicht mehr als 0,1 % der jährlich in der Bundesrepublik Deutschland verbrauchten Pflanzenschutzwirkstoffe ausmachen.

Der insgesamt zunehmende Umfang der chemischen Borkenkäferbekämpfung kann verschiedene Gründe haben. Durch eine ungünstigere Konjunkturlage am Holzmarkt wird, nach Aussage von Praktikern, der Holzqualität in der letzten Zeit mehr Bedeutung
beigemessen als früher, so daß insbesondere ein Befall durch
holzbrütende Borkenkäfer kaum riskiert wird und daher eine Zunahme zu begründen ist. Vorstellbar ist auch, daß der schlechtere Zustand unserer Nadelwälder in der letzten Zeit zu einer
Vermehrung von sekundär schädigenden Borkenkäfern geführt hat

und somit hier mehr bekämpft werden mußte. Schließlich kann eine Arbeitsmarkt-bedingte Vernachlässigung des Prinzips der "sauberen Waldwirtschaft" die Notwendigkeit der Borkenkäferbekämpfung verstärkt haben. Bemerkenswert ist jedenfalls, daß trotz der seit einiger Zeit umfangreich in der Praxis angewendeten Pheromonfallen zum Massenfang von Borkenkäfern die Bedeutung der chemischen Bekämpfung merklich zugenommen hat.

Die Erhebungsdaten der Jahre 1985 und 1986 erlauben auch eine grobe Differenzierung der Forstschutzmaßnahmen nach Besitzarten. In sogenannten Betreuungsforsten wurde für die Borkenkäferbekämpfung ein vergleichsweise geringer Aufwand betrieben. Der Behandlungsumfang lag hier zwischen 10 und 12 % des Holzeinschlages. Die Intensität bei staatlichen und privaten Forstämtern hatte vergleichbare Größenordnung und lag oberhalb von 14 %, wobei im Staatswald 1985 mit 21 % Behandlungsumfang der höchste Wert erreicht wurde.

Eine Auswertung hinsichtlich der Anwendungstechnik zeigt, daß die Applikation der Borkenkäfermittel vorwiegend mit fahrbaren Spritzgeräten durchgeführt wird. So wurde bei 70 % aller Anwendungen etwa 85 % des zu schützenden Holzes mittels gesattelter Spritzen behandelt und nur bei 15 % der Hölzer kam die tragbare Rückenspritze zum Einsatz. Zu 60 % erfolgten diese Forstschutzmaßnahmen vom Forstamt in eigener Regie, während 40 % dieser Arbeiten Lohnunternehmern in Auftrag gegeben wurde.

Abb. 3 zeigt eine Auswertung der Intensität der Borkenkäferbekämpfung für die Länder der früheren Bundesrepublik Deutschland mit Ausnahme der Stadtstaaten. Hier ist der prozentuale
Anteil von der gesamten Holzernte abgetragen, der jeweils behandelt wurde. Der höhere Aufwand des Jahres 1985 zeigt sich
in allen Ländern, und die Ergebnisse der beiden Erhebungsjahre
korrelieren gut miteinander. Dabei ist auffällig, daß im Süden
eine intensivere Borkenkäferbekämpfung durchgeführt wurde. Höhere Nadelholzanteile der südlichen Bundesländer sowie ein gewisser Kalamitätsholzanfall im Erhebungszeitraum bieten einen
Erklärungsansatz hierfür.

Tab. 1: Zusammenfassung der grundlegenden Daten aus den drei Erhebungsjahren

Krhebungsjahr	1976	1985	1986
erfaβte Waldfläche [Mio. ha] erfaβter Holzeinschlag [Mio. fm]	3,00 (42,0 %) 13,45 (47,0 %)	6,42 (87,2 %) 26,44 (84,7 %)	6,55 (89,0 %) 24,87 (85,2 %)
Pflanzenschutzmittel- anwendungen hochgerechnet Waldfläche [Tsd. ha] Holzeinschlag [Mio. fm]	171,98 (2,4 %) 2,25 (7,9 %)	84,04 (1,1 %) 5,64 (18,1 %)	87,75 (1,2 %) 4,16 (14,2 %)
Präparate- und Wirkstoff- mengen hochgerechnet Waldfläche Holzeinschlag	Prāp. Wst.* 1405 t 184 t 163 t 28 t 1568 t 212 t	Prāp. Wst.* 598 t 41 t 87 t 39 t 685 t 80 t	Prāp. Wst.* 628 t 50 t 55 t 24 t 683 t 74 t
(* ohne Repellentmittel)		National Control of the Control of t	

- 130 ·

Tab. 2: Wirkstoffe für die Borkenkäferbekämpfung

1976 (47,0 % erfaßt)

Wirkstoff	ફ	Menge kg	beh. Holz fm	Anwen- dungen
Lindan Promecarb Tetrachlorvinphos Endosulfan DDT	74 16 10	9.796,1 2.095,0 1.391,8 2,1 1,2	1.053.153 457.237 11.699 355 228	712 273 7 2 2
Σ 5 Wirkstoffe	100	13.286,2	1.522,672	996

1985 (84,7 % erfaßt)

Wirkstoff	8	Meng e kg	beh. Holz fm	Anwen- dungen
Cypermethrin	56	18.681,6	3.807.190	1.176
Lindan	42	13.783,0	965.860	525
Tetrachlorvinphos	1	364,6	4.850	3
Promecarb	1	280,9	63.800	50
Σ 4 Wirkstoffe	100	33.110,1	4.841,700	1.754

1986 (85,2 % erfaßt)

Wirkstoff	9	Menge kg	beh. Holz fm	Anwen- dungen
Cypermethrin Lindan Promecarb Tetrachlorvinphos	67 32 1	13.981,6 6.680,9 127,1 3,2	3.048.630 492.830 31.640 70	1.242 334 30 1
Σ 4 Wirkstoffe	100	20.792,8	3.573.170	1.607

Abb.: 1
Prozentualer Anteil des zur Borkenkäferbekämpfung behandelten Holzes vom Jahresholzeinschlag

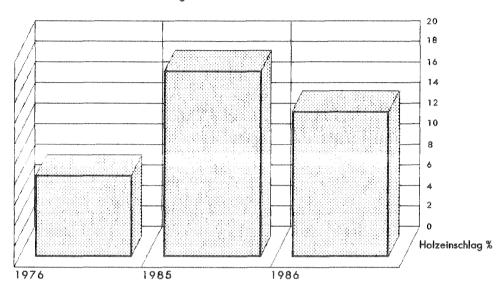


Abb.: 2
Für die Borkenkäferbekämpfung aufgewendete Präparate - bzw. Wirkstoffmengen

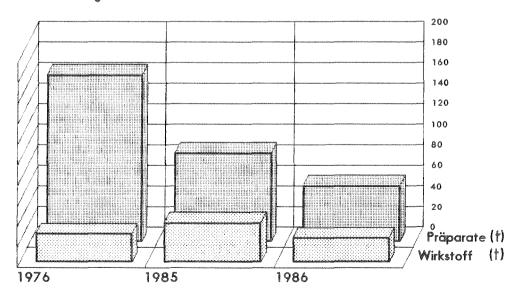
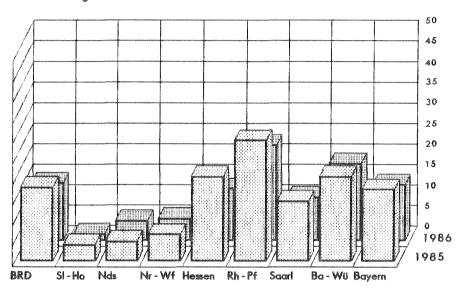


Abb.: 3
Prozentualer Anteil des zur Borkenkäferbekämpfung behandelten Holzeinschlags der Bundesländer



Literatur

- ADLUNG, K.G., E. DEPPENMEIER, E. KÖNIG, H. NIEMEYER, W. WIRTZ, A. WULF, 1980: Richtlinie für die Prüfung von Insektiziden gegen rinden- und holzbrütende Borkenkäfer im Forst. Richtlinien für die amtl. Prüfung von Pflanzenbehandlungsmitteln. ACO-Druck, Braunschweig, Reihe 18, 2.2, 12 S.
- HILLE, M., 1979: Ergebnisse einer Erhebung über Art und Menge der Wirkstoffe der im Wald im Forstwirtschaftsjahr 1976 eingesetzten Pflanzenschutzmittel. Allgem.Forstz. 34 (4), S. 73-76.
- WULF, A. und Chr. WICHMANN, 1988: Zur Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel im Forst. Forst und Holz 43 (19) S. 475-478.
- WULF, A. und Chr. WICHMANN, 1989: Über Art und Umfang der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel im Forst. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, Heft 255, 62 S.

K. - H. Berendes

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Fachgruppe für zoologische Mittelprüfung

PRÜFUNG UND ZULASSUNG VON PFLANZEN-SCHUTZMITTELN GEGEN BORKENKÄFER

Der Wald hat vielfältige Funktionen, wie z. B. die Schutz-, Erholungs- oder auch Nutzfunktion. Damit sind unterschiedliche soziale Erwartungen verbunden, die bei Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln zu Zielkonflikten führen können. Da in der Öffentlichkeit ein zunehmendes Interesse bezüglich der im Wald eingesetzten Pflanzenschutzmittel besteht, sei im folgenden kurz das Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel sowie die amtliche Prüfung der Wirksamkeit dargestellt.

ZULASSUNGSVERFAHREN FÜR PFLANZENSCHUTZMITTEL

Nach dem Pflanzenschutzgesetz [PflSchG] vom 15. September 1986 dürfen Pflanzenschutzmittel, zu denen auch die Pflanzenschutzmittel gegen Borkenkäfer zählen, 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 Antrag auf Zulassung eines Pflanzenschutzmittels sind alle erforderlichen Unterlagen zu folgenden Prüfbereichen vorzulegen:

- * chemisch-physikalische Eigenschaften einschließlich Analytik und Deponie/Entsorgung
- * Prüfung auf Wirksamkeit
- * Rückstandsverhalten sowie Verbleib in/auf Pflanzen [Erntegut]
- * Toxikologie für Mensch und Tier
- * Verbleib und Verhalten in Boden, Wasser, Luft
- * Auswirkungen auf den Naturhaushalt
 - · Aktivität der Bodenmikroflora
 - · Bodenfauna [Primärzersetzer, z.B. Regenwürmer]
 - · aquatische Biozönose [z.B. Fische, Daphnien, Algen]
 - · terrestrische Wirbeltiere [freilebende Säugetiere und Vögel]
 - · Honigbiene
 - · sonstige Nutzorganismen

Diese Prüfbereiche werden durch die Biologische Bundesanstalt, das Bundesgesundheitsamt sowie das Umweltbundesamt im Rahmen ihrer jeweiligen Zuständigkeiten geprüft und bewertet [Abb. 1].

Abb. 1: Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel



Vor der Entscheidung über die Zulassung bzw. Ablehnung eines Pflanzenschutzmittels ist ein vom Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft
und Forsten eingesetzter Sachverständigenausschuß zu hören, dem Vertreter aus den Fachdisziplinen Pflanzenschutz, Gesundheitsschutz, Umweltund Naturschutz angehören. Diesem Gremium berichten Vertreter der Biologischen Bundesanstalt sowie der Einvernehmensbehörden über die zur Anhörung anstehenden Pflanzenschutzmittel. Die Ergebnisse seiner Beratungen
bringt der Sachverständigenausschuß in Form von Empfehlungen an die Biologische Bundesanstalt zum Ausdruck.

Die Biologische Bundesanstalt entscheidet dann über die Zulassung bzw. Ablehnung hinsichtlich der Gesundheit im Einvernehmen mit dem Bundesgesundheitsamt und hinsichtlich der Vermeidung von Schäden durch Belastungen des Wassers und der Luft sowie durch Abfälle des Pflanzenschutzmittels im Einvernehmen mit dem Umweltbundesamt [§ 15 Abs. 2 PflSchG].

Die Biologische Bundesanstalt erteilt dem Antragsteller die Zulassung nur, wenn die Prüfung ergeben hat [§ 15 Abs. 1 Nr. 1 bis 3 PflSchG]:

- * 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 <u>bestimmungsgemäßer</u> und <u>sachgerechter</u> 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.

Unter bestimmungsgemäß wird verstanden, daß das Pflanzenschutzmittel entsprechend der aus der Gebrauchsanleitung ersichtlichen Zweckbestimmung angewandt wird. Enthält die Gebrauchsanleitung Anwendungsbestimmungen der Biologischen Bundesanstalt, so darf das Pflanzenschutzmittel nur entsprechend diesen Anwendungsbestimmugen angewandt werden [§ 6 Abs.1 Satz 4 PflSchG].

Sachgerecht ist eine Pflanzenschutzmittelanwendung, wenn sie guter fachlicher Praxis entspricht. Zur guten fachlichen Praxis gehört, daß die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes berücksichtigt werden [§ 6 Absatz 1 PflSchG]. Unter integriertem Pflanzenschutz wird eine Kombination von Verfahren verstanden, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränkt wird [§ 2 Abs. 1 Nr. 2 PflSchG].

Mit der Zulassung hat die Biologische Bundesanstalt die erforderlichen Auflagen zu erteilen, um den Schutz von Mensch, Tier und Naturhaushalt im oben genannten Sinne zu gewährleisten. Die Gebrauchsanleitungen sind entsprechend den Auflagen der Biologischen Biologischen Bundesanstalt auf

den Behältnissen und abgabefertigen Packungen wiederzugeben. Die Biologische Bundesanstalt kann für bestimmte Schutzzwecke Anwendungsbestimmungen [s.o.] festsetzen und mit dem Hinweis auf Androhung einer Geldbuße bei Verstoß versehen [§ 15 Abs. 3 PflSchG].

Zugelassene Pflanzenschutzmittel erkennt man an der <u>Zulassungsnummer</u> und an dem folgendem <u>Prüfzeichen</u>



Die Zulassung ist zeitlich begrenzt und endet spätestens nach 10 Jahren; sie kann jedoch erneut erteilt werden [§ 16 PflSchG].

Mit der Herstellung der Einheit Deutschlands am 3. Oktober 1990 trat mit bestimmten Übergangsregelungen auch das Pflanzenschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland auf dem Gebiet der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik in Kraft. Demnach dürfen Pflanzenschutzmittel, die bis zum Beitrittstermin nach Maßgabe des Gesetzes zum Schutze der Kultur- und Nutzpflanzen der DDR zugelassen, verpackt und gekennzeichnet wurden, noch bis zum 31.12.1992 im Gebiet der ehemaligen DDR in den Verkehr gebracht und, vorbehaltlich der Regelungen der Pflanzenschutzanwendungsverordnung, angewandt werden.

Die Biologische Bundesanstalt kann im Einzelfall das Inverkehrbringen eines Pflanzenschutzmittles innerhalb des Gebietes der ehemaligen DDR über den 31.12.92 hinaus genehmigen [Genehmigungsverfahren], wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Die Genehmigung ist aber bis zu dem Zeitpunkt zu befristen, an dem eine Entscheidung über die Zulassung des Pflanzenschutzmittels nach § 15 PflSchG getroffen wird.

In der <u>Bundesrepublik Deutschland</u> wurden bisher bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln gegen Borkenkäfer nur Anwendungen am lagernden Holz [Langholz, Schichtholz] oder eingeschlagenen Einzelstamm vorgesehen. Diese Mittel enthalten die Wirkstoffe

CHLORIERTE KOHLENWASSERSTOFFE

Lindan

Lindan + Promecarb

SYNTHETISCHE PYRETHROIDE

Cypermethrin

Im Gebiet der ehemaligen DDR dürfen zusätzlich noch bis zum Stichtag Mittel mit folgenden Wirkstoffen in den Verkehr gebracht werden

ORGANOPHOSPHOR-VERBINDUNGEN

Chlorfenvinphos

Parathion-methyl

CHLORIERTE KOHLENWASSERSTOFFE

Lindan

Endosulfan

SYNTHETISCHE PYRETHROIDE

Alphamethrin

Deltamethrin

ZINNORGANISCHE-VERBINDUNGEN

Tributylzinnoxid

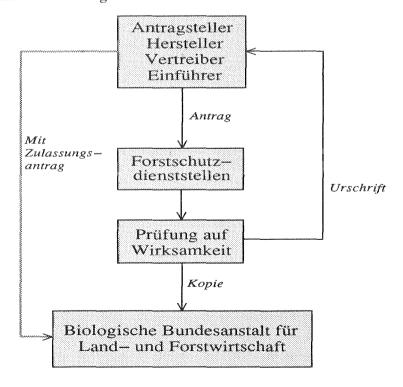
PRÜFUNG DER WIRKSAMKEIT VON PFLANZENSCHUTZMITTELN GEGEN BORKENKÄFER

Für eine hinreichende Wirksamkeit muß das Pflanzenschutzmittel durchschnittlichen Güteanforderungen genügen, d.h. es muß in der Lage sein, die zu bekämpfenden Borkenkäfer soweit zu vermindern, daß keine wirtschaftlichen Schäden entstehen. Der Nachweis ist ein absolutes Muß, denn ein nicht oder nicht genügend wirksames Pflanzenschutzmittel stellt eine unnötige Belastung der Umwelt dar. Die Wirksamkeitsprüfung wird in 3 Prüfbereiche unterteilt:

- Rinden- und holzbrütende Borkenkäfer,
 bei festgestellter Gefährdung [früher: vorbeugend]
- Rindenbrütende Borkenkäfer, Vorausflugbehandlung
- Holzbrütende Borkenkäfer, kurativ

Die "amtliche" Prüfung auf Wirksamkeit wird von den für den Forstschutz zuständigen Behörden oder Stellen der Länder gemäß der von der "Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik" herausgegebenen Richtlinie durchgeführt. Die Prüfstelle sendet dann den Versuchsbericht in Urschrift an den Antragsteller und in Kopie an die BBA, so daß die vom Antagsteller im Zulassungsverfahren eingereichten Prüfberichte verifiziert und negative Wirksamkeitsversuche der Biologischen Bundesanstalt nicht vorenthalten werden können [Abb. 2].

Abb. 2: Amtliche Prüfung der Wirksamkeit



Nach dem derzeitigen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis genügt ein Prüfmittel durchschnittlichen Güteanforderungen, wenn bei den Rindenbrütern ein Wirkungsgrad von 80 % und bei den Holzbrütern von 90 % erreicht wird.

LITERATUR

- (1) ADLUNG, K. G.; DEPPENMEIER, E.; KÖNIG, E.; NIEMEYER, H.; WIRTZ, W.; WULF, A. (1980): Richtlinie für die Prüfung von Insektiziden gegen rinden- und holzbrütende Borkenkäfer im Forst. Richtlinien für die Prüfung von Pflanzenschutzmitteln im Zulassungsverfahren, Teil II, 18-2.2, Saphir-Verlag, Ribbesbüttel.
- (2) AKADEMIE DER LANDWIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN DER DEUTSCHEN
 DEMOKRATISCHEN REPUBLIK (1988): Pflanzenschutz-Mittelverzeichnis der Deutschen Demokratischen Republik 1989/1990.
 Stand: März 1988.
 VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
- (3) AKADEMIE DER LANDWIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK (1989): 1. Nachtrag zum Pflanzenschutz-Mittelverzeichnis der Deutschen Demokratischen Republik 1989/1990. Stand: März 1989.

 VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
- (4) AKADEMIE DER LANDWIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK (1990): 2. Nachtrag zum Pflanzenschutz-Mittelverzeichnis der Deutschen Demokratischen Republik 1989/1990. Stand: März 1990.

 VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
- (5) BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1989): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis 1989/90. Teil 4: Forst. Pigge Lettershop GmbH, Braunschweig.
- (6) KOHSIEK, H. (1990): Authorization of Plant Protection Products in the Federal Republic of Germany. Gesunde Pflanzen, 42. Jahrg., Heft 8, S. 260 - 264.

- (7) MEIER, U. (1990): Prlanzenschutzmittel amtlich geprüft und zugelassen. Herausgegeben von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Referat für Presse und Information
- (8) MEIER, U. (1990): Was wird bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln geprüft und beachtet? TASPO-magazin, Heft-Nr. 7/1990, S. 21 - 23.
- (9) PRESSE- UND INFORMATIONSAMT DER BUNDESREGIERUNG (1990): Vertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik über die Herstellung der Einheit Deutschlands. Einigungsvertrag.
 Bulletin Nr. 104, 6. September 1990, S. 877 ff
- (10) ROTHERT, H.; BRASSE, D.; BODE, E. (1990): Abwägungs- und Entscheidungsprozesse bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln im Hinblick auf deren Auswirkungen auf die terrestrische Fauna. Gesunde Pflanzen, 42. Jahrg., Heft 1, S. 29 - 33.
- (11) WOLF, E. (1983): Die Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Heft 216, Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

R. Pfeil

Bundesgesundheitsamt, Abt. Pflanzenbehandlungs-, Schädlingsbekämpfungs- und Holzschutzmittel, Berlin

Gesundheitliche Bewertung der Wirkstoffe zur Borkenkäferbekämpfung

1. Einleitung

Zugelassene Wirkstoffe (Stand: 1990):

- -Cypermethrin
- -Lindan
- -Promecarb (nur in Kombination mit Lindan)

2. Toxikologische Daten

2.1 Cypermethrin

2.1.1 Chem. Bezeichnung

(RS)- α -Cyano-3-phenoxybenzyl-(1RS)-cis, trans-3-(2,2-dichlorvinyl)2,2-dimethylcyclopropancarboxylat

2.1.2 Chemische Gruppe

Synthetisches Pyrethroid

2.1.3 Wirkungstyp

Insektizid mit Berührungs- und Fraßgiftwirkung.

2.1.4 Bevorzugte Anwendung

Gegen beißende und saugende Insekten im Acker-, Gemüse- und Kartoffelbau. Gegen Virusvektoren an Kartoffeln. Gegen Blattläuse an Hopfen, <u>Borkenkäfer</u> im Forst, Ektoparasiten an Haustieren.

2.1.5 Aufnahme, Verteilung, Ausscheidung

Nach oraler Aufnahme wird Cypermethrin fast vollständig absorbiert, die dermale Absorptionsrate beim Menschen beträgt im Mittel ca. 50-70 % innerhalb von 4 h. Die Absorption wird durch die Anwesenheit von Lipiden verstärkt. Im Körper erfolgt eine Verteilung in alle Organe, die höchsten Konzentrationen treten in Fett, Haut, Leber und Nieren auf, während im Gehirn nur sehr geringe Konzentrationen zu finden sind. Die Ausscheidung erfolgt bis auf geringe Rest-

mengen innerhalb von 7 d zu etwa gleichen Anteilen über den Urin und die Faeces.

Cypermethrin wird, wie alle synthetischen Pyrethroide, durch Esterhydrolyse, Oxidation und Konjugation metabolisiert. Zunächst erfolgt die hydrolytische Spaltung der Esterbindung zu einem Cyclopropan-Carbonsäure-Rest und zu einem Phenoxybenzyl-Rest, und nach der Abspaltung von Cyanid (weitere Verstoffwechslung zu Thiocyanat) wird die 3-Phenoxybenzoesäure hauptsächlich als Glucuronid- und Glycin-Konjugat ausgeschieden. Der Cyclopropan-Carbonsäure-Anteil wird hauptsächlich als Glucuronid-Konjugat eliminiert, in geringen Maß findet auch eine Hydroxylierung der Methylgruppe statt.

2.1.7 Akute Toxizität

Wirkstoff

LD50, oral: 200-800 mg/kg Ratte
LD50, dermal: >16.000 mg/kg Ratte

Handelsprodukt (Ripcord 40; Wirkstoffgehalt 400 g/l)

LD50, oral: 242 mg/kg Ratte
LD50, dermal: >4000 mg/kg Ratte

Cis-Isomere

LD50, oral: 160-300 mg/kg Ratte

Trans-Isomere

LD560, oral: >2000 mg/kg Ratte

Vergiftungssymptome

Tier: Speicheln, Erbrechen, Ataxie, Zuckungen, Krämpfe.

Mensch: Zuckungen, Krämpfe.

