

DIE VERBREITUNG UND REGULIERUNG DER  
*DIPRION PINI*-KALAMITÄT IN DEN  
 NIEDERLANDEN IN DEN  
 JAHREN 1938-1941 \*)

von

Dr. A. F. H. BESEMER.

(Aus dem zoologischen Laboratorium der Reichuniversität  
 Leiden und dem biologischen Laboratorium „Hoenderloo“.)

INHALT

	Seite
Einleitung und Fragestellung .....	3
Kapitel I: Die Lebensgeschichte von <i>Diprion pini</i> L.	6
Das Flugvermögen der Weibchen .....	6
Zahl der Kopulationen der Männchen und Weibchen .....	8
Parthenogenese .....	9
Das Ablegen der Eier .....	9
Larven und Larvenfrass .....	10
Das Verhalten der Larven vor und bei dem Einspinnen .....	11
Das Schlüpfen der Imagines .....	13
Das Schlüpfen der Kokons der Herbst- generation 1938 .....	14
Das Überliegen der Kokons .....	17
Kapitel II: Einfluss des <i>Diprion</i> -Frasses auf die Kie- fern und Frasspflanzen der Blattwespe	23
A. Der Einfluss des Larvenfrasses auf die Kiefern .....	23
B. Die Frasspflanzen von <i>Diprion pini</i> L.	27
Kapitel III: Die Verbreitung von <i>Diprion pini</i> L. in den Jahren 1938, 1939 und 1940 auf „De Hoge Veluwe“ und in den angrenzen- den Gebieten .....	30

\*) Diese Publikation erscheint als Dissertation der Universität Utrecht, in „Nederlandsch Boschbouw-Tijdschrift“ 1942 und als „Mededeeling van het Comité ter bestudeering en bestrijding van insectenplagen in bosschen“ 1942.

Die Verbreitung der <i>Diprion</i> -Seuche im Jahre 1938 .....	30
Charakteristik der Herdgebiete .....	31
Die Entstehung der „Bent“-Böden .....	32
Die Verbreitung der <i>Diprion</i> -Seuche im Jahre 1939 .....	41
Frühjahr 1940 .....	44
Herbst 1940 .....	45
6	
Kapitel IV: Faktoren, die eine Rolle spielen bei der Regulierung der <i>Diprion pini</i> -Seuche ...	49
A. Die Entwicklungsmöglichkeit von <i>Diprion pini</i> L. an verschiedenen Standorten .....	49
B. Einfluss des Klimas auf die Entwicklung der <i>Diprion pini</i> -Seuche .....	52
C. Die natürlichen Feinde und Krankheiten von <i>Diprion pini</i> L. ....	53
Kapitel V.: Eiparasiten von <i>Diprion pini</i> L. ....	73
Literaturübersicht der bei <i>Diprion</i> gefundenen Eiparasiten .....	73
Kurze Beschreibung von <i>Achrysocharella ruforum</i> Krausse .....	75
Beobachtungen über die Biologie von <i>Achrysocharella ruforum</i> Krausse .....	77
Entwicklung des Eiparasiten <i>Achrysocharella ruforum</i> Krausse auf „De Hoge Veluwe“ und in den angrenzenden Gebieten .....	80
Daten über andere Orten in den Niederlanden .....	83
Kapitel VI: Massnahmen zur Vorbeugung und Bekämpfung der <i>Diprion pini</i> -Seuche .....	88
Massnahmen zur Vorbeugung der Seuche .....	88
Die Bekämpfung der Seuche .....	92
Kapitel VII: Das Stellen einer Prognose über die zu erwartende Weiterentwicklung einer <i>Diprion pini</i> -Seuche .....	95
Bemerkungen in Bezug auf die prognostischen Untersuchungen über die Kokons .....	97
Die prognostischen Untersuchungen über die Eier .....	99
Schrifttum .....	102

## EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG.

---

Die gemeine Kiefern-Buschhornblattwespe (*Diprion pini* L.) tritt von Zeit zu Zeit massenweise auf und verursacht grossen Schaden an Waldkomplexen, meistens von *Pinus sylvestris* L. Besonders in Reinbeständen von Kiefern kann der Schaden erheblich werden. Aber nur selten werden grössere Komplexe völlig kahlgefressen. In diesem Fall kommt es manchmal vor, dass die Bäume sich nicht mehr erholen. [1940 in Horst-Sevenum, Provinz Noord Brabant, wurden 80 ha eines Waldes von 120 ha ganz kahlgefressen und die Bäume sind fast alle abgestorben. Der Wald stand auf sehr armem Sandboden; Flugsandbewaldung. Escherich (1940) erwähnt das Absterben einiger Komplexe in Deutschland nach Kahlfrass durch die Kiefern-Buschhornblattwespe.]

Im Allgemeinen stirbt auf besserem Boden ein geringer Prozentsatz der nicht völlig entnadeltten Bäume ab und die übrigen begrünen sich wieder im folgenden Jahr, obwohl Längenwachstum und in vielen Fällen auch Dickenwachstum merkbar herabgesetzt werden. Wenn dieselben Bäume im nächsten Jahr nicht wieder ernstlich befallen werden, erholt der Wald sich in kurzer Zeit, in zwei bis drei Jahren sieht man keinen Einfluss mehr auf das Längenwachstum (siehe Kapitel II, Seite [23]).

Der direkte Schaden ist also nicht so gross als der starke Frass und die ungeheure Menge von Larven vermuten lassen.

Die grösste Gefahr besteht darin, dass die von *Diprion*-Frass geschwächten Kiefern häufig von sekundären Schädlingen angegriffen werden (*Myelophilus*, *Pissodes* u.s.w.)

Seuchen von *Diprion* sind bekannt geworden aus West-, Mittel-, Ost-, und Nord-Europa (Holland, Belgien, Frankreich, Deutschland, Polen, Russland, Schweden und Finnland). Ausführliche Daten und Literatur darüber findet man bei Escherich (1940). Seit 1845 sind auch in den Niederlanden an verschiedenen Orten grosse Kalamitäten von *Diprion pini* L. bekannt geworden. Eine Übersicht davon gibt Franssen (1938). Im Jahre 1935 trat die gemeine Buschhornblattwespe wieder an einzelnen Stellen der Veluwe, Provinz Gelderland, auf, u.a. in der Nähe des Landgutes „De Hoge Veluwe“. Im Jahre 1936 hat die Seuche stark zugenommen und sich über das ganze Gut verbreitet. Im Jahre 1937 war der Befall wieder viel weniger stark und nur auf einige Stellen des Gutes „De Hoge Veluwe“ beschränkt. Im nächsten Jahr hatte sich die Situation wenig geändert; die Seuche begann wieder ein wenig heftiger zu werden.

Über die Entwicklung und Lebensweise von *Diprion pini* L.

und den Verlauf ihrer Kalamität gibt es viele Untersuchungen. Eine Übersicht der älteren Literatur findet man bei Ratzburg (1844), Altum (1882, 1898), Hartig (1837), Nördlinger (1884), Boas und Nüsslin (1896) u.s.w. Eine sehr eingehende Besprechung der neueren Untersuchungen findet man bei Escherich (1940).

Es liegen aber noch viele offene Fragen vor, insbesondere über die Entwicklung der Kalamität und die Verbreitung der Seuche von bestimmten Gebieten aus und den Rückgang der Kalamität.

Darum wurde im Spätsommer 1938 eine Untersuchung über die Entwicklung der Kalamität der gemeinen Buschhornblattwespe auf dem Landgut „De Hoge Veluwe“ und in den angrenzenden Gebieten angestellt und in den Jahren 1939 und 1940 fortgesetzt, die im Jahre 1941 noch durch einige Beobachtungen ergänzt wurde. Weiter wurden Beobachtungen an einigen Orten in der Provinz Gelderland verrichtet: Nunspeet 1938, 1939 und 1940, Hulshorst 1939 und 1940, 's Heerenberg 1940; in der Provinz Utrecht: Driebergen 1939, Zeist 1939 und 1940, Bilthoven 1939, 1940 und 1941, Lage Vuursche 1940 und 1941 und in der Provinz Noord Brabant: Mill 1940, Nistelrode 1940, Horst-Sevenum 1941, „De Utrecht“ bei Esbeek 1941 und Tilburg 1941.

Sowohl Franssen (1938), der in den Jahren 1936 und 1937 auf „De Hoge Veluwe“ über *Diprion* arbeitete, als ein Teil des Personals dieses Gutes hat bemerkt, dass der Befall immer wieder an sehr bestimmten Orten bemerkbar wird und am stärksten auftritt. Es sieht aus alsob die Blattwespen sich in Jahren mit günstigen Entwicklungsmöglichkeiten an diesen Stellen stark entwickeln und sich dann über die umliegenden Wälder verbreiten, während sie in Jahren mit geringer Entwicklung hauptsächlich in diesen Gebieten, die wir „Herde“ der *Diprion*-Seuche nennen wollen, zu finden waren und sich hier behaupteten.

Wir wollen einen Unterscheid machen zwischen „Herd“ und „potentiellem Herdgebiet“. Ein „potentielles Herdgebiet“ ist ein Gebiet mit bestimmten Eigenschaften, die es dem Tiere ermöglichen sich dort längere Zeit zu behaupten und sich dann und wann stark zu entwickeln.

Herrscht nun einmal an diesem Ort die Seuche und kommen die Blattwespen in grossen Mengen vor, so wird dieses „potentielle Herdgebiet“ zu einem „Herd“. Aus einem solchen „Herd“ verbreitet die Wespe sich bei starker Entwicklung der Kalamität immer wieder über die umliegenden Wälder. Es kann natürlich auch vorkommen, dass ein „potentielles Herdgebiet“, das also zum Befall durch gewisse Insekten geeignet ist und ihnen günstige Entwicklungsmöglichkeiten bietet, niemals tatsächlich als Herd auftritt.

