



# **Die Verbreitung und Regulierung der Diprion pini-Kalamität in den Niederlanden in den Jahren 1938-1941**

<https://hdl.handle.net/1874/359248>

A. qu. 192, 1942

Unverbr.

**Die Verbreitung und Regulierung  
der Diprion Pini-Kalamität in den  
Niederlanden in den Jahren 1938-1941**

**A. F. H. Besemer**

cht







DIE VERBREITUNG UND REGULIERUNG DER  
DIPRION PINI-KALAMITÄT IN DEN NIEDER-  
LANDEN IN DEN JAHREN 1938—1941.



*Diss. Utrecht 1942*

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

**Proefschrift**

ter verkrijging van den graad van  
doctor in de wis- en natuurkunde  
aan de Rijksuniversiteit te Utrecht  
op gezag van den waarnemenden  
rector magnificus L. van Vuuren,  
hoogleraar in de Faculteit der  
letteren en wijsbegeerte, volgens  
besluit van den Senaat der Uni-  
versiteit tegen de bedenkingen van  
de faculteit der wis- en natuurkunde  
te verdedigen op Maandag 30 Maart  
1942, des namiddags te vier uur

door

**Albert François Henri Besemer**

geboren te Hellevoetsluis



BY APPOINTMENT TO THE  
DEPT. OF THE ARMY  
MEDICAL DEPARTMENT



*Promotor: Prof. Dr. Ch. P. Raven*

*Aan mijn Ouders*

*Aan den Heer en Mevrouw Lugt*



Aan het einde van mijn studietijd gekomen, grijp ik gaarne de gelegenheid aan, allen te bedanken, die aan mijn wetenschappelijke vorming en aan het tot stand komen van dit proefschrift hebben bijgedragen.

In de eerste plaats gaan mijn gedachten uit naar U, Hooggeleerde Van der Klaauw. Ik dank U voor de prettige wijze, waarop U mijn werk geleid heeft en voor de groote belangstelling, die U er steeds voor had. Het stemt mij zeer dankbaar, dat U dit proefschrift op zoo'n nauwkeurige en critische wijze heeft willen doornemen, zelfs toen eenmaal bleek, dat U niet meer als mijn promotor op mocht treden. Al kunt U niet in werkelijkheid mijn promotor zijn, toch zal ik U in mijn gedachten altijd als zoodanig beschouwen.

Ook wil ik U danken voor den prettigen tijd, gedurende welke ik bij U als assistent mocht werken. De groote vrijheid, die U mij daarbij liet, leerde mij zelfstandig werken, wat voor mijn latere loopbaan van belang zal zijn. Aan het onder Uw leiding mogen helpen opbouwen van de entomologische afdeling van het Zoölogisch laboratorium behoud ik een prettige herinnering; de ervaring hierbij opgedaan heeft groote waarde voor mij.

U, Hooggeleerden Raven, hooggeachten promotor, dank ik voor de prettige ontvangst in Utrecht. Doordat U dadelijk bereid was, als mijn promotor op te treden nam U vele moeilijkheden voor mij weg. Het is slechts schijnbaar in tegenstelling met mijn voorgaande woorden, wanneer ik U de verzekering geef, dat ik U dankbaar zal blijven voor de hulp, die ik ontving om de laatste mijlpaal in de academische studie te bereiken.

Hooggeleerde Baas Becking, de tijd dien ik bij U voor mijn doctoraalstudie werkte, beteekende voor mij een vernieuwing en vergrooing van mijn enthousiasme voor de biologische studie.

U, Hooggeleerden Lam ben ik dankbaar, dat U, op het tijdstip, waarop de zoölogisch geörienteerde biologen veelal hun belangstelling voor de botanie verliezen, mijn aandacht gericht heeft op het vegetatieonderzoek in Nederland. Het heeft mij voor een te eenzijdige belangstelling behoed, terwijl het voor mij van groot nut bleek bij de bestudeering van het verband tusschen de vegetatie en het optreden van de dennenbladwesplaaag.

Hooggeleerde *Boschma*, de beginselen van de systematische dierkunde, welke ik van U leerde, hadden al dadelijk groot nut bij de bewerking van dit proefschrift. Uw colleges en practica herinner ik mij als een genoeglijken tijd.

Hooggeleerde *Van Iterson*, ik vind het prettig een deel van mijn doctoraal-studie onder Uw leiding in Delft verricht te hebben. U leerde mij nauwkeurig en critisch werken met verfijnde technieken. Hiervoor mijn dank.

Zeergeleerde *Voûte*, U dank ik hartelijk voor de genoten gastvrijheid op het biologisch laboratorium „Hoenderloo”. De stichting van dit instituut en de opbouw ervan in de eerste jaren, waaraan ik mede mocht werken, zullen tot de prettigste herinneringen van mijn studietijd blijven behooren. Ik maakte den groei mee, van een gebouw, met als eenig comfort in het begin twee zeepkistjes, tot een instituut, dat behoorlijk geoutilleerd is voor toegepast entomologisch onderzoek in de bosschen. Hiervan leerde ik veel, wat voor mij van groote beteekenis zal zijn.

De wijze waarop U voor mij de vele administratieve moeilijkheden heeft overwonnen, die in dezen tijd het verschijnen van een dissertatie bemoeilijken, stemmen mij dankbaar.

Tenslotte wil ik allen danken, die aan het onderzoek over de dennenbladwesp hun medewerking verleenden. Slechts een enkele naam kan ik hier noemen.

Het Bestuur van het Nationale Park „De Hoge Veluwe” wil ik hier danken voor de vele hulp, die het mij bij het onderzoek verleende.

Boschwachter *Schol*, Uw hulp bij mijn werk laat zich niet met enkele woorden beschrijven. Nooit was het U moeite te veel waarnemingen voor mij te verrichten en altijd stond U gereed om met mij het veld in te gaan. Uw groote belangstelling voor Uw bosschen en de fauna daarvan maakte, dat ik vaak ongevraagd waardevolle gegevens van U kreeg. Hiervoor mijn hartelijken dank.

---

# Die Verbreitung und Regulierung der *Diprion pini*-Kalamität in den Niederlanden in den Jahren 1938-1941\*)

von

A. F. H. Besemer

(Aus dem zoologischen Laboratorium der Reichsuniversität  
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<br>und Weibchen .....   | 8     |
| Parthenogenese .....   | 9     |
| Das Ablegen der Eier .....   | 9     |
| Larven und Larvenfrass .....   | 10    |
| Das Verhalten der Larven vor und bei<br>dem Einspinnen .....   | 11    |
| Das Schlüpfen der Imagines .....   | 13    |
| Das Schlüpfen der Kokons der Herbst-<br>generation 1938 .....  | 14    |
| Das Überliegen der Kokons .....  | 17    |
| Kapitel II: Einfluss des <i>Diprion</i> -Frasses auf die Kie-<br>fern und Frasspflanzen der Blattwespe   | 23    |
| A. Der Einfluss des Larvenfrasses auf<br>die Kiefern .....   | 23    |
| B. Die Frasspflanzen von <i>Diprion pini</i> L.  | 27    |
| Kapitel III: Die Verbreitung von <i>Diprion pini</i> L. in<br>den Jahren 1938, 1939 und 1940 auf „De<br>Hoge Veluwe“ und in den angrenzen-<br>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  |
| 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 entnadelten 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 zuerst 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 Baumes oder den Boden erreichen. Dann müssen sie aufs neue emporsteigen 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 vereinzeltem 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 sich 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 einem 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  $2 \times 2 \times 2$  m ausgesetzt, in dem eine Kiefer stand.

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 halbrotem 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 Fortbestehen 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 aufgezogen, 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 zusammendrängten, 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 verhintert 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 Farbe 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 Frühjahrsgeneration 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 grössere 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 F i n t e l m a n n (1839) festgestellt, ebenso wie E c k s t e i n (1893), E l i e s c u (1932), E s c h e r i c h (1940), H a r t i g (1860), G ö s s w a l d (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.

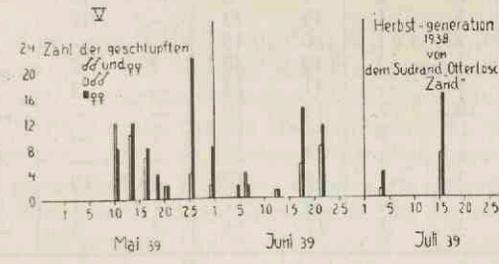
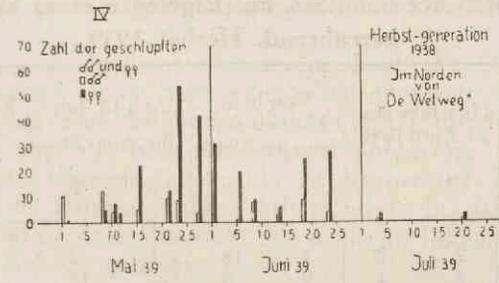
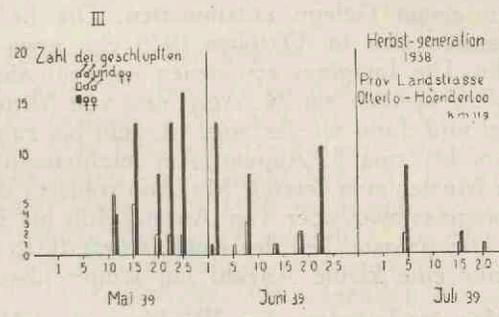
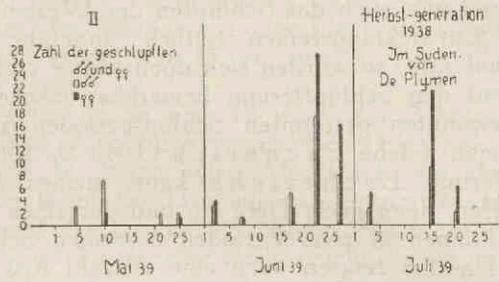
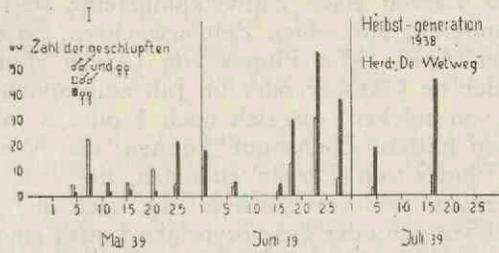
Die grafischen Darstellungen zeigen alle mehr oder weniger deutlich im Frühjahr zwei Flugperioden, nämlich eine Periode vom 10. bis zum 15. Mai und eine von Ende Mai bis Anfang Juni; dann folgt eine Schwärmpause von ungefähr drei Wochen. Die Larven der ersten zwei Perioden spannen sich im Juli ein und lieferten Ende Juli, eine zweite Generation. Ein Teil der Kokons lag noch eine Zeit über und auch nun schlüpfen 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 schlüpfen. 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 ♂♂ schlüpfen 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 vorigen 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<br>des Ge-<br>leges | Ungefähr am<br>24 April 1940. |    | Von halb<br>Mai bis An-<br>fang Juni 1940. |     | Vom 18. Juli<br>bis zum 24. |    | Vom 29. Juni<br>bis zum<br>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 G ö s s w a l d (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 aus auf bestimmte kritische Stadien während der Larvenentwicklung. Vielleicht spielen auch Erblickkeitsfaktoren 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 n i e überliegende Tiere.

Tabelle : Das Schlüpfen der Kokons der Herbstgeneration 1938.

| Lokalität                                       | Gesamt-Zahl der gesammelten Kokons | Geschlüpft im Jahre |                |       |                                       |                      | Gesamt-Zahl der geschlüpften Imagines | Noch überlegenden Kokons |
|---|------------------------------------|---------------------|----------------|-------|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------------------|
|   |                                    | 1939                |                |       | 1940                                  |                      |                                       |                          |
|   |                                    | Frühjahrs-Flug      | Juni-Juli-Flug | total | Zahl der bis 1940 überlegenden Kokons | Geschlüpft Juli 1940 |                                       |                          |
| Herdgebiet<br>„De Wetweg“                       | ♂ 498                              | 64                  | 104            | 168   | 221                                   | 105                  | 273                                   | 9                        |
|   | ♀ 1140                             | 53                  | 200            | 253   | 456                                   | 249                  | 502                                   | 47                       |
| südlich von<br>„De Plijmen“                     | ♂ 183                              | 17                  | 42             | 59    | 92                                    | 23                   | 82                                    | —                        |
|   | ♀ 651                              | 7                   | 79             | 86    | 413                                   | 175                  | 261                                   | —                        |
| südlich der<br>Anlagen des<br>Museums           | ♂ 64                               | 4                   | 13             | 17    | 37                                    | 32                   | 49                                    | 1                        |
|   | ♀ 285                              | 16                  | 55             | 71    | 195                                   | 145                  | 216                                   | 9                        |
| Landstrasse<br>Otterlo-Hoender-<br>loo, km 11,9 | ♂ 59                               | 17                  | 13             | 30    | 13                                    | 4                    | 34                                    | —                        |
|   | ♀ 332                              | 68                  | 36             | 104   | 118                                   | 85                   | 189                                   | 4                        |
| nördlich von<br>„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<br>der Wildbahn                    | ♂ 71                               | 4                   | 17             | 21    | 7                                     | 5                    | 26                                    | —                        |
|   | ♀ 180                              | 17                  | 48             | 65    | 47                                    | 28                   | 93                                    | —                        |
| „Otterlosche<br>Zand“<br>beim Eingang           | ♂ 92                               | 24                  | 27             | 51    | 8                                     | 1                    | 52                                    | —                        |
|   | ♀ 127                              | 28                  | 34             | 82    | 11                                    | 2                    | 84                                    | —                        |
| „Deelensche<br>Start“                           | ♂ 30                               | 11                  | 6              | 17    | 2                                     | 1                    | 18                                    | —                        |
|   | ♀ 105                              | 29                  | 29             | 58    | 14                                    | 9                    | 67                                    | —                        |
| östlich von<br>„De Pampelt“                     | ♂ 27                               | —                   | 5              | 5     | 6                                     | 1                    | 6                                     | 1                        |
|   | ♀ 70                               | 7                   | 10             | 17    | 32                                    | 21                   | 38                                    | 3                        |
| Radfahrweg auf<br>dem „Otterlo-<br>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* Lam 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 oben erwähnten 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* Lam. 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 ♀♀ verharren 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 Entnadelns 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.

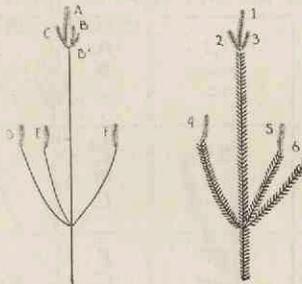
Die Äste 6—10: Der Endzweig der Äste wurde nicht abgeschnitten, sonst wie bei den Ästen 1—5.

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.

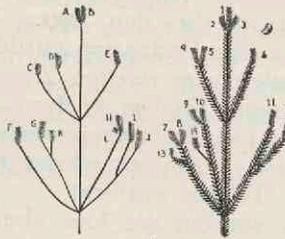


Ast 1. Skizze des Versuchszweiges und des Kontrollzweiges. Die Nadeln des heurigen Triebes sind dünn, die des vorjährigen schwer gezeichnet.

| 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 <sup>1</sup>     | 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.

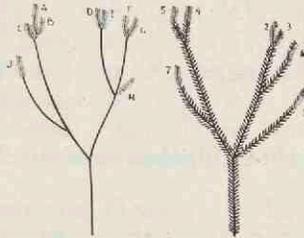


Ast 6. Skizze des Versuchszweiges und des Kontrollzweiges. Erklärung siehe oben.

| 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 Versuchszweig wurden heurige und vorjährige Nadeln entfernt.

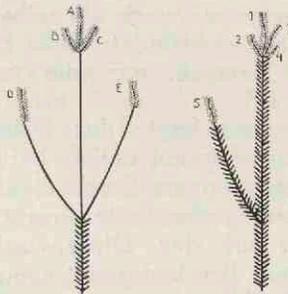


Ast. 8. Skizze der Zweige. Erklärung siehe oben.

| Nummer des Triebes | Kontrollzweig           |                                   | Nummer des Triebes | Versuchszweig           |                                   |
|--------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------------|
|                    | 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                      | —                                 | J                  | 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.

| Nummer<br>des<br>Triebes | Kontrollzweig                 |  | Nummer<br>des<br>Triebes | Versuchszweig                 |   |
|--------------------------|-------------------------------|--|--------------------------|-------------------------------|---|
|                          | Länge des<br>Triebes<br>in mm | Nadellänge<br>durchschnitt-<br>lich in mm. |                          | Länge des<br>Triebes<br>in mm | Nadellänge<br>durchschnitt-<br>lich 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 Längenentwicklung der Nadeln bleibt bedeutend zurück. Die Triebe der entnadelten 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 ist einen merkbaren Einfluss auf das Dickenwachstum 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 angefressen 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 befallen wurden; sogar die Blätter von Laubbäumen (Eiche), Heidekraut und Bodengräsern wurden angegriffen.

Eliescu (1932) gab den Larven Zweige verschiedener Kiefernarten und bekam auf 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 schlüpften 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 schlüpften 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, schlüpften 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 schlüpften 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]).

## Kapitel III.

Die Verbreitung von *Diprion pini* L. in den Jahren 1938, 1939, 1940 auf „De Hoge Veluwe“ und in den angrenzenden Gebieten.Die Verbreitung der *Diprion*-Seuche im Jahre 1938.

Der Befall von *Diprion pini* L. auf „De Hoge Veluwe“ im Herbst 1938 war nicht sehr stark und beschränkte sich nur auf einige Gebiete. Der stärkste Frass (schwerer Befall) fand man südlich von „De Plijmen“, in „Siberie“ (östlich von dem Dienstgebäude des Gutes) und an den Rändern des „Otterlosche Zand“.

Auf der Verbreitungskarte des Befalls im Herbst 1938 auf Seite [37] sind diese Stellen mit einem H bezeichnet.

Die Frasstärke wurde in den verschiedenen Jahren nach der Zahl der Raupenkolonien und dem von ihnen verursachten Frass geschätzt. Dazu besuchte ich selbst alle Wälder in diesem Gebiet in jeder Periode einige Male. Vier Frassstärken habe ich dabei unterschieden: 1. Kahlfress: die Bäume verloren alle oder fast alle Nadeln und starben zum grössten Teil ab, besonders auf schlechtem Boden. 2. Schwerer Befall, die Bäume verloren zum grössten Teil ihre Nadeln (schätzungsweise 60 bis 90%), auch hier starben viele Bäume, besonders auf schlechtem Boden. 3. Mässig starker Befall: die Bäume behielten mindestens 50% ihrer Nadeln und erholten sich wieder. 4. Leichter Frass: nur hier und da kamen in den Beständen Raupenkolonien vor.

Im Jahre 1939 hat sich die Seuche viel stärker entwickelt und sich über die umliegenden Wälder verbreitet. Auch dann finden wir den stärksten Frass an den obenerwähnten Orten, die schon im Jahre 1938 stark angegriffen waren. Am Rande des Verbreitungsgebietes nimmt die Seuche allmählich ab. (Siehe auch die Karten auf den Seiten [40] und [43], worauf die Verbreitung der Seuche im Frühjahr und Herbst 1939 angegeben ist). Es hat also den Anschein, dass die Orte, an welchen die Seuche sich 1938 entwickelte, auftreten als Herde, worin die Blattwespen sich behaupten und aus denen sie sich bei günstiger Entwicklung über die umliegenden Gebiete verbreiten.

Fransen (1938) hat in 1936 und 1937 die Verbreitung und die Entwicklung des *Diprion*-Befalls auf „De Hoge Veluwe“ untersucht. Aus seinen Angaben ist zu ersehen, dass damals auch der Befall südlich von „De Plijmen“ sehr stark gewesen ist und dass die Seuche sich über die umliegenden Wälder verbreitet hat, wie der nach dem Rande des Verbreitungsgebietes allmählich geringer werdende Frass deutlich zeigt.

Aus mündlichen Mitteilungen des früheren Eigentümers

Dr. A. D. Voûte geht hervor, dass im Jahre 1935 zum ersten Mal ein starker Frass in demselben Gebiet entdeckt wurde, wo auch in den Jahren 1936 bis 1939 ein sehr starker Befall auftrat, nämlich südlich von „De Plijmen“.

Hier liegt also der Herd, von dem aus, die Kiefern-Buschhornblattwespe sich schliesslich über das ganze Gebiet verbreitet hat. 1935 trat die Blattwespe zum ersten Mal häufig an einer einzigen Stelle auf. Im Frühjahr 1936 verbreitete sie sich stark und befiel einen grossen Teil von „De Hoge Veluwe“ (siehe auch die Karten in Fransens Aufsatz.)

Es zeigt sich, dass die Blattwespe hier bestimmte Verhältnisse vorgefunden hat, wodurch sie sich behaupten konnte, so dass man schliesslich, als die Seuche sich wieder weniger stark entwickelt hatte, im Herbst 1938 drei von einander getrennte Gebiete fand, worin die Blattwespe wieder massenhaft aufzutreten begann. Das war also die Lage beim Anfang der Untersuchungen im Herbst 1938.

#### Charakteristik der Herdgebiete :

Die Gebiete, worin die Blattwespen im Herbst 1938 sich wieder stark zu entwickeln anfangen, zeigen eine grosse Übereinstimmung. Es sind meist offene, kahle Flächen mit vereinzelt Kiefernflug. Die Kronen der Kiefern haben hier eine unregelmässige Form; die unteren Äste hängen bis auf den Boden herab. Die Bäume sind dem Sonnenlicht unmittelbar ausgesetzt. Die Bodenvegetation ist sehr arm. Unter den Bäumen findet man meistens nur eine Streudecke von alten Nadeln. Zwischen den Bäumen wächst eine niedrige Vegetation, stellenweise *Corynephorus canescens* P. B., *Festuca ovina* L., *Spergula vernalis* Willd. (= *Morisonii* Bor.), *Teesdalia nudicaulis* R. Br., u. s. w.. Oft überwiegen die Flechten; besonders *Cornicularia tenuissima* L. kann grosse Oberflächen einnehmen. Weiter findet man noch verschiedene *Cladonia*-arten, z. B. *Cladonia sylvatica* L., *C. mitis* Sandst., *C. gracilis* L., *C. gracilis* forma *chordalis* Floerk., *C. verticiliata* Hoffm., *C. uncialis* L. und vielleicht noch einige andere Arten. Manchmal überwiegen die Moose. *Polytrichum piliferum* Schreb. und *P. juniperinum* Willd. bilden oft grosse, dichte Polster. Auch *Rhacomitrium* spec. ist oft zu finden. Die ganze Fläche sieht in diesem Fall fast schwarz aus. Pflanzensoziologisch wird die Vegetation dieser zuwachsenden Flugsandgebiete als *Corynephorum typicum* Tuxen 1928 bezeichnet, die noch ärmere Vegetation als *Cladonia-Cornicularietum* Tuxen. Beide Assoziationen gehören zum *Corynephorion* Klika 1931.

Die ganze Vegetationsdecke ist nur wenige cm dick, darunter findet man keine oder fast keine Humusdecke. Die Flechten liegen lose dem Boden auf, darunter findet man gleich den gelblichen diluvialen Sand. Man findet die oben-

beschriebenen zuwachsenden Flugsandgebiete alle auf fluvio-glazialen Absätzen. Es sind tief ausgewehte oder überwehte Böden, die später, nachdem der Sand mehr oder weniger festgelegt wurde, wieder zugewachsen sind. Die Vegetation ist also ziemlich jung und hat noch keine Humusdecke gebildet. Von den Resten einer ursprünglichen Vegetation ist, wenn es sie überhaupt gegeben hat, in diesen Flugsandgebieten nur wenig übriggeblieben. Nur dann und wann wird vom Winde ein altes Vegetationsprofil aufgedeckt, was einen Beweis bildet für die Annahme, dass diese Gebiete früher jedenfalls zum Teil bewachsen gewesen sind und später verweht wurden.

Diese Formationen gehören zu den schlechtesten und ärmsten Böden auf „De Veluwe“. Hier und da hat man versucht sie mit Kiefern zu bewalden, was aber einen sehr geringen Erfolg gehabt hat. Die Bäume wachsen auf diesem Boden langsam und schlecht und ihre Bonität bleibt gering. So hat man z.B. in dem Gebiet südlich von „De Plijmen“ und in „De Kromme Hoek“ auf dem Harskampgebiete in den Jahren 1916/17 Schonungen angelegt, in denen die Bäume jetzt erst 4 m hoch sind. Diese armen *Corynephorion*-Gebiete nannte A. H. Verkuyl „Bent“, welchen Namen wir hier beibehalten.

#### Die Entstehung der „Bent“-Böden.

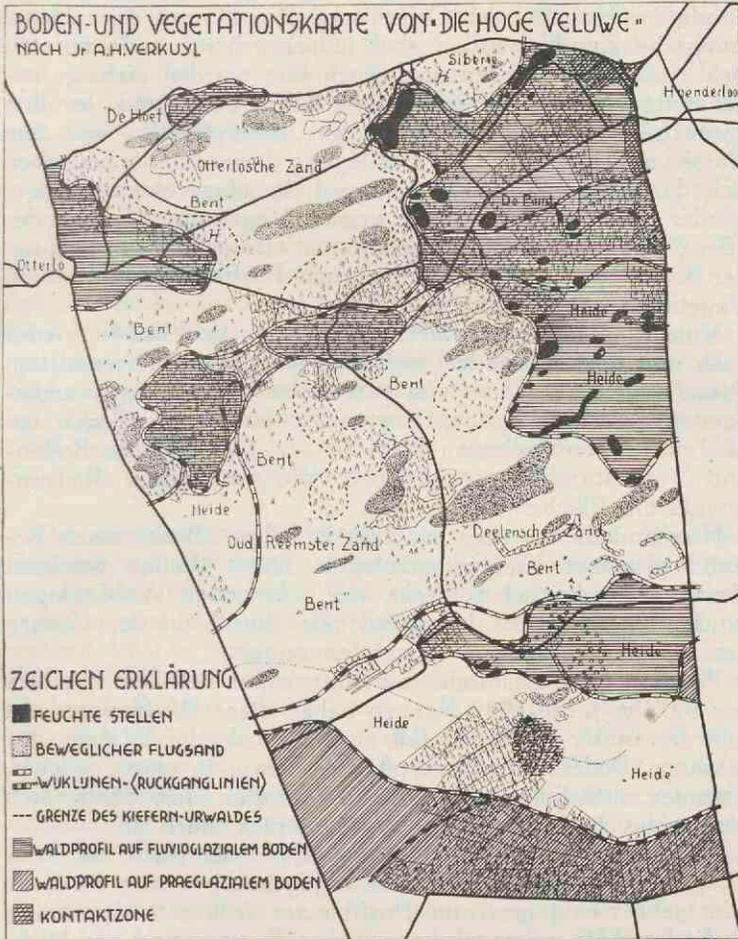
Ir. A. H. Verkuyl, der im Jahre 1938 auf „De Hoge Veluwe“ eine grosse Anzahl Bodenvegetationsprofile untersuchte, entwarf auf Grund seiner Ergebnisse eine Karte, worauf er den Einfluss angab, den die immer grösser werdenden Flugsände auf die ursprüngliche Vegetation ausgeübt haben. Ausserdem hat er dargestellt, wie die verwehten und überwehten Gebiete, wenn sie aufs neue festgelegt sind, mit einem natürlichen Anflugwald bewaldet werden. Der junge Wald besteht hier fast ausnahmslos nur aus Anflugkiefern.

Auf der Karte auf Seite [33], die nach der ursprünglichen Karte von Ir. A. H. Verkuyl bearbeitet wurde ist mit feiner Punktierung der Umfang der heutzutage noch beweglichen Flugsände angegeben.<sup>1)</sup> Das Profil einer früheren Vegetation fehlt hier meistens völlig oder es liegt so tief, dass es keinen Einfluss auf die an der Oberfläche wachsende Vegetation ausüben kann. Die nächste Umgebung dieser beweglichen Flugsände ist mit einer sehr armen, niedrigen Flora wieder bewachsen, einem *Corynephorion* mit viel Flechten und Moosen. Das ist der sogenannte „Bent“. Auch hier ist keine Spur der ursprünglichen Vegetation mehr übrig, weil auch diese Gebiete tief ausgeweht sind, oder der Boden mit

<sup>1)</sup> Ich bin dem Vorstand von „De Hoge Veluwe“ sehr erkenntlich für die Erlaubnis, die von A. H. Verkuyl hergestellte Karte zu publizieren.

Sand überdeckt worden ist, den der Wind von anderswo angeführt hat, so dass die alte Vegetation tief unter der Oberfläche liegt.

Vor einigen Jahrhunderten hatten diese beweglichen Flugsande einen viel grösseren Umfang, sie bildeten eine fortwährende Bedrohung für die umliegenden Kulturgebiete,



weil sie sich immer mehr vergrösserten. Obergiebtlich wurden damals schon Massnahmen getroffen um den Sand festzulegen. Ungefähr 1650 wurde von den Staaten von Gelre ein sogenannter „Sandgraf“ angestellt, ein Beambter, dessen Aufgabe es war, die beweglichen Sande zu bezwingen. Später hat man die Festlegung der Sande wieder stark vernachlässigt, so dass diese sich immer stärker ausbreiteten. Erst im Anfang des 19. Jahrhunderts wurde die Bezwingung der Sande wieder kräftig vorgenommen. Infolge provinzieller

Verordnungen wurde mit der Anlage sogenannter „Stralen“ ein Anfang gemacht, das sind lange schmale Waldstreifen, meistens mit Kiefern, manchmal aber auch mit Eichen oder Birken, die am Rande der Flugsande gepflanzt oder gesät wurden. Diese Waldstreifen sind gewöhnlich nur 60 bis 100 m breit. Ungefähr 1823 war der „Oud Reemster Zand“ im SW. von „De Hoge Veluwe“ genügend festgelegt; die Sande im Norden, der „Otterlosche Zand“ und der „Harskampsche Zand“ wurden aber immer grösser und breiteten sich stark nach Norden aus. Auch hier wurden mehrere sogenannte „Stralen“ angelegt (im Jahre 1852 und in den darauffolgenden Jahren), z.B. der „Streepbosch“ in dem Harskampgebiet. Nach der Festlegung dieser Sande, bedecken sich die ausgewehten Flächen und die überwehten Gebiete wieder allmählich mit einer armen Vegetation. So ist der „Bent“ entstanden. Die Vegetation ist also noch ziemlich jung, der Boden zeigt noch keine Spur eines Profils, das durch diese Vegetation entstanden ist.

Vom Rande dieser Gebiete aus werden die Flächen wieder nach und nach bewaldet, meistens mit einem Kiefernanzflug. Diese Bäume sind aus Saat entstanden, das aus den umliegenden gesäten oder gepflanzten Beständen angefliegen ist. Mit einer unterbrochenen Linie (-----) ist auf der Boden- und Vegetationskarte angegeben, wie weit dieser Kiefernwald die Flächen erobert hat.

Hier und da hat man versucht auf dem „Bent“ einen Bestand gemeiner Kiefern anzulegen. Diese Baume wuchsen aber ausserordentlich schlecht, wie z. B. einige Waldanlagen in „De Plijmen“, die Jagen bei „De Bunt“ auf der Grenze des „Deelensche Zand“ u.s.w. es zeigen.

Werden diese Bestände von Blattwespen befallen, wie dies der Fall im Jahre 1939 was, so haben diese Waldungen viel schwerer unter diesem Befall zu leiden als die Wälder auf besserem Boden. Bei einem starken Frass in einem solchen Komplex südlich von „De Plijmen“ erholten viele Bäume sich nicht mehr, fast der ganze Waldkomplex starb ab.

Mit horizontaler Schraffierung sind auf der Karte auf Seite [33] die fluvioglazialen Gebiete angegeben, wo man ein nicht oder sehr wenig gestörtes Profil einer früheren Vegetation vorfindet. Mit einer schrägen Schraffierung sind die übereinstimmenden praeglazialen Gebiete angegeben. Auf der Grenze zwischen dem praeglazialen und dem fluvioglazialen Gebiet liegt ein gemischtes Gebiet, die Kontaktzone. Der Boden ist hier oft sehr fruchtbar und wird grossenteils für Ackerbau verwendet. Auf der Karte ist die Kontaktzone mit einer doppelten Schraffierung angegeben (horizontal und schräg durcheinander).

