Mitt. Pollichia	67	194-213	7 Abb.	3 Tab.	Bad Dürkheim/Pfalz 1979
					ISSN 0341·9665

Erich BETTAG

Die Kalamität der Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* in Dudenhofen (Pfalz) in den Jahren 1976—78 (Hym.: Diprionidae)

Kurzfassung

BETTAG, E. (1979): Die Kalamität der Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* in Dudenhofen (Pfalz) in den Jahren 1976—78 (Hym.: Diprionidae). — Mitt. Pollichia, **67**: 194—213, Bad Dürkheim/Pfalz.

Der Verlauf der Massenvermehrung der gemeinen Kiefernbuschhornblattwespe *Diprion pini* L. im Gemeindewald Dudenhofen (Pfalz) in den Jahren 1976—1978 wird beschrieben unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Parasiten und Räuber.

Abstract

BETTAG, E. (1979): Die Kalamität der Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* in Dudenhofen (Pfalz) in den Jahren 1976—78 (Hym.: Diprionidae) [An extreme increase of the population of *Diprion pini* in Dudenhofen/Palatinate during 1976—78 (Hym.: Diprionidae)]. — Mitt. Pollichia, **67**: 194—213, Bad Dürkheim/Pfalz.

The results of continous observations during an extreme increase of the population of the common pine sawfly, *Diprion pini* L., in the pine forests of the community of Dudenhofen/Palatinate in 1976—1978 are reported.

Résumé

BETTAG, E. (1979): Die Kalamität der Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* in Dudenhofen (Pfalz) in den Jahren 1976—78 (Hym.: Diprionidae) [La tenthrède commune du pin *Diprion pini* à Dudenhofen (Palatinat) de 1976—1978 (Hym.: Diprionidae)] — Mitt. Pollichia, **67**: 194—213, Bad Dürkheim/Pfalz.

Des observations continues ont été faites sur la tenthrède commune du pin *Diprion pini* L. au cours d'une invasion de cet insecte dans la forêt de pins de la commune de Dudenhofen (Palatinat) de 1976 à 1978.

Inhaltsübersicht

1. Einleitung 200
2. Material und Methoden 200
2.1 Behandlung der Kokons bei der Treibzucht 200
2.2 Probenahme 201
2.3 Kartierung der Befallsfläche 201
3. Erläuterung zur Biologie von *Diprion pini* im Untersuchungsgebiet . . . 203
4. Ergebnisse 203
4.1 Kokondichte pro Stamm 1977 203
4.2 Kokondichte pro Stamm 1976 204
4.3 Ort der Verpuppung 205
4.4 Massensterben von *Diprion pini*-Afterraupen 205
4.5 Natürliche Sterblichkeit im Eonymphenstadium 207

5. Schlupfverlauf von *Diprion pini* aus einer Treibzucht mit Freilandkokons 1977/78 207
5.1 Parasitierung und Schlupfverlauf der Treibzuchten von 1977/78 207
6. Die Kleine Rote Waldameise, *F. polyctena* und die Vögel als Feinde der gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe 208
7. Beobachtungen an der Weymouthskiefer, *Pinus strobus* 210
8. Verlauf der Kalamität im Jahre 1978 210
8.1 Schlupfverlauf der 1. Welle 210
8.2 Eiablage, Eiparasiten und Eiparasitierung 211
8.3 Schlupfverlauf und Stärke der zweiten Generation, Verlauf der Wellen 2. und 3. und Stand der Gradation 212
9. Parasitenauflauf 1978, Art der Parasiten und Zusammenbruch der Kalamität 1978 213
10. Zusammenfassung 215
11. Literaturverzeichnis 218

1. Einleitung

In den Kiefernmonokulturen von Dudenhofen, Hanhofen und Teilen der Gemeindewälder von Speyer und Schifferstadt hatte sich, begünstigt durch die optimalen klimatischen Bedingungen während der ersten Jahreshälften 1976 und 1977, die schon immer hier vorhandene Kiefern-Buschhornblattwespe, *Diprion pini* L. bis zur Kalamität ausgebreitet. Die Afterraupen dieser Wespe hatten bereits Ende August 1977 auf einer Fläche von ca. 300—500 Hektar stellenweise fast Kahlfraß verursacht.

Am 11. 9. 1977 wurde beobachtet, daß viele hundert der fast erwachsenen Raupen zu diesem Zeitpunkt an den Stämmen saßen und versuchten, nach oben in die Baumkrone zu gelangen. Auf dem Weg dorthin behinderten sie sich gegenseitig und fielen fortwährend wieder ab.

Der Aufenthalt in den befallenen Gebieten wurde dem Waldbesucher durch eine Dauerberieselung mit Larvenkot verleidet. Die Besiedelungsdichte der Afterraupen je Baum wurde auf 2—3000 Individuen geschätzt.

Der Fraß endete, als der gesamte Bodenaufwuchs ebenfalls kahlgefressen war und Mitte Oktober ein merklicher Temperaturabfall eintrat. Um den 23. 10. 1977 war das Einspinnen der *D. pini*-Larven abgeschlossen.

Es kam darauf an, mit einer geeigneten Methode das Ausmaß der Kalamität möglichst schnell und hinreichend genau zu beschreiben, um Hinweise über die im Frühjahr 1978 zu erwartende Population des Schädlings zu erhalten.

2. Material und Methoden

2.1 Behandlung der Treibzucht

Die Wespenkokons wurden der Bodenstreu und anderen Verpuppungsorten entnommen und in einem gut schließenden Behältnis, das ein Verdunsten der Feuchtigkeit weitgehend verhinderte, kühl aufbewahrt. Die Temperatur wurde so reguliert, daß die Kokons innerhalb zehn Tagen (vom 1. 11. bis 10. 11. 1977) auf + 1° C heruntergekühlt wurden. Am 11. Tag erhielten die Kokons einen Kälteschock und wurden dabei auf – 7° C gebracht. Nach einem weiteren Tag bewegte sich die Temperatur zwischen – 12° bis – 14° C.

Am 3., 5. sowie 8. Tag der geplanten Frostdauer von 10 Tagen wurden die Kokons jeweils für ca. 8 Stunden der Kälte entnommen und bei einer Kellertemperatur von etwa + 10° C bis + 15° C aufgetaut und anschließend wieder eingefroren. Nach insgesamt 10 Tagen starkem Frost und Wiederauftauen im Wechsel wurden die Kokons dann weitere 10 Tage bei Temperaturen um den Gefrierpunkt oder wenig darüber gehalten. Allmählich wurden die Temperaturen danach bis auf + 5° C erhöht.

Nach insgesamt 30 Tagen (1. 11. bis 30. 11. 1977) der Simulierung winterlicher Verhältnisse, wurden die Kokons bei Temperaturen zwischen + 15° C und + 20° C ins Zimmer gestellt. Nun war abzuwarten, ob innerhalb angemessener Zeit die Verpuppung und der Schlupf der Imaginis erfolgen würde.

Da die Tageslichtzeit in den Wintermonaten viel kürzer ist als zur normalen Schlüpfzeit der Wespe im Frühjahr, wurden die Kokons mit UV-Licht zusätzlich bestrahlt, so daß diese einer Mindest-Lichtdauer von 17 Stunden pro Tag ausgesetzt waren.

2.2 Probenahme

Die Probenahmestellen verteilen sich über die gesamte Befallsfläche. Sie wurden so angelegt, daß möglichst alle Altersstufen der betroffenen Kiefernbestände Berücksichtigung fanden.

Bei der Probenahme wurden Erfahrungen herangezogen, die bei der Beschäftigung mit Lepidopteren im Laufe vieler Jahre gesammelt werden konnten. Sie erfolgte zwischen dem 24. 10. 1977 und 1. 11. 1977. Jede Probenahmestelle umfaßte einen Streifen mit einer Bodenfläche von 0,5 x 2,00 m, in die jeweils ein Baumstamm mit einbezogen wurde. Es zeigte sich, daß dicht um den Stamm herum die größte Anzahl Kokons lag. Zusätzlich wurden noch alle Kokons, die an der Rinde bis zu einer Höhe von zwei Meter angesponnen waren, mit herausgeschnitten oder mit einer Pinzette herausgelöst. Außerdem wurde darauf geachtet, daß die Bodenstreu nur innerhalb des Sektors SO bis SW, vom Stamm aus bis zu einer Tiefe von 3 cm entnommen wurde. Es sei vermerkt, daß dabei wesentliche Beobachtungen gemacht wurden, über die in einem späteren Kapitel berichtet wird. (Abb. 1).

2.3 Kartierung der Befallsfläche

Bei verschiedenen Begehungen der — wie sich später herausstellte — etwa 500 ha großen Fläche wurde am 10. und 11. 9. 1977 im Abstand von etwa 150 Meter der Befall an Stämmen und Aufwuchs sowie der Kotfall der Raupen aus den Wipfeln überprüft und registriert. Das Zentrum der Befallsfläche lag in den Gemeinde- und Privatwaldungen zwischen Hanhofen und der Gemarkungsgrenze der Stadt Speyer, der Schwerpunkt also auf Dudenhofener Gemarkung. Der Befall in dem Speyerer Forlenwald war zwar stark, die Schäden aber bei weitem nicht so gravierend wie auf Dudenhofener Gemarkung. Die betroffenen Kieferngebiete um den neu entstandenen Weiher an der Autobahn Speyer-Koblenz, in den Schifferstadter Waldungen, wiesen dagegen einen noch nicht bedenklich aussehenden Befall auf.