2.1.8 Haut- und Augenreizung, Sensibilisierung

Wirkstoff

Hautreizwirkung: leicht reizend Kaninchen
Augenreizwirkung: reizend Kaninchen
Sensibilisierung: schwach sensibil. Meerschwein

Handelsprodukt (Ripcord 40, Wirkstoffgehalt 400 g/l)

Hautreizwirkung: nicht reizend Kaninchen Augenreizwirkung: reizend Kaninchen Sensibilisierung: richt sensibil. Meerschwein

2.1.9 Wirkungsmechanismus

Cypermethrin wirkt - wie alle synthetischen Pyrethroide als Nervengift. Hauptangriffspunkt im Nervensystem der Wirbeltiere sind die sog. Natrium-Kanäle in der Nervenmembran. Pyrethroide bewirken, daß die erhöhte Natrium-Permeabilität der Membran während der Erregung länger andauert, vermutlich indem sie die Schließung der Natrium-Kanäle in der Repolarisationsphase verzögern. Bei den Pyrethroiden ohne α -Cyano-Gruppe (Typ I) ist dieser modifizierte offene Zustand der Natrium-Kanäle von vergleichsweise kurzer Dauer, während er bei den Pyrethroiden mit α -Cyano-Gruppe (Typ II), wie z.B. Cypermethrin, vergleichsweise lange anhält. Die Reizung Pyrethroid-behandelter Sinnesorgane löst anstelle eines einzelnen Impulses (Aktionspotentials) repetitive Entladungen aus, die bei Typ I-Pyrethroiden aus relativ wenigen Impulsen, bei Typ II-Pyrethroiden jedoch aus Hunderten oder Tausenden von Impulsen bestehen. Typ I-Pyrethroide verursachen darüberhinaus in sensorischen Nerven und motorischen Nervenendigungen repetitive Entladungen, während Typ II-Pyrethroide eine Frequenz-abhängige, reversible Depression der Impulse in sensorischen Nervenfasern bewirken.

2.1.9 Chronische Toxizität, Karzinogenität

Langzeituntersuchungen wurden an Hunden, Ratten und Mäusen durchgeführt.

Klinische Befunde: bei hohen Dosierungen Körpergewicht vermindert, Tremor, Inkoordination, Ataxie, Krämpfe.

Zielorgane: Leber, Nieren, periphere Nerven, Blut.

Laborbefunde: Anämie; Harnstoff u. AP erhöht.

Organbefunde: Leber- und Nierengewicht erhöht. Zunahme des glatten endoplasmatischen Retikulums sowie Induktion mikrosomaler Enzyme in der Leber. Bei hohen Dosierungen degenerative Veränderungen in peripheren Nerven.

Keine Hinweise auf karzinogene Wirkung.

Dosis ohne Wirkung:

Hund: 300 ppm bzw. 7,5 mg/kg/d
Ratte: 150 ppm bzw. 7,5 mg/kg/d
Maus: 400 ppm bzw. 60 mg/kg/d

2.1.10 Neurotoxizität

Hohe orale Cypermethrin-Dosen, die im oder nahe dem letalen Bereich liegen, führten bei Ratten zu charakteristischen Bewegungsstörungen (Schwäche der Hinterextremitäten) und zu histopathologischen Veränderungen (Schwellung der Myelinscheiden und/oder Axonbrüche) an peripheren Nerven, vor allem an N. ischiadicus und N. tibialis.

Zur Abklärung der Befunde wurden von den Zulassungsbehörden spezielle Studien zur Neurotoxizität an verschiedenen Tierarten mit elektronenmikroskopischen, biochemischen und elektrophysiologischen Untersuchungsmethoden gefordert. Es zeigte sich, daß die oben genannten Veränderungen nur bei Ratten und Hamstern im Dosisbereich auftreten, der bereits zu Todesfällen führt. Der Grad der Veränderungen zeigte keinen Unterschied zwischen Einmalgabe und Mehrfachgabe, d.h. es handelt sich nicht um einen kumulativen Effekt. Darüberhinaus sind die Veränderungen deutlich weniger ausgeprägt als bei bekannten neurotoxischen Stoffen (z.B. Methylquecksilber-Chlorid). Nach Absetzen der Behandlung kam es auch bei Tieren mit schweren Symptomen innerhalb von 3-4 Wochen zu einer vollständigen funktionellen Wiederherstellung.

2.1.11 Mutagenität

Keine Hinweise auf gentoxische Wirkung in zahlreichen in vitro- und in vivo-Kurzzeittests.

2.1.12 Reproduktion, Teratogenität

Keine Hinweise auf Beeinträchtigung der Reproduktion oder auf fruchtschädigende Wirkung.

2.1.13 Hinweise für den Anwender

Bei der Anwendung Cypermethrin-haltiger Mittel im Obstbau (gegen beißende Insekten u. Spinnmilben) liegt die Anwendungskonzentration bei 0,05 % bis 0,1 % (Wirkstoffgehalt im Mittel: 100 g/l), so daß der Wirkstoffgehalt der Spritzbrühe nur 0,05 g/l bis 0,1 g/l beträgt, d.h. 10-40mal weniger als bei der Anwendung gegen Borkenkäfer.

Zugelassene Cypermethrin-haltige Mittel zur Borkenkäfer-Bekämpfung (Stand: 1989/90):

Mittel	Wirkstoff-	Anwendungs-	Wirkstoffgehalt								
	gehalt	konzentration	der Spritzbrühe								
	MA MANU COME MORE MORE HOUSE MODE AND	their make which state which state which state which state which with the	in this can the con the side with the sources were the pay can and and the								
Ripcord 40	400 g/l	0,25-0,5 %	1-2 g/l								

Erforderliche Schutzmaßnahmen bei der Anwendung Cypermethrin-haltiger Mittel gegen Borkenkäfer (nähere Spezifikation siehe Gebrauchsanleitung):

- a) Umgang mit dem unverdünnten Mittel: Schutzhandschuhe, Schutzanzug, Schutzbrille.
- b) Ausbringung des Mittels: Schutzhandschuhe, Schutzanzug, Atemschutz (partikelfiltrierende Halbmaske oder Halbmaske mit Partikelfilter).

2.1.14 Gesundheitliche Bewertung

Die Parästhesien (subjektive Mißempfindungen: Kribbeln, Taubheitsgefühl, Brennen), die in der Gesichtshaut von exponierten Personen bei der Anwendung von Cypermethrin beobachtet wurden, sind nach derzeitigem Erkenntnisstand eine Folge der repetitiven Entladungen in den sensorischen Nervenendigungen in der Haut. Nach Auffassung der Zulassungsbehörden sind diese Parästhesien rein lokale Effekte, die auftreten können, wenn die Pyrethroid-Konzentration auf der Haut eine bestimmte Schwelle überschreitet; es handelt sich jedoch keinesfalls um Anzeichen für eine systemische Intoxikation. Die Parästhesien sollten als frühzeitiges Warnsignal für eine vorliegende Exposition verstanden werden.

Um eine akute Gefährdung des Anwenders auszuschließen, muß die Resorption des Wirkstoffs durch geeignete Schutzmaßnahmen minimiert werden, so daß ein Übertritt des Wirkstoffs in die Blutbahn nicht stattfinden kann. Es ist in diesem Zusammenhang zu betonen, daß Cypermethrin bei oraler Aufnahme zu den weniger giftigen Insektiziden zählt; es ist jedoch hoch toxisch, wenn es in ausreichender Konzentration in das Nervensystem gelangt.

Die Frage, ob zwischen der Eigenschaft der Pyrethroide zur Induktion wiederholter Entladungen einerseits und der Nervenschädigung bei Ratten und Hamstern nach Gabe nahezu letaler Dosen andererseits ein kausaler Zusammenhang besteht, muß offen bleiben. Aufgrund der Kenntnisse über andere Stoffe mit der Eigenschaft zur Auslösung wiederholter Entladungen (wie z.B. DDT) ist ein solcher Zusammenhang jedoch als sehr unwahrscheinlich anzusehen.

ADI-Wert (WHO, 1981): 0,05 mg/kg/d Trinkwasser-Richtwert (DFG, 1990): 175 ug/l

2.2 Lindan

2.2.1 Chem. Bezeichnung

gamma-1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan

2.2.2 Chemische Gruppe

Chlorierter Kohlenwasserstoff

2.2.3 Wirkungstyp

Insektizid mit Fraßgift-, Atemgift- und Berührungsgift-Wirkung.

2.2.4 Bevorzugte Anwendung

Gegen beißende Insekten im Acker-, Gemüse-, Obst- und Zierpflanzenbau und im Forst (Rüsselkäfer, <u>Borkenkäfer</u>). Gegen Bodenschädlinge, Ameisen, Vorratsschädlinge in leeren Speichern. Gegen Ektoparasiten an Haustieren und beim Menschen.

2.2.5 Aufnahme, Verteilung, Ausscheidung

Nach oraler Aufnahme wird Lindan fast vollständig absorbiert, die dermale Absorption (in 24 h) schwankt zwischen 5-28 % bei Ratten und 27-56 % bei Kaninchen. Die Absorption wird durch die Anwesenheit von Lipiden verstärkt. Im Körper erfolgt eine Verteilung in alle Organe, die Hauptmenge findet sich bereits nach kurzer Zeit im Fettgewebe. Hier sowie in Haut und Muskulatur sind regelmäßig mehr als 75 % der im Organismus vorhandenen Rückstände anzutreffen. Die Ausscheidung erfolgt bis auf geringe Restmengen innerhalb von 72 h, und auch nach Langzeitapplikation wurden (bei einer Konzentration von 102 ppm bzw. 280 ppm im Fett) 1-2 Wochen nach Beendigung der Lindanzufuhr keine Rückstände mehr gefunden.

Lindan wird unter Halogen-Elimination zu ungesättigten Metaboliten wie Pentachlorcyclohexen und Trichlorbenzol sowie isomeren Trichlorphenolen abgebaut, die als freie Phenole im Urin gefunden wurden. Hauptausscheidungsprodukte sind jedoch wasserlösliche Glucuronsäure- und Schwefelsäurekonjugate, die mit dem Urin eliminiert werden.

2.2.6 Akute Toxizität

Wirkstoff

LD50 oral: 100 mg/kg Ratte
LD50 dermal: 500 mg/kg Ratte

Handelsprodukt (Nexit 1000 flüssig; Wirkstoffgehalt 1000 g/l)

LD50 oral: 276 mg/kg Ratte
LD50 dermal: 4681 mg/kg Ratte

Vergiftungssymptome

Tier: Erbrechen, Unruhe; bei schwerer Vergiftung Krämpfe. Mensch: Erbrechen, Unruhe; bei schwerer Vergiftung Krämpfe.

2.2.7 Haut- und Augenreizung, Sensibilisierung

Wirkstoff

Hautreizwirkung: nicht reizend Kaninchen Augenreizwirkung: nicht reizend Kaninchen Sensibilisierung: nicht sensibil. Meerschwein

Handelsprodukt (Nexit 1000 flüssig; Wirkstoffgehalt 1000 g/l)

Hautreizwirkung: nicht reizend Kaninchen Augenreizwirkung: nicht reizend Kaninchen Sensibilisierung: nicht sensibil. Meerschwein

2.2.8 Wirkungsmechanismus

Lindan wirkt - wie alle insektiziden Organochlorverbindungen - als Nervengift. Sie erzeugen an den Nervenmembranen in geringeren Konzentrationen Übererregbarkeit, in höheren Lähmung.

Eine Hypothese besagt, das Fremdstoffmolekül lagere sich so in die Lipidmembran ein, daß die für den Natrium-Einstrom vorgesehenen Öffnungen (sog. Natrium-Kanäle) am Wiederverschluß in der Repolarisationsphase gehindert würden (siehe Cypermethrin).

2.2.9 Akute Vergiftung

Die Toxizität von Lindan hängt wesentlich von Resorptionsbeeinflussenden Faktoren, Applikationsart und verwendeter Aufbereitung ab. Zubereitungen in Ölen und Fetten sind im allgemeinen toxischer als andere Formulierungen, am wenigsten wirksam ist der kristalline Wirkstoff. Auch die Konzentration der applizierten Aufbereitung beeinflußt die toxische Wirkung, wobei höhere Konzentrationen deutlich toxischer wirken.

Beim Menschen treten die Vergiftungserscheinungen - abhängig vom Applikationsweg sowie von der Zubereitung, der Konzentration und der Menge - wenige Minuten bis Stunden nach der Aufnahme ein. Bei leichteren Fällen finden sich meist

Unwohlsein, Übelkeit, Schwindelgefühl, motorische Unruhe, frontale Kopfschmerzen und Erbrechen. Bei schweren Vergiftungsfällen setzen nicht selten nach sehr kurzem Prodromalstadium (Vorläuferstadium) tonisch-klonische Krämpfe ein, die einige Minuten anhalten und sich über mehrere Stunden, selten Tage, wiederholen können.

2.2.10 Chronische Toxizität, Karzinogenität

Langzeituntersuchungen wurden an Hunden, Ratten und Mäusen durchgeführt.

Zielorgane: Leber, Nieren.

Laborbefunde: GPT, GOT und AP erhöht.

Organbefunde: Leber- und Nierengewicht erhöht. Hypertrophie der zentrilobulären Hepatozyten, Leberenzym-Induktion; Degeneration der Nieren-Tubuli, interstitielle Nephritis.

Lindan besitzt eine tumorpromovierende Wirkung: im Kurzzeitversuch an der Ratte erhöhte sich nach Initiierung mit N-Nitrosomorpholin die Anzahl enzymveränderter Foci in der Leber, welche als präneoplastische Veränderungen angesehen werden.

Keine Hinweise auf karzinogene Wirkung.

Dosis ohne Wirkung

Hund: 1,6 mg/kg/d (WHO, 1989)
Ratte: 10 ppm bzw. 0,75 mg/kg/d (WHO, 1989)
Ratte: 2 ppm bzw. 0,1 mg/kg/d (WHO, 1990)

2.2.11 Mutagenität

Keine Hinweise auf gentoxische Wirkung in zahlreichen in vitro- und in vivo-Kurzzeittests.

2.2.12 Reproduktion, Teratogenität

Keine Hinweise auf Beeinträchtigung der Reproduktion oder auf fruchtschädigende Wirkung.

2.2.13 Hinweise für den Anwender

Bei der Anwendung Lindan-haltiger Mittel im Obstbau (gegen beißende Insekten) liegt die Anwendungskonzentration vergleichbarer Präparate bei 0,02 % bis 0,05 %, so daß der Wirkstoffgehalt der Spritzbrühe nur 0,125 g/l bis 0,16 g/l beträgt, d.h. 20-25mal weniger als bei der Anwendung gegen Borkenkäfer.

Zugelassene Lindan-haltige Mittel zur Borkenkäfer-Bekämpfung (Stand: 1989/90):

Mittel	Wirkstoff-	Anwendungs-	Wirkstoffgehalt
	gehalt	konzentration	der Spritzbrühe
COURT COURT ACTION ACTI	DAY KNOT HOME GAVE DIESE AND THEIR HOME WHEN HOME HOME WHICH HE	terir selas esso latro sedo salar stani neuti sara dasa latra dani dani dasi estas basi dasa del	to their times find from Name and
AAlindan-flüssig	204 g/l	2 %	4 g/l
Basiment 450-Extra N	255 g/l	1 %	2,5 g/l
C-B-Ho Neu Emulsion	255 g/l	1 %	2,5 g/l
Eruzin stark 80	80 %	0,5 %	4 g/l
Nexit-flüssig	255 g/l	1 %	2,5 g/l
Nexit-stark	80 %	0,5 %	4 g/l
Verindal Ultra	80 %	0,5 %.	4 g/l

Erforderliche Schutzmaßnahmen bei der Anwendung Lindanhaltiger Mittel gegen Borkenkäfer (nähere Spezifikation siehe Gebrauchsanleitung):

- a) Umgang mit dem unverdünnten Mittel: Schutzhandschuhe, Schutzanzug, Atemschutz (bei pulverförmigen Mitteln).
- b) Ausbringung des Mittels: Schutzhandschuhe, Schutzanzug.

2.2.14 Gesundheitliche Bewertung

Lindan wird auch als Arzneimittel-Wirkstoff gegen Ektoparasiten (Läuse, Milben) eingesetzt. Die zugelassenen Fertigarzneimittel zur Anwendung beim Menschen enthalten 0,3 % Lindan (0,3 g Lindan pro 100 g). Das Mittel muß an 3 aufeinanderfolgenden Abenden angewendet und am darauffolgenden Morgen abgewaschen werden, wobei die Emulsion am ganzen Körper einzureiben ist.

Die Spritzflüssigkeit zur Borkenkäferbekämpfung enthält etwa die gleiche Konzentration an Wirkstoff (0,25-0,4 % Lindan) wie die zugelassenen Fertigarzneimittel. Schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit des Anwenders sind somit nicht zu befürchten, wenn Lindan-haltige Pflanzenschutzmittel bestimmungsgemäß und sachgerecht angewendet werden.

ADI-Wert	(WHO,	1975, 1977):	0,01	mg/kg/d
ADI-Wert	(WHO,	1989):	0,008	mg/kg/d
ADI-Wert	(WHO,	1990; Entwurf):	0,001	mg/kg/d

Trinkwasser-Richtwert (WHO, 1984): 3,0 ug/1 Trinkwasser-Richtwert (WHO, 1990; Entwurf): 0,3 ug/1 Vergleich der akuten Toxizität einiger Insektizidwirkstoffe, die in der Forstwirtschaft angewendet werden; Einstufung der Wirkstoffe nach ChemG Gefährlichkeitsmerkmale-V.

where your same favor opins of the property of the control opins of the control opins of the control opins opins of the control opins opin	THE RESIDENCE AND ADDRESS OF THE PROPERTY OF T	na social contro-option visicol estado sistema social estado contro contro como sulma subseix visicas. Os sirvetes destars observa sistema estado estado como comencia destado, subseix estados cuandos como como como
Wirkstoff	LD50 (mg/kg)	Einstufung
	Ratte, oral	
And Annual States (Add States	Belgion Vanish Homes Bright Hills (1986) Tolkkin bedalan belgion Halling Segara Helion Halling Segara (1986) Halling Segara Halling Segara (1986) Halling	er vallen felter deller heller delete delete delete ellete bliget delete sellet kinde kinde kinde kinde kinde i I tradit office delete delete verte delete kinde bliget delete sellet sellet sellet minde verde feltat intere
Parathion	2	sehr giftig
Azinphos-methyl	10	sehr giftig
ans was not can bee the the stee and the tell tell	enitor halasi nance entone entone entone entone entone entone senter denore denore denore sente con entone con	to carrie claim cocce emple econe econe social cocce econe cocce c
Promecarb	70	giftig
Lindan	100	giftig
THE THE NAME WAS CARD CARD CARD CARD CARD CARD CARD CARD	MANY MENN MENN WEST WEST SEEN MEST SEEN MENS SEEN MENN SEEN MENN SEEN MENN MEN	e rities abbs toles while video abbs abbs reter seen video video video codo codo codo
Cypermethrin	200-800	mindergiftig
Trichlorfon	250	mindergiftig
MATER WATER COOK CHANNE WATER CHANNE CHANNE CHANNE CHANNE CHANNE COOK COOK COOK COOK COOK COOK COOK COO	vaster basin vallen vallen staten staten etten vallen etten vallen etten tillen avstan hanse hanse hanse hanse vallen ette	w senso water within sensor enters where states datas action datas claim claim claim.
Permethrin	3500-4000	eess ease eess
Tetrachlorvinfos	4500	4650 4500 6550
		er storak teritor sanisis tirinar nervan stadat ustaan usaare saanse aadaa wadan saanse dadaga wagaya. M serban abastu dabah sipala usaan ayaan aadaa aajaan aayay saanse dadaga saanse dadaga wagaya saanse dadaga b

Vergleich der ADI-(Acceptable Daily Intake-)Werte einiger Insektizidwirkstoffe, die in der Forstwirtschaft angewendet werden

polyer incline Materia materia, antiche materia materia transan schare transan under materia materia ministra under ordere processo scharica financia materia	AND THE PARTY OF T
Wirkstoff	ADI-Wert (mg/kg/d)
EZEC COLD COLD COLD COLD COLD COLD COLD COL	tank water open made mink nimer einer ernet seiner oller water mink ernet stader omme sonde dette miner open dette eines soller dette
Lindan (Entwurf)	0,001
Azinphos-methyl	0,0025
Parathion	0,005
Lindan	0,008
Trichlorfon	0,01
Cypermethrin	0,05
Permethrin	0,05
Promecarb	0,05*

^{*}ADI-Wert des BGA; alle anderen Werte wurden von der FAO/WHO festgelegt.

Literatur

- DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft/Arbeitsgruppen Analytik, Phytomedizin und Toxikologie): Pflanzenschutzmittel im Trinkwasser: Analytik, toxikologische Beurteilung und Strategien zur Minimierung des Eintrages. Mitteilung XVI der Kommission für Pflanzenschutz-, Pflanzenbehandlungs- und Vorratsschutzmittel. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1990.
- FAO/WHO (Joint meeting of the FAO panel of experts on pesticide residues in food and the environment and the WHO expert group on pesticide residues): Pesticide residues in food: 1963/64-1989 evaluations. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1964-1990.
- IVA; Industrieverband Agrar e.V. (Hrsg.): Wirkstoffe in Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln: physikalischchemische und toxikologische Daten; 2. Aufl. BLV Verlagsgesellschaft, München, Wien, Zürich, 1990.
- Leahey, J.P. (ed.): The pyrethroid insecticides. Taylor & Francis, London, Philadelphia, 1985.
- Perkow, W.: Wirksubstanzen der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel; 2. Aufl. Parey, Berlin, Hamburg, 1988.
- Ulmann, E. (Hrsg.): Lindan: Monographie eines insektiziden Wirkstoffs. Schillinger, Freiburg, 1973.
- WHO Task Group Meeting on Environmental Health Criteria: Cypermethrin. Environmental Health Criteria 82. World Health Organization, Geneva, 1989.
- WHO/IPCS (International Programme on Chemical Safety): Revision of the WHO guidelines for drinking-water quality. Internal Technical Report (PCS/90.28). World Health Organization, Geneva, 1990.

U. Wilhelm
Shell Agrar, Ingelheim

Aspekte der chemischen Borkenkäferbekämpfung aus der Sicht der Pflanzenschutzmittelhersteller

Der Einsatz chemischer Präparate im Rahmen der Borkenkäferbekämpfung erfolgt ausschließlich an bereits geschlagenem, noch im Walde lagerndem Holz. Der Schutz vor Befall wird erforderlich, wenn befallsdisponiertes Holz zu Zeiten des Käferfluges im Wald gelagert werden muß.

Schätzungsweise 85 % dieser Anwendungen dienen der Befallsvorbeugung durch den Nutzholzborkenkäfer, weitere 15 % aller Anwendungen sind gegen den Befall durch rindenbrütende Käferarten gerichtet. Dementsprechend erfolgt die Anwendung überwiegend vorbeugend (gegen Nutzholzborkenkäfer), die Behandlung wird spätestens vorgenommen, wenn erste Anzeichen des Befalls erkennbar sind.

Die Anwendungen haben den Werterhalt des Holzes zum Ziel (Nutzholzborkenkäfer) – für befallenes Holz werden vom Käufer niedrigere Gebote, bei Holzüberangebot praktisch keine Gebote gemacht. Anwendungen gegen rindenbrütende Käferarten zielen hingegen darauf hin, eine erhöhte Bestandsgefährdung (nachfolgend Stehendbefall) zu vermeiden.

Um die genannten Ziele zu erreichen, wird von den verwendeten Produkten extrem hohe Wirkungssicherheit und überaus lange Wirkungsdauer verlangt. Derzeit werden im Gebiet der ehemaligen BRD fast ausschließlich Präparate mit dem Wirkstoff Cypermethrin, insbesondere Ripcord 40 eingesetzt. Die Erfahrungen der Praxis bestätigen, daß bei sachgerechter Anwendung damit das Ziel der Anwendung zuverlässig erreicht wird. Werden die vorgegebenen Anwendungsvorschriften eingehalten, so ist mit der Anwendung auch kein unverhältnismäßig hohes Risiko für Mensch, Natur und Umwelt verbunden.

Bei der Bewertung möglicher negativer Auswirkungen der Anwendungen auf das Ökosystem kommt der Tatsache große Bedeutung zu, daß nur sehr geringe Anteile der Gesamtwaldfläche hiervon betroffen werden. Aus dem durchschnittlichen jährlichen Holzeinschlag von ca. 4 Fm je Hektar Waldfläche, der hierfür erforderlichen Lagerfläche und einem Anteil behandelten Holzes von 10 - 20 % des gesamten Einschlages, ergibt sich, daß nur 0,05 - 0,1 % der Gesamtwaldfläche den Belastungen einer Behandlung ausgesetzt werden. Die Anwendung führt daher nur zu ausgesprochen kleinräumigen, punktuellen Belastungen.

Soweit sich die erforderliche Schutzdauer für den Einzelfall zuverlässig abschätzen läßt, kann die Anwendungskonzentration hierauf abgestimmt werden. Nach eigenen Erfahrungen beträgt bei vorbeugender Anwendung von Ripcord 40 die Schutzdauer

- 8 Wochen bei 0,1 %iger Anwendung
- 12 Wochen bei 0,25 %iger Anwendung
- 24 Wochen bei 0,5 %iger Anwendung

Damit ist dem Anwender die Möglichkeit gegeben, die im Einzelfall kostengünstigste und umweltschonendste Anwendungsintensität zu wählen.