Im Süden von „De Hoge Veluwe“ ist die Grenze zwischen dem praeglazialen und dem fluvioglazialen Gebiet mit einer

dünnen punktierten Linie angegeben. Dieses Gebiet ist ganz überweht, nachdem der Wald, der früher zwischen dem „Kompagnieberg“ und dem „Kemperberg“ lag, verschwunden ist; so hatte der Flugzand Gelegenheit sich weiter nach Südosten auszubreiten. Jetzt ist hier der Boden fast überall mit Heide bedeckt.

Die Profilböden im Fluvioglazial umfassen die hohen Staubbügel im „Otterlosche Bosch“ oder „Aanstoter Bosch“, „De Hoef“, „De Fransche Berg“, „De Deelensche Start“ und weiter den ganzen nordöstlichen Teil von „De Hoge Veluwe“. Profilerden im praeglazialen Gebiet finden wir auf dem „Kemperberg“ im südlichen Teil von „De Hoge Veluwe“.

Auf den hoch aufgestobenen Hügeln ist die Flora nicht ganz vernichtet, sie hat hier wahrscheinlich gleichen Schritt mit dem aufwehenden Sand halten können. An zwei Stellen ist die Hügelkette durchbrochen, nämlich an beiden Seiten des „Fransche Bergkomplexes“ („De Plijmen“ und bei „De Bunt“). Hier ist also der „Oud Reemster Zand“ verbunden mit dem „Otterlosche Zand“. Man hat an diesen Orten einen Kiefernbestand gepflanzt, der aber eine sehr geringe Bonität hat. Die *Diprion*-Seuche hat sich in den Jahren 1936 und 1938 wahrscheinlich durch dieses Ausfalltor vom „Oud Reemster Zand“ nach Norden hin ausgedehnt.

Die ursprüngliche Vegetation in diesen hohen diluvialen Gebieten auf „De Hoge Veluwe“ dürfte in historischen Zeiten für den übergrossen Teil ein Eichen-Birken-Mischwald gewesen sein (*Querceto-Betuletum* Tuxen 1930). In einem solchen Walde findet man folgende Bäume und Sträucher: Eichen (*Quercus robur* L. und seltener *Quercus sessiliflora* Salib.), Birken (*Betula pendula* Roth und *Betula pubescens* Ehrh.), *Sorbus aucuparia* L., *Fragula* *Alnus* Mill.; *Populus tremula* L. und *Ilex Aquifolium* L. Weiter sind für diese Assoziation folgende Kräuter charakteristisch; *Eupteris aquilina* Newm., *Polypodium vulgare* L., *Vaccinium Myrtillus* L., *Vaccinium Vitis-Idaea* L., *Teucrium Scorodonia* L., *Majanthemum bifolium* Schmidt, *Hypericum pulchrum* L., *Melampyrum pratense* L., *Hieracium*-Arten (*H. laevigatum* Willd., *H. umbellatum* L., *H. vulgatum* Fr.), *Deschampsia flexuosa* Trin., *Holcus mollis* L.; seltener kommt *Corydalis claviculata* D. C. vor.

Ziemlich arme Reste eines derartigen Waldes findet man noch an einigen Stellen der „Hoge Veluwe“, z.B. im „Otterlosche Bosch“, auf dem „Fransche Berg“, beim „Deelensche Start“ und auf dem „Riesseloo“. In diesen Gebieten ist nur die Vegetation des „Fransche Berg“ etwas reicher, alle oben erwähnte Arten des *Querceto-Betuletums* sind hier zu finden. Im übrigen Teil der Profilböden ist der ursprüngliche Wald

verschwunden und durch einen Kiefernbestand ersetzt. Nur das Profil im Boden und die verschiedenen Kräuter dieses Waldes zeugen noch von der ursprünglichen Vegetation. Der Kiefernwald auf diesem reicheren Boden hat eine hohe Bonität.

Unter dem Einfluss der sich immer ausbreitenden Flugsande hat der ursprüngliche Wald auf „De Hoge Veluwe“ sich stark zurückgezogen. Dies wird auf der Boden- und Vegetationskarte von Verkuyl mit einer Anzahl gewürfelter Linien angegeben. Verkuyl nennt diese Linien „Wijklijnen“ (Rückgangslinien).

Die äussersten Linien umgrenzen die Heidegebiete. Verkuyl ist der Meinung, dass hier der ursprüngliche Wald zwar degeneriert, aber nicht ganz verschwunden ist, indem ausgedehnte Heiden entstanden sind. Der Boden ist hier zum Teil leicht verweht, zum Teil leicht überweht. Die Rückgangslinien in dem Bentgebiet deuten darauf hin, dass hier meistens noch stark gestörte Profile einer alten Vegetation vorhanden sind.

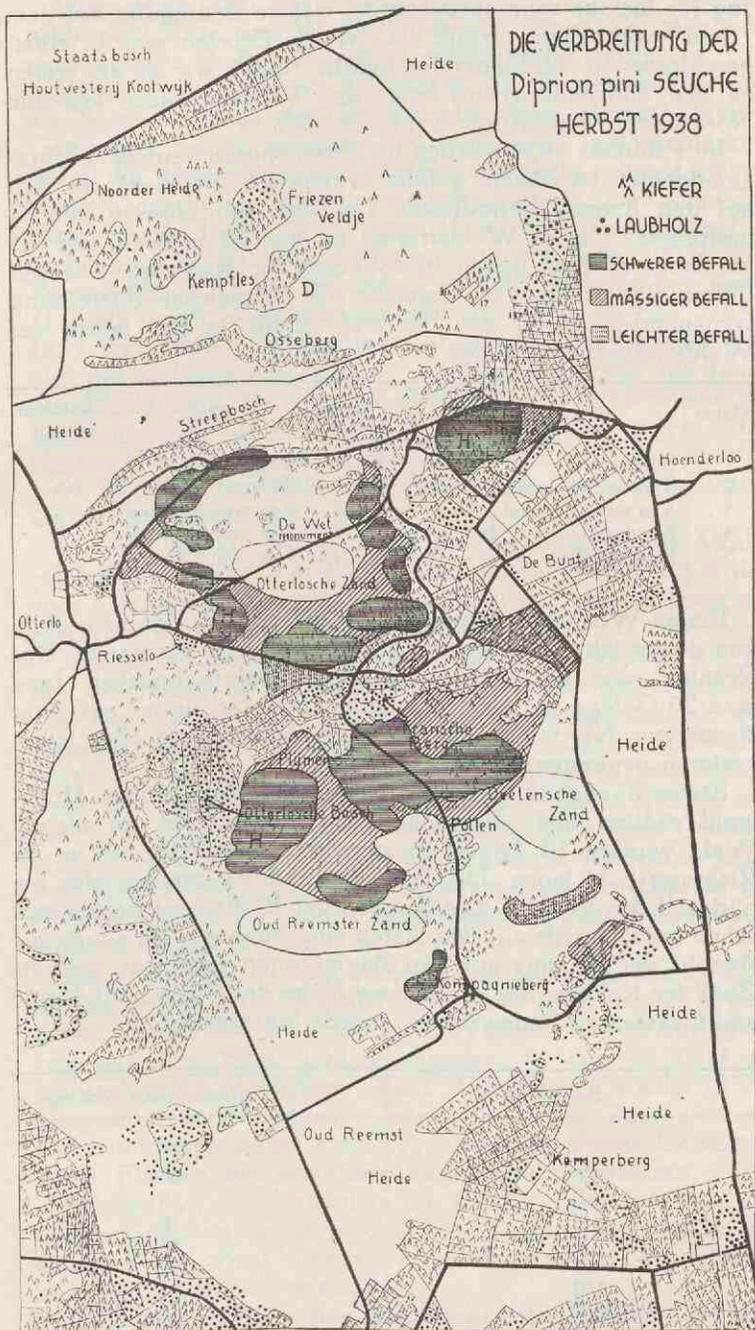
Die feuchten Stellen auf „De Hoge Veluwe“ sind auf der Karte schwarz angegeben. Man findet hier eine Vegetation feuchter Heiden mit *Molinia coerulea* Moench., *Erica Tetralix* L., *Gentiana Pneumonanthe* L., *Narthecium ossifragum* Huds., u.s.w. Die Flora an diesen Stellen zeigt sich sehr widerstandsfähig. Hier sind nämlich die sich immer ausbreitenden Flugsande zum Stillstand gekommen. (Ausführliche Daten findet man in dem Gutachten von Van Dissel und in dem beigefügten Bericht von Verkuyl. Beide Berichte wurden auf Wunsch des Vorstands von „De Hoge Veluwe“ abgegeben und sie werden im Dienstgebäude des Gutes aufbewahrt.)

#### Lage der *Diprion pini*-Herdegebiete.

Vergleichen wir die von Verkuyl hergestellte Karte mit der Karte, worauf die Verbreitung des *Diprion*-Befalls im Herbst 1938 angegeben ist, so sehen wir, dass der Beginn der starken Blattwespenentwicklung ausnahmslos auf dem „Bent“ gelegen ist. Wir sehen ferner, dass im Herbst 1938 die Wespe fast nirgends den Hochwald in der Umgebung dieses Gebietes befallen hat. Dieser Hochwald steht fast überall auf viel besserem Boden. Der Kiefernflug in den „Bent“-Gebieten bildet also die Herde, in denen die Blattwespen sich stark entwickeln und von denen aus sie sich stark über die Umgebung verbreiten.

Die möglichen Ursachen der günstigen Entwicklung in diesen Herden werden im folgenden Kapitel eingehend besprochen. Wir wollen hier einige Bemerkungen voraus schicken.

Die gemeine Buschhornblattwespe zeigt einen grossen Vor-



zug für lückige sonnige Bestände, welche Bedingung auf dem „Bent“ weitgehend erfüllt ist. Wenn *Diprion pini* L. einen geschlossenen Waldkomplex befällt, finden wir sie am ersten an den Südrändern und langs den Wegen; offen liegende Nordränder werden nur wenig befallen.

Im Frühjahr 1939 wurden im „Streepbosch“ auf dem Harskampgebiet 10 Bäume gefällt, wovon ich die Zahl der sich auf den Kronen befindlichen Eigelege von *Diprion pini* L. bestimmte. Dieser Waldstreifen ist nur 60 m breit und 1,1 km lang, er liegt genau in ostwestlicher Richtung. Die gefälltten Bäume standen ungefähr alle in gleicher Entfernung voneinander, einige am Südrand, einige in der Mitte des Waldstreifens und einige am Nordrand.

| Baum | Ort             | Zahl der Gelege | Baum | Ort             | Zahl der Gelege |
|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|
| 1    | Südrand         | —               | 6    | Nordrand        | —               |
| 2    | 5 m vom Südrand | 2               | 7    | Südrand         | 7               |
| 3    | 5 m vom Südrand | 5               | 8    | 5 m vom Südrand | 3               |
| 4    | Nordrand        | —               | 9    | 5 m vom Südrand | 2               |
| 5    | in der Mitte    | 3               | 10   | 5 m vom Südrand | 1               |

Einige Wochen später wurden wiederum 10 Bäume gefällt, von denen ich ebenfalls die Zahl der Gelege bestimmte. Das Resultat war noch überzeugender: Durchschnittlich fand man 20 Gelege auf einer Krone am Südrand und 7 auf einer Krone am Nordrand. Die genauen Zahlen sind aber leider verloren gegangen.

Etwas ähnliches wurde im Sommer 1939 in einem Hochwald südlich vom „Fransche Berg“ beobachtet. In diesem Wald wurden 10 Bäume in zwei Reihen gefällt, die in der Richtung S-N lagen. Die Bäume I und VI standen also am Südrand des Waldes. Die Raupen der Blattwespe hatten sich schon grösstenteils auf den Ästen eingesponnen. Es wurde die Anzahl der Kokons auf den Baumkronen bestimmt und die Zahl der Kokons, die in nächster Nähe der Bäume auf Heide und Gräsern zu finden waren, wurde hinzugefügt.

| Baum | Zahl der gesammelten Kokons |
|------|-----------------------------|
| I    | 2446                        |
| II   | 66                          |
| III  | 3                           |
| IV   | 16                          |
| V    | 44                          |
| VI   | 398                         |
| VII  | 21                          |
| VIII | 33                          |
| IX   | 319                         |
| X    | 47                          |

Wir sehen also auch hier, dass die Zahl der Wespen nach der Mitte des Waldes abnimmt. Baum IX stand an einer offenen Stelle, er enthielt wieder mehr Larven.

Wäre es möglich die Südränder der Kiefernwälder und die Bestände längs den Wegen mit einem ziemlich breiten Laubholzgürtel zu umgeben, so wären bei mässig starkem Befall die Kiefernkomplexe ziemlich gut gegen einen *Diprion*-Angriff geschützt. Etwas derartiges konnte man an den Rändern der Jagen 13, 17 und 31 in dem Harskampgebiet beobachten (siehe die Situationsskizze auf Seite [90]). Die Westränder der Jagen 13 und 17 und der Südrand von Jagen 31 sind durch einen Birkengürtel geschützt. In den Jahren 1939 und 1940 wurden die nicht geschützten Waldränder, also der Südrand von Jagen 17 und der Westrand von Jagen 31, mässig stark befallen. Am Rande von Jagen 8 wurde der Laubholzgürtel auf eine kurze Strecke durch Feuer vernichtet. Hinter dieser Öffnung wurden die Kiefern am Rande sehr stark befallen, während der Rand hinter dem unverletzten Gürtel verschont blieb.

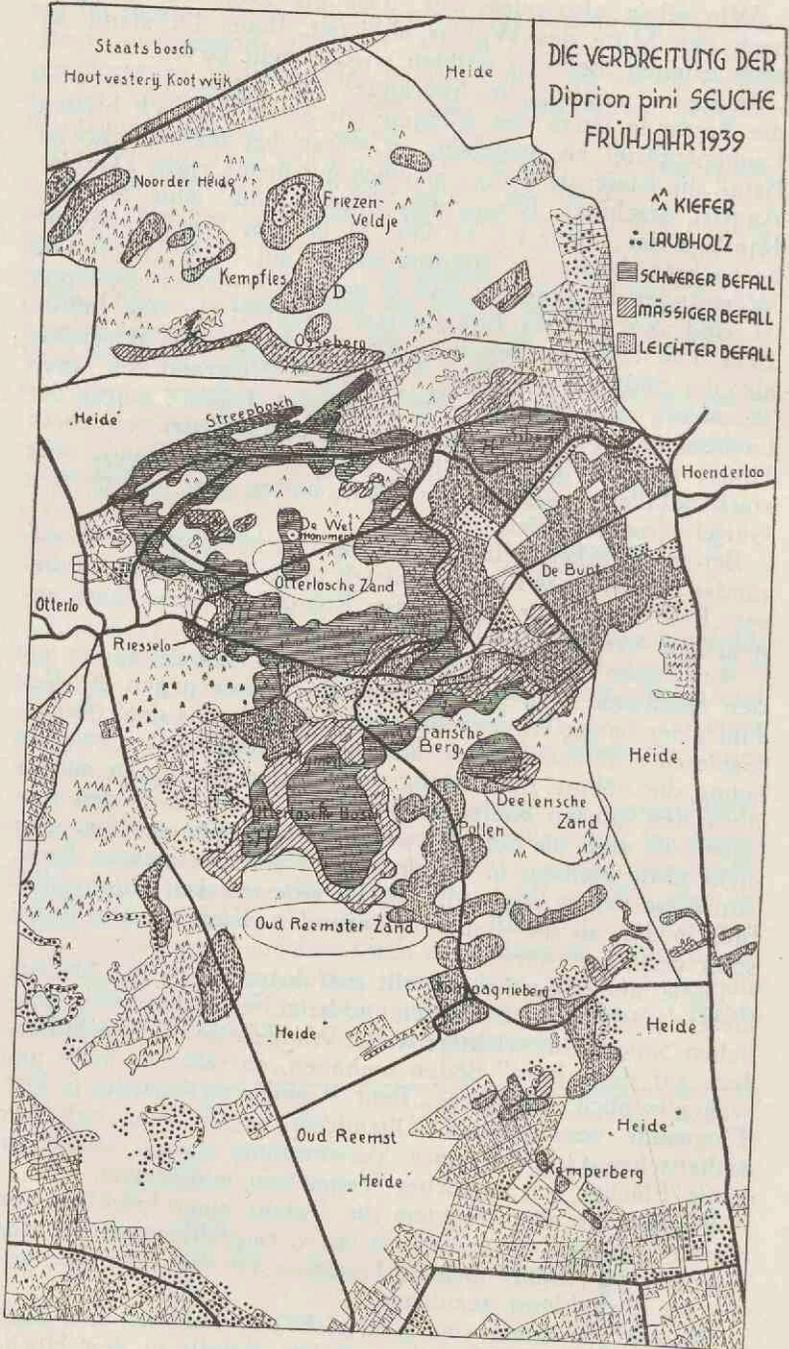
Bei sehr starker Befall dürfte die Beschützung der Waldränder mittels eines Laubholzgürtels ungenügend sein; in diesem Fall dürften die beschützten Komplexe ebenso stark angegriffen werden wie die nicht geschützten.

Aus diesen Tatsachen ergeben sich also Hinweise, wie wir den Hochwald in der Umgebung der Sande gegen die Gefahr einer immer wiederkehrenden Infektion aus den „Bent“-Gebieten schützen können. Die beste Methode wäre zweifelsohne die völlige Beseitigung der Herdgebiete; man müsste dazu den ganzen Kiefernanflug auf den „Bent“-Böden umhauen, so dass für die Blattwespe keine geeigneten Gebiete mehr übrig bleiben, in denen sie sich stark vermehren kann. Auf diese Weise dürfte die Gefahr eines starken *Diprion*-Befalls in den an die Sande grenzenden Kiefernhochwäldern stark verringert werden.

Diese Methode ist aber nicht ausführbar, denn die Anflugkiefern spielen beim Festlegen und beim Festhalten des beweglichen Sandes eine wichtige Rolle. Würde man alle Anflugkiefern auf den „Bent“-Böden umhauen, so wäre es nicht unwahrscheinlich, dass diese „Bent“-Gebiete sich wieder in lose Flugsande verwandelten. Obendrein würde man sich aus ästhetischen Gründen einer Verwandlung dieser Gebiete in kahle Flächen mit ärmlicher Vegetation widersetzen.

Wollen wir aber trotzdem die Gefahr einer Infektion aus diesen Gebieten verringern, so ist es empfehlenswert an der Grenze der „Bent“-Gebiete Laubholz-Streifen oder eine gemischte Bewaldung anzulegen.

Diese Massnahmen sind zwar nicht entscheidend, aber doch wird damit die Gefahr eines starken Befalls in den Hochwäldern in der Nähe der Flugsandgebiete verringert; viel-



leicht wird ein solcher Schutz bei mässig starker Entwicklung der *Diprion pini*-Seuche in den Herden genügen. Auch ausserhalb der Herde in dem Kiefernhochwald, ist die Blattwespe ohne Zweifel imstande sich gut und kräftig zu entwickeln und sie würde sich auch hier stark vermehren, wenn nicht eine Anzahl Faktoren in diesen Gebieten eine starke Ausdehnung der Seuche verhinderten. Die Raubfeinde der Blattwespe sind hierfür verantwortlich; besonders die roten Waldameisen und einige Mäusearten sind sehr wichtig. Die Ameisen töten eine grosse Menge erwachsener Larven, die Mäuse vernichten sehr viele Kokons, die sich unter der Vegetationsdecke befinden. Diese und auch andere Raubfeinde werden im folgenden Kapitel ausführlicher besprochen (siehe Seite [56]). Wir müssen aber hier noch mitteilen, dass diese Raubfeinde der Blattwespen in viel geringerer Anzahl in den Herden vorkommen als ausserhalb derselben. Innerhalb der Herden fehlen also die Faktoren, die ausserhalb dieser Gebiete eine stark hemmende Wirkung auf die Entwicklung der Seuche ausüben, so dass in den erstgenannten Gebieten die Blattwespe ganz besonders günstige Verhältnisse vorfindet, die ihr eine Massenvermehrung ermöglichen.

#### Die Verbreitung der *Diprion*-Seuche im Jahre 1939.

Frühjahr 1939: (Siehe auch die Verbreitungskarte der Seuche auf Seite [40]). In Frühjahr finden wir wieder einen starken Frass in den alten Herden, südlich von „De Plijmen“, an den Rändern des „Otterlosche Zand“ und in „Siberie“. Die Tiere haben sich aus diesen Gebieten stark verbreitet, der Befall hat sich mehr nach dem Norden und Osten verlegt. Im östlichen Teil von „De Hoge Veluwe“ kommen die Blattwespen nun auch in den Hochwäldern vor, obwohl der Befall nach der Grenze des Verbreitungsgebietes zu geringer wird. Die Seuche hat sich auch im Herskampgebiet stark ausgebreitet. Während im Spätsommer 1938 nur das „Streepbosch“ und „De Kromme Hoek“ mässig stark befallen waren, tritt im Frühjahr 1939 schon ein mässiger Befall in den nördlich von den erstgenannten Komplexen gelegenen Gebieten auf, z.B. auf dem „Osseberg“. Weiter sind der Kiefernflug und die Bewaldung im „Friezenveldje“, in dem Jagen D und sogar auf der „Noorderheide“ leicht angegriffen.

Während der Flugzeit von *Diprion pini* L. im Frühjahr 1939 herrschte fast immer Wind aus nördlichen Richtungen. Im Gegensatz zu den oft in der Literatur vorhandenen Angaben sehen wir also deutlich, dass die Blattwespe sich auch gegen die Windrichtung bewegt.

Tabelle: Die Windrichtung u.s.w. an den Flugtagen der gemeinen Buschhornblattwespe im Frühjahr 1939.

| Datum     | Windrichtung |  |
|-----------|--------------|--|
| 21. April | NW.          | <i>Diprion pini</i> L. flog.   |
| 22. „     | SW.          | Die Blattwespe hat nicht geflogen, es war trübes, regnerisches Wetter. |
| 23. „     | WSW.         |  |
| 24. „     | W—WSW.       |  |
| 25. „     | W—WSW.       |  |
| 26. „     | N—NNO.       | Bewölkt. mit ziemlich viel Sonnenschein. <i>Diprion</i> flog.          |
| 27. „     | NO—NNO.      |  |
| 28. „     | N—NNO.       |  |
| 29. „     | NNO.         |  |
| 1. Mai    | SW—WSW.      | Regnerisches Wetter, die Blattwespe flog nicht.                        |
| 2. „      | NO—SSO.      |  |
| 3. „      | NO—NNO.      |  |
| 4. „      | N.           | Sonniges, warmes Wetter. <i>Diprion pini</i> L. flog.                  |
| 5. „      | SO.          |  |
| 6. „      | SO.          |  |
| 7. „      | NO.          |  |

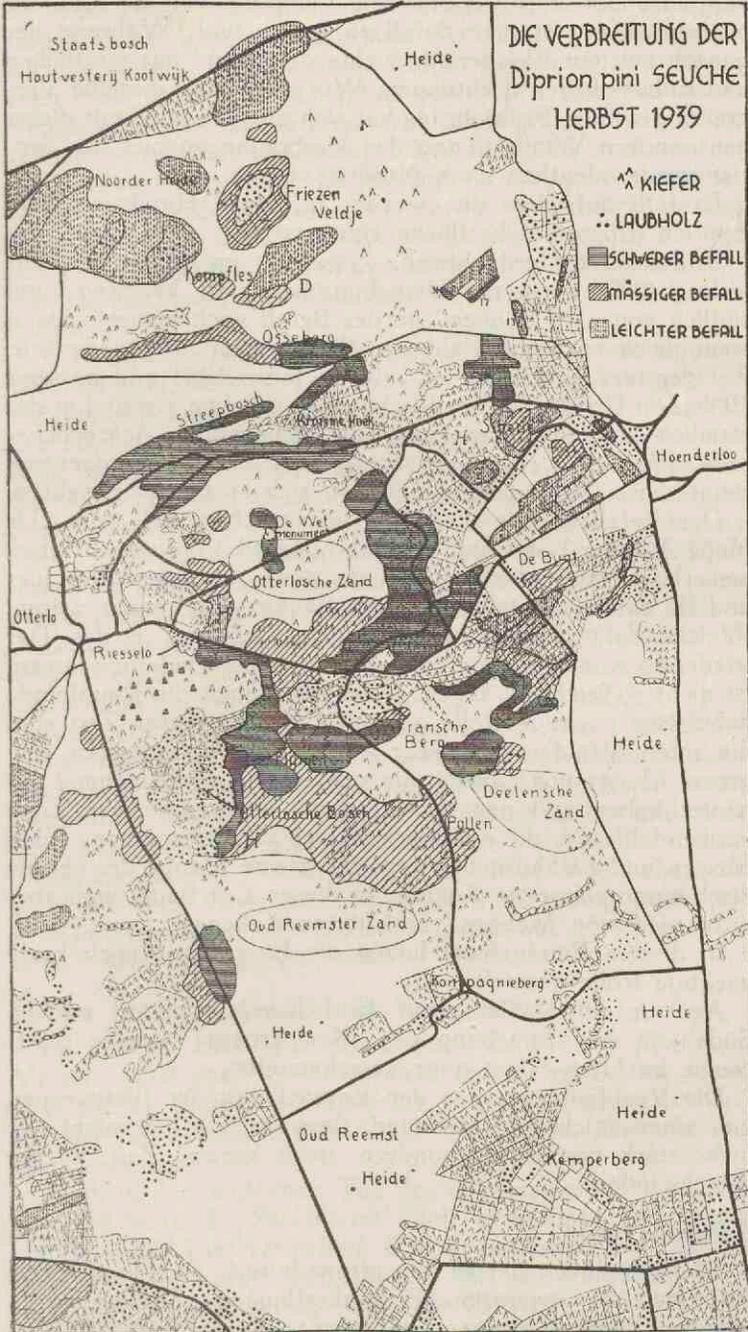
Zwischen dem 8. und 14. Mai hat die Blattwespe nicht geflogen, das Wetter war trüb, mit viel Regen. Die Windrichtung war meistens SW.

|         |         |                                     |
|---------|---------|-------------------------------------|
| 13. Mai | NO.     | Die Blattwespe flog nicht. Flugtag. |
| 14. „   | NO—NNO. |                                     |
| 15. „   | ONO—SO. | Regen. Die Blattwespe flog nicht.   |
| 16. „   | NO.     | <i>Diprion</i> flog.                |

Wir sehen also, dass an den meisten Tagen, an denen *Diprion pini* L. geflogen hat, der Wind aus nördlichen Richtungen wehte, trotzdem haben sich die Tiere stark nach Norden ausgebreitet. Schon aus der Verbreitungskarte der Seuche im Frühjahr 1939 ergibt sich, dass sich der Befall im Vergleich zu Herbst 1938 nach Norden ausgebreitet hatte. Da die Imagines der ersten Generation nur an den obenerwähnten Tagen geflogen haben, müssen sie sich teilweise in nördlicher Richtung bewegt haben.

**Herbst 1939.** (Siehe auch die Verbreitungskarte auf Seite [43]).

Im Sommer 1939 hat sich der *Diprion*-Befall wieder weiter nach Norden ausgebreitet. Während im Frühjahr der Jagen D auf dem Harskampgebiet und die Komplexe nördlich und nordwestlich der erstgenannten, leicht angegriffen wurden, sind nun die Südränder aller obenerwähnten Wälder mässig schwer befallen. Der östliche Teil des Waldes auf dem „Osse-



berg" ist nun stark angefressen, während hier im Frühjahr nur ein mässig starker Befall zu finden war. Während der ganzen zweiten Flugperiode wehte der Wind aus westlichen und südwestlichen Richtungen. Wir sehen aber dieselbe Verbreitung wie im Frühjahr, es hat sich nämlich auch mit dieser ganz andern Windrichtung das Verbreitungsgebiet der Seuche wieder deutlich nach Norden verlegt.

Es fällt auf, dass die Seuche auf dem Harskampgebiet deutlich grössere Oberfläche einnimmt.

In den alten Herdgebieten: „Siberie“, am Rande des „Otterlosche Zand“ in der Umgebung von „De Wetweg“ und südlich von „De Plijmen“ ist der Befall noch immer schwer, wenngleich auch die Zahl der Blattwespen hier jedenfalls viel geringer geworden ist, wie im Jahre 1938 und anfangs 1939. Die Ursache dieses Rückganges ist ohne Zweifel in der ziemlich starken Entwicklung des Eiparasiten *Achrysocharella ruforum* Krausse zu suchen. In den Herdzentren fängt diese Chalcidide nämlich an sich stark zu vermehren.

Der Befall in den Wäldern im östlichen Teil von „De Hoge Veluwe“, der im Frühjahr überall in diesem Gebiet bemerkbar war, ist schon viel geringer geworden. Nur hier und da sah man Stellen, wo die Bäume angefressen waren. Welche Faktoren hier zusammengewirkt haben um das Tier wieder so schnell aus diesen Gebieten verschwinden zu lassen, ist nicht so leicht zu sagen. Jedenfalls haben die Raubfeinde dabei eine wichtige Rolle gespielt. Eben in dieser Zeit sind die roten Waldameisen sehr aktiv und sie vernichten eine grosse Menge von Larven, die sich schon zum letztenmal gehäutet haben und nun in hellgrüne, wenig aggressive Tiere verwandelt sind, die sich nach kurzer Zeit einspinnen. Auch Meisen und Eichhörnchen vernichten eine Menge der oberirdisch eingesponnenen Kokons. In dieser Zeit findet man aber nicht viele von Mäusen vernichteten Kokons.

In diesem Randgebiete haben die Eiparasiten noch keine wichtige Rolle gespielt.

Auch in den Wäldern auf dem „Kompagnieberg“ und im Süden, in der Umgebung des „Kemperbergs“ ist die Blattwespe im Herbst fast ganz verschwunden.

Die Raubfeinde leisten der Entwicklung der Blattwespen hier einen solchen Widerstand, dass sie sich hier nicht nur nicht stark vermehren, sondern nach kurzer Zeit wieder verschwinden.

#### Frühjahr 1940 :

Wahrscheinlich hat es fast nirgends auf „De Hoge Veluwe“ eine erste Generation (Frühjahrsflug) von *Diprion pini* L. gegeben. Nur an einigen Stellen war ein leichter Befall zu finden, z.B. in „De Pollen“ und in den Beständen bei „De Bunt“. Im Harskampgebiet sind die Jagen 17, 31 und „De

Kromme Hoek" mässig stark befallen. Die Ursache der geringen Entwicklung dieser ersten Generation lässt sich nicht leicht ermitteln. Es gibt einige Möglichkeiten: 1. Die Weibchen sind wohl früh im Jahre geschlüpft, aber sie haben wegen schlechter Witterungsverhältnisse während der Flugzeit nur wenig Eier abgesetzt. 2. Die Eier sind stark von den Eiparasiten *Achrysocharella ruforum* Krausse parasitiert worden; letzteres ist aber nicht sehr wahrscheinlich, da vielleicht infolge der schlechten Witterung die Tiere spät schlüpften. Die Eiparasiten können also keinen grossen Anteil an den starken Rückgang der Kalamität im Frühjahr 1940 gehabt haben.