Vor 1935 hat es, soweit aus der Literatur und aus münd-

lichen Mitteilungen bekannt ist, niemals einen starken Befall von *Diprion pini* L. auf „De Hoge Veluwe“ und in den angrenzenden Gebieten gegeben, trotzdem man einige Stellen anweisen kann, die diesem Blattwespen günstige Entwicklungsmöglichkeiten bieten. Weil nun aber *Diprion* hier aufgetreten ist, macht es den Eindruck, alsob in diesen Gebieten die Herde vorkommen, aus denen die Seuche sich immer wieder über die umliegenden Wälder verbreitet.

Es war die Aufgabe nachfolgender Untersuchungen festzustellen, ob es vielleicht auf „De Hoge Veluwe“ Stellen gibt, die als „Herde“ wirken. Es wurde versucht die charakteristischen Eigenschaften dieser Gebiete zu ergründen und die Faktoren zu bestimmen, die es den Wespen möglich machen sich an diesen Orten längere Zeit zu behaupten, sich manchmal stark zu vermehren und sich dann über die umliegenden Wälder zu verbreiten.

Eine zweite Aufgabe dieser Untersuchungen war, zu beobachten wie die Kalamität verläuft und welche Faktoren dabei regulierend auftreten, so dass im Jahre 1940 die Seuche auf „De Hoge Veluwe“ und auch in den angrenzenden Gebieten ein Ende genommen hat und das Tier völlig verschwunden ist.

Der Endzweck richtet sich auf die Beantwortung der Frage ob es möglich ist zu bestimmten Zeiten eine Prognose zu geben über die später zu erwartende Entwicklung der Seuche.

Diese Arbeit wurde von Prof. Dr. C. J. van der Klauw angeregt. Ich schulde ihm sehr vielen Dank für sein fortwährendes Interesse und seine wertvolle Kritik.

Die Untersuchungen wurden grösstenteils im biologischen Laboratorium „Hoenderloo“ angestellt; dem Direktor dieses Instituts Herrn Dr. A. D. Voûte bin ich für seine Gastfreundschaft, seine Hilfe und sein Interesse sehr dankbar.

Ferner bin ich „Het Provinciaal Utrechtsch Genootschap“ und „Het Natuur- en Geneeskundig Congres“ erkenntlich für die Unterstützung des genannten Laboratoriums, welche auch für die vorliegende Untersuchung förderlich gewesen ist.

## Kapitel I

DIE LEBENSGESCHICHTE VON *DIPRION PINI* L.

Eine sehr eingehende Übersicht der Untersuchungen über den Bau, die Entwicklung und die Lebensweise der verschiedenen Entwicklungsstufen der gemeinen Buschhornblattwespe findet man bei Escherich (1940), Eliescu (1932), Fintelmann (1839), De Fluiter (1932), Gösswald (1935), Scheidter (1926).

In diesem Abschnitt werden wir die Lebensweise kurz beschreiben, und nur diejenigen Tatsachen, welche für die Fragestellung dieser Untersuchungen wichtig sind, ausführlicher besprechen.

## Das Flugvermögen der Weibchen.

In den Niederlanden hat *Diprion pini* jährlich zwei Generationen (De Fluiter, 1932; Franssen, 1938). Die Imagines fliegen Ende April bis Mitte Mai und Ende Juli.

De Fluiter (1932) und Hartig (1860) berichten, dass die Weibchen mit ihrem plumpen, schwerfälligen Körper träge sind und nicht gut fliegen. Nur in der Sonne werden sie lebhaft. Wenn sie von einem Baum zum andern fliegen wollen, müssen sie meistens erst emporkriechen. Bisweilen erzeugen sie dabei durch raschen Flügelschlag einen deutlich wahrnehmbaren singenden Ton. Aus einiger Höhe fliegen sie ab, dabei immer mehr zum Boden herabsinkend, bis sie schließlich einen niedrigen Teil des nächsten Baumstegen den Boden erreichen. Dann müssen sie aufs neue emporstiegen um abermals eine kurze Strecke fliegend zurückzulegen.

Im Gegensatz zu den Literaturangaben beobachtete ich verschiedene Male, dass die Weibchen von *Diprion pini* L. unter bestimmten Umständen sehr gut, selbst gegen den Wind fliegen können und auch grössere Strecken zurückzulegen vermögen. Es hat den Anschein, dass sie vielleicht sogar mit einiger Vorliebe, gegen den Wind fliegen. (Siehe auch: Die Verbreitung der Seuche, Kapitel III).

Einige Versuche wurden angestellt um zu constatieren ob die Weibchen auch grössere Strecken fliegen können. Dazu wurden mit Farben markierte Männchen und Weibchen auf der „Edesche heide“ bei Otterlo und im Süden von „De Plijmen“ ausgesetzt.

„Edesche heide“: Offene *Calluna*heide mit vereinzeltm Kiefern-anflug. Während drei Tagen wurden insgesamt 150 ♀♀ und eine Anzahl ♂♂ auf eine niedrige Kiefer ausgesetzt. Der übergrösste Teil blieb hierauf zurück und fing an Eier zulegen, mit oder ohne vorhergehender Paarung. Ein Teil flog, bevor die Kopulation stattfand, zu den benachbarten Bäumen, die 12 bis 18 m vom erstgenannten Baum entfernt waren. Auf den weiter entfernten Bäumen konnte man keine markierten *Diprion*-Weibchen finden. Die Windrichtung war NNW. Sowohl auf den Bäumen, die in der Richtung NW und NWW standen, als auf solchen in der

Richtung SO und SOO, konnte man Weibchen wahrnehmen. Eine bestimmte Vorzugsrichtung war nicht zu erkennen.

Südlich von „De Plijmen“: Eine geschützte Stelle mit ringsum alten hohen Anflugkiefern. Einige Tiere stiegen von der Wand des Käfigs empor, auf dem sie ausgesetzt wurden. Man verfolgte sie mit einem Fernrohr und man verlor sie aus den Augen als sie ungefähr 100 m geflogen hatten. In diesem Augenblick war noch kein Höhenverlust zu beobachten, sondern die Tiere stiegen noch immer höher und flogen mit grosser Schnelligkeit davon.

Die grösste Strecke ohne Kiefern, die sie auf „De Hoge Veluwe“ überflogen oder über die sie vom Wind mitgeführt wurden, ist 1,2 km breit. Aus der Literatur sind einige Angaben bekannt, aus denen hervorgeht, dass in einigen Gebieten die *Diprion*-Imagines von anderswo eingewandert sind, so dass sie hier noch bedeutend grössere Strecken fliegend zurückgelegt haben müssen (Borries 1895; Baer 1916).

Es zeigt sich also, dass unter bestimmten Umständen die Weibchen gut fliegen können.

*Diprion* ist nur aktiv bei sonnigem warmem Wetter, mit geringem Wind. Auf „De Hoge Veluwe“ flogen die ♀♀ zwischen 8 und 16 Uhr, die ♂♂ noch etwas später. Die grösste Tätigkeit zeigten die Tiere ungefähr um 11 Uhr morgens<sup>1)</sup>; dann fanden auch die meisten Kopulationen statt. Die ♂♂ sind weniger empfindlich für das Wetter. Sie fliegen auch bei kühlerem Wetter und stärkerem Wind. Auch das Weibchen kommt dann noch wohl zum Vorschein, legt aber ihre Eier etwas langsamer ab und entfernt sich nicht weit mehr von seinem Platz.

### Die Kopulation.

Bald nach dem Schlüpfen kann eine Kopulation statt finden. Die Weibchen fliegen oder kriechen an Kiefern, Heidekraut oder an Gräsern empor. Solange sie noch nicht begattet sind betragen sie sich sehr unruhig und lassen dann und wann durch schnellen Flügelschlag einen singenden Ton hören. Dies fördert vielleicht die Verbreitung eines Duftstromes, durch den die Männchen alarmiert und angelockt werden. Ab und zu wird dieses Benehmen durch einen kurzen Flug nach benachbarten Kiefern unterbrochen, oder das Tier steigt plötzlich auf und fliegt davon (siehe oben). Es ist wahrscheinlich, dass die Männchen die Weibchen olfaktorisch auffinden können.

Zu einer Stunde als die Flugzeit von *D. pini* fast vorüber war (18 Uhr), wurden einige *Diprion*-Weibchen in einem Gebiet ausgesetzt, worin innerhalb eines Radius von 500 m keine *Diprion* zu finden waren. Nach ungefähr 15 Minuten kamen die Männchen angefliegen und zwar in einer Richtung genau gegen den Wind.

<sup>1)</sup> Die Stunden sind in Amsterdamer Sommerzeit angegeben.

Die Männchen schweben einen Augenblick vor den Ästen, auf denen die Weibchen sich befinden; dann setzen sie sich, meistens gerade hinter die Weibchen. Das Männchen geht auf das Weibchen zu, dreht es um und stülpt seine Kopulationsorgane aus, bevor er es erreicht hat. Hierauf erfolgt die Begattung. Die Dauer der Kopulation ist verschieden, 15 bis 75 Min. Das Ausstülpen der Kopulationsorgane geschieht fortwährend solange die Männchen sich in der Nähe der Weibchen befinden. Bald nach dem Ablauf der Begattung fängt das Weibchen an seine Eier abzulegen und setzt dies bei günstiger Witterung ohne Unterbrechung fort.

### Zahl der Kopulationen der Männchen und Weibchen.

Eliescu (1932) beobachtete, dass ein Weibchen nur einmal von (1932) Männchen begattet wurde. Auch ein ♂ sollte nur einmal kopulieren. Auch De Fluiter (1932) beobachtete dasselbe. Er hält es aber für wahrscheinlich, dass die Männchen mehrere male kopulieren, weil die Zahl der Männchen, im Vergleich mit der der Weibchen bedeutend geringer ist. Nach meiner Erfahrung ist letzteres der Fall.