Die bei der Borkenkäferbekämpfung jährlich eingesetzten Präparatemengen zeigten eine deutliche Steigerung in den Jahren 1984 und 1985, ausgelöst durch verstärktes Schädlingsauftreten in der Folge des Trockenjahres 1983 und gleichzeitiger reqionaler Windbruchschäden im Jahr 1984. In den Jahren 1986 bis 1989 ist eine deutlich abnehmende Tendenz als Folge relativ ausgeglichener Angebots- und Nachfrageverhältnisse auf Holzmarkt festzustellen, d.h. die Notwendigkeit Holz zu lagern und vor Befall zu schützen war deutlich geringer. Ausgelöst durch die katastrophalen Windbrüche im Winter 1989/1990 mußten weit über das normale Maß hinausgehende Mengen gelagert und behandelt werden, was auch die Produktionsfrage stark ansteiließ. Bei zu erwartenden ausgeglichenen Angebots-Nachfrageverhältnissen wird sich die Anwendung sicher wieder reduzieren auf das Niveau der Jahre 1986 bis 1989.

D. Brasse

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Fachgruppe für zoologische Mittelprüfung

ZUR AUSWIRKUNG VON PFLANZENSCHUTZMITTELN AUF NUTZORGANISMEN

Nach fast zwanzigjähriger Entwicklungsarbeit wurde die Prüfung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Nutzorganismen als obligatorischer Bestandteil in das Zulassungsverfahren eingeführt. Die Einzelheiten des Verfahrens und seiner Einführung sind an anderer Stelle eingehend beschrieben worden (Brasse 1990).

Es müssen für jeden Antrag eines Pflanzenschutzmittels auf erstmalige und erneute Zulassung entsprechend den Bestimmungen der Pflanzenschutzmittelverordnung (§ 1 (2) 2 j) Versuchsberichte zur Auswirkung auf "mehrere andere Nutzarthropoden" vorgelegt werden bzw. es muß im Zulassungsantrag plausibel begründet werden, weshalb derartige Ergebnisse nicht vorgelegt wurden.

Die Durchführung von Prüfungen ist immer dann erforderlich, wenn bei der praktischen Anwendung des Mittels Nutzorganismen mit diesem in Kontakt kommen können. Nicht erforderlich ist eine Prüfung dann, wenn aufgrund der für die Zulassung beantragten Anwendung des Mittels eine Gefährdung von Nutzorganismen nicht gegeben ist. Dies ist z. B. der Fall bei der Anwendung von Vorratsschutz-, Wildverbiß-, Beiz- und Inkrustierungsmitteln, rodentiziden Ködermitteln, Präparaten zur Vogelabwehr, Mitteln, die nur in Wohn- und Büroräumen angewandt werden, sowie bei Präparaten zur Tauch- und Streichbehandlung.

Grundlage der Prüfungen sind die für dieses Prüfgebiet von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) und der IOBC-Arbeitsgruppe "Pesticides and Beneficial Organisms" herausgegebenen Richtlinien und Prüfmethoden (IOBC = International Organization for Biological Control). Die Prüfungen können z. Z. mit ca. 20 verschiedenen Nützlingsarten durchgeführt werden.

Für die meisten Arten stehen bisher jedoch lediglich LaborPrüfmethoden zur Verfügung und für wenige Bereiche wurden Freilandmethoden entwickelt. Es ist vorgesehen, die Prüfungen in
drei Stufen (Labor - Halbfreiland - Freiland) durchzuführen.
Die Prüfungen sollen in der Regel mit der Laborprüfung beginnen, da diese relativ einfach durchführbar und kostengünstig
sind. Da Laborprüfungen aber nur Aussagen zur Toxizität eines
Mittels gegenüber der geprüften Art zulassen, ist vorgesehen,
die Prüfungen dann im Halbfreiland- bzw. Freilandversuch fortzusetzen, wenn sich im Laborversuch eine toxische Wirkung
gezeigt hat. Erst die praxisnahen Halbfreiland- und Freilandversuche lassen eine Aussage zum Gefährdungspotential eines
Mittels zu.

Der ersten tabellarischen Übersicht sind die meisten der z. Z. prüfbaren Nützlingsarten zu entnehmen. Die Nennung eines Nützlings für eine der aufgeführten Kulturen (x) bedeutet jedoch nicht, daß diese Art in der Kultur in jedem Fall eine besondere ökologische oder ökonomische Bedeutung hat. Die Markierung deutet lediglich an, daß diese Art zur Prüfung herangezogen werden kann, wenn vom Antragsteller die Anwendung seines Mittels in der entsprechenden Kultur beantragt wird. Auf diese Weise soll dem Antragsteller eine für seinen Zulassungsantrag sinnvolle Auswahl von Prüfobjekten ermöglicht werden, da nicht für jede Kultur die relevanten Nützlingsarten zur Verfügung stehen. Am Beispiel der Borkenkäfer-Bekämpfung im Forst soll dies erläutert werden: Der bedeutendste Antagonist der Borkenkäfer unserer Nadelwälder ist der zur Familie Cleridae gehörende Ameisenbuntkäfer, Thanasimus (= Clerus) formicarius L.

	Sc	อกะ	st:	ige)		ost-		Ge	mÜ	se	ba	U		A	ck	er	ba	U	2
Unter-Glas-Anbau	<u>Zier</u> pflanzen	Wiesen und Weiden	Forst	Hopfen	Weinrebe	Beerenobst	Kern-, Steinobst	Spargel, Zwiebeln		Möhren, Sellerie	Kohlarten	i	Gurken, Tomaten	Ackerbohne	Raps	Rüben	Kartoffeln	Mais	Getreide	Nützlinge Kulturen
		×						×	×	×	×	×			×	×				Aleochara bilineata
				×		×	×													Amblyseius potentillae
	×					×	×						×							Anthocoris nemoralis
													×							Aphidius matricariae
		×	×			×	×	×	×	×	×	×			×					Bembidion lampros
																				Chiracanthium mildei
×				×		×	×				×	×		×		×	×	×	×	Chrysoperla carnea
×				×		×	×				×	×		×		×	×	×	×	Coccinella 7-punctata
×			×		×	×	×				×	×								Coccygomimus turionellae
			×			×	×					×								Drino inconspicua
×	×							×	×	×	×	×	×	×			×		×	Diaeretiella rapae
×																				Encarsia formosa
		×	×			×	×	×	×	×	×	×		×						Lepthyphantes tenuis
																×				Opius sp.
								×	×	×	×	×			×	×				Phygadeuon trichops
×																				Phytoseiulus persimilis
		×	×												×	×	×	×	×	Poecilus cupreus
																				Semiadalia 11-notata
×				×		×	×				×	×		×		×	×	×	×	Syrphus corollae
×			×		×		×				×				×			×		Trichogramma cacoeciae
					×	×	×													Typhlodromus pyri

Eine Methode zur Prüfung der Auswirkung von Pflanzenschutzmitteln auf T. formicarius existiert bisher nicht. Es ist deshalb naheliegend – wenn auch unter dem Vorbehalt, daß nicht einmal die Prüfungsergebnisse innerhalb einer Gattung von einer Art auf eine andere immer mit Sicherheit übertragen werden können – zur Abschätzung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf diesen Nützling die vorliegenden Ergebnisse aus der Prüfung an den nächstverwandten Prüfarten heranzuziehen, in diesem Fall die Laufkäferarten Bembidion lampros und Poecilus cupreus.

Die Bewertung der Prüfungsergebnisse findet z. Z. noch nach dem von der IOBC-Arbeitsgruppe "Pesticides and Beneficial Organisms" festgelegten Schema statt. Dieses sieht jeweils vier Bewertungskategorien in den einzelnen Prüfstufen vor und gibt in % die gemessene Minderung der Nutzleistung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle an.

Laborprüfungen:

Halbfreiland- und Freilandprüfungen

1 =unschädlich (< 50 %) 1 =unschädlich (< 25 %)

2 = schwach schädtigend (50 - 79 %) 2 = schwach schädtigend (25 - 50 %)

3 = mittelstark schädigend (80 - 99 %) 3 = mittelstark schädigend (50 - 75%)

4 = stark schädigend (> 99 %) 4 = stark schädigend (75 - 100 %)

Aus der Sicht der Zulassungsbehörde ist die Einteilung in vier Bewertungskategorien und die prozentuale Aufteilung der vier Kategorien bei der Laborprüfung nicht praktikabel und sollte überarbeitet werden. Erste Schritte dazu sind in der IOBC eingeleitet worden.

Die in der zweiten tabellarischen Übersicht angegebenen Wertzahlen beziehen sich auf die angegebenen Prozentzahlen der IOBC. In einigen Fällen sind zwei Wertzahlen für die Einstufung angegeben. Hier resultiert die höhere Zahl (= ungünstigere Einstufung) aus der Prüfung an einem empfindlichen, die niedrigere Zahl (= günstigere Einstufung) aus der Prüfung an einem robusten Entwicklungsstadium des Prüfobjektes. In der letzten Spalte ist die Einstufung der Mittel hinsichtlich ihrer Wirkung auf

Nützling Wirkstoff (Präparat)	Aphidius	Aleochara	Anthocoris	Bembidion	Chrysopa	Coccinella	Coccygomimus	Drino	Encarsia	Harpalus	Lepthyphantes	Phygadeuon	Poecilus	Raubmilben	Syrphus	Trichogramma	Bienen
Chlorfenvinphos	3/ 4	_	4	1	1	1	4		1/	-	-	2	1	4	_	4	B2
Cypermethrin	4	ion.	4	2	2	1/	4	_	4	_	-	4	1	4	4	4	B1
Deltamethrin	_	4	4	2	3	4	1	4	4	-	4	4	1	4	4	2/ 4	B2
Endosulfan	-	1	3	1	1	1	_	AGGA	1/4	1	-	4	1	1	4	3	B4
Lindan	eu	gión	400	4	1	3/ 4	4	***	1/4	MAA.	-	3/	4	1/2	-	3/ 4	B1
Parathion	_		409-	4	4	4	4	-	4	4		-	4	4	4	4	B1

Tabelle 2: Einstufung der für die Borkenkäferbekämpfung zugelassenen Pflanzenschutzmittel hinsichtlich der Auswirkung auf Nützlinge und Bienen. Genannt sind nur die Wirkstoffe geprüfter Präparate, die nicht in allen Fällen identisch sind mit den für den Bekämpfungszweck zugelassenen Mitteln.

die Honigbiene angegeben, die im Gegensatz zu den Nützlingsprüfungen auf praxisnahen Halbfreiland- und Freilandprüfungen
beruht (B 1 = bienengefährlich, B 2 = bienengefährlich, ausgenommen bei Anwendung nach dem täglichen Bienenflug bis
23.00 Uhr, B 4 = nicht bienengefährlich). In die Darstellung
wurden nicht allein die aus dem oben dargelegten Grunde interessierenden Carabiden-Arten einbezogen, sondern auch alle übrigen in der BBA vorliegenden Daten aus der Prüfung an anderen
Nützlingen.

Für das alte Gebiet der Bundesrepublik Deutschland sind Produkte mit den Wirkstoffen Cypermethrin, Lindan und der Wirkstoffkombination Lindan und Promecarb zur Borkenkäferbekämpfung zugelassen. Für die Wirkstoffkombination Lindan und Promecarb liegen keine Ergebnisse zur Auswirkung auf Nützlinge vor. Für das Gebiet der ehemaligen DDR sind Produkte mit den Wirkstoffen Alphamethrin, Chlorfenvinphos, Deltamethrin, Endosulfan, Lindan, Parathion und Tributylzinnoxid zur Borkenkäferbekämpfung zugelassen. Für die Wirkstoffe Alphamethrin und Tributylzinnoxid liegen keine Angaben zur Auswirkung auf Nützlinge vor.

Abschließend wird darauf hingewiesen, daß die angegebenen Einstufungen in den allermeisten Fällen auf den Ergebnissen von Laborprüfungen basieren. Bei einer Fortführung der Prüfungen im Halbfreiland bzw. Freiland kann demzufolge damit gerechnet werden, daß in Einzelfällen die Einstufung in eine bessere Kategorie möglich wird, da sich die im Labor festgestellte Toxizität eines Mittels gegenüber einem bestimmten Organismus im Freiland bei der praktischen Anwendung nicht unbedingt als Gefährdung auswirken muß.

Literatur:

Brasse, D., 1990: Einführung der obligatorischen Prüfung der Auswirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Nutzorganismen in das Zulassungsverfahren, Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 42 (6) 81 - 86.

Hassan, S. A., u. a., 1985: Standard methods to test side-effects of pesticides on natural enemies of insects and mites developed by the IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms" EPPO Bull. <u>15</u>, 214 - 255. Christine Kokta

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Fachgruppe für Zoologische Mittelprüfung

Prüfung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Bodenfauna im Zulassungsverfahren

1. Einleitung

Im Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen vom 15.9.1986 ist die Prüfung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf den Naturhaushalt vorgesehen. Der Boden mit seiner Vielzahl an Organismen stellt einen wichtigen Teilbereich des Naturhaushalts dar. Daher wird im Zulassungsverfahren eine Aussage über die Auswirkungen eines Pflanzenschutzmittels auf die Bodenfauna verlangt.

2. Auswahl der Prüforganismen

Zur Fauna des Bodens zählt eine Vielzahl von Organismen, die unterschiedlichen systematischen Gruppen angehören. Oft wird die Bodenfauna nach funktionellen Gesichtspunkten in Primärund Sekundärzersetzer unterteilt oder auch nach der Körpergröße in Mikro-, Meso- und Makrofauna.

Aufgrund ihrer bodenbiologischen Bedeutung wurden zunächst die Regenwürmer als Vertreter der Primärzersetzer im Rahmen der Zulassungsprüfungen als Prüforganismen ausgewählt. Die überschaubare Artenzahl von ca. 40 Arten im nördlichen Mitteleuropa (DUNGER, 1983) läßt im Gegensatz zu sehr artenreichen Tiergruppen eine Übertragbarkeit der Ergebnisse von einzelnen geprüften Arten auf andere Arten eher möglich erscheinen.

3. Regenwurmprüfung

Alle Pflanzenschutzmittel, bei denen ein Kontakt mit der Bodenfauna möglich ist, sind einer Prüfung an Regenwürmern zu unterziehen, so auch Mittel zur Borkenkäferbekämpfung. In einer ersten Prüfstufe ist eine Untersuchung der akuten Toxizität erforderlich. Grundlage ist ein Test am Kompostwurm Eisenia foetida (Sav.) über einen Zeitraum von 14 Tagen nach der OECD-Richtlinie Nr. 207 (ANONYMOUS, 1984). Die Prüfung erfolgt in einem künstlichen Substrat aus Torf, Quarzsand, Kaolin und Kalk. Das zu untersuchende Pflanzenschutzmittel wird in das Substrat eingemischt (Tab. 1).

Bisher ist es nicht gelungen, den Kompostwurm durch Arten zu ersetzen, die auf unseren Kulturflächen vorkommen. Die Zucht dieser Arten ist unter anderem aufgrund ihrer relativ langen Generationszeit nach wie vor problematisch. Man geht jedoch davon aus, daß mit geeigneten Sicherheitsfaktoren eine Übertragung der Ergebnisse von Eisenia foetida auf andere Arten möglich ist. Über Unterschiede in der Empfindlichkeit einzelner Arten liegen Untersuchungen vor (z.B. HAQUE & EBING, 1983).

Wenn ein Pflanzenschutzmittel sich in der ersten Prüfstufe als toxisch für Regenwürmer erweist, werden weitere Untersuchungen erforderlich, die auch andere Prüfparameter einbeziehen. Um Aussagen über nicht letale Auswirkungen auf Regenwürmer machen zu können, wird bei der Biologischen Bundesanstalt an der Erstellung eines weiteren Labortests gearbeitet. Dieser soll nach Möglichkeit auch Auswirkungen auf die Reproduktion bei Einsatz praxisrelevanter Konzentrationen des Pflanzenschutzmittels aufzeigen können (Tab. 2). Aufgrund seiner relativ kurzen Generationszeit ist der Kompostwurm Eisenia foetida eine geeignete Art für einen solchen Test.

Auch andere Labor- oder Halbfreilandtests, die jedoch meist mit im Freiland gesammelten Tieren arbeiten, sind auf dieser Stufe einsetzbar. Als letzte Prüfstufe ist für Mittel, die sich in Labor- und möglicherweise Halbfreilandversuchen als toxisch erweisen oder aus diesen Versuchen nicht abschließend beurteilt werden können, eine Freilandprüfung vorgesehen (Tab. 1). In der Regel sollte ein Freilandversuch auf solchen Flächen angelegt werden, auf denen das Mittel in der Praxis eingesetzt werden wird. Viele landwirtschaftlich genutzte Flächen haben jedoch einen sehr geringen Besatz an Regenwürmern und ein verarmtes Artenspektrum, so daß in der Regel Grünlandflächen als Probeflächen ein umfassenderes Datenmaterial liefern können. In der Freilandprüfung werden die Auswirkungen eines Mittels auf Abundanz und Biomasse verschiedener Regenwurmarten über einen Zeitraum von einem Jahr untersucht.

Tab 1: Untersuchung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Regenwürmer

gain dans gans sent eine sent gan dan sent eine felte	AKUTE TOXIZITÄT	SUBLETALE AUSWIRKUNGEN	FREILANDTEST
REGENWURMART	Eisenia foetida (Kompostwurm)	Eisenia foetida (Kompostwurm)	Arten der Kulturland- schaft
SUBSTRAT/ STANDORT	künstlicher Boden	künstlicher Boden	Grünland
APPLIKATION DES MITTELS	gleichmäßige Einmischung in den Boden	praxisnah	praxisnah
DOSIERUNG DES MITTELS	bis 1000 mg/kg	praxisübliche und 5-fache Dosierung	praxisübliche und 4-fache Dosierung
VERSUCHSDAUER	2 Wochen	10 Wochen	1 Jahr
PRÜFPARAMETER	Mortalität Gewicht	Reproduktions- erfolg Gewicht	Abundanz Biomasse Verhältnis juvenile/ adulte Tiere

4. Umsetzung der Ergebnisse aus der Regenwurmprüfung

Unter Berücksichtigung der beantragten Aufwandmenge des Mittels, des Pflanzenbestandes zum Zeitpunkt der Applikation, der Anzahl der Anwendungen und der Persistenz eines Mittels wird abgeschätzt, welchen Konzentrationen die Tiere im Boden ausgesetzt sein können. Hierbei wird auch die unterschiedliche Exposition verschiedener Lebensformtypen der Regenwürmer berücksichtigt. Erreicht die Toxizität eines Mittels in Relation zur Exposition einen bestimmten Wert, muß das Mittel weiter untersucht werden.

Pflanzenschutzmittel, die sich nach dem beschriebenen Prüfablauf als schädlich für Regenwürmer herausstellen, sollen durch einen Hinweis auf der Verpackung gekennzeichnet werden. In der Regel wird eine solche Kennzeichnung nach einer Freilandprüfung erfolgen. Gleichzeitig sollten alle Möglichkeiten in Betracht gezogen werden, die geeignet sind, die Exposition der Tiere zu verringern. So ist zum Beispiel eine punktuelle Ausbringung eines Mittels in jedem Fall günstiger zu beurteilen als eine flächige Ausbringung.

5. Prüfung von Bodenorganismen aus der Gruppe der Sekundärzersetzer

Es besteht prinzipiell die Möglichkeit, einzelne Arten aus der Gruppe der Sekundärzersetzer (z.B. Collembola, Acari) hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegenüber Pflanzenschutzmitteln zu testen. Es stellt sich jedoch die Frage, wie sinnvoll solche Einzelartprüfungen an Vertretern sehr artenreicher Tiergruppen sind. Zur Zeit wird geprüft, ob der Streuabbau, als Summenparameter mit der sogenannten 'litterbag'-Methode erfaßt, eine geeignete Untersuchungsmethode für Agrarflächen darstellt. Die Anwendung dieses Tests auf Agrarflächen, wo ein Großteil aller Pflanzenschutzmittel eingesetzt wird, erscheint nach bisherigen Erkenntnissen nicht ohne weiteres möglich. Jedoch ist aus vielen Versuchen im Wald bekannt, daß hier die Untersuchung des Abbau von Laubstreu wesentliche Informationen über eine eventuelle Beeinträchtigung der Bodenbiozönose liefern kann.

6. Literatur

- ANONYMOUS, 1984: OECD Guideline for testing of chemicals No. 207.- Earthworm, acute toxicity test. 4 April 1984.
- DUNGER, W., 1983: Tiere im Boden. Die neue Brehm-Bücherei 327.
- HAQUE; A. & EBING, W., 1983: Toxicity determination of pesticides to earthworms in the soil substrate. Z.

 Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, 90, 395-408.

Werner Funke

Abteilung Ökologie und Morphologie der Tiere Universität Ulm

Auswirkungen von Cypermethrin auf Bodentiere

1. Einleitung

Nach der Sturmkatastrophe, die Ende Februar/Anfang März 1990 vor allem in weiten Teilen Süddeutschlands schwere Waldschäden hervorgerufen hat, ist in den nächsten Jahren mit einer starken Vermehrung von Borkenkäfern zu rechnen. Zu ihrer Bekämpfung hat sich neben dem lindanhaltigen Nexit in neuerer Zeit vor allem das synthetische Pyrethroid Cypermethrin unter dem Handelsnamen Ripcord weltweit bewährt. Für Bodentiere soll diese Substanz unschädlich sein (Schollmeyer u. Wilhelm 1984; Wulf 1985) bzw. "nur kurzfristige Veränderungen der Arthropodenzönosen hervorrufen". Sie soll nicht in den Boden eindringen und auf der Bodenoberfläche schnell abgebaut werden (Paulus 1989).* Einige zufällige Beobachtungen z.B. über das Massensterben von Raubarthropoden entlang einer Waldstraβe, an der Ripcord eingesetzt worden war, wiesen in eine andere Richtung. Sie führten zu einem Forschungsprojekt, das zwischen 1985 und 1989 teilweise von den Firmen Celamerck/Shell Agrar, Ingelheim gefördert wurde.

Im Mittelpunkt der Untersuchungen stand zunächst die Frage nach der Breitenwirksamkeit von Cypermethrin. Daneben ging es auch um die Frage nach den Dosis-Wirkungsbeziehungen und um Vergleiche mit anderen Pflanzenschutzmitteln.

Die Untersuchungen wurden vor allem von meinen Mitarbeitern G. Schmitt (1989) und J. Vogel (1989) durchgeführt. Sie sind inzwischen an verschiedenen Stellen publiziert (Funke 1986, 1987, 1990; Schmitt et al. 1989 a,b; Vogel et al.1989). Über Auswirkungen auf Enchyträen, Nematoden und Protozoen berichten Jans und Funke (1989), Ratajczak (1989) und Wanner (1989).

2. Untersuchungsgebiet, Arbeitsmethoden, Tiermaterial

Die Untersuchungen wurden in einem ca. 70-jährigen Fichtenforst in unmittelbarer Nähe der Universität Ulm durchgeführt (Funke 1986).

Zur Erfassung epigäischer Arthropoden mit bodenlebenden Entwicklungsstadien dienten Boden-Photoeklektoren (Funke 1971, 1986) von $0.2~\text{m}^2$ Grundfläche (Abb.1). Die Eklektoren wurden bis in den Mineralboden (ca. 5 cm tief) eingegraben. Aus- und Einwanderungen von Arthropoden (am Boden) waren ausgeschlossen. Zur besseren Durchlüftung (und zur Verhinderung übermäßiger Verpilzung der Streu) waren die Eklektoren mit seitlichen Gazefenstern versehen (Maschenweite der Gaze 1985–250 μm , ab 1986–80 μm). Die Fangdosen enthielten zum Abtöten der erfaßten Arthropoden ein Fixiermittel (2000 cm³ Pikrinsäure, 15 cm³ HNO₃ und einige Tropfen eines Netzmittels).

* Äuβerst sorgfältige und umfangreiche Untersuchungen, u.a. auch über die Langzeitwirkung von Cypermethrin, s. Albert (1988).

Zahlreiche Arthropoden verhalten sich nach dem Schlüpfen bzw. nach dem Auftreten an der Bodenoberfläche positiv phototaktisch und gelangen so in die Fangdose. Andere erreichen die Fangdose mehr zufällig.