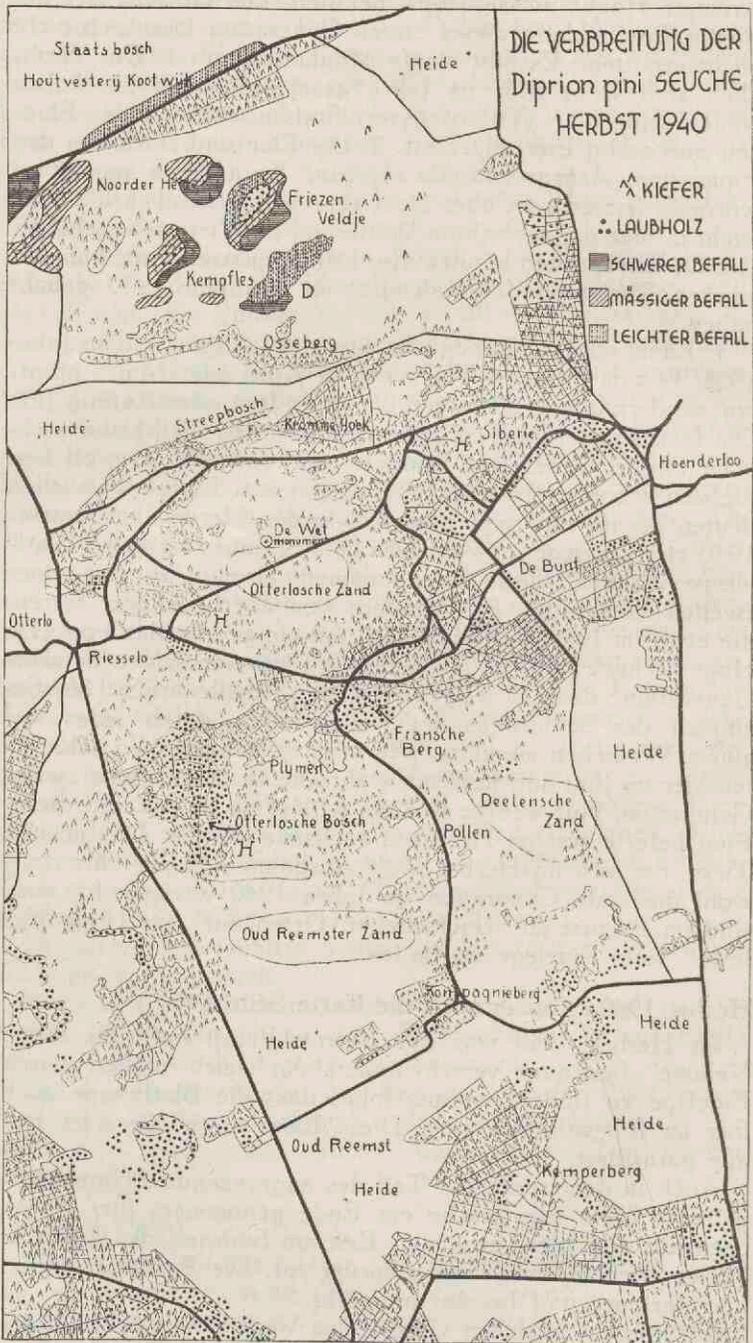
3. Es ist aber auch möglich, dass die Wespen wie im Jahre 1938/39 zum grössten Teil nicht im April oder Mai schlüpften, sondern länger überlagen bis Ende Juni oder Anfang Juli. Die Herbstgeneration ist dann zum grössten Teil keine wirkliche zweite Generation, sondern sie rührt von Larven her, die sich schon im Herbst 1939 einspannen. Einige Tatsachen deuten darauf hin, man fand z.B. in den Herden im Sommer 1940 viel Eigelege, obwohl hier im Frühjahr fast keine Blattwespe vorkam. Diese Eier stammen also nicht von einer zweiten Generation her, sondern von überliegenden Tieren, die etwa im Juli geschlüpft sind. An einigen Stellen von „De Hoge Veluwe“ gab es im Frühjahr 1940 eine schwache erste Generation; dasselbe zeigt sich in der Tabelle auf S. [16] bezüglich des Schlüpfens der Kokonmuster, deren jedes von einem Weibchen stammte. Die meisten Blattwespen schlüpften hier im Juni und lieferten wahrscheinlich noch eine zweite Generation. Nur wenige Kokons schlüpften im Juli und dieser Flug lieferte erst im Herbst erwachsene Larven. Die meisten Tiere, die sich im Herbst 1939 einspannen, lagen über; obwohl die erste Generation im Jahre 1940 wenig stark war, sind im August an verschiedenen Orten auf „De Hoge Veluwe“ viele Eigelege zu finden.

#### Herbst 1940: (Siehe auch die Karte Seite [46].)

Im Herbst 1940 war der *Diprion*-Befall auf „De Hoge Veluwe“ fast ganz verschwunden. An vielen Stellen waren Eigelege zu finden, woraus folgt, dass die Blattwespe auch hier im Juli zahlreich flog. Diese Eier waren alle oder fast alle parasitiert.

Auch in dem südlichen Teil des angrenzenden Harskampgebietes hatte die Seuche ein Ende genommen, hier waren ebenfalls alle Eier vernichtet. Erst am Südrand des Jagen D kamen wieder Larven von *Diprion* vor. Die Parasitierung ist hier geringer und beträgt ungefähr 75 %.

Im Norden, nach der Grenze des Verbreitungsgebietes der Wespe, wird diese Zahl noch geringer (Siehe Kap. V, Seite [82]). Der Südrand des Waldkomplexes auf dem „Friezen-



veldje" und die kleinen Komplexe im W. und NW. sind schwer von *Diprion* befallen. Auch die Anflugkiefern auf der „Noorderheide" wurden stark befallen.

#### 1941 :

Der Zurückgang der Blattwespe, infolge starker Parasitierung der Eier, setzt sich auch in diesem Jahre noch fort. Im Mai 1941 fand ich auf der „Noorderheide" einige Weibchen, die ihre Eier ablegten. Aber weiter waren in dem ganzen Harskampgebiet keine *Diprion*-Eier zu finden, auch später nicht. Im Herbst war hier überall die Blattwespe ganz verschwunden, so dass die Seuche, die sich seit 1935 an einem Ort, südlich von „De Plijmen" entwickelt hatte und sich dann über die ganze „Hoge Veluwe" und die angrenzenden Gebiete verbreitet hatte, schliesslich ein Ende genommen hatte.

Wenn wir die Karten, worauf die Verbreitung des *Diprion pini*-Befalls in den Jahren 1938, 1939 und 1940 eingezeichnet ist, miteinander vergleichen und mit denen, die Franzen 1936 über den Befall hergestellt hat, sehen wir, dass die Seuche auf „De Hoge Veluwe" im Anfang nur im Süden vorkam. Darauf hat sich die Seuche immer weiter nach Norden verschoben. Die Ursache werden wir nicht in einer bestimmten Vorzugsflugrichtung der Blattwespe zu suchen haben. Die Wespe fliegt, wenn der Wind nicht all zu kräftig ist, in jeder Richtung, sowohl in die Richtung des Windes als diesem entgegengesetzt. Mehrere kleine Versuche, wobei Tiere auf der „Edesche heide" bei Otterlo und südlich von „De Plijmen" in Freiheit gesetzt wurden (siehe Seite [6]), zeigten deutlich, dass die Wespen sich wahllos nach allen Richtungen verbreiten.

Die Geographische Lage der „Bent"-Gebiete ist aber derartig, dass die Wespe, nach Norden gehend, immer wieder in ähnliche Gebiete gerät. Hier kann sie sich gut aufrecht erhalten und sich stark vermehren, besonders weil ihre wichtigsten Raubfeinde in diesem Gebiet nur wenig vorkommen. Wenn sie einmal, vom ursprünglichen Herd aus, eine kurze Strecke nach Norden zurückgelegt hat, kann sie immer weiter gehen, bis sie endlich die Grenze dieses Gebietes erreicht und wieder in gutwachsende Wälder kommt, mit reicherer Bodenvegetation und vielen Raubfeinden. Über die Rolle der Raubfeinde werden wir im folgenden Kapitel ausführlicher berichten.

Nach dem Süden ist die Situation eine ganz andere. Die Wälder südlich des ursprünglichen Herdes wachsen alle auf viel besserem Boden mit reicherem Bodenwuchs. Hier ist die Zahl der Raubfeinde gewiss viel grösser, dadurch wird die Seuche unterdrückt.

In der Provinz Utrecht waren in den Jahren 1938 bis 1940 die Verhältnisse ähnlich. Auch hier befand sich der ursprüngliche Herd in einem ziemlich weit nach Süden gelegenen

Flugsand auf dem Landgut „Bornia“ bei Driebergen. 1939 hat sich die Seuche stark nach Norden, bis Bilthoven verbreitet. Der Höhepunkt des Befalls lag im Gemeindewald von Zeist. Im Herbst 1939 ist besonders in denjenigen Waldabteilungen, die im Frühjahr sehr stark angegriffen waren, die Zahl der Blattwespen deutlich geringer geworden. Die Eier, die von den Weibchen der zweiten Generation abgelegt wurden, waren stark parasitiert. In „Bornia“ und Umgebung war der Angriff fast ganz vorüber. Die Blattwespe hat während ihrer Reise nach Norden auch hier wieder neue Gebiete gefunden, wo sie sich stark entwickeln konnte ohne von ihren Raubfeinden zum grössten Teil vernichtet zu werden. Diese Gebiete traten also als sekundäre Herde auf, z.B. der Kiefernflug bei „De Pan“ in der Umgebung von Zeist und längs der neuen Autostrasse in Bilthoven. Diese Gebiete sind den Herden von *Diprion* auf „De Hoge Veluwe“ sehr ähnlich. Bei „De Pan“ findet man alte Flugsandhügel, die mit einer niedrigen Vegetation bewachsen sind und zwar meist mit einem *Corynephorum*. Auf diesen Hügeln stehen vereinzelt Anflugkiefern. In Bilthoven findet man eine offene Stelle zwischen den Wäldern; hier stehen viele Anflugkiefern. Der Boden ist teilweise mit Heide, teilweise mit einem *Corynephorum* bewachsen. In letztgenanntem Gebiet wurden die Waldränder im Herbst 1939 grösstenteils kahlgefressen und sind die Bäume abgestorben. Daher war es notwendig einige Bestände abzuholzen. Weil die Blattwespe auf ihrem Flug nach Norden auch hier immer wieder solchen Gebieten begegnete, war es ihr möglich sich immer weiter nach Norden zu verbreiten, bis endlich die Seuche zu Ende war. Wahrscheinlich spielten dabei die Raubfeinde in den gutwachsenden Wäldern eine wichtige Rolle. Schliesslich wurden noch alle abgelegten Eier von den Eiparasiten vernichtet und kam die Seuche endgültig zu Ende (siehe unten).

Im Frühjahr '40 hat sich die Seuche wieder etwas nach Norden verlegt. Ein leichter Frass wurde von den Wäldern bei dem Sanatorium „Berg en Bosch“ und von den „Eyckesteynsche bosschen“ gemeldet. Im Herbst 1940 ist die Seuche in Bilthoven längs der Autostrasse völlig verschwunden. Es gab noch viele Eigelege, aber alle Eier waren parasitiert. Auch in diesem Sommer hat sich die Seuche wieder weiter nach Norden verbreitet und verursachte sie einen schweren Frass in einem Waldkomplex bei „De Lage Vuursche“. Hier waren ungefähr 50 % der Eier von den Eiparasiten befallen. An der Grenze des Verbreitungsgebietes, am Südrand des Staatswaldes, in der Försterei „Lage Vuursche“ sind ungefähr 46 % der Eier parasitiert. Daher konnte man im darauffolgenden Jahr keine starke Vermehrung der Blattwespe erwarten, was sich auch als richtig erwiesen hat. Im Herbst 1941 kam in diesem Gebiet nirgends ein nennenswerter Frass von *Diprion pini* L. vor.

## Kapitel IV.

FAKTOREN, DIE EINE ROLLE SPIELEN BEI DER REGULIERUNG DER *DIPRION PINI*-SEUCHEN.A. Die Entwicklungsmöglichkeit von *Diprion pini* L. an verschiedenen Standorten.

Gösswald (1935) meint, dass die Blattwespen an ihre Nahrung sehr genaue Ansprüche stellen. Es sollten gleichsam biologische Rassen entstanden sein, die dem Futter eines Standortes genau angepasst sind. Werden solche Tiere mit Futter eines andern Standortes gefüttert, so entwickeln sie sich weniger gut und die Mortalität wird grösser.

Wenn die Blattwespen sich stark verbreiten, wie dies in verschiedenen Jahren auf „De Hoge Veluwe“ der Fall war, so kommen die Tiere unzweifelhaft in Gebiete mit gut oder weniger gut wachsenden Wäldern. Die Tiere bekommen also an verschiedenen Stellen verschiedenes Futter, dem sie gewiss nicht in dem Masse angepasst sind, wie an den Orten wo sie herrühren.

Die Meinung Gösswalds ist in Widerspruch mit den auch von mir im Freien gemachten Beobachtungen. Bei schweren Befall werden alle Bäume ohne Rücksicht auf Alter oder Bonität an jedem Standort gefressen und die Blattwespen entwickeln sich auch dann sehr gut. Eine grössere Mortalität im Vergleich mit den Orten, wo sie ursprünglich herrühren, wurde nicht wahrgenommen. Wir sehen, dass im Freien nicht nur die gemeine Kiefer angegriffen wird, sondern auf „De Hoge Veluwe“ auch *Pinus mugo* Turra, *P. nigra* Arn. var. *austriaca* Asch. et Graebn. und *P. nigra* Arn. var. *calabrica* Schneid. Auch auf diesen Bäumen geht die Entwicklung gut vor sich und wir stellen fest, dass die Larven ungefähr in derselben Zeit erwachsen sind wie diejenigen auf *Pinus silvestris* L.

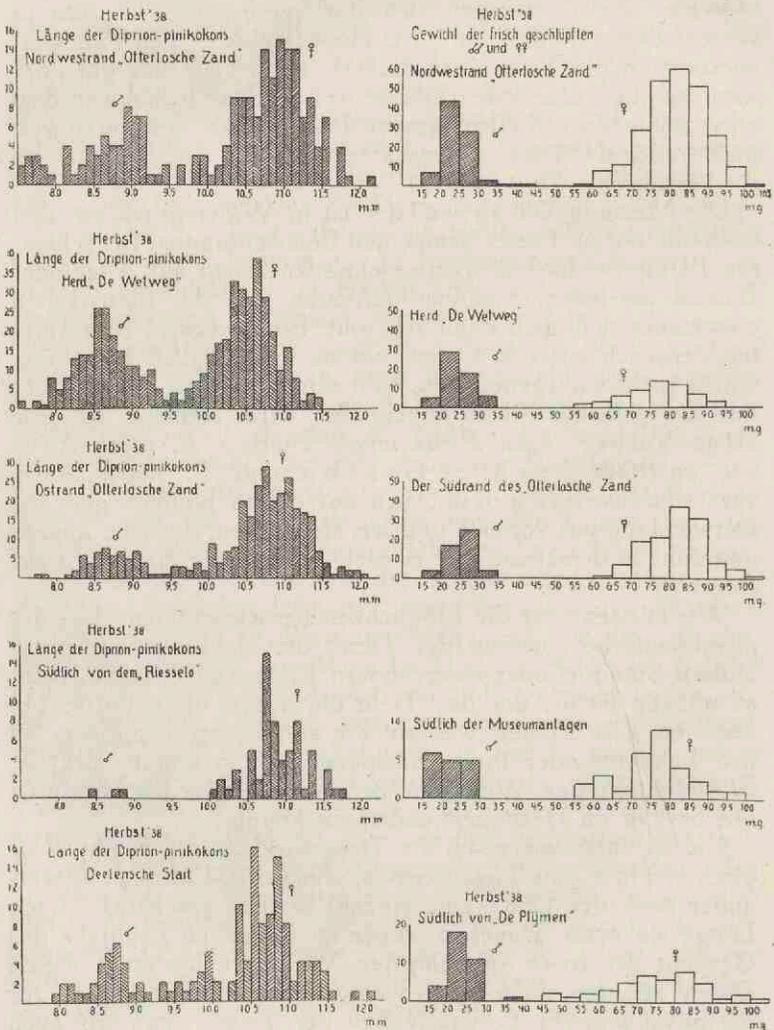
Wir müssen aber die Möglichkeit berücksichtigen, dass der physiologische Zustand der Tiere, die Nahrung von einem andern Standort oder einer andern Kiefernart erhalten, nicht so günstig ist als der der Tiere die das richtige Futter bekommen. Die Folgen werden wir erst später bemerken bei den Imagines oder ihren Nachkommen. So könnte z.B. die Eiproduktion der Weibchen herabgesetzt werden, wodurch die Seuche an Heftigkeit einbüßen könnte.

Um zu untersuchen, ob die Tiere wirklich in eine physiologisch weniger gute Lage geraten, wurde 1938 an weit auseinander liegenden Orten eine Anzahl Kokons gesammelt, deren Länge ich mass. Daneben wurde im folgenden Frühjahr das Gewicht der frisch geschlüpften Weibchen bestimmt. Beide Daten könnten mehr oder weniger ein Mass ergeben, für die physiologische Beschaffenheit der Tiere, wenn wir auch

damit rechnen müssen, dass es noch andere Faktoren gibt, die das Resultat beeinträchtigen.

Wenn wir die Blattwespen hungern lassen, werden immer die Kokons kleiner und ihr Gewicht deutlich geringer. In einem Versuch war das Gewicht der Kokons der gut gefütterten Tiere durchschnittlich 0,112 gr, das Gewicht der Kokons der „Hungertiere“ nur 0,097 gr.

Ist also die Entwicklung der Blattwespen an verschiedenen Orten sehr verschieden, so können wir bei den Kokons einen Längenunterschied und einen Gewichtsunterschied erwarten. Die graphischen Darstellungen über die Länge der Kokons zeigen nur wenig Unterschied zwischen den verschiedenen Orten. Es sieht aus, als ob die Gipfel im Muster, das ge-



sammelt wurde auf dem „Otterlosche Zand“ in der Umgebung von „De Wetweg“, im Vergleich mit den andern Mustern, etwas, aber nur sehr wenig, nach links verschoben sind. Die Futterkonkurrenz, die die Tiere einander in diesem überbevölkerten Herd machen ist wahrscheinlich die Ursache davon. In diesen Mustern ist also die einzige Stelle, wo die Tiere sich wahrscheinlich etwas schlechter entwickelt haben, eben die Stelle, wo die Tiere herrühren.

Die Unterschiede sind sehr gering in den verschiedenen Gebieten, so dass die Meinung G ö s s w a l d s hierdurch nicht gestützt wird.

Vergleichen wir die graphischen Darstellungen der Gewichte der frisch geschlüpften Weibchen verschiedener Orte, so sehen wir auch hier nur einen geringen Unterschied. Der Gipfel in der graphischen Darstellung von „De Wetweg“ scheint auch etwas nach links verschoben zu sein im Vergleich mit den andern Mustern. Eine mögliche Erklärung dafür habe ich oben schon gegeben. Die beiden letzten Darstellungen zeigen einige Unregelmässigkeiten, was zweifelsohne auf die geringe Anzahl der untersuchten Kokons zurückzuführen ist.

S c h e d l (1938) fand für *Diprion pini* L., dass an einem Fundort eine gewisse Korrelation besteht zwischen Kokonlänge oder Kokondurchmesser und der Eiproduktion des darausschlüpfenden Weibchens. Bei an verschiedenen Orten gesammelten Kokons fand er aber Unterschiede in Eiproduktion von 100% bei gleicher Kokongrösse. Das ist also etwas ganz anderes als bei andern Grossschädlingen des Waldes gefunden worden ist, z.B. bei der Nonne und *Bupalus*. Dort kann man bei gleicher Puppengrösse auf gleiche Fruchtbarkeit der betreffenden Individuen schliessen, was hier nicht der Fall ist. Das Gewicht der Weibchen wird wahrscheinlich ein viel besseres, absolutes, Mass sein für ihre Eiproduktion. Das ist aber noch nicht untersucht worden.

Wir können also aus obigen Daten über Kokonlänge und Gewicht der frisch geschlüpften Weibchen keine Folgerungen ziehen, weder über die Eiproduktion noch über die Entwicklungsmöglichkeit der *Diprion*-Stämme an verschiedenen Orten. Aber trotzdem machen die an verschiedenen Orten gefundenen Zahlen es noch gar nicht annehmbar, dass die Blattwespe sich ausserhalb der Gebiete wo sie herrührt, schlecht entwickeln sollte. Das kann also nicht die Ursache davon sein, dass sie ausserhalb dieser Gebiete gewöhnlich so schnell wieder verschwindet. Die Erklärung dieses Phenomens haben wir nicht bei den Blattwespen selbst und ihrer etwaigen guten oder weniger guten Entwicklung zu suchen, sondern bei ihren Raubfeinden und in geringerem Mass auch bei ihren Parasiten.

## B. Der Einfluss des Klimas auf die Entwicklung der *Diprion pini* Seuche.

Eine Untersuchung über die Rolle die das Klima bei der Entwicklung von *Diprion pini* L. spielt, fiel ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit. Nur einige beiläufige Beobachtungen darüber will ich hier erwähnen.

Die Blattwespen zeigen beim Ablegen ihrer Eier eine Vorliebe für sonnige, geschützte Stellen, besonders für die Südränder der Wälder und für Bestände an Wegen. Gösswald (1935) fand, dass die Entwicklung der Larven durch eine höhere Temperatur erheblich beschleunigt wird. Die Vorliebe für Südränder ist hiermit in Übereinstimmung, weil die Temperatur hier ohne Zweifel höher sein dürfte als zwischen den Kronen des geschlossenen Hochwaldes. Auf dem „Bent“, wo die Bäume ringsum freistehen und also den ganzen Tag besonnt werden, findet das Tier ebenfalls günstige Temperaturverhältnisse.

Die Larven von *Diprion pini* L. sind direkt nur wenig empfindlich für Regen. Während einer Regenperiode fressen sie aber nicht und kriechen dicht aufeinander. Eine lange Regenperiode verzögert dadurch erheblich ihre Entwicklung.

Meiner Meinung nach ist dies die Ursache dafür, dass die Larven im Spätsommer 1939 ungefähr drei Wochen später sich einzuspinnen begannen als im Jahre vorher. Besonders während der Entwicklung der zweiten Generation, doch auch bei der ersten Generation sehen wir oft, dass die Larven in oder nach einer solchen Regenperiode von einer Bakterienkrankheit befallen werden, wodurch viele Tiere sterben. So wurden die Tiere, die sich am 15. Oktober 1939 noch nicht eingesponnen hatten, fast alle krank und starben.

In der Literatur wird oft berichtet, dass ein starker Schlagregen, besonders während der ersten Frassstadien, plötzlich der Seuche ein Ende machen kann, weil hierdurch die Tiere zu Boden fallen, nicht im Stande sind emporzukriechen und sterben. Andere Autoren dagegen geben an, dass selbst der stärkste Regen den älteren Larven wenig schadet.

Ich habe oft beobachtet, dass bei plötzlichem starken Regen oder Hagel viele ältere Larven hinunterfallen. Nach kurzer Zeit sieht man aber die Tiere wieder an den Bäumen emporkriechen und nach einigen Stunden haben sie sich meistens wieder zu dichten Gesellschaften vereinigt.

Im Frühjahr 1940 wurden einige Versuche mit künstlichem Regen angestellt der viel schwerer war als er hier je im Freien fällt. Diesem Regen wurden Eiräupchen und junge Larven auf abgeschnittenen Ästen ausgesetzt. Nur sehr wenige Tiere fielen zu Boden und gingen zu Grunde. Der übergrosse Teil blieb auf den Ästen und die Tiere kröchen dicht zusammen.

Eine längere Regenperiode, besonders bei nicht zu niedrigen Temperaturen im Winter, hat einen ungünstigen Einfluss auf

die Entwicklung der unter der Bodendecke überwinterten Kokons, weil dann viele Kokons einigen parasitären Pilzen zum Opfer fallen. Günstig für die Entwicklung der Kokons ist ein trockener kalter Winter. Scheidter (1934) meint sogar, dass die Blattwespen, die nicht einer strengen Kälte ausgesetzt werden, nicht normal schlüpfen, sondern kürzere oder längere Zeit überliegen.

Übrigens wird eine höhere oder niedrigere Temperatur auf die Entwicklung der Kokons nur wenig Einfluss ausüben. Gösswald (1935) fand bei seinen Temperaturversuchen, dass die Larven in den Kokons nur sehr wenig temperaturempfindlich sind; eine höhere Temperatur hat fast keine beschleunigende Wirkung auf ihre Entwicklung. Das Schlüpfen der Kokons wird daher wahrscheinlich nicht von der in dieser Zeit herrschenden Temperatur bestimmt, sondern muss von inneren Faktoren abhängig sein. Auch die Verhältnisse während des letzten Larvenstadiums spielen gewiss eine Rolle (siehe S. [19]).

Weiter sei noch betont, dass die Witterungsverhältnisse während der Flugzeit der Imagines von grosser Bedeutung für die Entwicklung der Seuche sind. Bei schlechtem regnerischem Wetter kommen die Tiere zwar zum Vorschein, aber sie legen ihre Eier nicht oder nur sehr langsam ab. Ich habe dies verschiedene Male beobachtet. Sind sie aber einmal mit dem Eilegen beschäftigt, dann fahren sie damit fort, selbst bei ziemlich ungünstiger Witterung. Nur bei starkem Regen wird das Ablegen der Eier unterbrochen und die Weibchen suchen eine geschützte Stelle an der Unterseite eines Zweiges. Wird das Wetter nach kurzer Zeit wieder gut, dann fangen sie aufs neue zu legen an, meistens auf demselben Trieb.

#### Die natürlichen Feinde und Krankheiten von *Diprion pini* L.

Auch die natürlichen Feinde und Krankheiten spielen eine wichtige Rolle bei der Regulierung der *Diprion*-Seuche. Der Eiparasit *Achrysocharella ruforum* Krausse hat in dieser Hinsicht die grösste Bedeutung, er wird daher im folgenden Kapitel besonders besprochen. Die Kokonparasiten sind weniger wichtig. Einige Raubfeinde dagegen sind wieder von grosser Bedeutung. Sie sind die Ursache, dass die Blattwespen, die sich aus den Herden über die umliegenden Wälder verbreiten, sich meistens in diesen Gebieten nicht behaupten können und hier schliesslich wieder verschwinden, bis zum Auftreten einer neuen Infektion aus den Herden. Wie ich bereits erwähnt habe, wird von den roten Waldameisen (*Formica rufa polycheta* Bondr., *F. rufa polycheta* var. *piniphila* Schenck., *F. pratensis* Goeze und *F. exsecta* Nyll.) und einigen Mäusearten (*Evotomys glareolus glareolus* Schreiber und *Apodemus sylvaticus* L.) eine grosse

Menge von Larven und Kokons vernichtet. Es zeigte sich, dass diese Tiere gerade auf dem „Bent“ viel weniger vorkommen oder sogar ganz fehlen (siehe unten). In den Wäldern auf besserem Boden finden wir sofort eine grosse Anzahl von Raubfeinden, wodurch die Seuche hier meistens ziemlich schnell unterdrückt wird.

Die Bedeutung der Kokonparasiten ist, wie wir schon sagten, gering. In der Tabelle auf Seite [64] sehen wir, wie gross der Anteil der verschiedenen Parasiten an der Vernichtung der Kokons ist. Niemals war der totale Parasitierungsprozentsatz so gross, dass dies einen starken Rückgang der Seuche zur Folge hatte.

In den Herden ist die Parasitierung der Kokons etwas stärker als an anderen Gebieten, aber auch in den ersterwähnten Gebieten ist sie nicht so gross, dass dadurch die Zahl der Blattwespen bedeutend herabgesetzt und die Seuche weniger gefährlich wird.

Vergleichen wir die Zunahme der Kokonparasitierung an einem Ort in den verschiedenen Jahren, z.B. südlich von „De Plijmen“, so sehen wir, dass der Parasitierungsprozentsatz allmählich grösser geworden ist. Diese Zunahme erfolgt aber zu langsam um von grosser Bedeutung für die Regulierung der Seuche sein zu können. Nachdem die Seuche in dem Herd südlich von „De Plijmen“ fünf Jahre geherrscht hatte, betrug die Parasitierung im Sommer 1940 durch tierische Feinde nur noch 60 % (21 % der Kokons war von Ichneumoniden befallen und 39 % von Fliegen).

Wir wollen nun nacheinander die Raubfeinde und Parasiten, die wir auf „De Hoge Veluwe“ beobachtet haben kurz erwähnen und nur die wichtigsten etwas ausführlicher besprechen.

Eine Literaturübersicht aller bisher bekannten tierischen Parasiten und Feinde von *Diprion* findet man bei Escherrich (1940), S. 77—99.

### I. Pilze und Bakterien.

Die unter der Bodendecke überwinternden Kokons werden oft grösstenteils von parasitären Pilzen vernichtet. Auch die Sommerkokons werden wohl angegriffen, aber viel weniger.

Der Inhalt der Kokons wird hart, schrumpft zusammen und ist schliesslich mit einer grauen oder weisslichen Pilzmasse überdeckt. Ich glaube feststellen zu können, dass besonders in feuchten, nicht zu strengen Wintern die Zahl der von Pilzen vernichteten Kokons viel grösser ist als in kalten, trockenen Wintern. Es ist begreiflich, dass in dieser Weise eine grössere Zahl der länger überliegenden Kokons vernichtet wird, weil sie dem Reegen so viel länger ausgesetzt sind.

Im „Centraal Bureau voor Schimmelcultures“ in Baarn wurde der wichtigste Pilz bestimmt als *Bauveria densa*

Vuill., ein bekannter Insektenpilz, der noch viele andere Insekten tötet.

De Fluiter (1932) erwähnt, dass in seinen Mustern, im Jahre 1931 gesammelt, sehr viele Kokons von diesem Pilz befallen waren. Daneben fand er noch eine andere parasitäre Pilzart, die als *Scopulariopsis brevicaulis* var. *alba* Thom. bestimmt wurde.

In der Tabelle auf Seite [64] sehen wir, wieviel % der Kokons ungefähr von Pilzen vernichtet wird. Wir müssen aber dabei die Bemerkung machen, dass der Unterschied mit vertrockneten Kokons oft sehr schwer festzustellen ist; deshalb sind die Zahlen der verpilzten und vertrockneten Kokons nicht auseinander gehalten.

Besonders in der zweiten Generation von *D. pini* L. sehen wir oft eine Anzahl Raupen, die eine hellbraune Verfärbung zeigen. Nach kurzer Zeit wird diese Farbe dunkler, die Raupen fressen nicht mehr und werden schlaff; sie sterben nun bald. Manchmal gelingt es den Larven noch sich einzuspinnen; sie sterben auch dann bald und man findet in den Kokons eine schlaffe, sehr übel riechende Masse.

Für diese Krankheit ist wahrscheinlich eine Bakterie verantwortlich. Shiperovitsch (1927) erwähnt eine derartige Krankheit in den Wäldern der Ukraine, wo diese Krankheit alle Larven restlos vernichtete und damit die ganze Gradation beendete. Er beschrieb den von ihm isolierten Erreger als *Bacillus septiciimiae lophyri*.

Die Krankheit greift sehr schnell um sich und besonders wenn während der Frassperiode der zweiten Generation eine längere Regenzeit auftritt, sehen wir, dass sehr viele Larven dieser Krankheit zum Opfer fallen. Man sieht oft, dass die Raupen in den Kolonien in einigen Stunden sich braun färben, schlaff werden und sterben. Das war sehr stark der Fall im Jahre 1939. Fast alle Tiere, die sich am 18. Oktober noch nicht eingesponnen hatten, wurden nach kurzer Zeit krank. Am 18. Oktober fing eine Regenperiode an.

Grosse Schwierigkeiten bereitet diese Krankheit oft bei Zuchtversuchen in Käfigen oder im Thermostat. Sobald nur eine Larve diese Krankheit bekommt, kann man erwarten, dass sie alle dadurch in kurzer Zeit zugrunde gehen. Desinfizieren der Zuchträume mit Formol oder Sublimat hilft nicht viel, weil das Futter oder die darauf gebrachten Tiere meistens schon infiziert sind. Dadurch ist es mir z.B. im Frühjahr 1940 nicht gelungen Tiere in einem Brückenthermostat aufzuziehen.

Es wird der Mühe wert sein und es ist deshalb auch wünschenswert zu untersuchen, ob es bei der Bekämpfung einer schweren *Diprion*-Gradation möglich wäre eine künstliche Infektion mit dieser Krankheit herbei zu führen.

## II. Raubfeinde.

### Säugetiere.

Unter den Säugetieren spielen die Mäuse, vor allem *Apodemus sylvaticus sylvaticus* L. (Waldmaus) und *Evotomys glareolus glareolus* Schreiber (Waldwühlmaus) auf „De Hoge Veluwe“ eine wichtige Rolle. Daneben wird in der Literatur auch Frass von *Microtus arvalis arvalis* Pallas (Feldmaus) erwähnt.

De Fluiter (1932) fand bei einem starken *Diprion*-Befall, dass die Magen der in diesem Gebiet gefangenen Waldmäuse (*Apodemus sylvaticus* L.) ganz gefüllt waren mit erwachsenen, den Kokons entnommenen Blattwespenlarven.

