

Die Kiefernblattwespen Weißrußlands und ihre Parasiten

(Hymenoptera: Diprionidae)

VON BORIS W. RYWKIN

Zoologisches Institut der Akademie der Wissenschaften, Leningrad, und Weißrussisches
Wissenschaftliches Forschungsinstitut für Forstwissenschaften, Gornel

Inhalt

	Seite
A. Die Bionomie und Gradologie der Diprioninen	457
B. Die Eiablage	459
C. Die Parasiten der Diprioninen	460
a) Eistadium	461
b) Larven	463
c) Eonymphen	465
D. Verlauf des Rückgangs der Massenvermehrung.	467
a) <i>Neodiprion sertifer</i> (Geoffr.)	467
b) <i>Diprion pini</i> (L.)	473
Zusammenfassung.	478
Literatur	481

A. Die Bionomie und Gradologie der Diprioninen

Bei zwei *Diprion*-Arten — *Diprion pini* (L.) und *Neodiprion sertifer* (Geoffr.) — kommt es in Kiefernwaldungen Weißrußlands häufiger zu Gradationen als bei den übrigen exophytischen Waldinsekten. Am häufigsten kommen sie bei *Neodiprion sertifer* vor. So wurde in den Jahren 1928—1951 dort das Massenaufreten von *Neodiprion sertifer* fünfmal, das von *Diprion pini* jedoch nur einmal beobachtet. Das gilt nicht nur für Weißrußland.

In Schweden wurden nach FORSSLUND (1945) z. B. nur Gradationen von *Neodiprion sertifer* festgestellt (in Nordschweden in den Jahren 1925/26 und 1933, in Südschweden 1937/38 und 1943). Bei den übrigen Arten wurden dort keine bedeutenden Vermehrungen bemerkt.

In den dafür besonders günstigen Jahren entstehen die *Diprion*-Gradationen gleichzeitig in verschiedenen Gegenden und Ländern. Von der Kalamität werden natürlich nicht alle, sondern nur die biozönosearmen Bestände befallen. Die intensivsten Massenvermehrungen von *Neodiprion sertifer* waren in Weißrußland in den Jahren 1929—1932 und 1947—1949, die von *Diprion pini* 1937.

In denselben Jahren wurden die *Diprion*-Gradationen auch in vielen anderen Gegenden beobachtet: in Lettland (ZINOWSKI, 1952) und in Öster-

reich (SCHÖNWIESE, 1934) in den Jahren 1929—1932, in Holland (DE FLUITER, 1932) in den Jahren 1929—1931, in vielen Gebieten des europäischen Teils der UdSSR einschließlich Lettland in den Jahren 1947—1949. Im Jahre 1937 wurden die *pini*-Gradationen nicht nur im Süden Weißrußlands festgestellt, sondern auch in vielen Gegenden der Ukraine (über 44000 ha), in Baschkirien (ca. 19000 ha), in vielen Gegenden der Gebiete Stalingrad, Saratow, Orel, Tula und anderen Gebieten der UdSSR, sowie in einigen Gegenden Deutschlands (BITTER & NIKLAS, 1939; THIEDE, 1938), in den Jahren 1938/39 in Holland (BESEMER, 1942), in der Westslowakei (SCHIMITSCHEK, 1941) und im Bezirk Potsdam in Deutschland. Nach RATZEBURG (1844) wurden die *pini*-Gradationen in Deutschland und nach KEPPEL (1883) im Gouvernement Kiew etwa in den gleichen Jahren festgestellt.

Die Entstehung der *Diprion*-Gradationen wird gewiß von vielen Faktoren beeinflusst, die entscheidende Rolle spielen dabei jedoch abiotische Faktoren: die klimatischen Verhältnisse, die einen direkten oder mittelbaren Einfluß auf die Lebensfähigkeit, Entwicklung und Fruchtbarkeit der Diprioninen und ihrer natürlichen Feinde ausüben. Der Rückgang der Kalamität dagegen steht, wie unsere Beobachtungen und Untersuchungen bewiesen haben, hauptsächlich in Verbindung mit dem Einfluß von biotischen Faktoren (Parasiten, Krankheiten und Räuber), die mit allen anderen Umweltbedingungen zusammenhängend, eine Einheit bilden.

Die Bionomie von *Neodiprion sertifer* unterscheidet sich außerordentlich von derjenigen der übrigen Diprioninen. Außer *Emphytus serotinus* (Müll.) ist es die einzige Blattwespen-Art Europas, die im Eistadium überwintert. Zum Unterschied von den übrigen Arten von Kiefernblattwespen ist *Neodiprion sertifer* univoltin, wobei das Schwärmen und die Eiablage bei dieser Art von Ende August—Anfang September erfolgt, während die Entwicklungsperiode der meisten Parasiten der Diprioninen kürzer ist. Bei der großen Mehrzahl der Hauptarten von Parasiten, die in allen Entwicklungsstadien der Diprioninen zu finden sind, kommen zwei oder mehrere Generationen vor. Deswegen bleibt auch im Jahre des Rückganges der Kalamität eine wenn auch nur geringe Zahl von *Neodiprion sertifer*, hauptsächlich als Eigelege an Kiefernadeln, teils auch als Eonymphen, in der Waldstreu. In günstigen Verhältnissen kann diese Restpopulation nach einigen Jahren zu einer neuen Gradation führen.

Außer *Neodiprion sertifer*-Massenvermehrungen können in Weißrußland auch Gradationen von *Diprion pini* beobachtet werden. Letztere ist die einzige Art von bivoltinen Diprioninen, bei der es zu Gradationen kommt. Ihre Übervermehrung ist dadurch zu erklären, daß bei bestimmten Verhältnissen *Diprion pini* seinen Parasiten entgeht und von den Wirksamsten unter ihnen nicht parasitiert wird.

Bei dieser Art befinden sich die Eonymphen-Kokons der ersten Generation nicht in der Waldstreu, sondern an den Nadeln der Kiefernkronen. Das macht das Parasitieren der Eonymphen aus der ersten Generation von

Diprion pini durch die Parasiten unmöglich, denen als optimales ökologisches Existenzmilieu die Waldstreu (*Gambrus adustus*, *Microcryptus basizonius* und andere) oder die Oberfläche der Waldstreu (*Dahlbominus fuscipennis*) dienen. An den Nadeln der Kiefernkronen überliegen die Eonymphen-Kokons der ersten Generation von *Diprion pini* niemals. Unter bestimmten Verhältnissen überliegen auch die Eonymphen der zweiten Generation nicht, wodurch dann im Frühling die Blattwespen aus allen Kokons schlüpfen. So kommt in den für die Entwicklung günstigen Jahren kein Überliegen der Eonymphen über vier Generationen vor. Das führt unvermeidlich zur starken Übervermehrung dieser Art.

Entsprechende Witterungsverhältnisse (siehe unten) wurden z. B. im Winter 1936/37 im Süden Weißrußlands beobachtet. Sie begünstigten die Entwicklung aller Eonymphen, wodurch im Frühjahr 1937 die Blattwespen aus allen Kokons schlüpften.

Die Übervermehrung von *Diprion pini* läßt jedoch nach verhältnismäßig kurzer Zeit nach. Das Eruptionsstadium erstreckt sich bei dieser Art nur über eine Generation. Die Parasitierung von *Diprion pini* erreicht sowohl im Eistadium, als auch in anderen Stadien fast 100%; infolgedessen werden die Gradationen für einen mehr oder weniger langen Zeitraum unterdrückt. Daraus resultiert ein selteneres Massenauftreten dieser Art im Vergleich zu *Neodiprion sertifer*.

B. Die Eiablage

Die Art der Eibelegung der Kiefernadeln ist bei beiden Arten von Diprioninen etwa gleich. *Diprion pini* belegt stets nur eine Nadel des Triebes der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris*), während die andere Nadel unbelegt

Tabelle 1. Durchschnittliche Eizahl von *Diprion pini* und *Neodiprion sertifer* pro belegte Nadel der gemeinen Kiefer

Ort	Baum- alter	Jahr	Anzahl der unter- suchten Nadeln	Variationsangaben				
				M Durch- schnitts- eizahl an einer Nadel	$\pm m$	$\pm \sigma$	p%	V%
A. <i>Neodiprion sertifer</i>								
Slutzk	5—15	1932	1638	6,11	0,05	2,40	0,70	39,27
Slutzk	25—60	1932	21297	7,45	0,01	2,90	0,13	38,92
Krupki	25—60	1933	9825	8,17	0,02	2,83	0,24	34,63
Mogilew, Bobrujsk, Ossipowitschi	25—60	1949	5138	7,64	0,018	1,32	0,25	17,97
B. <i>Diprion pini</i>								
Gomel	10—60	1938	310	12,86	0,66	1,16	5,21	9,02

30*

bleibt. In eine Nadel werden im Durchschnitt 13 Eier abgelegt. Die dichte Lagerung der Eier gestattet dieser *Diprion*-Art, eine große Anzahl von Eiern an einer Nadel abzulegen. Bei *Neodiprion sertifer* dagegen beträgt im Durchschnitt die Eizahl an einer Nadel nur 6—8, weil die Eier nicht dicht aneinander, sondern in 1—1,5 mm breiten Abständen, liegen. Von 1719 im Frühjahr 1949 belegten Kieferntriebe waren bei 890 (51,7%) nur je eine Nadel und bei 829 (48,3%) beide Nadeln belegt. *Neodiprion sertifer* besiedelte im Durchschnitt 17 Nadeln und legte 132 Eier ab. *Diprion pini* besiedelte im Durchschnitt 10,69 Nadeln und legte 138 Eier ab. (Tabellen 1—2).

Tabelle 2. Durchschnittzahl pro Weibchen von *Neodiprion sertifer* und *Diprion pini* belegter Nadeln und gelegter Eier

	Anzahl Weibchen	Variationsangaben				
		M	$\pm m$	$\pm \sigma$	p%	V%
<i>Neodiprion sertifer</i> 1949						
Anzahl belegter Nadeln	247	17,176	0,367	5,67	2,1	33,53
Mittlere Eizahl	251	132,1	3,21	5,1	2,42	38,5
<i>Diprion pini</i> 1938						
Anzahl belegter Nadeln	207	10,69	0,21	3,1	1,96	28,98
Mittlere Eizahl	207	137,7	0,3	3,0	1,3	3,0

Die Eiablage von *Diprion pini* fällt auf die heiße Jahreszeit. Bei der Eiablage werden die Eier mit einer leimartigen durchsichtigen Schicht überzogen. Dadurch werden die Eier in den Nadeltaschen gegen Austrocknen und Infektion geschützt. Die Fruchtbarkeit von *Diprion pini* war etwas höher als die von *Neodiprion sertifer*. Die Kokons und Eonymphen der ersten Art waren merklich größer als die der anderen (Tabelle 3).