Euedaphische Bodentiere (Collembola, Enchytraeidae, Nematoda) wurden aus Stechrohrbodenproben nach verschiedenen Methoden - MacFadyen, O'Connor, Baermann - (s. Vogel 1989, Jans u. Funke 1989, Ratajczak u. Funke 1989) extrahiert. Protozoen wurden aus kleinen Bodenproben ausgelesen (Testacea s. Wanner 1989).

Eng umgrenzte Areale von 0,2 oder 1,0 m² wurden mit Pflanzenschutzmitteln (z.T. auch mit H_2SO_4 - 0,1% oder mit einer NaCl-Lösung - 20%) bzw. zur Kontrolle mit aqua demin besprüht.

Über die Testsubstanzen informiert Tab. 1; applizierte Mengen gelten für Versuch 3.

<u>Versuch 1:</u> Kontamination der Bodenoberfläche mit Nexit stark (Lindan) und Ripcord 40 (Cypermethrin) in hoher Dosis.

Am 22.4.1985 wurden je 5 Areale a'0,2 m² mit je 2 1 Nexit und Ripcord behandelt. Die verwendete Menge entspricht der vom Hersteller empfohlenen Dosis zur Bekämpfung blatt- und nadelfressender Käfer und Raupen (Nexit - 120 g/ha; 9,6 mg a.i./m²) bzw. zur kurativen Behandlung von Einzelstämmen und Holzlagern gegen holzbrütende Borkenkäfer (Ripcord - 50 ml/m²; 20 g a.i./m²). Die 5 Kontroll-Areale wurden nicht mit H₂O besprüht. Nach den Applikationen wurden alle Areale sofort mit Eklektoren abgedeckt. Am 25.11.1985 wurden die Eklektoren entfernt.

<u>Versuch 2</u>: Kontamination der Bodenoberfläche mit unterschiedlichen Ripcordmengen (Ripcord 40 - Verdünnungsreihe).

Am 5.5.1986 wurden je 3 Areale a'o,2 m² mit je 2 l einer wässrigen Ripcord-40-Emulsion in 4 unterschiedlichen Konzentrationen behandelt.

<u>Ve</u>	rsuchsa	real	ap	plizie	cte R	ipc	ordmenge
A	0,0005	્ર	50	$\mu l/m^2$	(20	mg	a.i./m²
В	0,005	ક	500	$\mu l/m^2$	(200	mg	a.i./m²
C	0,05	%	5	ml/m^2	(2	g	$a.i./m^2$
D	0,5	જ	50	$m1/m^2$	(20	g	$a.i./m^2$

Die 3 Kontrollareale (NF) wurden mit je 2 1 agua demin besprüht.

Nach den Applikationen wurden alle Areale sofort mit Eklektoren abgedeckt. Diese wurden am 28.7.1986 entfernt.

)

<u>Versuch 3</u>: Kontamination der Bodenoberfläche mit verschiedenen Pflanzenschutzmitteln, s.Tab.1 (1-7 Insektizide; 8: Fungizid, 9: Herbizid).

Am 14.4.1987 wurden je 4 Areale a'1 m^2 mit einer der genannten Substanzen behandelt. Alle Pflanzenschutzmittel wurden in 200 ml H_2O/m^2 aufgebracht. Die eingesetzten Aufwandmengen entsprechen von den Herstellern empfohlenen Dosen. Auch die Kontrollflächen wurden mit 200 ml H_2O behandelt. ca. 3h nach den Applikationen wurden alle Areale mit 5 l aqua demin/ m^2 besprüht

(Regensimulation). Unmittelbar danach wurden auf jeder Teilfläche 5 Eklektoren aufgestellt. Der Versuch dauerte bis zum 25.8.1987.

Auf den Arealen von Versuch 1 wurden nach dem Entfernen der Eklektoren (7 Monate nach den Kontaminationen) zur Erfassung der euedaphischen Collembolen Bodenproben genommen. Das gleiche erfolgte zum selben Zeitpunkt auch auf Arealen, die mit $\rm H_2SO_4$ oder mit der verdünnten NaCl-Lösung (je 2 1/0,2 m²) kontaminiert worden waren (Simulation von sauren Niederschlägen bzw. Streusalzeinschwemmungen). Im Mai und im Dezember 1986 sowie im April 1987 wurden die Probennahmen wiederholt. Bei den in Versuch 3 genannten Arealen wurden die Bodenproben nur dort genommen, wo zuvor keine Eklektoren gestanden hatten.

Bei der "Eklektorfauna" werden im vorliegenden Text alle Gliederfüßer unter dem Begriff "Arthropoda gesamt", alle Fluginsekten unter dem Begriff "Pterygota gesamt", zusammengefaßt. Daneben werden unterschieden: Araneae (Spinnen), Acarina (Milben), Collembola (Springschwänze), Thysanoptera (Fransenflügler), Coleoptera (Käfer), Hymenoptera (Hautflügler), Nematocera (Mücken) und Brachycera (Fliegen). Weiterführende Aufschlüsselungen s. Schmitt (1989). Bei den edaphischen Collembola werden die dominierenden Arten angegeben (Vogel 1989).

- Ergebnisse
- 3.1 Epigäische Arthropoden

Versuch 1

gruppen zu einem starken Rückgang der Fangzahlen (Abb.2, s. auch Funke 1986,1987; Schmitt 1989; Schmitt et al.1989). Ein nahezu totaler Ausfall ergab sich vor allem bei den Nematocera (deren Larven in bodensauren Nadelwäldern äußerst wichtige Streuzersetzer sind) und bei den Araneae (die in allen Landökosystemen als Räuber wichtige Regulatoren der Populationsdichte bei anderen Tiergruppen darstellen). Ripcord scheint bei den pterygoten Insekten noch stärker zu wirken als Nexit. Die Unterschiede der Fangzahlen auf kontaminierten und nicht kontaminierten Arealen waren in fast allen Fällen (Ausnahme: Acarina – Nexit) hoch signifikant (Schmitt 1989).

Unter dem Einfluß von Nexit und Ripcord 40 kam es bei allen Arthropoden-

Versuch 2

Unterschiedliche Konzentrationen von Ripcord führten im ersten 4-Wochen-Fangintervall bei fast allen Tiergruppen zu dosisabhängigen Wirkungen (Abb.3). Im zweiten und vor allem im dritten 4-Wochen-Intervall änderte sich das Bild. Acarina, Collembola und Thysanoptera wurden jetzt besonders auf den Arealen B und C in wesentlich höheren Zahlen erfaßt als auf der Kontrollfläche. Diese Befunde lassen sich folgendermaßen deuten: Die meisten Raubarthropoden, insbesondere Araneae und Coleoptera, wurden durch die Ripcordgaben im Eklektor vernichtet. Die prospektiven Beutetiere blieben von den Kontaminationen im Lückensystem von Streu und Humushorizont teilweise verschont. Beim Fehlen der Raubarthropoden und beim Nachlassen der Wirkung von Ripcord konnten sich diese Tiere auf den behandelten Flächen dann nahezu ungehemmt entfalten. Die subletalen Ripcorddosen dürften zu einer Steigerung der lokomotorischen Aktivität und damit (über

einen "Austreibeeffekt") zu höheren Fangzahlen als auf der Kontrollfläche geführt haben.

Versuch 3

Beim Vergleich verschiedener Pflanzenschutzmittel zeigte sich, daß Ripcord auch in geringen Konzentrationen vor allem bei den pterygoten Insekten in einem ersten Fangintervall außerordentlich starke Wirkungen entfaltet (Abb. 4a). Andere Substanzen führten bei einzelnen Tiergruppen zu einem Austreibeeffekt.

In einem zweiten Fangintervall waren unter dem Einfluß von Ripcord kaum noch signifikant negative Auswirkungen zu erkennen (Abb.4b). Das gleiche gilt auch für die übrigen Pflanzenschutzmittel. Dabei dürften allerdings die Austreibeeffekte einzelner Substanzen kaum positiv zu werten sein. Aktivitätssteigerungen sind ohne Frage mit höherem Energieverbrauch verbunden, der Vitalität und Fertilität beeinträchtigen dürfte. Von den individuenreichsten Tiergruppen (den Acarina, den Collembola u. den Nematocera) waren nur bei den Acarina die Fangzahlen unter dem Einfluß von Ripcord (und anderer Substanzen) noch (allerdings nicht signifikant) reduziert (s.auch Araneae). Bei den Nematocera dürften die bodenlebenden Larven und/oder Puppen (aufgrund der Fangzahlen bei den Imagines) weder durch Ripcord noch durch andere Substanzen beeinträchtigt worden sein. Auch Austreibeeffekte waren hier bei den eingesetzten Ripcordmengen (im Gegensatz zu Gusathion etc.) nicht zu beobachten.

Aus den Befunden folgt, daß sich Ripcord in geringer Konzentration nur vorübergehend negativ auf Bodenarthropoden auswirkt. Zu ähnlichen Befunden kam u.a. auch Paulus (1989).

Welche Auswirkungen sich aus der Reduktion einzelner Artengruppen (z.B. der Spinnen u. Milben) für das Funktionieren von Lebensgemeinschaft und Ökosystem ergeben, bedarf noch der Prüfung. Bei punktuellem Einsatz geringer Substanzmengen dürften die negativen Effekte vielleicht vernachlässigbar sein. Flächendeckende Spritzungen und Spritzungen entlang von Waldstraßen und -wegen sollten aber unterbleiben. Große Raubarthropoden (insbesondere manche Carabiden) legen allein während einer Nacht u.U. bis zu ca. 1000 m zurück. Gelangen sie dabei an eine Barriere von neben- (nicht hinter-)einander liegenden Stämmen, ist ihnen also der "Durchgang" versperrt, so ist - wie (nach dem wahrscheinlich übermäßigen Einsatz von Ripcord) bereits beobachtet - mit erheblichen Verlusten bei diesen Tieren zu rechnen. Bei der langen Entwicklungsdauer vieler Raubarthropodenarten könnte es dann u.U. über Jahre zu tiefgreifenden Störungen des biozönotischen Gleichgewichts kommen.

3.2 Edaphische Collembolen

Auf den Arealen von Versuch 1 führten die Kontaminationen der Bodenoberfläche mit Nexit, Ripcord 40, NaCl und H₂SO₄ (s.o.) zu starken und langanhaltenden Veränderungen von Artenzahlen, Abundanz, Dominanzstruktur und Diversität (Abb. 5, s.auch Funke 1986, 1990; Vogel 1989, Vogel u. Funke 1989). Auf den Arealen von "NaCl" und "H₂SO₄" kam es innerhalb von zwei Jahren zu einer deutlichen "Normalisierung" der o.g. Parameter (beim Vergleich mit der Kontrollfläche). Auf den Arealen von "Nexit" und "Ripcord" war das nicht der Fall. Besonders auffallend waren selbst zwei Jahre nach den Kontaminationen noch die geringen Individuenzahlen auf der "Ripcord"-Fläche.

Beim Vergleich der Auswirkungen verschiedener Pflanzenschutzmittel (s. Versuch 3) ergibt sich folgendes Bild: Die Collembolenzönose reagierte auf Ripcord (selbst bei starker Verdünnung, s. Tab.1) ebenso wie auf Nexit und andere Substanzen (s.auch Vogel u.Funke 1989) langanhaltend negativ (Abb. 6). Zu Beginn wurde vor allem Folsomia quadrioculata, eine Art, die oberflächennah in der Streuschicht lebt, beeinträchtigt. Bei anderen Arten erkennt man von Termin zu Termin ständig wechselnde Häufigkeiten. Das ist nicht nur auf das inhomogene Verteilungsmuster der Populationen zurückzuführen, sondern wahrscheinlich auch mit der unter der Bodenoberfläche kleinräumig variablen Konzentration der aufgesprühten Substanzen und deren unterschiedlichen Auswaschungen zu erklären. Hinzu kommen auch entwicklungsbedingte Häufigkeitsschwankungen im Laufe des Jahres sowie unterschiedliche Toleranzen der einzelnen Stadien. Außerdem müssen evtl. Wirkungen in Rechnung gestellt werden, die mit dem Ausfall von Raubarthropoden oder anderen Antagonisten und von Synergisten in Zusammenhang stehen. Vergleicht man die einzelnen Untersuchungstermine (Abb.6), so gewinnt man zwar auf den ersten Blick den Eindruck, daß die negativen Effekte von Ripcord und Nexit über 6 Monate weitgehend konstant bleiben, bei anderen Substanzen zunehmen (Dimilin, Nomolt, Gusathion) oder abnehmen (Polyram). Die Abweichungen von den Fangzahlen der Kontrollflächen sind nach 6 Monaten aber nur noch bei Nomolt signifikant. Bei Ripcord war die Signifikanzgrenze schon nach 6 Wochen unterschritten (Vogel 1989).

3.3 Andere Tiergruppen

Neben den Arthropoden werden auch andere Tiergruppen durch Ripcord und andere Pflanzenschutzmittel beeinträchtigt (Abb.7). Auf den Arealen, die 1985 und 1986 mit hohen Ripcordkonzentrationen kontaminiert wurden, waren im August 1987 nur wenige Enchyträen (die kleinen Verwandten der Regenwürmer, die in vielen bodensauren Nadelwäldern neben den Larven von Nematocera und manchen Brachycera die wichtigsten Zersetzer stellen) nachzuweisen. Auf der "Nexit"-Fläche hatten sich diese Tiere dagegen stark vermehrt. Beim Einsatz geringer Ripcordmengen im Frühjahr 1987 waren ein halbes Jahr später – im Gegensatz zu einigen anderen Substanzen – keine negativen Auswirkungen erkennbar gewesen.

Bei den Nematoda (den Fadenwürmern) waren folgende Effekte zu beobachten: Auf den "Ripcord"-Flächen von 1985 wurden im Herbst 1987 wesentlich weniger Spezies, aber deutlich mehr Individuen beobachtet. Eine auffallende Förderung erfuhren vor allem die Wurzel/Pilz-Fresser (Ratajczak 1989). Auch bei den Testacea (den beschalten Amöben) waren bis auf Veränderungen der Dominanzstruktur 20 Monate nach den Kontaminationen keine negativen Einflüsse (auf Abundanz und Biomasse) zu erkennen (Wanner 1989). Daraus darf aber nicht geschlossen werden, daß beim Einsatz von Ripcord nicht doch – zumindest kurzfristig – Beeinträchtigungen zu erwarten sind.

4. Zusammenfassung

Cypermethrin (Ripcord) ist ein Insektizid von hoher Breitenwirksamkeit.

Kontaminationen der Bodenoberfläche führten bei hohen Aufwandmengen bei allen epigäischen Arthropoden mit bodenlebenden Entwicklungsstadien, bei eudaphischen Collembolen und bei Enchyträen zu starken, teilweise langanhaltenden Minderungen der Populationsdichte. Dabei kam es gleichzeitig auch zu erheblichen Veränderungen der Dominanzstruktur. Solche Effekte waren z.T. auch bei geringen Aufwandmengen zu beobachten. Dabei kam es

außerdem, ähnlich wie unter dem Einfluß anderer Substanzen, nicht selten zu Aktivitätssteigerungen (und wahrscheinlich auch zu einem anormal hohen Energieverbrauch), was kaum positiv zu werten sein dürfte.

Bei sehr geringen Wirkstoffkonzentrationen waren die negativen Effekte i.d.R. nur von kurzer Dauer.

Beim Vergleich verschiedener Pflanzenschutzmittel zeigte sich, daß Ripcord bei den pterygoten Insekten in den ersten Wochen nach Anwendung eine besonders hohe Toxizität zu besitzen scheint.

Für den flächenhaften Einsatz in Waldgebieten ist Cypermethrin kaum geeignet. Bei zu hohen Konzentrationen werden Räuber, Parasitoide und Zersetzer zu stark betroffen. Geringe Konzentrationen wären zwar nützlingsschonend. Aber auch die Schädlinge dürften kaum im gewünschten Umfang beeinträchtigt werden können. Ob bei der Polterbehandlung tatsächlich 0,25 oder 0,5%ige Ripcord 40-Konzentrationen eingesetzt werden müssen, sollte überprüft werden.

Die eingesetzten Arbeitsmethoden dürften als Freilandtests auch für andere Pflanzenschutzmittel vor deren Freigabe von Bedeutung sein können. Das gilt ganz besonders, aufgrund einfachster Handhabung, für den Eklektortest. Dabei könnte man sich u.U. sogar auf einzelne, weniger individuenreiche, Arthropodengruppen (z.B. Araneae und Coleoptera) beschränken. Untersuchungen an Collembolen sollten zur Beurteilung der Eindringtiefe einer Substanz dienen.

Tab. 1 Testsubstanzen und deren Applikation

	Abkürzung	Handelsname	Wirkstoff	Formulierung	Hersteller	appliziem (s. Versu	rte Menge uch 3)
	H ₂ 0					(200 m1/m ²	aqua demin)
4	NEX	Nexit stark	Lindan	Spritzpulver 800g/kg	Celamerck GmbH	125g/ha	$(10mg a.i./m^2)$
2	RIP	Ripcord 10	Cypermethrin	Emulsion 100 bzw.400g/l	Deutsche Shell Chemie GmbH	450g/ha	$(4,5mg a.i./m^2)$
3	DIM	Dimilin 25 WP	Diflubenzuron	Spritzpulver 250g/kg	Schering AG	300g/ha	$(7,5mg a.i./m^2)$
4	NOM	Nomolt	Teflubenzuron	Suspension 13,3%	Celamerck GmbH	170g/ha	$(2,25mg a.i./m^2)$
5	GUS	Gusathion K forte	Azinphosethyl	Spritzpulver 333g/kg	Bayer AG	1kg/ha	$(33,3mg a.i./m^2)$
6	BEO	Beosit 35 fl.	Endosulfan	Emulsion 357g/l	Aagrunol-Stähler GmbH	600ml/ha	$(21,4mg a.i./m^2)$
7	PER	Perfekthion	Dimethoat	Emulsion 400g/l	BASF AG	600ml/ha	(24mg a.i./m ²)
8	POL	Polyram-Combi	Metiram	Spritzpulver 800g/kg	Celamerck GmbH	3kg/ha	(240mg a.i./m^2)
9	GES	Gesaprim 500 fl.	Atrazin	Suspension 480g/l	Ciba-Geigy GmbH	1,5 1/ha	$(72mg \ a.i./m^2)$
10)	Spruzit	Pyrethrum	Emulsion	Neudorff GmbH	0,1 %	$(200m1/m^2)$
		Kochsalz	NaC1	kristallin	Markensalz Bad Reichenhal	1 20 %	(90g/m ² in 101 H ₂ 0)
		Schwefelsäure	H ₂ S0 ₄	95-98 reinst	Merck Darmstadt	0,1 %	$(101/m^2)$

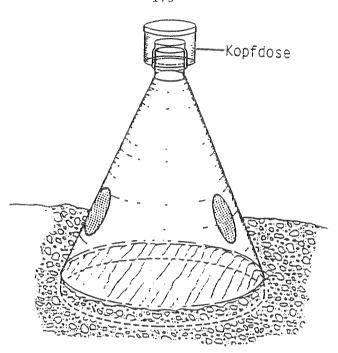


Abb.1: Boden-Photoeklektor aus Kunststoff (Grundfläche 0,2 m²) mit drei Gazefenstern und einer lichtdurchlässigen Fangdose (Ø 12 cm).

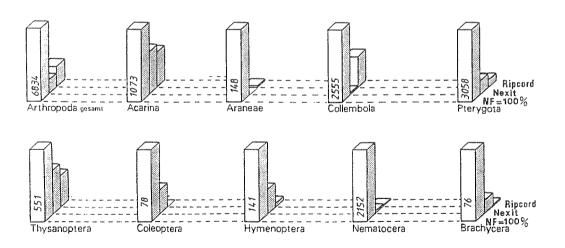


Abb. 2: Einfluß lokaler Kontaminationen der Bodenoberfläche mit Ripcord und Nexit auf Arthropoden mit bodenlebenden Entwicklungsstadien in einem Fichtenforst (Versuch 1). Zahlen auf der ersten Säulenreihe (Kontrollfläche NF): Ind./m² = 100%.

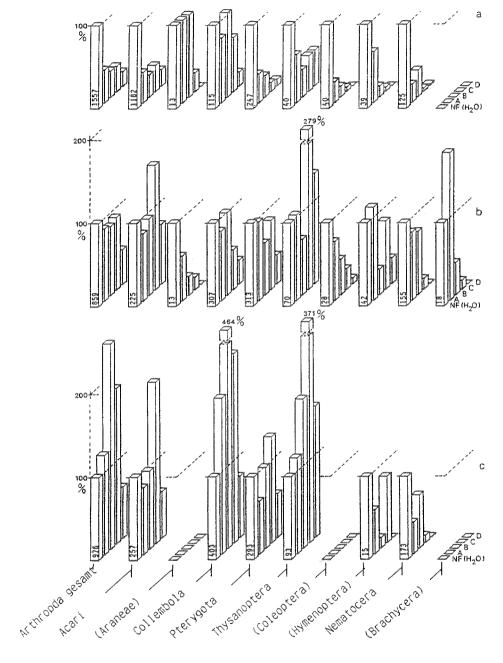


Abb.3: Einfluß lokaler Kontaminationen der Bodenoberfläche mit Ripcordlösungen unterschiedlicher Konzentrationen auf Arthropoden (Versuch 2) in drei Wochenintervallen (a,b,c).

Zahlen auf der ersten Säulenreihe (Kontrollfläche NF): Ind./m² = 100 %.

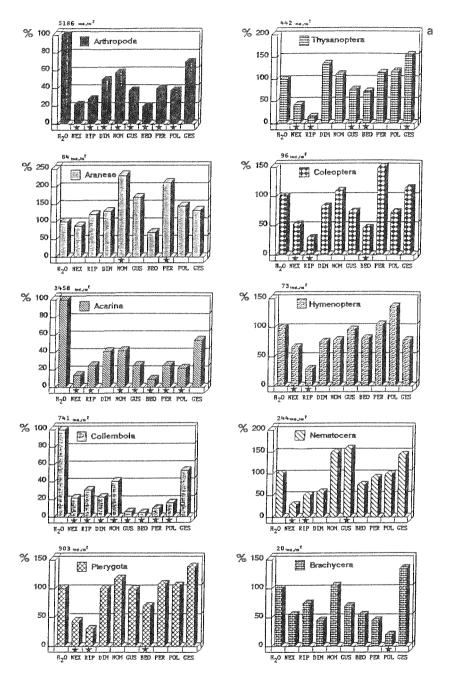
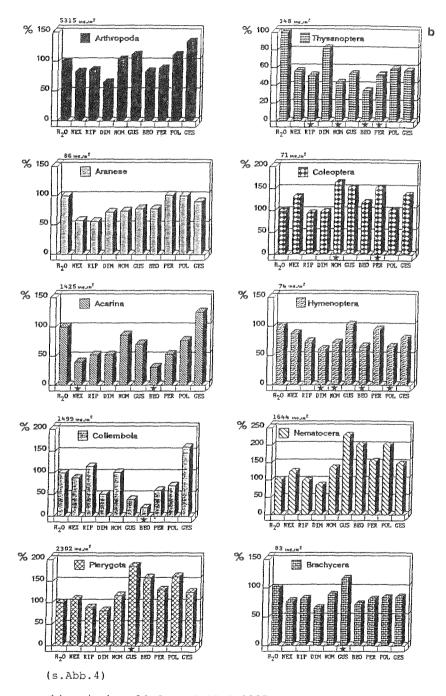


Abb. 4: Vergleich der Auswirkungen von Ripcord (geringer Konzentration) und anderen Pflanzenschutzmitteln auf Arthropoden. Fangzahlen auf Kontrollfläche H₂O oben links (= 100 %).

a) zwischen 14.4. und 23.6.1987

Einzelheiten s. Schmitt 1989.



b) zwischen 24.6. und 25.8.1987

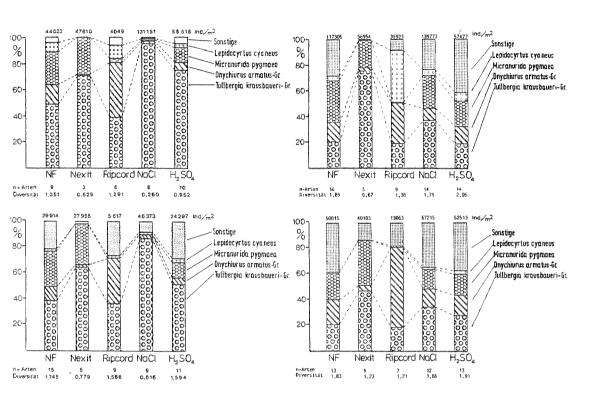


Abb. 5 : Edaphische Collembolen auf im Mai 1985 unterschiedlich kontaminierten Arealen und auf der Kontrollfläche NF (s.Versuch 1), 7, 12, 19 u. 24 Monate später. Artenzahlen, Individuenzahlen, Diversitätsindex (H_S) nach Shannon u.Weaver.