Die Waldmaus öffnet die Kokons, indem sie dieselben erst an einer Spitze mit den Zähnen zusammenkneift und dann ein regelmässiges rundes Kämpchen davon losreisst. So entsteht eine Öffnung, die etwas grösser ist als die normale Öffnung, wodurch die *Diprion*-Imagines ihre Kokons verlassen. Man kann daran die von den Waldmäusen verursachte Beschädigung sofort erkennen. Am Rande der Öffnung, sieht man oft, die Eindrücke der Mäusezähne.

Ausser dieser Beschädigung finden wir oft noch andere, die von Mäusen verursacht werden, wobei sehr unregelmässige grosse Lappen abgerissen worden sind. Meine Fütterungsversuche mit *Apodemus sylvaticus sylvaticus* L. und *Evotomys glareolus glareolus* Schreiber zeigten, dass die letzt erwähnte Art tatsächlich die Kokons in dieser Weise öffnet, während es sich herausstellte, dass das obengenannte regelmässige Frassbild von der Waldmaus herrührt.

Oft finden wir unter der Vegetationsdecke noch Kokons die auf andere Weise beschädigt worden sind. Sie sind mittels eines kleinen unregelmässigen Lämpchens aufgerissen, das meistens an einer Seite am Kokon befestigt bleibt. Ich halte es für wahrscheinlich, dass diese Frassbeschädigung von einer oder mehreren Spitzmausarten verursacht wird. Der Fang von *Sorex araneus araneus* L. (Waldspitzmaus) und *Sorex minutus minutus* L. (Zwergspitzmaus) in diesen Gebieten macht diese Annahme wahrscheinlich.

Letztgenannter Frass wird von Schedl (1935) auch aus Danzig erwähnt. Er ist aber der Meinung, dass Spechte die Kokons in dieser Weise öffnen.

Ich glaube aber nicht, dass die Spechte auf „De Hoge Veluwe“ als Vertilger der Blattwespen Kokons von Bedeutung sind. Sie kommen hier nicht soviel vor, dass man die oft ziemlich grossen Mengen der in dieser Weise geöffneten Kokons dadurch erklären kann.

Ich sah im Herbst und Winter nur selten, dass die Spechte sich auf dem Boden in denselben Gebieten herumtrieben, wo sich auch viele Kokons von *Diprion pini* L. unter der Vegetationsdecke befanden. Es bleibt aber möglich, dass die Spechte

an einer solchen Beschädigung der Kokons beteiligt sind. Leider konnte dies nicht durch Fütterungsversuche nachgeprüft werden. Die Beschädigung die wir auf „De Hoge Veluwe“ fanden, ist jedenfalls von Mäusen oder Spitzmäusen verursacht worden. Sie öffnen die Kokons auf obenbeschriebene Weise und ziehen die sich darin befindende Larve durch diese kleine Öffnung heraus. Diese Annahme wird stark gestützt durch verschiedene Funde, wobei die Kokons in Mengen von 20—30 Stück in einem Mäuse- oder Spitzmäuseloch zusammen lagen. Wie wir aber bereits erwähnten ist es leider nicht gelungen diese Tatsache nachzuprüfen mittels Fütterungsversuche.

Es fällt auf, dass in den „Bentgebieten“, in den Herden von *Diprion pini* L also, die Mäuse nur in der Nähe der Anflugkiefern zu finden sind. Besser gesagt, man findet sie nur unter solchen Anflugkiefern, wo sich eine Streudecke von Nadeln befindet. In einiger Entfernung von den Bäumen findet man keine Mäusegänge unter der Bodendecke und die Blattwespen, die sich hier eingesponnen haben, werden also geschont. Die Vegetation besteht hier, wie wir bereits in Kapitel III sagten, aus einer Flechtenschicht, die nur wenige Zentimeter dick ist, oder aus dichten Moospolstern. Offenbar können die Mäuse in diesen festen Polstern keine Gänge machen.

In den Wäldern mit reichem Bodenwuchs und einer dichten Rohhumusdecke findet man dagegen recht viel Mäusegänge und hier wird oft eine erhebliche Anzahl der Kokons von den Mäusen vernichtet. In einem ungefähr 50 Jahre alten Kiefernwald mit dichter Moosdecke in „De Rips“ bei Deurne (Noord Brabant) waren von 141 gesammelten *Diprion*-Kokons 91 von Mäusen geöffnet. Im Herbst 1938 vernichteten die Mäuse in einem Waldkomplex längs der alten Landstrasse Otterlo-Hoenderloo auf „De Hoge Veluwe“ 100 % der Kokons.

An verschiedenen Orten mit sehr verschiedener Bodenvegetation wurden im Herbst 1938 Kokonproben gesammelt wovon der Mäusefrass bestimmt wurde. Es hat keinen Zweck hier die genauen Zahlen zu nennen, denn diese geben kein richtiges Bild des Mäusefrasses in den verschiedenen Gebieten. Die Mäuse haben nämlich die Gewohnheit die Kokons nach einem bestimmten Ort zu schleppen und sie erst dann aufzureissen und zu entleeren. So fand ich oft 20—25, einmal sogar 35, aufgerissene Kokons bei einem Mäuseloch. Trifft man beim Probesammeln zufälligerweise solche Stellen, so kann die Vernichtung der Kokons durch Mäuse erheblicher scheinen als sie in Wirklichkeit in diesen Gebieten ist.

Obendrein wurden die Muster im November 1938 und Februar 1939 gesammelt, während vor dem Schlüpfen der Imagines im Frühjahr oder im Juli noch wieder eine Anzahl

Kokons durch Mäuse vernichtet wird. Im Juli wurde kein Muster der im Boden überliegenden Kokons gesammelt, so dass ich nicht angeben kann, wieviel Kokons der Herbstgeneration 1938 schliesslich von Mäusen vernichtet worden sind.

Ich habe nicht untersuchen können, wie es sich mit der Verbreitung der Mäuse in den verschiedenen Gebieten und in den verschiedenen Waldtypen verhält. P. J. Nieuw-dorp hat im Jahre 1941 eine Untersuchung über die Verbreitung der Mäuse und Spitzmäuse auf „De Hoge Veluwe“ angestellt. Über das vorläufige Resultat kann ich mit seiner Erlaubnis folgendes mitteilen.

Die Waldspitzmaus kam hier und da in nicht grossen Mengen vor; die Zwergspitzmaus wurde nur an feuchten Stellen wahrgenommen und ebenso nicht häufig. Die ziemlich geringe Anzahl der gefangenen Spitzmäuse ist vielleicht auf Fehler in der Fangtechnik zurückzuführen, sie dürfte also kein richtiges Bild über das Vorkommen dieser Tiere ergeben.

Die Maus, die am meisten gefunden wurde, ist die Waldwühlmaus (*Evotomys glareolus glareolus* Schreiber). Besonders häufig findet man sie in Wäldern auf etwas feuchtem Boden, mit struppigem Bodenwuchs und einer dicken Moosdecke oder Rohhumusdecke. In demselben Gebiet findet man auch die Waldmaus. Aus den verschiedenen Fängen erwies sich, dass letztere eine deutliche Vorliebe für etwas trockenere Wälder hat. Zumal in Beständen mit dichtem, niedrigem Bodenwuchs und viel Trockenholz auf dem Boden sind sie häufig.

In den alten Kiefernwäldern auf „De Hoge Veluwe“ fing Nieuw-dorp nur wenig Mäuse, obwohl der Boden durchpflügt war von Mäusegängen. Die in dieser Streudecke liegenden *Diprion*-Kokons wurden zum grössten Teil vernichtet. Offenbar gehört ein solcher Wald zum Jagdgebiet der Mäuse; man findet im Wald nur wenig Mäuselöcher. Die meisten Mäuselöcher findet man am Rande des Waldes und nicht in der Mitte; am Rande fängt man daher auch die meisten Tiere.

Auf dem „Bent“ fing Nieuw-dorp die Mäuse nur in der Nähe der Kiefern. In diesem Gebiet findet man fast keine Mäuselöcher; es sieht aus, alsob die Mäuse hier ein grosses Jagdgebiet haben. Sie gehen offenbar über den Boden von Baum zu Baum. In der Nadelstreu unter den Bäumen machen die Mäuse viele Gänge, dabei finden sie die meistens Kokons der Tiere, die sich hierin der Streudecke eingesponnen haben und sie reissen sie auf. Die Kokons der Blattwespen, die zwischen den Moosen und unter den Flechten liegen zwischen den Anflugkiefern, finden die Mäuse also nicht.

In der Literatur (Eykman 1937, u.s.w.) wird berichtet, dass die Waldwühlmaus hauptsächlich auf Pflanzennahrung

angewiesen ist, während die Waldmaus in Frühjahr und Sommer viel tierische Nahrung aufnimmt. In Gefangenschaft fressen aber beide Arten die dargebotenen *Diprion*-Kokons. Die im Freien gefundenen Frassbeschädigungen zeigten, dass hier beide Arten während einer *Diprion*-Kalamität grosse Mengen der Kokons vernichteten.

Von den Säugetieren, die *Diprion*-Kokons fressen, nennen wir ferner noch das Eichhörnchen. Besonders im Sommer sehen wir, wie es die oberirdisch an Ästen und Stämmen eingespannenen Kokons aufreisst und den Inhalt frisst. Die Beschädigung ähnelt dem von der Waldwühlmaus verursachten Frassbild. Es reisst grosse unregelmässige Lappen von den Kokons. Der Frass des Eichhörnchens ist nicht bedeutend, nicht viel Kokons werden vernichtet.

### Vögel.

Über die Vögel als Raubfeinde das Folgende: In den verschiedenen Jahren meiner Untersuchungen habe ich nie Scharen von Vögeln wahrgenommen, die sich an der Vernichtung der *Diprion*-Kokons beteiligten, wie das zum Beispiel im Jahre 1940 bei einer Seuche von *Tortrix viridana* L. auf der Veluwe der Fall war. Grosse Scharen von Staren setzten sich auf die befallenen Eichen und machten in dieser Weise an vielen Stellen der Seuche ein Ende. Nur dann und wann beobachtete ich Vögel, die allein oder in kleinen Gruppen *Diprion*-Kokons aufspürten.

Besonders im Sommer sieht man wie die verschiedenen Meisenarten die Kokons aufhacken und den Inhalt herausziehen. Die folgenden Arten wurden hier wahrgenommen: Kohlmeise (*Parus major major* L.), Blaumeise (*P. caeruleus caeruleus* L.), Tannenmeise (*P. ater ater* L.), Mitteleuropäische Haubenmeise (*P. cristatus mitratus* Brehm) und die Westliche Nonnenmeise (*P. palustris longirostris* Kleinschm.). Nur dann und wann sah ich Meisen, die Blattwespenlarven fressen.

Oft aber wurde gesehen, dass die Misteldrossel (*Turdus viscivorus viscivorus* L.) Larven verzehrte.

Der Vögelfrass war auf „De Hoge Veluwe“ in den Jahren 1938—1941 nicht von Bedeutung.

Eine Übersicht der europäischen Vögelarten, die Larven oder Kokons von *Diprion pini* L. fressen, findet man bei Vietinghoff (1928).

### Insekten, als Feinde von *Diprion pini* L.

Wie wir bereits erwähnten, sind in lokal begrenztem Umfang die roten Waldameisen sehr wichtig als Mortalitätsfaktor hinsichtlich der erwachsenen *Diprion*-Larven. Die folgenden Arten und Varietäten sind mehr oder weniger wich-

tig: *Formica rufa polyctena* Bondr., *F. rufa polyctena* var. *piniphila* Schenck., *F. pratensis* Goetze und *F. exsecta* Ny l.

Die Larven der Blattwespen werden gewöhnlich erst angegriffen, nachdem sie ihren Frassbaum verlassen haben und an einem hohen Gegenstand emporgekrochen sind, wo sie sich zum letzten Mal häuten. Danach kriechen sie noch eine kurze Strecke über den Boden und suchen einen geeigneten Ort zum Einspinnen. In diesem Stadium werden die wenig widerstandsfähigen Larven von den Ameisen angegriffen.

Es ist also deutlich, dass besonders die Larven der zweiten Generation angegriffen werden, weil sehr viele Larven der ersten Generation ihren Frassbaum überhaupt nicht verlassen und sich in den Kronen einspinnen.

In der Nähe des Laboratoriums in Hoenderloo wurde bei einem Versuch eine Anzahl Larven auf einem Baum ausgesetzt, auf dem *Lasius fuliginosus* Latr. ihre Blattlaus besuchte. Diese Ameisen griffen die Larven wohl auf dem Baum an und noch bevor letztere das Einspinnstadium erreicht hatten, waren sie zum grössten Teil fortgeschleppt. Im Freien habe ich etwas derartiges nie beobachtet, dieser *Lasius* erbeutet nur selten *Diprion*-Larven.

Die übrigen auf „De Hoge Veluwe“ vorkommenden Ameisenarten haben für die Vernichtung der Kokons wenig oder gar keine Bedeutung. *Tetramorium caespitum* L. auf dem „Bent“, tötet Larven und frisst den Inhalt der Kokons, die sich zufällig in der Nähe ihrer Nester befinden, aber sonst lassen sie sie ungestört. Diese Art hat also keine Bedeutung für das Aufräumen der *Diprion*-Larven in den Herden.

Wenn wir die Verbreitung der roten Waldameisen betrachten, sehen wir, dass sie in den „Bent“-Gebieten fast ganz fehlen. Nur an einer einzigen Stelle, südlich von „De Plijmen“, fanden wir 1940 ein kleines junges Nest von *Formica pratensis* Goetze. In den ringsum liegenden Wäldern auf besserem Boden findet man überall rote Waldameisen, in oft erheblichen Mengen.

Quispel (1941) untersuchte die Verbreitung der Ameisen auf „De Hoge Veluwe“; über die hier für uns wichtigen Arten berichtet er:

*Formica exsecta* Ny l.: Die Art ist allgemein auf „De Hoge Veluwe“. Sie kommt vorzugsweise in Waldrändern unter oder zwischen Eichenschlagholz vor. Die Kolonien bestehen gewöhnlich aus mehreren, mit einander mittels Ameisenstrassen verbundenen Nestern. Es hat den Anschein, dass diese Art zum grössten Teil von Blattlausbesuch lebt und die Jagd weniger Bedeutung hat. Für die Regulierung der *Diprion pini* Seuche ist sie weniger wichtig als die anderen Arten, weil sie auf „De Hoge Veluwe“ ihre Nester am meisten dort anlegt, wo wenig Kiefern stehen. Es ist die kleinste Art der

roten Waldmeisen, sie ist wahrscheinlich nicht so gut im Stande die sehr widerstandsfähigen Blattwespenlarven zu erbeuten.

Die Nester von *Formica rufa polyctena* Bondr., *F. rufa polyctena* var. *piniphila* Schenk. und *Formica pratensis* Goetze liegen überall auf „De Hoge Veluwe“ verbreitet. Die ökologischen Anforderungen, die diese Arten an ihre Nestgebiete stellen, sind offenbar nicht sehr verschieden.

Sie zeigen keine Vorliebe für Kiefernreinbestände, im Gegenteil liegen die Nester oft in der Nähe von Laubholz, auf dem sie ihre Läuse besuchen. Die Nester liegen meistens an sonnigen geschützten Orten.

Die obenerwähnten Arten leben alle von Blattlausbesuch und von der Jagd. Das Verhältnis zwischen diesen beiden Futterquellen ist bei den verschiedenen Kolonien verschieden und wechselt wahrscheinlich auch mit der Jahreszeit. Es ist auch denkbar, dass die Ameisen sich auf eine bestimmte Nahrung spezialisieren, wenn diese reichlich geboten wird.

Eidmann (1930) fand bei einem starken Blattwespenbefall, dass die Ameisen am meisten diese Larven nach ihren Nestern beförderten z.B. von 152 in einer Stunde erbeuteten Tieren waren 128 Blattwespenlarven. Bei andern Zählungen fand er unter 176 und 201 in einer Stunde erbeuteten Tieren 130 bzw. 134 Blattwespenlarven.

Die Ameisenkolonien bestehen oft aus mehreren Nestern, besonders die Kolonien von *Formica rufa polyctena* Bondr. Die Nester sind miteinander mittels Ameisenstrassen verbunden. So fand man auf dem „Kemperberg“ eine Riesenkolonie, die eine Oberfläche von mehr als 1 Quadratkilometer einnahm. Derartige Kolonien, die ein solches grosses Gebiet beherrschen, sind selbstverständlich für die Vernichtung von Blattwespen sehr wichtig. Die letztgenannte Art ist darum in dieser Hinsicht als die wichtigste zu bezeichnen. Eine eventuelle künstliche Verbreitung der Ameisen, um den Wald so viel wie möglich vor Insektenfrass zu schützen, wäre also vorzugsweise mit dieser Art zu versuchen.

Die Beobachtungen in den verschiedenen Gebieten lassen vermuten, dass diese Raubfeinde in den Wäldern auf gutem Boden, wo sie häufig vorkommen, im Stande sind, die *Diprion*-Larven fast völlig zu vernichten, so dass die Seuche bis auf die Herde beschränkt wird.

Die übrigen hier vorkommenden Raubfeinde sind weniger wichtig für die Regulierung der Gradation von *Diprion pini* L. Südlich von „De Plijmen“ sah ich oft, dass einige Wanzenarten die Eier von *Diprion* anstachen und aussogen. Die Eier färbten sich braun und schrumpften ein. Die Arten wurden leider nicht bestimmt.

Es gibt auch einige Wanzen, welche die Larven angreifen, wenn diese noch jung sind. Gäbler (1936) fand z.B. als

Raubfeind von *Diprion*-Larven *Picromerus bidens* L. Diese Wanzen sind nicht spezialisiert auf *Diprion*, sondern sie sind — allerdings mit bestimmter Auswahl — polyphag.

Die jungen Larven werden auf „De Hoge Veluwe“ oft von Larven von *Anatis ocellata* L. (Coleoptera, Chrysomelidae) erbeutet. Auch *Rhaphididen*-Larven nahm ich einige male wahr.

Von den Raubfeinden, die die Kokons vernichten, nennen wir nur die Elateridenlarven (Coleoptera). Sie machen eine oder mehrere unregelmässige kleine Öffnungen in die Kokons, durch welche sie hineindringen um den Inhalt zu fressen. Dieser Frass hat auf „De Hoge Veluwe“ nie grosse Ausmasse angenommen. Schedl (1938) berichtet aber, dass in einigen Jagten in Danzig 12 % der Kokons von Elateridenlarven vernichtet wurden; Nägeli 1936) fand in der Schweiz ungefähr denselben Wert für die unterirdisch eingesponnenen Kokons von *Nematus*-Arten.

### III. Die tierischen Parasiten von *Diprion pini* L.

Da wir den Eiparasiten aus praktischen Gründen besonders behandeln beschränken wir uns hier auf den Kokonparasiten. Wie bereits gesagt, war die Kokonparasitierung nur selten von grosser Bedeutung für die Regulierung der *Diprion pini* Gradation. Selbst in dem ältesten Herd auf „De Hoge Veluwe“, südlich von „De Plijmen“, haben die Parasiten sich im Laufe von vier oder fünf Jahren nicht so stark entwickelt, dass hierdurch schliesslich die Zahl der Blattwespen erheblich geringer wurde. Betrachten wir zum Beispiel die Probe, die im Herbst 1938 südlich von „De Plijmen“ gesammelt wurde, dann sehen wir, dass 55 % der Kokons von tierischen Parasiten befallen war (17,5 % von Ichneumoniden und 37,5 % von Fliegen). Von diesem Muster schlüpfte 41 % der Kokons normal. Die übriggebliebenen Tiere veranlassen infolge ihrer starken Vermehrung wiederum eine kräftige Entwicklung der Kalamität. Wenn nicht 90—95 % der Kokons vernichtet sind, kann man keine dauernde starke Herabsetzung der Blattwespenzahl erwarten. Ein Weibchen legt 50—130 Eier ab, nach kurzer Zeit wäre also ein durch Raubfeinde und Parasiten entstandener Verlust wieder eingeholt, wenn nicht andere Faktoren diese Entwicklung hemmten.

Vergleichen wir die Parasitierung der Kokons in den Jahren 1938, 1939 und 1940 so sehen wir, dass die stärkste Parasitierung der Kokons in den Herdzentren auftritt und dass dieser Parasitenbefall nach dem Rande des Verbreitungsgebietes etwas geringer wird. Z.B. sind in den Mustern der oberirdisch eingesponnenen Kokons, die im Juli 1939 südlich von „De Plijmen“, beim „De Wet“-Denkmal und südlich der Museumlagen gesammelt wurden, 50, 61 und 49 % der Kokons von Parasiten verlassen. Wir sehen ferner, dass an

den Orten am Rande des Verbreitungsgebietes, welchen die Blattwespen erst im Frühjahr 1939 erreichten, die Parasitierung der Kokons etwas geringer ist. Z.B. sind auf dem „Deelensche Zand“, auf der Grenze von „De Bunt“ im Juli 1939 40 % der Kokons von Parasiten vernichtet worden; im „Bunterbosch“ auf dem Rastel 37 %. In dem Wald südlich von „De Fransche Berg“ waren 44 % der Kokons parasitiert.

Man sieht also zwischen den Herdzentren und den Rändern des Verbreitungsgebietes dieselben Unterschiede, wie wir sie hinsichtlich des Eiparasiten fanden, wenn diese Unterschiede bei den Kokonparasiten auch viel geringer sind. (Siehe Kapitel V).

Auch die Muster der gefüllten Kokons, die im Winter 1938/39 gesammelt wurden, zeigen ungefähr dasselbe Bild, aber viel weniger deutlich. In dem alten Herd, südlich von „De Plijmen“ sind die Kokons am stärksten von Parasiten befallen. Wir müssen hier aber bemerken, dass die Muster hauptsächlich im November und Dezember 1938 gesammelt wurden, bis auf ein einziges Muster im Februar 1939. Nach dieser Zeit dürfte im Freien die Parasitierung der Kokons durch Ichneumoniden zunehmen, weil im Anfang des Frühjahrs eine Anzahl Parasitenweibchen (*Microcryptus*-Arten) aus den *Diprion*-Kokons schlüpfen und sofort andere Kokons anstecken können, worin sie parthenogenetisch ihre Eier ablegen. In den verschiedenen Proben des Winters 1938/39 lagen viele Kokons über bis 1940; eine kleine Anzahl sogar bis 1941. Besonders in diesen länger überliegenden Kokons dürfte die Parasitierung durch Ichneumoniden zunehmen. Aus den Zahlen der Tabelle auf S. kann man daher keine Übersicht über die Situation im Frühjahr oder Sommer 1939 bekommen, weil nur das Endresultat der ganzen Probe von jedem Gebiet berücksichtigt wurde. Zur besseren Orientierung sollten die Kokonproben viel später gesammelt werden, z.B. kurze Zeit vor oder nach dem Schlüpfen der ersten Generation im Frühjahr 1939. Dann wäre es auch möglich gewesen den Prozentsatz der überliegenden sowie der parasitierten Kokons zu bestimmen (siehe auch Thiede 1938).

Tabelle: Die Parasitierung in den Kokonproben.

Es wurden Proben mit gefüllten Kokons gesammelt im Winter 1938/39, im Sommer 1939, im Herbst 1939 und im Sommer 1940, Ein Teil der im Winter 1938/39 gesammelten Kokons lag über. In der Tabelle sind die von Raubfeinden vernichteten Kokons ausser Betracht gelassen.

| Ort   | Gesamtzahl der gefüllten Kokons | Normal geschlüpft % | Parasitierte Kokons |                       |                          |  |                                       | Vertrocknete und verpilzte Kokons % | Total der nicht geschlüpften Kokons % |
|---|---------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
|   |                                 |                     | Ichneumoniden %     | Sturmia inconspicua % | Diplostichos janithrix % | Sämtliche von Fliegen parasitierte Kokons in % | Von tierischen Parasiten vernichtet % |                                     |                                       |
| <b>Im Winter 1938/39 gesammelte Kokons</b>                      |                                 |                     |                     |                       |                          |  |                                       |                                     |                                       |
| Herd „De Wetweg“ . . . . .                                      | 1476                            | 45                  | 11,7                | 6,2                   | 3,2                      | 9,4  | 21,1                                  | 33,5                                | 54,6                                  |
| Zwischen „De Wetweg“ und „Kromme Weg“ . . . . .                 | 699                             | 63,6                | 8,6                 | 7,0                   | 3,4                      | 10,4   | 19,1                                  | 16,8                                | 35,9                                  |
| Nördlich vom „Kromme Weg“ . . . . .                             | 181                             | 63,5                | 6,6                 | 7,2                   | 3,3                      | 10,5   | 17,2                                  | 18,2                                | 35,4                                  |
| Landstrasse Otterlo-Hoenderloo 11,9 km . . . . .                | 389                             | 59,1                | 17,5                | 3,0                   | 0,8                      | 3,9  | 21,4                                  | 19,5                                | 40,9                                  |
| Westlich vom „Kronkelweg“ . . . . .                             | 392                             | 60,0                | 3,8                 | 6,4                   | 3,3                      | 9,7  | 13,5                                  | 26,5                                | 40,0                                  |
| Südrand „Otterlosche Zand“ . . . . .                            | 382                             | 58,1                | 9,6                 | 7,9                   | 2,6                      | 10,5   | 20,1                                  | 21,7                                | 41,8                                  |
| Südrand „Otterlosche Zand“ beim Eingang . . . . .               | 217                             | 63,6                | 13,8                | 4,6                   | 8,3                      | 12,9   | 26,7                                  | 9,2                                 | 35,9                                  |
| Südlich von „De Plijmen“ . . . . .                              | 838                             | 40,9                | 17,4                | 28,5                  | 9,0                      | 37,5   | 54,9                                  | 4,2                                 | 59,1                                  |
| Südlich der Museumanlagen . . . . .                             | 251                             | 47,4                | 10,3                | 3,6                   | 1,6                      | 5,2  | 15,5                                  | 34,6                                | 50,1                                  |
| „Deelensche Start“ . . . . .                                    | 136                             | 62,4                | 11,0                | 5,1                   | 5,9                      | 11,0   | 22,0                                  | 14,0                                | 36,0                                  |
| <b>Sommer 1939, oberirdisch eingesponnenen Kokons.</b>          |                                 |                     |                     |                       |                          |  |                                       |                                     |                                       |
| Beim „De Wet“, Denkmal . . . . .                                | 640                             | 45,4                | 16,0                | 31,7                  | 2,3                      | 34,0   | 50,0                                  | 4,4                                 | 54,4                                  |
| Südlich von „De Plijmen“ . . . . .                              | 1460                            | 35,1                | 21,2                | 29,5                  | 9,9                      | 39,4   | 60,6                                  | 4,3                                 | 64,9                                  |
| Südlich von „De Fransche Berg“, Baum I und VI . . . . .         | 1628                            | 55,0                | 11,3                | 23,5                  | 4,9                      | 28,5   | 44,0                                  | 1,0                                 | 45,0                                  |
| Südlich von De „Fransche Berg“, Baum II—IX (VI nicht) . . . . . | 460                             | 63,5                | 9,2                 | 15,3                  | 8,3                      | 23,6   | 36,3                                  | 0,2                                 | 36,5                                  |
| Südlich der Museumanlagen „Deelensche Zand“ . . . . .           | 1249                            | 45,6                | 28,2                | 15,3                  | 5,0                      | 20,3   | 49,1                                  | 5,3                                 | 54,4                                  |
| „Deelensche Zand“, auf der Grenze von „De Bunt“ . . . . .       | 1815                            | 41,2                | 28,0                | 21,6                  | 4,9                      | 26,5   | 54,7                                  | 4,1                                 | 58,8                                  |
| Bei „De Bunt“ auf dem Rastel . . . . .                          | 298                             | 55,7                | 25,2                | 10,0                  | 4,7                      | 14,7   | 40,2                                  | 4,1                                 | 44,3                                  |
| „Siberie“ . . . . .   | 318                             | 60,0                | 24,5                | 7,9                   | 5,0                      | 12,9   | 37,4                                  | 2,6                                 | 40,0                                  |
|   | 623                             | 50,5                | 25,2                | 15,4                  | 5,0                      | 20,4   | 45,6                                  | 3,9                                 | 49,5                                  |
| <b>Herbst 1939.</b>   |                                 |                     |                     |                       |                          |  |                                       |                                     |                                       |
| „Westerflie“, jedes Eigelegenes einzelnen Weibchens . . . . .   | 1511                            | 84,1                | 0,3                 | 3,5                   | 6,6                      | 10,1   | 10,4                                  | 5,5                                 | 15,9                                  |
| Gemeindewald von Zeist . . . . .                                | 2316                            | 44,0                | 7,2                 | 3,4                   | 4,7                      | 8,1  | 15,4                                  | 40,6                                | 56,0                                  |
| <b>Sommer 1940, oberirdisch eingesponnenen Tiere.</b>           |                                 |                     |                     |                       |                          |  |                                       |                                     |                                       |
| „Kemples“ . . . . .   | 184                             | 35,9                | 23,4                | 14,7                  | 7,6                      | 22,3   | 47,8                                  | 16,3                                | 64,1                                  |

Zur obigen Tabelle muss bemerkt werden, dass hier nur die Daten der gefüllten Kokons berücksichtigt sind, also die von Raubfeinden geöffneten Kokons ausser Betracht gelassen sind. Dies ist auch nicht nötig, wenn man den Stand der Seuche zur Zeit des Kokonsammelns beurteilen will, da nur die gefüllten Kokons für die Weiterentwicklung der Seuche von Belang sind. Bzgl. der Vernichtung der Kokons durch Raubfeinde verweise ich auf Seite [56].

Vergleichen wir in obenstehender Tabelle die Zahlen der Sammelstellen in den verschiedenen Jahren, so sehen wir, dass die Parasitierung an einem bestimmten Ort sich nur wenig geändert hat. Die Vermehrung der Parasiten geht offenbar nicht so schnell vor sich, wenigstens nicht oder nicht viel schneller als die Vermehrung von *Diprion pini* L. selbst. Wenn im Gegenteil der Parasit sich viel stärker als sein Wirt vermehrte, würde die Parasitierung nach kurzer Zeit erheblich zunehmen und der Seuche ein Ende machen.

Wir haben in den verschiedenen Jahren zu wenig Muster gesammelt um ein endgültiges Urteil geben zu können; übersehen wir aber die Zahlen der Kokonparasitierung, so sieht es aus, alsob die Kokonparasiten, sich im Laufe der Gradation nicht viel stärker vermehren als die Blattwespen. Die Bedeutung der Kokonparasiten für die Regulierung der Seuche ist daher gering. Bei den Eiparasiten sind die Verhältnisse ganz anders; sie vermehren sich stark in kurzer Zeit, verbreiten sich ziemlich schnell und machen der Seuche schliesslich ein Ende.

In der Literatur wird die Möglichkeit erwähnt, dass die Kokonparasiten, besonders die, welche die Kokons anstechen, die grösseren, also die weiblichen Kokons bevorzugen. Auch Mäuse sollten eine gleiche Vorliebe haben, was sich aber aus unseren Feststellungen nicht ergibt. Wenn die Ichneumoniden in erheblichem Masse wirklich eine solche Vorliebe zeigten, müsste dies einen bestimmten Einfluss auf das Verhältnis der Geschlechter der Imagines ausüben und damit auch auf die Weiterentwicklung der Seuche. Der geringe Unterschied in untenstehender Tabelle, zwischen dem Geschlechtsverhältnis der gesamten Kokons und dem der geschlüpften *Diprion*-Imagines machen obenstehende Annahme nicht wahrscheinlich. Wir müssen aber berücksichtigen, dass im Freien die Parasitierung der im Herbst und Winter gesammelten Kokons noch zunehmen könnte; wenn dabei die grösseren Kokons eher parasitiert würden, müssten die Unterschiede also auffälliger werden.

Von einigen Mustern der obenstehenden Tabelle wird unten der Hundertsatz der ♂♂ und ♀♀ angegeben.