Um festzustellen, ob die ♂♂ und ♀♀ mehrere male kopulieren, wurde eine Anzahl mit Farben markierte ♀♀ in einem Gazekäfig von 2 × 2 × 2 m ausgesetzt, in dem Kiefer sind.

Protokoll: Ausgesetzt am 3. Juni 1940 ♂♂ und ♀♀. Anwesend noch eine Anzahl ♀♀ vom 2. Juni, die zum Teil parthenogenetisch Eier ablegten. Es wurden einige Weibchen von jeder Farbe ausgesetzt; da die Tiere nicht sehr rege sind kann man sie leicht im Auge behalten.

- I. ♂ mit blau markiertem Abdomen; dieses ♂ hat schon am 2. Juni einmal in Gefangenschaft kopuliert. Es wurde am 3. Juni ausgesetzt, ungefähr um 13 Uhr. Kopulationen mit den folgenden noch nicht befruchteten Weibchen wurden festgestellt: 13 Uhr 15 × ♀, Thorax halbblau; 13 Uhr 45 × ♀, Abdomen orange; 14 Uhr 20 × ♀, Abdomen gelb-rot; 15 Uhr × ♀, Abdomen weiss.

Das blaue ♂ hat also fünf mal mit verschiedenen Weibchen kopuliert. Die Eigelege wurden gezüchtet und lieferten alle ♂♂ und ♀♀. Die Begattungen haben also alle Erfolg gehabt.

- II. ♂ mit blau rotem Abdomen: dieses ♂ hatte noch nicht kopuliert. 13 Uhr × ♀, blau-rot; 13 Uhr 30 × ♀, gelb-schwarz; 14 Uhr 20 × ♀, gelb-blau; 15 Uhr 20 × ♀, hellgrün.

Das Männchen mit blau-rottem Abdomen kopulierte also vier mal.

- III. ♂ mit einem blauen Flügel: dieses ♂ hatte noch nicht kopuliert. 13 Uhr 15 × ♀, mit blauem Flügel und blauem Thorax; 13 Uhr 45 × ♀, hellgrün; 14 Uhr 10 × ♀, gelb-schwarz.

Das hellgrüne Weibchen wurde zum zweiten mal begattet; es kopulierte um 13 Uhr mit einem Männchen mit halbrottem Abdomen.

- IV. ♂ mit rotem Abdomen: Dieses ♂ hatte noch nicht kopuliert. 13 Uhr × ♀ rot; Nach einiger Zeit wurde diese Kopulation, ohne Eingriff meinerseits unterbrochen aber nach ungefähr 20 Minuten mit demselben Weibchen wiederholt; 13 Uhr 45 × ♀ rot; 14 Uhr 20 × ♀ orange; 15 Uhr 10 × ♀, gelb-schwarz.



Die bei diesem Versuch benutzten Weibchen hatten vorher nicht kopuliert.

Es stellt sich also heraus, dass ein Männchen mehrere Weibchen erfolgreich begatten kann. Aus den abgelegten Eiern entwickelten sich ♂♂ und ♀♀. Weil die Männchen den Weibchen gegenüber in der Minderheit sind, ist dieser Polygamie von grosser Bedeutung für Fortbestehn der *Diprion*-Kalamität.

Nur einmal wurde beobachtet, dass ein Weibchen zum zweiten Male begattet wurde.

#### Parthenogenese :

Wenn die Witterung sehr ungünstig ist, fängt das Weibchen nach einiger Zeit an, Eier abzulegen, auch wenn es nicht begattet ist. Die befruchteten Weibchen legen ihre Eier sofort nach der Kopulation, die nicht befruchteten beginnen gewöhnlich erst wenn sie ein Tag älter sind. In einem Käfig bekam ich etwa 10 nicht befruchtete Eigelege. Diese lieferten, wie *Eliescu* (1932), *Gösswald* (1935), u.a. auch fanden, nur Männchen. Die Entwicklung der parthenogenetisch abgelegten Eier dauert länger als die der befruchteten Eier.

Die Entwicklung von ausschliesslich Männchen kann natürlich die Individuenzahl der nächsten Generation stark herabsetzen; es ist also möglich, dass eine Periode mit schlechtem Wetter während der Eilegezeit die Seuche zusammenbrechen lässt, weil später nur wenig Weibchen auftreten, also auch nur wenig Eier abgelegt werden.

Am 20. Juni wurden sechs markierte Weibchen ausgesetzt, die am folgenden Tag parthenogenetisch Eier ablegten. Am 3. Juni mittags wurde eine Anzahl ♂♂ ausgesetzt. Diese kopulierten mit den letzterwähnten Weibchen, worauf diese sofort von neuem anfangen Eier abzulegen. Diese Gelege wurden aufgezoogen, sie lieferten tatsächlich nur eine geringe Anzahl Weibchen.

#### Das Ablegen der Eier.

Das Weibchen macht mit der Säge ihres Legeapparats einen Schnitt in die schmale Seite der Nadel und erweitert diesen Schnitt zu einer Eitasche, in die das Ei deponiert wird. Die Schnittfläche wird mit einer Kittmasse überdeckt, welche von der Kittdrüse im Abdomen herrührt (*Eliescu* 1932; *Escherich* 1940; *Scheidter* 1926). Darauf macht es die folgende Eitasche, die hart an die erstgenannte anschliesst. Die Kittmasse über diese neue Eitasche bedeckt auch einen Teil der vorigen Tasche.

Die Zahl der Eier in einer Reihe richtet sich nach der Länge der Nadel, durchschnittlich sind es 10 bis 20 Eier. Die grösste Zahl, die ich in einer Kiefernadel fand, war 28. Die Gesamtzahl der von einem Weibchen abgelegten

Eier schwankt zwischen 40 und 150 (Escherich 1940; Eliescu 1932). Es werden 10—20 dicht beieinander stehenden Nadeln eines Triebes belegt.

Nach De Fluiter, Eliescu und Escherich wird gewöhnlich nur eine der beiden Nadeln des Kurztriebes belegt; später zeigte sich, dass nicht selten beide Nadeln eines Paares belegt werden. In jedem Gelege trifft man wohl 5 bis 10 solche Kurztriebe an; manchmal kam dies bei allen Kurztrieben eines Geleges vor.

Die Eier der ersten Generation werden in den vorjährigen Nadeln abgelegt, da der junge Trieb sich noch nicht entwickelt hat. Im August, wenn der junge Trieb fast völlig ausgewachsen ist, werden hierauf die Eier der zweiten Generation abgelegt. Zwischen Mai und August kommt oft eine kleine Anzahl Weibchen zum vorschein aus überliegenden Kokons. Ihre Eier legen sie bald auf die jungen Triebe, bald auf die vorjährigen Nadeln, obwohl sie letztere bevorzugen.

#### Larven und Larvenfrass.

Über den Bau, die Entwicklung und das Aussehen der Larven haben Eliescu (1932), Escherich (1940), De Fluiter (1932), Scheidter (1918, 1934) u.a. eingehend berichtet.

Die männlichen Larven häuten sich fünf male, die weiblichen sechsmal. Die männlichen Larven erreichen das Einspinnstadium früher als die Weibchen, dies ist wahrscheinlich die Ursache, dass die Männchen bei jeder Flugperiode gewöhnlich einige Tage früher als die Weibchen erscheinen.

Verschiedenen Autoren zufolge ist die Färbung der Larven sehr abhängig von äusseren Faktoren, besonders von der Temperatur. Im Freien sind die Larven der ersten Generation meistens grün gefärbt, während bei der Herbstgeneration eine Anzahl dunkelgefärbter Individuen auftreten. Bei einer Zucht in einem Brückenthermostat nach Zwölfer, färbten sich die Larven in den Zellen mit einer Temperatur von 6°—9° C. und 15°—16° C. dunkel, während die Larven in den Zellen von 24°—25° C., 29°—30° C. und 36° C. ihre ursprüngliche hellgrüne Farbe behielten. Gösswald (1935) fand, dass dieser Farbwechsel reversibel ist, er nahm sogar Farbänderungen wahr im Laufe eines Tages. Nicht alle Larven zeigen sich gleich empfindlich für die niedrigen Temperaturen. In den Raupenkolonien befinden sich im Herbst immer eine Anzahl Larven, die ihre helle Farbe selbst bei sehr niedriger Temperatur behalten. Das Annehmen einer dunklen Färbung bei niedriger Temperatur hat gewiss eine biologische Bedeutung für das Tier; ein dunkles Tier kann mehr Wärme absorbieren als ein helleres.

Fintelmann (1839) hat Temperaturmessungen bei

verschiedenen Larven vorgenommen. Bei hellen Larven war der Temperaturunterschied mit der Umgebung höchstens  $0,1^{\circ}$  bis  $0,2^{\circ}$  R., während der Unterschied bei dunklen Larven durchschnittlich  $2^{\circ}$  R. betrug. Die Temperatur der Raupengesellschaften zeigte der Aussentemperatur gegenüber noch grössere Differenzen. F i n t e l m a n n fand bei regnerischem Wetter, wenn die Larven sich dicht zusammengdrängten, Unterschiede von  $3,5^{\circ}$  R. (Aussentemperatur  $7^{\circ}$  R.), während am Mittag bei heiterem Wetter die Differenz zwischen der Temperatur der Raupenkolonie und der Luft nicht so gross war (selten über  $2,5^{\circ}$  R.). Diese höhere Temperatur der Raupengesellschaften dürfte eine beschleunigende Wirkung auf die Entwicklung der Larven ausüben, wie E r n a M o s e b a c h (1937) es an Raupengesellschaften von *Vanessa io* L. und *V. urticae* L. festgestellt hat.