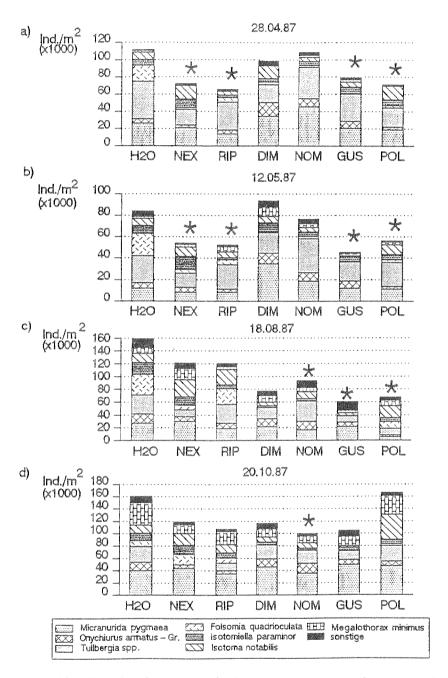


Abb. 6: Abundanz edaphischer Collembolen auf unterschiedlich kontaminierten Arealen an vier Terminen (a-d).

^{*} signifikant verschieden gegenüber Kontrollfläche "H2O".

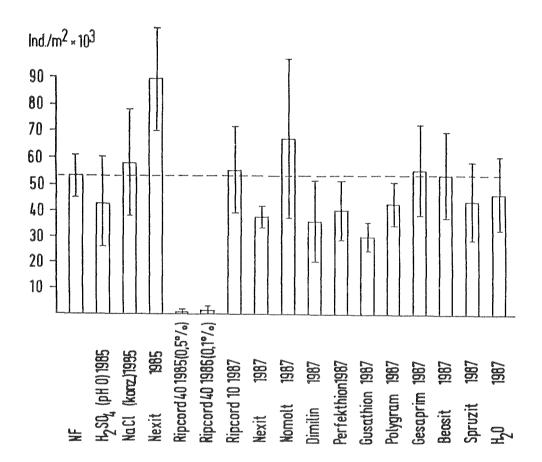


Abb. 7: Auswirkungen von Ripcord und anderen Pflanzenschutzmitteln sowie von H₂SO₄ u. NaCl auf die Abundanz von Enchyträen. Bodenbehandlungen zwischen 1985 u. 1987. Probennahme überall am 11.8.1987 (s. Jans u. Funke 1989).

Literaturverzeichnis

- Albert A.M.(1989): Untersuchungen zum Einfluß von Chemikalien auf Waldökosysteme und deren Regenerationsfähigkeit mit Hilfe von Parasitoiden als Bioindikatoren. Spez. Berichte der Kernforschungsanlage Jülich Nr. 503. Auffindung von Indikatoren zur prospektiven Bewertung der Belastbarkeit von Ökosystemen 12, A1-A166.
- Funke W.(1971): Food and energy turnover of leaf-eating insects and their influence on primary production. Ecol.Studies 2, 81-93.
- Funke W.(1986): Indikation von Waldschäden durch Bodentiere. UBA. Querschnittsseminar "Bioindikation", Berlin, 45-55.
- Funke W.(1987): Wirbellose Tiere als Bioindikatoren in Wäldern. VDI-Berichte Nr. 609, 133-176.
- Funke W.(1990): Struktur und Funktion von Tiergesellschaften in Waldökosystemen Bodentiere als Indikatoren von Umwelteinflüssen. Ver.Zool.-Bot.Ges. Österreich 127, 1-49.
- Jans W., Funke W.(1989): Die Enchyträen von Laub- und Nadelwäldern Süddeutschlands und ihre Reaktion auf substantielle Einflüsse. Verh.Ges.Ökol.18, 741-746.
- Paulus M.(1989): Ökotoxikologische Freilandtests als Risikoindikatoren für großflächige Chemikalienanwendungen. Dissertation Saarbrücken 1989.
- Ratajczak L.(1989): Die Nematodenfauna eines Fichtenforstes. Diplomarbeit Ulm.
- Schmitt G.(1989): Über die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln, NaCl und H₂SO₄ auf die Arthropodenfauna eines Fichtenforstes.
 Dissertation Ulm.
- Schmitt H., Funke W., Kraniz V.(1989): Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Arthropodenfauna eines Fichtenforstes.

 Jber.naturw.Ver.Wuppertal 42, 112-115.
- Schmitt G., Funke W., Wilhelm N.(1989): Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die "Eklektorfauna" eines Fichtenforstes. Verh.Ges.Ökol.18, 451-454.
- Schollmeyer B., Wilhelm N.(1984): Eigenschaften und Anwendungsmerkmale von Cypermethrin (Ripcord) bei der Bekämpfung der Borkenkäfer im Forst. AFZ 39, 617-619.
- Vogel J.(1989): Edaphische Collembolen deutscher Wälder Reaktionen auf substantielle Einflüsse. Dissertation Ulm.
- Vogel J., Funke W., Wilhelm N.(1989): Reaktionen euedaphischer Collembolen eines Fichtenforstes auf Pflanzenschutzmittel. Verh.Ges.Ökol.18, 469-472.
- Wanner M.(1989): Zur Morphologie und Ökologie von Thekamöben (Protozoa: Rhizopoda) in süddeutschen Wäldern. Dissertation Ulm.
- Wulf A.(1985): Zur Umweltverträglichkeit von Borkenkäferbekämpfungsmitteln. AFZ 12, 265-266.

Regina Kloskowski

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

Verbleib von Cypermethrin in Boden und Wasser

Der Abbau von Cypermethrin in Boden erfolgt chemisch und mikrobiell. Die Halbwertszeit beträgt 2 bis 5 Wochen.Der Abbau auf leichten Böden verläuft schneller, auf humusreichen Böden kann die Halbwertszeit bis auf 12 Wochen ansteigen. Der DT-90 Wert (Zeit für das 90 %-ige Verschwinden eines Wirkstoffs aus dem Boden) liegt bei etwa 150 bis 180 Tagen. Diese Werte deuten auf eine recht ausgeprägte Persistenz von Cypermethrin in Boden hin¹⁾.

Der Abbau erfolgt hauptsächlich durch die Hydrolyse der Esterbindung. Das trans-Isomere zerfällt im Boden schneller als das cis-Isomere. Als Hauptmetaboliten entstehen

3-Phenoxybenzosäure (I) und

3-(2,2-Chlorviny1)-2,2-dimethylcyclopropan-carbonsäure (II). Die Spaltprodukte werden weiter zu Kohlendioxid abgebaut. Ein Teil der Rückstände wird an die organische Substanz des Bodens gebunden.

Untersuchungen zum Abbauverhalten von Cypermethrin im Boden – durchgeführt mit [14 C-Cyclopropyl] und [14 C-Benzyl]Cypermethrinergaben nach 22 Wochen folgende Verteilung der Radioaktivität 2):

- <0.2 % flüchtige organische Produkte
- 23.7 % 14 CO $_2$ [14 C-Cyclopropyl] bzw.
- 37.9 % $^{14}\text{CO}_{2}^{2}$ [$^{14}\text{C-Benzyl}$]
- 21.3 bzw 23.5 % Cypermethrin
 - 1.3 % Metabolit I
- 23.9 % Metabolit II
- 23.8 bzw 31.3 % gebundene Rückstände

Cypermethrin ist wegen der recht hohen Sorptionsfähigkeiten in Boden unbeweglich. Der Grund für die Unbeweglichkeit liegt in der

geringen Wasserlöslichkeit und in der Vielzahl an freien Elektronenpaaren des Moleküls, die zu den Protonen der organischen Substanz des Bodens Wasserstoffbrücken bilden.

Der Wirkstoff ist im pH-Bereich von 5-7 beständig, im alkalischen Medium hingegen verläuft der Abbau in der wässrigen Phase relativ schnell.

Literatur

- 1) Schinkel, K., Nolting, H.-G., Lundehn, J.-R. Richtlinien für die Amtliche Prüfung von Pflanzenschutzmitteln Teil IV, 4-1: Verbleib von Pflanzenschutzmitteln im Boden -Abbau, Umwandlung und Metabolismus. Dezember 1986
- 2) Roberts, T.R., Standen, M.E.

 Degradation of the Pyrethroid Cypermethrin NRDC 149 Cyano-3phenoxybenzyl-cis,trans-3-(2,2-Dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate and the Respective cis-(NRDC 160) and
 trans-(NRDC 159) Isomers in Soils. Pestic. Sci. 1977, 8,
 305-319

Herbert Köpp

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Fachgruppe für botanische Mittelprüfung, Braunschweig

Aquatische Ökotoxikologie von Cypermethrin

1. Testverfahren zur Ermittlung der aquatischen Toxizität

Vor einer Zulassung eines Pflanzenschutzmittels muß überprüft werden, welche Auswirkungen der Einsatz dieses Mittels unter anderem auf die Fauna und Flora von Oberflächengewässern haben kann. Die dafür weltweit gebräuchlichen Labortests arbeiten mit

- -- Planktonalgen (vor allem Grünalgen oder Kieselalgen) als Vertretern der Primärproduzenten
- -- Cladocera ('Wasserflöhe') des Zooplanktons (Primärkonsumenten)
- -- Fischen (Sekundärkonsumenten). Die Versuchsmethoden lassen sich aber auch auf andere Organismen anpassen.

Es lassen sich grob zwei Testansätze unterscheiden:

- Bei kurzzeitiger Exposition werden die Organismen für 1 4 Tage in Gefäße mit unterschiedlichen Konzentrationen des zu testenden Stoffes eingesetzt. Ermittelt wird hier die höchste Konzentration ohne toxische Wirkung sowie die LC50' also die Konzentration, in der 50 % der eingesetzten Organismen während des Tests sterben. Das Ergebnis wird auch als 'akute Toxizität' bezeichnet. [Ein Sonderfall ist der dreitägige Test an Planktonalgen: Da sich die Algenzellen während des Versuchs vermehren, handelt es sich hier um einen 'chronischen' Test.]
- Subchronische bzw. chronische Tests laufen in der Regel über mindestens drei Wochen [Ausnahme Algentest]. Sie liefern nicht nur Aussagen über tödliche Wirkung, sondern - je nach

Organismus unterschiedlich - auch über Effekte der Testsubstanz auf Verhalten, Wachstum, Fortpflanzung und Entwicklung.

2. Cypermethrin

2.1. Bereiche toxischer Wirkung

Cypermethrin ist für Gewässerorganismen einer der toxischsten Wirkstoffe, die der Pflanzenschutz kennt. Wegen seiner extrem hohen Toxizität, die bereits bei den einfachsten Standardtests auffällt, ist Cypermethrin gleichzeitig auch einer der am besten untersuchten Wirkstoffe.

Abbildung 1 gibt Beispiele über die akute Toxizität von Cypermethrin auf Gewässerorganismen unterschiedlichster Taxa. Aufgetragen sind veröffentlichte Ergebnisse von akuten Tests; zu beachten ist die logarithmische Skala. Es ist auch zu bedenken, daß es sich bereits um die ${\rm LC}_{50}$ – Werte handelt, die Wirkung also bei noch tieferen Konzentrationen schon einsetzt (diese 'Schwellenwerte' sind aber nur sehr selten veröffentlicht worden).

Zur Verdeutlichung des Gefahrenpotentials sind zwei Referenzlinien verstärkt gezeichnet worden. Dabei handelt es sich um die EG – weit gültigen Grenzwerte für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in Trinkwasser: 0.1 μ g/l je Wirkstoff; 0.5 μ g/l insgesamt für alle Wirkstoffe.

Zu den Organismengruppen im einzelnen:

- Pflanzen sind bei Konzentrationen im ppm - Bereich gefährdet, also im Vergleich zu tierischen Organismen relativ unempfindlich. Sie weisen auch keinen dem spezifischen Wirkungsmechanismus von Cypermethrin (Nerven) entsprechenden Angriffspunkt auf. Die Datenbasis ist hier jedoch relativ schmal.

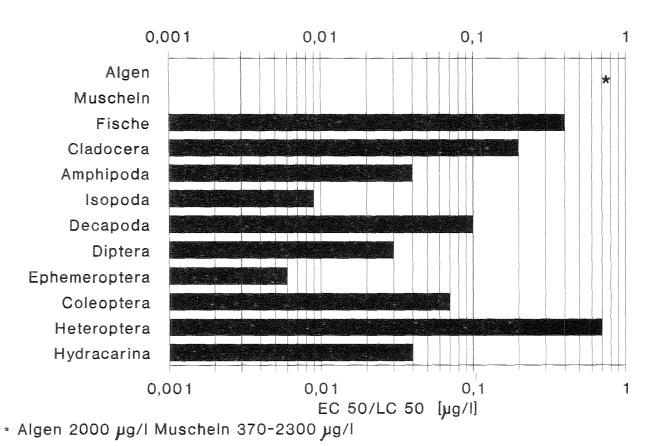
- Muscheln sind offenbar durch ihren relativ langsamen Metabolismus vergleichsweise unempfindlich (dies ist auch bei anderen Wirkstoffen zu beobachten). Es wurden aber auch nur sehr wenige (amerikanische) Arten untersucht.
- Fische: Die Wirkung steigt mit abnehmender Temperatur und ist bei kleineren Tieren stärker als bei größeren.

 Subchronische Tests erbrachten keine deutliche Steigerung der Toxizität mehr.

 Einige der in Wasser entstehenden Metaboliten sind etwa um den Faktor 1000 schwächer toxisch.
- Makroinvertebraten: Soweit bekannt, wirkt Cypermethrin hauptsächlich auf Nerven und Muskelmembranen. Die Wirkung tritt meistens sehr schnell ein ('knock down Effekt'). Eng verwandte Wirkstoffe zeigten in 'gepulsten' Versuchen praktisch gleiche Effekte (eine Stunde unter Belastung; Auswertung nach 24 h). Auch im Freiland hat sich gezeigt, daß selbst eine sehr kurzfristige Belastung in Fließgewässern ('Schadstoffwelle') zu 100% Mortalität vieler Arthropoden führen kann.

Bei den Crustacea sind die Cladocera (Wasserflöhe) mit Werten ab 0.2 µg/l noch die am wenigsten empfindlichen. Diese Arten kommen vor allem in stehenden Gewässern vor und dominieren dort das ökologisch hochwichtige Zooplankton. Meistens aus Fließgewässern stammen die Vertreter der Amphipoda (Flohkrebse), Isopoda (Asseln) und Decapoda (Flußkrebse u.a). Ihre Reaktion kann bereits weit unter 0.1 µg/l einsetzen. Die ökologische Bedeutung dieser Gruppen liegt hauptsächlich in der Zerkleinerung von Fallaub und anderem organischen Material. Ohne diese Aufbereitung erfolgt der mikrobielle Abbau erheblich langsamer; es besteht viel eher die Gefahr einer Anhäufung unzersetzten Materials im Gewässer.

Cypermethrin akute Toxizität für Gewässerorganismen



Bei den Insektenlarven finden sich mit einigen Ephemeroptera (Eintagsfliegen) die empfindlichsten unter den untersuchten Arten. Für Plecoptera (Steinfliegen) und Trichoptera (Köcherfliegen) kann aus Tests mit anderen Pyrethroiden eine ähnliche Reaktion erwartet werden wie für die Diptera (v.a. Mückenlarven).

Adulte Insekten (Coleoptera, Hemiptera) sind trotz ihrer im Vergleich zu Larven sehr viel dickeren Cuticula ebenso gefährdet, da Pyrethroide Chitin sehr schnell durchdringen können. Gleiches gilt auch für die Hydracarina (Wassermilben).

Zur Interpretation solcher Daten noch einige Bemerkungen: Die Artenvielfalt in Gewässern ist viel zu hoch, als daß man alle Arten testen könnte. Es darf deshalb nicht geschlossen werden, daß unterhalb der für Ephemeroptera schädlichen Konzentrationen keine anderen Arten mehr gefährdet sind. Ebenfalls unzulässig aus der Sicht der Ökologie ist eine Einteilung der Tiergruppen in 'schützenswerte' und 'entbehrliche'. Alle Arten sind Teil eines hochkomplexen Nahrungsnetzes. Der Ausfall auch nur weniger Arten ist in seinen weiteren Effekten für das betroffene Ökosystem praktisch nicht abschätzbar.

2.2. Einfluß suspendierten Materials bzw. des Sediments auf die akute Toxizität

Durch Adsorption wird Cypermethrin der gelösten Phase entzogen und dadurch offensichtlich weniger 'verfügbar' für die Tiere. Jedoch sind zwei verschiedene Möglichkeiten einer Gewässerkontamination zu unterscheiden, die zu deutlich differierenden Effekten führen:

- * Abschwemmung: Hat der Wirkstoff ausreichend Gelegenheit zum Kontakt mit Bodenteilchen, so gelangen nur noch geringe Mengen in gelöstem Zustand in das Gewässer. In Laborversuchen konnte bei einer Simulation dieser Situation eine Minderung der Toxizität für Fische und Cladocera um das 200 - 350fache erreicht werden.
- * Abtrift: Cypermethrin trifft auf die Wasseroberfläche auf und wird gelöst (in welchem Maß, hängt von sehr vielen Faktoren ab). Die Verteilung im Gewässer erfolgt über Diffusion und Turbulenzen. Außer an das Sediment (das aber erst erreicht werden muß) kann der Wirkstoff auch an Partikel in der Wassersäule gebunden werden. Da aber die toxische Wirkung sehr schnell einsetzt, wird nur eine geringe Minderung der Toxizität erreicht (ca. Faktor 3 5 in relativ sauberem Wasser mit Phytoplankton).

Aus den verfügbaren Daten kann gefolgert werden, daß die sofort auftretenden (akuten) Effekte von Cypermethrin in Gewässern

- a.) bei Abtriftkontamination gravierender sein werden als bei einer Belastung durch Abschwemmung
- b.) umso stärker sein werden, je klarer das Wasser ist.

2.3. Langzeiteffekte

Sofern nicht durch länger andauernde Einträge von Cypermethrin in ein Gewässer eine Dauerbelastung entsteht, werden Langzeiteffekte vor allem über den am Sediment adsorbierten Anteil vermittelt. Die Adsorption erfolgt nicht vollständig; vielmehr stellt sich ein Verteilungsgleichgewicht ein, das z.B.

auch von der Zusammensetzung des Sediments abhängt. Sinkt im Wasser die Konzentration durch Abbau ab, so kann dies durch Desorption teilweise wieder ausgeglichen werden. Daher sind besonders Tiere des Wasser - Sediment - Grenzbereiches einer länger andauernden Belastung ausgesetzt.

Diese Situation kann auch zur Akkumulation von Cypermethrin z.B. in Fischen führen. Bei konstanter Belastung im Labor wurden Anreicherungsfaktoren von 700 - 1200 gegenüber der Außenkonzentration gemessen.

3. Exposition von Gewässern bei Forstapplikationen

Auch wenn bei Abschwemmung die akuten Effekte geringer ausfallen können, so ist doch vor allem wegen der möglichen Langzeitwirkungen auch diese Möglichkeit einer Gewässerbelastung zu vermeiden.

Zur Abtrift bei Polterbehandlungen laufen zur Zeit einige Untersuchungen. Vor allem bei der Behandlung hoher Polter ist mit deutlicher Abtrift zu rechnen. Daher sind hier hohe Sicherheitsabstände zu Gewässern erforderlich.

Fehlanwendungen und Lagerung der Stämme in Gewässernähe haben wiederholt zu Schadensfällen geführt. Dabei wurde die Arthropodenbesiedlung dieser kleinen Bäche über weite Strecken nahezu vollständig getötet.

4. Schlußbemerkung

Diese Übersicht sollte verdeutlichen, daß Cypermethrin für Gewässerorganismen eine außerordentliche Gefährdung darstellt. Der Einsatz in der forstlichen Praxis kann jedoch vertreten

werden, wenn er durch entsprechend verantwortungsbewußtes Handeln gut informierter und geschulter Anwender für die Gewässer 'folgenlos' bleibt.

Applikationen im Forst sollten deshalb so vorgenommen werden, daß eine Belastung von Gewässern ausgeschlossen werden kann. Über die (selbstverständliche) Beachtung aller Sicherheits-auflagen des Mittels und der Regeln zur guten fachlichen Praxis hinaus sollte schon bei der Auswahl der Holzlagerplätze auf diese Aspekte geachtet werden.

Literatur:

Bradbury, S.P. & J.R.Coats: Comparative Toxicology of the Pyrethroid Insecticides. Rev.Env.Cont.Tox. 1989, 108, 133-177.

Hill, I.R.: Aquatic Organisms and Pyrethroids. Pestic.Sci. 1989, 27, 429-465.

Leahey, J.P. (ed): The Pyrethroid Insecticides. London, 1985.

Gerhard Joermann

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Fachgruppe für zoologische Mittelprüfung, Braunschweig

Auswirkungen der chemischen Borkenkäferbekämpfung auf Säugetiere und Vögel

Beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung von Borkenkäfern läßt sich nicht verhindern, daß Säuger und Vögel mit dem verwendeten Mittel in Berührung kommen. Zum einen können die Tiere bei der Anwendung direkt getroffen werden, zum anderen ist an eine Exposition durch Körperkontakt mit behandeltem Holz oder durch Fraß rindenbewohnender Insekten zu denken. Maßgeblich für das Risiko ist die Toxizität des verwendeten Mittels und der Grad der möglichen Exposition. Dies wird weiter unten für die Wirkstoffe Lindan und Cypermethrin ausgeführt. Zusätzlich kann sich die Borkenkäferbekämpfung mit Insektiziden indirekt über die Verminderung des Nahrungsangebotes auf insektivore Vögel und Säuger auswirken. Dieser Effekt ist besonders bei Behandlung von nicht aufgearbeitetem Holz im Bestand zu beachten, da hier ein großer Flächenanteil mit dem Mittel belegt wird, während bei punktuellem Einsatz in lagerndem Holz eine im Verhältnis zur Holzmenge relativ kleine Fläche getroffen wird.

Lindan

Der Wirkstoff Lindan weist im akuten Bereich eine mäßige Toxizität gegenüber Warmblütern auf. Die orale LD50 beträgt z.B. für Ratten 88-125 mg/kg Körpergewicht und die akut dermale LD50 500 mg/kg (16). Aufgrund dieser Toxizitätsdaten ist Lindan im Klassifizierungsschema der WHO als "moderately hazardous" eingestuft (21). Die akute Toxizität gegenüber Vögeln liegt in der gleichen Größenordnung. Die LD50-Werte betragen zwischen 35-85 mg/kg für das Rothuhn und >2000 mg/kg für die Stockente (Tabelle 1). In 5-Tage-Fütterungsversuchen wurden LC50-Werte

Tabelle 1: Akut orale, akute dermale und subakute Toxizität von Lindan für verschiedene Säuger- und Vogelarten (7, 8, 10, 12, 16, 19, 22, 23).

	LD50 oral (mg/kg Kör	LD50 dermal pergewicht)	LC50 oral (mg/kg Futter)
Ratte	88-270	500	
Maus	59-246		
Weißfußmaus			ca. 1000
Japanwachtel	219		425
Fasan	75-100		561
Stockente	>2000		>5000
Star	100		
Sperling	56		
Rebhuhn	65-125		
Rothuhn	35-85		

zwischen 425 mg/kg Futter für Japanwachteln und >5000 mg/kg Futter für Stockenten ermittelt (Tabelle 1).

Lindan entwickelt im Warmblüterorganismus eine Affinität zum Fettgewebe. Aus Fütterungsversuchen geht hervor, daß die Gewebekonzentration bis zur Futterkonzentration ansteigen kann. Nach Ende der Exposition wird Lindan vollständig und relativ schnell, mit Halbwertszeiten von einigen Tagen bei Säugern und 1-2 Wochen bei Vögeln, aus dem Körper eliminiert (6). In einem 8-monatigen Reproduktionsversuch mit 2 Arten von Weißfußmäusen (Gattung Peromyscus) verursachten 200 mg/kg Futter keine erhöhte Sterblichkeit; Effekte auf Reproduktion und die Entwikklung der Jungtiere wurden nicht festgestellt (22). Reproduktionsversuche mit Vögeln zeigten, daß Lindan bei hoher Dosierung eine Verminderung der Legerate zur Folge hat, so bei Stockenten, die täglich oder dreimal wöchentlich mit 20 mg/kg Körpergewicht dosiert wurden (3) und bei Hühnern, die täglich 12,5 mg/Tier erhielten (20). Ausführliche Fütterungsversuche wurden kürzlich mit Japanwachteln und Stockenten durchgeführt (9). Dabei hatte eine Konzentration von 100 mg/kg im Futter über 28 Tage im Fall der Japanwachteln keine reproduktionstoxischen Effekte (Legerate, Befruchtungsrate, Schlupfrate,

Gewichtsentwicklung der Küken). Bei Stockenten waren bei dieser Konzentration Schlupfrate, Befruchtungsrate und Kükengewicht reduziert. Die Qualität der Eischale, gemessen an der Bruchfestigkeit, wich bei beiden Arten bis 300 mg/kg Futter, der höchsten getesteten Konzentration, nicht von den Kontrollwerten ab.