Wenn in den parasitierten Kokons der Weibchen-anteil viel grösser wäre als in der Gesamtmenge der gesammelten Kokons, so könnte man daraus schliessen, dass die Schlupf-

| Zeit des Sammelns | Ort                         | Gesamtzahl der Kokons | Gesamtzahl der ♂ und ♀ Kokons | Normal geschlüpfte Kokons | Ichneumoniden | Sturmia   | Diplostichos |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------|-----------|--------------|
| Herbst 1938       | südlich von „De Plijmen“    | 838                   | ♀ 734<br>♂ 104                | 261<br>82                 | 93<br>53      | 207<br>32 | 64<br>11     |
|                   | Weibchenanteil:             |                       | 87 %                          | 76 %                      | 64 %          | 87 %      | 85 %         |
| Winter 1938/39    | Herd „De Wetweg“            | 1638                  | ♀ 1140<br>♂ 498               | 502<br>273                | 125<br>48     | 53<br>25  | 29<br>15     |
|                   | Weibchenanteil:             |                       | 70 %                          | 65 %                      | 72 %          | 68 %      | 66 %         |
| Sommer 1939       | südlich von „De Plijmen“    | 1460                  | ♂ 1172<br>♂ 288               | 377<br>135                | 247<br>69     | 364<br>61 | 131<br>11    |
|                   | Weibchenanteil:             |                       | 80 %                          | 74 %                      | 78 %          | 86 %      | 92 %         |
| Sommer 1939       | „Deelensche Zand“           | 1815                  | ♂ 1373<br>♂ 442               | 561<br>186                | 362<br>146    | 314<br>78 | 87<br>3      |
|                   | Weibchenanteil:             |                       | 75 %                          | 75 %                      | 71 %          | 80 %      | 92 %         |
| Sommer 1939       | „De Wet“-Denkmal            | 640                   | ♂ 470<br>♂ 170                | 200<br>91                 | 67<br>35      | 172<br>30 | 14<br>1      |
|                   | Weibchenanteil:             |                       | 74 %                          | 69 %                      | 66 %          | 85 %      | 93 %         |
| Herbst 1939       | Gemeindewald von Zeist      | 2402                  | ♀ 1621<br>♂ 781               | 658<br>361                | 113<br>54     | 44<br>35  | 87<br>23     |
|                   | Weibchenanteil:             |                       | 64 %                          | 65 %                      | 68 %          | 58 %      | 79 %         |
| Sommer 1939       | südlich vom „Fransche Berg“ | 1220                  | ♀ 681<br>♂ 539                | 354<br>360                | 43<br>37      | 223<br>98 | 46<br>22     |
|                   | Weibchenanteil:             |                       | 59 %                          | 50 %                      | 54 %          | 70 %      | 68 %         |

wespen eine gewisse Vorliebe für grössere Kokons hätten. Dieser Unterscheid stellte sich aber gar nicht heraus, die Geschlechtsverhältnisse sind nicht bedeutend verschieden. Man erhält aber den Eindruck, dass in diesen Mustern die Raupenfliegen die weiblichen Kokons bevorzugt hätten. Diese Fliegen legen nicht in oder auf die Kokons, sondern auf beinahe erwachsene Larven. Dass sie eine Vorliebe haben für die grösseren Larven, ist also möglich. Wir verfügen aber über zu wenig Beobachtungen und unsere Zahlen sind zu klein um endgültiges Urteil abzugeben.

#### Die auf „De Hoge Veluwe“ beobachteten Parasitenarten.

In den gesamten Kokonmustern wurden die folgenden Arten gefunden:

Primärparasiten.

Hymenoptera, Ichneumonidae.

Cryptinae.

*Spilocryptus adustus* Grav.

(= *nebulatus* Grav.)

Phygadeuoninae.

*Microcryptus basizonius* Grav.

*Microcryptus subguttatus* Grav.

*Microcryptus serricans* Grav.

Pimplinae.

*Pimpla alternans* Grav.

Tryphoninae.

*Excenterus marginatorius* F.

*Excenterus oriolus* Htg.

Hymenoptera, Chalcididae.

Eulophinae.

*Microplectron fuscipennis* Zett.

Diptera, Tachinidae.

*Sturmia inconspicua* Meig.

*Diplostichos janithrix* Hart.

(= *tenthredinum* B.B.)

Sekundärparasiten.

Hymenoptera, Ichneumonidae.

*Pezomachus Meigenii* Forst.

*Hemitelus areator* Grav.

Für die weiter bei *Diprion pini* L. gefundenen Parasiten verweise ich auf Escherich (1940), De Gaulle (1918), u.s.w. Letzterer erwähnt 76 Parasitenarten von *Diprion*.

Von den erwähnten Ichneumoniden-Arten kamen 1938—1940 die drei *Microcryptus*-Arten, die beiden *Excenterus*-Arten und *Spilocryptus adustus* Grav. häufig vor. In allen im Winter 1938/39 gesammelten Kokons wurden nur ein Exemplar von *Pezomachus Meigenii* Forst. und einige Exemplare von *Hemitelus areator* Grav. gefunden. Auch *Pimpla alternans* Grav. und *Microplectron fuscipennis* Zett. wurde nur wenig angetroffen. Bemerkenswert ist, das die *Pezomachus*-Art im Jahre 1937 häufiger wahrgenommen wurde. J. Wilcke sammelte im Sommer 1937 bei „De Bunt“ ein Muster von 215 Kokons; davon waren 56 Kokons von *Ichneumoniden* parasitiert, worunter 19 von *Pezomachus Meigenii* Forst.

*Microcryptus*-Arten.

Von diesen Arten kam *Microcryptus basizonius* Grav. am meisten, *Microcryptus serricans* Grav. am wenigsten vor.

Die Weibchen kann man während der ganzen wärmeren Jahreszeit oft beobachten. Sie treiben sich meistens am Boden oder unter der Vegetationsdecke herum. Gelegentlich

sieht man sie auch auf den Kiefernkronen in der Nähe von Raupenkolonien. Niemanls beobachtete ich aber, dass sie die Raupen anstachen, was auch in der Literatur nicht angegeben wird. Die Weibchen legen ihre Eier durch die Kokonwand hindurch auf die Haut des Wirtes (Escherich 1940; Thiede 1938). De Fluiter (1932) fand, dass *Microcryptus subguttatus* Grav. sein Ei an die Innenseite des Kokons ablegte.

Die *Microcryptus*-Arten parasitieren sowohl auf die im Boden überwintrenden Kokons als auf die im Sommer oberirdisch eingesponnenen Tieren. Die Entwicklung der Parasiten geht schnell vor sich, so dass in einem Jahr 2—4 Generationen auf einander folgen können.

Oft nahm ich beim Kokonsuchen im Herbst und Winter (November, Februar, März) die *Microcryptus*-Weibchen unter der Vegetationsdecke wahr. Es ist nicht wahrscheinlich, dass die Parasitenimagines im Winter lang am Leben bleiben, denn Temperaturen unter 10 ° C. können sie nicht lange ertragen (Thiede). Sie dürften daher nicht als Imago, sondern als Larven in den Kokons überwintern. In Gefangenschaft fingen die im Herbst oder im Anfang des Frühjahrs gefangenen oder aus den Kokons geschlüpften Weibchen sofort an, ihre Eier in den angebotenen Kokons abzulegen, ohne dass sie befruchtet waren. Wie Thiede (1938) angibt, kann hierdurch die Parasitierung der im Boden überwintrenden Kokons erheblich zunehmen.

Die Weibchen sind nicht im Stande parasitierte Kokons zu erkennen; oft sah ich, dass ein Kokon mehrere Male angestochen wurde. Aus solchen Kokons schlüpft jedoch nur ein Imago.

Beim Schlüpfen machen die *Microcryptus*-Arten ein unregelmässiges Loch seitlich vom Kokonpol; eine derartige Beschädigung lässt sich sofort als eine Ichneumonidenbeschädigung erkennen.

#### *Spilocryptus adustus* Grav.

Ebenso wie die vorigen Arten ist auch diese ein spezifischer *Diprion*-Parasit. Nach Thiede (1938) werden hauptsächlich die Sommerkokons belegt. In meinen im Winter 1938/39 unter der Bodendecke gesammelten Kokonmustern schlüpfte aber auch viel *Spilocryptus adustus* Grav. In den verschiedenen Mustern gehörte 20—30 % der geschlüpften Ichneumoniden zu dieser Art.

Dieser Parasit legt, wie die vorigen Arten seine Eier auf den Larven in den Kokons ab; auch er ist nicht imstande parasitierte und nicht parasitierte Kokons zu unterscheiden. Ich sah oft, dass die Weibchen mehrere male denselben Kokon anstachen; es schlüpfte aber schliesslich aus jedem Kokon nur ein Imago.

Die Larven leben wie viele parasitäre Ichneumoniden ectoparasitisch auf ihren Wirten. Die erwachsenen Larven machen ein seidiges graues Gespinnst, das meistens etwa drei Viertel der Kokons einnimmt. Dadurch ist in den *Diprion*-Kokons der *Spilocryptus*-Kokon sofort von den anderen, obenerwähnten Arten zu erkennen. Letzterer macht nämlich ein weissliches, viel kleineres Gespinnst an der Längenseite der Kokons.

Dieser Parasit hat jährlich zwei und vielleicht gelegentlich, in nicht zu strengen Wintern, auch mehr Generationen. Ich habe diese Art nie im Winter unter der Bodendecke finden können. Die Imagines schlüpfen aber zum Teil schon früh im Jahr (z.B. am 4. Mai 1939); es wäre also möglich, dass sie dann wiederum Kokons im Boden anstechen. Ich habe dies aber niemals beobachten können. Nach *Thiede* (1938) schlüpft der Parasit im Laboratorium zu jeder Zeit bei günstiger Wärme, auch mitten im Winter, um sofort andere Kokons anzustechen. Sollten die im Freien so frühzeitig geschlüpften Tiere keine anderen im Boden liegenden Kokons anstechen, dann müssten sie bis Juli-August warten und die Kokons der Sommergeneration anstechen. In diesen Kokons entwickeln sie sich ziemlich schnell und sie schlüpfen ungefähr zur selben Zeit als die *Diprion*-Imagines oder nur kurze Zeit später. Diese Imagines stechen im Herbst die unter der Bodendecke liegenden Kokons an.

*Excenterus marginatorius* F. und *Excenterus oriolus* Htg.

Diese beiden während dieser Gradation häufig vorkommenden Arten legen ihre Eier nicht in Kokons ab, sondern auf erwachsene Larven. Nach *Scheidter* (1934) belegen sie nur Raupen, die sich zum letzten Mal gehäutet haben. Die Weibchen finden eben diese Larven aus den Raupenkolonien heraus. Nach *Schönwiese* (1935) werden bisweilen mehrere Eier auf eine *Diprion*-Larve gelegt, von den daraus schlüpfenden Larven erreicht nur eine das Imaginalstadium. Die Larven leben wie die der vorigen Arten ectoparasitisch auf den *Diprion*-Larven im Kokon. Diese Blattwespenlarven sind rasch aufgezehrt und man findet dann nur die grosse, weisse Ichneumonidenlarve und einige zusammengeschrumpfte Reste des Wirtes zurück.

*Excenterus* überwintert als Larve in den *Diprion*-Kokons und verpuppt sich erst im nächsten Jahr. Sie macht ein weisses lockeres Gespinnst und schlüpft nach kurzer Zeit durch eine Öffnung an der Seite des Kokonpols.

Aus den, im Winter 1938/'39 gesammelten Mustern kamen die bisher beschriebenen Ichneumoniden zum Teil kurze Zeit vor und während der Frühjahrsflug von *Diprion pini* L. zum Vorschein, zum Teil auch später, bis im Juli 1939. Besonders die *Microcryptus*-Arten schlüpften frühzeitig. Der grösste Teil kam zwischen 17. April und 2. Mai 1939 zum Vorschein,

die *Excenterus*-Arten erschienen etwas später, etwa vom 10. Mai an. Ein Überliegen dieser Ichneumoniden habe ich nie wahrgenommen.

#### *Microplectron fuscipennis* Zett.

In meinen Mustern der Jahren 1938—1940 waren nur wenig Kokons von diesen Parasiten befallen. J. Wilcke fand im Jahre 1937 auf „De Hoge Veluwe“ dagegen ziemlich viel Kokons mit diesen Parasiten; von 310 Kokons waren z.B. 34 durch *Microplectron* parasitiert. Die Weibchen legen mehrere Eier in einen Kokon ihres Wirtes; die Gesamtzahl der aus einem *Diprion*-Kokon schlüpfenden *Microplectron*-Wespen schwankt zwischen 5 und 120. Das Tier hat jährlich 3—4 Generationen. Entsprechend der grossen Produktivität der Weibchen und der schnellen Entwicklung kann der Parasitierungsprozentsatz oft sehr hoch werden. Bei einem starken *Diprion sertifer*-Befall in Jugoslawien war 78 % der Kokons von diesem Parasit befallen (Morris und Cameron 1935).

Kokons, aus denen *Microplectron* geschlüpft ist, sind an einem oder an mehreren sehr kleinen Ausflüglöchern an der Seite des Kokons zu erkennen.

De Fluiter (1932) hat wahrgenommen, dass dieser Parasit auch als Hyperparasit auftreten kann von anderen primären *Diprion*-Parasiten, z.B. von *Microcryptus*-Arten und Tachiniden-Larven.

#### Tachiniden.

Die beiden erwähnten Tachiniden-Arten können oft einen erheblichen Teil der Kokons von *Diprion pini* L. vernichten. Wie gross ihr Anteil in den verschiedenen auf „De Hoge Veluwe“ gesammelten Mustern ist, lässt sich aus der Tabelle auf Seite [64] ersehen. Es zeigte sich, dass *Sturmia inconspicua* Meig. viel häufiger vorkam als *Diplostichos janithrix* Hart. Besonders gross war die Parasitierung durch Tachiniden in den alten Herden.

#### *Sturmia inconspicua* Meig.

Diese Art ist stark polyphag, zudem wird sie in vielen Gebieten der Erde angetroffen. In der Literatur findet man als Wirte in Europa angegeben; Lepidopteren-Arten z.B. *Lymantria monacha* L., *Lymantria dispar* L., *Dendrolimus pini* L., *Panolis flammea* Hb. u.s.w. und verschiedene *Diprion*-Arten.

Die Eier werden auf den Larven abgelegt, oft mehrere auf einer Larve. Schliesslich schlüpft auch hier nur ein Imago. Das abgelegte Ei schlüpft bald und die Larve bohrt sich in ihre Wirtslarve ein. Gelegentlich sah ich, dass es den *Diprion*-Larven gelang sich von den *Sturmia*-Eier zu befreien, was

bereits von Thiede (1938) erwähnt wird. Wenn nämlich *Sturmia* ihre Eier kurz vor der Häutung der Wirtslarve ablegt, werden die Eier oft mit der Häutung beseitigt; man findet dann die noch gefüllten Eier des Parasiten auf den leeren Häutchen. Wenn die Parasitierung frühzeitig stattgefunden hat, scheint es vorzukommen, dass die Made sich noch aus der freien Larve herausbohrt (Escherich 1940). Ich habe das nie beobachtet. Meistens verlässt sie ihren Wirt erst, wenn dieser sich eingesponnen hat. Sie bohrt sich aus den Kokons heraus durch ein Loch, das genau auf dem einem Kokonpol liegt. Das Bohrloch liegt niemals exzentrisch und ist meistens auch kleiner als die Löcher, die von den Ichneumoniden herrühren. Die Made verwandelt sich bald nach dem Hinausbohren in ein Tönnchen.

In den im Winter 1938/'39 gesammelten Kokons bohrten die Tiere sich zum Teil noch im Herbst, zum Teil im folgenden Jahr heraus. Die Imagines schlüpfen alle ziemlich spät, zwischen dem 5. Juni und dem 20. Juli 1939. Die meisten haben also ihre Eier noch auf den erwachsenen Larven der ersten *Diprion*-Generation ablegen können. Diese erste *Sturmia*-Generation lieferte nach 5—6 Wochen wieder Imagines, die ihre Eier nun auf den *Diprion*-Larven der Herbstgeneration ablegten. *Sturmia* hat also jährlich zwei Generationen, ebenso wie ihr Wirt. Aus den Kokons, die bis 1940 überlagen, schlüpfen im Juli 1940 noch einige andere Fliegen dieser Art. Sie wurden also von der Abweichung von den gewöhnlichen Generationsverhältnissen mitbetroffen, wie dies schon von anderen Autoren erwähnt wurde (De Fluiter 1932; Thiede 1938).

*Diplostichos janithrix* Htg. (= *tenthredinum* B. B.).

Diese Art ist ein spezifischer *Diprion*-Parasit. Die Eier werden auf der Larve abgelegt und die daraus geschlüpfen Larven bohren sich sofort in ihren Wirt ein. Die erwachsene Made verlässt zwar die *Diprion* Larve, bleibt aber im Kokon ihres Wirtes. Sie verwandelt sich innerhalb des Kokons in ein Tönnchen. Bevor sie sich verpuppt, schneidet die erwachsene Larve von innen her von dem Kokonpol einen deckel ab, der fest am Kokon verbunden bleibt. Vor dem Schlüpfen der Imagines sind diese Kokons schwer zu erkennen. Beim Schlüpfen bleibt das Tönnchen in dem *Diprion*-Kokon; der abgeschnittene Deckel bleibt gewöhnlich noch an einer Stelle am Kokon haften. Die runde Schlüpföffnung ist etwas kleiner als die der Blattwespe selbst; hieran sind diese von *Diplostichos* verlassenen Kokons leicht zu erkennen.

In den im Herbst 1938 gesammelten Kokons schlüpfen die Imagines im folgenden Jahr auch ziemlich spät, etwa zur selben Zeit als *Sturmia*. Die erste Generation verbringt ihre Larvenstadien in den Sommerkokons von *Diprion pini* L. Auch

bei dieser Art fanden wir Tiere, die mit ihrem Wirt bis Juli 1940 überlagen.

In der Literatur werden noch andere Fliegenarten als *Diprion-Parasiten* genannt z.B. *Ceromasia inclusa* Htg., auch ein spezifischer *Diprion-Parasit*, der in Polen und Danzig oft häufig vorkam (Schedl 1938). Diese Art verwandelt sich auch innerhalb des Kokons in ein Tönnchen, die Imago verlässt den Kokon durch eine Öffnung im Kokonpol, die nicht von der erwachsenen Larve präformiert ist, sondern die von der Imago mittels ihrer Kopfblase in der dünnen Wand des Kokonpols erzeugt wird. Diese Art habe ich auf „De Hoge Veluwe“ bisher nicht gesehen; es ist aber nicht unmöglich, dass sie in Zukunft noch gefunden wird.

## Kapitel V.

EIPARASITEN VON *DIPRION PINI* L.

## Einleitung:

Während meiner Untersuchungen über den Verlauf der *Diprion pini*-Gradation zeigte es sich, dass der Eiparasit *Achrysocharella ruforum* Krausse sehr wichtig war für die Regulierung der *Diprion pini*-Seuche. Wir wollen ihn daher etwas ausführlicher besprechen als die im vorigen Kapitel beschriebenen Kokon- und Larvenparasiten.

Im Frühjahr 1939 habe ich diesen Eiparasiten zum ersten Mal in geringer Anzahl auf „De Hoge Veluwe“ bemerkt. In ziemlich kurzer Zeit hat er sich stark vermehrt und sich über „De Hoge Veluwe“ und das angrenzende Gebiet verbreitet. Im Herbst 1940 war auf „De Hoge Veluwe“, infolge der starken Parasitierung der Eier, die *Diprion*-Seuche fast ganz verschwunden, im folgenden Jahr hat *Achrysocharella ruforum* Krausse auch im angrenzenden Gebiet dem *Diprion*-Befall ein Ende gemacht.

Literaturübersicht der bei *Diprion* gefundenen Eiparasitarten.

In der Literatur werden vier Eiparasiten der *Diprion*-Arten angeführt. Escherich (1940) nennt eine Proctotrupide, *Teleas* spec. und drei Chacididen, nämlich *Closterocerus* spec., *Tetracampe* spec. (*diprioni* Ferr.) und *Achrysocharella* (*Wolffiella*) *ruforum* Krausse.

Scheidter (1934) fand bei einem *Diprion*-Befall bei Münnchen, dass *Teleas* spec. in solchen grossen Zahlen auftreten kann, dass diese Art zu einer der wichtigsten Regulierungsfaktoren für die *Diprion pini*-Gradation wird; von reichlich 2500 Eiern waren 71,7 % parasitiert, an einem Ort waren sogar 80% der Eier von den Eiparasiten befallen.

Das *Teleas*-Weibchen legt nach Scheidter seine Eier ab, unmittelbar nachdem das Weibchen von *Diprion* die seinigigen abgelegt hat. Mehrere Parasiten halten sich auf den frischen *Diprion pini*-Eigelegen zwecks Eiablage auf. Die Imagines verlassen die Nadeln durch kleine Löcher an der Seite des Schaumdaches, womit *Diprion* sein Eigelege überdeckt.

Ferrière (1935) bringt die Beschreibung einer neuen Chalcididen-Art, *Tetracampe diprioni*, welche in den Eiern von *Diprion sertifer* Geoffr. in Schweden parasitiert.

Borries (1895) hat wahrscheinlich auch diese Art in Jütland (Dänemark) gefunden, wo sie beinahe alle Eigelege von *Diprion pini* L. vernichtet hatte. Baer 1916 erwähnt diesen Parasiten in der Ober Lausitz (Südpreussen). Als Wirt fand er Eier von *Diprion sertifer* Geoffr. (= *Lophyrus rufus* Ratzb.), *Diprion pini* L. und *Diprion simile* Htg. Baer

bespricht den Aufsatz von Borries und ist der Meinung, dass diese *Tetracampe*-Art kein spezifischer *Diprion*-Parasit ist. Die Imagines von *Diprion pini* L. sollten in grossen Mengen von anderswo in Jütland eingewandert sein, ihre Eier wurden sofort stark von *Tetracampe* spec. parasitiert. Wenn dies richtig ist, muss diese Art schon überall in grossen Mengen dagewesen sein. Vergleichen wir aber die schnelle und starke Entwicklung von *Achrysocharella ruforum* Krausse (siehe unten) und ihre ziemlich schnelle Verbreitung, so dass in einigen Fällen nach einer Generation von *Diprion pini* L. die ganze Kalamität ein Ende nimmt, so ist nach meiner Meinung die Mitteilung Baers keineswegs überzeugend.

Krausse (1917) gibt eine sehr ausführliche Beschreibung einer neuen Art eines Eiparasiten von *Diprion sertifer* Geoffr. (= *rufus* Htg.), die er *Wolffiella ruforum*, nov. gen. nov. spec. nennt. Er zog sie aus Eiern, welche in Ostpreussen gesammelt wurden.

Später hat Ferrière (1935) gezeigt, dass diese Gattung identisch ist mit *Achrysocharella*, die früher von Girault (1902) für einige Australische Arten aufgestellt wurde.

Die Gattung *Achrysocharella* hat fünf oder sechs Australische Arten, ferner eine Art in Westindien, eine in British Indien und eine in Europa, nämlich *Achrysocharella* (*Wolffiella*) *ruforum* Krausse.

Schedl (1934) erwähnt als sehr wichtigen Regulator der Bevölkerungsdichte einer *Diprion pini*-Gradation in Danzig *Tetracampe ruforum* Krausse. Er berechnet, dass die Vernichtung der Eier oft sehr erheblich sein muss. Zahlen darüber gibt er aber leider nicht, weil er den Parasitierungsprozentsatz der Eier nicht ermittelt hat. Er berechnet mit Hilfe der ursprünglichen Bevölkerungsgrösse, wobei er für die Eiproduktion einen Mittelwert annimmt und der Zahl der sämtlichen Kokons der nächsten Generation, die er schliesslich bekommt, die Moralität der Eier und Larven.

Schedl's *Tetracampe* ist identisch mit *Achrysocharella* (*Wolffiella*) *ruforum* Krausse. Auch Escherich (1940) der Schedl's Aufsatz zitiert gebraucht diesen Gattungsnamen.

De Fluiter (1932) beobachtete 1931 in den Niederlanden (Ede, Provinz Gelderland; Bakel und Dorst, Provinz Noord Brabant) einen Eiparasiten, der von Masi determiniert wurde als wahrscheinlich eine *Closterocerus*-Art. Masi schrieb De Fluiter darüber das Folgende: „The other Chalcidid of which you had only one specimen is also an Eulophid, probably a *Closterocerus*. I think, I have seen this parasite with not spotted wings (the other species of *Closterocerus* have their wings spotted or banded), but I cannot now make you more acquainted on the matter.“ Die andere

Art, die Masi für De Fluiter determiniert hatte, war der Kokonparasit *Microplectron fuscipennis* Zett. De Fluiter gibt obenerwähntes Zitat von Masi in einer Fussnote (siehe De Fluiter 1931, Seite 179).

Spätere Autoren haben diese Fussnote nicht beachtet und das obenerwähnte Tier als *Closterocerus* spec. zitiert (Escherich 1940; Franssen 1938).

Das einzige Exemplar von De Fluiter in der Sammlung Wageningen habe ich untersucht, es hat sich als vollkommen identisch mit den Eiparasiten erwiesen, die ich in den Jahren 1940 und 1941 aus Eiern von *Diprion pini* L. gezogen habe. Diese wurden von mir determiniert als *Achrysocharella ruforum* Krausse. Das Genus *Achrysocharella* Girault steht dem Genus *Achrysocharis* Girault (= *Closterocerus* Westw.) sehr nahe, unterscheidet sich aber von diesem durch den Besitz zweier Anelli (Ringglieder) in den Fühlern, während *Closterocerus* nur ein Ringglied hat. Auch sind die Flügel von *Achrysocharella* meistens hyalin, während die von *Closterocerus* Bänder oder Flecken zeigen.

Zusammenfassend können wir also sagen, dass aus der Literatur nicht vier, sondern drei Eiparasitenarten von *Diprion* bekannt sind, eine Proctotrupide, *Teleas* spec. (Scheidter 1934 bei München) und die Chalcididen, *Tetracampe diprioni* Ferr. (Ferrière 1925 aus Schweden und vielleicht Boris 1895 aus Jütland, Dänemark; Baer 1916, Ober Lausitz, Südpreußen) und *Achrysocharella* (*Wolffiella*) *ruforum* Krausse (Krausse 1917 aus Ostpreußen; Schedl 1934 aus der Tschechoslowakei; De Fluiter 1932 aus den Niederlanden; Thalenhorst 1941 aus der Mark Brandenburg, Deutschland).

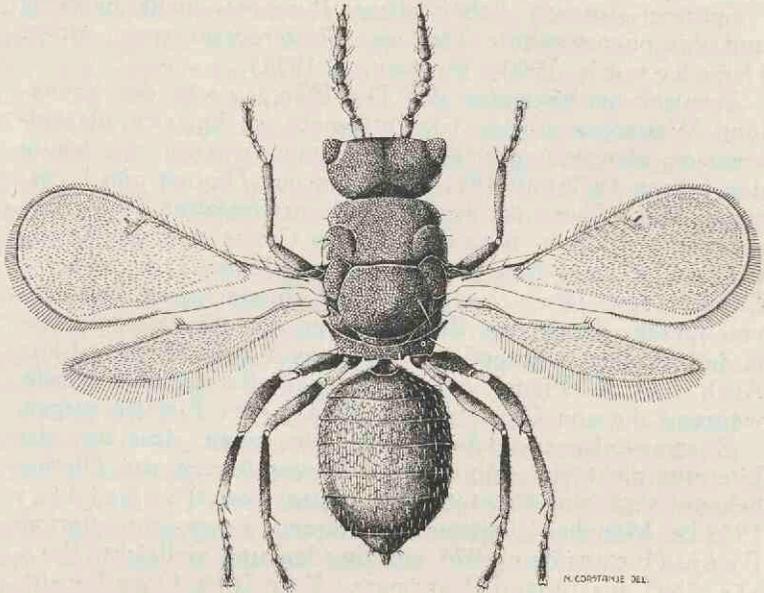
#### Literatur: Kurze Beschreibung von *Achrysocharella* (*Wolffiella*) *ruforum* Krausse.

*Achrysocharella* ist sehr wichtig als Regulator der Bevölkerungsdichte einer *Diprion*-Kalamität. Deshalb scheint es mir empfehlenswert die von Krausse und Ferrière gegebene Beschreibung dieses Parasiten hier kurz zu wiederholen. (Siehe Krausse 1917 und Ferrière 1935)

Dieser Eiparasit gehört zu den Chalcididen, Sektion *Microcentri* (Sporn der Vordertibien ist ziemlich gerade und dünn). Subfam. *Eulophinae* (Tarsen sind viergliedrig, deutliche Parapsidenfurchen sind vorhanden, Mesopleuren sind eingedrückt, die Antennen haben zwei Ringglieder), Tribus *Entodoni* (Subcosta gebrochen, zwei deutliche Borsten auf dem Scutellum), Subtribus *Entodonina* (Die Parapsidenfurchen sind vollständig, das Abdomen ist gestielt, die Tarsen sind viergliedrig).

Das ♂ und ♀ sind nur wenig verschieden, das Abdomen

des Männchens ist etwas schlanker als das des Weibchens. Die Antennen des ♂ sind etwas länger als beim ♀. Grösse 0,9—1,2 mm. Die Farbe ist dunkelblaugrün mit purpurnem Reflex, besonders auf dem Kopfe, Mitte des Abdomens bronzefarbig.



♀ *Achrysocharella ruforum* Krausse.

farbig. Antennen schwärzlich mit weisslichen Sinneshaaren. Beine schwarz mit Metallglanz. Das Knie und die Tibienspitze sind gelb, die ersten drei Tarsenglieder sind ebenfalls gelb.

Der Kopf ist breiter als der Thorax, von vorn gesehen dreieckig. Die Mandibeln haben drei schmale Zähne. Die Fühler sind ein wenig über dem Unterrande des Auges eingefügt. Die Schaft ist etwa vier mal so lang als breit. Der Pedicellus ist etwas kürzer als die Hälfte des Schaftes. Zwei dünne Ringglieder (Anelli), zwei Fadenglieder, etwa eben so lang als breit, manchmal etwas länger als breit. Die Keule besteht aus drei Gliedern, wovon jedes länger ist als das einzelne Fadenglied (dies stimmte nicht immer bei den von mir untersuchten Exemplaren). Das letzte Keulenglied hat einen langen Endsporn. Die Antennenglieder tragen ziemlich lange Haare.

Der Thorax ist glänzend, fein punktiert. Das Mesonotum ist breiter als lang und hat zwei vollständige Parapsidenfurchen. Das Scutellum ist mehr oder weniger rund und trägt zwei deutliche Borsten.

Die Flügel sind gross und ganz hyalin. Die Subcosta ist gebrochen, sie ist kürzer als die Marginalader. Die Postmarginalader ist kurz, kürzer als der Radius. Der Radius ist kurz, oval.

Die Beine sind normal, Femur der Mittel- und Hinterbeine etwas verbreitert. Die Tarsen sind viergliedrig; die ersten drei Glieder sind gleich lang, das letzte ist länger.

Das Abdomen ist oval, gestielt, nicht viel länger als der Thorax. Es ist dorsal feinmaschig gerunzelt. Ovipositor ist nicht hervorragend.

### Beobachtungen über die Biologie von *Achrysocharella ruforum* Krausse.

Während meiner Untersuchungen über den Verlauf der *Diprion pini*-Kalamität konnte ich verschiedene Beobachtungen machen über die Biologie des Eiparasiten *Achrysocharella ruforum* Krausse. Diese Beobachtungen will ich hier kurz wiedergeben.

Wie *Teleas spec.* parasitiert die Art nur frisch abgelegte Eier von *Diprion pini* L. Oft sieht man, wie ein oder mehrere Weibchen einem *Diprion*-Weibchen folgen, dass im Begriff ist Eier abzulegen. Fortwährend betrillern sie mit ihren geknieten Fühlern die Kittmasse, die über den Eiern liegt. Dann und wann richtet sich ein Weibchen auf seinen Beinen auf, biegt das Abdomen nach unten, der Legeapparat tritt zum Vorschein und wird durch die Kittmasse hindurch, wahrscheinlich in das Ei von *Diprion* gebracht, wobei ein Ei deponiert wird. Aus jedem *Diprion*-Ei entwickelt sich nur ein Parasit.

Sobald die Kittmasse älter geworden ist, sich braun verfärbt hat und wahrscheinlich auch härter geworden ist, haben die Parasitenweibchen kein Interesse mehr für diese Nadeln. Nur frisch gelegte Eier werden parasitiert.