Tabelle 3

Kokongröße in mm	<i>Diprion pini</i>		<i>Neodiprion sertifer</i>	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
Länge	7,98 $\pm$ 0,05	10,23 $\pm$ 0,05	7,83 $\pm$ 0,08	9,95 $\pm$ 0,05
Breite	4,03 $\pm$ 0,02	5,35 $\pm$ 0,04	3,24 $\pm$ 0,03	4,38 $\pm$ 0,01

C. Die Parasiten der Diprioninen

In Weißrußland wurden folgende Parasitenarten aus Diprioninen gezogen:

A. Endoparasiten:

a) Eiparasiten:

Die Entwicklung dieser Parasiten verläuft in Eiern von Diprioninen.

Hymenoptera: Chalcidoidea

Entedontidae: 1. *Achrysocharella ruforum* (Krauß).

2. *Tetracampe diprioni* Ferr. — in beschränkter Anzahl.

Tetrastichidae: 3. *Geniocerus (Tetrastichus) xanthops* (Ratz.) — in beschränkter Anzahl.

b) Larvenparasiten:

Die Eier werden an die Haut der *Diprion*-Larven (des letzten Stadiums) abgelegt. Nach dem Einspinnen der Wirts-Larve verläuft die weitere Entwicklung in der Eonymphe im Kokon.

Diptera: Larvaevoridae

4. *Sturmia inconspicua* (Meig.).
5. *Sturmia gilva* (Htg.).
6. *Diplostichus janitrix* (Htg.) — in beschränkter Anzahl.

Hymenoptera: Ichneumonidae

- Ohpioninae:* 7. *Holocremna ratzeburgi* (Tschek.).
- Tryphoninae:* 8. *Lophyproctus luteator* (Thunb.).
9. *Cosmoconus elongator* (F.).
10. *Lamachus lophyrorum* (Htg.).
11. *Lamachus marginatus* (Brischke).
12. *Torocampus eques* (Htg.).

B. Ectoparasiten:

Sie paralisieren den Wirt, damit die Larve der Parasiten im Kokon der Blattwespe nicht erdrückt wird.

c) Die Eier werden an die *Diprion*-Larven in deren letztem Stadium, wenn diese die Nahrungsaufnahme schon beendet haben (unmittelbar vor dem Einspinnen), abgelegt. Die ganze Entwicklung des Parasiten verläuft im Kokon der Blattwespenenonymphe. Die Parasitenlarve des ersten Stadiums, die lange scharfe Borsten und stark gebogene Mandibeln besitzt, paralyisiert den Wirt. Nach der ersten Häutung der Parasitenlarve ist die *Diprion*-Eonymphe vollständig paralyisiert. Den folgenden Stadien der Parasitenlarve fehlen die langen Borsten.

Ichneumonidae: Tryphoninae

13. *Exenterus marginatorius* (F.).
14. *Exenterus abruptorius* Thunb.
15. *Exenterus oriolus* (Htg.).

d) Die Eonymphenparasiten, zum Teil auch die Pronymphen- und Puppenparasiten.

Vor der Eiablage durchbohrt das Weibchen des Parasiten die Kokonoberfläche und paralyisiert den Wirt. Die ganze Entwicklung des Parasiten verläuft im Kokon der Eonymphe in verhältnismäßig kurzer Zeit.

Ichneumonidae: Cryptinae

16. *Gambrus (Spilocryptus) adustus* (Grav.) = *nubeculatus* Grav.
17. *Microcryptus basizonius* (Grav.).
18. *Stylocryptus profligator* (F.).
19. *Stylocryptus* sp.

Chalcidoidea: Eulophidae

20. *Dahlbominus (Microplectron) fuscipennis* (Zett.).

Chalcidoidea: Pteromalidae

21. *Dibrachys cavus* (Walk.).

a) Eistadium

Der Haupteiparasit von *Diprion pini* sowie von *Neodiprion sertifer* ist *Achrysocharella ruforum*. Diese Art ist nicht nur in Weißrußland, sondern auch in der Ukraine (in der Umgegend von Charkow) verbreitet. Ihre Eiablage wurde von uns im Jahre 1955 untersucht.

Das Schwärmen und die Eiablage von *Achrysocharella ruforum* fällt aufs genaueste mit den entsprechenden Stadien von *Diprion pini* aus der ersten sowie aus der zweiten Generation zusammen. Im Jahre 1938 wurde das erste Auftreten des Weibchens des Eiparasiten am 27. April beobachtet. An diesem Tage begann das Weibchen, die allererste Eiablage von *Diprion pini* zu parasitieren, während diese Eiablage noch nicht beendet wurde. An den Eiern von *Diprion pini* aus der ersten Generation konnten die Eiparasiten vom 27. April bis 18. Juni beobachtet werden.

Auf vier Versuchsrevieren mit einer Gesamtfläche von 1,47 ha wurden alle Eiablagen von *Diprion* und die Anzahl der an ihnen befindlichen Eiparasiten den ganzen Sommer über berechnet. Es ergaben sich dabei 1006 parasitierte Nadeln. Nur 3,8% der Eier aus der ersten Generation von *Diprion pini* schlüpften (1.—25. VI.), während die übrigen Eier von den Eiparasiten parasitiert waren. Das Schwärmen von *Diprion pini* in der zweiten Generation begann am 18.—19. VII. und dauerte bis 4. VIII. Gerade zu dieser Zeit wurde das Schlüpfen von Eiparasiten aus den parasitierten Eiern der ersten Generation beobachtet. Am 4. VII. konnten 23,5% der Eier mit Anzeichen des Schlüpfens von Parasiten, am 21. VI. jedoch schon 97% der Gesamtzahl der Eier der ersten *Diprion*-Generation beobachtet werden.

In der zweiten Generation waren um einige Male mehr Eigelege anzutreffen als in der ersten. Die im Juli ausgeschlüpften Eiparasiten parasitierten alle Eigelege von *Diprion* aus der zweiten Generation völlig. Aus den Eiern der zweiten *Diprion*-Generation im Jahre 1938 schlüpfte auf den Versuchsrevieren nur eine Larve. Die Eiablagen der zweiten Generation von *Diprion* wurden praktisch zu 100% parasitiert.

Im Befallsgebiet von *Diprion pini* unweit Tschugujew (Umgegend von Charkow) wurden die Eiablagen der zweiten Generation von *Diprion pini* August—September 1955 von den Eiparasiten zu 90—97% parasitiert.

In Befallsgebieten von *Neodiprion sertifer* dagegen hat der Eiparasit *Achrysocharella ruforum* keine günstigen Verhältnisse, um den Entwicklungszyklus von einem Jahr zu beenden.

Nachdem dieser Parasit Ende April aus dem Ei schlüpfte, muß er bis Ende August Anfang September warten, ehe er *N. sertifer*-Eier vorfindet.

(Die Anzahl von anderen *Diprion*-Arten ist im Befallsgebiet von *Neodiprion sertifer* gewöhnlich ganz unerheblich.)

Unter solchen Verhältnissen sterben natürlich diese Eiparasiten zum großen Teil ab, wodurch die Eier von *N. sertifer*, selbst im Jahre des Rückganges der Massenvermehrung, wenn also die Anzahl der Eiablagen relativ nicht so groß ist, nie zu 100% parasitiert werden (Tabelle 4).

Tetracampe diprioni wurde nur in geringer Anzahl aufgefunden. Seine Bionomie ist nicht genügend geklärt. FERRIERE (1935) erhielt Exemplare, die in Schweden (29. VI.—2. VIII.) aus den Eiern von *Neodiprion sertifer* gezogen waren. Eine Anzahl dieser Parasiten schlüpft also Anfang August,

Tabelle 4. Parasitierungsprozent der Eier von *Neodiprion sertifer* im zweiten Jahr des Eruptionsstadiums (1949—1950)

Waldbetrieb (Forstamt, Waldort, Quartal)	Anzahl der Ei- ablagen	Eizahl			
		An einer Nadel	An beiden Nadeln	Im Ganzen	Von Eipara- siten besetzt
		eines Kieferntriebes			
Belinytschi Techotin	14	235 39%	367 61%	602 100%	382 63,45%
Polotzk	51	1484 41,44%	2097 58,56%	3581 100%	2903 81,06%
Belinytschi	50	850 42,8%	1133 57,2%	1983 100%	1209 61%
Polotzk (Strunsk)	13	279 38,43%	447 61,67%	726 100%	493 67,72%
Disna	46	950 40,12%	1418 58,88%	2368 100%	1831 77,32%
Polotzk (Strunsk II)	7	181 46%	213 54%	394 100%	325 82%
Im ganzen	174	3979 41,21%	5675 58,79%	9654 100%	7143 73,9%

im Wald jedoch vielleicht noch später¹⁾. Es ist nicht unmöglich, daß der Entwicklungszyklus eines Teils der Eiparasitenpopulationen zeitlich mit dem von *Neodiprion sertifer* zusammenfällt, doch ist dieser Eiparasit nur in geringer Anzahl anzutreffen.

b) Larven

Alle Larvenparasiten außer *Torocampus eques* wurden aus den Kokons der beiden *Diprion*-Arten gezogen. *Torocampus eques* wurde nur aus den Kokons vom *Neodiprion sertifer* gezogen. Zum Unterschied von den übrigen Larvenparasiten der Kiefernblattwespen hatte *Torocampus eques* einfache Generation und gleiche Entwicklungsdauer mit *Neodiprion sertifer*. Diese Schlupfwespe schlüpfte nur im Mai—Juni und nie in der zweiten Sommerhälfte oder im Herbst. Die übrigen Larvenparasiten aus der Familie *Ichneumonidae* schlüpften in Befallsgebieten von *Neodiprion sertifer* teils im August, teils im Frühjahr, nach dem Schlüpfen der als Eonymphenparasiten auftretenden *Cryptinae*. Das Schlüpfen von *Gambrus adustus* und *Stylocryptus profligator* aus den im Oktober 1931 gesammelten Kokons von *Neodiprion sertifer* wurde vom 5.—10. Januar 1932 und das von *Lophyrophlectus luteator* und *Cosmoconus elongator* vom 21.—27. II. 1932, beobachtet.

¹⁾ Die von mir gezogenen *Tetracampe diprioni* Ferr. schlüpften vom 8.—17. X., worüber E. OTTEN (Chalcididen als Diprion-Parasiten, Arb. physiol. angew. Ent., 9, 159—160, 1942) berichtet hat.