Frisch geschlüpfte Larven kriechen gewöhnlich eine kurze Strecke nach unten und fangen zu fressen an. Die Eilarve nagt Scharten in die Nadeloberfläche, die etwas älteren Larven nagen meist zu zweien oder dreien an einer Nadel, und zwar mit ihren Köpfen auf gleicher Höhe. In diesem Stadium lassen sie nur die Mittelrippe stehen. Die Larven des fünften und sechsten Frassstadiums fressen die ganze Nadel und machen den Trieb ganz kahl. Das fünfte Frassstadium beginnt nach der vierten Häutung; nach dem sechsten Frassstadium frisst die Larve nicht mehr und häutet sich zum letzten Mal. Die Larven fressen auch Stücke der Rinde, besonders kurz vor den Häutungen. Nach G ö s s w a l d (1935) hat dieser Rindenfrass Einfluss auf die Häutungen; Tiere, die man verhindert Rinde zu fressen, häuten sich nicht so gut und die Mortalität wird grösser. Die erste Generation frisst in jenem Augenblick auch Nadeln des jungen Triebes. Die Häutung findet hier oft statt und hinterlässt davon die Spuren: Eine grosse Anzahl vertrockneter Häutchen an dem zum Teil angefressenen jungen Trieb. Im allgemeinen fressen die Larven der ersten Generation nur vorjährige Nadeln. Die Sommergeneration legt ihre Eier auf den jungen Trieb, der zuerst befallen wird. Bei mässig starkem Befall ist der Schaden der Herbstgeneration viel grösser als der Schaden, der von der ersten Generation verursacht wird, denn das Entnadeln des jungen Triebes hat grossen Einfluss auf das Treiben der Knospen im nächsten Jahr, wie wir im nächsten Kapitel zeigen werden. Überdies ist die Herbstgeneration viel individuenreicher wodurch der Schaden noch grösser wird.

#### Das Verhalten der Larven vor und bei dem Einspinnen.

Wenn die Raupen erwachsen sind, lösen sich die Kolonien auf. Die Raupen kriechen am Stamm hinunter oder sie lassen sich zu Boden fallen. Sie kriechen dann eine ziemlich weite Strecke, manchmal sogar mehr als 100 m geradlinig vom

Frassbaum fort. Darauf kriechen sie an einem hohen Gegenstand empor, z.B. an Heidekraut oder an einem Grashalm. Auf „De Hoge Veluwe“ bevorzugen sie stark das Drahtgitter, das das ganze Gut umgibt. An diesen Stellen findet ihre letzte Häutung statt, wobei das ganze Tier eine blassgrüne Fäulbe bekommt. In diesem Stadium bleiben sie eine kurze Zeit an ihrer Stelle, fressen nicht mehr, kriechen dann wieder eine kurze Strecke und spinnen sich schliesslich ein.

In den drei Jahren unserer Beobachtungen, spannen die Larven der Frühjahrgeneration sich immer oberirdisch ein, die der Herbstgeneration dagegen fast immer unter der Bodendecke. Ausnahmsweise hat sich ein grosser Teil der Herbstgeneration 1939 im Wald der Gemeinde Zeist über der Erde eingesponnen. Merkwürdig ist, dass diese Tiere im nächsten Jahr alle früher aus ihren Kokons schlüpften, als die Tiere auf „De Hoge Veluwe“. Es hat den Anschein, dass es sich hier um eine Notverpuppung handelte. Als die Larven beinahe erwachsen waren, gab es einige Tage sehr schlechtes Wetter, mit viel Regen und einem heftigen Sturm. Die meisten Larven waren hinuntergefallen. Dann sind sie an verschiedenen hohen Gegenständen emporgekrochen, haben aber offenbar meistens nicht mehr ihre Frassstelle erreichen können und haben sich eingesponnen. Hartig (1860) fand, dass manchmal auch die erste Generation sich zum Teil unter der Bodendecke einspinnt. Diese Kokons lagen dann bis zum folgenden Jahr über, während die über dem Boden eingesponnenen Tiere noch im selben Jahr schlüpften (siehe auch: Das Überliegen der Kokons, S. [17]).

Gösswald (1932) meint, dass der Ort des Einspinnens von der Temperatur im letzten Larvenstadium bestimmt wird. In einem Brückenthermostat spannen die Tiere sich, bei den höheren Temperaturen fast alle über dem Boden ein; zwischen  $20^{\circ}$ — $16^{\circ}$  C. verhielten sie sich gleichgültig, bei niedrigen Temperaturen ( $6^{\circ}$ — $16^{\circ}$  C.) spannen sie sich fast alle unter der Bodendecke ein. Er erwähnt die Möglichkeit, dass die Temperatur während des letzten Larvenstadiums nicht nur den Einspinnort bestimmt, sondern auch bedingt, dass die Tiere noch im selben Jahr schlüpfen oder bis zum folgenden Jahr überliegen.

Meine Zuchtversuche in einem Brückenthermostat im Laboratorium „Hoenderloo“ zeigen ein weniger deutliches Bild. Es sei aber bemerkt, dass die Zucht nicht gut gelungen ist, denn die meisten Tiere erlagen einer Bakterienkrankheit.

In jeder Zelle des Brückenthermostates wurden am 24. Sept. 1940 etwa 15 noch junge Larven (des 2. und 3. Frassstadiums) eingebracht. Viele Tiere starben. Am 18. Oktober hatte sich die letzte Larve in der kalten Zelle eingesponnen. In der viel grösseren Zelle von  $30^{\circ}$  C. (A) wurden am 24. Sept.

etwa 90 Larven eingeschlossen. Diese Tiere wuchsen schnell auf, schon am 29. Sept. fand ich den ersten Kokon (unter der Moosdecke). Alle Zellen wurden schliesslich am 18. Oktober kontrolliert, mit dem folgenden Ergebnis.

Nummer der Thermostatzellen :	1	2	3	4	5	6	A
Temperatur in °C. :	6—9	12	16	21	26	32	30
Unter der Bodendecke eingespon-							
nene Larven :	10	10	6	1	1	11	49
Über dem Boden eingesponnene							
Larven :	—	—	4	—	—	9	33

Auch mit der ersten Generation des Jahres 1940 wurde ein derartiger Versuch genommen und zwar mit sehr jungen Larven. Am 21. Juni wurden in jede Zelle ungefähr 20 Larven gebracht. Bei der höchsten Temperatur (damals 36°—37° C.) starben alle Tiere. Auch in den anderen Zellen war die Mortalität gross, die Tiere starben zum Teil an einer Bakterienkrankheit. In den Zellen 1—5 erhielten wir, 5—9—12—22 und 12 Kokons. In den Zellen 1—2 und 3 hatten sich alle Tiere unter der Moosdecke eingesponnen. Bei den höheren Temperaturen zeigten die Larven keine deutliche Vorliebe: sie spannen sich zum Teil unter der Bodendecke, zum Teil oberirdisch ein.

Im Juli 1940 wurden im Freien 20 ungefähr erwachsene Larven gesammelt, 10 davon wurden in Zelle 1 des Brückenthermostates gebracht und die übrigen in die Zelle 5. In Zelle 5 spannen die Tiere sich sofort alle oberirdisch ein, wie im Freien; in der kalten Zelle dauerte es etwa zwei Wochen, bevor sie sich einspannen; alle Kokons fanden wir unter der Moosdecke.

#### Das Schlüpfen der Imagines :

Die Raupen, die sich im Sommer der Jahren 1938 und 1939 über dem Boden eingesponnen hatten, schlüpfen alle ohne Ausnahme im selben Jahr und lieferten eine zweite Generation. Die Raupen, die sich im Herbst 1938, 1939 und 1940 unter der Bodendecke einspannen, schlüpfen im folgenden Frühjahr aus ihren Kokons, zum Teil auch später.

Die Männchen schlüpfen gewöhnlich einige Tage eher als die Weibchen.

Man kann sowohl bei der doppelten wie bei der einfachen Generation in jeder Schwärmzeit der Imagines zwei Perioden erkennen, die durch eine kürzere oder längere Schwärmpause getrennt sind. Diese Erscheinung hat schon Fintelman (1839) festgestellt, ebenso wie Eckstein (1893), Eliescu (1932), Escherich (1940), Hartig (1860), Gösswald (1935), ohne dass sie eine befriedigende Erklärung gegeben hätten.

### Das Schlüpfen der Kokons der Herbstgeneration 1938.

Im Herbst 1938, und weniger zahlreich im Febr. 1939 wurden an verschiedenen Orten auf „De Hoge Veluwe“ Muster von *Diprion* Kokons unter der Vegetationsdecke gesammelt. Diese wurden unter einer Moosdecke in Käfigen aufbewahrt. Die Käfige wurden ausserhalb des Laboratoriums aufgestellt, wodurch die natürlichen Verhältnisse soviel wie möglich nachgeahmt wurden. Die Muster wurden regelmässig alle zwei oder drei Tage kontrolliert. Das Schlüpfen der Imagines wird in den folgenden graphischen Darstellungen wiedergegeben.