Die infizierten Eier, verfärben sich bald; nach einigen Tagen sehen wir dunkle Fleckchen auftreten, meistens an einer Seite. Nach 2 bis 3 Wochen ist die ganze Eischale glänzend schwarz, mit Ausnahme eines schmalen gelben Streifens an der Unterseite. Die Eier von *Diprion*, die sich normal entwickeln, behalten ihre gelbgrüne Farbe. Auch wenn die Larven von *Diprion pini* L. oder die Imagines der Eiparasiten die Eischale verlassen haben, bleibt der Unterschied noch sehr deutlich. *Diprion* zerbricht die Eihaut an der Seite und die Eischale bleibt übrig mit einer grossen Spalte an der Seite. Diese leere Schale ist weiss und häutig. Die Eier, aus denen *Achrysocharella* geschlüpft ist, bleiben glänzend schwarz; sie zeigen eine kleine runde Öffnung an der Spitze. Das Ei behält seine ursprüngliche ovale Form. Es ist daher möglich zu bestimmen, wie viel Eier von *Diprion* parasitiert wurden, in einem Zeitraum, der ungefähr zwei Wochen nach

dem Ablegen der *Diprion*-Eier anfängt und der mindestens so lange dauert bis die Eier der folgenden *Diprion*-Generation abgelegt sind. Das ist im Sommer also ungefähr vom Mai bis Juli und im Herbst und Winter vom August bis Mai des folgenden Jahres möglich; es kann von grosser Bedeutung sein für das Stellen einer Prognose über die zu erwartende Weiterentwicklung der Seuche.

Wenn *Achrysocharella* sich auf den Nadeln aufhält, fliegt sie nicht viel; oft macht sie kleine Sprünge, wobei sie ihre Flügel benützt. Wenn wir ihre ziemlich schnelle Verbreitung in Betracht ziehen, muss man annehmen, dass sie grössere Strecken fliegend zurücklegt.

*Achrysocharella* hat in den Niederlanden jährlich zwei Generationen, die beide ihre Eier in den Eiern von *Diprion pini* L. ablegen. Die Eier von *Diprion pini* L., die im Juli-August 1940 abgelegt wurden und parasitiert wurden, lieferten Imagines im nächsten Frühjahr (Mai 1941). Die nicht parasitierten Eier schlüpften normal Ende August 1940.

Krausse (1917) erwähnt als Wirt von *Achrysocharella ruforum* Krausse in Ostpreussen Eier von *Diprion sertifer* Geoffr. Diese Blattwespe hat jährlich nur eine Generation; die Eier werden im Oktober abgelegt und schlüpfen ungefähr im März des nächsten Jahres. Etwa zur selben Zeit schlüpfen auch die Parasiten, sie dürften die Eier der ersten Generation von *Diprion pini* L. anstechen. Die Sommergeneration von *Achrysocharella* wird also ungefähr im August die Eier von *Diprion pini* L. und ungefähr im Oktober die Eier von *Diprion sertifer* Geoffr. parasitieren und in beiden den Winter verbringen. Die Imagines können lang am Leben bleiben; in Gefangenschaft lebten sie noch nach zwei Monaten ohne Nahrung.

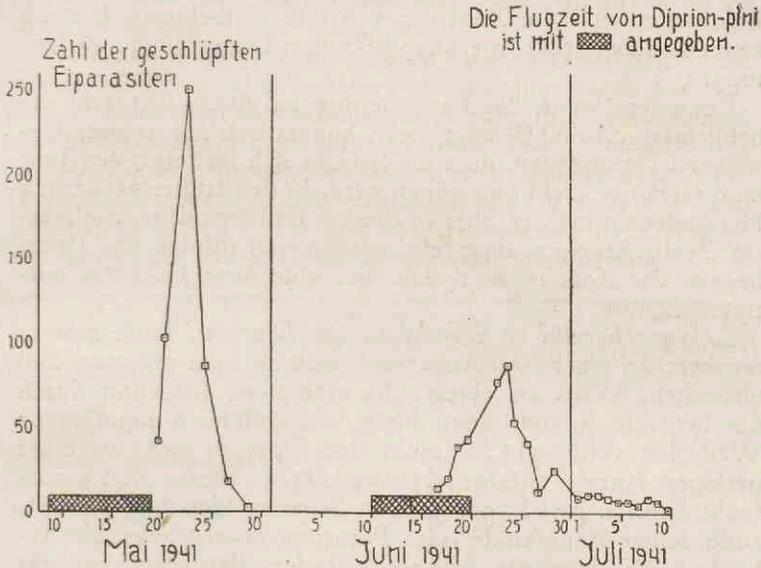
In den Niederlanden herrscht seit einigen Jahren ein ziemlich starkes Auftreten von *Diprion sertifer* Geoffr. in Odoorn, Provinz Drente. Im Winter 1940/'41 und 1941/'42 war hier von Parasitierung von *Achrysocharella ruforum* Krausse nichts zu bemerken.

Im Frühjahr 1941 zeigte das Schlüpfen der Imagines des Eiparasiten zwei deutlich von einander getrennte Perioden, die beide kurz nach den Hauptflugzeiten der *Diprion*-Imagines fielen (siehe die graphische Darstellung auf Seite [79]). Auch in der Schwärmzeit der ersten Generation von *Diprion*-Imagines machen sich zwei solche Gipfel in der Schlüpfzeit der *Diprion*-Weibchen bemerkbar (siehe auch Seite [14] und Eliescu 1932; Gösswald 1935, Eckstein 1904, Fintelmann 1836, Franssen 1938 und De Fluiter 1932).

Der Höhepunkt der ersten Schwärmperiode des Eiparasiten fiel im Jahre 1941 ungefähr auf den 23. Mai, der Höhepunkt der zweiten Periode ungefähr auf den 24. Juni. Die

Hauptflugzeiten von *Diprion pini* fanden statt vom 12.—19. Mai und 10.—20. Juni

Die Eier von *Diprion*, die von Mitte Mai bis Ende Mai und um die Mitte Juni 1941 abgelegt wurden, sind zum Teil von *Achrysocharella* parasitiert worden. Die Imagines der Eiparasiten verliessen die Eier vom 28. Juli bis zum 15. August, die meisten aber Anfang August. Es erschienen ♂♂ und ♀♀, letztere in grösserer Zahl.



Diese Sommergeneration von *Achrysocharella* lieferte Imagines kurze Zeit vor der Eilegezeit der zweiten Generation von *Diprion*. Diese Generation braucht also nur einige Wochen für ihre Entwicklung, während die andere den Winter als Larve (Eonymphe) in den Eiern von *Diprion* verbringt. Im März und Anfang April finden wir die Tiere noch als Pronymphen in den Eiern. Die Verpuppung findet 2—4 Wochen vor dem Schlüpfen statt. Die Imagines nagen dann eine runde Öffnung an der Spitze des Eies und kommen hinaus. Sie verlassen die Nadel, meistens jede Wespe durch die eigene Öffnung, an der Seite, auf der Grenze von Kittmasse und Nadel.

#### Die Bedeutung von *Achrysocharella* (*Wolffiella*) *ruforum* Krausse für die Regulierung der *Diprion pini*-Kalamität.

*Achrysocharella* kann sich in sehr kurzer Zeit stark vermehren, so dass in einem Befallsgebiet von *Diprion pini* alle oder beinahe alle abgelegten Eier parasitiert werden können und die Seuche zusammenbricht.

De Fluiter (1932) beobachtete, dass ein starker Befall von *D. pini* L. plötzlich aufhörte und er meint, dass dieser Eiparasit eine grosse Rolle dabei gespielt hat. Er hat aber keine Zählungen darüber verrichtet.

Auf „De Hoge Veluwe“ und in den angrenzenden Gebieten wurden 1939 und 1940 viele Daten über die Parasitierung der Eier gesammelt. Weniger vollständig geschah dies auch an andern Stellen in den Niederlanden. Weil es für das Stellen einer Prognose sehr wichtig ist die Entwicklung des Eiparasiten und die Zahl der von ihm vernichteten Eier zu kennen, haben auch die onvollständige Daten einige Bedeutung.

Besonders wenn die Parasitierung an einem Ort sehr erheblich ist, z.B. 80 % oder mehr, können wir mit grosser Gewissheit voraussagen, dass die Seuche sich im folgenden Jahr an diesem Ort nicht ausdehnen wird. In den früher genannten Herdgebieten müssen aber in diesem Fall trotzdem regelmässig Beobachtungen angestellt werden, weil infolge des Überliegens der Kokons im Boden hier eine neue Infektion auftreten könnte.

*Achrysocharella* ist monophag für *Diprioni*. Beim zusammenbrechen einer Kalamität wird auch sie zum grössten Teil absterben. Wird an einem Ort eine neue Infektion durch überliegende Kokons oder durch von anderswo angeflogene Weibchen verursacht, so muss der Eiparasit sich aus einer geringen Anzahl aufs neue entwickeln. In dieser Zeit verursacht *Diprion pini* L. oft grossen Schaden, der durch Benützung seiner Raubfeinde oder Parasiten sehr schwer zu verhindern ist, denn die Anwesenheit der Blattwespe bemerkt man meistens erst an dem starken Frass. Wir können in diesem Fall den Schaden nur durch chemischer Bekämpfungsmittel herabsetzen. Über die Möglichkeit Parasiten und Raubfeinde zu begünstigen handelt Kapitel VI.

#### Entwicklung des Eiparasiten *Achrysocharella ruforum* Krausse auf „De Hoge Veluwe“ und in den angrenzenden Gebieten.

**1938 : Zweite Generation.** Im Spätsommer 1938 wurden die Untersuchungen angefangen, während die Larven der zweiten Generation schon ungefähr einen Monat alt waren. Daten über die Eiparasitierung können wir daher nicht geben; jedenfalls war die Parasitierung sehr gering, denn nicht geschlüpfte Eigelege wurden nicht gefunden und die Raupenkolonien waren reich an Individuen.

**1939 : Erste Generation.** Beim Ablegen der Eier der ersten Generation von *Diprion* wurde eine sehr geringe Anzahl Imagines der Eiparasiten beobachtet. Parasitierung von einiger Bedeutung war nirgends zu bemerken.

**Zweite Generation.** In den grossen Herdkomplexen im zentralen Teil von „De Hoge Veluwe“ („Plijmen“, südlich vom „Fransche Berg“, südlich von den Anlagen des Museums und nach Osten bis de „Bunt“) ist der Befall von *Diprion* überall stark. Vergleichen wir ihn aber mit dem Jahre 1938, so ist der Befall in „De Plijmen“ und bei den Anlagen des Museums geringer geworden. Im „Deelensche Zand“ hat sich die Seuche nach Osten ausgedehnt bis „De Bunt“ und ist hier stärker geworden oder ungefähr gleich stark geblieben.

Die Ursache des Rückganges im grossen Herdkomplex ist zweifellos die ziemlich starke Parasitierung durch den Eiparasit. Dieser hat sich offenbar noch nicht in grossen Zahlen bis zur Grenze des Frassgebietes ausgedehnt. Einige Proben wurden zur Bestimmung des Parasitierungsgrades gesammelt. Die hiergenannten Sammel-Stellen I und II liegen in dem Gebiete, in dem *Diprion* sich stark entwickelt hat. III liegt am Rande des Ausschwärmungsgebietes der Wespe.

| Ort  | Zahl der untersuchten Gelege | Zahl der Eier | Parasitirte Eier | % der parasitirten Eier |
|--|------------------------------|---------------|------------------|-------------------------|
| I. südlich vom „Fransche Berg“ . . . . .   | ± 20                         | 1704          | 882              | 45,8 %                  |
| II. südlich der Museum-Anlagen . . . . .   | ± 4                          | 709           | 301              | 43,4 %                  |
| III. „De Bunt“ bei „Kromme Hoek“ . . . . . | ± 16                         | 1555          | 168              | 12,1 %                  |

Die Zahl der Eigelege kann nur ungefähr angegeben werden, weil es nicht immer genau zu bestimmen ist ob ein Gelege von einem Weibchen herrührt.

Aus der Tabelle geht deutlich hervor, dass der Eiparasit sich am ersten und am stärksten im Zentrum der Herde entwickelt, indem er der Ausbreitung von *Diprion*, von den Herden aus, nicht sofort folgt. *Diprion pini* L. verursacht hier nun seinen Schaden und wird bei der nächsten Generation wieder unter Kontrolle gebracht oder später, wenn der Parasit die Blattwespe eingeholt hat (siehe unten). Da er aber bei der ersten starken Entwicklung im Herdzentrum die Zahl der Blattwespen herabsetzt, ist es wahrscheinlich, dass bei einem solchen Auftreten des Eiparasiten, die Blattwespe nicht mehr so stark aus den Herden ausschwärmt.

#### 1940: Erste Generation.

Im Laufe des Jahres 1940 hat sich die *Diprion*-Seuche weiter nach Norden verlegt und nun die „Noorderheide“ auf dem Harskampgebiet und den Südrand des Staatswaldes, die Försterei „Kootwijk“, erreicht. Eine erste Generation von

*Diprion* gab es in diesem Jahr fast gar nicht. Ungünstige Witterungsverhältnisse dürften vielleicht die Ursache gewesen sein. Der Eiparasit hat wohl keine wichtige Rolle gespielt; wahrscheinlich auch unter dem Einfluss des kalten Frühjahrs kamen die Tiere sehr spät zum Vorschein (die meisten im Juni).

In den alten Herden, südlich von „De Plijmen“, südlich vom „Fransche Berg“ und südlich der Museum-Anlagen kann man die Gelege sporadisch finden. In „De Pollen“ gibt es einen leichten Frass. Im Harskampgebiet (nördlich von Jagen D, „Friezenveldje“ und „Noorderheide“), gibt es einen mäßigen Befall der ersten Generation. Dasselbe ist der Fall in den Jagen 17, 31 und in „De Kromme Hoek“.

Die Eilegezeit von *Diprion pini* L. fiel während der Kriegszeit im Mai 1940. Die Gebiete waren nicht zu erreichen, das Auftreten der Eiparasiten entzieht sich daher der Beurteilung.

#### Herbstgeneration von *Diprion pini* L.

An vielen Orten, auch in den alten Herden: „Plijmen“, südlich vom „Fransche Berg“, „De Pollen“, „Otterlosche Zand“, waren viele *Diprion*-Gelege zu finden. Aus diesen Eiern ist fast nirgends eine Larve geschlüpft; die meisten Eier waren parasitiert. Dies war der Fall im ganzen Gebiet von „De Hoge Veluwe“ und auch im südlichen Teil des angrenzenden Harskampgebietes. An verschiedenen Orten auf „De Hoge Veluwe“ und im angrenzenden Gebiet wurden Eiprüfen gesammelt und wurde die Zahl der parasitierten Eier bestimmt.

Die Muster A und B stammen aus dem zentralen Teil, die Muster C und D aus dem nördlichen Teil des Gutes. E—K sind Proben aus dem angrenzenden Harskampgebiet, vom Süden nach Nord-Westen genommen. K liegt an der Nord-

| Ort  | Zahl der Gelege | Zahl der Eier | Parasitier-te Eier | % der parasitier-ten Eier |
|--|-----------------|---------------|--------------------|---------------------------|
| A. südlich von „De Plijmen“                          | ± 13            | 270           | 270                | 100 %                     |
| B. „De Pollen“ . . . . .                             | ± 10            | 525           | 525                | 100 %                     |
| C. und D. Bei dem „De Wet“-Denkmal . . . . .         | ± 27            | 661           | 589                | 89 %                      |
| Harskampgebiet                                       |                 |               |                    |                           |
| E. „Kromme Hoek“ . . . . .                           | ± 14            | 591           | 587                | 99 %                      |
| F. Südrand van Jagen D . . .                         | ± 16            | 1386          | 1038               | 75 %                      |
| G. „Kempfler“ . . . . .                              | ± 30            | 2496          | 750                | 35 %                      |
| H. „Friezenveldje“ . . . . .                         | ± 12            | 913           | 452                | 50 %                      |
| I. „Noorderheide“ . . . . .                          | ± 25            | 2017          | 1075               | 53 %                      |
| J. „Noorderheide“, Gebüsch<br>beim Schuppen. . . . . | ± 21            | 1866          | 1376               | 75 %                      |
| K. Südrand des Staatswaldes .                        | ± 14            | 790           | 228                | 29 %                      |

Die Zahl der Eilege kann nur ungefähr angegeben werden, weil es nicht immer genau zu bestimmen ist ob ein Gelege von einem einzigen Weibchen herrührt.

grenze des Verbreitungsgebietes von *Diprion pini* L., im Staatswald der Försterei „Kootwijk“. G liegt im Südwesten des Harskampgebietes, auch an der Grenze des *Diprion*-Befallsgebietes. Die letztgenannten Orte G und K wurden von *Diprion* erst im Spätsommer 1939 erreicht.

Aus obigen Daten geht deutlich hervor, dass die Parasitierung der Eier, vom Zentrum des Herdes nach dem Rande des Befallsgebietes zu, geringer wird. Eine Ausnahme bildet ein kleiner Gebüsch von Anflugkiefern auf der „Noorderheide“, wo die Eier viel stärker parasitiert sind (J).

Vergleichen wir obige Daten mit denen des vorigen Jahres, so sehen wir, dass der Eiparasit der Blattwespe nach Norden hin gefolgt ist. Auf dem ganzen Gut „De Hoge Veluwe“ und im südlichen Teil des Harskampgebietes ist die Parasitierung so stark, dass der Befall ganz zusammengebrochen ist. Man konnte erwarten, dass im nördlichen Teil des untersuchten Gebietes, die Parasitierung im folgenden Jahre zunehmen würde. Dies war in der Tat der Fall.

#### 1941 :

Der *Diprion*-Befall hat sich nicht weiter nach Norden verlegt; im zentralen Teil des Harskampgebietes und auf der „Noorderheide“ ist der Befall nun ganz verschwunden. Der Eiparasit hat also hier der *Diprion pini*-Seuche ein Ende gemacht.

#### Daten aus anderen Orten in den Niederlanden. Provinz Gelderland.

Nunspeet : Im Frühjahr 1939 wurde ein schwerer Frass von *Diprion pini* L. im Staatswald, Försterei „Nunspeet“ entdeckt. Dieser wurde zum ersten Mal in dem sogenannten „Zandenbosch“ bemerkt, einem bewaldeten Flugsand mit einigen offenen Stellen mit vereinzelt Bäumen. Auch im vorigen Jahr muss die Seuche hier geherrscht haben, was an den abgefressenen alten Trieben zu constatieren war. Dieses Gebiet wurde zum Herd, von dem die Seuche sich über die umliegenden Wälder der Gemeinde Nunspeet ausgebreitet hat. Ungefähr drei Wochen später als an der ersten Stelle wurde hier ein mässiger Befall gemeldet.

Auch bei den Herden auf „De Hoge Veluwe“ wurden immer die ersten Eigelege im Zentrum der Herde gefunden, da am Rande des Verbreitungsgebietes die *Diprion*-Weibchen etwas später ihre Eier ablegten. Offenbar legen die früh schlüpfenden Weibchen ihre Eier grösstenteils in den Herden ab, während die später schlüpfenden Weibchen zum Teil wegfliegen und am Rande des Verbreitungsgebietes ihre Eier deponieren.

Im September 1939 wurde im „Zandenbosch“ eine Eiprobe gesammelt, ungefähr 25 Gelege. Alle Eier waren parasitiert,

so dass die Seuche hier wohl sehr schnell ein Ende genommen hat. Am Rande dieses Gebietes, im Walde der Gemeinde Nunspeet, war noch an einigen Stellen ein leichter Frass zu finden. Auch hier war *Diprion* im Frühjahr 1940 ganz verschwunden.

Hulshorst: Flugsand mit Kiefernflug am Rande. Im Frühjahr 1939 waren die Kiefern stark von *Diprion pini* L. befallen; Im September desselben Jahres waren nur noch stellenweise Larven von *Diprion* zu finden. Auch hier wurden ungefähr 20 Gelege gesammelt, wovon alle Eier parasitiert waren.

Zu welcher Zeit der Befall hier zum ersten Mal auftrat ist nicht bekannt.

's Heerenberg: 1940. Überall auf dem ganzen Landgut „Huis te Bergh“ war ein leichter Frass zu finden; am stärksten in einigen Heidekomplexen mit vereinzelt stehenden Kiefern von etwa 3 m Höhe, im Osten des Gutes und an der Landstrasse 's Heerenberg-Didam. Eine Eiprobe wurde gesammelt, ungefähr 20 Gelege, im Ganzen 1555 Eier, wovon 662 parasitiert waren, also 49 % der Eier.

#### Provinz Utrecht:

Von 1938 an hat sich ein Befall von *Diprion pini* L. in den Wäldern der Utrechter Hügelkette nach Norden ausgebreitet. Im Jahre 1938 trat ein sehr starker Frass auf dem Gute „Bornia“ in Driebergen auf. Hier lag wahrscheinlich der Herd, in dem *Diprion* sich zum ersten Mal stark entwickelt hat und aus dem er sich nach Norden ausgedehnt hat. Eine Beschreibung dieses Herdgebietes und der Entwicklung der Seuche in Utrecht finden wir auf Seite [48]. Im Herbst 1939 ist der Befall in „Bornia“ stark verringert; im Frühjahr 1940 war er nahezu ganz verschwunden. Im Herbst 1941 konnten hier keine Beobachtungen angestellt werden, weil das Gut für Besucher geschlossen wurde.

Es sieht aus, dass auch hier die Seuche ganz von den Eiparasiten reguliert worden ist. Im Herbst 1939 waren die Gelege von *Diprion* stark parasitiert.

Der *Diprion*-Befall hat sich 1939 bis nach Bilthoven ausgedehnt; am schwersten war er im Gemeindewald von Zeist. Im Herbst 1939 war der Frass am letzterwähnten Ort schon verringert, am meisten in den Jagen, die im Frühjahr stark befallen wurden. Hier waren die Eier zum grössten Teil parasitiert. Den Prozentsatz der parasitierten Eier habe ich leider nicht bestimmt. In Bilthoven gab es längs der neuen Betonstrasse an einigen Stellen Kahlfrass im Herbst 1939.

Im Jahre 1940 hat sich die Seuche wieder weiter nach

Norden verlegt. Von der ersten Generation von *Diprion* wurde im Frühjahr Frass an einem Ort gemeldet, nördlich von dem Frassgebiete des vorigen Jahres („Berg en Bosch“). In Bilthoven, längs der Betonstrasse ist der Befall stark verringert. Im Herbst 1940 hat sich die Seuche wieder weiter nach Norden verlegt und hat sie den südlichen Teil des Staatswaldes, Försterei „Lage Vuursche“, erreicht. Am stärksten ist der Frass im nördlichen Teil des Gutes „Eyckestein“. In Bilthoven ist nun die Seuche jetzt verschwunden, die Parasitierung der Eier betrug 100 %.

Im Herbst 1940 wurden im *Diprion*-Befallsgebiet einige Eiprüben gesammelt, vom Süden nach Norden.

| Ort  | Zahl der Gelege | Zahl der Eier | Parasitirte Eier | % der parasitierten Eier |
|--|-----------------|---------------|------------------|--------------------------|
| I. Bilthoven. . . . .                                | ± 16            | 444           | 444              | 100 %                    |
| II. Lage Vuursche . . . . .                          | ± 20            | 1111          | 567              | 51 %                     |
| III. Staatswald, Försterei „Lage Vuursche“ . . . . . | ± 20            | 1077          | 491              | 47 %                     |

Auch hieraus geht hervor, dass *Achrysocharella ruforum* Krausse ziemlich schnell auf *Diprion pini* L. folgt, sie schliesslich einholt und dann nach einer oder mehreren Generationen der Seuche ein Ende macht.

#### Provinz Noord Brabant :

In der Provinz Noord Brabant trat *Diprion pini* L. im Jahre 1939 und 1940 an verschiedenen Orten massenhaft auf.

Nistelrode : Mässig starker Frass in jungen Anpflanzungen schlecht wachsender Kiefern auf abgeplagtem und umgegrabenem Boden. Eiprübe der 2. Generation 1939 : 20 Gelege, total 1884 Eier, wovon 897 parasitiert waren, das ist 46 %.

Mill 1940 : Gemeindewald ; geringer Befall im schlecht wachsenden Kiefernbestand auf gleichartigem Boden wie in Nistelrode.

Probe der Eier der 2. Generation 1939, 14 Gelege, total 806 Eier, wovon 405 parasitiert waren, also 51 %.

„De Rips“ bei Deurne : Ein ungefähr 50 Jahre alter Kiefernbestand, mit stark entwickelter Moosdecke und Rohhumusdecke. Ein ziemlich schwerer Befall von *Diprion pini* L. zusammen mit *Bupalus piniarius* L. wurde im Jahre 1940 constatiert. Die Parasitierung der Eier der 2. Generation betrug 40 %, 25 Gelege, total 1550 Eier, wovon 615 parasitiert waren.

Die Kokons der 2. Generation 1940 wurden zum grössten Teil im Boden von den Mäusen vernichtet. Von 141 Kokons

waren 91 von Mäusen beschädigt, 7 von Elateridenlarven. Aus 11 Kokons sind Ichneumoniden geschlüpft und 32 Kokons dürften vielleicht im Jahre 1941 normal schlüpfen. Die Probe wurde im April 1941 genommen.

Im Frühjahr 1941 war hier keine starke Ausdehnung der Seuche zu erwarten, wegen der grossen Vernichtung der Kokons und der ziemlich grossen Anzahl Eiparasiten. Im Jahre 1941 wurde indertat kein bedeutender Frass gemeldet.

Horst-Sevenum, 1940 und 1941: Gemeindewald; ungefähr 100 ha Flagsandbewaldung (Komplexe ungefähr 30 Jahre alt und Komplexe 12—15 Jahre alt). Im Herbst 1940 wurden 80 ha völlig kahlgefressen und der Rest schwer befallen. Die Parasitierung der Eier war gering, nur 6%; total 1503 Eier, wovon 85 parasitiert waren. Mäusefrass der Kokons kam hier nicht so viel vor; die lebende Bodendecke besteht aus Flechten und Moosen (u.a. *Polytrichum piliferum* Schreb. und *P. juniperinum* Willd.), worin man nur sehr wenig Mäusegänge findet. Die älteren Bäume haben sich nicht erholt, die jüngeren zum grössten Teil auch nicht. Es war notwendig sofort 50—80 ha niederzuschlagen. Im Juni 1941 waren in fast alle übriggebliebenen Nadeln Eier abgelegt. Die Parasitierung war ziemlich stark, 50 bis 80% an den verschiedenen Stellen, so dass im Sommer und Herbst nur an einer einzigen Stelle ein mässiger Befall bemerkbar war.

#### Möglichkeiten der Benützung der Eiparasiten bei der Bekämpfung der Seuchen von *Diprion pini* L.

Da *Achrysocharella ruforum* Krausse schnell und gründlich *Diprion*-Eier aufräumt, erscheint es angezeigt, diesen Parasiten zur Bekämpfung der Blattwespen zu benutzen. Die grösste Schwierigkeit besteht aber darin, den Parasiten in genügend grosser Menge zu bekommen. Wenn an verschiedenen Orten, wie in den Niederlanden in den Jahren 1939 und 1940, die Entwicklung der Kalamität sehr verschieden ist, dürfte es natürlich mit wenig Mühe und Kosten möglich sein parasitierte Eigelege nach neuen Befallsgebieten mit fehlender oder schwacher Parasitierung zu überbringen.

Zweifelsohne wird man den Zusammenbruch der Seuche dadurch beschleunigen können, aber man kann nicht verhindern, dass mindestens eine Generation von *Diprion* schädlich auftritt.

Die künstliche Aufzucht des Eiparasiten dürfte unüberwindliche Schwierigkeiten bieten. *Achrysocharella* ist monophag, sie parasitiert nur Eier von *Diprion*-Arten. Daher müsste man *Achrysocharella* in einem grossen Käfig oder Treibhaus züchten, in dessen einen Abteilung man *Diprion* hält, während, man in einer andern Abteilung die Eier von *Diprion* parasitieren lässt.

Zwei mal in einem Jahr wird man parasitierte Gelege sammeln können und diese wieder zu erneuter Parasitierung der *Diprion*-Eier anwenden, oder man kann sie im Freien aussetzen an einem Ort, wo eine vorige *Diprion*-Generation zum ersten mal massenhaft auftrat und wo noch nicht viel Ei-parasiten anwesend sind. Eine derartige Zucht wird viele Schwierigkeiten bieten und kostspielig sein.

In Gefangenschaft setzt das *Diprion*-Weibchen nicht leicht seine Eier ab, aber in einem grossen Raum dürfte dies besser gelingen. Für ein grosses Gebiet wird es doch wünschenswert sein, Parasiten auf derartige Weise zu züchten, wie dies zum Beispiel in den Vereinigten Staaten Nordamerikas im grossen Umfange geschieht. Am besten dürfte dies unter der Leitung einer Staatsforstverwaltung geschehen, die regelmässig die Wälder, auch die Privatwälder, überwachen sollte.

Endlich dürfte es auch möglich sein, die Parasiten in einer Kühlanlage zu bewahren, so dass sie nach einem oder mehreren Jahren noch am Leben sind und noch im Stande sind Eier von *Diprion* zu parasitieren. Wir müssen aber abwarten, ob die Fruchtbarkeit der Weibchen durch diese Behandlung nicht zu stark herabgesetzt wird.

Diese Frage wird jetzt im „Kolonial Institut“ in Amsterdam studiert, worüber eine besondere Mitteilung erscheinen wird.

## Kapitel VI.

MASSNAHMEN ZUR VORBEUGUNG UND  
BEKÄMPFUNG DER *DIPRION PINI*-SEUCHE.

Wir haben in den vorigen Kapiteln gelegentlich Einzelheiten besprochen, die uns eine Andeutung geben können, wie wir in einem Gebiet die Gefahr des Auftretens einer *Diprion*-Seuche bedeutend verringern können. Wir wollen hier die verschiedenen Möglichkeiten etwas ausführlicher besprechen. Dabei müssen wir sofort bemerken, dass die hier zu besprechenden Massnahmen und Möglichkeiten sich nur auf die Verhältnisse in den Niederlanden beziehen.

Die Massnahmen, die eine Verringerung der Gefahr des Auftretens bezwecken, sind zweierlei: 1. Kulturmassnahmen, die darauf hinzielen, dass in Gebieten mit viel Kiefernbeständen die Blattwespe wenig geeignete Stellen findet, an denen sie sich stark entwickeln kann und sich längere Zeit behaupten kann. Auch können wir versuchen zu verhindern, dass die Blattwespen sich aus solchen Gebieten über die umliegenden Wälder verbreiten, indem wir diese Wälder mittels eines Laubholzgürtels schützen.

2. Massnahmen wodurch wir versuchen den Widerstand zu erhöhen, den die Raubfeinde und Parasiten der Seuche bieten. Wir müssen also in diesem Fall die Entwicklung der Raubfeinde und Parasiten fördern oder dafür sorgen, dass die Gebiete, die wir gegen einen *Diprion*-Befall schützen wollen, als Wohnort dieser Blattwespenfeinde geeignet sind und dies auch bleiben. Dabei spielen natürlich, direkt und indirekt auch Kulturmassnahmen eine Rolle, so dass die unter 1 und 2 besprochenen Massnahmen hiermit teilweise zusammenfallen.

1. In den Niederlanden stehen die Wälder und also auch die Kiefernbestände fast überall auf ärmerem Boden. Die Wälder sind oft von geringer Bonität. Mitunter liegen zwischen diesen Waldkomplexen oder in der Nähe derselben noch schlechtere Parzellen, die oft gar nicht bewaldet sind und die wir potentielle Herdgebiete für die *Diprion*-Seuche nennen können (Siehe Einleitung, Seite [4]). Diese Gebiete bestehen meistens aus beweglichen oder festgelegten Flugsandkomplexen, die ganz oder teilweise mit einer armen niedrigen Vegetation, einem *Corynephorum* bewachsen sind. Hier und da findet man vereinzelte Anflugkiefern. Manchmal hat man versucht diese Gebiete mit Kiefern zu bewalden, was aber fast immer einen ungünstigen Erfolg hatte. Diese Gebiete ähneln sehr stark den Orten, die auf „De Hoge Veluwe“ die *Diprion pini*-Herde bilden (Kapitel III, S. [36]).

Man kann mit grosser Gewissheit voraussagen, dass, wenn je in den obenerwähnten Gebieten ein *Diprion*-Befall auftritt,

diese potentiellen Herdgebiete eine grosse Gefahr für die Umgebung bilden, denn hier könnte die Seuche sich längere Zeit behaupten und von hieraus könnten die umliegenden Wälder immer aufs neue infiziert werden. In solchen Fällen werden die potentiellen Herdgebiete zu Herde der Seuche.