Alle Larvenparasiten aus der Familie *Ichneumonidae* sind ausgesprochene Spezialisten der erwähnten Wirts-Arten. An einem anderen Wirt werden sie nicht gefunden.

Die Tachine *Sturmia inconspicua*, ein Larvenparasit von *Diprion pini*, ist dagegen recht polyphag und hat eine doppelte Generation (RYWKIN, 1951). Diese Tachine parasitiert insbesondere die Kiefernschädlinge, zum Teil auch die an anderen Pflanzen lebenden Arten. Deshalb ist die Tachine in derartigen Befallsgebieten von *Diprion pini* reichlich vertreten, da sie hier auch durch andere Wirte günstige Verhältnisse hat, um den jährlichen Entwicklungszyklus zu vollenden.

In Befallsgebieten von *Neodiprion sertifer* tritt sie dagegen nur da auf, wo die Wirte ihrer zweiten Generation anzutreffen sind.

Der Umstand, daß der Entwicklungszyklus der Tachine zeitlich aufs genaueste mit dem von *Diprion pini* zusammenfällt, zeigt, daß gerade diese Art und andere Kiefernblattwespen-Arten mit doppelter Generation die Hauptwirte der Tachine sind. Hat die Tachine *Neodiprion sertifer* zum Wirt, so muß ihre zweite Generation auch die anderen (vor allem die an der Kiefer fressenden) Arten parasitieren.

Die zweite Generation von *Diprion pini* ist, wie das von uns im Jahre 1938 festgestellt wurde, stets zahlreicher als die erste. Deshalb mußte ein Teil der Tachinenpopulationen selbst, wenn die Tachine *Diprion pini* parasitiert, den Wirt wechseln. Dadurch erklärt sich auch die größere Anzahl von Wirten bei der ersten Generation.

Es sind folgende Wirte der ersten Generation bekannt: alle Kiefernblattwespen-Arten, Kieferneule, Nonne, Schwammspinner und einige andere. Die Tachine der zweiten Generation parasitiert die Larven von *Diprion pini* der Herbstgeneration und die Raupen des Kiefernspinners. Zeitweise ist die Tachine auch in den Raupen des Kiefernspanners zu finden (SACHTLEBEN, 1942). So kann die Tachine selbst in den reinen Kiefernbeständen das ganze Jahr über den Wirt wechseln. Die Anzahl der Tachinen steigt nur in solchen Befallsgebieten von *Neodiprion sertifer*, in denen es genug Raupen des Kiefernspinners gibt. Letzteres war z. B. bei einer Kalamität in Weißrußland in den Jahren 1948—1950 der Fall. In diesem Befallsgebiet konnte das Massenauftreten der beiden Wirte beobachtet werden. Die Anzahl von *Sturmia inconspicua* betrug dort über 15% von der Gesamtzahl der aus dieser *Diprion*-Art gezogenen Parasiten. In den übrigen Befallsgebieten von *Neodiprion sertifer* trat die Tachine in den Jahren 1947—1949 wie auch 1931/32 nur in wenigen Stücken (weniger als 0,1%) auf. In Befallsgebieten von *Diprion pini* betrug dagegen die Anzahl der Tachinen im Süden Weißrußlands, im April—Mai 1938, 39% der Gesamtzahl der aus Kokons dieser *Diprion*-Art geschlüpften Parasiten. Die Parasitierung von *Diprion pini* durch diese Tachine wird auch bei anderen Autoren erwähnt: unweit Frankfurt an der Oder — 11,3% (THIDE, 1938), in der Westslowakei — 8,2% (SCHIMITSCHEK, 1941).

Sturmia inconspicua legt die Eier hauptsächlich an die *Diprion*-Larven der späteren Stadien. In einer *Diprion*-Larve entwickelt sich nur eine Larve der Tachine. Auch in der überwinterten Raupe des Kiefernspinners (im 3. Stadium) vollendet ebenfalls nur eine Larve der Tachine ihre Entwicklung. Nur aus den zweimal überwinterten Raupen des Kiefernspinners wurden je 4—5 Tachinen gezogen (nach den Beobachtungen im Forstamt Swjetilowitschi im Frühjahr 1955). Das Schwärmen der ersten Generation der Tachine erfolgt Ende Mai—Anfang Juni, das der zweiten Generation Ende Juli und im August. Das Schlüpfen der Tachinen aus den Tönnchen dauert 12—15 Tage. Ungefähr die gleiche Zeit dauert auch das Ausreifen der Eier im Leib der weiblichen Tachine. Insgesamt nehmen das Schwärmen und die Eiablage jeder Generation der Tachine nicht mehr als einen Monat in Anspruch.

In der Zeit, wo sich die *Diprion*-Larven in jungen Stadien befinden, erfolgt das Ausreifen der Eier der Tachine, so daß die Eiablage hauptsächlich an die Larven der älteren Stadien erfolgt. Nur selten werden die Eier an junge *Diprion pini*-Larven abgelegt. Die jungen Stadien von *Neodiprion sertifer*-Larven, deren Schlüpfen ungefähr am 15. Mai erfolgt, kann die Tachine niemals parasitieren.

c) Eonymphen

Unter den Eonymphenparasiten haben nur die Arten der Gattung *Exenterus* eine festgelegte Schwärmperiode. Diese Arten legen die Eier an die *Diprion*-Larven vor dem Einspinnen und ihr Schwärmen fällt hauptsächlich auf die Zeit zwischen Ende Juni und Anfang Juli sowie in die zweite Hälfte des September. Doch können diese Schlupfwespen auch früher schlüpfen und bleiben dabei bis zu zwei Monate im Imaginalstadium. Der bivoltine *Exenterus marginatorius* ist meistens in den Befallsgebieten von *Diprion pini* verbreitet, *Exenterus abruptorius*, mit einfacher Generation, ist dagegen am häufigsten in den Befallsgebieten von *Neodiprion sertifer* anzutreffen. In den Befallsgebieten der letzten Art schlüpfen *Exenterus marginatorius* und *Ex. oriolus* sowohl im August, als auch im Frühjahr. Aus den im Oktober 1931 gesammelten Kokons von *Neodiprion sertifer* schlüpfte *Ex. marginatorius* unter Laboratoriumsverhältnissen von Mitte bis Ende Februar, ungefähr anderthalb Monat später als die Eonymphenparasiten (*Cryptinae*) aus den Kokons. *Exenterus abruptorius* schlüpft nie im Spätsommer, sondern stets im Frühjahr und im Anfang des Sommers.

Bei den Eonymphenparasiten in Kokons läßt sich nicht von einer genau bestimmten Schwärmperiode reden. Die Parasitierung der Eonymphen durch Parasiten, die ihre Eier in Kokons der Diprioninen ablegen, erfolgt auf Grund der überliegenden *Diprion*-Populationen den ganzen Sommer über. Deshalb ist es nicht immer leicht, die Zahl der Generationen pro Jahr festzustellen. Das Schlüpfen von *Dahlbominus fuscipennis* erfolgte 1938 in vier Schüben. Das stärkste Schlüpfen dieses Parasiten aus den Kokons wurde

in der ersten Hälfte des August beobachtet. Unter den Verhältnissen Weißrußlands wurde von uns festgestellt, daß, worauf auch schon andere Autoren hinweisen, die *Diprion*-Kokons in den oberen Schichten der Waldstreu stärker von *D. fuscipennis* besetzt sind als die in den tiefen und lockeren Schichten der Waldstreu oder in der Mineralschicht befindlichen.

Das Geschlechterverhältnis betrug bei dem im Jahre 1949 aus den Kokons von *Neodiprion sertifer* gezogenen *Dahlbominus fuscipennis* 79,5% ♀♀ und 20,5% ♂♂ (in Schweden betrug der Weibchen-Anteil im Jahre 1946 82,9% (HEQUIST, 1952), in Ungarn im Jahre 1935 85,7% (MORRIS, CAMERON & JEPSON, 1937), in Jugoslawien in den Jahren 1951/52 75% (VASIĆ & SISOJEVIC, 1955).

Dahlbominus fuscipennis ist unter Laboratoriumsverhältnissen leicht zu ziehen. Im Jahre 1948 wurde die Entwicklung bei 19° C (Schwankungen von 15 bis 22° C) und bei 65—75% Luftfeuchtigkeit in 25 Tagen abgeschlossen, bei einer Mitteltemperatur von 16,6° (Schwankungen von 13 bis 20° C) und bei gleicher Luftfeuchtigkeit in 40 Tagen.

Gambrus adustus und *Microcryptus basizonius*, die ihre Eier an die innere Kokonwand ablegen, sind die häufigsten der als Eonymphenparasiten in Kokons auftretenden *Cryptinae*. In manchen Befallsgebieten sind beide Arten, in anderen nur eine von ihnen, anzutreffen. Die erstere Art hat einen größeren Wirtskreis, wobei einige Wirte nicht nur an der Kiefer, sondern auch an Forstunkräutern (*Stellaria*, *Hieracium*, *Delphinium* und anderen) leben. Sie ist daher in den ziemlich feuchten Kiefernwäldern mit verhältnismäßig reicher Bodenflora (z. B. Befallsgebiete von *Neodiprion sertifer* in den Jahren 1931/32 im Waldbetrieb Slutzk) am häufigsten.

Im Gegensatz dazu ist *Microcryptus basizonius* ein ausgesprochener *Diprion*-Spezialist, der bisher an anderen Wirten noch nicht festgestellt worden war. In den Jahren des Rückganges der massenhaft auftretenden Arten parasitierte er jedoch solche Arten, deren ökologische Verhältnisse den Verhältnissen des Hauptwirtes ähnlich waren, z. B. die Kokons von *Banchus femoralis* Thoms. (SCHEIDTER, 1934) oder die Kokons von *Enicospilus ramidulus* L. (SCHEWYREW, 1912). Kokons dieser Parasiten befinden sich in der Waldstreu. Sie haben eine den Kokons der *Diprioninen* ähnliche Form.

In den Jahren 1931/32 war *Gambrus adustus* der Hauptparasit von *Neodiprion sertifer*. Das Geschlechterverhältnis dieser Schlupfwespe war im Jahre 1932 ungefähr 1:1. Insgesamt wurden 600 ♂♂ und 638 ♀♀ gezogen, während bei *Diprion* selbst die Weibchen offenbar überwogen (83 ♂♂ und 359 ♀♀).