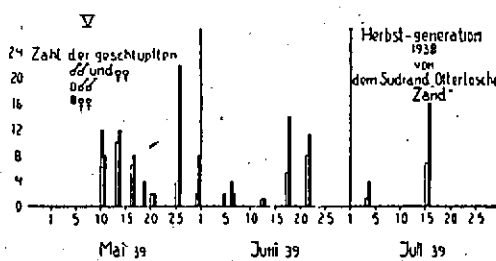
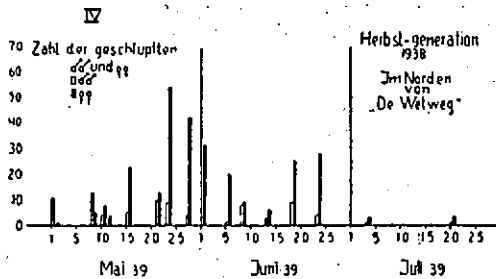
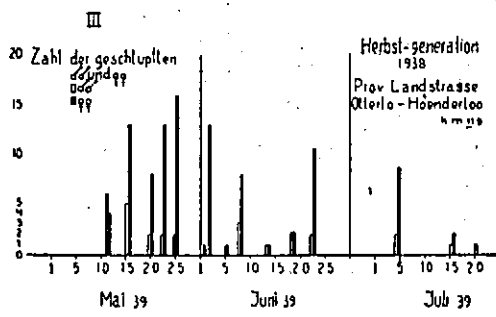
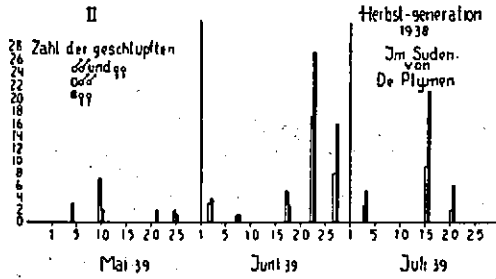
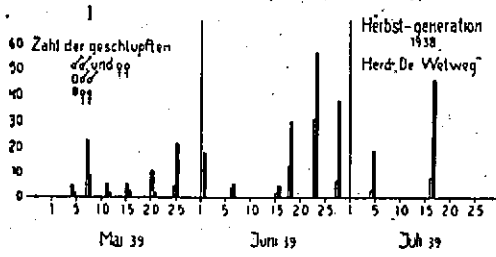
Die grafischen Darstellungen zeigen alle mehr oder weniger deutlich im Frühjahr zwei Flugperioden, nämlich eine Periode vom 10. bis zum 15. Mai und eine von Ende Mai bis Anfang Juni; dann folgt eine Schwärmpause von ungefähr drei Wochen. Die Larven der ersten zwei Perioden spannen sich im Juli ein und lieferten Ende Juli, eine zweite Generation. Ein Teil der Kokons lag noch eine Zeit über und auch nun schlüpften die Imagines wieder in zwei Perioden, nämlich ungefähr vom 18. bis zum 28. Juni und um Mitte Juli. Die Raupen dieser „Sommergruppe“ vergrösserten die zweite Generation. Sie spannen sich im Herbst unter der Boden- decke ein und ergaben die Imagines im folgenden Jahr.

Bei den Proben aus den Herden „De Wetweg“ und südlich von „De Plijmen“ kamen die Imagines zum grössten Teil im Juni und Juli 1939 zum Vorschein, während in den drei übrigen Gebieten die Tiere zum grössten Teil im Mai schlüpften. Dasselbe Bild zeigten auch die Muster von sieben andern Stellen, mehr am Rande des Ausschwärmungsgebietes gelegen.

Die hier gefundenen Daten stimmen genau überein mit den Beobachtungen im Freien. In den obenerwähnten Perioden sah man auch im Freien, die Blattwespen fliegen und ihre Eier ablegen, in den zwischengelegenen Schwärmpausen sah man die *Diprion*-Imagines nur selten.

F i n t e l m a n n (1839) untersuchte in Mitte Deutschland eine Probe von 4000 Kokons, worin die erste Gruppe ungefähr am 20. April und vom 12. bis zum 27. Mai schlüpfte (1304 ♀♀ und 103 ♂♂). Dann folgte eine Pause bis zum 12. Juni (157 ♀♀ und 203 ♂♂ schlüpften an diesem Tag.) und schliesslich kam am 8. Juli der grösste Teil zum Vorschein (1059 ♀♀ und 1163 ♂♂). Es gab also 35 % Männchen in diesem Muster.

E s c h e r i c h meint, dass die doppelte Schlüpfperiode zum Teil darauf zurückzuführen ist, dass die während einer Schwärmzeit auftretenden Wespen von verschiedenen Entwicklungsreihen stammen. Unter Entwicklungsreihe versteht man die Tiere, die von Weibchen herrühren, welche etwa gleichzeitig geschlüpft sind, z.B. die Wespen des April—Mai



Fluges. Die Larven einer Entwicklungsreihe sind gewöhnlich auch ungefähr zur selben Zeit erwachsen. So sollten die Wespen des April—Mai Fluges von Larven stammen, die sich entweder im Oktober oder im Juli eingesponnen hatten und sogar von solchen, die sich noch 1 oder 2 Jahre zuvor eingesponnen hatten. Ebensogut können die Wespen des Juni—Juli Fluges von Larven stammen, die sich im selben Jahr kurz zuvor, wie von solchen, die sich im Juli oder Oktober des vorigen oder des vorvorigen Jahres eingesponnen hatten. Wenn nun auch das Schlüpfen der Wespen der verschiedenen Entwicklungsreihen zeitlich ungefähr in denselben Monat fällt, so würden sich doch kleine Unterschiede in Bezug auf den Schlüpftermin bemerkbar machen, die in den obenerwähnten getrennten Schlüpfperioden zum Ausdruck kommen (siehe Escherich 1940 S. 108).

Die Erklärung Escherichs, kann meines Erachtens nicht zutreffen, denn auch Tiere ein und derselben Entwicklungsreihe können in zwei Perioden derselben Schwärmzeit schlüpfen. Dasselbe zeigten auch eine Anzahl Kokonmuster, die jeweils einem Gelege entstammten. Die betreffenden Raupen spannen sich im Oktober 1939 ein, etwa während einer Woche. Die Imagines erschienen im Frühjahr 1940 in zwei Perioden, nämlich am 24. April und von Mitte Mai bis Anfang Juni und dann wieder vom 18. Juni bis zum 24. und vom 29. Juni bis zum 5. August. Am letztgenannten Tage wurden die Muster zum letzten Mal kontrolliert; die Mehrzahl der Imagines war aber von Anfang Juli bis Mitte Juli geschlüpft. Der grösste Teil der Kokons lieferte Imagines im Frühjahr, nur eine kleine Anzahl lag länger über.

Das Schlüpfen der Imagines, aus Eigelegen eines Weibchens herrührend, Herbst 1939.

Nummer des Ge- leges	Ungefähr am 24 April 1940.		Von halb Mai bis An- fang Juni 1940.		Vom 18. Juli bis zum 24.		Vom 29. Juni bis zum 5. Aug.	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
44	2	2	4	16	1	2	1	2
26	3	1	9	6	—	13	—	1
28	3	1	15	23	—	17	3	1
21	1	1	30	13	—	—	2	1
B	3	1	10	30	2	2	—	—
C	5	—	11	23	—	3	2	1
29	10	7	14	10	—	—	—	—
47	—	2	6	11	2	—	5	—
50	4	1	13	25	—	—	1	2
23	3	—	9	10	—	19	1	2
19	1	—	9	11	1	1	1	5
27	3	1	17	14	2	3	—	—
Total . . .	38	17	147	192	8	60	16	15



In den Mustern 28 und 23 fand ich am 5. August noch je einen weiblichen Kokon mit einem Eonymphe. Diese lagen wahrscheinlich noch bis zum nächsten Jahr über.

Merkwürdig ist, dass Gösswald (1935) bei einem Versuch im Brückenthermostat, in dem die Kokons lange Zeit bei konstanten aber verschiedenen Temperaturen gezüchtet wurden, bei allen Temperaturen stets zwei Schlüpfperioden fand, wie im Freien. Er arbeitete mit einem *Diprion*-Stamm, der jährlich nur eine Generation bildete. Die Imagines schlüpften vom 15. bis zum 20. Juli und vom 2. bis zum 12. August.

Hieraus ist zu ersehen, dass das Schlüpfen in mehreren Perioden nicht durch verschiedene Einflüsse auf das Kokonstadium verursacht wird. Möglicherweise üben äussere Umstände ihren Einfluss auf bestimmte kritische Stadien während der Larvenentwicklung. Vielleicht spielen auch Erbliehkeitsfaktoren eine Rolle (Siehe weiter unten: Das Überliegen.)

#### Das Ueberliegen der Kokons.

Bei vielen Blattwespen ist das Überliegen eine sehr häufige Erscheinung. Wie aus den graphischen Darstellungen auf der Seite [15] und aus der untenstehenden Tabelle hervorgeht, lagen eine Anzahl Kokons der Herbstgeneration 1938 über bis zum Juli 1940, sogar gab es dann noch Kokons, mit lebenden Larven (*Eonympha*) Letztere wären wahrscheinlich 1941 geschlüpft, also nach drei Jahren.

Bei den Zahlen der überliegenden Kokons in untenstehende Tabelle sind nur lebende Tiere berücksichtigt.

Die Muster aus denen im Frühjahr 1939 mehr Tiere schlüpften als im Sommer ergaben auch nur eine geringe Anzahl bis zum folgenden Jahr (1940) überliegenden Tiere. Fällt aber die bedeutendste Schlüpfperiode in die Sommermonate (Sommerflug), d.h. ist ein grosser Teil der Kokons nicht im Frühjahr geschlüpft, sondern bis Juli liegen geblieben, so ist auch die Zahl der noch ein Jahr später schlüpfenden Kokons grösser.

Wie aus der Tabelle auf S. [16] hervorgeht, lag auch ein geringer Teil der Kokons der Herbstgeneration 1939 über; diese Tiere vergrösserten also die zweite Generation im Jahre 1940, denn die aus diesen überliegenden Tieren entstandenen Larven waren erst im Herbst 1940 erwachsen. Die im Herbst 1939 gesammelten Kokons wurden so natürlich wie möglich unter Moos in Käfigen ausserhalb des Laboratoriums aufbewahrt. Bei den im Freien im Sommer 1939 und 1940 oberirdisch gesammelten Kokons fand ich nie überliegende Tiere.

Tabelle: Das Schlüpfen der Kokons der Herbstgeneration 1938.