Eine Kartierung der hauptsächlichen Befallsflächen nach dem Stand vom 25. 9. 1977 wurde in der Tagespresse am 8. 10. 1977 veröffentlicht. (Rheinpfalz v. 8. 10. 1977). (Abbildung 2).

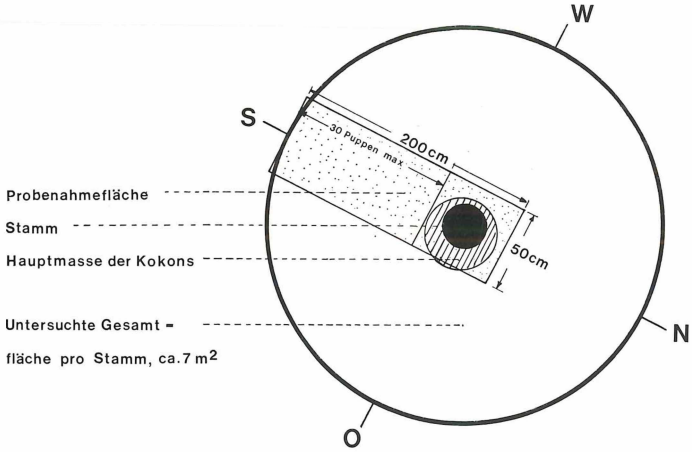


Abb. 1: Schema der Lage und Probennahme der Kokons von *Diprion pini* L.

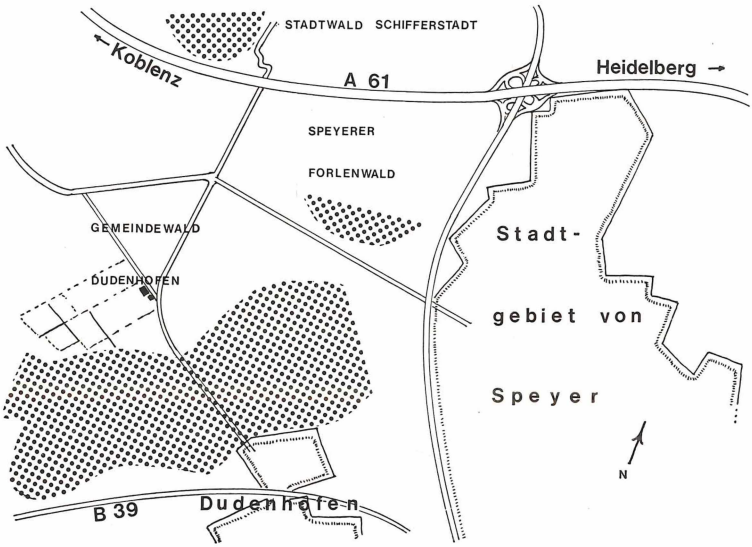


Abb. 2: Von *Diprion pini* L. befallene Flächen am 25. 9. 1977. Vergr. ca. 1:25 000.

3. Erläuterungen zur Biologie von *Diprion pini* L. im Untersuchungsgebiet

Über die Biologie der Wespe gibt es umfangreiche Literatur; eine Information ist anhand einschlägiger Handbücher leicht möglich. Deshalb soll nur kurz auf die wesentlichsten Erscheinungen allgemein und für das Untersuchungsgebiet im Besonderen eingegangen werden. Die gemeine Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* macht eine vollkommene Verwandlung durch. Das Geschlechtsverhältnis ist stark wechselnd. Die Kopulation erfolgt bald nach dem Ausschlüpfen und dauert 20—50 Minuten. Unbegattete Weibchen erzeugen nur Männchen, begattete Weibchen dagegen Männchen und Weibchen. Die Eiablage beginnt wenige Stunden nach dem Schlüpfen und ist in wenigen Tagen vollen-

det. Das Weibchen schlitzt die Nadeln am Rande rinnenartig auf und versenkt darin in lückenlosen Reihen die Eier, die mit einem Schaumdach bedeckt werden. Pro Nadel werden bis zu 20 Eier abgelegt, im ganzen ca. 80 (—150). Nach 3—4 Wochen schlüpfen die Erstlarven und beginnen gesellig mit dem Fraß. Sie häuten sich im männlichen Geschlecht fünfmal, im weiblichen sechsmal. In Tieflagen und in warmen Frühjahren auch höher oben können zwei Generationen während einer Vegetationsperiode ausgebildet werden. Nach Angaben aus der Literatur liegt bei der ersten Generation der Verpuppungsort oberirdisch, d. h. an Zweigen, Stämmen, Gräsern usw., bei der zweiten Generation innerhalb der Bodenstreu.

Über die Generationsfolge von *D. pini* im behandelten Gebiet lagen bisher keine eindeutigen Beobachtungen vor. Allgemeine diesbezügliche Erkenntnisse aus der einschlägigen Literatur waren hier nicht ohne berechtigte Bedenken verwertbar. In einem späteren Kapitel werden Ergebnisse von gezielten Untersuchungen über diese Frage angegeben.

Die Afterraupen der Wespe fressen gesellig. Im Unterwuchs wurde beispielsweise eine Kolonie von 53 Individuen im 4. Larvenstadium auf einer ca. 1 Meter hohen Kiefer beobachtet. Die Gruppe saß auf einem Astquirl ganz dicht beisammen. Sie schlugen im Rhythmus von ca. 3—4 Sekunden mit dem Kopf nach rückwärts. In der Literatur wird dieses Verhalten als „Schnippen" bezeichnet und als Abwehrreaktion gegen Feinde gedeutet. Tatsächlich konnte beobachtet werden, wie solche Raupenkolonien, die überall massenhaft zu finden waren, pausenlos von zahlreichen Ichneumoniden beflogen wurden. Die Schlupfwespen bewegten sich inmitten solcher Larvenansammlungen und betasteten mit den Fühlern Umgebung und Larven. Ein Parasitierungsvorgang konnte jedoch nicht beobachtet werden.

Eigenartig sind die Kotpartikel der *Diprion*-Larven. Diese bilden einen sichtbaren Belag auf der Bodenstreu und bestehen aus in Doppelzeilen angeordneten abgebissenen Nadelstückchen.

4. Ergebnisse

4.1 Kokondichte pro Stamm 1977

An 20 verschiedenen Stellen wurden im Untersuchungsgebiet nach der beschriebenen Methode Probesuchungen nach Kokons vorgenommen. Im einzelnen erbrachte diese Kokonsuche folgendes Ergebnis:

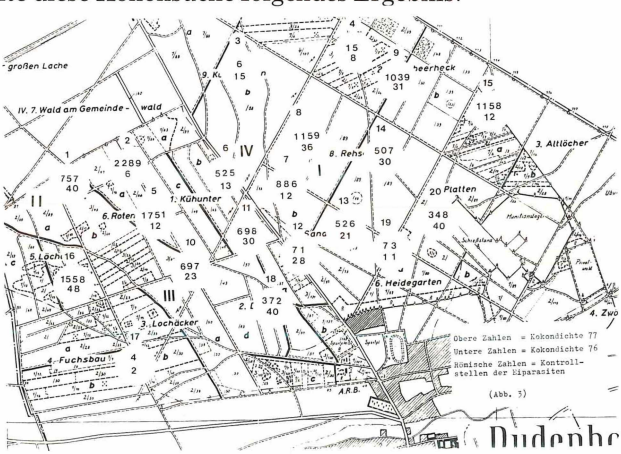


Abb. 3: Verteilung der Befallsdichte von *Diprion pini* L. nordwestlich von Dudenhofen in den Jahren 1976 und 1977.

Tabelle 1: Kokondichte von *D. pini* im Massenvermehrungsgebiet des Gemeindewaldes Dudenhofen im September 1977

Kontroll-stelle	Anzahl der Kokons in der Bodenstreu	am Stamm bis 2 m Höhe 1977	Gesamt 1977	Anzahl der Kokons von 1976
1	742	15	757	40
2	2232	57	2289	6
3	6	0	6	15
4	14	1	15	8
5	1649	102	1751	12
6	518	7	525	13
7	874	12	886	12
8	1134	25	1159	36
9	1028	11	1039	31
10	673	24	697	23
11	693	5	698	30
12	68	3	71	28
13	525	1	526	21
14	500	7	507	30
15	1148	10	1158	12
16	1542	16	1558	48
17	4	0	4	2
18	367	5	372	40
19	68	5	73	11
20	330	18	348	40

Wie aus den Ergebnissen zu ersehen ist, ließen sich große Mengen an Kokons zutage fördern. Aufgrund solcher Mengen mußte mit einer starken Ausweitung der Kalamität im kommenden Jahr gerechnet werden, wenn nicht natürliche Feinde dies verhindern würden. (Abb. 3).