Auf das Übergewicht von *Gambrus adustus* weist auch SITOWSKI (1925) für einige Befallsgebiete von *Diprion pini* in Polen hin. Hier parasitierte diese Art bei einer Gesamt-Parasitierung der *Diprioninen* von 52% allein 25%. Doch war, nach den Angaben desselben Autors, in anderen Befallsgebieten *Microcryptus basizonius* der Hauptparasit. Nach SCHÖNWIESE

(1934) nahm in Österreich *Gambrus adustus* 25% der Gesamtzahl der Parasiten von *Neodiprion sertifer* ein. Nach den Angaben von VASIĆ & SIŠOJEVIĆ (1955) betrug die Anzahl der in den Befallsgebieten von *Diprion pini* in Jugoslawien in den Jahren 1951/52 gezogenen *Gambrus adustus* 1178, die von *Microcryptus basizonius* 484.

Die Färbung der Eonymphenparasiten unter den *Cryptinae* ist recht verschieden. Sie hängt wahrscheinlich von der ungleichen Entwicklungsdauer sowie von der Zeit des Schlüpfens dieser Parasiten unter verschiedenen Temperaturverhältnissen ab. *Gambrus adustus* und *Microcryptus basizonius* legten die Eier unter Laboratoriumsverhältnissen ab und pflanzten sich auch leicht fort; doch vermochten sie manchmal nicht mehr, den Wirt zu paralisieren. Der Zuckersaft ersetzte vermutlich das natürliche Futter der Schlupfwespe nicht völlig. Es wurden daher die Kokons für 3—5 Minuten in heißes Wasser (70—75° C) versenkt und danach den Schlupfwespen zur Eiablage vorgesetzt.

Tabelle 5 enthält das Verhältnis der verschiedenen Parasitenarten, die 1932 im Waldbetrieb Slutzk aus *Neodiprion sertifer* gezogen wurden.

Tabelle 5

Art	Parasitierungsprozent	Verhältnis der verschiedenen Parasitenarten
1. <i>Gambrus adustus</i> Grav.	20,66	52,8%
2. <i>Dahlbominus fuscipennis</i> Zett.	10,5	26,8%
3. <i>Exenterus oriolus</i> Htg.	3,84	9,8%
4. <i>Exenterus marginatorius</i> F.	1,55	4,0%
5. <i>Exenterus abruptorius</i> Thunb.	0,26	0,7%
6. <i>Lophyropsectus luteator</i> Thunb.	1,0	2,5%
7. <i>Stylocryptus profligator</i> F.	0,14	0,4%
8. <i>Stylocryptus</i> sp.	0,88	2,2%
9. <i>Cosmoconus elongator</i> F.	0,08	0,2%
10. <i>Sturmia inconspicua</i> Meig.	0,06	0,1%
11. Die übrigen Arten	0,19	0,5%
Im ganzen	39,16	160%

1949 war *Microcryptus basizonius* der Hauptparasit von *Neodiprion sertifer*; das Verhältnis der übrigen Arten glich etwa dem von 1932. In allen Fällen erwies sich *Dahlbominus fuscipennis* als stetigster und verbreitetster Eonymphenparasit der Kiefernblattwespen.

D. Verlauf des Rückgangs der Massenvermehrung

a) *Neodiprion sertifer* (Geoffr.)

Obgleich es bei *Neodiprion sertifer* ziemlich oft zu Gradationen kommt, dauert jedoch das Eruptionsstadium gewöhnlich nicht lange. Dies läßt sich

durch die Eigenart der Biologie und durch den Einfluß der Entomophagen auf die Schwankung des Massenwechsels erklären.

Das Schwärmen von *Neodiprion sertifer* erfolgt Ende August—Anfang September. Kurz nach dem Schlüpfen aus den Kokons beginnen Begattung und Eiablage. Die Überwinterung erfolgt im Eistadium. Die Imagines schlüpfen August—September jedoch nicht aus allen Kokons. Ein Teil der Eonymphen überliegt vielmehr in der Waldstreu, gewöhnlich bis August—September des nächsten Jahres. Werden diese Eonymphen dabei nicht von

Tabelle 6

Daten des Aufschneidens (1932)	Forstrevier	Das Prozentverhältnis der verschiedenen Entwicklungsstadien in aufgeschnittenen Kokons		
		Eonymphen	Pronymphen und Puppen	Imago vor dem Schlüpfen
10. VIII.	Schtschitkowsk	90,8	9,2	—
15. VIII.	Faschtschev	61,7	38,3	—
16. VIII.	„	87,5	12,5	—
17. VIII.	„	71,4	28,6	—
18. VIII.	„	80,0	20,0	—
19. VIII.	„	66,9	31,5	1,6
22. VIII.	„	51,1	48,1	0,8
23. VIII.	Worobjow	61,7	26,6	11,7
24. VIII.	„	96,0	3,3	0,7
25. VIII.	„	94,8	5,2	—
26. VIII.	„	93,9	—	6,1
27. VIII.	„	100,0	—	—
30. VIII.	Schtschitkowsk	25,0	4,2	70,8
31. VIII.	„	71,4	—	28,6
1. IX.	„	52,4	4,7	42,9
2. IX.	„	80,0	20,0	—
3. IX.	„	30,0	20,0	50,0
5. IX.	„	30,8	7,7	61,5
6. IX.	„	91,7	—	8,3
7. IX.	„	100,0	—	—
9. IX.	„	100,0	—	—
10. IX.	„	100,0	—	—

Parasiten oder Krankheiten heimgesucht, so vollenden sie ihre Entwicklung zu dieser Zeit mit dem Schlüpfen der Blattwespen. Bei allen Gradationen wurde in verschiedenen Gebieten und in verschiedenen Jahren festgestellt, daß diese Art nicht nur an den Kiefern nadeln als Ei, sondern auch in der Waldstreu als Eonymphe im Kokon überwintern kann. Das wird z. B. durch das Aufschneiden der Kokons von *Neodiprion sertifer* zwischen dem 10. VIII. und dem 10. IX. 1932 bestätigt (Tabelle 6).

Danach war diese Blattwespe also im Imaginalstadium von 19. VIII. bis 6. IX. 1932 in den aufgeschnittenen Kokons anzutreffen. Gleichzeitig (d. h. also während der Schwärmperiode) befanden sich in der Waldstreu die über-

liegenden Eonymphen in den Kokons und zwar zwischen 30 und 100% der Gesamtzahl der Kokons. Vom 7. IX. ab enthielten die aufgeschnittenen Kokons keine Pronymphen, Puppen und Imagines mehr, sondern nur Eonymphen. Im ganzen dauerte somit die Schwärmpperiode dieser Blattwespe im Jahre 1932 ungefähr einen Monat, vom 19. VIII. bis 16.—18. IX.

Tabelle 7

Eizahl pro Weibchen	Daten des Aufschneidens												
	September 1932												
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Durchschnittszahl	47	61	46	35	33	22	7	5	8	2	9	1	
Minimalzahl	12	6	7	4	8	3	5	1	1	2	1	1	
Maximalzahl	93	97	72	102	96	70	19	23	26	6	24	4	
Prozentsatz der Weibchen mit leeren Eiröhren	—	—	—	10	10	—	30	35	—	30	—	40	

In der Tabelle 7 sind die Eizahlen von 40 geöffneten Weibchen enthalten. Die Weibchen wurden während der zweiten Hälfte der Schwärmpperiode, vom 5. IX. bis 16. IX., untersucht.

Das Schlüpfen der Blattwespe aus den überliegenden Eonymphen erfolgt in der Regel erst im August des nächsten Jahres. Nur selten konnte das Schlüpfen einzelner Blattwespen auch im Oktober des Jahres des Einspinnens beobachtet werden, so z. B. während des außerordentlich warmen Herbstes 1949. Es ist kennzeichnend, daß bei *N. sertifer* das nicht selten zu völligem Kahlfraß der Kiefer führende Eruptionsstadium nur über eine Generation andauert. Im ersten Jahr des Eruptionsstadiums verursachen die Larven der Blattwespen während der ganzen Entwicklungsdauer starken Schaden (im Süden Weißrußlands gewöhnlich vom 15.—18. Mai bis 20. bis 23. Juni). Ende Juni suchen sie die Waldstreu auf und spinnen sich ein.

In den Kiefernkronen werden die Larven von *N. sertifer* verhältnismäßig wenig von Parasiten befallen. Die häufigsten Larvenparasiten sind hier die *Exenterus*-Arten, deren ganze Entwicklung, wie oben bereits dargestellt, im Kokon der Eonymphe verläuft. Viel stärker ist die Parasitierung in der Waldstreu. Der Umstand, daß die Eonymphen das ganze Jahr über in der Waldstreu zu finden sind und zum Teil überliegen, schafft äußerst günstige Voraussetzungen für die Entwicklung der Eonymphenparasiten.

Die Eonymphen von *N. sertifer* werden in der Waldstreu von solchen Parasitenarten heimgesucht, die zum Durchbohren der Kokons, zur Paralyse des Wirtes sowie zur Eiablage an die Eonymphen oder an die innere Wand des Kokons imstande sind. Alle diese Parasitenarten haben mehrere Generationen im Jahr. Schon im ersten Jahr des Eruptionsstadiums werden die Eonymphen von *N. sertifer* zu mehr als 50% von diesen Parasiten sowie von Krankheiten heimgesucht (im Forstrevier Worobjowo im Jahre 1931 zu 73,6%).

Nur ungefähr ein Viertel der im Juni des ersten Eruptionsjahres gebildeten Eonymphen bleibt gesund. Die Hälfte davon wieder, d. h. $\frac{1}{8}$ der Gesamtzahl, überliegt in der Waldstreu mindestens bis August—September des nächsten Jahres, so daß im August—September des ersten Jahres nur $\frac{1}{8}$ der Ausgangs-Population schlüpft. Die sich daraus ergebende Eizahl kann trotzdem ganz beträchtlich sein. Im Forstrevier Worobjowo wurden im Herbst 1931 an mittelaltrigen und jungen Kiefern 2000 Eier an einem Baum gezählt. An einzelnen Bäumen waren es 6000—8000 Eier. Der Schadfraz der Larven, die im Mai des zweiten Jahres des Eruptionsstadiums schlüpfen, dauert jedoch nicht lange, denn schon nach 15—20 Tagen beginnt ihr Massensterben durch Viruskrankheiten. In einigen Jahren beginnt dieses Massenabsterben durch Krankheiten schon Ende Mai (im Waldbetrieb Polotzk, 29.—30. V. 1949), zuweilen erst im Juni (im Forstamt Worobjowo 1932). Die Schwächung der Vitalität der Blattwespenlarven macht sich jedoch schon viel früher bemerkbar. Die Schädlichkeit der Larven im zweiten Jahr der Eruptionsstadiums ist daher praktisch ohne Bedeutung. Nur einzelne Larven vollenden normal ihre Entwicklung, begeben sich in die Waldstreu und spinnen sich ein.