Lokalität	Gesamt-Zahl der gesammelten Kokons	Geschlüpf im Jahre					Gesamt-Zahl der geschlüpften Imagines	Noch überliegenden Kokons
		1939			1940			
		Frühjahrs-Flug	Juni-Juli-Flug	total	Zahl der bis 1940 überliegenden Kokons	Geschlüpf Juli 1940		
Herdgebiet „De Wetweg“	♂ 498	64	104	168	221	105	273	9
	♀ 1140	53	200	253	456	249	502	47
südlich von „De Plijmen“	♂ 183	17	42	59	92	23	82	—
	♀ 651	7	79	86	413	175	261	—
südlich der Anlagen des Museums	♂ 64	4	13	17	37	32	49	1
	♀ 285	16	55	71	195	145	216	9
Landstrasse Otterlo-Hoender- loo, km 11,9	♂ 59	17	13	30	13	4	34	—
	♀ 332	68	36	104	118	85	189	4
nördlich von „De Wetweg“	♂ 167	73	26	99	—	—	99	—
	♀ 529	239	75	314	10	6	320	—
„Kronkelweg“	♂ 67	10	16	26	25	18	44	1
	♀ 255	44	38	82	87	50	132	1
Beim Eingang der Wildbahn	♂ 71	4	17	21	7	5	26	—
	♀ 180	17	48	65	47	28	93	—
„Otterlosche Zand“ beim Eingang	♂ 92	24	27	51	8	1	52	—
	♀ 127	28	34	82	11	2	84	—
„Deelensche Start“	♂ 30	11	6	17	2	1	18	—
	♀ 105	29	29	58	14	9	67	—
östlich von „De Pampelt“	♂ 27	—	5	5	6	1	6	1
	♀ 70	7	10	17	32	21	38	3
Radfahrweg auf dem „Otterlo- sche Zand“	♂ 39	10	2	12	6	1	13	—
	♀ 128	39	17	56	26	15	71	1

Alle schlüpften Ende Juli — Anfang August und lieferten die zweite Generation. De Fluiter (1932) erwähnt, dass auch Kokons der ersten Generation überliegen können. Er gründet dies hauptsächlich auf einen Versuch wobei eine Anzahl Larven eingebeutel auf einem Baum gezüchtet wurden. Dieser Versuch ist aber keineswegs überzeugend, denn das Einhüllen hat fast immer eine ungünstige Wirkung auf die Entwicklung der Larven, wodurch das Überliegen befördert wird. Im Juli 1939 nahm ich einen Fütterungsversuch, indem Tiere auf *Pinus Banksiana* L a m b. eingehüllt wurden. Diese Larven wuchsen nur sehr langsam und erreichten erst am 15. August das Einspinnstadium. Drei männliche Kokons schlüpften im September 1939 und die übrigen lagen bis zum folgenden Jahr über. Zwischen dem 18. Juni und dem 3. Juli 1940 schlüpften 11 ♂♂ und 15 ♀♀. Im Juli 1941 schlüpften noch 2 ♂♂ und 2 ♀♀. In diesem Fall ist es also gelungen Tiere der ersten Generation zum Überliegen zu bringen. Hartig (1860) sammelte im Frühjahr eine grosse Anzahl Larven, die sich zum Teil über dem Boden einspannen und noch imselben Jahr Imagines lieferten. Zum Teil spannen sie sich auch unter der Bodendecke ein; diese Kokons schlüpften erst im nächsten Jahr. Gegen diesen Versuchen kann man dieselben Einwände erheben als gegen den obenerwähnten Versuch von De Fluiter. Eliescu (1932) ist der Meinung, dass das Überliegen in seinen Proben durch geringe Luftfeuchtigkeit verursacht wurde. Mit Recht behauptet Gösswald (1935), dass diese Versuche nicht überzeugend sind. Eliescu hatte Material, das von verschiedenen Orten herrührte; auch noch andere wesentliche Faktoren waren in seinen Versuchen ungleich. Gösswald fand, dass weder die Feuchtigkeit, noch die Temperatur während des Kokonstadiums Einfluss auf diese Diapause-Erscheinungen haben. Scheidter (1934) fand, dass viele Kokons überlagen, wenn die letzten Larvenstadien oder das erste Kokonstadium nicht der strengen Kälte ausgesetzt waren.

Man findet also wenig Übereinstimmung bei den verschiedenen Autoren über die Ursachen des Überliegens. Wahrscheinlich haben sie alle teilweise Recht. Verschiedene Daten deuten darauf hin, dass alle Faktoren, welche die Entwicklung der Larven ungünstig beeinflussen, die Entstehung einer Diapause fördern. Hierin liegt eine der grössten Schwierigkeiten bei allen Zuchtversuchen mit *Diprion pini* L. Wie gut man sie auch versorgt, man kann die Umstände, unter denen sie im Freien leben niemals genau nachahmen. Dies hat stets einen ungünstigen Einfluss auf die Entwicklung.

Meiner Erfahrung nach ist die Zahl der überliegenden Kokons in solchen Versuchen sehr viel grösser als die der Kokons, die im Freien, an denselben Orten wie die Versuchstiere, gesammelt wurden. Verschiedene im Freien gesammelte Muster haben dies bestätigt.

Die von den obenerwähnten Autoren genannten Faktoren dürften auch vielleicht im Freien eine Rolle spielen. Daneben sind noch viele Faktoren denkbar, die im Freien die Entwicklung der Larven ungünstig beeinflussen, wie z.B. ungünstige Witterung, Regen während des Larvenstadiums, wobei die Larven nicht fressen; Futtermangel, Futterkonkurrenz in stark befallenen Gebieten; Raummangel auf stark befallenen Bäumen, u.s.w. Letzteres verursacht, dass die Tiere kein ruhige Stelle zur Häutung finden können. In diesem Fall wird die Mortalität grösser sein und die Entwicklung der Larven verzögert werden. Verschiedene Autoren haben den nachteiligen Einfluss dieses letzten Faktors bei ihren Versuchen erfahren.

Gösswald (1935) konstatierte, in kleinen Zuchtbehältern eine grosse Mortalität; zog er aber dieselben Tiere in grösseren Behältern auf, so war die Sterblichkeit sehr gering.

Der obenerwähnte Versuch, wobei Larven auf *Pinus Banksiana* L a m b. eingehüllt wurden, zeigt auch deutlich, dass die ungünstige Beeinflussung der Larvenentwicklung die Zahl der überliegenden Kokons grösser werden lässt. Im Freien waren solche Kokons nicht zu finden.

Um den Einfluss einer schlechten Fütterung genauer festzustellen, wurde am 21. Juni 1940 ein Versuch angestellt, wobei eine Anzahl im Freien gesammelten Tiere in ungefähr gleich grosse Gruppen von etwa 100 Tieren verteilt wurde. Der eine Teil wurde reichlich gefüttert und diente zur Kontrolle. Der andere Teil bekam nur wenig Futter.

I. Der Versuch mit den gut gefütterten Tieren wurde am 21. Juni 1940 eingesetzt. Am 29. Juni gab es schon viele Kokons, Einige Tiere, die sich am 17. Juli noch nicht eingesponnen hatten, wurden isoliert weiter gezüchtet, siehe Ia. Die Gesamtzahl der am 17. Juli schon eingesponnenen Kokons war 36 ♂♂ und 75 ♀♀. Am 24. Juli schlüpften 9 ♂♂ und 1 ♀. Am 5. August waren seit dem Anfang insgesamt 30 ♂♂ und 36 ♀♀ geschlüpft; weiter schlüpften in diesem Jahr keine Tiere mehr. 5 männliche und 39 weibliche Kokons lagen über bis zum nächsten Juli (1941), 2 ♀♀ und 1 ♂ schlüpften am 17. Juli 1941.

Ia. Gut gefütterte Larven, die sich am 17. Juli noch nicht eingesponnen hatten, 10 Tiere. Von diesen Kokons schlüpfte 1940 nichts; 4 ♀♀ und 1 ♂ lagen über, 5 andere Kokons waren vertrocknet.

II. „Hungerversuch“: Am 5. August hatte sich nur eine geringe Anzahl der Larven eingesponnen. Die Dauer der Larvenentwicklung war also stark vermindert und die Mortalität war ziemlich gross. Mitte August haben sich die meisten Larven eingesponnen; total 26 ♂♂ und 25 ♀♀, etwa 50 Larven sind also gestorben. Die grosse Zahl der ♂♂ ist im Vergleich zu den gut gefütterten

Tieren sehr auffallend. Im September 1940 schlüpfen nur 2 ♂♂, und 1 ♀. 24 ♂♂ und 24 ♀♀ verharrten in der Diapause. Am 17. Juli 1941 schlüpfen 4 ♂♂ und 4 ♀♀.

Beim I. Versuch war die Zahl der im selben Jahr geschlüpfen Tiere viel grösser als bei den beiden übrigen Versuchen. Die Hungerzucht zeigt, dass ungünstige Beeinflussung der Larvenentwicklung durch Futtermangel, das Überliegen sehr befördert.

Auch das Durchschnittsgewicht der Kokons wurde bestimmt. Es betrug bei den gut gefütterten Weibchen 0,112 gr. (27 Kokons) und bei den Hungertieren 0,097 gr. (33 Kokons). H. J. Jordan Jr. hat in dem biologischen Laboratorium „Hoenderloo“ den Sauerstoffverbrauch dieser Kokons in einem Mikrorespirometer nach Krogh bestimmt. <sup>1)</sup> Er fand die folgenden relativen Werte. Die Zahlen sind pro gram Tier ermittelt und geben den Verbrauch über einen Zeitraum von 5 Minuten wieder.

°C.	Kokons der gut gefütterten Tiere	Hungertiere
15	0,221	0,251
15,5	0,304	0,355
16,5	0,345	0,337
19	0,378	0,356
25	0,731	0,454

Der Sauerstoffverbrauch der Hungertiere ist bei den höheren Temperaturen geringer als bei den gut gefütterten Tieren; die Zunahme des Verbrauchs mit der Temperatur ist bei den Hungertieren verhältnismässig geringer als bei den normalen Tieren.