4.2 Kokondichte pro Baum 1976

Bei der Suche der Kokons von 1977 wurden gleichzeitig die noch gut erhaltenen Kokons der Wintergeneration von 1976 miterfaßt. (s. Tab. 1 und Abb. 5).

Sehr wahrscheinlich entspricht die Menge der vorjährigen Kokons nicht ganz der tatsächlichen Menge, weil angenommen werden muß, daß ein Teil der Kokons aus vielerlei Gründen nach einem Jahr nicht mehr erfaßbar ist.

Das Ergebnis zeigt aber dennoch deutlich, wie enorm die Individuenanzahl der Wespe innerhalb eines Jahres bei optimalen Bedingungen ansteigen kann.

Sehr wesentlich ist aber das Ergebnis deshalb, weil man die Herde der Wespe, die „Wiegen" der Kalamität also, sehr wohl erkennen kann. (s. Abb. 3).

So sind auf Dudenhofener Gemarkung ganz deutlich mindestens drei verschiedene Herde zu erkennen. Ein Ausgangspunkt lag in der Gewanne „Löchel", der zweite im „Sandhügel" und der dritte im „Rehschlag".

Ihre Ausweitungen berührten und überschnitten sich sehr wahrscheinlich und wuchsen dadurch zu der bekannten großen Befallsfläche an.

Wie aber kam es überhaupt zu dieser Massenvermehrung? Es scheint dazu nur eine Erklärung möglich.

Aufgrund der von der Witterung her günstigen Entwicklung im Spätfrühjahr und Frühsommer 1976 müssen die *Diprion*-Larven der ersten Welle in ihrer sensiblen Phase, dem letzten Larvenstadium (EICHHORN 1977), in Langtag gelangt sein (Mitte Juni) und bildeten daher eine starke 2. Generation aus, die zusammen mit den Nachkommen der 2. und 3. Welle bei Fortdauer der warmen und trockenen Witterung zu einem starken Anstieg der Blattwespenpopulation

und zur Arealserweiterung führte. Die Parasiten waren zu diesem Zeitpunkt sicher ohne Bedeutung. Bei den nun im Frühjahr und Frühsommer 1977 sich wiederholenden ähnlichen Wetterverhältnissen gelangten die Nachkommen der jetzt sicherlich reichlich vorhandenen 1. Welle 1977 in ihrer sensiblen Phase erneut in den Langtag und zusammen mit den Raupen aus der 2. und 3. Welle 1977 war die Massenvermehrung entstanden, die Kalamität auf ihrem Höhepunkt. (Abb. 3).

4.3 Bevorzugter Ort der Verpuppung

Bei der Probenahme der Kokons von *Diprion pini* konnte festgestellt werden, daß die Afterraupe sich bei der Wahl des Verpuppungsortes etwas anders verhält als andere Forstinsekten z. B. aus der Familie der Schmetterlinge (Lepidoptera). Die bei den Schmetterlingen zur Verpuppung bevorzugte südliche bis westliche Lage oder Seite der Stämme wird von *Diprion pini* nicht auffallend frequentiert. Sie bevorzugt eindeutig die östliche Seite. Zwar liegen die Puppen ringförmig um die Stämme herum, die Masse der Kokons befindet sich jedoch auf der östlichen Seite. In der Literatur ist nachzulesen, daß die Wespe in der Ebene und höher oben in warmen Jahren zwei Generationen entwickelt. Die erste Generation, Sommergeneration, soll sich außerhalb des Erdbodens, die zweite, Wintergeneration, in der Bodenkrume verpuppen. Für das Untersuchungsgebiet trifft das aber nicht so zu. Wie die Beobachtungen ergaben, verpuppt sich auch ein nicht geringer Teil der Wintergeneration an den Stämmen, an Heide (Caluna), an den Maschen der Wildgatter oder an den durch Schneebruch des vergangenen Winters abgefallenen Zweigen und Ästen (s. Kapitel 8). Außerdem liegt eine geringe Anzahl der Nymphen der 1. Generation in oberirdisch angesponnenen Kokons ins nächste Jahr über. Eine strenge Trennung der Generationen nach dem Verpuppungsort ist also nicht möglich, zumal zwar wenige, aber frisch verlassene Kokons an Stämmen und Zäunen auch im Juli und August gefunden werden konnten. Dies deutet auf die Entwicklung einer vielleicht zusätzlichen (zweijährigen?) Generation hin. Abb. 1 verdeutlicht die Lage der Puppen an den Stämmen. Außerhalb eines Ringes von ca. 15 cm um den Stamm, dem Hauptverpuppungsort, lagen auf der gesamten übrigen Probenahmestelle maximal 30 Kokons. Meistens jedoch nur zwischen 10 und 20.

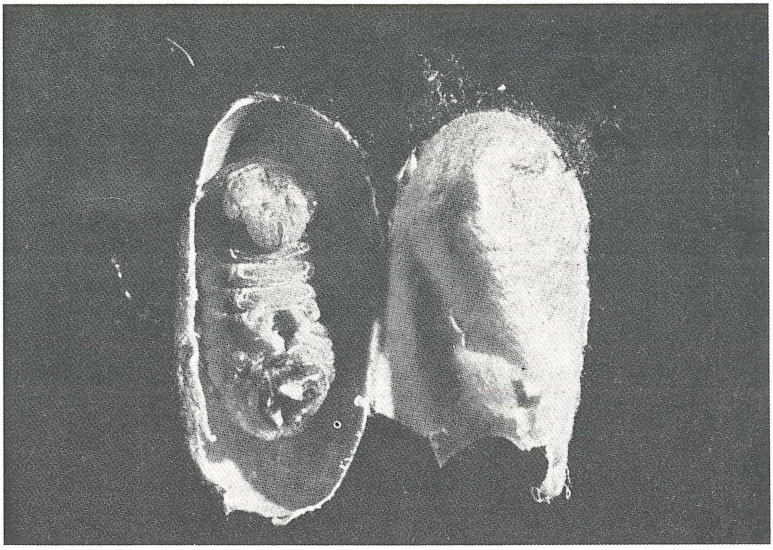
4.4 Massensterben von *Diprion*-Larven

Um den 9. 10. 1977 trat ein Massensterben von *Diprion*-Larven ein. In einem Ring von ca. 30 cm um die Stämme lagen viele hundert Afterraupen tot auf der Bodenstreu. Die Raupenkörper waren schlaff und hatten eine gewisse Ähnlichkeit mit Lepidopterenraupen, die an der für Schmetterlinge bekannten sog. „Wipfelkrankheit" erkrankt sind. Sie waren zum Teil dunkelbraun bis schwarz gefärbt und verbreiteten einen eigenartigen, unangenehmen Geruch. Die Ursache des Massensterbens konnte nicht ermittelt werden. Zwischen den toten Raupen konnten auch tote Ichneumoniden und eine Wanzenart aufgefunden werden.

Auffallend war, daß das Massensterben nur in den Befallszentren auftrat. An der Peripherie war diese Erscheinung nicht zu beobachten. Es konnten deutliche Größenunterschiede zwischen diesen Raupen und denen im Befallszentrum registriert werden. Aus diesen Beobachtungen läßt sich schließen, daß u. a. Futtermangel im Befallszentrum als **eine** mögliche Todesursache angesehen

werden kann. Zumindest aber mag Futtermangel bei vielen Raupen zu einer Schwächung und damit zu einer größeren Anfälligkeit gegenüber parasitischen Mikroorganismen geführt haben. Dies konnte im Rahmen dieser Untersuchungen nicht überprüft werden.

Am 11. 12. 1977 wurde festgestellt, daß in den toten Raupenmassen zahlreiche Maden von Fliegen lebten, die sich offensichtlich von den Raupenkörpern ernährten. Um welche Arten es sich dabei handelte, konnte nicht festgestellt werden.



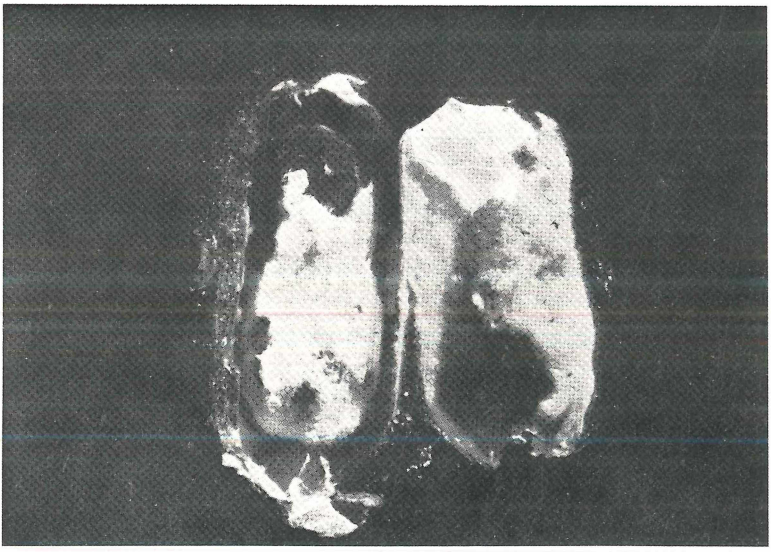


Abb. 4: a + b Eonymphen von *Diprion pini* L., von verschiedenen Mikroorganismen befallen. Vergr. ca. 1:5.