Die Zahl der zweiten (überliegenden) Hälfte der im Juni des ersten Eruptionsjahres gebildeten Eonymphen (siehe oben), erfährt während des Winters in der Waldstreu infolge Verletzung und Vertilgung durch Nagetiere eine starke Verringerung. Da die am Leben gebliebenen überliegenden Eonymphen noch ab Frühjahr von Parasiten heimgesucht werden, ist infolge des Einflusses aller dieser Faktoren das Schlüpfen der Blattwespen im August—September des zweiten Jahres des Eruptionsstadiums noch ungefähr um das Zehnfache geringer als im August—September des ersten Jahres des Eruptionsstadiums. Im zweiten Jahr des Eruptionsstadiums beginnt sich in bedeutendem Maße ein anderer Faktor, die Eiparasitierung, geltend zu machen. Die nicht sehr zahlreichen, im August—September des zweiten Jahres der Massenvermehrung abgelegten, Eigelege werden zum großen Teil von Eiparasiten vernichtet. Die Eiparasiten, die im ersten Jahr des Eruptionsstadiums, wo sehr viele Blattwespeneier vorhanden sind, fast ohne Belang sind, werden im zweiten Jahr des Eruptionsstadiums, in dem die Anzahl der Eigelege gering ist, zum entscheidenden Faktor. Die geringe Eiparasiten-Dichte zu Zeiten hoher Wirtsei-Dichte findet ihren Grund darin, daß die Entwicklungsperiode der Eiparasiten mit derselben von *Neodiprion sertifer* nicht synchron verläuft. Aus diesem Grunde erfolgt selbst im zweiten Jahr des Eruptionsstadiums, d. h. dem Jahre des Erlöschens der Gradation mit geringer Ei-Dichte, keine vollkommene Parasitierung der Eigelege. Ein, allerdings sehr geringer, Teil der Eigelege von *Neodiprion sertifer* wird nicht parasitiert, so daß auch im Jahre des Rückganges der Massenvermehrung eine Anzahl von Blattwespen erhalten bleibt.

Nach all dem erstreckt sich die Schädlichkeitsdauer von *Neodiprion sertifer* in den Jahren der Übervermehrung praktisch nur über eine Gene-

ration. Im zweiten, und um so mehr im dritten Jahr der Übervermehrung ist die Schädlichkeit der Larven unerheblich. Zu einer vollkommenen Vernichtung der Population kommt es nicht, da an den Kiefernadeln ein kleiner Teil der Eier von *Neodiprion sertifer* erhalten bleibt. Gleichzeitig bleibt auch eine geringe Anzahl überliegender Eonymphen erhalten. Dieser Rest der Schädlinge ermöglicht den Bestand der zahlreichen Parasitenarten und kann unter günstigen Verhältnissen nach einigen Jahren zu einer neuen Gradation führen.

Tabelle 8

Zustand der Kokons von <i>Neodiprion sertifer</i>	Durchschnittszahl der Kokons in der Waldstreu auf einem m ²					
	X. 1931 (277 untersuchte Kokons)		V. 1932 (547 untersuchte Kokons)		XI. 1932 (980 untersuchte Kokons)	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
mit Spuren des Schlüpfens von Parasiten	41,8	45,0	40,8	44,0	1,7	1,8
mit Spuren des Schlüpfens der Blattwespen	9,7	10,4	6,1	6,6	0,9	1,0
von Nagetieren verletzt			11,3	12,1		
ohne Spuren des Aus- schlüpfens davon	20,6	22,2	5,9	6,3	0,5	0,6
mit gesunden Eonymphen	9,4	10,1	3,1	3,8	0,4	0,4
mit Larven von Ichneumoniden	8,1	8,8	1,5	1,6	0,1	0,1
mit Larven von Chalcididen	2,6	2,9	0,8	0,9	—	—
mit kranken Eonymphen	0,5	0,6	0,5	0,6	—	—
im ganzen:	92,7	100,0	70,0	75,4	3,6	3,9

Die starke Abnahme der Bevölkerungsdichte von *Neodiprion sertifer* im zweiten Jahr des Eruptionsstadiums ist aus den Angaben der Tabelle 8 ersichtlich. Diese Tabelle enthält die Bevölkerungsdichte der Kokons von *Neodiprion sertifer* in der Waldstreu, im Forstamt Worobjow, zu drei verschiedenen Zeiten.

Danach betrug der Prozentsatz gesunder Eonymphen von *Neodiprion sertifer* im August—September 1931 nur 20,5% der Gesamtzahl der Kokons, wovon nur 10,4% schlüpften und die übrigen (10,1%) überlagen. Im Winter nahm dann die Anzahl der überliegenden Eonymphen in den Kokons wegen der Vernichtung durch Nagetiere heftig ab (von 10,1 auf 3,1%). Bis August—September 1932 verminderte sich die Anzahl der Kokons weiterhin (auf 3,9% der Gesamtzahl des Herbstes 1931). Die sehr starke Reduktion der Populationsdichte der Kokons in der Waldstreu im Herbst 1932 fand ihren

Grund darin, daß die Larven von *Neodiprion sertifer* im Juni 1932 an Viruskrankheiten an den Bäumen starben und die Eonymphen in der Waldstreu in bedeutendem Maß parasitiert wurden.

Bei der Zählung der Larven auf gefälltten Bäumen wurde im Juni 1932 im Forstamt Worobjowo festgestellt, daß 89,7% der Larven tot, 9,5% krank und nur 0,8% gesund waren.

Tabelle 9 enthält die Anzahl der toten Larven und das Volumen der Exkremente auf den unter den Bäumen ausgebreiteten Planen im Juni

Tabelle 9

Tag	Auf den Planen gefunden			
	Exkremente der Larven		Tote Larven	
	Volumen in mm ³	Prozent	Anzahl	Prozent
11. VI.	6619,0	37,5	—	—
12. VI.	1406,2	7,9	63	11,4
13. VI.	5352,9	30,3	217	39,4
14. VI.	2097,6	11,9	102	18,5
15. VI.	289,2	1,6	119	21,5
16. VI.	361,6	2,1	29	5,2
17. VI.	940,0	5,3	10	1,8
18. VI.	542,3	3,1	6	1,1
19. VI.	36,1	0,3	6	1,1
im ganzen		100		100

1932 im Forstamt Worobjowo. Vom 12. VI. an zeigte sich eine starke Abnahme der Quantität der Exkremente. Von diesem Tage an fielen in großer Menge tote Larven herab.

Die sehr starke Reduktion der Populationsdichte an den Kiefern bei *Neodiprion sertifer* im Jahre 1932 im Forstamt Worobjowo ist auch aus den Angaben der Populationsdichte an den Kiefern im August—September 1932 (Tabelle 10) ersichtlich.

FRANZ (1956) weist darauf hin, daß Viruskrankheiten von *Neodiprion sertifer* auch durch die Raubwanze *Rhinocoris annulatus* L. sowie durch das Rotkehlchen, *Erithacus rubecula* L. indirekt (nach Passage durch den Darm) übertragen werden.

Alles in allem sind folgende Hauptbesonderheiten der Biologie von *Neodiprion sertifer* aufzuzählen: alljährliches Überliegen mehrerer Populationen der Kokons im Eonymphenstadium in der Waldstreu; Vorhandensein der Eonymphen in der Waldstreu das ganze Jahr über, dadurch Begünstigung der Eonymphenparasiten in den Kokons und Ermöglichung mehrerer Parasitengenerationen im Laufe eines Jahres; Empfänglichkeit der Larven im zweiten Jahr des Eruptionsstadiums an den Bäumen für epidemische Viruskrankheiten; Vermehrung der Anzahl der Eiparasiten im zweiten Jahr des Eruptionsstadiums. Alle diese Eigenschaften führen in verhältnismäßig kurzer Zeit zur Beendigung der Kalamität durch Parasiten und Krankheiten, so daß der starke Schadfraz der *N. sertifer*-Larven nur ungefähr 30—35 Tage im ersten Jahr der Übervermehrung anhält.

Jedoch bleibt, wie oben dargestellt, ein Restbestand des Schädlings über.

Tabelle 10

Datum	Anzahl der Bäume		Eizahl		Prozent der durch Eigelege belegten Kiefern	
	Junge Kiefer	Kiefer mittleren Alters	Junge Kiefer	Kiefer mittleren Alters	Junge Kiefer	Kiefer mittleren Alters
VIII.—IX. 1931	1104	66	im Durchschnitt an einem Baum 74,7 1787,6		49,9	91,0
			im Durchschnitt an einem besiedelten Baum 149,6 1966,3			
VIII.—IX. 1932	162	28	im Durchschnitt an einem Baum 6,0 371,2		6,2	67,9
			im Durchschnitt an einem besiedelten Baum 96,5 547,1			

b) *Diprion pini* L.

Wie oben erwähnt, trat in Weißrußland in den letzten 30 Jahren nur eine Gradation von *Diprion pini*, im Jahre 1937, auf. Im August—September 1937 fraßen die Larven der zweiten Generation von *Diprion pini* in mehreren Forstrevieren des europäischen Teils der UdSSR, einschließlich des südlichen Teils Weißrußlands (Forstamt Markowitschi des Waldbetriebes Gomel u. a.), die Kiefern jeden Alters kahl.

Nach unseren Untersuchungen und Beobachtungen im Forstamt Markowitschi in den Jahren 1937/38 war das Eruptionsstadium bei *Diprion pini* außerordentlich kurz, noch kürzer sogar als bei *Neodiprion sertifer*.

Der massenhafte Larvenfraß wurde im Jahre 1937 nur bei der Sommer-Generation von *Diprion pini*, d. h. von August bis September, beobachtet. Im Jahre 1938 verringerte sich die Anzahl von *Diprion pini* in allen Entwicklungsstadien sehr stark; Larven waren fast gar nicht mehr zu finden. Es scheint also bei *Diprion pini* relativ selten zu Gradationen zu kommen und wenn, dann ist das Eruptionsstadium sehr kurz.

Unsere Untersuchungen ergaben, daß den entscheidenden Einfluß auf die Reduktion der *Diprion pini*-Dichte die Parasiten, in zweiter Linie auch die Krankheiten, im Zusammenhang mit einigen Besonderheiten der Blattwespen-Biologie, hatten.

Es wurde festgestellt, daß die überwiegende Mehrzahl der Eonymphen in Kokons der Herbstgeneration von *Diprion pini* in der Waldstreu bei bestimmten Witterungsverhältnissen nicht überliegen.