Dieses Resultat ist in Einklang mit den bei anderen überliegenden Insektenarten gefundenen Werten.

Heller (1931) fand bei überliegenden Puppen von *Deilephila livornica* Esp. auch einen viel geringeren Sauerstoffverbrauch im Vergleich zu den Tieren die sich „subitan“ entwickelten.

Das Überliegen hat eine gewisse Bedeutung für die Instandhaltung der Seuche. Bricht in einem Jahr durch bestimmte ungünstige Verhältnisse der ganze Befall zusammen, so befindet sich doch meistens eine gewisse Kokon-Reserve im Boden, die das Gebiet im folgenden Jahr oder später aufs neue infizieren kann.

Fassen wir die verschiedenen Literaturangaben über das Schlüpfen in zwei Perioden während jeder Flugzeit, die

<sup>1)</sup> Ich bin Herrn H. J. Jordan sehr erkenntlich dafür, dass er mir seine Daten zur Verfügung gestellt hat.

Daten über das Überliegen und die eigenen Beobachtungen zusammen, so können wir folgendes constatieren: Es ist wahrscheinlich, dass die Blattwespen einige, vielleicht erblich fixierte, Schlüpfperioden haben.

Die Tatsache, dass wir diese Perioden an den verschiedensten Orten und in weit auseinander liegenden Jahren (vergleiche die Untersuchungen Fintelmanns und die eigenen Untersuchungen) und unter sehr verschiedenen Umständen (siehe Gösswalds Temperaturversuche) feststellten, macht diese Annahme wahrscheinlich.

Das bedeutet natürlich noch nicht, dass die Tiere in jedem Jahr am selben Tage schlüpfen werden. Gösswald fand, dass er zwar nicht die Entwicklung des Eonymphenstadiums im Kokon durch Temperaturänderungen beeinflussen konnte, wohl aber das Puppenstadium. Auch wird in den verschiedenen Jahren das Einspinnstadium an verschiedenen Zeitpunkten anfangen. Das alles macht es denkbar, ja selbst wahrscheinlich, dass das Schlüpfdatum in verschiedenen Jahren verschieden ist.

Die Zahl der Wespen aber, die an jeder Schlüpfperiode teilnimmt, wird wahrscheinlich grösstenteils von äusseren Faktoren bestimmt. Wir sahen schon auf Seite [19], dass die Zahl der länger überliegenden Tieren wächst, wenn die Larvenentwicklung ungünstig beeinflusst wird. Ausführliche und genaue Untersuchungen während der Larven- und Kokonentwicklung sind erwünscht um die Richtigkeit der obenstehenden Annahmen zu prüfen.

## Kapitel II.

EINFLUSS DES *DIPRION*-FRASSES AUF DIE  
KIEFERN UND FRASSPFLANZEN  
DER BLATTWESPE.

## A. Der Einfluss des Larvenfrasses auf die Kiefern.

Es wurden einige Versuche im Oktober 1940 angestellt, wobei der *Diprion*-Frass nachgeahmt wurde um den Einfluss des Entnadeln der Triebe auf das Treiben der Knospen im folgenden Jahr zu untersuchen.

Von dem obersten Seitenzweigquirl eines Ästes wurden alle bis auf zwei einander gegenüberstehende ungefähr gleich grosse Zweige abgeschnitten. Der eine war ein Kontrollzweig, von dem andern wurde ein Teil der Nadeln oder alle Nadeln entfernt.

Die Äste 1—5: Der Endzweig wurde abgeschnitten; ein Kontrollzweig; vom zweiten Zweig wurden die vorjährigen und die diesjährigen Nadeln entfernt.

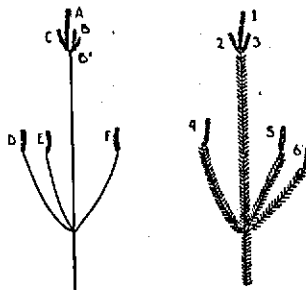
Die Äste 6—10: Der Endzweig der Äste wurde nicht abgeschnitten, sonst wie bei den Ästen 1—5.

Die Äste 11—15: Der Endzweig wurde nicht abgeschnitten; ein Kontrollzweig; vom zweiten Zweig wurden nur die Nadeln des vorjährigen Triebes entfernt.

Die Äste 16—20: Der Endzweig wurde nicht abgeschnitten; ein Kontrollzweig; vom Versuchszweige wurden nur die Nadeln des jungen Triebes entfernt.

Am 17. Juli 1941 wurden die Äste abgeschnitten und die Länge der Triebe und Nadeln gemessen. Einige Versuchsprotokolle mögen hier folgen.

Ast. 1. Der Endzweig wurde abgeschnitten; ein Kontrollzweig; von dem Versuchszweig wurden diesjährige und vorjährige Nadeln entfernt.

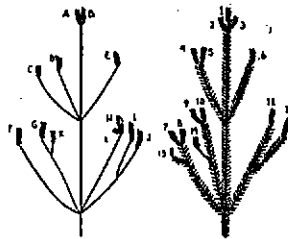


Ast 1. Skizze des Versuchszweiges und des Kontrollzweiges. Die Nadeln des heurigen Triebes sind dünn, die des vorjährigen schwer gezeichnet.

Kontrollzweig			Versuchszweig		
Nummer des Triebes	Länge des Triebes in mm	Nadellänge durchschnittlich in mm	Nummer des Triebes	Länge des Triebes in mm	Nadellänge durchschnittlich in mm
1	160	22,9	A	120	13,5
2	110	—	B	52	—
3	73	—	B'	48	—
—	—	—	C	40	—
4	100	19,2	D	65	14,0
5	80	—	E	52	—
6	46	20,0	F	58	11,5

Von den untersuchten Trieben wurden 20 Nadeln gemessen.

Ast. 6. Endzweig nicht abgeschnitten; ein Kontrollzweig; von dem Versuchszweig wurden heurige und vorjährige Nadeln entfernt.



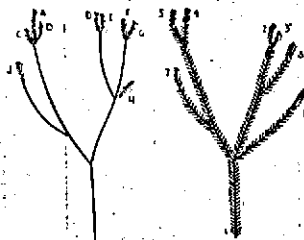
Ast 6. Skizze des Versuchszweiges und des Kontrollzweiges. Erklärung siehe oben.

Kontrollzweig			Versuchszweig		
Nummer des Triebes	Länge des Triebes in mm	Nadellänge durchschnittlich in mm	Nummer des Triebes	Länge des Triebes in mm	Nadellänge durchschnittlich in mm
1	90	21,2	A	54	10,0
2	58	—	B	27	—
3	42	—	—	—	—
4	52	18,4	C	26	7,2
5	Knospe	—	D	23	—
6	Knospe	—	E	6	—
7	60	17,7	F	32	11,5
8	36	—	G	Knospe	—
9	42	—	H	—	—
10	15	—	I	26	8,0
11	42	16,1	J	22	—
12	18	—	K	9	—
13	24	—	L	5	—
14	24	—			



Von den meisten Trieben wurden 20 Nadeln gemessen, von F und I bzw. 17 und 14.

Ast. 8. Endzweig nicht abgeschnitten; ein Kontrollzweig; am Versuchsweig wurden heurige und vorjährige Nadeln entfernt.

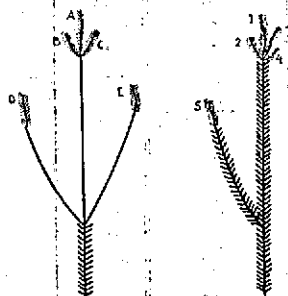


Ast. 8. Skizze der Zweige. Erklärung siehe oben.

Nummer des Triebes	Kontrollzweig		Nummer des Triebes	Versuchsweig	
	Länge des Triebes in mm	Nadellänge durchschnittlich in mm		Länge des Triebes in mm	Nadellänge durchschnittlich in mm
1	37	25,2	A	56	14,8
2	42	—	B	32	—
3	23	31,8	C	6	—
4	55	—	D	55	16,3
5	30	—	E	30	—
		*	F	50	—
			G	30	—
6	22	27,5	H	20	13,7
7	40	—	I	20	—

Vom 3. Triebe wurden 14, von den übrigen untersuchten Trieben 20 Nadeln gemessen.

Ast 16. Der Endzweig wurde nicht abgeschnitten; ein Kontrollzweig; nur die Nadeln des jungen Triebes wurden entfernt.



Ast 16. Skizze der Zweige. Erklärung siehe oben.

Kontrollzweig			Versuchszweig		
Nummer des Triebes	Länge des Triebes in mm	Nadellänge durchschnittlich in mm.	Nummer des Triebes	Länge des Triebes in mm	Nadellänge durchschnittlich in mm
1	85	28,8	A	83	23,4
2	55	25,9	B	42	—
3	53	—	C	45	21,8
4	9	—			
5	30	24,2	D	36	18,7
			E	40	—

Von den untersuchten Trieben wurden 20 Nadeln gemessen.

Die Äste 2, 3, 4, 5, 7, 9 und 10 ergaben ungefähr dieselben Resultate. Die Äste 11—15 zeigten keinen oder geringen Unterschied zwischen Kontrollzweig und Versuchszweig.

Die Äste 16—20 wiesen ungefähr denselben Unterschied auf bezüglich der Länge der Triebe und der der Nadeln des Kontrolle- und Versuchszweiges.