Bei der Anwendung lindanhaltiger Mittel gegen Borkenkäfer sind Tiere dem konzentrierten Wirkstoff nicht ausgesetzt. Die Behandlungsflüssigkeit hat einen Wirkstoffgehalt von 4 q/l (0,5%ige Lösung eines Mittels mit 80% Wirkstoffgehalt) (1); bei einem Aufwand von 4 1/m³ und einem Verhältnis von 20 m² Rindenfläche pro m³ entfallen rechnerisch 800 mg Wirkstoff auf 1 m² Fläche. Die zu erwartende Belastung eines Tieres läßt sich mit diesen Daten allerdings nicht quantifizieren, da das Belastungsmuster von einer Vielzahl schwer überschaubarer Faktoren abhängt. Empirische Erhebungen zur Exposition von Vögeln und Säugern durch lindanhaltige oder andere Mittel zur Borkenkäferbekämpfung sind bisher nicht durchgeführt worden. Unter Berücksichtigung der Toxizitätsdaten sind letale Akutvergiftungen bei sachgerechter Anwendung unwahrscheinlich. Dagegen ist eine chronische Gefährdung denkbar, besonders, wenn Tiere über längere Zeit kontinuierlich und dabei in hohem Maße exponiert sind. Als Beispeil für eine extreme Exposition seien Fledermäuse genannt, die mit lindanhaltigen Holzschutzmitteln behandelte Dachstühle besiedeln. Die Tiere nehmen den Wirkstoff über Kontakt mit dem Holz und anschließendes Belecken des Fells auf sowie durch Übertritt der Dampfphase durch Haut und Lungenepithel, sodaß die Konzentration im Fettgewebe auf mehr als 500 mg/kg ansteigt (2). In dieser Situation ist es zu letalen Vergiftungen gekommen (13, 17). Es ist unklar, ob Fledermäuse empfindlicher gegenüber Lindan sind als andere Säuger oder ob sie den Wirkstoff stärker akkumulieren. Im Falle von Holz, das gegen Borkenkäfer behandelt wird, ist eine vergleichbare Exposition von Kleinsäugern prinzipiell möglich, etwa für Insektenfresser oder Marder, die sich in Schichtholz aufhalten, so daß hier ein Risiko denkbar ist. Für Vögel ist dagegen eine Gefährdung unwahrscheinlich.

Die Beständigkeit von Lindan hat zur Folge, daß es über das punktuelle Vorkommen hinaus eine weiträumige und allgegenwärtige Verbreitung in der Umwelt gibt, zu der jeder Einsatz von Lindan beiträgt (Holzschutz, Hygiene, Land- und Forstwirtschaft). Die Folge ist eine chronische Exposition von Vögeln und Säugern über die Nahrung, die sich im regelmäßigen Nachweis des Wirkstoffs im Fettgewebe in einer Größenordnung von 0,001-1,0 mg/kg widerspiegelt (4, 14).

Cypermethrin

Der Wirkstoff Cypermethrin weist für Ratten eine akut orale Toxizität von 200-800 mg/kg und eine akut dermale Toxizität von >16000 mg/kg auf (5) und ist damit im WHO-Schema wie Lindan in der Gruppe "moderately hazardous" eingestuft (21). Für Vögel ist Cypermethrin nahezu ungiftig; in Versuchen zur akut oralen Toxizität und subakuten Toxizität wurde mit der höchsten Dosis jeweils die LD50 bzw. LC50 nicht erreicht (Tabelle 2). In Versuchen zur chronischen Toxizität mit Ratten wurde als Dosis ohne erkennbare Wirkung 100 mg/kg Futter ermittelt (5); in Versuchen mit Vögeln blieben 50 mg/kg Futter ohne Auswirkung auf die Reproduktion (18).

Cypermethrin ist, wie alle Pyrethroide, lipophil und hat damit eine Affinität zum Fettgewebe von Tieren. Der Wirkstoff wird

Tabelle 2: Akut orale, akute dermale und subakute Toxizität von Cypermethrin für verschiedene Säuger- und Vogelarten (5, 18).

	LD50 oral (mg/kg Kör	LD50 dermal pergewicht)	LC50 oral (mg/kg Futter)
Ratte	200-4100	>16000	
Maus	82-779		
Kaninchen	>2400	>2400	
Stockente	>10000		>10000
Haushuhn	>2000		
Rebhuhn	>3000		
Baumwachtel			>10000

aber sowohl von Vögeln als auch von Säugern sehr schnell metabolisiert, wobei unter Einwirkung von Esterasen und Oxidasen polare, leicht ausscheidbare Abbauprodukte entstehen. Aus diesem Grunde erreicht die Konzentration im Fettgewebe nur das 0,1-0,2 fache der Futterkonzentration (5, 15), so daß eine Magnifikation in der Nahrungskette nicht möglich ist. Das ins Fettgewebe aufgenommene Cypermethrin wird mäßig schnell, aber vollständig eliminiert; die Halbwertszeit liegt bei etwa 10-30 Tagen (5). Wegen der relativ geringen Stabilität von Cypermethrin in der Umwelt kann sich eine chronische Dauerexposition und damit eine Art Grundbelastung in dem Maße, wie für Lindan beschrieben, nicht entwickeln.

Im Praxisversuch erwiesen sich cypermethrinhaltige Holzschutzmittel für Fledermäuse als unschädlich (13, 17). Darüberhinaus
wurden in einigen Fällen Flächenanwendungen von Cypermethrin
und anderen Pyrethroiden im Forst auf mögliche Auswirkungen
kontrolliert, z.B. ein Einsatz von Permethrin gegen den Tannenknospenwickler in Kanada. Effekte auf Vögel und Säuger waren
dabei nicht feststellbar (11).

Unter Berücksichtigung der Toxizitätswerte und aller übrigen Daten ist bei der Anwendung cypermethrinhaltiger Mittel zur Borkenkäferbekämpfung eine direkte Auswirkung auf Vögel und Säugetiere nicht zu erwarten.

Literatur

- (1) BBA, 1989: Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis 1989/90. Teil 4 Forst. Herausgegeben von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig.
- (2) BRAUN, M., 1986: Rückstandsanalysen bei Fledermäusen. Z. Säugetierkunde 51, 212-217.
- (3) CHAKRAVARTY, S., MANDAL, A. und LAHIRI, P., 1986: Effect of lindane on clutch size and level of egg yolk protein in domestic duck. Toxicology 39, 93-103.
- (4) DRESCHER-KADEN, U. und HUTTERER, R., 1981: Rückstände an Organohalogenverbindungen (CKW) in Kleinsäugern verschiedener Lebensweise - Untersuchungen an Wildfängen und Fütterungsversuche. Ökol. Vögel 3 (Sonderheft), 127-142.

- (5) FAO, 1980: Pesticide residues in food 1979 evaluations. FAO plant production and protection paper 20 Suppl. S. 159-214. Food and Agricultural Organisation of the United Nations, Rome.
- (6) GARTEN, C.T. und TRABALKA, J.R., 1983: Evaluation of models for predicting terrestrial food chain behavior of xenobiotics. Environ. Sci. Technol. 17, 590-595.
- (7) GROLLEAU, G. und GIBAN, J., 1966: Toxicity of seed dressings to game birds and theoretical risks of poisoning. J. Appl. Ecol. 3 (Suppl.), 199-212.
- (8) GRÜN, G., SADEK, H. und CLAUSING, P., 1982: Bewertung der akuten Toxizität für Vögel in Beziehung zu möglichen Nebenwirkungen im Freiland. Nachrichtenbl. Pflanzensch. DDR 1982, 127-130.
- (9) HARTNER, L., 1989: Entwicklung eines Tests an der Stockente für das Chemikaliengesetz. Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Forschungsbericht 106 03 050. 120 S.
- (10) HILL, E.F., HEATH, R.G., SPANN, J.W. und WILLIAMS, J.D., 1975: Lethal dietary toxicities of environmental pollutants to birds. U.S. Fish Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep. - Wildl. 191, 61 S.
- (11) HILL, I.R., 1985: Effects on non-target organisms in terrestrial and aquatic environments. In: LEAHEY, J.P. (Hsg.): The pyrethroid insecticides. London. S. 151-262.
- (12) HUDSON, R.H., TUCKER, R.K. und HAEGELE, M.A., 1984: Handbook of toxicity of pesticides to wildlife. 2. Aufl. U.S. Fish Wildl. Serv., Resour. Publ. 153, 90 S.
- (13) KULZER, E., 1985: Fledermäuse und Holzschutzmittel ein Konflikt? Prakt. Schädlingsbekämpfer 37, 177-178.
- (14) LAVAUR, E. de und ARNOLD, A., 1981: Pollution des vertébres terrestres sauvages par les pesticides et les PCB enquete 1977-1979. Phytiatrie-Phytopharmacie 30, 89-95.
- (15) LEAHEY, J.P., 1985: Metabolism and environmental degradation. In: LEAHEY, J.P. (Hsg.): The pyrethroid insecticides, London. S. 263-342.
- (16) PERKOW, W., 1988: Wirksubstanzen der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. 2. Aufl. Parey, Berlin und Hamburg.
- (17) RACEY, P.A. und SWIFT, S.M., 1986: The residual effects of remedial timber treatments on bats. Biol. Conserv. 35, 205-214.

- (18) RILEY, D., 1985: The safety of pyrethroid insecticides to mammals, plants, birds, earthworms and soil microorganisms. Pestic. Sc. 16, 204-205.
- (19) SCHAFER, E.W., BOWLES, W.A. und HURLBUT, J., 1983: The acute oral toxicity, repellency and hazard potential of 998 chemicals to one or more species of wild and domestic birds. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 12, 355-382.
- (20) WHITEHEAD, C.C., DOWNING, A.G. und PETTIGREW, R.J., 1972: The effects of lindane on laying hens. British Poultry Sci. 13, 293-299.
- (21) WHO, 1989: The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification. Division of Vector Biology and Control, World Health Organization, Genf.
- (22) WOLFE, J.L. und ESHER, R.J., 1980: Toxicity of carbofuran and lindane to the old-field mouse (Peromyscus polionotus) and the cotton mouse (P. gossypinus). Bull. Environm. Contam. Toxicol. 24, 894-902.
- (23) WORTHING, C.R. (Hsg.), 1987: The pesticide manual. A World Compendium. 8. Aufl. British Crop Protection Council.

A. Wilkening

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

Erforderliche Rückstandsversuche für Insektizide im Forst.

Rückstandsversuche für Insektizide im Forst sind erforderlich,

- wenn bei Flächenanwendungen Pilze und Beeren getroffen werden können oder
- nach Behandlung von Baumrinde.

Die Untersuchungen an Pilzen und Beeren werden durchgeführt, um die mögliche Gefährdung von Verbrauchern durch den Verzehr belasteter Waldpilze und -beeren beurteilen zu können. Rückstandsuntersuchungen an Baumrinde sind erforderlich, weil Rindenprodukte zunehmend in verschiedenen Bereichen (Landschafts- und Gartenbau, Streumaterial auf Kinderspielplätzten) eingesetzt werden.

1.) Versuchsumfang

Insgesamt können bei einer vorgesehenen Anwendung eines Insektizids im Forst folgende Versuche notwendig werden:

- je 8 Versuche an Waldpilzen und -beeren
- 2 Fermentationsversuche
- Nachbauversuche gemäß BBA-Richtlinie IV, 3-10; also maximal je 8 Versuche an Feldsalat oder Spinat (Blattgemüse), Möhren oder Stoppelrüben (Wurzelgemüse) und an einer dritten Kultur (Sproßgemüse) nach Wahl.

Die Versuche an Waldpilzen, Waldbeeren und die Nachbauversuche sollen jeweils auf 2 Versuchsjahre aufgeteilt und an verschiedenen Standorten durchgeführt werden.

2.) Rückstandsversuche nach Flächenbehandlung

Bei den jeweils 8 Versuchen an Waldpilzen und -beeren sollten bei der Versuchsdurchführung folgende Rahmenbedingungen beachtet werden:

<u>Versuchsort:</u> geeignet sind lichte Kiefernbestände (Stangen- bis Altholz), Windwurfblößen oder Schneisen (vor allem bei Hubschraubereinsatz wichtig). Eine genaue Ortsbeschreibung soll Angaben enthalten über Art und Alter der Bäume, sonstigen Bewuchs, Abstand der Bäume, Bodenart, Beschirmungsgrad und Witterungsbedingungen während der Versuchsdurchführung.

Anwendung: Zum Zeitpunkt der Anwendung müssen Pilze bzw. Beeren vorhanden sein. Die Rückstandsversuche sollten also ab Ende Juli durchgeführt werden. Für Anwendungen mit Rückensprühgerät und Hubschraubereinsatz sind getrennte Versuche erforderlich. Die Anwendung soll praxisgerecht erfolgen, d.h. Pilze und Beeren sollen nicht direkt behandelt werden.

Pilze: Bei Pilzen muß nicht zwischen eßbaren und nicht eßbaren Pilzen unterschieden werden. Angaben sind erforderlich über Art, Alter, Zahl und Gewicht der Pilze. Der Probenumfang beträgt mindestens 20 Pilze je Probe (1-2 kg). Die Pilze sollen verputzt (d.h. von Erde, Nadeln und Gras befreien) aber nicht gewaschen und gehäutet werden. Die Probenahme erfolgt an den Tagen 0, 1, 2, 7 und 14 nach der Anwendung. Eine unbehandelte Kontrollprobe muß evtl. vor der Anwendung genommen werden.

<u>Beeren:</u> Es sollen verschiedene Beerenarten (mindestens Himbeeren, Brombeeren und Heidelbeeren) untersucht werden. Die Probenahmetermine können ebenso wie bei den Pilzen gelegt werden.

3.) Rückstandsversuche nach Behandlung von Baumrinde:

Bei einer vorgesehene Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf Baumrinde sind Fermentationsversuche und Nachbauversuche erforderlich. Grundsätzlich ist die Art der Versuchsanstellung bei den Fermentationsversuchen freigestellt. Folgende Vorgehensweise wird vorgeschlagen: <u>Versuchsmaterial:</u> Eine definierte Mischung verschiedener Baumrinden, wie sie in Sägewerken anfällt und zur Herstellung von Rindenhumussubstrat in der Praxis verwendet wird.

Versuchsdurchführung: Der prozentuale Anteil der verschiedenen Rindensorten soll abgeschätzt und protokolliert werden. Das Versuchsmaterial wird ausgebreitet und kontaminiert. Nach dem Antrocknen der Spritzflüssigkeit wird das Material praxisgerecht in bis zu 2 cm große Stücke gemahlen und in Netzbeutel aus Kunstfaser eingebracht. Die Maschenweite der Netze sollte klein genug sein, um den Verlust von Rindensubstrat beim Umsetzen der Mieten zu vermeiden. Andererseits sollte der Gasaustausch und auch die Ausbreitung von Mikroflora und -fauna nicht beeinträchtigt werden. Die Beutel können mit einem Farbband gekennzeichnet und in vorhandenen Mieten eingebracht werden.

Fermentation: Die üblichen Fermentationsverfahren unterscheiden sich zum Teil erheblich in der Dauer der Rotteprozesse. Allgemein üblich ist dagegen eine zweistufige Prozeßführung. Zunächst wird das angelieferte Material drei bis neun Monate zu Mieten von einigen 100 Kubikmetern Größe aufgesetzt. Bei dieser Vorrotte werden noch keine Fremdstoffe zugesetzt. In einem zweiten Arbeitsgang wird, soweit noch nicht geschehen, die vorfermentierte Rinde zerkleinert und anschließend mit Harnstoff und Kalk versetzt. Abermals in Mieten aufgesetzt erhitzt sich das Material auf ungefähr 345 Kelvin. Die Mieten werden alle drei Wochen umgesetzt. Der gesamte zweistufige Prozeß dauert etwa ein Jahr.

Die Rinde in den Netzbeuteln soll beide Fermentationsphasen durchlaufen. Dabei erfolgt aber die Zerkleinerung des Materials zweckmäßiger Weise vor der Vorrotte.

Probenahme: 1. Nach Zerkleinerung der Rinde vor Beginn der Vorrotte

- 2. nach Beendigung der Vorrotte und
- 3. nach Abschluß des zweistufigen Prozesses am fertigen Rindenhumms.

Bei jeder Probenahme sollte aus dem Inhalt mehrerer Netzbeutel eine repräsentative Mischprobe genommen werden. Dabei ist jeweils auch eine Kontrollprobe zu ziehen. Dazu muß unbehandelte Rinde in derselben Weise selektiert, zerkleinert, in Netzbeutel verpackt und

der zweistufigen Fermentation unterworfen werden wie die behandelte Rinde.

Die einzelnen Arbeitsschritte sollten genau protokolliert werden.

Nach Durchführung der Fermentationsversuche kann entschieden werden, inwieweit Versuche zum Übergang der Wirkstoffe vom Boden in Gemüsekulturen erforderlich sind.

Für die Nachbauversuche wird von einer Aufwandmenge an Rindenhumus zur Bodenverbesserung von 30 $1/m^2$ ausgegangen. Folgendes Vorgehen wird vorgeschlagen:

Versuchsdurchführung: Es ist nicht auszuschließen, daß der Wirkstoff nach Einarbeitung des Rindenhumus in den Boden erst nach längerer Zeit pflanzenverfügbar wird. Um den ungünstigsten Fall zu erfassen, sollte daher bei den Modellversuchen an ausgewählten Gemüsekulturen nur das Pflanzebnschutzmittel ohne Rindenhumus in den Boden eingearbeitet werden.

Einarbeitung: ca. 20 cm tief fräsen

<u>Probenahme:</u> Für die Ermittlung der Rückstände im Boden und in der Pflanze sollten zu den mit (X) gekennzeichneten Terminen Proben entnommen werden.

			Probenahmetermine	
		Boden		Pflanze
1.	Vor der Behandlung	X		•
2.	Nach der Einarbeitung	X		
3.	Sobald genügend Pflanzen-			
	material vorhanden ist	X		X
4.	Frühestmögliche Verwertung	100		X
5.	Ernte	X		X

Vor der erstmaligen Durchführung von Rückstandsversuchen im Forst empfiehlt sich eine Rücksprache mit den zuständigen Wissenschaftlern der Zulassungsbehörde.

W.Storzer

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

Eintrag und Verbleib von Pflanzenschutzmitteln in Luft

GESETZLICHER AUFTRAG UND ZULASSUNGSVERFAHREN

Die gesetzliche Grundlage für den Prüfbereich "Eintrag und Verbleib von Pflanzenschutzmitteln in Luft" im Rahmen des Zulassungsverfahrens bildet §15, Absatz 2, Nr.2, Pflanzenschutzgesetz mit dem Wortlaut:

"Die Biologische Bundesanstalt entscheidet über das Vorliegen der Voraussetzungen ... hinsichtlich der Vermeidung von Schäden durch Belastung des Wassers und der Luft ... im Einvernehmen mit dem Umweltbundesamt."

Entsprechende Forderungen werden im Antragsformblatt der Biologischen Bundesanstalt auf Seite B/13 gestellt. Es müssen Unterlagen zur Bestimmung der

- Flüchtigkeit bei Pflanzen- und Blattoberflächen (Nr. 3.1),
- Flüchtigkeit aus Boden (Nr. 3.2) und zum
- Photochemisch-oxidativen Abbau in der Luft (Nr. 3.3) eingereicht werden.

Als Arbeitsgrundlage für das Zulassungsverfahren ist die BBA-Richtlinie Teil IV, 6-1

Prüfung des Verflüchtigungsverhaltens und des Verbleibs von Pflanzenschutzmitteln in der Luft im Oktober 1990 erschienen.

Das Prüfverfahren folgt einem dreiteiligen Stufenplan.
Als Eingangsinformationen zur Abschätzung der abiotischen
Abbaubarkeit werden in STUFE 1 die Testergebnisse zur
Hydrolyse und direkten Photolyse des reinen Wirkstoffs in
Wasser herangezogen. Zur Hydrolyse werden bereits Daten
eingereicht und im Prüfbereich "Verbleib im Wasser" bewertet.
Auch wird die Forderung zur direkten Photolyse in Wasser zum
Teil schon erfüllt. Vorgegangen wird bisher nach der entsprechenden EPA-Richtlinie oder nach der vorläufigen Fassung
der noch bei der OECD in der Beratung befindlichen Richtlinie
"Phototransformation of Chemicals in Water". Nach der Verab-

schiedung soll sie auch als BBA-Richtlinie verfügbar gemacht werden.

Wenn sich für einen der beiden Vorgänge eine Halbwertszeit von t_{12} < 4 Tage ergibt, so sind keine weiteren Untersuchungen qemäß Stufe 2 und 3 erforderlich. Anderenfalls muß das Verflüchtigungsverhalten des Wirkstoffs aus dem formulierten Präparat gemäß STUFE 2 von den bei der Anwendung vorgesehenen Pflanzen- oder Bodenoberflächen ermittelt werden. Bisher stehen in den überwiegenden Fällen nur die physikalisch-chemischen Wirkstoffdaten, wie Molmasse, Dampfdruck, Wasserlöslichkeit, n-Oktanol/Wasser-Verteilungskoeffizient, u.a. zur Abschätzung des Verflüchtigungsverhaltens zur Verfügung. Die Dampfdruck- und Wasserlöslichkeitsdaten sind aber zum großen Teil mit hoher Ungenauigkeit behaftet und können somit zu falschen Aussagen bei Abschätzrechnungen führen. Daher sollen künftig experimentell ermittelte Verdunstungsraten zur Beurteilung verwendet werden. Für diese Bestimmungen können bestehende oder noch zu entwickelnde Modellapparaturen oder Freilandmessungen herangezogen werden. Dabei besteht weitgehende Wahlfreiheit für die Methode, da noch zu wenig Erfahrungen auf diesem Gebiet vorliegen.

Wenn sich innerhalb von 24 Stunden ein Verflüchtigungsverlust von über 1/5 der ursprünglich aufgetragenen Wirkstoffmenge ergibt, so sind nach STUFE 3 Angaben zum Verbleib
des Wirkstoffs in der Luft zu machen. Hier wird die Prüfung
der photochemisch-oxidativen Wirkstoffabbaubarkeit in der Luft
erforderlich. Dies kann durch eine theoretische Abschätzrechnung mittels Reaktivitätsdaten der Reaktionen mit Hydroxylradikalen oder Ozon, den wichtigsten Vertretern der Luftoxidantien für organische Fremdstoffe, erfolgen oder experimentell in geeigneten Apparaturen.

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens ist die Abbaubarkeit von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in Luft bisher nur für Lindan ausführlich untersucht worden. Als sein wichtigster Hauptabbauweg in der Atmosphäre wird die Reaktion mit Hydroxylradikalen erachtet. Die erhaltenen Ergebnisse belegen die hohe

Persistenz von Lindan in der Umwelt. Letztere ist vielfach durch das globale Auftreten des Wirkstoffs in Luft, Niederschlägen und Oberflächengewässern erkannt worden.

Im Zulassungsverfahren ist daher der Prüfbereich "Verbleib in der Luft" für Lindan negativ bewertet worden.

ERGEBNISSE AUS VERFLÜCHTIGUNGSVERSUCHEN

Im Hinblick auf die künftig zu fordernden Versuche zur Bestimmung von Verflüchtigungsraten ist in der Jahren 1986 - 1989 bei der Fachgruppe für chemische Mittelprüfung unter Förderung durch das Umweltbundesamt eine entsprechende Studie erarbeitet worden:

A. Boehncke, J. Siebers und H.-G. Nolting,

"Verbleib von Pflanzenschutzmitteln in der Umwelt

- Exposition, Bioakkumulation, Abbau - Teil B"

Da bisher nur wenige Untersuchungen über die Flüchtigkeit von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen von Pflanzenoberflächen bekannt geworden sind, lag der Schwerpunkt der Arbeit bei der Untersuchung des Verdunstungsverhaltens einiger ausgewählter Wirkstoffe von Blattoberflächen. Es wurden die Insektizide Mevinphos, Lindan und Deltamethrin an Kopfsalat, Kohlrabi, Buschbohnen und Sommerweizen im Freiland untersucht. Diese Wirkstoffe sind nach den Kriterien Stabilität in Wasser, Zugehörigkeit zu Dampfdruckklassen, Einsatzmengen und Zugehörigkeit zu Stoffgruppen ausgewählt worden.