4.5 Natürliche Sterblichkeit im Eonymphenstadium

Die natürliche Sterblichkeitsrate, ohne die Parasitierung durch Insekten, wurde zwischen dem 11. und 18. 12. 1977 ermittelt. An den einzelnen Kontrollstellen konnten graduell unterschiedliche Mengen toter Raupen in den Kokons festgestellt werden.

Tabelle 2: Prozent Sterblichkeit im Eonymphen- bzw. Pronymphenstadium.
Im einzelnen wurden folgende Ergebnisse ermittelt:

Probenahmestelle	Gesamt-Anzahl der Kokons	Tote Eonymphen	Natürliche Sterblichkeit in Prozent
Nr. 2	40	12	30,0%
Nr. 2	40	15	37,5%
Nr. 2	36	7	19,5%
Nr. 7	40	1	2,5%
Nr. 7	40	4	10,0%
Nr. 8	100	12	12,0%
Nr. 8	100	13	13,0%
Nr. 10	100	18	18,0%
Nr. 10	40	6	15,0%
Nr. 10	60	6	10,0%

Die Kokons wurden am Kopfende vorsichtig geöffnet und die Kontrolle der Eonymphen vorgenommen. Pilzbefall (Abb. 4) war eine recht häufige Erscheinung, aber auch Kokons mit fauligem Inhalt wurden festgestellt.

Was die Todesursache von ausgetrockneten Eonymphen war, bei denen ein klarer, völlig erhärteter Flüssigkeitstropfen an den Mandibeln zu finden war, konnte nicht ermittelt werden (Abb. 4). Die Sterberate lag nach der ersten Winterhälfte durchschnittlich bei etwa 16%.

5. Schlupfverlauf von *Diprion pini* aus der Treibzucht

Der Schlupf der Wespen aus den behandelten Freilandkokons hatte folgenden Verlauf:

Bereits am 13. Tage nach Beendigung der Simulierung winterlicher Verhältnisse setzte der Schlupf der ♂♂ ein und erreichte zwischen dem 16. und 20. Tage sein Maximum. In 19 Tagen war der Schlupf beendet.

Am 15. Tag (2 Tage nach dem 1. ♂) begannen die ♀♀ zu schlüpfen. Sie erreichten bereits am 17. Tag ihr Schlüpfmaximum. Der Schlupf der ♀♀ zog sich dann aber doch noch beträchtlich in die Länge und wurde erst nach 21 Tagen abgeschlossen. Insgesamt schlüpften zwischen dem 13. Dezember 1977 und dem 22. Januar 1978 etwa 4,2% der Kokons.

Das Geschlechterverhältnis lag etwa bei 3 ♂♂ zu 2 ♀♀.

Eine merkwürdige Erscheinung ist das Auftauchen einer sehr kleinen Welle von Nachzüglern beiderlei Geschlechts, die 12 Tage später innerhalb eines Zeitraumes von 5 Tagen ausschlüpften. Ob diese Fraktion die zweite Welle repräsentiert, ist nicht mit Bestimmtheit zu sagen, um so mehr, als es sich herausstellte, daß der große Rest der nichtgeschlüpften Kokons toten Inhalt hatte. (Abb. 5).

5.1 Parasitierung und Schlupfverlauf der Treibzuchten von 1977/78

Der Schlupf der parasitischen Ichneumoniden aus der Treibzucht begann am 17. Tag nach Beendigung der Simulierung winterlicher Verhältnisse. Die letzte Ichneumonide schlüpfte am 41. Tag.

Es handelte sich um 2 Arten, nämlich
Exenterus amictorius,
und *Exenterus oriolus.*

Die Tachinen begannen mit ihrem Schlupf am 28. Tag und waren alle innerhalb von 14 Tagen ausgekommen.

Es handelte sich dabei fast ausschließlich um *Drino gilva;* von *D. inconspicua* schlüpfte nur ein Individuum. Die Gesamtparasitierung erreichte zu diesem Zeitpunkt weniger als 15% (s. Abb. 5).

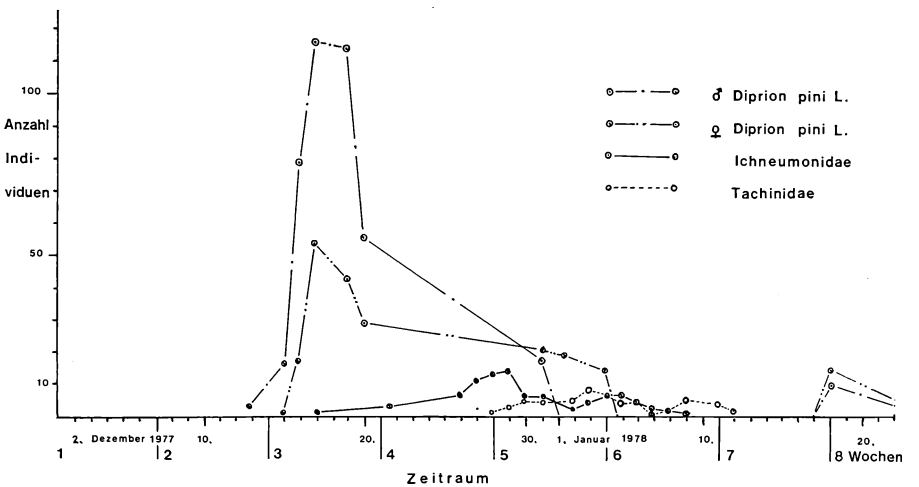


Abb. 5: *Diprion pini* L. (Hym.) Schlüpfverlauf einer Treibzucht mit Freilandkokons vom Winter 1977.

6. Die kleine Rote Waldameise, *F. polyctena,* und die Vögel als natürliche Feinde der gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe

Inmitten der Befallsfläche befinden sich drei Nester der kleinen Roten Waldameise, *Formica polyctena.* Der Aufwuchs an jungen Kiefern und die umstehenden älteren Bäume zeigten keine Fraßschäden und die Benadelung der Bäume war vollständig. Diese Tatsache beweist, daß die Ameisen, selbst bei einer Kalamität, ihren Einzugsbereich von Schadinsekten freizuhalten vermögen. Die Afterraupen müssen von den Ameisen vernichtet worden sein. Eine andere Deutung läßt diese Tatsache m. E. nicht zu. Kokons wurden am Fuße der Stämme entlang der Ameisenstraßen innerhalb der „grünen Insel" nicht gefunden.

Den nützlichen Ameisen kommt m. E. eine große Bedeutung für die biologische Kontrolle dieses Forstschädlings zu. Leider gibt es viel zu wenige Kolonien im Befallsgebiet. Eine Vermehrung von *Formica polyctena,* besonders in Monokulturen, sollte deshalb unbedingt ins Auge gefaßt werden.

Die Anzahl der Kokons von *Diprion pini* an der Rinde der Kiefern wurden ab Beginn der kälteren Jahreszeit fortlaufend reduziert. Es lag der Verdacht nahe, daß sie von Vogelarten aufgenommen wurden. Um dies zu bestätigen, wurden an Vogelfutterstellen Kokons als Futter angeboten. Das Ergebnis dieses Versuches war folgendes:

Etwa 1 kg Kokons wurden pro Tag z. T. von Grünfinken, besonders aber von Meisen angenommen. Die Kokons wurden in sehr charakteristischer Art und Weise an einem Ende geöffnet, und die Larven wurden herausgenommen. Verschimmelte Afterraupen wurden nicht gefressen.

Das Öffnen der Kokons jeweils am Kopfende führe ich darauf zurück, daß die Vögel das Geräusch wahrnehmen, das entsteht, wenn die Eonymphen mit dem Kopf Drehbewegungen durchführen und mit den harten Mandibeln an der Innenwand der Kokons entlang streichen.

Am 11. 12. 1977 wurden bei einem Kontrollgang durch das Befallszentrum am Fuße der Stämme, hauptsächlich auf der Nord- oder Ostseite Kokonanhäufungen oben auf der Bodenstreu festgestellt. Oft konnten 30 und mehr Kokons auf 1 qdm gezählt werden. Bei näherer Untersuchung dieser Kokons wurde festgestellt, daß alle leer waren. Die gewaltsam gefertigten Öffnungen entsprachen genau denen, wie sie von Meisen verursacht werden (Abb. 6).

Durch Beobachtungen konnte dann die Richtigkeit dieser Annahme bestätigt werden.

Die auf diese Weise vernichtete Menge an Kokonstadien ist nach meiner Feststellung nicht unerheblich. Die Beobachtungen zeigen, daß der Vogelschutz, gerade in Monokulturen, nicht hoch genug eingestuft werden kann. Geeignete Maßnahmen, die der Vermehrung der Vogelarten und der Individuendichte der einzelnen Arten förderlich sind, sollten zukünftig vorrangig in Angriff genommen werden. Solche Maßnahmen bedürfen dann aber auch der uneingeschränkten öffentlichen Unterstützung.