Eine allmähliche Vergrößerung der Anzahl von *Diprion pini* begann im außerordentlich heißen und trockenen Sommer 1936. Auch die Witterungsverhältnisse im Winter 1936/37 und im Sommer 1937 zeichneten sich in den Befallsgebieten von *Diprion pini* in Weißrußland durch folgende starke Abweichungen von den Jahrestemperaturen dieser Gegend aus:

a) später Anbruch des Winters 1936/37 (Temperaturabweichung im Dezember 1936: $+3,3^{\circ}\text{C}$), schneearmer und kalter Januar (Abweichung von den mittleren Jahrestemperaturen: $-3,8^{\circ}\text{C}$, vom mittleren Niederschlag: -4 mm), schneereicher Februar (Abweichungen vom mittleren Niederschlag: $+20,3\text{ mm}$);

b) vorzeitiger Anbruch des Frühlings, verhältnismäßig warmer April und Mai 1937 mit bedeutenden Niederschlägen (Temperaturabweichungen im April: $+1,8^{\circ}\text{C}$, im Mai: $+1,6^{\circ}\text{C}$, Niederschlagsabweichungen im April: $+27,6\text{ mm}$, im Mai: $+15,2\text{ mm}$);

c) verhältnismäßig unbedeutende Niederschläge und höhere Temperatur im Juni und August 1937 (Niederschlagsabweichungen im Juni: $-21,5\text{ mm}$, im August: $-19,3\text{ mm}$, Temperaturabweichungen im Juni: $+2,0^{\circ}\text{C}$, im August: $+0,8^{\circ}\text{C}$).

Diese Witterungsverhältnisse im Winter 1936/37 begünstigten die Entwicklung aller Eonymphen und verhinderten ein Überliegen, wodurch im Frühling 1937 die Imagines aus allen Kokons von *Diprion pini* schlüpften.

Durch den vorzeitigen und plötzlichen Anbruch des Frühlings und dessen reiche Niederschläge wurde das massenhafte Schlüpfen der Imagines noch weiter begünstigt. Schließlich förderten die Wetterverhältnisse im Mai 1937 auch das Schwärmen sowie den Verlauf der Embryonalentwicklung.

Im Juni 1937, als die Larven gefunden wurden, war die Lufttemperatur höher, die Niederschlagssumme jedoch viel geringer als in den vorhergehenden Jahren. Solche Verhältnisse begünstigen, wie bekannt, die Entwicklung von frei in den Kronen lebenden Larven.

Auch die Embryonalentwicklung und die Entwicklung der Larven der Sommer-Generation von *Diprion pini* verliefen unter günstigen Verhältnissen. Für den August 1937 waren unbedeutende Niederschläge und eine überdurchschnittliche Jahrestemperatur kennzeichnend. Auf Grund dessen fand auch hier keine Diapause der Eonymphen von *Diprion pini* statt.

So bestand also die Hauptursache der Übervermehrung von *Diprion pini* im August 1937 in der allmählichen Zunahme der Individuenzahl auf Grund des fehlenden Überliegens der Eonymphen über vier Generationen und der günstigen Entwicklungsverhältnisse bei den übrigen Stadien. Diese Vermehrung führte im August—September 1937 zu einer Kalamität mit beträchtlichem Larvenfraß. Die Kronen der Kiefern mittleren Alters waren im Durchschnitt von 2000—3000 Larven besetzt.

Ende September 1937 betrug jedoch die Durchschnittszahl der sich unter einer Kiefer mittleren Alters einspinnenden Larven nur noch 700—800 im Forstrevier Terjucha und 400—500 im Forstrevier Kalinin. Der größte

Teil der Larven war an den Bäumen durch Krankheiten, zum Teil durch Nahrungsmangel beim Kahlfraß vernichtet worden (Tabelle 11).

Die Witterungsverhältnisse des darauffolgenden Winters (1937/38) unterschieden sich stark von denjenigen des Winters 1936/37. Für November—Dezember 1937, auch für Januar 1938, waren reiche Niederschläge kennzeichnend (70,5; 102 und 60,7 mm gegenüber Jahresdurchschnitten von 47,9; 33,4 und 28,1 mm).

Tabelle 11. Anzahl der Kokons von *Diprion pini* im Quartal 25 des Forstreviers Kalinin des Forstamtes Gornel im Oktober 1937 in einem Versuchsrevier von 624 m² Fläche

Relief, Bodendecke	Gesamt- fläche Waldstreu in m ²	Anzahl der Kokons			
		ohne Spuren des Schlüpfens		mit Anzeichen des Schlüpfens des Parasiten	
		im ganzen	im Durch- schnitt auf 1 m ²	im ganzen	im Durch- schnitt auf 1 m ²
Im ganzen:	624	27733	44,44	1943	3,12
davon:					
Erhöhungen	171	6879	40,22	625	3,65
Normal-Niveau	411	18559	45,15	1201	2,92
Vertiefungen	42	2295	54,64	122	2,90
resp.:					
unter dicker Moosdecke	345	15846	46,0	1240	3,59
unter mittlerer Moos- decke	220	9676	43,9	580	2,63
unter dünner Moosdecke	59	2211	37,5	128	2,17

Die Kokons befanden sich schon seit dem Anbruch des Winters unter einer dicken Schneedecke, d. h. sie lagen nicht — wie im Winter 1936/37 — unter sehr dünner Schneedecke. Deshalb erfolgte im Frühjahr 1938 kein bedeutendes Schlüpfen. Die überwiegende Mehrzahl der Eonymphen trat in die Diapause über. Das wird durch die Ergebnisse der Untersuchung der Kokons von *Diprion pini* in den Jahren 1937/38, sowie durch die Zählung der Eigelege der ersten und zweiten Generation von *Diprion pini* im Jahre 1938 bestätigt.

Ende November 1937 wurden 31337 Kokons von *Diprion pini* gesammelt und bei 20° C und bei der 60—70% Luftfeuchtigkeit im Laboratorium gehalten. Folgende Tabelle gibt die Ergebnisse dieser Zucht wieder.

Es schlüpften also in den Laboratoriumszuchten April—Mai 1937 und etwas früher (während der Schwärmperiode der ersten Generation) nur 96 Imagines oder 0,31% der Gesamtzahl der untersuchten Kokons. Zu gleicher Zeit schlüpften aus 470 Kokons Parasiten, darunter aus 184 die

Puparien der Tachine *Sturmia inconspicua* Meig., aus 174 Kokons *Dahlbominus fuscipennis* Zett., aus 112 Kokons *Microcryptus basizonius* Grav. sowie einige Arten der Gattung *Exenterus*. Im Juli (während der Schwärmperiode der zweiten Generation von *Diprion pini*), zum Teil schon Ende Juni, schlüpften aus den Kokons 11 048 Wespen oder 35,6% der Gesamtzahl, d. h. über hundertmal so viel wie während der Schwärmperiode der Frühlingsgeneration.

Tabelle 12

	Anzahl	%	Männchen		Weibchen	
			Anzahl	%	Anzahl	%
Anzahl der gesammelten Kokons:	31337	100	9686	30,9	21651	69,1
a) Blattwespen geschlüpft	11144	35,6	3781	12	7363	23,5
davon bis 15. V. 38	96	0,31				
b) Parasiten geschlüpft	929	3,0				
davon bis 15. V. 38	470	1,5				
c) Krank	4442	14,2	1385	4,4	3057	9,8
d) Überliegende Eonymphen	14822	47,2	4383	13,9	10439	33,3

Beim Aufschneiden der nicht geschlüpften Kokons zeigten sich 14,2% kranke und 47,2% überliegende Eonymphen. Die Diapause der Eonymphen erstreckt sich dabei wahrscheinlich nicht nur über eine, sondern über zwei oder gar noch mehrere Generationen.

Die genannten Ergebnisse wurden bei Kokons festgestellt, die im Spätherbst gesammelt und im Laboratorium gezogen wurden. Im Wald hingegen wurden die Eonymphen sehr stark von Parasiten und Krankheiten heimgesucht, wodurch sich die Zahl der Freiland-Kokons mit gesunden Eonymphen dort laufend verringerte. Vor allem im Frühling und im Sommer 1938 fielen durch Parasitierung täglich neue Kokons aus. Eonymphenparasiten, vor allem *Dahlbominus fuscipennis*, entwickelten im Sommer mehrere Generationen, da sie den ganzen Sommer über genug Kokons zum Parasitieren fanden.

Die Mortalität der überliegenden Eonymphen von *Diprion pini* wurde durch Untersuchung von Kokons festgestellt, die Ende Mai nach dem Schlüpfen der ersten sowie im August nach dem Schlüpfen der zweiten Generation im Jahre 1938 gesammelt wurden (Tabelle 13).

Tabelle 13 zeigt, daß im Mai 1938 nur 1,9% der Gesamtzahl der Kokons schlüpften. Über 80% der Kokons blieben in der Waldstreu liegen, wovon 62,3% Eonymphen überlagen. Im August blieben in der Waldstreu nur 54,2% zurück, wovon 10,7% überlagen. Das Schwärmen der zweiten Generation übertraf das der ersten Generation ungefähr um das Vierfache (7,5% gegen 1,9%). Die Parasitierung der Eonymphen stieg in diesen drei Monaten um das Zehnfache (21,3% gegen 2,1%).

Tabelle 13

Zustand der Kokons	Ende Mai 1938		August 1938	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Gesamtzahl an Kokons:	6915	100	4376	100
davon:				
a) mit Anzeichen des Schlüpfens der Wespen	129	1,9	328	7,5
b) mit Anzeichen des Schlüpfens der Parasiten	1199	17,3	1676	38,3
c) ohne Spuren des Schlüpfens	5587	80,8	2372	54,2
darunter:				
1. parasitiert	147	2,1	929	21,3
2. krank	1132	16,4	974	22,2
3. überliegende Eonymphen	4308	62,3	469	10,7

Die Anzahl der Kokons mit dem Anzeichen des Schlüpfens der Parasiten vergrößerte sich in gleicher Zeit um mehr als das Doppelte, das Krankheitsprozent der Kokons etwa um das 1½fache. Die Anzahl der gesunden Eonymphen nahm im gleichen Zeitraum um das sechsfache ab.

Die ungleiche Intensität des Schwärmens in der ersten und zweiten Generation von *Diprion pini* im Jahre 1938 wird auch durch die Ergebnisse der Eigelege-Zählung bestätigt. Diese Angaben werden in der Tabelle 14 angeführt.