Es kommt darauf an, schon in Zeiten ohne *Diprion*-Befall, Massnahmen zu treffen um die Gefahr einer starken Vermehrung der Blattwespe zu verringern. Dies ist wahrscheinlich nicht nur von Bedeutung für die *Diprion*-Seuche selbst, sondern auch für die andere Grossschädlinge des Waldes. Es scheint mir, dass diese oft so vernachlässigten und übersehenen Gebiete eine Brutstätte sind, worin sich verschiedene Schädlinge der Kiefern ungestört entwickeln können. Ich denke dabei z.B. an *Bupalus*, *Myelophilus*, *Hylobius* und *Pissodes*-Arten. Man findet in solchen „Bent“-gebieten oft kränkelnde Bäume und viel Trockenholz, was wahrscheinlich eine starke Entwicklung der genannten primären und sekundären Schädlinge fördert.

Am besten wäre es diese potentiellen Herdgebiete völlig zu beseitigen oder sie so zu verändern, dass die Entwicklungsmöglichkeit von *Diprion pini* L. geringer wird. Ersteres ist aber gar nicht durchführbar. Wir können ja nicht alle Anflugkiefern in einem solchen Gebiet umhauen, wodurch *Diprion pini* hier keine Nahrung finden würde. Die Kiefern erfüllen hier eine bedeutende Aufgabe, sie helfen dabei, den Sand festzulegen und festzuhalten. Wenn wir diese Bäume alle beseitigten, so bliebe nur eine kahle Fläche mit einer niedrigen Vegetation übrig. Diese Vegetation ist überdies sehr subtil und es wäre gut denkbar, dass der Sand beweglich und dadurch eine Gefahr für die umliegenden Wälder und Kulturboden würde.

Auch der Naturschutz würde sich einer solchen Veränderung dieser oft so schönen Landschaften widersetzen.

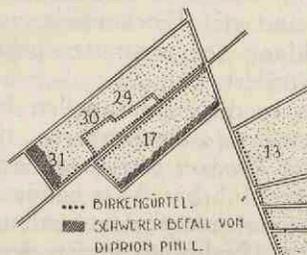
Wohl könnte man versuchen, die Bodenverhältnisse u.s.w. so zu beeinflussen, dass eine Bewachsung mit einem reicheren Bestand an den am meisten gefährdeten Orten möglich wäre, wodurch man zugleich die Fauna günstig beeinflussen und so der Entwicklung der Grossschädlinge grösseren Widerstand entgegen setzen könnte.

Förstlich gesehen, bieten diese Gebiete die grössten Schwierigkeiten; es ist gar nicht einfach hier eine reichere Vegetation entstehen zu lassen und es dürfte auch sehr lange dauern bis man ein genügendes Resultat erreicht hat. Jedenfalls wird man ausser Kiefern auch solches Laubholz sähen oder pflanzen müssen, wovon man auf diesen Böden etwas erwarten kann. Vielleicht können dabei *Betula*- und später auch *Prunus*-Arten und auf besserem Boden einheimische und amerikanische Eichen eine Rolle spielen. Die Verwandlung dieses „Bent“, in einen Boden mit reicherer Flora ist aus-

serordentlich schwierig. Eine eingehende Untersuchung dieser Fragen werden wir dem Forstwirt überlassen müssen. Er wäre aber erwünscht, dass auch hierzulande diese Sache tatkräftig in Angriff genommen wird.

Verschiedene Umstände weisen darauf hin, dass eine völlige Beseitigung dieser potentiellen Herdgebiete oder eine Umwandlung derselben in Gebiete mit reicherer Vegetation meistens nicht gut möglich ist. Aber es ist jedenfalls erwünscht in diese Richtung eine Lösung zu suchen, weil es von der grössten Bedeutung ist, wahrscheinlich nicht nur in Bezug auf *Diprion*, sondern auch mit Rücksicht auf andere Schädlinge.

Wenn es nicht möglich sein sollte die angedeuteten Änderungen durchzuführen, so sollte man zu verhindern suchen,



Situationsskizze der Jagen 17,31 u.s.w. in dem Harskampgebiet.

dass die Blattwespen sich über die umliegenden Wälder verbreiten. Wir sahen schon (siehe S. [39]), dass bei einem mässig starken Befall die Wälder gut gegen *Diprion*-Frass geschützt sind, wenn sie von einem Laubholzgürtel umgeben sind. Die Anlage breiter Streifen von Laubholz oder gemischtem Wald dürfte die Gefahr einer Infektion der umliegenden Wälder verringern. Es empfiehlt sich daher, alle Kiefernkomplexe mit einem Laubholzgürtel zu umgeben, wie sie in den Jagen 13, 17, 31 u.s.w. auf dem Harskampgebiet angelegt wurden (siehe Seite [90]). Hierdurch wird auch die Brandgefahr im Wald vermindert.

Ein solcher Gürtel wird naturgemäss nur dann genügend Schutz bieten, wenn er höher ist oder gleich hoch als der dahinterstehende Bestand, oder der Gürtel sollte sehr breit sein. Wie wir schon im Kapitel III sahen, werden diese Massnahmen bei starker Entwicklung der Kalamität nicht entscheidend sein, aber auf „De Hoge Veluwe“ und in den angrenzenden Gebieten sind, wie wir gezeigt haben, solche Gürtel jedenfalls von grosser Wichtigkeit. Es ist selbstverständlich, dass man mit obenerwähnten Massnahmen nicht warten sollte, bis eine *Diprion*-Kalamität tatsächlich auftritt. Sollte sich aber in einem Gebiet ein neuer Befall von *Diprion* einstellen und sollte die Blattwespe sich an bestimmten Orten

behaupten, so ist es ratsam an diesen Orten handelnd aufzutreten oder sie von den umliegenden Kiefernwälder mittels eines breiten Laubholzgürtels zu isolieren.

### Erhöhung der Widerstände gegen die Entwicklung der Seuche.

Raubfeinde und Parasiten spielen eine bedeutende Rolle bei der Regulierung der *Diprion*-Gradation. Von den Raubfeinden sind Mäuse und die roten Waldameisen, von den Parasiten der Eiparasit *Achrysocharella ruforum* Krauss sehr wichtig. Es fragt sich nun unter welchen Umständen wird die grösst mögliche Nutzleistung dieser Tiere erwarten können.

**Mäuse:** Es ist nicht ratsam die Entwicklung der Mäuse zu fördern, den ihr Schaden ist wahrscheinlich im allgemeinen viel grösser als ihr Nutzen. Sie vernichten aber eine grosse Menge von *Diprion*-Kokons; es erhebt sich daher die Frage, wie man von ihnen den grössten Nutzen in stark befallenen Beständen ziehen kann, wenn sie doch einmal vorhanden sind. Diese Nager bevorzugen Wälder mit reichem Bodenwuchs und dichterem Rohhumusdecke oder Nadelstreudecke. Es ist also erwünscht, dass in bedrohten oder stark befallenen Wäldern eine genügend dicke Bodendecke entwickelt ist. Man muss hier also die Nadelstreu so viel wie möglich liegen lassen. Auf „De Hoge Veluwe“ benutzt man die Nadelstreu oft für die Versorgung der Spazierwege. Ganz abgesehen von dem Nahrungsverlust des Waldes, sollte man doch mit diesem Wegräumen grosse Vorsicht betrachten und die Nadelstreu niemals entfernen, wenn sich viele *Diprion*-Larven im Boden eingesponnen haben, denn man nimmt den Mäusen dadurch wahrscheinlich die Gelegenheit, viele Kokons zu vernichten.

Über die Möglichkeit einer Bodenverbesserung im „Bent“ mit Hilfe einer reicheren Bodenbedeckung haben wir bereits gesprochen. Sollte sich dies verwirklichen lassen, dann darf man erwarten, dass die Mäuse zahlreichere Gänge als bisher anlegen werden. Wie schon erwähnt, findet man im „Bent“ die Mäuse nur in der Streudecke unter den Bäumen. Kokons an anderen Stellen werden nicht vom Mäusefrass berührt.

**Ameisen:** Im vorigen Kapitel wurde auf die grosse Bedeutung der roten Waldameisen für die Vernichtung der erwachsene Larven hingewiesen. Auf dem „Bent“ fehlen diese Ameisen, aber in den Wäldern auf besserem Boden finden wir sie oft in erheblichen Mengen. Es ist wünschenswert, die Ameisen und ihre Nester so gut wie möglich zu schützen und ihre Verbreitung überall im Wald zu fördern. In Deutschland macht man über die Nester bisweilen eine Art Käfig aus Stacheldraht um sie gegen Vogelfrass (Spechte) und gegen Leute, die Ameisenpuppen sammeln, zu schützen. Nach Gösswald (1933), Eidmann (1927) u.s.w. ist es sehr

gut möglich neue Kolonien zu gründen um auf diese Weise eine günstige Verteilung der Ameisen im Wald zu fördern. Besonders *Formica rufa polycytena* Bondr. ist in dieser Hinsicht sehr geeignet, denn diese Art macht stark verzweigte Kolonien mit vielen Nestern. Dadurch können sie ein grosses Gebiet beherrschen.

Bevor man die Nester künstlich verbreitet, sollte man die ökologischen Ansprüche kennen, die Ameisen an ihre Umgebung stellen und diese Ansprüche so viel wie möglich verwirklichen. Es ist wahrscheinlich nicht möglich, ohne eingreifende Veränderung des Bodens und seines Bestandes Kolonien auf dem „Bent“ zu gründen und instand zu halten. Die Schaffung günstiger Verhältnisse für die Ameisen wäre aber auch hier von grosser Bedeutung für die Beschränkung der *Diprion*-Gefahr. Die Möglichkeit derartiger Massnahmen werden auf „De Hoge Veluwe“ untersucht.

**Vögel:** Ein guter Vogelstand ist im allgemeinen erwünscht, wengleich er für *Diprion* von nicht ausschlaggebender Bedeutung ist. Man kann ihn befördern, indem man z.B. Nestkästchen aufhängt, Trinkgelegenheiten schafft und Vögelbüsche anlegt, mit dichten beerentragenden Sträuchern. Die Vögel werden hierdurch angelockt und finden eine gute Gelegenheit in letzteren ihre Nester zu bauen.

**Eiparasiten:** Der Eiparasit *Achrysocharella ruforum* Krausse ist monophag, er ist also auf Blattwespenierer angewiesen. Wir können aber niemals solche Verhältnisse ins Leben rufen, dass im Freien bedeutende Mengen Eiparasiten als Schutzmittel vorhanden sind, die eine beginnende stärkere Vermehrung der Seuche sofort bekämpfen können. Herrscht einmal die Seuche an einem Ort, dann ist es aber fast immer möglich die Eiparasiten dorthin zu bringen um sie zur Bekämpfung der Seuche zu benutzen. (Siehe unten).

Alle obenerwähnten Massnahmen bezwecken die Gefahr des Auftretens einer *Diprion pini*-Seuche zu verringern. Man muss aber damit rechnen, dass sie nicht entscheidend sind und also die Möglichkeit eines starken Befalls bestehen bleibt. Die Folgen werden in gut gepflegten Wäldern aber weniger ernst sein als in vernachlässigten Wäldern.

Die hier erörterten Massnahmen müssen wir als eine Art Versicherung gegen die Seuche betrachten. Die Seuche selbst braucht aber nicht aufzutreten.

### Die Bekämpfung der *Diprion pini*-Seuche.

Gewöhnlich bemerkt man das Auftreten der *Diprion*-Seuche erst, wenn sie schon eine erhebliche Stärke erreicht hat; auf einmal sieht man dann den schweren Frass. Wenn man diesen Schaden vermindern will, ist nur eine Bekämpfung mit chemischen Mitteln möglich.

Es ist nicht beabsichtigt hier näher auf die chemische Bekämpfung einzugehen, da Herr Dr. Ing. J. J. Franssen darüber in *Nederlandsch Boschbouw-Tijdschrift*, 1942 ausführlich berichten wird.<sup>1)</sup>

Wie schon hervorgehoben, dürfte zu Anfang einer Seuche die Anzahl der Eiparasiten, *Achrysocharella ruforum* Krause, gering sein. Es wäre von Bedeutung diese Anzahl schnell zu erhöhen, das Züchten dieser Parasiten aber dürfte schwierig und kostspielig sein. Auch von dem Aufbewahren grosser Mengen Eier in Kühlanlagen erwarte ich nur einen geringen Erfolg. Dieses Verfahren ist umständlich, auch muss man abwarten, ob die Tiere nicht geschwächt worden sind und ihre Fruchtbarkeit ganz oder teilweise verloren haben. Das Aussetzen im Freien würde dann nicht den erwünschten Erfolg haben.

Es bleibt also die Möglichkeit, die hochgradig parasitierten Eigelege in neue Befallsgebieten überzubringen, was mit wenig Mühe und Kosten verbunden sein dürfte. Oft wird es vorkommen, dass die Entwicklung der Gradation in verschiedenen, nicht zu weit auseinanderliegenden Befallsgebieten sehr verschieden ist. Namentlich wenn in einem Gebiet der Eiparasit schon stark entwickelt ist, während er in dem andern Gebiet fast fehlt, wäre es der Mühe wert parasitierte Eigelege nach dem neuen Befallsgebiet überzubringen.

Dies sollte nicht nur vom Zentrum des Befallsgebietes aus geschehen, sondern auch von der Grenze des Verbreitungsgebietes aus, da der Parasit in seiner Verbreitung hinter *Diprion* zurückbleibt.

Wiederholt wurden Eigelege gesammelt und nach anderen Orten überbracht. Sie wurden im Freien oder im Laboratorium aufbewahrt. Oft wurden nur die parasitierten Nadeln von den Zweigen gepflückt und den ganzen Winter hindurch in einem trocknen, kühlen Raum aufbewahrt. Die Eiparasiten ertrugen all diese Behandlung gut und schlüpfen fast ohne Ausnahme. Man kann daher den Resultaten mit Vertrauen entgegen sehen.

Ein günstiger Nebenumstand ist der, dass die *Diprion*-Eier sich in den abgeschnittenen Trieben nicht gut entwickeln. Entweder vertrocknen sie, oder die frisch geschlüpfen Räumchen können die dürre Nahrung nicht fressen und gehen zu grunde. Wenn die Triebe nicht zu früh abgeschnitten sind, entwickeln sich die Parasiten hingegen gut.

Zusammenfassend können wir also sagen, dass es erwünscht ist die potentiellen Herdgebiete der *Diprion*-Seuche zu verändern in Gebiete mit reicherer Flora und Fauna oder,

<sup>1)</sup> Diese Mitteilung erscheint auch in „Mededeeling van het Comité ter bestudeering en bestrijding van insectenplagen in bosschen“ 1942.

wenn dies nicht möglich ist, diese Gebiete von den umliegenden Wäldern zu isolieren, mittels eines Laubholzgürtels. Auch jeder Kiefernkomplex sollte mit einem solchen, weniger breiten Gürtel umgeben werden. Dasselbe gilt selbstverständlich auch für die Gebiete, die schon zu Herden der Seuche geworden sind.

Tritt eine Seuche von *Diprion* auf, so sollte man sie erst mit chemischen Mitteln bekämpfen und weiter dafür sorgen, dass so schnell wie möglich grosse Mengen des Eiparasiten *Achrysocharella ruforum* Krausse herbeigeschafft werden.

## Kapitel VII.

DAS STELLEN EINER PROGNOSE ÜBER  
DIE ZU ERWARTENDE WEITERENTWICKLUNG  
EINER *DIPRION PINI*-SEUCHE.

Es wäre von grosser Wichtigkeit eine Methode auszuarbeiten, mit der eine Massenvermehrung voraus zu bestimmen wäre. Dazu müssten wir versuchen möglichst früh ein Bild der zu erwartenden Zahl der fressenden Larven und des Umfangs des von ihnen verursachten Schaden zu bekommen.

Die hierfür nötigen Berechnungen beruhen auf Beobachtungen, die während einer Ruheperiode der Blattwespen, also während des Kokonstadiums und des Eistadiums angestellt werden sollten. Die aktiven Stadien eignen sich dafür von vornherein nicht.

Bereits haben verschiedene Autoren versucht eine Methode für die Prognose der *Diprion pini*-Kalamität auszuarbeiten. Man kann aber nicht sagen, dass es ihnen vollständig gelungen wäre. Meiner Ansicht nach ist es vorläufig auch nicht möglich, die sehr vielen Faktoren, welche die Entwicklung einer *Diprion*-Gradation bestimmen, frühzeitig genug zu ermitteln und in Zahlen festzulegen. *Thalenhorst* (1941) hat teilweise erreicht, den Verlauf einer Gradation zu bestimmen und zu berechnen, doch es gelang ihm nicht eine längere Zeit vorher eine zuverlässige Voraussage über die zu erwartende Zahl der fressenden Larven zu geben. *Thalenhorst* stellt also keine Prognose auf längeren Termin; er kann nur ungefähr einen Monat zuvor mitteilen, ob in bestimmten Komplexen wirklich *Diprion*-Gefahr droht, wobei Überraschungen nicht ausgeschlossen sind.

Wir werden auf die Methode von *Thalenhorst*, unten noch zurückkommen.

Für einige andere Grossschädlinge des Waldes, z.B. für *Bupalus* hat man bewährte Prognosemethoden gefunden, wobei man hauptsächlich von den im Boden überwinterten Puppen ausgeht. Ähnliche Methoden haben bei *Diprion pini* L. bisher kein befriedigendes Resultat ergeben. Mehrere Untersucher haben sich mit dieser Frage beschäftigt. *Wolff* (1935), *Schedl* (1938) und *Bitter* und *Niklas* (1939) haben in diesem Zusammenhang besonders die Kokons berücksichtigt.

*Schedl's* Beobachtungen haben wie er selbst sagt, zwar einen wertvollen Einblick in die Bevölkerungsdynamik geliefert, aber sie genügten nicht um eine zuverlässige Prognose zu stellen, weil die Kokonsterblichkeit in den von ihm untersuchten Fällen als Bevölkerungsregulator zweiten Ranges zu betrachten ist. Diese Beobachtungen zeigten deutlich, dass die Mortalität des Ei- und Larvenstadiums viel bedeutender ist als die Kokonsterblichkeit. Nach ihm muss daher der

Schwerpunkt der prognostischen Untersuchungen in Zukunft auf Erfassung der Ei- und Larvenmortalität verlegt werden.

Thalenhorst (1941) hat bei seinen prognostischen Untersuchungen sowohl das Kokonstadium wie das Eistadium berücksichtigt. Aus seinen Untersuchungen geht hervor, dass eine zuverlässige Prognose bei diesen Blattwespen äusserst schwierig ist. Das Resultat seiner Arbeit ist, dass er nach Analogie mit den bei *Bupalus* gefundenen Werten, auch für die Eier und Kokons der Blattwespen bestimmte Zahlen ermittelt hat, wobei Kahlfrass verursacht wird; Diese Zahlen nennt man gewöhnlich: „kritische Zahlen“. Für Kokons kommt er zu einer Anzahl von 12 pro m<sup>2</sup> in einem Wald ziemlich guter Bonität und normaler Bepflanzung. Diese Zahl bedeutet eine Warnung, dass bei normaler Ei- und Larvenentwicklung mit Kahlfrass gerechnet werden muss.

In gleicher Weise hat Thalenhorst auch die kritischen Eizahlen pro Baumkrone ermittelt; diese Zahlen sind natürlich je nach dem Alter und der Bonität des Waldes verschieden. Hierunter geben wir seine vorläufigen Zahlen. Findet man also pro Baumkrone diese Quantitäten Eier, so besteht in diesem Komplex Gefahr für Kahlfrass.

| Ertragsklasse          | Alter des Bestandes in Jahren. |       |       |        |         |
|------------------------|--------------------------------|-------|-------|--------|---------|
|                        | 20—40                          | 41—60 | 61—80 | 81—100 | 101—120 |
| Bonität II/III und III | 5000                           | 10600 | 16200 | 21600  | 26800   |
| Bonität III/IV und IV  | 2600                           | 7200  | 11400 | 15600  | 20000   |
| Bonität IV/V und V     | 1200                           | 3800  | 6600  | 9600   | 12200   |

Er muss aber sofort warnen vor einer allzu dogmatischen Auswertung dieser Zahlen, weil es noch viele Möglichkeiten gibt, die in diesen Zahlen nicht oder nur ungenügend zum Ausdruck kommen.

Von Thalenhorsts Methode ausgehend, wollen wir untersuchen, welche Beobachtungen man für eine eventuelle Prognose jedenfalls anstellen muss und welchen Schwierigkeiten man dabei begegnet.

Thalenhorst berechnet mit Hilfe der Kokondichtheit im Boden die Zahl der späteren Eier pro Baumkrone und gibt dafür folgende Formel

$$E_k = K_{qm} \times \frac{S}{100} \times \frac{I_s}{100} \times Q \times E_{\varphi}$$

$E_k$  ist die zu erwartende Zahl der Eier pro Baumkrone;  $K$  ist die Anzahl der normalen, gefüllten Kokons im Boden je m<sup>2</sup>;  $S$  ist der Prozentsatz der schlüpfbereiten Tiere in den gesammelten Kokons;  $I_s$  ist der Sexualindex: der Weibchen-

anteil in den Mustern, in Prozenten der gefüllten Kokons;  $Q$  ist ein Umrechnungsfaktor und bezieht sich auf die Dichtigkeit der Bäume pro ha und wird pro  $m^2$  umgerechnet;  $E \varnothing$  ist die durchschnittliche Zahl der Eier eines Weibchens.

### Bemerkungen in Bezug auf die prognostischen Untersuchungen über die Kokons.

#### 1. Das Sammeln der Kokonmuster.

Das Sammeln der Kokons muss so geschehen, dass die daraus berechnete Zahl der gefüllten Kokons pro ha so viel wie möglich mit der Wirklichkeit übereinstimmt. Schedl (1938) und Thalenhorst (1941) geben dafür einige Methoden an. Letzterer berechnete die durchschnittliche Zahl der Kokons pro  $m^2$  in einem Muster, gesammelt auf einem Gebiet von  $25 m^2$ , in dessen Mitte ein Kiefernstamm stand, oder er ermittelte diese durchschnittliche Zahl in einem Streifen von  $1 \times 5 m$ , wobei der Stamm an dessen Ende stand. An der Stammbasis findet man oft eine Anhäufung von Kokons. Beide Methoden erwiesen sich als erfolgreich; bei einer Kontrolle auf grösseren Oberflächen zeigte es sich, dass wir tatsächlich in beiden Fällen ein zuverlässiges Bild der Kokondichtheit im Boden bekommen.

Das Sammeln solcher Muster wird zweifelsohne den Anforderungen in einem Wald entsprechen, wo die Kokons meistens ziemlich regelmässig im Boden verteilt sind, nicht aber auf dem „Bent“. Hier ist die Verteilung der Kokons im Boden sehr unregelmässig. So kann es vorkommen, dass man an einer Stelle auf  $25 m^2$  keinen einzigen Kokon findet, während man an andern Orten auf einer gleich grossen Oberfläche fast alle Kokons findet, die von 1 ha oder mehr herühren. Es ist also auf dem „Bent“ sehr schwierig oder sogar unmöglich zu berechnen wieviel Kokons sich in einem bestimmten Gebiet befinden. Dies ist um so bedauerlicher, als gerade in einem solchen Gebiet eine Prognose von grosser Bedeutung ist.

#### 2. Der Zeitpunkt der Probesammelns.

Thalenhorst (1941) sammelte seine Blattwespenkokons im Dezember, weil man zu dieser Zeit auch Beobachtungen an andern Tieren zu machen pflegte. Diese Sammelzeit ist nicht günstig, denn später nimmt die Parasitierung durch Ichneumoniden und die Vernichtung der Kokons durch Raubfeinde sowie ihre Verpilzung noch erheblich zu. Da der Prozentsatz der vernichteten Kokons sich nicht im voraus bestimmen lässt ist es also erwünscht die Muster später zu sammeln. Schedl (1938) sammelte daher seine Proben kurz vor oder nach dem Schlüpfen des ersten Hauptfluges von *Diprion pini* L. im Frühjahr. Thalenhorst machte

zu dieser Zeit wohl einige ergänzende Beobachtungen, es war ihm aber nicht gelungen die Zahl der zu erwartenden Weibchen genau zu bestimmen mit Hilfe dieser und der im Dezember gesammelten Daten.

Bei den Sommerkokons ist die Sache nicht so schwierig; man bekommt zuverlässige Zahlen der hieraus entstehenden Weibchen, wenn man die Muster kurz vor oder nach dem Schlüpfen der *Diprion*-Imagines sammelt. Die daraus zu berechnenden Zahlen genügen aber nicht um die Zahl der im Herbst fressenden Larven zu ermitteln, denn die im Boden lang überliegenden Kokons geben, wie wir schon sahen, auch im Herbst fressende Larven. Will man also die Stärke der Herbstgeneration genau berechnen, so muss man ungefähr im Juli ein Muster mit überliegenden Kokons und später ein solches mit oberirdisch eingesponnenen Kokons eintragen. Die Muster der überliegenden Kokons muss man sammeln, bevor sie geschlüpft sind, sonst kann man diese Tiere nicht von früher geschlüpften unterscheiden. Die Kokons, die nach dieser Zeit noch von Raubfeinden u.s.w. werden können, müssen bei diesen Berechnungen unberücksichtigt bleiben.

#### Gesundheit der Kokons, Parasitierung und Schlüpfbereitschaft der *Diprion*-Imagines.

Von den gesammelten Kokons muss die Anzahl normaler Larven nun bestimmt werden. Im Frühjahr und auch im Herbst sind die parasitierten Larven leicht zu erkennen. Wie wir oft erwähntes bleibt manchmal ein erheblicher Teil der im Boden überwinterten Kokons überliegen. In den Tabellen auf Seite [18] und [64] sehen wir, dass der Anteil der überliegenden Kokons an den verschiedenen Mustern nicht gleich gross ist. Er muss daher in jedem Muster besonders bestimmt werden. Schon ziemlich bald nach dem Einspinnen und sicher im Dezember kann man mit grosser Gewissheit sagen, welche Larven im folgenden Frühjahr die Imago ergeben und welche länger liegen bleiben werden. Erstere zeigen zu jener Zeit schon deutlich das Puppenauge, die Larven sind also in eine Pronymphe verwandelt. In den überliegenden Kokons ist die Larve dann noch als Eonymphe anwesend; diese zeigt von Augen noch keine Spur.

#### Das Geschlechtsverhältnis ( $I_s$ ).

Da die Geschlechtsverhältnisse an nicht weit auseinander liegenden Orten verschieden sein können, müssen wir in jedem Muster den Weibchenanteil bestimmen (siehe Tabelle auf S. [66]). Die Weiblichen und männlichen Kokons sind mit ziemlich grosser Sicherheit ihrer Länge zu erkennen (siehe die graphischen Darstellungen auf Seite [50]).

### Die Eiproduktion des Weibchens ( $E_{\varphi}$ ).

Aus der Kokongrösse kann man für einem bestimmten Ort die Eiproduktion des Weibchens berechnen (S c h e d l 1935),

Wie wir schon sahen (Seite [51]), kann aber der Unterschied in der Eiproduktion der Weibchen aus gleich grossen Kokons verschiedener Herkunft sehr erheblich sein. Wir müssen daher mit unseren Berechnungen sehr vorsichtig sein und in den Mustern der verschiedenen Fundorte die durchschnittliche Eiproduktion feststellen.

Bei den prognostischen Berechnungen kann man die meisten der bisher genannten Faktoren berücksichtigen, wenn es auch sehr zeitraubend ist. Einige wichtige Faktoren müssen aber ausser Betracht bleiben, wodurch das Resultat der Berechnungen oft ungenau wird. Solche Faktoren sind zum Beispiel die Vernichtung der Kokons durch Raubfeinde und Parasiten nach dem Zeitpunkt des Sammelns, und der Einfluss ungünstiger Witterungsverhältnisse auf das Ablegen der Eier. Auch kann man keine Rücksicht nehmen auf an- und wegfliegende Imagines, wodurch natürlich die Zahl der an einem bestimmten Ort abgelegten Eier beeinflusst wird. Dass diese Faktoren oft bedeutend sind, zeigen die von Th a l e n h o r s t errechneten Eizahlen und die in Wirklichkeit von ihm gefundenen Zahlen. Im Forstamt Finowtal, Jagen 146 war die berechnete Zahl pro Baumkrone 34000 Eier, in Wirklichkeit fand er nur 16313 Eier. In Jagen 241b waren die Zahlen bzw. 83000 und 25053. Diese Unterschiede beweisen dass die obengenannten Beobachtungen an Kokons für eine zuverlässige Prognose nicht genügen und dass jedenfalls auch Beobachtungen an den Eiern angestellt werden müssen.

### Die prognostischen Untersuchungen über die Eier.

Für eine Prognose ist es wichtig zu wissen, wieviel Eier je Baumkrone gefunden werden. Weil das Zählen sehr zeitraubend ist, gibt Th a l e n h o r s t eine Methode an, die schneller zum Ziele führt. Er berechnete die Zahl der Eier pro Baumkrone nach der folgenden Formel:

$$E_k = L \times F \times \frac{N}{100}$$

$E_k$  ist die Zahl der abgelegten Eier je Baumkrone;  $L$  ist die Summe der Kittmassenlänge an 100 Nadeln;  $F$  ist ein Umrechnungsfaktor für die Eilänge (berechnet aus der Kittmassenlänge und der Zahl der darunter gefundenen Eier);  $N$  ist die Zahl der belegten Nadeln.

Hat man in dieser Weise die Zahl der Eier je Baumkrone ermittelt, dann muss noch bestimmt werden wieviel Eier parasitiert sind oder nicht gesund sind. Das ist aber erst 17 bis 21 Tage nach der Eierblage möglich. Nach etwa 30 Tage schlüpfen die Eier. Man kann also erst wenige Tage vor dem

Schlüpfen der Eier zum ersten Mal voraussagen, wieviel Larven pro Baumkrone zu erwarten sind.

Wenn man die Zahl der Eier kennt die einen Kahlfrass zur Folge haben können, dann haben diese in obenbeschriebener Weise ermittelten Zahlen für uns eine grosse Bedeutung.

Thalenhorst hat im Vergleich mit dem Frass von *Bupalus* auch für *Diprion* sogenannten kritischen Eizahlen für verschiedene Bonitäten und Alterklassen des Waldes bestimmt (siehe auch S. [96]).

Naturgemäss haben diese Zahlen nur einen ungefähren Wert, denn noch viele nicht berücksichtigte Faktoren können im Walde eine Rolle spielen, z.B. die Folgen eines früheren Frasses, die klimatologischen Verhältnisse während der Entwicklung der Larven und Eier, u.s.w. Man muss daher diesen Zahlen keine all zu grossen Wert beilegen.

Thalenhorst (1941) hat auch mit *Bupalus* als Beispiel, bei diesen Blattwespen kritische Kokonzahlen berechnet. Auf diese Zahlen darf man aber, infolge des obengesagten, nicht viel Wert legen, wenn sie nicht mit Beobachtungen an den Eiern ergänzt werden. Wir sehen also dass jede Prognose über die zu erwartende Zahl der fressenden *Diprion*-Larven nur von wenig praktischem Wert sein dürfte, denn die letzten dafür notwendigen Beobachtungen kann man nur eine Woche vor dem Schlüpfen der Eier anstellen.

Für eine folgende Generation muss man alle Berechnungen aufs neue anstellen, weil sich verschiedene wichtige Faktoren in kurzer Zeit stark ändern können, wie z.B. die Eiparasitierung, das Überliegen u.s.w.

Ich glaube nicht, dass das ziemlich ungenaue Resultat, das man beim Stellen dieser Prognose bekommt, die viele dazu nötige Arbeit lohnt; meiner Ansicht nach könnte man besser die gefährdeten Wälder das ganze Jahr hindurch regelmässig kontrollieren.

Wann ist nun ein Wald gefährdet? An erster Stelle, wenn man im vorhergehenden Jahr an jenem Ort einen starken Frass beobachtet hat. Wir müssen aber auch die umliegenden Wälder berücksichtigen, die von dem erstgenannten Ort aus infiziert werden können. Eine Kokonprognose kommt hier natürlich nicht in Frage, weil die Infektion von angeflogenen Weibchen herrührt.

Es ist aber wohl von Bedeutung an diesen Orten und in der Umgebung einige Probestämme zu fällen und die ungefähre Zahl der gesunden Eier zu bestimmen, oder wenigstens den Parasitierungsprozentsatz der Eier zu ermitteln.