Es stellt sich also heraus, dass nach der Entfernung der diesjährigen und noch stärker nach der Entfernung sämtlicher diesjähriger und vorjähriger Nadeln im Herbst die jungen Triebe im folgenden Jahr kürzer bleiben; auch die Längsentwicklung der Nadeln bleibt bedeutend zurück. Die Triebe der entknudelten Zweige wachsen viel langsamer, ihre Nadeln zeigen eine hellgrüne Farbe. Die Nadeln der normalen Zweige sind dunkelgrün oder blaugrün. Hieraus geht also deutlich hervor, dass der Herbstfrass von *Diprion pini* L., wobei die Nadeln des jungen Triebes und meistens auch die vorjährigen Nadeln abgefressen werden, eine hemmende Wirkung auf die Entwicklung der Knospen des folgenden Jahres ausübt. Bei starkem Befall besteht also die Möglichkeit einer Hemmung des ganzen Längenwachstums.

Das Resultat der Versuche mit den Ästen 11—15 macht die Annahme wahrscheinlich, dass der Frass im Frühjahr nur wenig Einfluss auf die Entwicklung der Knospen des nächsten Jahres hat, wenigstens wenn am selben Baum kein zweiter Frass, Herbstfrass, stattfindet. Beim Frühjahrsfrass werden, wie in diesem Versuch, nur die vorjährigen Nadeln zerstört.

Micke (1902) berechnete das Flächenwachstum von verschieden stark von *Diprion pini* L. befallenen Kiefern. Es ergab sich, dass eine geringere Beschädigung durch die Blattwespe, namentlich auf gutem Boden, nicht imstande auszuüben, während eine stärkere Beschädigung, namentlich auf weniger gutem Boden, das Wachstum auf eine ganze Reihe von

Jahren hinaus empfindlich beeinträchtigen kann. Ferner soll ein im Frühjahr, d.h. während der Vegetationsperiode auftretender Frass sich im Allgemeinen ungünstiger äussern als ein Herbstfrass, der erst nach Abschluss der Vegetationsperiode erfolgt.

Hierbei ist aber zu berücksichtigen, dass schwerer Herbstfrass einen ungünstigen Einfluss auf das Treiben der Knospen des nächsten Jahres ausübt was auf schlechtem Boden auch indirekt das Dickenwachstum ungünstig beeinflusst. Weil in den Niederlanden die Kiefernbestände gewöhnlich auf armem Boden wachsen, so wird man fast immer bei einem starken *Diprion*-Befall einige Jahre hindurch eine deutliche Herabsetzung des Dickenwachstums feststellen können.

#### Die Frasspflanzen von *Diprion pini* L.

Die Hauptfrasspflanze ist die gemeine Kiefer (*Pinus silvestris* L.). Nach Escherich (1940) werden kränkelnde, auf schlechtem Boden wachsende, lückige Bestände bevorzugt. Man sieht den Frass oft zuerst auf den sogenannten Kusseln; das sind vereinzelt Kiefern die auf sonnigen Hügeln unmittelbar der Sonne ausgesetzt sind. Bei starkem Massenbefall wird kein Unterschied mehr zwischen schlecht- und gutwachsenden Kiefern gemacht; auch werden alle Altersklassen befallen.

Aus der Literatur ist zu ersehen, dass im Freien folgende Arten angefrassen werden<sup>1)</sup>: *Pinus nigra* Arnold var. *austriaca* Ascherson et Graebner (De Fluiter 1932), *P. rigida* Mill. (Altum 1898), und *P. Banksiana* Lamb., *P. nigra* Arnold und *P. strobus* L. (Escherich 1940) Der letztgenannte Autor erwähnt, dass im Notfall, bei einem Befall in Schwetzingen (in Baden) auch Fichten, Tannen und Douglasien befrassen wurden; sogar die Blätter von Laubbäumen (Eiche), Heidekraut und Bodengräsern wurden angegriffen.

Eliescu (1932) gab den Larven Zweige verschiedener Kiefernarten (siehe auch diese Weise folgende Vorzugsreihe: *Pinus mugo* Turra (= *P. montana* Mill.), *P. nigra* Arnold (= *P. laricio* Poir), *P. cembra* L., *P. excelsa* Wall. und *P. strobus* L. Bei Fütterung ausschliesslich mit Nadeln von *Pinus strobus* L. verhungerten die Tiere.

Auf „De Hoge Veluwe“ wurden im Freien Eier abgelegt auf *Pinus mugo* Turra, *Pinus nigra* Arnold var. *austriaca* Ascherson et Graebner, *Pinus nigra* Arnold var. *calabrica* Schneid, während *Pinus rigida* Mill. und *P. Banksiana* Lamb., die neben stark befallenen Kiefern standen nicht angegriffen wurden. Ausnahmsweise wurden zwei Eige-

<sup>1)</sup> Die Nomenklatur der Kiefernarten ist nach Rehder, 1927, A manual of cultivated trees and shrubs.

lege auf *Pinus pinaster* Ait. (= *P. maritima* Poir) gefunden. Im letztgenannten Beispiel schlüpfen die Larven wohl, sie wuchsen aber sehr langsam, während die Mortalität gross war. Nach einem Monat hatten sie sich noch nicht zum dritten Mal gehäutet; alle Tiere starben schliesslich.

Im Herbst 1938 wurde eine Anzahl Larven des 3. und 4. Frassstadiums auf *Pinus strobus* L., *P. cembra* L., *P. nigra* Arnold var. *austriaca* Ascherson et Graebner, *P. Banksiana* Lamb. *P. pinaster* Ait., *P. rigida* Mill., *Pseudotsuga taxifolia* Brit. (= *Pseudotsuga Douglasii* Carr.) und *Quercus Robur* L. in Käsetuch eingebeutel. Ein Kontrollversuch wurde an *Pinus silvestris* L. angesetzt.

Im Frühjahr 1939 wurden frisch aus dem Ei geschlüpfte Tiere auf Lärche (*Larix leptolepis* A. Murray), *Pinus strobus* L., *Pinus Banksiana* Lamb. und *Pseudotsuga taxifolia* Brit. eingehüllt, mit Kontrolle auf *Pinus silvestris* L. *Quercus robur* L.: Wurde nicht gefressen, alle Tiere starben.

Im Freien wurde sogar bei völligem Kahlfrass nie beobachtet, dass die Tiere Eichen angriffen. Die Raupen sind bei einem solchen Kahlfrass gewöhnlich stark beweglich; sie begeben sich auf Heidekraut, Eichen u.s.w., aber sie fressen diese Pflanzen nicht.

*Pseudotsuga taxifolia* Brit.: Auf Douglasie wuchsen die darauf ausgesetzten frisch aus dem Ei geschlüpfen Larven nur sehr langsam heran; die Tiere blieben klein. Die Mortalität war sehr gross. Schliesslich haben doch einige Larven das Einspinnstadium erreicht; die Kokons waren klein und lieferten im Juli 1939 kleine Imagines.

Halberwachsene Larven, die im Herbst 1938 hierauf übertragen wurden, fressen die Nadeln nur während kurzer Zeit und später gar nicht mehr. Auch hier war die Mortalität ziemlich gross. Die Kokons waren klein, die meisten Tiere schlüpfen normal im Juli des folgenden Jahres.

*Larix leptolepis* A. Murray: Die im Frühjahr 1939 ausgesetzten, frisch aus dem Ei geschlüpfen Larven entwickelten sich langsam; die Mortalität war aber sehr gering. Sie spannen sich spät ein, schlüpfen aber schon im Juli aus ihren Kokons, nur eine kurze Zeit später als die Imagines im Kontrollversuch.

*Pinus rigida* Mill.: Diese Art wurde von den im Herbst 1938 ausgesetzten älteren Larven nicht oder sehr wenig angefressen. Die Larvenmortalität war gross, viel grösser als beim Kontrollversuch. Die meisten Kokons schlüpfen normal im Juli des folgenden Jahres.

*Pinus mugo* Turra, *P. nigra* Arn. var. *austriaca* Asch. et Graebn. und *P. nigra* Arn. var. *calabrica* Schneid.: Die Entwicklung der als ältere Larven

ausgesetzten Tiere zeigte keinen Unterschied mit der auf *P. silvestris* L.

*Pinus strobus* L. : Die Nadeln wurden von den als ältere Larven ausgesetzten Tiere flott gefressen ; die Tiere wuchsen schnell und spannen sich fast zur selben Zeit ein als die Tiere auf *Pinus silvestris* L. Das gleiche war der Fall mit den frisch geschlüpften Larven, die im Frühjahr 1939 auf diesem Baum ausgesetzt wurden. Sie schlüpften, wie die Imagines im Kontrollversuch, im Juli 1939 aus ihren Kokons. Die Larvenmortalität war bei beiden Versuchen etwa gleich gross als beim Kontrollversuch auf *P. silvestris* L.

*Pinus Banksiana* L a m b. : Die als ältere Larven eingehüllten Tiere frassen nur kurze Zeit von den Nadeln und später nicht mehr. Die Mortalität war gross. Die im Anfang Juni eingehüllten, frisch aus dem Ei geschlüpften Tiere frassen auch nicht viel von den Nadeln und wuchsen nur sehr langsam. Am 15. August spann sich die letzte Larve ein. Die Kokons waren klein. Zwischen dem 15. August und dem 1. Sept. schlüpften 3 ♂♂, die übrigen (26) lagen über bis zum Juni und Juli des folgenden Jahres. (Siehe hierüber auch Seite [19]).

Gösswald (1935) meint, dass *Diprion pini* L. biologische Rassen bildet, die dem Futter eines Standortes angepasst sind. Beim Füttern mit Zweigen eines andern Ortes soll die Mortalität der Larven grösser sein. Darum wurden bei den obengenannten Versuchen auch Kontrollversuche mit *Pinus silvestris* L. von einem andern Standort angestellt. Die Tiere wuchsen schnell und gut heran, die Sterblichkeit war sehr gering. Die Blattwespen erreichten zur selben Zeit, als die Tiere auf den Bäumen, worauf sie gesammelt waren, das Einspinnstadium (siehe auch Kapitel IV, Seite [49]).

(Wordt vervolgd.)