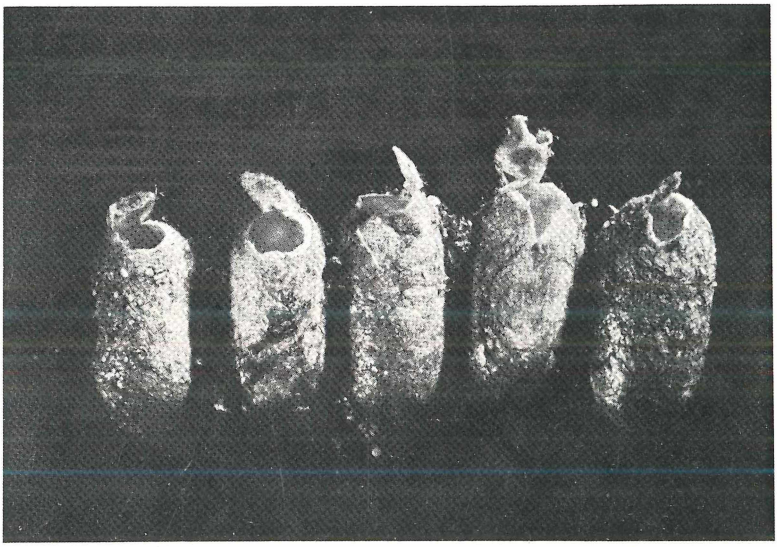


Abb. 6: Charakteristisches Bild von durch Meisen gewaltsam am Kopfende geöffneten Kokons von *Diprion pini* L. Vergr. ca. 1:3.

7. Beobachtungen an der Weymouthskiefer, *Pinus strobus*

Auf einer kleinen Fläche im Befallszentrum stehen eingestreut zwischen den kahlgefressenen Kiefern einzelne *Pinus strobus*. Deren Benadelung war noch fast vollständig, während kleine Pflanzen dieser Art aus Samenanflug und alle benachbarten *Pinus silvestris* bis auf die Knospen kahlgefressen waren. An den Stämmen dieser älteren *Pinus strobus* aber wimmelte es am 16. 10. 1977 geradezu von Afterraupen. In einem Ring von ca. 30 cm um den Stamm lagen auf dem Boden große Mengen toter, faulender und stinkender Afterraupen. Dabei sehr zahlreich tote Ichneumonidae-Arten und eine Wanzenart, die auch beim Aussaugen von Larven beobachtet werden konnte. In der Bodenstreu dieser Bäume, dicht am Stamm, lagen stellenweise die Kokons der Wespe so dicht, daß im Extremfall auf einem qdm bis zu 300 gehäuft registriert werden konnten. Dazu am Stamm bis ca. 2 m Höhe noch bis zu 73 Kokons. Es war also an den vereinzelt eingestreuten *Pinus strobus* eine Anhäufung von Schädlingen zu finden, obwohl die Nadeln der Bäume noch fast vollständig vorhanden waren und offensichtlich nur sehr ungern gefressen werden. An den umstehenden kahlgefressenen Weiß-Kiefernstämmen waren, deutlich feststellbar, auffallend weniger Raupen zu finden.

Wenn auch eine sichere Erklärung für das Verhalten der Raupen fehlt, so läßt sich doch vermuten, daß die einzelnen Weymouthskiefern wie eine Art „Fangbaum" wirkten, dem viele *D. pini*-Larven zustrebten, nachdem Kahlfraß an Weißkiefer eingetreten war. Wahrscheinlich verhungerte ein Großteil der Blattwespen-Larven, weil sie beim Aufbaumen sich ständig behinderten und deshalb immer wieder herunterfielen und neue Versuche unternehmen mußten, um an das Futter zu kommen. Der größte Teil gelangte aber zur Verpuppung oder Notverpuppung.

Daß Notverpuppungen vorkommen, beweist das Auffinden einer Kiefernschwärmerpuppe, *Sphinx pinastri* L., oben auf der Bodenstreu. Die Raupe hatte sich aus Futtermangel zwischen den toten *Diprion*-Afterraupen notverpuppt.

8. Verlauf der Kalamität im Jahre 1978

8.1 Schlupfverlauf der 1. Welle

Am 21. 4. 1978 begann der Schlupf der 1. Welle. Am 22. 4. 1978 konnte ein fliegendes ♀ von *D. pini* etwa 800 m südlich der Befallsgrenze gefangen werden. Dies zeigt, daß die Ausbreitung an der südlichen Befallsgrenze erheblich sein kann. Eine Nachsuche ergab, daß größere Mengen von frisch geschlüpften Tieren in der Bodenvegetation, vornehmlich an frischen Halmen von *Aira caespitosa* saßen.

Es konnte beobachtet werden, daß viele ♀♀ völlig reglos, kopfunter in der Vegetation, häufig hoch an Halmen, saßen, andere ♀♀ flatterten zusammen mit ♂♂ sehr rege in der Vegetation umher. Das Kopfunter-Sitzen ließ die Deutung zu, daß es sich bei den betreffenden ♀♀ um jungfräuliche Tiere handelte. Eine Untersuchung des Sachverhalts wurde von der Forstschutzstelle Südwest in Freiburg zugesagt. Sie konnte aber leider nicht durchgeführt werden, wie mir später brieflich mitgeteilt wurde (BOGENSCHÜTZ).

Am 23. 4. 1978 gegen 14 Uhr war ein starkes Schwärmen der Wespe zu beobachten. Bis zu 7 ♀♀ waren im Umkreise eines Baumes festzustellen. Zahlreiche ♂♂ schwärmten um die ♀♀. Kopulierende Pärchen saßen sehr zahlreich in der Vegetation.

8.2 Eiablage, Eiparasite und Eiparasitierung

Die Eiablage begann am 22. 4. 1978, geriet aber bald ins Stocken wegen schlechter Witterung, die mit verhältnismäßig niedrigen Temperaturen und Regen bis zum 15. 5. 1978 anhielt. Daher konnte auch eine hohe Parasitierung durch die winzigen Eiparasiten nicht erwartet werden. Dies zeigte dann auch das Ergebnis 20 Tage nach Eiablage-Beginn am 11. 5. 1978. Die Parasitierung war mit 7% noch recht niedrig. Untersucht wurden insgesamt 12 Gelege mit 1380 Eiern. 30 Tage nach Beginn der Eiablage, am 21. 5. 1978, wurden erneut Eigelege aus den gleichen Probenahmestellen, verteilt über das gesamte Befallsgebiet, untersucht. Jetzt herrschte gute Witterung und die Eiparasitierung war bereits auf 22,7% angestigen. Untersucht wurden diesmal 1250 Eier aus 12 Gelegen. Die Eigelege wurden an Unterstandskiefern der Stangenholzbestände entnommen, da es mir natürlich nicht möglich war, Gelege aus der Wipfelregion zu untersuchen. Es besteht die Möglichkeit, daß die Parasitierung der Gelege aus der Kronenregion von derjenigen der Unterstands-Kiefern abweicht. Auch das Parasitenspektrum kann anders sein. Da die schwierige Identifizierung der Eiparasitenarten Spezialisten vorbehalten bleiben muß, wurde hier nur die Gesamtparasitierung erfaßt.

Im einzelnen wurden folgende Ergebnisse ermittelt (Tabelle 3): Parasitierungsprozentsätze und Zusammensetzung der Eiparasitengarnituren variieren an den einzelnen Probenahmestellen sehr stark. Da bei der Winzigkeit der Eiparasiten durchaus kleinklimatische Faktoren eine Rolle spielen können, wäre es denkbar, daß beispielsweise durch ständigen Windeinfluß (Schneise) die kleinsten Arten (z. B. *Chrysotonomyia (Achrysocharella) formosa* (WESTWOOD) an bestimmte Lagen kaum herankommen. (Kontrollstelle 3).

Tabelle 3: Eiparasitierung der 1. Welle 1978.
(Flugbeginn der Weibchen 21. 4. 1978).