Tabelle 14. Besiedelung der Kiefern durch die Eigelege von *Diprion pini* während des Schwärmens der ersten und zweiten Generation im Jahre 1938 im Forstrevier Terjucha

Bestände	Bestandes- schluß	Generation von <i>Diprion pini</i>	Anzahl der Eigelege auf 1 ha
1. 100% Kiefer (8—15 Jahre)	0,9	I	25
		II	230
2. 100% Kiefer (8—15 Jahre)	0,5	I	91
		II	245
3. Jungbestand der I. Klasse 90% Kiefer, 10% Birke (8—15 Jahre)	0,5	I	40
		II	50
4. Kiefern-Unterwuchs (8—15 Jahre) unter älteren Kiefern	0,6	I	—
		II	75

Aus den Zahlen der Tabelle 14 geht hervor, daß das Schwärmen der zweiten Generation im Jahre 1938 das der ersten Generation bei weitem übertraf.

In einigen Versuchsrevieren wurden, wie die Tabelle zeigt, im Mai die Kiefern überhaupt nicht durch die Eigelege der ersten Generation von

Diprion pini belegt. In lichten Jungbeständen übertraf das Schwärmen der zweiten Generation fast um das Dreifache das der ersten Generation, in geschlossenen jedoch um mehr als das Neunfache. Im Durchschnitt war das Schwärmen der zweiten Generation 1938 viermal so stark wie das der ersten.

Nichtsdestoweniger wurde ein Larvenfraß an den Kiefern 1938 nicht mehr beobachtet. Das Schwärmen der ersten, und um so mehr das der zweiten Generation war im Jahre 1938 sehr gering, da fast alle Eigelege von *Diprion pini* parasitiert waren. Eiparasit war im Jahre 1938 *Achrysocharella ruforum*, der die Eier der ersten Generation zu 96,3%, die der zweiten fast zu 100%, parasitierte.

Nach der starken Vermehrung des Eiparasiten in den Eigelegen der ersten Generation stand den Gelegen der zweiten Generation eine so umfangreiche Parasiten-Population gegenüber, daß praktisch alle Eier parasitiert wurden, zumal schon alle Parasiten aus den Eigelegen der ersten Generation geschlüpft waren, als die zweite Eilege-Periode begann.

Das Zusammenfallen der Entwicklungszeiten von *Diprion pini* und seiner Parasiten, das Überliegen der Eonymphen und die darin liegenden günstigen Entwicklungsverhältnisse für die Eonymphenparasiten sowie der Krankheitsbefall bei den Larven an den Bäumen und bei den Eonymphen in der Waldstreu waren die Hauptfaktoren, die die starke Verringerung der Anzahl von *Diprion pini* und damit die Beendigung der Kalamität verursachten. Die Totalität des Zusammenbruchs scheint dabei die Ursache des relativ seltenen Massenauftretens von *Diprion pini* zu sein.

Nach BENJAMIN (1955) war der Eiparasit *Closterocerus cinctipennis* Ashm. in Befallsgebieten von *Neodiprion lecontei* Fitch in einem Forstamt im Süden der Vereinigten Staaten im Jahre 1947/48 der Hauptfaktor der Reduktion der Population der erwähnten Blattwespe. Nach demselben Autor hat *Neodiprion lecontei* in den südlichen Staaten der USA 3—5 Generationen in einem Jahr. Wahrscheinlich fällt dabei die Entwicklungsdauer von Wirt und Parasit zusammen. In den nördlichen Staaten und in Canada hat diese Art dagegen nur einjährige Generation, wodurch ihre Rolle als Eiparasit viel geringer ist.

Zusammenfassung

1. Bei zwei *Diprion*-Arten, *Diprion pini* und *Neodiprion sertifer*, kommt es in den Kiefernwaldungen Weißrußlands häufiger zu Gradationen als bei den übrigen exophytischen Waldinsekten der Ordnungen *Hymenoptera* und *Lepidoptera*. Das gilt besonders für *Neodiprion sertifer*.

2. Die entscheidende Rolle bei der Entstehung der *Diprion*-Gradationen spielen die klimatischen Verhältnisse.

Der Rückgang der Kalamität dagegen steht hauptsächlich in Verbindung mit dem Einfluß von biotischen Faktoren (Parasiten, Krankheiten und Räubern), die mit allen anderen Umweltbedingungen zusammenhängend eine Einheit bilden.

3. Im Durchschnitt beträgt die Eizahl pro Kiefernadel bei *Neodiprion sertifer* 6—7, wobei in ungefähr gleichem Maße jeweils nur eine Nadel oder beide Nadeln eines Triebes belegt werden. Die Durchschnittszahl der zu einem Eigelege gehörenden Nadeln beträgt 17.

Bei *Diprion pini* beträgt die Durchschnittszahl der Eier pro Nadel 12—13, wobei stets nur eine Nadel des Triebes der gemeinen Kiefer besiedelt wird; die Durchschnittszahl der zu einem Eigelege gehörenden Nadeln beträgt 11.

Die Eiproduktion bei *Diprion pini* ist etwas höher als die bei *Neodiprion sertifer*.

4. Die Diprioninen besitzen Endoparasiten und Ectoparasiten. Zu den ersteren gehören die Eiparasiten und die Larvenparasiten in den Baumkronen, zu den letzteren entweder solche Arten, die ihre Eier an die Larven des letzten Stadiums (wenn diese die Nahrungsaufnahme schon beendet haben und unmittelbar vor dem Einspinnen stehen) ablegen wie die Arten der Gattung *Exenterus* oder solche Arten, die ihre Eier in den Kokons zwischen Larvenoberfläche und Kokonwand unterbringen. Die Ectoparasiten paralisieren den Wirt auf verschiedene Weise. Die Arten, die ihre Eier in die Kokons ablegen, paralisieren die Eonymphe durch den Kokon hindurch, während bei den Arten der Gattung *Exenterus* die an der Eonymphe sitzende Parasitenlarve des 1. Stadiums mit ihren langen, scharfen Borsten oder ihren stark gebogenen Mandibeln die Eonymphe paralyisiert.

5. Der Haupteiparasit der Kiefernblattwespen ist *Achrysocharella ruforum* (Krauß). Diese Art hat eine doppelte Generation und ihre Entwicklungsperiode fällt aufs genaueste mit der von *Diprion pini* zusammen. Im Jahre des Rückganges der *D. pini*-Gradation waren die Eigelege der zweiten Generation meistens zu 100% parasitiert. Die Entwicklungsperiode dieses Parasiten fällt mit derjenigen von *Neodiprion sertifer* nicht ganz zusammen, wodurch im Jahre des Zusammenbruchs die Eigelege von *Neodiprion sertifer* viel weniger als zu 100% von *A. ruforum* parasitiert waren.

6. Die Larvenparasiten der Diprioninen in den Baumkronen sind sowohl Schlupfwespen als auch Tachinen. Die Schlupfwespen gehören zu den spezifischen Parasiten dieser Diprioninen, während von den Tachinen nur *Sturmia inconspicua* (Meig.) ein ausgesprochener *Diprion*-Spezialist ist.

Alle Larvenparasiten der Diprioninen haben doppelte Generation, mit Ausnahme der Schlupfwespe *Torocampus eques* (Htg.). Zum Unterschied von den übrigen Larvenparasiten hat diese Art die gleiche Entwicklungsdauer wie *Neodiprion sertifer*. Die bivoltine polyphage Tachine *Sturmia inconspicua* ist in den Befallsgebieten von *Diprion pini* reichlich vertreten, in den von *Neodiprion sertifer* hingegen nur dort, wo es die Wirte ihrer zweiten Generation gibt. Der Hauptwirt der zweiten Generation dieser Tachine ist *Dendrolimus pini* (L.).

7. Die Arten der Gattung *Exenterus* haben eine zeitlich bestimmte Eiablage- und Schwärmperiode. Ihr Schwärmen fällt hauptsächlich in die Zeit, in der die Larven der Diprioninen ihr letztes Stadium erreichen. Der bivoltine *Exenterus marginatorius* (F.) ist meistens in Befallsgebieten von *Diprion pini* verbreitet. *Exenterus abruptorius* (Thunb.) besitzt jedoch eine einfache Generation und ist am häufigsten in den Befallsgebieten von *Neodiprion sertifer* anzutreffen. Er schlüpft nie nach der Mitte des Sommers, sondern nur im Frühjahr oder am Anfang des Sommers.

8. Die Parasitierung der Eonymphen durch *Dahlbominus fuscipennis* (Zett.), der seine Eier in die Kokons der Blattwespe ablegt, erfolgt nicht nur während des massenhaften Einspinnens der Wirtslarven, sondern auf Grund der überliegenden *Diprion*-Populationen auch den ganzen Sommer über. Unter den Verhältnissen des Südens Weißrusslands hatte er im Jahre 1938 vier Generationen. Bei 19° C und bei 65—75% Luftfeuchtigkeit wird die Entwicklung in 25 Tagen abgeschlossen. Das stärkste Schwärmen dieses Parasiten erfolgt in der ersten Hälfte des Augusts.

9. Am häufigsten werden die Kokons durch *Dahlbominus fuscipennis* parasitiert, wenn sie sich in den oberen Schichten der Waldstreu befinden.

10. Die Eonymphenparasiten der *Cryptinae* haben keine genau bestimmte Schwärmperiode. In den Befallsgebieten war im Waldbetrieb Slutsk im Jahre 1932 *Gambrus adustus* (Grav.) der Hauptparasit (Geschlechterverhältnis 638 ♀♀ : 600 ♂♂), im Jahre 1949 jedoch in anderen Gegenden Weißrusslands *Microcryptus basizonius* (Grav.). Die

erstere Art parasitiert eine größere Anzahl von Wirten und ist am häufigsten in den ziemlich feuchten Wäldern mit verhältnismäßig reicher Bodenflora zu finden. In allen Fällen ist *Dahlbominus fuscipennis* der stetigste und verbreitetste Eonymphenparasit der Kiefernblattwespen. Das Geschlechterverhältnis in den Befallsgebieten von *Neodiprion sertifer* betrug im Jahre 1949 79,5% ♀♀ und 20,5% ♂♂. In den Jahren der Übervermehrung überwintert *Neodiprion sertifer* im Eistadium in den Nadeln der Kiefernkrone oder als Eonymphe im Kokon in der Waldstreu. Die überliegenden Populationen dieser Art sind stets in den Befallsgebieten vorhanden. Das Schwärmen und die Eiablage erfolgen in Weißrußland Ende August—Anfang September.