Für den Anwendungsbereich "Forst" haben Lindan und Cypermethrin Bedeutung.

Stellvertretend für Cypermethrin kann das hier untersuchte Deltamethrin betrachtet werden, da diese Wirkstoffe chemisch verwandt sind. Der Verflüchtigungsverlust wurde indirekt über die verbliebenen Rückstände auf den Pflanzen in Bezug auf den Initialbelag bestimmt.

Andere Abbauvorgänge wie Hydrolyse, Photolyse, Bildung nicht extrahierbarer Rückstände in den Pflanzen oder mikrobieller Abbau wurden durch Vorversuche bestimmt und mittels Erkenntnissen aus den Zulassungsunterlagen in der Bilanz berücksichtigt bzw. durch die getroffene Wirkstoffauswahl ausgeschlossen. Bei fast allen Kulturpflanzen waren im Fall Lindan unter den

herrschenden Bedingungen schon nach einer Stunde bis zu 50%, nach 24 Stunden bis über 90% verdunstet.

Ein ähnliches Ergebnis wurde für Mevinphos erhalten.

Nach einer Verzögerungsphase wurden auch bei dem als schwer flüchtig geltenden Deltamethrin nach 24 Stunden zum Teil Verluste von 70% gemessen.

Zum Vergleich wurden die Wirkstoffe auch an Boden untersucht. Auch hier, jedoch in weit geringerem Maße als bei Pflanzen, zeigten sich Verdunstungsverluste von 20 - 30% einen Tag nach der Anwendung.

Die erhaltenen Ergebnisse sind nur beispielhaft zu verstehen, eine Verallgemeinerung ist nicht zulässig.

BEWERTUNGSKRITERIEN

In der Prüfrichtlinie sind bisher keine Bewertungsgrundsätze festgeschrieben.

Die künftige Beurteilung der eingereichten Daten soll auf den Bewertungskriterien

- Mobilität,
- Persistenz und
- Akkumulierbarkeit im Sediment und in Organismen basieren.

Danach wird ein Wirkstoff **negativ** bewertet, wenn er stark zur Verflüchtigung neigt und sich aufgrund seiner hohen Stabilität ubiquitär verteilt.

Er wird dann als besonders problematisch angesehen, wenn er darüber hinaus noch zur Akkumulation neigt.

DISKUSSION

Aktuelle Borkenkäfersituation

Zur Situation der Borkenkäferentwicklung im Nationalpark Bayerischer Wald, wo grundsätzlich keinerlei Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt werden, meint Reindl, daß derzeit noch keine endgültigen Aussagen möglich seien. Die Entwicklung der Borkenkäfer unter ungestörten Verhältnissen werde dort zwar mit Besorgnis, aber auch großem Interesse weiter beobachtet.

Klein fragt, von welchen Teilen des Kalamitätsholzes größte Gefahr ausgehe, insbesondere angesichts der fehlenden Möglichkeiten, auch den Schlagabraum vollständig aufzuarbeiten bzw. zu verbrennen. Richter meint dazu, daß geworfenes Holz, aber auch schattig liegendes Bruchholz, durchaus auch im zweiten Jahr noch fängisch sei. Ebenso sei Schlagabraum von einer gewissen Stärke an als gut geeignetes Brutmaterial zu betrach-Stehende Starkholzstümpfe trockneten dagegen schnell aus, so daß sie von Rindenbrütern nicht mehr besiedelt würden. Derartige Hölzer seien eher für Holzbrüter geeignet, die von hier aus zu einer intensiven Ausbreitung von Bläuepilzen beitrügen. Vaupel ergänzt, daß schwächerer Schlagabraum Kupferstecher günstige Vermehrungsbedinbekanntermaßen dem gungen bieten könne.

Schröter betont, daß geworfene Flächen, bei denen ein großer Teil der Bäume noch Wurzelkontakt hat, ein besonders großes Gefährdungspotential darstellen. Die Überlegungen, Holz mit Wurzelkontakt zunächst liegen zu lassen und für eine spätere Aufarbeitung vorzusehen, hätten sich angesichts der auch witterungsbedingten Entwicklung in diesem Jahr als problematisch erwiesen. Gerade solche Bäume seien schneller ausgetrocknet als erwartet, so daß hier gute Entwicklungsbedingungen für Rindenbrüter entstanden seien, die nach Massenvermehrung das stehende Holz gefährden.

Bombosch meint, daß im kommenden Frühjahr aus Brutraummangel schon bei der ersten Generation mit Ansturm auf das stehende Holz zu rechnen sei. Er sieht dabei besondere Gefahr für gestreßte Bestände, die sturmbedingte Feinwurzelschäden und somit Probleme im Wasserhaushalt haben. Hier sei die Befallswahrscheinlichkeit besonders groß. Die zentrale Frage drehe sich jetzt allein darum, wie Stehendbefall verhindert werden könne. Von der Aufarbeitung des noch liegenden Holzes sei nur ein geringer Beitrag zu erwarten, da hier die Käfervermehrung ohnehin abgeschlossen sei.

Auf die Frage nach dem aktuellen Aufarbeitungsstand des Sturmholzes (Bombosch) antwortet Reindl, daß in Bayern 2/3 des gefallenen Holzes aufgearbeitet sei und daß Optimismus vorherrsche, bis zum Frühjahr den größten Teil der Arbeit erledigt zu haben. Schröter schließt sich dieser Bewertung an, gibt aber zu bedenken, daß eine zügige Aufarbeitung zum Teil vorgetäuscht sein könnte, da zunächst Flächen mit größerem Holzanteil in Angriff genommen worden sind. Kleinere Sturmlöcher, die gerade hinsichtlich der Borkenkäfergefahr besonders problematisch seien, blieben dagegen länger liegen, und besonders bei einem schneereichen Winter oder auf Weichböden, wo Rückeschwierigkeiten bestünden, seien Aufarbeitungsdefizite nicht auszuschließen.

Naßlagerung von Kalamitätsholz

Auf die Frage von Jakoby, zu welchem Zeitpunkt im Jahr spätestens die Beregnung der Holzpolter abgestellt werden solle, antwortet Hanke, daß dies dann passieren müsse, wenn erste starke Fröste auftreten. Geringe Fröste schadeten der Anlage normalerweise nicht.

Die Frage nach den Gefahren bei der Einlagerung rotstreifigen Holzes (Busch), beantwortet Kehr dahingehend, daß dies proble-

matisch sei, da *Stereum-*Arten ihr Zerstörungswerk fortsetzen, solange die Holzfeuchte noch nicht wieder sehr hohe Werte angenommen hat.

Dubbel berichtet über ausgedehnte Hallimaschschäden in zwei beregneten Holzpoltern und fragt, ob es bei den Anwesenden ähnliche Beobachtungen gebe. Er vermutet, daß der Umstand der Lagerung auf nacktem Waldboden hier eine Rolle gespielt haben kann. Bei den Anwesenden sind keine vergleichbaren Vorfälle von Hallimaschschäden bekannt. Kehr hält den Bodenkontakt als Ursache für diesen Hallimaschbefall für möglich und verweist auf die ubiquitäre Verbreitung dieses Pilzes. Auch in diesem Zusammenhang sei eine Befestigung der Lagerplätze vor der Einlagerung des Holzes sehr wichtig.

Brechtel unterstreicht die Notwendigkeit entsprechender Platzbefestigungen und weist darauf hin, daß eine Abpufferung beispielsweise durch Kalkschotter auf Holzlagerplätzen sehr vorteilhaft sein könne, insbesondere bei saurem Beregnungswasser. Hier wirke ein Holzpolter "wie eine biologische Kläranlage". Was von dem Platz ablaufe, werde von den Genehmigungsbehörden in jedem Fall als Abwasser angesehen und müsse kontrollierbar sein. Jahn fragt, warum von den Genehmigungsbehörden geschlossene Bewässerungssysteme viel günstiger bewertet werden als offene. Laut Aussage von Brechtel sind die Genehmigungsbehörden bestrebt, den Ablauf von Holzpolterplätzen soweit es geht zu unterbinden. Entsprechend große Rückhaltebecken, die auch in der Lage wären, bei größeren Niederschlägen genügend Wasser aufzunehmen, könnten aber im Wald nicht gebaut werden. Außerdem sei der Überlauf aus solchen Auffanganlagen sehr viel problematischer zu bewerten als ein kontrollierter Ablauf im offenen Beregnungssystem.

Auf die Frage nach der notwendigen Beregnungsmenge (Funke) weist Brechtel darauf hin, daß auch unter extremen Bedingungen die Verdunstungsrate von offenen Wasserflächen niemals größer als 5 mm pro Tag sei. Das bedeute, daß eine Beregnung von

20 mm am Tag die nötige Sicherheit bieten sollte. Es sei allerdings sehr wichtig, diese Wassermenge gleichmäßig über das gesamte Polter zu verteilten.

Brechtel schlägt vor, aufgrund der noch vorhandenen Meinungsverschiedenheiten zu Bewässerungssystemen, Beregnungsmenge sowie Fragen der Wasserqualität einen Arbeitskreis von Fachleuten zu gründen, der anhand der Erfahrungen nach der letzten Sturmkalamität diesen Bereich wissenschaftlich aufarbeitet. Dieses Gremium sollte nach Möglichkeit ein Merkblatt zu dem Problemkreis erarbeiten, mit dessen Hilfe man Genehmigungsbehörden fachkundig unterstützen, aber auch im Bedarfsfall gegenübertreten könnte.

Pheromonanwendungen

Auf die Frage zur zukünftigen Pheromonanwendung in den neuen östlichen Bundesländern (Vaupel) antwortet Richter, daß hier in größerem Umfang Möglichkeiten in Kombination mit dem Fangbaumverfahren gesehen würden; derartige Anstrengungen seien seiner Ansicht nach allerdings nur bis Ende Juni effektiv und müßten bis dahin abgeschlossen sein.

Bombosch vermerkt, daß disponiertes Sturmholz mit Pheromonfallen nicht geschützt werden könne und stellt die Frage, wie es möglich sein solle, gefährdete Bestandesränder durch Falleneinsatz zu sichern. Um Stehendbefall zu verhindern, sollten nach Aussage von Vaupel die in der Bodenstreu überwinterten Käfer der aufgearbeiteten Sturmholzflächen in der Nähe disponierter Bestandesränder massiv abgeschöpft werden. Bombosch bezweifelt die Effektivität solcher Maßnahmen, da es Untersuchungen gebe, die darauf hindeuteten, daß der größte Teil der angelockten Käfer an den Fallen vorbeifliege. Vaupel weist in diesem Zusammenhang darauf hin, daß gerade auf Flächen mit frischem Schlagabraum die meisten Käfer gefangen würden.

Schröter unterstreicht, daß es nach den jüngsten Sturmwürfen eine sehr große Anzahl gefährdeter Bestandesränder gebe. sei kapazitätsmäßig nicht annähernd praktikabel, alle diese Flächen durch Pheromonfallen zu schützen. Außerdem entstünden damit für die Forstwirtschaft unvertretbar hohe Kosten. Eigene Untersuchungen im Montanbereich deuteten außerdem darauf hin, daß es kaum möglich sei, Stehendbefall durch Pheromonfallen zu verhindern. Auch jahrelanges massives Abfangen der Käfer lasse im Einzelfall keinerlei Abschöpfung der Population erkennen. Klein unterstützt diese Auffassung und meint, daß Pheromontechniken in der derzeitigen Situation nicht ausreichten und hier zu konventionellen Methoden zurückgekehrt werden müsse. Vaupel berichtet von Beobachtungen und Untersuchungen (Rhön und Harz), bei denen die Aufstellung von Pheromonfallen zu erheblicher Reduktion des Stehendbefalls geführt habe. Falle könne in einem integrierten System eine wichtige Aufgabe übernehmen, außerdem stelle sich die Frage nach anderen insektizidfreien Alternativen. Dubbel ergänzt, daß es nachweislich Möglichkeiten gebe, mittels Falleneinsatz Stehendbefall an Bestandesrändern um 60 - 80 % zu reduzieren. Bombosch betont, daß Ergebnisse aus einer Latenzphase der Borkenkäfer nicht auf die jetzige Situation nach den Sturmwürfen übertragen werden dürften.

Voget fragt, ob es effektiv sein könne, eine Pheromonanwendung mit insektizidbehandelten stehenden Bäumen zu kombinieren. Vaupel antwortet, daß das Fallenkonzept ja gerade darauf abziele, Insektizidanwendung gegen Borkenkäfer in bestimmten Fällen möglichst überflüssig zu machen. Außerdem habe er die Erfahrung gemacht, daß insektizidbehandelte Fangknüppel eine sehr viel geringere Fangleistung hätten als Fallen und zudem eine Gefahr für Prädatoren darstellten. Richter weist darauf hin, daß ein begifteter Fangbaum lange nicht so wirksam sei wie ein unbegifteter, da die Lockwirkung durch die lebenden sich einbohrenden Käfer stark erhöht werde. Er habe keine grundsätzlichen Einwände gegen die Pheromonfalle als Bekämpfungsmethode, unterstreiche aber, daß die Effizienz der Falle insbesondere zu Beginn der Flugzeit geringer sei als die des

pheromonbeköderten Fangbaumes. Aufgelichtete Bestandesränder mit einem Bestockungsgrad unter 0,6 seien ohnehin nicht mehr zu retten. Bei einem Bestockungsgrad oberhalb von 0,6 sei die Kombination Pheromon plus Fangbaum ein geeignetes Verfahren der Bekämpfung. Auch Bombosch weist darauf hin, daß Pheromone ein ausgezeichnetes Instrument zur Bekämpfung von Borkenkäfer sein können, aber am Baum wesentlich effektiver einzusetzen seien als in der Falle. Dies gelte gerade auch für Sturmflächen. Käfer würden gezielt angelockt, konzentriert und bekämpft.

Schollmeyer stellt eine Bekämpfungsmethode mittels pheromonbestückter und begifteter Fangpfähle vor. Er betont, mit dieser
Methode ähnlich gute Arretierungsergebnisse erzielen zu können
wie beim Fallenfang, die sehr viel geringeren Kosten seien
aber ein großer Vorteil. Vaupel entgegnet, daß nach eigenen
Untersuchungen das Fangpfahlverfahren sehr viel schlechtere
Ergebnisse als die Pheromonfalle gebracht habe. Er weise noch
einmal darauf hin, daß eine deutliche Reduktion des Stehendbefalles ganz ohne Insektizidanwendung allein mit der Fallenmethode möglich sei. Die Falle sei allerdings kein Allheilmittel, sondern gehöre in ein integriertes Konzept. Von grundlegender Bedeutung sei dabei die korrekte Plazierung und die
fortlaufende Kontrolle der Fallen.

Alternative Techniken

Zum Referat von Dr. Dubbel stellt Block die Frage, wie die erhöhte Wirksamkeit von Cypermethrin bei der Zugabe von "Pine-Oil" zu erklären sei. Dubbel hält es für möglich, daß die Ölzugabe eine bessere Benetzung bewirke, gegebenenfalls aber auch zu einer geringeren Verdunstung des Wirkstoffes führe. Hinzu könne noch ein gewisser Repellenteffekt kommen. Voget vermutet, die Ölzugabe könne den Übergang des Wirkstoffes auf das Insekt, also die Kontaktwirkung, verbessern. Vaupel berichtet von Versuchen, bei denen Rapsöl als Additiv getestet wurde. Hierbei seien gute Ergebnisse erzielt worden, die eine

Reduktion des Wirkstoffes Cypermethrin um den Faktor 5 ermöglichten. Noch stärker reduzierte Konzentrationen sollen noch untersucht werden.

Funke fragt nach der Möglichkeit der Anwendung von Ablenkstoffen zum Polterschutz. Dubbel sieht hier grundsätzlich gute Möglichkeiten, betont allerdings, daß Verfahren zum Polterschutz mit Ablenkstoffen bislang noch nicht praxisreif entwikkelt seien. Auf die Frage, ob die Verwirrungsmethode im Rahmen Borkenkäferbekämpfung erfolgversprechend sein könnte (Jahn), antwortet Dubbel, daß dies nach amerikanischen Untersuchungen von Prof. Vité unwahrscheinlich sei. Bei den Borkenkäferlockstoffen handele es sich um Aggregationspheromone, mit denen beide Geschlechter angelockt werden; die Verwirrungsmethode basiere dagegen auf der flächigen Ausbringung von geschlechtsspezifisch wirkenden Sexualpheromonen, wodurch Zusammenkommen der Geschlechtspartner verhindert werden soll. Eine entsprechende Verwendung von Borkenkäferlockstoffen würde zur unkontrollierbaren Entstehung von Befallsnestern führen.

Die Frage nach der Wirksamkeit von Kalkbehandlungen im Rahmen der Borkenkäferbekämpfung (Jahn) wird von Schröter und Brandes dahingehend beantwortet, daß durch Kalkbehandlungen kein sinnvoller Beitrag zu erwarten sei. Alle diesbezüglichen Versuche in umfangreich getesteten Varianten hätten negative Ergebnisse gehabt. Hier werde auch kein Ansatzpunkt für weitere Untersuchungen mehr gesehen.

Saftstromverfahren mit Methamidophos

Funke fragt, wie die Applikation der Insektizidpaste an die Rinde erfolge, insbesondere ob eine Kontamination anderer Arthropoden außerhalb der Zielorganismen denkbar sei. Dedeck antwortet, daß die Paste etwa 2 mm dick aufgetragen, mit Plastikfolie umschlossen und abschließend mit einem Bindfaden abgesichert werde. An der Rinde aufsteigende Insekten kämen

mit dem Wirkstoff nicht in Berührung. Auf die Frage nach dem Arbeitsaufwand nennt Dedeck Zeiten von 5 bis 10 Minuten pro Baum bei Einsatz von zwei Arbeitern.

Voget weist darauf hin, daß der Umgang mit Phosphorsäureestern problematisch sei. Die Unfälle hiermit seien nicht unerheblich trotz umfangreicher Hinweise auf den fachgerechten Umgang. Weiterhin bezweifle er die Möglichkeit, Nichtzielorganismen durch die Methode ausreichend zu schützen. Schließlich wäre auch zu erwarten, daß ein Phosphorsäureester wegen der schnellen Abbaurate für systemische Anwendungen wenig geeignet ist. Dedeck entgegnet, daß das Methamidophos unter den Phosphorsäureestern eine Ausnahmestellung habe, da es relativ langsam abbaue und in der Pflanze Halbwertzeiten von 40 - 45 Tagen aufweise. Ausreichende Wirksamkeit sei außerdem durch Versuche belegt. Gravierende Auswirkungen auf andere Insekten seien bisher nicht aufgefallen. Bombosch ergänzt, daß der Ameisenbuntkäfer als wichtiger Gegenspieler der Borkenkäfer nur lebende Beute annehme und insofern hier keine Gefahr der Sekundärvergiftung bestehe.

Dubbel fragt nach der Zugänglichkeit der applizierten Paste für Kinder, die den Warnhinweis nicht lesen können und die eine an Bäumen aufgebrachte Folie evtl. attraktiv finden könnten. Wie hoch ist hier die Gefahr einer Intoxikation? Dedeck antwortet, daß die Formulierung durch einen unangenehmen Geruch eine stark abschreckende Wirkung besitze. Bei kutaner Kontamination sei nur eine sehr langsame Resorption durch die Haut zu erwarten.

Auf die Frage nach der Rückstandsproblematik bei Verwendung von Mulch aus behandelter Rinde (Kehr), antwortet Dedeck, daß es sich schließlich um eine Pheromonmethode handele, bei der nur 1 - 2 % der Bäume überhaupt behandelt würden. Außerdem seien wegen der Abbaurate keine Toxizitätsprobleme für Rindenprodukte zu erwarten. Bombosch ergänzt, daß 90 % der behandel-

ten Bäume ohnehin nicht gefällt zu werden bräuchten, da sie am Leben blieben. Daher fielen also zunächst kaum Rinden- oder Holzprodukte an.

Toxikologische Bewertung der Wirkstoffe

Voget meint, die günstige toxikologische Bewertung der zur Borkenkäferbekämpfung eingesetzten Wirkstoffe dürfe nicht Anlaß sein, Schutzmaßnahmen zu vernachlässigen. Alle vorgesehenen Auflagen, auch die zum Schutz des Anwenders, müßten penibel eingehalten werden. Spraydriftversuche der Firma Shell-Agrar hätten gezeigt, daß auch die Ausbringungstechnik noch deutlich verbessert werden könne. Durch eine Optimierung der Technik könne sowohl die Anwender- als auch die Umweltkontamination erheblich vermindert werden.

Klein betont die Sensibilität der Öffentlichkeit gegenüber allen Pflanzenschutzmaßnahmen im Forst. Während Pflanzenschutzmittel in Landwirtschaft und Gartenbau als notwendige Produktionsmittel durchaus akzeptiert würden, werde jede Anwendung im Wald kritisch gesehen, obwohl hier keine Lebensmittelproduktion erfolge. Aus diesem Grund sei er dankbar für die von Dr. Pfeil vorgetragene, klare toxikologische Bewertung auch unter Vergleich zu anderen Bereichen, in denen die in Frage kommenden Wirkstoffe eingesetzt werden (Hygiene, Arzneimittel). Diese Informationen bedeuteten eine wichtige Argumentationshilfe bei der Auseinandersetzung mit der Öffentlichkeit.

Wilkening unterstreicht in diesem Zusammenhang, daß der Wirkstoff Lindan nicht wegen seiner toxikologischen Eigenschaften in der letzten Zeit zunehmend unter Kritik geraten sei, vielmehr werde hier die hohe Verflüchtigungsneigung zusammen mit einer gewissen Persistenz heute als problematisch angesehen. Er fragt nach der Metabolisierung von Lindan im Säugerorganismus. Pfeil antwortet, daß Lindan zwar vollständig metabolisiert, aber nur bis zum Trichlorphenol abgebaut würde. Es erfolge keine völlige Dehalogenisierung.

Schröter fragt nach der Bildung von Dioxinen bei Verbrennung von lindanhaltiger Rinde. Derartige Befürchtungen seien immer wieder geäußert worden. Weiter fragt er, ob dem Bundesgesundheitsamt Studien des Freiburger Ökoinstituts bekannt seien, nach denen Cypermethrin nervenschädigende Wirkung haben soll. Voget entgegnet, daß bei Verbrennungsprozessen unter Anwesenheit von aromatischen Verbindungen und Chlor grundsätzlich die Möglichkeit einer Dioxinbildung bestünde. Quantitativ seien die aus der Verbrennung von Baumrinde resultierenden Immissionen allerdings im Vergleich zur Müllverbrennung von völlig untergeordneter Bedeutung. Pfeil erklärt, daß die Studien des Freiburger Ökoinstitutes dem Bundesgesundheitsamt nicht vorgelegt worden sind. Nach allen vorhandenen Unterlagen seien allerdings keine Verdachtsmomente bekannt, die darauf hindeuten, daß es durch Cypermethrin zu dauerhaften Nervenschädigungen beim Menschen kommen könnte. Dies gelte auch für stärker disponierte Anwender dieser Mittel. Pyrethroide gehörten zweifelsfrei zu den Nervengiften, die zu schwerwiegenden Funktionsstörungen führen könnten, wenn sie in entsprechend hohen Dosen aufgenommen würden. Derartige Konzentrationen seien bei sachgerechter Anwendung aber auf keinen Fall möglich, so daß entsprechende Schäden hier ausgeschlossen werden könnten.

Voget berichtet von Pressemeldungen, in denen behauptet wurde, daß Forstflächen nach Anwendung von Cypermethrin für eine Freizeitnutzung z.B. durch Spaziergänger toxikologisch bedenklich seien. Er fragt, ob es stichhaltige Gründe für eine solche Bewertung gebe. Pfeil antwortet, daß das Bundesgesundheitsamt auch von solchen Pressemeldungen gehört habe, er halte entsprechende Warnungen aber nicht für notwendig. Ebenso gäbe es keine Gründe, behandelte Holzpolter zu kennzeichnen, um Spaziergänger und Kinder fernzuhalten. Hierzu bestehe aus toxikologischer Sicht keinerlei Notwendigkeit.