	20 Tage nach Flugbeginn der 00					30 Tage nach Flugbeginn der 00				
	Gelege	Anz. d. Eier	parasitiert	%	Ø	Gelege	Anz. d. Eier	parasitiert	%	Ø
Kontrollstelle 1	A	120	25	20,8		A	355	205	58,5	
Gewann	B	460	23	5,0	13,2	B	77	32	41,5	46,6
Rehschlag	C	102	14	13,7		C	60	24	40,0	
Kontrollstelle 2	A	53	6	11,3		A	84	32	38,0	
Gewann	B	40	5	12,5	10,9	B	167	61	36,5	23,5
Rotensee	C	77	7	9,0		C	50	3	6,0	
Kontrollstelle 3	A	136	2	—		A	95	2	—	
Gewann	B	71	0	—	pr. O	B	40	0	—	pr. O
Dulflach	C	108	0	—		C	50	0	—	
Kontrollstelle 4	A	53	4	7,5		A	115	28	24,3	
Gewann	B	48	5	10,4	7,8	B	44	9	20,4	18,3
Kühunter	C	110	6	5,5		C	110	11	10,0	

Nach 20 Tagen 7,0% Ø / untersuchte Gesamtfläche

Nach 30 Tagen 22,7% Ø / untersuchte Gesamtfläche

Ein Teil der später ausgekommenen Eiparasiten konnte abgefangen werden. Die Artbestimmung der Tiere wurde von Herrn Prof. Dr. EICHHORN (Delémont) vorgenommen, wofür ich auch an dieser Stelle herzlichen Dank sagen möchte. Sie erbrachte folgendes Ergebnis:

Hauptparasite waren *Chrysonotomyia (Achrysocharella) ruforum* und etwas weniger *Dipriocampe diproni* sowie vereinzelt eine nicht näher bestimmte Spezies.

8.3 Schlupfverlauf und Stärke der II. Generation 1978. Verlauf der Wellen 2 und 3 und Stand der Gradation.

Larven von *D. pini* wurden am 1. 7. 1978 im 4. + 5. Stadium eingetragen und in einem lichtdurchlässigen und ventilierten Zuchtkäfig weitergezüchtet. Am 3. 7. 1978 wurden bereits eine Anzahl Kokons festgestellt. Der überwiegend größte Teil der Larven spann sich aber zwischen dem 10. 7. und 14. 7. 1978 ein. Am 20. Juli konnte beobachtet werden, wie einige Tachinen-Larven den Kokon verließen und in die Erde gingen. Das Einspinnen der 1. Generation war am 26. 7. beendet.

Der Schlupf der 2. Generation (Nachkommen aus der 1. Welle) vom 10.—26. 7. 1978 fiel genau mit dem Zeitpunkt des Erscheinens der 3. Welle im Freiland zusammen.

Die einzelnen Ergebnisse der Zucht sind folgende:
Insgesamt wurden 138 Kokons erhalten.
Oberirdisch verpuppten sich 122 Larven = 88,4%
Unterirdisch verpuppten sich 16 Larven = 11,6%
Von *Diprion pini* schlüpften 32 Individuen = 23,2%
Die restlichen 76,8% waren parasitiert oder starben aus unbekannter Ursache.

Die genaue Schlupffolge verlief so:

	♂	♀
10.—15. 7. 1978	0	8
16.—20. 7. 1978	3	12
20.—26. 7. 1978	3	6

27 (= 45,8%) der gesunden verharrten als Eonymphen in Diapause.

Von diesen hatten aber weitere 9 Tachinenlarven in der Kopfkapsel (EICHHORN).

Zum Vergleich seien die Einzelergebnisse aus den oberirdisch und unterirdisch eingesponnenen Kokons einander gegenüber gestellt:

	Oberirdisch eingesponnen	Unterirdisch eingesponnen
D. pini geschlüpft:	31 = 60,8%	1 = 12,5%
Diapausierende Eonymphen:	20 = 39,2%	7 = 87,5%

Beim Vergleich der Werte der oberirdisch gesponnenen Kokons mit denen aus der Bodenstreu fällt auf, daß die Schlüpfbereitschaft der Tiere aus der oberirdischen etwa 4 x höher ist als bei denen der Bodenstreu. Die Neigung zur Diapause hingegen ist bei Kokons aus der Bodenstreu mehr als doppelt so groß als bei oberirdischen Kokons. Um dieses Ergebnis zu fundamentieren, wären natürliche Versuche mit einer erheblich größeren Individuenanzahl nötig.

Die Ergebnisse beweisen aber, daß die zweite Generation aus der 1. Flugwelle nur eine partielle ist. 45,8% der gesunden Individuen verharren im Eonymphenstadium in Diapause. Bemerkenswert ist dabei die Tatsache, daß nicht nur

87,5% der Nymphen unterirdischer Kokons, sondern auch 39,2% derer der oberirdischen Kokons in Diapause gehen.

Die Parasitierung der oberirdischen Kokons der 1. Generation 1978 betrug im Mittel 88,2%. Insgesamt wurden 12 Parasitenarten aus 1965 Kokons gezogen.

Larvenparasiten:		
Exenterus amictorius	(Ichneumonidae)	23,2%
Exenterus oriolus	(Ichneumonidae)	2,4%
Drino inconspicua	(Tachinidae)	41,4%
Drino gilva	(Tachinidae)	10,7%
Diplostichus janithrix	(Tachinidae)	0,6%
Kokonparasiten:		
Agrothereutes adustus	(Ichneumonidae)	4,1%
Pleolophus basizonus	(Ichneumonidae)	1,5%
Itoplectis sp.	(Ichneumonidae)	0,1%
Dahlbominus Fuscipennis	(Chalcididae)	4,2%
Hyperparasiten:		
Gelis sp.	(Ichneumonidae)	
Gelinae sp. 1	(Ichneumonidae)	
Gelinae sp. 2	(Ichneumonidae)	(EICHHORN)

Die zweite Welle trat fast unmerklich auf. Am 19. 6. 1978 fand ich frisch geschlüpfte ♀♀ am Gras. Am 28. 6. 1978 scheint der Schlupf dieser Welle seinen Höhepunkt erreicht zu haben. Am 3. 7. 1978 gegen 17 Uhr werden noch einzelne ♂♂ schwärmend beobachtet. Die Individuendichte der 2. Welle lag weit unter der der 1. Welle. Am 19. 6. 1978 waren die Afterraupen der 1. Welle bereits im 2. oder 3. Stadium, vereinzelt waren aber auch noch Junglarvenkolonien zu finden.

Der Entwicklungsverlauf der 2. Welle wurde nicht genauer untersucht.

Am 19. 7. 1978 wurden 2 ♀♀ bei der Eiablage beobachtet. Hier muß es sich um ♀♀ der 3. Welle gehandelt haben.

Man kann davon ausgehen, daß die Nachkommen der 2. und 3. Welle 1978 ausnahmslos in Diapause gingen.

Die Witterungsverhältnisse in den Monaten Juni und Juli waren für den Schlupf und die Eiablage der *Diprion* sehr ungünstig. Dies und die außerordentlich starke Parasitierung bewirkten, daß die zweite Welle und auch die kaum in Erscheinung tretende 3. Welle äußerst schwach waren. Die Schlupfwellen 2 und 3 waren nicht scharf getrennt, sondern gingen ineinander über. Die Erweiterung der Befallsfläche erfolgte nach Süd, Ost und Nord. Dort waren die Eigelege und später die Afterraupen zu finden. Die Bestände im Westen des Gradationsgebietes wiesen sehr geringen Neubefall auf. Vielleicht besteht zwischen der Hauptwindrichtung aus Westen und der Neubesiedelung ein Zusammenhang. Die flugträgen ♀♀ fliegen nicht gegen den Wind.

9. Parasitenauflauf 1978, Art der Parasiten und Zusammenbruch der Kalamität 1978

Die auffallendste Erscheinung ab der zweiten Junihälfte war das Auflaufen der Parasiten. In unwahrscheinlichen Mengen beflogen mehrere Arten von Ichneumoniden hauptsächlich der sehr wirkungsvolle Kokonparasit *Pleolophus basizonus* den Fuß der Stämme und machten sich pausenlos am Boden zu schaffen. *Exenterus amictorius* und *Exenterus oriolus* „krochen" um die Larven-

kolonien, „schlichen" sich behutsam an einzelne verpuppungsreife Larven an Zäunen etc. heran und stürzten sich dann plötzlich auf diese. Beide Tiere fielen in den meisten Fällen zu Boden. Die Ichneumonide flog weiter, die Afterraupe kletterte spontan wieder nach oben. Ob bei solchen „Überfällen" die Eiablage durch die Parasiten stattfand, konnte nicht festgestellt werden, da diese Überfälle blitzartig erfolgten.

Die für diese Jahreszeit zu kalte Witterung behinderte den Flug der Kiefern-Buschhornblattwespe. Die Parasiten sind offensichtlich weniger wetterempfindlich, denn sie flogen pausenlos. Am Abend vor Dämmerungsbeginn waren hauptsächlich Ichneumoniden und besonders auch Tachinen aktiv. So konnten die Kokonparasiten fortwährend die Kokons belegen, eine Generation nach der anderen erzeugen und dadurch zu einer ungeheuren Menge auflaufen. Was die Schlupfwespen bei den Kokons leisteten, schafften die Tachinen bei den Larvenkolonien. Oft saßen mehrere Tachinenweibchen bei einer einzigen Kolonie. Sie haben diese Larvenpopulation so stark parasitiert, daß der Zusammenbruch der Kalamität vorauszusehen war. Beim Parasitierungsvorgang an Kokons konnten der flugunfähige, einer Ameise nicht unähnliche *Hemiteles* sp., sowie *Pleolophus basizonus* und die Chalcide *Dahlbominus fuscipennis* beobachtet werden. Beim Parasitieren der Afterraupen wurden die Tachinen *Drino gilva* und *Drino inconspicua* beobachtet. Eine Wanzenart konnte beim Aussaugen eines Kokons beobachtet werden und *Pleolophus basizonus,* wie er in 2 Fällen am 13. 7. 1978 Kokons parasitierte. Der Legestachel dieses Parasiten wurde am Kopfende der Raupe oder Eonymphe in den Kokon eingestochen und mehrfach wieder langsam zurückgezogen. Die Wespe richtete den Stachel im Kokon in Richtung Körperende der Raupe und versuchte mehrfach durch behutsames Ändern der Richtung des Stachels offensichtlich die „richtige" Stelle zu finden. Nach ca. 3 Minuten war der Vorgang beendet. Der Stachel wird gezogen und geputzt bevor die Wespe abfliegt.