Es wird gewiss der Mühe wert sein, Ergebnisse in den verschiedenen Jahren in eine Karte einzutragen, wie es im Kapitel III geschehen ist. Daraus kann man oft über den Verlauf der Seuche und die zu erwartende Weiterentwicklung

allerlei Schlüsse ziehen. Die Frassstärke kann von jedem erfahrenen Forstbeamten genügend geschätzt werden, wenn man nicht zu viel Stärkeklassen unterscheidet. Die Resultate dieser Schätzungen sollten ebenfalls in die Karte eingetragen werden. Dies hat den Vorteil, dass man dabei auf die bekannten forstlichen Eigenschaften der Waldkomplexe Rücksicht nehmen kann.

Eine Prognose aber, auf die von Thalenhorst angegebene Weise, wobei man erst spät zu einem Resultat kommt, wird auch wegen der Ungenauheit dieses Resultats und wegen der vielen dafür nötigen Arbeit nur wenig praktischen Nutzen haben.

## SCHRIFTTUM.

- Altum, A., 1882, Forstzoologie III, 2. Abt. 273.
- , 1898, Das massenhafte Auftreten der Kiefernbuschhornblattwespe, *Lophyrus pini* L., in den preussischen Kiefernrevieren während der letztverflossenen Jahre. Z. f. Forst- u. Jagdw. 30, 411—427.
- Baer, W., 1916, Über Nadelholz-Blattwespen, 2. Die Kiefernbuschhornblattwespen. Nat. Z. f. Land- u. Forst. 14, 314—322.
- Benson, R. B., 1939, On the genera of the *Diprionidae* (*Hymenoptera Symphytha*). Bull. ent. Res. 30, 339—342.
- Bitter, B. u. Niklas, O. B., 1939, Die Massenvermehrung der Kiefernbuschhornblattwespe *Pteronus* (*Lophyrus*) *pini* L. im Forstamt Trappen (Trapponen), Ostpreussen 1936—1937. Forst. Ctrbl. 61, 429—447.
- Boas, J. E. V., 1923, Dansk Forstzoologie.
- Borries, H., 1895, Jagttagelser over danske Naaletrae-Insecter. Tidsskr. Skovvaesen, 7. Reihe, B. 1—95.
- Dissel, E. D. van, 1940, Plan van Behandeling voor de Bosschen en Woeste gronden van het Nationale Park „De Hoge Veluwe“. (Mit der Schreibmaschine vervielfältigt, nicht im Handel).
- Eckstein, K., 1893, Biologische Beobachtungen an *Lophyrus pini* L. Z. Forst und Jagdw. 25, 636—644.
- , 1904, Die Buschhornblattwespe. (*Loph. pini*). D. F. Z. 1904, 1175—1177.
- , 1937, Zoologische Beobachtungen. *Lophyrus*- (*Diprion*-) Frass an Kiefer und Fichte. Silva 25, 29—32.
- Eidmann, H., 1927, Die forstliche Bedeutung der roten Waldameise. Zeit. f. angew. Ent. 12, 298—311.
- , 1936, Zur Frage der Blattwespen-Prognose. Arb. über Phys. u. angew. Ent. Berlin, 3, 229—234.
- Eliescu, G., 1932, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Anatomie und Biologie von *Lophyrus pini* L. Z. f. angew. Ent. 19, 22—67 u. 188—206.
- Enslin, E., 1914, Die Blatt- und Holzwespen (Thenthrediniden) Mitteleuropas, herausg. Chr. S. Schröder. 95—213.
- , 1916, Die Europäischen *Diprion*- (*Lophyrus*-) Arten. Nat. Z. f. Forst- und Landw. 14, 1—20, 1 Taf.
- Escherich, 1940, Die Forstinsekten Mitteleuropas. V, 1940, 2—132.

- Ferière, C., 1935, Two Chalcidoid Eggparasites of *Diprion sertifer*. Geoffr. Bull. ent. Res. 26, 571—573.
- Fintelmann, L., 1839, Beiträge zur näheren Bestimmung und Naturgeschichte einiger auf der Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) lebenden Lophyren. Nova acta Carol. Leopoldina, Halle, 19.
- Fluiter, H. J. de, 1932, a, Eenige Mededeelingen betreffende het optreden van *Pteronus pini* L. in Nederland en zijn parasieten. Tijdschr. v. Ent. 75, XLI—XLV.
- , 1932, b, Bijdrage tot de kennis der biologie en epidemiologie van de gewone Dennenbladwesp, *Pteronus (Lophyrus pini)* L. in Nederland. Tijdschr. Plantenziekten 38, 125—196.
- , 1934, a, Over de levenswijze van de gewone Dennenbladwesp, *Diprion pini* L. en enkele harer voornaamste Hymenoptere parasieten, de Chalcidide, *Closterocerus* spec. (Eiparasiet) en de Cryptide, *Microcryptus subguttatus*, (Coconparasiet), De Levende Natuur., 353—360, u. 28—33.
- , 1934, b, Over het tijdstip, waarop de gewone Dennenbladwesp (*Diprion pini* L.), bestreden dient te worden. Ned. Boschb. Tijdschr. 7, 70—81.
- Fransen, J. J. 1937, De bestrijding van de dennenbladwesp (*Diprion pini* L.). Tijdschr. der Nederl. Heidemij. 49, 395—410.
- , 1938, a, Het opsporen van *Diprion pini* L. Ebenda 50, 1938, 119—126.
- , 1938, b, De plagen van den Dennenbladwesp, *Diprion (Lophyrus) pini* L. Landbouwk. tijdschr. 50, 1938, 224—249.
- Gäbler, H., 1936, *Picromerus bidens* L. als Feind der *Lophyrus*-Larven, Thar. Forst. Jahrb. 88.
- , 1941, Elateriden-Larven als Feinde der *Nematus* Kokons. Anz. f. Schädlingk. 27, 6—58.
- Gaulle, J., De, 1918, Parasites de *Lophyrus pini* L. Bull. Soc. d'Etude Sci. Nat. d'Elbeuf. 27.
- Girault, A. A., 1913, Australian *Hymenoptera Chalcidoidea* IV. Mem. Queensl. Mus. 2, 171 und 178.
- Goszwald, K., 1932, Oekologische untersuchungen über die Ameisenfauna des mittleren Mainzgebietes. Z. wiss. Zool. 142, 1—156.
- , 1933, Die künstliche Verbreitung der roten Waldameise unter besonderer Berücksichtigung ihrer Bionomie und Oekologie. Forstwiss. Zbl. 55, 333—340.
- , 1935, Physiologische Untersuchungen über die

- Einwirkung ökologischer Faktoren, besonders Temperatur und Luftfeuchtigkeit, auf die Entwicklung von *Diprion (Lophyrus) pini* L., zur Feststellung der Ursachen des Massenwechsels. Z. f. angew. Ent. 22, 331—384.
- Hardy, J. E., 1939, Natural control of *D. similis* Htg. in Poland during 1936, Bull. ent. Res. 30, 237—246.
- Hartig, Th., 1837, Über die par. Zweiflügler des Waldes. Jahresber. Fortschr. Forstw. Bd. 1, 275—316.
- , 1860, Die Familien der Blattwespen und Holzwespen. 1—416.
- Heller, J., 1931, Quantitative Studien über die Erbfaktoren der Stoffwechselgrösse bei den Schmetterlingspuppen. Biol. Zentralbl. 51, 259—269.
- Hsin, C. S., 1935, Beiträge zur Naturgeschichte der Blattwespen. Z. f. angew. Ent. 22, 253—294.
- Krausse, A., 1917, *Wolffiella ruforum*, nov gen., nov spec., ein neuer Chalcidier aus den Eiern von *Lophyrus rufus*. Z. f. Forst- und Jagdw. 49, 26—35.
- Micke, 1902, Einwirkung des Frasses von *Lophyrus pini* auf den Zuwachs der Kiefern. Z. f. Forst- und Jagdw. 34, 725—740.
- Morris, K. R. S. und Cameron, E., 1935, The Biology of *Microplectron juscipennis* Zett. (Chalcid) a parasite of the Pine Sawfly (*Diprion sertifer* Geoffr.). Bull. ent. Res. 26, 407—418.
- Mosebach-Pukowski, E., 1937, Über die Raupengesellschaften von *Vanessa io* und *Vanessa urticae*. Z. f. Morph. und Ökol. d. Tiere 33, 358—381.
- Nägeli, W., 1936, Die kleine Fichtenblattwespe (*Lygaeonematus pini* Retz. = *Nematus abietinus* Christ.). Mitt. Schweiz. Centralanst. forstl. Versuchswesen. 29, 213—381.
- Nördlinger, 1884, Lehrbuch des Forstschutzes. Berlin.
- Nowicki, Sw., 1939, Über einige in *Diprion (Lophyrus)* schmarotzende Pteromaliden (Hym Chalcid). Z. angew. Ent. 25, 472—477.
- Nüsslin, O., 1927, Leitfaden der Forstinsektenkunde. 4. Aufl., 502—507.
- Quispel, A., 1941, De Verspreiding van de mierenfauna in het Nationale park „De Hoge Veluwe“. Ned. Boschbouw Tijdschr. 14, 5/6, 183—204, u. 258—286; Med. no. 2 van het Comité ter bestudeering en bestrijding van Insectenplagen in bosschen.
- Ratzeburg, J. Th. C., 1844, Die Forstinsekten. Bd. 3, 85—103.
- , 1844—1852, Die Ichneumoniden der Forstinsekten. 3 Bde.

- Rehder, 1927, A manual of cultivated trees and shrubs.
- Ritzema Bos, J., 1911, De Bosmuis (*Mus sylvaticus* L.). Tijdschr. Plantenz. 17, 61—95.
- Rossum, A. J. van, 1907—09, Mededeelingen over Bladwespen. Entomol. Ber. 1907—09.
- Schedl, K. E., 1938 a, Quantitative Freilandstudien an Blattwespen der *Pinus banksiana*, mit besonderer Berücksichtigung der Methodik. Z. f. angew. Ent. 24, 25—70 u. 181—215.
- , 1938 b, Zur Blattwespen-Prognose. Mitt. Forstwirtschaft u. Forstwiss. 9, 192—241.
- , 1939, Blattwespenkokongröße und Fruchtbarkeit der schlüpfenden Weibchen. Anz. f. Schädlingssk. 15, 25—29.
- Scheidter, F., 1919, Über die Feststellung des Parasitenbesatzes bei Forstschädlingen. Forstw. Centralbl. Bd. 41, 1, 1—15, 66—74 und 109—116.
- , 1926, Forstentomologische Beiträge, 2. u. 8, Z. f. Pflanzenkrkh. u. Pflanzensch. 36, 17—20 u. 193—202.
- , 1934, Forstentomologische Beiträge, 16—19—22—27—28—30—31—34—38, Z. f. Pflanzenkrkh. u. Pflanzensch. 44, 362—379, 386—422 u. 479—525.
- Schmiedeknecht, O., 1909, *Chalcididae*. In: P. Wytsman, Genera Insectorum Fasc. 97.
- Schwerdtfeger, F., 1936, Zur Kenntnis der roten Kiefernbuschhornblattwespe, *Diprion sertifer* Geoffr. (*Lophyrus rufus* Rat z.). Z. f. Pflanzensch. 46, 513—34.
- Shiperovitsh, V. J., 1925, a, Zur Frage von den Generationen bei den Thenthrediniden (*Lophyrus*) welche die Kiefernbestände des Ösinovo-Rostschinsky-Revieres beschädigen. Mitt. Leningrader Forst institut. 32, 163—164.
- , 1925, b, A Sawfly injurious to Pine and its Control. Protect. Plants Ukraine.
- , 1927, Verbreitung der die Kiefer im Pargolowo-Versuchsrevier schädigenden Thenthrediniden und die Faktoren, welche ihre Vermehrungsenergie reduzieren. Mitt. Leningrader Forst institut. 34, 115—118.
- Snellen van Vollenhoven, S. C., 1859, De Inlandsche Bladwespen etc. Tijdschr. v. Entomol. 2, 134—151.
- Thalenhorst, W., 1941, Zur Prognose des Schadauftritts der Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion pini* L.). Z. Forst. u. Jagdw. 73, 7/8, 201—246.
- Thiede, G., 1938, Zur Kenntnis der Lebensweise der bei Frankfort (Oder) auftretenden drei Hauptpara-

- siten von *Lophyrus pini* L. Inaugural-Dissertation Berlin 1938. 1—79.
- Ulllyett, G. C., 1936, a, Host selection by *Microplectron fuscipennis* Zett. (*Chalcididae*, *Hymenoptera*), Proc. R. Soc. London 120, 253—291.
- , 1936, b, The Physical Ecology of *Microplectron fuscipennis* Zett. (*Hym. Chalc.*). Bull. ent. Res. 27, 195—217.
- Verkuyl, A. H., 1940, Eenige sociologisch getinte beschouwingen over de, in het Nationale park „De Hoge Veluwe” voorkomende grond- en terreintypen en van de daarbij behorende begroeiingen. Bijlage III bij v. Dissel „Plan voor De Hoge Veluwe”. (Mit der Schreibmaschine vervielfältigt, nicht im Handel).
- Vietinghoff, A. von, 1927, Das Verhalten paläarktischer Vögel gegenüber den wichtigeren forstschädlichen Insekten IX. *Lophyrus pini* L., *rufus* Rtz b., *similis* Htg., *herzyniae* Htg. Z. angew. Ent. 13, 505—512.
- Webber, R. T., 1932, *Sturmia inconspicua* Meig., a Tachinid Parasite of the Gipsy Moth. Journ. Agric. Res. 45, 193—208.
- Wolff, M., 1936, Über die Pteromalinen Gattung *Platytarma* Walker (1834) und über die deutsche von K. Eckstein aus *Lophyrus pini* gezogene Art. Z. f. angew. Ent. 39, 157—171.
- , 1935, Die Kritische Zahl der beim Probesuchen gefundenen Blattwespen Kokons. Der Deutsche Forstwirt. 17, 86, 1024.

## SAMENVATTING.

---

De dennenbladwesp *Diprion pini* L. is één van de schadelijkste insecten in de Nederlandsche grovedennenbosschen. De directe schade, die zij veroorzaakt, is bij goed groeiende bosschen op gronden waar de humusvorming bevrèdigend is niet zoo heel groot; zelfs bij kaalvraat sterft slechts een klein gedeelte van de boomen af. De in leven blijvende boomen krijgen het volgende jaar weer naalden. De groei van de boomen is wellicht wat geremd, doch dat herstelt zich spoedig. Bij bosschen op minder goeden bodem wordt echter bij de boomen, die niet ten gevolge van de vraat gestorven zijn, de lengtegroei en de diktegroei gedurende eenige jaren in belangrijke mate geremd. Daar in ons land de dennenbosschen vrijwel overal op minder goede gronden groeien, moeten wij bij het optreden van een *Diprion*-plaag dus rekenen op het vóórkomen van een belangrijke groeiremming.

De larven van de herfstgeneratie vreten de naalden van de loten van dat jaar en ook de naalden van oudere loten. Dit heeft een ongunstigen invloed op het uitloopen van de knoppen in het volgende jaar. De jonge loten blijven in het algemeen korter en ijler dan normale loten. De naalden blijven korter en hebben een bleekgroene kleur, terwijl de naalden van normale loten blauwgroen zijn.

Het grootste gevaar van de aantasting door de dennenbladwesp ligt in de verzwakking van de dennen, die daardoor meer vatbaar worden voor een aantasting door z.g. secundaire parasieten, b.v. *Myelophilus*, *Pissodes* enz. (Hoofdstuk II).

In ons land heeft *Diprion pini* L. twee generaties per jaar. De wijfjes van de voorjaarsgeneratie leggen hun eieren in de naalden van het vorige jaar; de wijfjes van de herfstgeneratie leggen hun eieren in de juist volgroeide jonge loten. Na 14—30 dagen komen de eieren uit. De jonge bastaardrupsen vreten de naalden niet geheel op, doch laten een middenribbe staan; de wat oudere dieren vreten de naalden geheel op. Gedurende hun geheele ontwikkeling blijven de larven in dichte kolonies bijeen. Deze kolonies worden wat lossen bij zonnig warm weer, maar bij slecht, regenachtig weer gaan de larven weer dicht opeen zitten en vreten niet. Als de larven volwassen zijn, kruipen ze vaak een behoorlijken afstand, waarna ze op een hoog voorwerp (heide, grashalmen etc.) voor de laatste maal vervellen. Daarna vreten ze niet meer, doch zoeken een geschikte plaats om zich in te spinnen. De larven van de voorjaarsgeneratie verpoppen zich boven den grond, in hun vraatboomen, op heide, grassen, etc. De larven van de najaarsgeneratie spinnen zich onder de oppervlakte van den grond in. De in den zomer boven den grond inge-

sponnen dieren leveren na ongeveer 14 dagen volwassen bladwespen, terwijl de dieren die zich in den herfst onder den grond ingesponnen hebben, in een volgend jaar uitkomen. (Hoofdstuk I).

In den herfst van 1938 werd een onderzoek begonnen over de verspreiding en de reguleering van de plaag van de dennenbladwesp op de Hoge Veluwe en in de aangrenzende gebieden. Ook werden waarnemingen gedaan op andere plaatsen in Nederland (Gelderland, Utrecht en Noord Brabant).

In het najaar 1938 trad de plaag niet zeer sterk op; de aantasting was beperkt tot enkele gebieden op de Hoge Veluwe: ten Zuiden van de Plijmen; aan de randen van het Otterlosche Zand en in „Siberië”, ten O. van het Dienstgebouw van het landgoed.

Gedurende het onderzoek bleek, dat deze gebieden steeds weer het eerst en het sterkst door de dennenbladwesp aangetast werden. Hier lagen dus blijkbaar de haarden, waarin het dier zich langen tijd kon staande houden, en in tijden van gunstige ontwikkelingsmogelijkheden zich sterk vermeerderen en over de omliggende bosschen verspreiden kon. Ook in de jaren 1935—1938 werd in bovengenoemde gebieden steeds de sterkste aantasting geconstateerd.

Al deze gebieden vertoonen een groote overeenkomst; het zijn uitgestoven of overstoven gebieden, die een zeer arme vegetatie bezitten, een *Corynephorion*. Hier en daar vinden we in deze gebieden groepjes vliegdennen. (Hoofdstuk II). Ir A. H. Verkuyl noemde deze gebieden: „Bent”. Op deze „Bent”-gronden liggen dus de haarden waarin *Diprion* zich nu en dan heel sterk ontwikkelt en van waaruit zij zich dan ook naar de omliggende bosschen begeeft.

In 1939 had zoo'n sterke ontwikkeling van de plaag plaats en vrijwel in alle bosschen van Hoge Veluwe konden we de bladwesp vinden.

Gedurende de jaren 1938—1940 heeft de bladwespplaag zich steeds meer naar het Noorden uitgebreid. De oorzaak hiervan moeten we niet zoeken in een voorkeur voor een bepaalde vliegrichting van de wijfjes (hoofdstuk II en III), doch in het feit, dat het dier naar het Noorden gaande, steeds weer in dergelijke „Bent”-gebieden kwam, waarin het zich kon staande houden en sterk vermeerderen, zoodat het weer verder naar het Noorden kon doordringen. Iets dergelijks was te zien in de bosschen van de Utrechtsche heuvelrug, waar de plaag zich van 1938—1940 verplaatste van Dribergen tot de Lage Vuursche.

In de bosschen op goede gronden kan *Diprion* zich minder goed staande houden; hij verdwijnt hier tenslotte weer. Dit wordt veroorzaakt door de groote vernietiging van cocons en larven door de roofvijanden. In herfst, winter en voorjaar

worden, vooral in bosschen met rijken ondergroei, heel veel cocons door muizen vernietigd. Hierbij spelen de boschmuis (*Apodemus sylvaticus sylvaticus* L.) en de roze woelmuis (*Evotomys glareolus glareolus* Schreber) een belangrijke rol. Een aantal roode boschmiersoorten, waarvan de belangrijkste zijn: *Formica rufa polyctena* Bondr., *F. rufa polyctena* var. *piniphila* Schenk., en *F. pratensis* Goetze, maken een groot aantal volwassen larven buit en sleepen deze naar het nest. De mieren vangen vooral larven, die hun laatste vervelling achter den rug hebben en nu een geschikte plaats zoeken om zich te gaan verpoppen. In dit stadium zijn de larven weinig agressief; ze maken niet meer de bekende afschrikbewegingen. De mieren spelen vooral een belangrijke rol bij de herfstgeneratie; van de voorjaarsgeneratie verpopt een belangrijk deel boven den grond in de boomen.

Op de „Bent“-gronden komen de roode boschmieren praktisch niet voor, terwijl de muizen er hun gangen slechts maken in het strooisel onder de dennenboomen. Bladwespen die zich dus buiten de boomen onder korstmossen of tusschen mossen verpoppen worden niet door de roofvijanden vernietigd en deze kunnen dus aanleiding geven tot ontwikkeling van de plaag in het volgende jaar (Hoofdstuk III).

Een wijfje kan 50—120 eieren leggen; bij gunstige ontwikkelingsmogelijkheden (geringe beparasiteering van de eieren en geringe larvesterfte) kan dus uit een klein aantal wespen of larven in het voorjaar een sterke plaag ontstaan bij de tweede generatie in het najaar. Bovendien wordt de herfstgeneratie vaak nog vergroot doordat in Juli wijfjes uitkomen uit cocons, die tot dien tijd zijn blijven overliggen. Deze dieren kunnen zich in den herfst van het vorige jaar hebben ingesponnen, maar ook twee of drie jaren eerder. De cocons van de herfstgeneratie 1938 bleven voor een gedeelte overliggen tot 1940, enkele zelfs tot 1941 (Hoofdstuk I).

Deze lange diapause in het coconstadium is ook zeer belangrijk voor de instandhouding van de plaag, vooral in de haardgebieden. Wordt in een bepaald jaar door slechte omstandigheden (slecht weer, sterke beparasiteering van de eieren enz.) een eind gemaakt aan de plaag, dan is er in den bodem vaak nog een zekere coconsreserve aanwezig, waaruit zich na één of meerdere jaren opnieuw een sterke plaag van *Diprion* in de haardgebieden ontwikkelen kan. De overliggende cocons in de bosschen met rijken ondergroei zullen voor het grootste deel door muizen vernietigd worden (Hoofdstuk I).

Van de parasieten is de eiparasiet *Achrysocharella ruforum* Krausse het belangrijkste voor de reguleering van de *Diprion*-plaag (Hoofdstuk V). Het bleek dat dit dier zich in korten tijd sterk kon vermeerderen. De ontwikkeling begint het eerst in de *Diprion*-haarden en van daaruit volgen de

parasieten de uitzwerpende bladwespen, halen deze tenslotte in en maken een eind aan de plaag. In het voorjaar van 1939 werd deze parasiet voor het eerst in een gering aantal opgemerkt in de haarden. In het najaar van 1939 was het aantal bladwespen in de haardcentra reeds duidelijk afgenomen ten gevolge van de sterke beparasitering van de eieren. Aan den rand van het verspreidingsgebied van *Diprion* was echter nog slechts een gering gedeelte van de eieren gearasiteerd. In het najaar van 1940 (de voorjaarsgeneratie van *Diprion* ontbrak in 1940 vrijwel geheel) heeft de parasiet op de Hoge Veluwe en in het Zuidelijke gedeelte van het Harskamp-terrein een eind gemaakt aan de *Diprion*-plaag, terwijl ten Noorden van laatstgenoemde gedeelte nog een matige aantasting door de bladwesp werd waargenomen. In het volgende jaar was ook hier de aantasting geheel verdwenen (Hoofdstuk II en V).

*Achrysocharella ruforum* Krausse is monophaag op *Diprioni*; bij het ineenstorten van de plaag zal ook zij voor het grootste deel afsterven, zoodat zij zich, wanneer een plaag opnieuw optreedt, weer uit een klein aantal moet ontwikkelen. Intusschen kan de bladwesp groote schade veroorzaken (Hoofdstuk V).

Het bleek, dat de door De Fluiter als *Closterocerus* spec. vermelde eiparasiet, die in 1931 een belangrijke opruiming hield onder de bladwespeieren in Ede en in Brabant, identiek was met *Achrysocharella ruforum* Krausse.

De coconparasieten (Ichneumoniden en Tachiniden) waren van veel minder belang voor de reguleering van de plaag. Van 1938 tot 1940 waren ze niet zoo sterk in aantal toegenomen, dat daardoor een blijvende sterke vermindering van het aantal *Diprion*-individuen verkregen werd. Evenals bij de eiparasiet zagen we ook, dat de coconparasieten zich in het centrum van de haarden van *Diprion* het sterkst ontwikkelden, terwijl de beparasitering van de cocons naar den rand van het verspreidingsgebied van *Diprion* toe, geringer werd. Vergelijken we de beparasitering van de cocons op één bepaalde plaats gedurende de jaren van het onderzoek, dan zien we, dat de beparasitering niet sterk is toegenomen. Daardoor is, in tegenstelling met de eiparasiet, de beteekenis van de coconparasieten voor de reguleering van de *Diprion*-plaag gering (Hoofdstuk IV).

De verschillende waarnemingen, die over de ontwikkeling van de plaag werden gemaakt, leveren ons een aantal aanwijzingen, hoe we het gevaar van het optreden van de plagen kunnen verminderen en hoe we bestaande plagen kunnen bestrijden. Het beste zou ongetwijfeld zijn, de haardgebieden geheel te doen verdwijnen, waardoor de dennenbladwesp minder gebieden vindt, waarin zij zich ongestoord gunstig ontwikkelen kan, Practisch is dit echter niet uitvoerbaar. De

dennen op de „Bent“-gronden spelen een belangrijke rol bij het vasthouden van het zand, terwijl het bovendien om aesthetische redenen niet verantwoord zou zijn hier alle vliegdenen te verwijderen. Wel kunnen we er voor zorg dragen, dat de bladwespen zich niet al te gemakkelijk uit de haargebieden over de omliggende bosschen kunnen verspreiden door op de grens van „Bent“ en de betere gronden breede strooken loofhout aan te leggen. De daarachter gelegen dennenbosschen zijn bij een matige ontwikkeling van de plaag behoorlijk tegen de *Diprion*-aantasting beschermd. Het is om dezelfde reden nuttig, ieder dennencomplex door een loofhout-singel te omgeven. Op De Hoge Veluwe en op het Harskampterrein zagen we daarvan altijd een goed resultaat (Hoofdstuk VI).

Treedt echter eenmaal een plaag op, dan dienen we deze te bestrijden. Voor een directe vermindering van de schade komt alleen een bestrijding met chemische middelen in aanmerking; gewoonlijk wordt de plaag eerst opgemerkt, wanneer de schade reeds aanzienlijk is en dan komt een bestrijding met hulp van de roofvijanden of parasieten niet in aanmerking, omdat het effect daarvan eerst veel later optreedt. Komen in een gebied, waarin een nieuwe plaag optreedt, nog niet veel eiparasieten voor, dan zal het de moeite loonen van elders sterk beparasiteerde legsels van *Diprion* over te brengen. Dit zal vrijwel altijd mogelijk zijn, omdat de ontwikkeling van de plaag en van de eiparasieten niet overal gelijk zal zijn. Men moet dan de parasieten niet alleen naar het centrum van den haard overbrengen, maar ook naar den rand van het verspreidingsgebied van *Diprion* om tegemoet te komen aan de tamelijk langzame verspreiding van de eiparasieten (Hoofdstuk VI).

Van het kweken op groote schaal van deze eiparasieten verwacht ik niet veel. Dit zal zeer moeilijk zijn, vooral omdat *Achrysocharella ruforum* K r a u s s e monophaag is. Ook van het bewaren van groote hoeveelheden beparasiteerde eieren in koelkasten verwacht ik niet veel resultaat. Hierover worden proeven genomen, doch afgewacht moet worden of de vruchtbaarheid van de wijfjes niet sterk achteruitgaat, zoodat het uitzetten van deze dieren niet het gewenschte resultaat zal hebben (Hoofdstuk VI).

Aan de hand van een onderzoek van Thalenhorst werd nagegaan of het mogelijk was een betrouwbare prognose te geven over de te verwachten ontwikkeling van de plaag; tevens werd nagegaan welke waarnemingen daarvoor in ieder geval gedaan moeten worden. Het resultaat is teleurstellend. Aan waarnemingen over de cocons hebben we niet genoeg om een betrouwbare voorspelling te leveren over het te verwachten aantal wijfjes. Te veel factoren kunnen we bij het opstellen van de prognose niet in rekening bren-

gen, o.a. het wegvliegen van de dieren uit het gebied, de vernietiging van de cocons door de muizen enz., nadat de monsters verzameld zijn.

Een iets betrouwbaarder resultaat krijgen we, wanneer we in de prognose ook nog waarnemingen over de eieren betrekken, maar deze kunnen we pas doen, ongeveer zeven dagen voordat ze uitkomen.

Het nogal onnauwkeurige, zoo laat verkregen resultaat is mijns inziens niet het vele werk waard, dat er voor noodig is. Voorloopig zullen we een beter resultaat verkrijgen, door de bosschen, waarin we een aantasting kunnen verwachten geregeld te controleeren en de verkregen gegevens alle in kaart te brengen (Hoofdstuk II en VII).

## STELLINGEN.

### I.

Het z.g. Hiberno-Lusitanisch floraelement in Ierland moet beschouwd worden als een relict uit prae- of interglacialen tijd en niet als een uitbreiding van een areaal in postglacialen tijd.

Newbiggin, Marion I., 1936, Plant and animal geography.

Roi, J. Eléments biogéographiques de l'Irlande. Comm. 51 Stat. Intern. de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine, Montpellier.

### II.

De opvattingen van Preston over den bouw van den wand van de Coniferentracheide en de verklaring, welke hij geeft van het ontstaan van den schuinen stand van de cellosemicellen in de secundaire verdikkingslaag zijn onjuist; het beeld dat Bailey en Kerr van den bouw van dezen wand geven, verdient de voorkeur.

Preston, R. D., Philosoph. trans. Royal Soc. London. ser. B 224, 131—174.

Bailey, I. W., and Kerr, Th., 1935, Journ. Arnold Arb. 16, 273—300.

### III.

De determinatie van het ectoderm tot mondplaat door het entoderm (kopdarm) geschiedt reeds op het jong neurulastadium (Balinsky), in tegenstelling met het resultaat van de onderzoekingen van Ströer.

Ströer, W. F. H. 1933. Dissertatie Amsterdam.

Balinsky, 1939, Comptes Rendus de l'Acad. des Sc. de l'USSR. 23, 196—199, 199—205.

### IV.

Behalve langs de bloedbanen wordt thyroxine ook langs de zenuwbanen getransporteerd.

Mansfeld, G., 1939, Archiv f. Exp. Path. und Pharm. 193, 241—255.

### V.

Het is gewenscht, dat de Plantensystematici kennis nemen van de systematiek van de obligate plantenparasieten.

Hering, M., 1925, Naturforscher 2, 393—397, 454—459.

———, 1926, Die Ökologie der blattminnierenden Insektenlarven.

Hille Ris Lambers, D., 1939, Temminckia IV 1—134.

## VI.

Een gemengde boschcultuur verdient ook in verband met de voorkoming en de natuurlijke bestrijding van insectenplagen de voorkeur boven een monocultuur.

Schneider, F., 1939, Schweiz. Zeit. f. Forstw. 90, 41—55, 82—89.

Voûte, A., 1941, Nederl. Boschb. Tijdschr., 1941, 589—615.

## VII

He is gewenscht, dat in bepaalde gevallen van algemeen belang, de overheid of een daartoe aan te wijzen overheidslichaam (bv. Staatsboschbeheer) volgens een eenvoudiger procedure dan vastgesteld in art. 3 en 4 van de Boschwet 1922, bosch-eigenaren kan verplichten tot het nemen van maatregelen ter voorkoming en bestrijding van insectenplagen.

Het zou toe te juichen zijn, dat, mede in verband met de beoordeeling van bovengenoemde gevallen en de contrôle op de naleving ervan, bij het Staatsboschbeheer een boschbouw-entomoloog aangesteld zou worden.

## IX.

Het zou toe te juichen zijn, wanneer niet langer plassen, wielen en andere vaak waardevolle natuur-objecten gebruikt werden als stortplaats voor stadsvuil.







D  
ut  
19