Reindl berichtet von einem Wissenschaftler der GSF München, der unter Bezugnahme auf amerikanische Quellen mehrfach behauptet habe, Pyrethroide hätten eine karzinogene Wirkung. Diese Aussage habe zu einer gewissen Verunsicherung bei einigen Forstleuten geführt. Pfeil entgegnet, daß es keinerlei Hinweise auf karzinogene Eigenschaften bei Pyrethroiden gebe. Diese Bewertung des Bundesgesundheitsamtes decke sich mit der der EPA (Environmental Protection Agency) in den USA, wo pyrethroide Wirkstoffe ebenfalls als nicht karzinogen bzw. als Substanzen mit vernachlässigbar kleinem krebserzeugenden Potential eingestuft würden. Nach dem derzeitigen Stand der Erkenntnisse gebe es keine wissenschaftliche Grundlage für Gerüchte zur Karzinogenität von Pyrethroiden.

Brandes äußert Verwunderung darüber, daß die erwähnte Studie des Freiburger Ökoinstitutes beim Bundesgesundheitsamt nicht bekannt ist. Er fragt in diesem Zusammenhang, ob beim Bundesgesundheitsamt nur im Zulassungsverfahren eingereichte Unterlagen bewertet würden oder auch sonstige verfügbare Ouellen. Pfeil erklärt, daß neben den Unterlagen des Antragstellers grundsätzlich alle weiteren zugänglichen Unterlagen bearbeitet und bewertet würden. Auch andere Behörden oder Verbände könnten ihre Untersuchungen beim Bundesgesundheitsamt vorlegen und erhielten auf Wunsch eine Stellungnahme zu den Ergebnissen. Alle validen Ergebnisse würden selbstverständlich in die Beurteilung eines Stoffes miteinbezogen. Voget weist darauf hin, daß die Untersuchungen und deren Umfang nicht im Ermessen des Antragstellers lägen, sondern hier nach einem strengen durch die Bundesbehörden ausgearbeiteten Regelwerk vorzugehen sei, wobei insbesondere im toxikologischen Bereich sehr umfangreiche und aufwendige Studien erarbeitet werden müßten.

Auswirkungen auf Nichtzielorganismen

In Zusammenhang mit den von Prof. Funke vorgetragenen Beobachtungen von massiven Carabiden-Vergiftungen an gespritzten Buchenstämmen weist Schröter darauf hin, daß eine Behandlung von Buchenholz nicht der guten forstlichen Praxis entspreche und zudem völlig unnötig sei, da bei Buche keine Borkenkäfergefahr bestehe.

Funke unterstreicht, daß Carabiden eine Laufleistung von bis zu einem Kilometer pro Nacht hätten und somit auch bei nur punktueller Mittelanwendung eine Gefährdung vorhanden sei. Voget berichtet, daß von Cypermethrin eine Repellentwirkung für mobile Insekten ausgehe. Es komme darauf an, bei Spritzbehandlung keine zusammenhängenden Barrieren zu schaffen. Es sei vorgesehen, entsprechende Hinweise in die Anwendungsempfehlungen aufzunehmen. Funke ergänzt, daß der von ihm berichtete Fall, bei dem offensichtlich auf einer Strecke von 300 m liegendes Holz zusammenhängend gespritzt wurde, nach seinen Erkenntnissen kein Einzelfall sei. Er schlägt vor, den Bau von Ablenkungsbarrieren um behandelte Polter herum zu überlegen.

Voget berichtet, daß die Firma Shell-Agrar mit einem neuen pyrethroiden Wirkstoff, der auch als Nachfolger von Cypermethrin in Frage käme, ein umfangreiches Versuchsprogramm begonnen habe. Ein Teil hiervon seien Freilanduntersuchungen mit praxisüblicher Behandlung, die eine Erfassung der Bodenfauna über drei Jahre zum Inhalt hätten. Erste Ergebnisse aus der Saison 1990 seien im kommenden Frühjahr zu erwarten. Ein zweiter Teil seien Spraydriftversuche mit Untersuchungen von möglichen Auswirkungen auf die aquatische Biozönose. aquatische Toxizität angehe, sei Cypermethrin nicht nur einer der wirksamsten, sondern auch einer der am besten untersuchten Stoffe. Zweifelsohne müsse alles unternommen werden, um Einträge in Gewässer zu vermeiden. Die Ausbringung müsse möglichst qualifiziert erfolgen, das gelte sowohl für Personal als auch, wie Versuche gezeigt hätten, für das Applikationsgerät. Hier seien offensichtlich noch Optimierungsmöglichkeiten vorhanden. Ein gewisses Gefährdungspotential für die aquatische Biozönose sei jedenfalls nicht wegzudiskutieren. Voget weist weiter darauf hin, daß der Wirkstoff Cypermethrin und die Präparatebezeichnung Ripcord nicht grundsätzlich in synonymer Weise in Verbindung gebracht werden dürften, da es bei diesem Wirkstoff auch ein sogenanntes Zweitanmelderpräparat gebe.

Brasse fragt, ob der von Funke vorgestellte Fall der massiven Laufkäferschädigung nachweislich durch Cypermethrinanwendung verursacht sei. Was das aus der Nützlingsprüfung ersichtliche Wirkungsprofil des Stoffes angehe, seien hier Zweifel angebracht. Er weist auf einen medienwirksam dargestellten Fall von großen Carabiden-Schäden nach einer Endosulfanbehandlung hin, bei dem sich nach umfangreichen und aufwendigen Recherchen herausgestellt habe, daß nicht nur die Schäden überzogen dargestellt waren, sondern auch eine unsachgemäße Anwendung eines anderen Wirkstoffes stattgefunden hatte. Funke entgegnet, daß er sich bei dem geschilderten Fall auf die Aussage der zuständigen Forstbeamten stütze und auch keine andere Erklärung für die hohe Anzahl toter Carabiden finde.

Klein meint, daß es nach Anwendung von Insektiziden nicht verwundern dürfe, wenn auch Insekten Schaden leiden, die nicht Ziel der Bekämpfungsmaßnahme sind. Dennoch beschränke eine sachgerechte Behandlung gegen Borkenkäfer auf das liegende Holz, wobei nur geringe Mengen auf den Boden gelangten. Eine Vergiftung sei also nur denkbar, wenn die Tiere die behandelten Holzpolter auch aufsuchten. Zur Klärung solcher Fragen schienen gezielte systematische Untersuchungen notwendig. Brandes und Busch weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, daß sich die Kontaktwirkung von Cypermethrin bei eigenen Versuchen mit Rüsselkäfern als völlig unzureichend erwiesen habe. Die Tiere könnten sich lange Zeit auf behandelter Rinde aufhalten, ohne Schaden zu erleiden. Das Überlaufen gespritzter Rinde müsse für ein größeres Insekt demnach nicht unbedingt zu einer Vergiftung führen. Funke stellt klar, daß er bei den aufgefundenen Carabiden zwar eine Kontaktwirkung habe, daß aber auch eine Sekundärvergiftung nach Aufnahme kontaminierter Beute denkbar sei.

Bombosch berichtet über Versuche zur Reduzierung von Insektizidanwendungen. Durch Pheromonbestückung behandelter Polter könne an unbehandelten, bis zu 25 m entfernten Nachbarpoltern eine Befallsreduktion von über 90 % erreicht werden. Funke meint, daß derartige Überlegungen sehr wertvoll seien und sicher in die richtige Richtung gingen. Er wolle mit seinen Ausführungen keineswegs den gezielten und sachgerechten Mitteleinsatz gegen Borkenkäfer grundsätzlich in Frage stellen. Er wehre sich aber gegen die Deklaration von Cypermethrinmitteln als ungefährlich für Bodentiere in Werbebroschüren. Voget stellt klar, daß diese Bewertung nicht aufrecht erhalten würde, vielmehr distanziere sich der Hersteller heute klar von dieser Aussage.

Brasse spricht sich dagegen aus, bestimmten Wirkstoffen undifferenziert eine Breitenwirksamkeit zu unterstellen. Eine solche Bewertung würde keinen Spielraum für die jetzt obligatorische Nützlingsprüfung lassen. Aussagen im Rahmen der Prüfung würden auch grundsätzlich nur zu den einzelnen untersuchten Arten gemacht, ohne dabei zu verallgemeinern. Dies sei international anerkannte Vorgehensweise. Die sehr unterschiedlichen Ergebnisse sprächen dafür, daß diese differenzierte Betrachtungsweise richtig sei.

Bombosch betont, daß es in der momentanen Situation weniger um die Bekämpfung von Holzbrütern als um Rindenbrüter gehe, mit dem Ziel, Stehendbefall vorzubeugen. Er erinnert daran, daß nach 1945 wegen unzureichender Bekämpfung 32 Mio. Fm stehendes Holz durch Rindenbrüter befallen wurden. Wenn dies unter Zuhilfenahme von Insektiziden jetzt verhindert werden könne, müssten alle möglichen Anstrengungen unternommen werden. Verluste bei Borkenkäfer-Antagonisten, die hier vorhersehbar seien, bedeuteten einen viel geringeren ökologischen Schaden als die Vernichtung der gefährdeten Waldbestände. Auch Richter unterstreicht, daß es zukünftig nicht um Qualitätserhaltung und Holzbrüter gehe, sondern vom nächsten Jahr an Insektizide zur massiven Bekämpfung von Rindenbrütern eingesetzt werden müßten. Wenn bei 60 Mio. Fm Sturmholz nur 10 % Nachbruch erfolge, kämen wiederum 6 Mio. Fm Brutholz hinzu. Es könne unmöglich alles rechtzeitig aufgearbeitet werden. Die auch im AID-Merkblatt angegebene Vorausflugbehandlung sei hier die wichtigste Bekämpfungsmaßnahme. Auch eine Entseuchung geschälter Rinde dürfe dort, wo sich schon "braune Stadien" (Jungkäfer) entwickelt hätten, nicht unterbleiben. Berater und Praktiker müßten sich rechtzeitig auf die Diskussion mit einer sensiblen Öffentlichkeit vorbereiten, um dem Druck standzuhalten und die notwendigen Insektizidmaßnahmen auch vertreten und durchsetzen zu können.

<u>Umweltverhalten</u>

Voget fragt, ob eine Umstellung der Cypermethrinformulierung auf die weniger stabilen Cis-Isomere eine günstigere Bewertung hinsichtlich der Persistenz ergeben würde. Frau Kloskowski kann diese Frage nach jetzigem Kenntnisstand nicht eindeutig beantworten, glaubt aber, daß dies anhand der bisherigen Untersuchungsergebnisse durchaus der Fall sein könne, zumal die Trans-Isomere offensichtlich eine doppelt so hohe Halbwertzeit besäßen wie die Cis-Isomere.

Busch erklärt, daß Rückstandsversuche mit Rindenkompostierung den Prüfstellen große Schwierigkeiten bereiteten und fragt, ob das Verfahren nicht durch Verwendung von Probesäcken in Schnellkompostern vereinfacht werden könne. Wilkening bejaht dieses und weist darauf hin, daß dem Versuchsansteller die Versuchsdurchführung zunächst freigestellt sei, sie solle nur soweit wie möglich den praktischen Verhältnissen entsprechen. Ergebnisse aus Schnellkompostierungsversuchen von 6 bis 8 Wochen könnten durchaus bewertet werden, da sie im Hinblick auf Rückstände eher den ungünstigen Fall darstellen. Es sei allerdings bekannt, daß Probleme auftreten, wenn großtechnische Prozesse im Kleinen simuliert werden sollen.

Jahn berichtet über Kritik von der Gütegemeinschaft der Rindenverarbeiter an dem AID-Heft zur Borkenkäferbekämpfung, da dort auch Lindanpräparate genannt würden, die bei der Rindenkompostierung offensichtlich Probleme bereiteten. Wilkening stellt klar, daß Lindanpräparate in diesem Bereich zur Zeit noch zugelassen seien. Der Wirkstoff werde allerdings einer Neubewertung unterzogen, die noch nicht abgeschlossen ist. Das

Problem sei hier offensichtlich, daß die Gütegemeinschaft der Rindenverarbeiter sich selbst einen Grenzwert gesetzt habe, der derzeit offensichtlich nicht immer eingehalten werden könne. Dieser Wert sei nicht toxikologisch begründet, sondern durch den Wunsch, möglichst lindanfreie Rindenprodukte zu vermarkten. Schollmeyer weist darauf hin, daß sich die Lindanproblematik in Zusammenhang mit der Borkenkäferbekämpfung in Kürze von allein erledigen werde. Shell-Agrar werde keine Anstrengungen unternehmen, die auslaufenden Zulassungen der Lindanmittel in diesem Bereich erneut zu erhalten.

Voget fragt zu der von Dr. Storzer vorgestellten Studie zur Verflüchtigung von Pflanzenschutzmitteln, wie sichergestellt wurde, daß es sich um einen Verlust in die Gasphase handelt und ob hier mit radioaktiver Markierung gearbeitet worden sei oder Abbauprodukte bzw. Metaboliten analytisch erfaßt wurden. Storzer stellt klar, daß es sich bei der Studie um eine indirekte Rückstandsbestimmung innerhalb von 24 Stunden handelte. In dieser Zeit sei bei dem untersuchten Wirkstoff kaum mit Abbau zu rechnen. Wilkening ergänzt, daß auch nach der vorhandenen Literatur bei Lindan innerhalb von 24 Stunden kein Abbau zu erwarten sei. Die Untersuchungen gingen im übrigen vom Initialbelag aus, so daß auch die Abtrift keine Rolle spiele. Durch Folienabdeckung konnten auch Abwaschverluste durch Niederschläge unterbunden werden.

Dedek meint, daß der Dampfdruck normalerweise zwar leicht meßbar ist, hieraus aber kaum Rückschlüsse für das Verhalten in der Umwelt möglich seien. Wasserlöslichkeit und Absorptionsverhalten im Boden müßten genauso berücksichtigt werden. Wilkening entgegnet, daß der Dampfdruck offensichtlich leider nicht immer leicht und eindeutig zu bestimmen sei. Für den gleichen Wirkstoff seien Werte vorgelegt worden, die über 4 Zehnerpotenzen streuen. Dies sei ein Problem für Modellrechnungen. Der Prüfbereich Luft befinde sich im übrigen ganz am Anfang. Von dem Ziel einer differenzierten Bewertung sei man hier noch weit entfernt.

Voget meint, der aus der Studie abgeleitete hohe Wert von 90 % Verflüchtigung bei Lindan habe in der letzten Zeit zu emotionalen Diskussionen in der Öffentlichkeit geführt. Der nach der genannten Methode festgestellte Verlust sei nur ein Wert, von entscheidender Bedeutung sei aber die Frage nach der Senke. Wichtig sei also zu wissen, wieviel des verflüchtigten Wirkstoffes abgebaut wird, bevor eine Sedimentation mit weiteren Expositionsmöglichkeiten für Mensch und Umwelt erfolge. Hier sei noch sehr viel unbekannt. In jedem Fall müsse darauf hingewiesen werden, daß dieser 90 % -Wert nach bisherigen Erkenntnissen nur für einen Wirkstoff und eine Methode gelte und nicht verallgemeinert werden dürfe. Storzer entgegnet, dies genauso von der Biologischen Bundesanstalt gesehen werde und so auch nach außen vertreten wurde. Eine Übertragbarkeit auf andere Wirkstoffe sei nie unterstellt worden. Bewertungen stammten nicht von der Biologischen Bundesanstalt.

Busch berichtet von den Schwierigkeiten der Praxis in der Auseinandersetzung mit einer kritischen Öffentlichkeit, nachdem der besagte 90 % -Wert durch die Medien verallgemeinert publiziert worden war und fragt, ob die Biologische Bundesanstalt bei Bekanntgabe derartig brisanter Daten nicht für eine bessere Differenzierung Sorge tragen könne. Wilkening weist darauf hin, daß die Studie allgemein öffentlich zugänglich war. Es habe dazu eine recht objektive und fundierte Pressemitteilung des PAN (Pesticide Action Network) gegeben, von einer Seite also, die sich üblicherweise sehr kritisch mit den Arbeiten der Biologischen Bundesanstalt auseinandersetze. Auch alle Stellungnahmen seitens der Biologischen Bundesanstalt hätten den Sachverhalt differenziert dargestellt. Auf die Aufarbeitung der Thematik durch die Medien könne kein weiterer Einfluß genommen werden. Unabhängig von der zitierten Studie gelte allerdings für Pflanzenschutzmittel allgemein, daß sich ein großer Teil von den Zielflächen verflüchtigt. Dies allein bedeute aber, wenn toxikologische Probleme nicht erkennbar seien, noch keine negative Bewertung. Hohe Verflüchtigung könne sogar positiv gewertet werden, da ein entsprechender Wirkstoff weniger zur Rückstandsbelastung des Erntegutes beiträgt. Auch sei eine hohe Verflüchtigungsrate nötig für Stoffe, die über die Gasphase wirken. Wenn eine hohe Verflüchtigungsneigung in der Öffentlichkeit allein schon negativ gesehen werde, müsse die Bewertungsgrundlage für Pflanzenschutzmittel im politischen Raum überdacht werden. Kritisch werde eine hohe Verdunstungsneigung ansonsten erst gesehen, wenn neben dieser Stoffeigenschaft Persistenz, ubiquitäre Verteilung und ein gewisses Bioakkumulationspotential dazukämen.

Voget meint, gerade diese letztgenannten Kriterien seien gegenüber den Journalisten nicht deutlich genug herausgestellt worden. Es habe sich bei allen Darstellungen immer nur um den 90 % -Wert gedreht. Wilkening entgegnet, daß dies auch verursacht sei durch das Verhalten einiger Industriekollegen. Die Ergebnisse der Studie seien zunächst derartig heftig attakkiert und bezweifelt worden, daß die Darstellung in Öffentlichkeit eine nicht von der Biologischen Bundesanstalt zu vertretende Eigendynamik bekommen habe. Die gefundenen Daten hätten sich aber bei allen Diskussionen als sehr solide und die Qualität der Studie als qut erwiesen. Voget stimmt dieser Bewertung zu und ergänzt, daß für den Bereich des Übergangs von Pflanzenschutzmitteln in die Luft insgesamt noch zuwenig Erfahrung vorhanden sei. Es gebe hier nichts Substantielles, um den Dialog aufzunehmen. Hier zeichne sich für die Zukunft die Notwendigkeit umfangreicher Untersuchungen ab.

Wulf faßt die Ergebnisse der vorangegangenen Beiträge kurz zusammen. Zur Borkenkäferbekämpfung werden unterschiedliche Maßnahmen durchgeführt, die sich zu einem integrierten Bekämpfungskonzept kombinieren lassen. In einer geregelten Forstwirtschaft ohne größere Kalamitätsereignisse erfolgt dabei die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel überwiegend zur Bekämpfung von Nutzholzborkenkäfern, also zur Wertsicherung eingeschlagenen Holzes. Die Sturmkatastrophe des vergangenen Winters hat die Situation allerdings grundlegend geändert. Durch die vorhersehbare starke Vermehrung von Rindenbrütern besteht in den nächsten Jahren großflächig die Gefahr des Stehendbe-

falls und somit der Vernichtung größerer Waldteile. Um dem entgegen zu wirken, werden umfangreiche Bekämpfungsmaßnahmen notwendig, die nicht dem Holz- sondern dem Bestandesschutz dienen. Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ist dabei derzeit ein unverzichtbarer Bestandteil dieser Maßnahmen. Die mit einer sachgerechten Pflanzenschutzmittelanwendung verbundenen geringen Risiken stehen in keinem Verhältnis zu den ökologischen Gefahren einer unkontrollierten Massenvermehrung rindenbrütender Borkenkäfer. Wenn das Kolloquium dazu beigetragen hat, den Blick für die Einschätzung der derzeitigen Situation zu schärfen und Entscheidungs- sowie Argumentationshilfen im Hinblick auf notwendige Bekämpfungsmaßnahmen zu geben, dann wäre damit ein wichtiges Ziel erreicht.

Wulf schließt mit dem Dank an die Referenten und dankt auch allen Diskussionsteilnehmern für die offenen und konstruktiven Diskussionsbeiträge.

Teilnehmer am Borkenkäferkolloquium

30./31. Oktober 1990, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 3300 Braunschweig

Bathon, Horst, Dr. Institut für biologische Schädlingsbekämpfung der BBA, Darmstadt

Berendes, Karl-Heinz Fachgruppe für zoologische

Mittelprüfung der BBA, Braunschweig

Block, Joachim Forstliche Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz, Trippstadt

Bobles, Wilfried Margo GmbH, Hamburg

Böhm, Horst Theysohn GmbH, Salzgitter

Bombosch, Siegfried, Prof. Dr. Emer. Forstzoologisches Institut, Universität Göttingen

Brandes, Hennig Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abt. Waldschutz, Göttingen

Brasse, Dietrich, Dr. Fachgruppe für zoologische Mittelprüfung der BBA, Braunschweig

Brechtel, H. M., Prof. Dr. Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Hann. Münden

Busch, Hans-Peter Landwirtschaftskammer Rheinland, Pflanzenschutzdienst, Bonn

Butin, Heinz, Prof. Dr. Institut für Pflanzenschutz im Forst der BBA, Braunschweig

Dedek, Wolfgang, Dr. Forschungsstelle für chemische Toxikologie, Leipzig

Dubbel, Volker, Dr. Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Hann. Münden

Emschermann, Frank, Dr. Institut für Pflanzenschutz, Saatgutuntersuchung und Bienenkunde der Landwirtschaftskammer Westfa-

der Landwirtschaftskammer Westfalen Lippe, Münster

Funke, Werner, Prof. Dr.

Universität Ulm
Abt. Ökologie und Morphologie
der Tiere, Ulm

Ganser, Siegfried, Dr.

Bundesministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Forsten,
Bonn

Gonschorrek, Joachim, Dr.

Hessisches Landesamt für Ernährung, Landwirtschaft und Landentwicklung, Pflanzenschutzdienst, Kassel

Gossenauer-Marohn, Horst, Dr.

Hessisches Ministerium für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, Wiesbaden

Hanke, K.-L.

Forstabteilung der Bezirksregierung Braunschweig

Holländer, Christiane, Dr.

Ministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten Schleswig-Holstein, Kiel

Hommes, Martin, Dr.

Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau der BBA, Braunschweig

Jacoby, Hermann, Dr.

Bezirksregierung, Forstdirektion

Koblenz

Jahn, Alfred, Dr.

Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und

Forsten, Bonn

Joermann, Gerhard, Dr.

Fachgruppe für zoologische Mittelprüfung der BBA,

Braunschweig

Kehr, Rolf, Dr.

Institut für Pflanzenschutz im Forst der BBA, Braunschweig

Klein, Axel, Dr.

Ministerium für Wirtschaft des Saarlandes, Saarbrücken

Klipstein, Ernst Leopold, Dr. Hessische Forstliche

Versuchsanstalt, Hann. Münden

Kloskowski, Regina, Dr.

Fachgruppe für chemische Mittelprüfung der BBA, Braunschweig

Kokta, Christine, Dr.

Fachgruppe für zoologische Mittelprüfung der BBA, Braunschweig

Kowalski, Tadeusz, Dr.

z. Zt. Institut für Pflanzenschutz im Forst der BBA, Braunschweig

Köllner, Volkhard, Dr.

Körner, Hans-Jürgen, Dr.

Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau der BBA, Braunschweig

Köpp, Herbert

Fachgruppe für botanische Mittelprüfung der BBA, Braunschweig

Chemie AG, Bitterfeld-Wolfen

	6.0 Eur 3
Kretschmer, Klaus	II Zool. Institut der Universität Göttingen
Metzger, Josef	Bayerische Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt, München
Neth, Gerhard	Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Baden-Württemberg, Stuttgart
Pehl, Leo	Institut für Pflanzenschutz im Forst der BBA, Braunschweig
Pfeil, Rudolf, Dr.	Bundesgesundheitsamt Abt. Pflanzenbehandlungs-, Schädlingsbekämpfungs- und Holzschutzmittel, Berlin
Reindl, Josef, Dr.	Bayerische Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt, München
Richter, Dietmar, Dr.	Hauptstelle für forstlichen Pflanzenschutz, Weimar
Schollmeyer, Bernd	Shell Agrar GmbH & Co. KG, Ingelheim/Rhein
Schröter, Hansjochen, Dr.	Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden- Württemberg, Freiburg
Spaeth, Isolde	Pflanzenschutzamt Berlin
Storzer, Werner, Dr.	Fachgruppe für chemische Mittelprüfung der BBA, Braunschweig
Vaupel, Ortwin	Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Hann. Münden
Voget, Michael, Dr.	Shell Agrar GmbH & Co. KG, Ingelheim/Rhein

Watzek, Georg Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen

Wilhelm, Ulrich Shell Agrar GmbH & Co. KG, Ingelheim/Rhein

Wilkening, Axel, Dr. Fachgruppe für chemische Mittelprüfung der BBA, Braunschweig

Wulf, Alfred, Dr. Institut für Pflanzenschutz im Forst der BBA, Braunschweig