Der Parasitierungsvorgang der Tachine *Drino gilva* konnte am 26. 7. 1978 mehrfach beobachtet werden. (Abb. 7). Die Fliege bewegt sich mit äußerster Vorsicht der Raupe entgegen. Jede Bewegung ihrer Beine geschieht im Zeitlupentempo. Dabei verliert sie die Raupe nicht aus ihren Augen. Das Anschleichen kommt dem eines Raubtieres gleich. Innerhalb eines Abstandes von ca. 1 cm zur Raupe bewegt die Tachine ihren sehr dehnbaren Ovipositor auf der Ventralseite zwischen ihren Beinen hindurch und berührt vorsichtig die Larve. Die Berührung wird von der Raupe durch eine leichte Zuckung erwidert. Die Bewegungen des Ovipositors der Fliege in Richtung Larvenkörper gehen pausenlos und bei einer dieser Bewegungen wird das Ei abgelegt. Sehr häufig war dabei zu beobachten, daß offensichtlich zwischen die Brustbeinpaare der Larven bevorzugt Eiablagen stattfanden. Aber auch der übrige Raupenkörper wird belegt. Da bekannt wurde, daß die Junglarve der Tachine in der Kopfkapsel der Raupe lebt (EICHHORN), muß diese also den Raupenkörper auf irgendeinem Wege bis zur Kopfkapsel hin durchwandern.

Am Zusammenbruch der Kalamität war die Schlechtwetterphase im Juni 1978, die den Schlupf und die Eiablage von *Diprion pini* behinderte, eine wesentliche Voraussetzung. Den Parasiten wurde dadurch die nötige Zeitspanne gegeben, ihren Wirt nicht nur einzuholen, sondern ihn sogar zu überholen. Wie aus den Ergebnissen zu ersehen ist, betrug die Parasitierung der Wintergeneration ca. 22—25%. Die Nachkommen der 1. Schlupfwelle wurden schon als Larve mindestens zu ca. 58% parasitiert. Dieses Ergebnis stammt aus

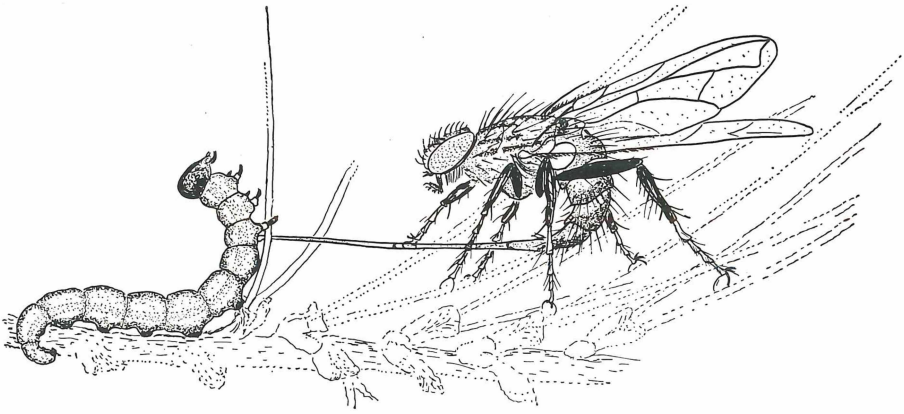


Abb. 7: Parasitierungsvorgang einer Tachine an der *Diprion*-Larve. Vergr. ca. 1:10.

einer Zucht, wobei die Larven im 4. und 5. Stadium eingetragen worden waren. Eine vergleichbare Untersuchung der Parasitierung der Nachkommen der 1. Welle wurde an Freilandkokons, die an Zäunen und Halmen der *Aira caespitosa* angesponnen waren, von Herrn Prof. Dr. O. EICHHORN (Commonwealth-Institut, Délemont, Schweiz) vorgenommen.

Das Ergebnis lag bei ca. 80% Parasitierung. Zu diesem Zeitpunkt war sichtbar, daß die Parasiten ihren Wirt eingeholt hatten. Die im Boden noch vorhandenen Kokonstadien, die die 2. und 3. Welle der *D. pini* im Laufe der Monate Juni und Juli geliefert hätten, wurden von der großen Anzahl von Kokonparasiten innerhalb kürzester Zeit zum überwiegenden Teil parasitiert.

Deutliches Zeichen dafür, daß die Kalamität praktisch zusammengebrochen war, waren schwacher Larvenbesatz und an Individuenanzahl kleine Kolonien, die man besonders in Jungkulturen beobachten konnte. Eine nahezu 100%ige Parasitierung der im September schon als spärlich zu bezeichnenden Restpopulation von *D. pini* war zu erwarten und trat auch ein. Von 210 Larven des 3. bis 5. Stadiums von Ende September 1978 waren nach Mitteilung von Herrn Prof. Dr. EICHHORN (Délémont Schweiz) bereits 89,5% parasitiert. Das Anstichprozent von *Drino gilva* betrug 85,2% und von *Drino inconspicua* 11,4%. Die Multiparasitierung zwischen *D. gilva* und *D. inconspicua* belief sich auf 8%.

10. Zusammenfassung

1. Der Verlauf der Massenvermehrung der Gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* L. im Gemeindewald Dudenhofen (Pfalz) in den Jahren 1976—1978 wird dargestellt.
2. Ende August 1977 war auf einer Waldfläche von ca. 300—500 ha Licht- bis Kahlfraß entstanden. Die Besiedelungsdichte an Afterraupen pro Baum (Alter 40—50jährig) wurde zu diesem Zeitpunkt auf 3000—5000 Individuen geschätzt.
   Die Kokonsuche im Herbst 1977 auf 20 Probeflächen von je 1 m^2 (50 x 200 cm), einschließlich des Stammanlaufs bis zu einer Höhe von 2 m, ergab Werte zwischen 4 bis 2289 Kokons, im Mittel 717 Kokons pro Probefläche. Leere Kokons wurden im Mittel ca. 22 pro Probefläche festgestellt. Dieser Wert

weist darauf hin, daß die Populationsdichte von *D. pini* bereits im Herbst 1976 den kritischen Wert weit überschritten hatte.

3. Aus den Daten läßt sich der Beginn der Massenvermehrung wie folgt darstellen: Das Auflaufen der Massenvermehrung wurde durch die Hitzeperiode von Anfang Juni bis Mitte Juli 1976 begünstigt. Sie hatte wahrscheinlich zur Folge, daß die meisten Afterraupen der ersten Flugwelle in dem für die Photoperiode sensiblen letzten Larvenstadium in den Langtag gerieten. Dadurch wurde sie zu diapausefreier Entwicklung veranlaßt und bildeten die Grundlage für eine sehr starke 2. Generation.
   Da auch im Frühjahr 1977 das Wetter wieder ungünstig für die Entwicklung des Schädlings war, und weil in der Progradationsphase seine natürlichen Feinde noch wenig zahlreich sind, konnte die Gradation rasch zur Kalamität anwachsen.
4. Die außerordentlich hohe Kokondichte im Herbst 1977 ließ für das Jahr 1978 das Schlimmste befürchten. Um im Hinblick auf die Vorbereitung von Bekämpfungsmaßnahmen eine Prognose über die Stärke der zu erwartenden ersten Schlupfwelle zu erstellen, wurde eine große Zahl von *D. pini*-Kokons im Spätherbst eingetragen, simulierten Wintertemperaturen ausgesetzt und anschließend bei Zimmertemperatur gezüchtet. Knapp 5% der Gesamtpopulation lieferte 13—21 Tage nach der Überführung in Zimmertemperatur Männchen und Weibchen. Eine kleine Fraktion schlüpfte ca. 12 Tage später. Die erste Flugwelle, die im April zu erwarten war, war demnach schwach.
5. Über die Sterblichkeit der *D. pini*-Stadien durch abiotische und biotische Gegenspieler (Umweltwiderstand) konnte folgendes festgestellt werden:
   a) Im Herbst 1977 betrug die Eiparasitierung der 2. Generation bzw. 3. Welle ca. 16% (EICHHORN).
   b) Um den 9. 10. 1977 trat ein Massensterben in den Larvenkolonien ein. Die genaue Ursache konnte nicht festgestellt werden, doch ist anzunehmen, daß es durch Futtermangel ausgelöst wurde.
   c) Die Mortalität des Eo- und Pronymphenstadiums lag im Dezember im Mittel bei etwa 16% (Variation 1–18%, 10 Probestellen).
   d) Die Parasitierung der überwinternden Eo- bzw. Pronymphen betrug im Winter 1977/78 unter 15%. Aus den Treibzuchten schlüpften die Larvenparasiten *Exenterus amictorius* und *E. oriolus* (Ichneumonidae) und *Drino gilva* und *Drino inconspicua* (Tachinidae). *E. amictorius* war 6—7mal häufiger als *E. oriolus* und *D. gilva* war sehr viel häufiger als *D. inconspicua.*
   e) Die Parasitierung der Eier der 1. Generation 1978 betrug 20 Tage nach Beginn der Eiablage am 11. 5. 7% und stieg bis zum 21. 5. auf 22,7% an. Hauptparasit war *Chrysotonomyia (= Achrysocharella) ruforum.*
   f) Die Parasitierung der oberirdischen Kokons der 1. Generation 1978 betrug im Mittel 88,2%. Insgesamt wurden 12 Parasitenarten aus 1965 Kokons gezogen.
   g) Die Eiparasitierung der 3. Welle bzw. 2. Generation betrug schätzungsweise 28%.
   h) Am 19. September 1978 waren die *D. pini*-Larven der 3. Welle bzw. 2. Generation zu 89,5% von Tachinen parasitiert. Das Anstichprozent von *D. gilva* betrug 85,2, von *D. inconspicua 11,4%. Die Multiparasitierung belief sich auf 8%.*

i) Als wirkungsvolle Vertilger von *D. pini*-Kokons in den Wintermonaten erwiesen sich die Meisen.
Die Räuberwirkung der Roten Waldameisen *(Formica rufa*-Gruppe) war bemerkenswert. In der Nähe ihrer Nester blieb die Benadelung der Kiefern weitgehend erhalten.

6. Was die Generationszahl und das Schlüpfwellenmuster der Gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe betrifft, konnte folgendes festgestellt werden:

Die *D. pini*-Population von Dudenhofen erzeugt im Jahr zwei Generationen. Die zweite ist meist nur eine partielle. Ihre Stärke wird vor allem durch den Temperaturverlauf der Monate April bis Juli bestimmt.

Die Blattwespe schlüpft in drei Wellen: (1) in der zweiten Aprilhälfte, (2) im Juni bis Anfang Juli und (3) Ende Juli/Anfang August. Die beiden ersten Flugwellen gehören zur stark verzettelten 1. Generation, während die dritte Flugwelle sowohl Nachzügler der 1. Generation als auch Vertreter der echten 2. Generation umfaßt.

Im Jahre 1978 schlüpfte die erste Welle in der letzten Aprildekade. Die zweite Welle schlüpfte in der Zeit vom 19. 6. – 3. 7. (Höhepunkt 28. 6.). Eierlegende Weibchen der schwachen dritten Welle wurden am 19. 7. beobachtet. Die 1. Generation spann sich zwischen dem 3. und 26. 7. ein (Höhepunkt 10. bis 14. 7.). Das Schlüpfen erfolgte vom 10.– 26. 7. Fast 46% der Eonymphen verharrten in Diapause.

7. Der unerwartet rasche Zusammenbruch der Massenvermehrung der Kiefern-Buschhornblattwespe im Laufe des Jahres 1978 war vor allem bedingt durch die die Entwicklung des Schädlings hemmende naßkalte Witterung und die sich fortlaufend verstärkende Wirkung der Ei-, Larven und Kokonparasiten. Durch Kälterückfälle wurde der Flug der 1. Welle verzettelt, die Eiablage behindert und die Entwicklung der Embryonen, Larven und Kokonstadien verlängert und entsprechend länger den Angriffen der Parasiten ausgesetzt. Die Nachkommen der schwachen 1. Flugwelle (ca. 5% der Gesamtpopulation) entwickelten sich nur gut zur Hälfte zu einer 2. Generation. Die Parasitierung der Eier stieg von 16% im Jahre 1977 auf beinahe 30% im Jahre 1978 an, die Larvenparasitierung von 16% auf fast 90%. Die im Boden liegenden Kokons wurden durch Kokonparasiten, die offensichtlich weniger unter der schlechten Witterung litten als der Wirt, ohne Unterbrechung parasitiert. Unparasitierte Diprioniden-Kokons, die in fünf Serien in Abständen von ca. 4–6 Wochen von Anfang April bis Ende Juli der Parasitierung im Befallsgebiet ausgesetzt wurden, wiesen jeweils eine hohe Parasitierung auf. Insbesondere war *Pleolophus basizonus* in allen Proben stark vertreten, was darauf hinweist, daß dieser wirkungsvolle Kokonparasit eine Generation nach der anderen erzeugt. Ihm ist es in erster Linie zuzuschreiben, daß die Massenvermehrung der Gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe im Gemeindewald Dudenhofen so rasch und eindrucksvoll beendet wurde. Deutliches Zeichen dafür, daß die Kalamität praktisch zusammengebrochen war, waren im Herbst 1978 der schwache Larvenbesatz und an Individuenzahl kleine Kolonien.

8. Die waldhygienischen Schlußfolgerungen, die aus den Erfahrungen beim Studium der Gradation zu ziehen wären, sind: Förderung der Mischwaldbegründung, Ameisenhege und Vogelschutz. Außerdem ist eine Verbesserung der Prognosemethoden anzustreben.

Dank sagen möchte ich der POLLICHIA-Kreisgruppe Speyer für ihre tatkräftige Unterstützung, den Herren Dr. H. L. SCHMIDT Speyer und R. RIEBEL Dudenhofen für ihren Beitrag zum Gelingen dieser Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt dem verehrten Herrn DR. O. EICHHORN, Professor am Commonwealth Institute of Biological Control, European Station, Delémont, Schweiz, für seine immerwährende Hilfsbereitschaft bei entomologischen Fragen, für die freundliche Bereitstellung eines Teiles seiner ermittelten Daten bezüglich der Parasitierung, für die Bestimmung der Parasiten und die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

Literaturverzeichnis

BRAUNS, A.: (1976): Taschenbuch der Waldinsekten. Bd. 1 und 2, 622 S., Stuttgart (Fischer).

EICHHORN, O. (1976): Dauerzucht von *Diprion pini* L. (Hym.: Dipr.) im Laboratorium unter Berücksichtigung der Fotoperiode. — Anz. Schädlingskde., **49**: 38—41, Hamburg.

— — (1976/77): Autökologische Untersuchungen an Populationen der gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* L. (Hym.: Diprionidae) I. Herkunftsbedingte Unterschiede im Schlüpverlauf und Diapausenverhalten. — Z. angew. Ent., **82**: 395—414, Hamburg.

— — (1977a): Autökologische Untersuchungen an Populationen der gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* L. (Hym.: Diprionidae) II. Zur Kenntnis der Larvenparasiten und ihrer Synchronisation mit dem Wirt. — Z. angew. Ent., **83**: 15—36, Hamburg.

— — (1977b): Autökologische Untersuchungen an Populationen der gemeinen Kiefern-Buschblatthornwespe *Diprion pini* L. (Hym.: Diprionidae) III. Laborzuchten. — Z. angew. Ent., **84**: 264—282, Hamburg.

— — (1978): Zur Prognose der Schlüpfwellen- und Generationsfolge bei der gemeinen Kiefern-Buschhornblattwespe *Diprion pini* L. (Hym.: Diprionidae). — Anz. Schädlingskde, **51**: 65—69, Hamburg.

EICHHORN, O. & PSCHORN-WALCHER, (1973): Studies on the biology and ecology of the egg-parasites (Hym.: Chalcidoidea) of the pine sawfly *Neodiprion sertifer* (Geoff.) (Hym.: Diprionidae) in Central Europe.— Z. angew. Ent., **74**: 286—318, Hamburg.

— — (1976): Studies on the biology and ecology of the egg-parasites (Hym.: Chalcidoidea) of the pine sawfly *Diprion pini* L. Hym.: Diprionidae) in Central Europe. — Z. angew. Ent., **80**: 355—381, Hamburg.

HASENKAMP, J. G. (1976): Naturgemäßer Waldbau. — Natur und Museum, **106** (3): 74—80, Frankfurt a. M.

JACOBS, W. & RENNER, N. (1974): Taschenlexikon zur Biologie der Insekten. — Stuttgart (Fischer).

RYVKIN, B. (1969): Die Diprionidae und die Komplexe ihrer natürlichen Feinde. — Beitr. Ent., **19**, (3/6): 595—605, Berlin.

(Bei der Schriftleitung eingegangen am 30. 11. 1978, Verbesserungen eingegangen am 18. 12. 1979)

Anschrift des Verfassers:
Erich Bettag, Kilianstr. 44, D-6724 Dudenhofen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: 67

Autor(en)/Author(s): Bettag Erich

Artikel/Article: Die Kalamität der Kiefern-Buschhornblattwespe Diprion pini in Dudenhofen (Pfalz) in den Jahren 1976—78 (Hym.: Diprionidae) 199-218