11. Die Reduktion der Übervermehrung von *Neodiprion sertifer* verläuft folgendermaßen. Das Eruptionstadium dauert nur über eine Generation an. Der Schadfraß dauert im Süden Weißrußlands nur von etwa 15. Mai bis 20. Juni. Ende Juni begeben sie sich in die Waldstreu und spinnen sich ein. Vor dem Schwärmen der Blattwespe (Ende August—Anfang September) werden die Eonymphen in der Waldstreu von Parasiten, zum Teil auch von Krankheiten, zu 70—75% heimgesucht (im Forstrevier Worobjowo im Jahre 1931 zu 73,6%). Nur ungefähr aus der Hälfte der gesunden Eonymphen, d. h. aus $\frac{1}{8}$ der Gesamtzahl, schlüpfen im August—September des ersten Jahres des Eruptionstadiums die Blattwespen aus. Die Bevölkerungsdichte der Eigelege an den Kiefern kann im August—September noch beträchtlich sein (bis 2000 und mehr Eier an einem Baum). Die Schädlichkeitsperiode der Larven, die im Mai des zweiten Jahres des Eruptionstadiums schlüpfen, dauert jedoch nicht lange. Schon nach 15—20 Tagen erfolgt ihr Massensterben durch Virus-Krankheiten. Nur einzelne Larven vollenden ihre Entwicklung und spinnen sich ein. Währenddessen verringert sich im Winter stark die Anzahl der überliegenden Eonymphen in der Waldstreu infolge der Verletzung und Vertilgung durch Nagetiere. Andererseits werden die am Leben gebliebenen überliegenden Eonymphen schon ab Frühjahr von Parasiten besetzt. Infolge des Einflusses aller dieser Faktoren ist das Schlüpfen der Blattwespen im August—September des zweiten Jahres des Eruptionstadiums ungefähr um das Zehnfache geringer als im August—September des ersten Jahres des Eruptionstadiums. Die nicht sehr zahlreichen im August—September des zweiten Jahres des Eruptionstadiums abgelegten Eigelege werden zu 50 bis 70% von Eiparasiten besetzt. Eine Anzahl der Schädlinge bleibt jedoch selbst im Jahre des Zusammenbruchs der Gradation erhalten. Unter günstigen Verhältnissen kann dieser Rest der Schädlinge nach einigen Jahren zu einer neuen Gradation führen.

12. Die Übervermehrung von *Diprion pini* und ihr Zusammenbruch verlief im Süden Weißrußlands in den Jahren 1937—38 folgendermaßen:

Eine allmähliche Vergrößerung der Anzahl von *Diprion pini* begann im außerordentlich heißen und trockenen Sommer 1936. Auch die Witterungsverhältnisse in den Jahren 1936—37 zeichneten sich durch starke Abweichungen von den Jahrestemperaturen dieser Gegend aus (der lange warme Herbst, ein schneearmer und sehr kalter Januar, die schneereiche zweite Winterhälfte). Diese Verhältnisse (als die Eonymphen in der Waldstreu bei bedeutender Kälte unter ganz dünner oder gar keiner Schneedecke lagen, sich zuvor und danach aber in günstigen Ruhevhältnissen befanden) verhinderten das Überliegen der Eonymphen und ließen im Frühjahr 1937 aus allen Kokons die Blattwespen schlüpfen. Infolge der für die Entwicklung günstigen Witterungsverhältnisse fand keine Diapause der Eonymphen über vier Generationen statt (die Eonymphen der ersten Generation in den Nadeln der Kiefernkrone überliegen nie). Infolgedessen erfolgte im August bis September 1937 eine Kalamität mit beträchtlichem Nadelfraß, die nur über die zweite (sommerliche) Generation des Jahres 1937 dauerte.

Im Jahre 1938 verringerte sich die Anzahl von *Diprion pini* in allen Stadien sehr stark unter fast völliger Abwesenheit der Larven. Schon Ende September starben viele Larven an Krankheiten; die Anzahl der sich einspinnenden Exemplare war jedoch noch beträchtlich. Die Witterungsverhältnisse im Winter 1937/38 unterschieden sich stark von denen im Winter 1936/37; vor allem lagen am Anfang des Winters die Kokons nicht

frei in der Kälte. Die überwiegende Mehrzahl der Eonymphen trat in die Diapause über. Im Mai 1938 schlüpften nur 1,9% der Gesamtzahl, im August viermal mehr aus. Aber innerhalb der drei Sommermonate stieg die Parasitierung der Eonymphen um das Zehnfache, der Krankheitsbefall um 1,5mal, die Anzahl der von Parasiten verlassenen Kokons um mehr als das Doppelte. Die Eigelege der ersten Generation wurden zu 96,3%, die der zweiten fast zu 100% von Eiparasiten besetzt.

Summary

Five outbreaks of *Neodiprion sertifer* Geoffr. and one of *Diprion pini* L. in the pine groves of the Bjelo Russian SSR happened between 1928 and 1951. Their population ecology, especially their parasites, were studied during this time. 21 species of parasites were found, 3 of them attacking the eggs, 12 the larvae, and 6 the cocoons. The principles of biology (flight-time, number of generations, sex-rate, etc.) of the parasites are discussed. The composition of parasites was found to change locally and temporally. The most constant and widely distributed parasite was the chalcid fly *Dahlbominus fuscipennis* Zett. (cocoon parasite). The outbreaks of *N. sertifer* and *D. pini* were induced by meteorological conditions, while epiphytes, parasites, and diseases were found to be the causes of the break-down.

Резюме

В сосновых лесах Белоруссии два вида сосновых пилильщиков *Neodiprion sertifer* (Geoffr.) и *Diprion pini* (L.) размножаются в массе чаще других экзотических видов из *Lepidoptera* и *Hymenoptera*. Особенно часты вспышки массового размножения первого из них.

Доминирующую роль в возникновении градаций *Diprionini* играют метеорологические условия, подавление обусловлено преимущественно биотическими факторами — паразитами и болезнями в сочетании с другими факторами среды. Среди паразитов сосновых пилильщиков имеются как эндопаразиты, так и эктопаразиты. К первым относятся паразиты яиц и паразиты личинок в кронах деревьев, ко вторым — виды откладывающие яйца на личинки пилильщика последней стадии, прекративших питание непосредственно перед закононированием, а также виды, откладывающие яйца в коконы. Парализация хозяина разными видами паразитов пилильщиков производится по разному.

Преобладающее большинство видов, паразитирующих в разных фазах развития сосновых пилильщиков, является бивольтинными или поливольтинными и синхронны с *Diprion pini* (L.) и другими бивольтинными видами, но несинхронны с *Neodiprion sertifer* (Geoffr.). В связи с этим даже в год подавления очагов массового размножения *Neodiprion sertifer* (Geoffr.) некоторый, хотя и весьма незначительный запас этого вредителя, особенно в виде яйцекладок в хвоинках сосны, частично в виде зонимф в коконах в лесной подстилке, все же остается.

При благоприятных условиях этот запас пилильщика может дать повторную вспышку через несколько лет.

Эрутивная фаза массового размножения *Diprion pini* (L.) продолжается всего только на протяжении одного поколения. Зараженность паразитами этого пилильщика, особенно в фазе яйца, также и в других фазах достигает 100%, вследствие чего очаги подавляются на более или менее длительный период. Этим обуславливается менее частое выступление в массе данного вида в сравнении с *Neodiprion sertifer* (Geoffr.).

Literatur

BENJAMIN, D. M., The biology and ecology of the redheaded pine sawfly. U. S. Dept. Agric. Techn. Bull., 1118, 1—57, 1955.

- BESEMER, A. F. H., Die Verbreitung und Regulierung der *Diprion pini*-Kalamität in den Niederlanden in den Jahren 1938—1941. Meded. Comité Bestudeering an Bestrijding von Insectenplagen in Boschen, 1942.
- BITTER, B. & NIKLAS, O. F., Massenvermehrung der Kiefernbuschhornblattwespe *Pteroninus* (= *Lophyrus*) *pini* L. im Forstamt Trappen (Trapönnen) Ostpreußen, 1936 bis 1937. Forstw. Centralbl., 61, 429—447, 1939.
- ЦИНОВСКИЙ, Я. П., Сидячебрюхие (*Phytophaga*) Латвийской ССР, Рига, 1952.
- FERRIERE, CH., Two chalcidoid egg parasites of *Diprion sertifer* Geoffr. Bull. ent. Res., 26, 571—573, 1935.
- FORSSLUND, K. H., Einiges über die Schädigungen der roten Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion sertifer* Geoffr.). Medd. Skogsförsöksanst. Stockholm, 34, 365—390, 1946.
- FRANZ, J., Die gegenwärtige Situation der biologischen Schädlingsbekämpfung in Deutschland. Anz. Schädlingssk., 29, 20—24; 38—41, 1956.
- HEQVIST, L. J., Några iagttagelsker vid en härjning av bleka fallstekeln (*Diprion pallidum* Klug.). Medd. Skogsforskningsinst. Stockholm, 23, 221—230, 1952.
- КЕППЕН, Ф., Вредные насекомые. I, III, 1883.
- RATZBURG, J. TH. CH., Die Forst-Insecten, 3, 1844.
- РЫВКИН, Б. В., Рыжий сосновый пилильщик и борьба с ним. Минск, 1—64, 1936.
- , Ход инвазии соснового пилильщика. Сборник Бел НИИЛХ, 8, 145—151, 1948.
- , Некоторые вопросы биологии тахины *Sturmia inconspicua* Meig. и ее хозяйственное значение. Доклады Академии Наук СССР, 66, 755—758, 1951.
- , О значении синхронности развития энтомофагов и их хозяев. Доклады Академии Наук СССР, 87, 661—664, 1952.
- MORRIS, K. R. S., CAMERON, E. & JEPSON, W. F., The Insect Parasites of the Spruce-Sawfly (*Diprion polytomum*) in Europe. Bull. ent. Res., 28, 341—393, 1937.
- SACHTLEBEN, H., Beiträge zur Kenntnis der Diprion-Parasiten. 1. Einleitung und Bemerkungen über einige Diprion-Tachinen. Arb. physiol. angew. Ent., 9, 89—107, 1942.
- SCHIEDTER, F., Forstentomologische Beiträge. Ztschr. Pflanzenkrankh., 44, 369, 1934.
- ШЕВЫРЕВ, И. Я., Паразиты и сверхпаразиты из мира насекомых, 1912.
- SCHIMITSCHEK, E., Die Übervermehrung von *Diprion pini* im westslowakischen Kieferngebiet. Ztschr. Pflanzenkrankh., 51, 257—278, 1941.
- SCHÖNWIESE, FR., Beobachtungen und Versuche anlässlich einer Übervermehrung von *Lophyrus sertifer* Geoffr. (*rufus* Panz.) in Südkärnten in den Jahren 1931/1932. Ztschr. angew. Ent., 21, 463—500, 1934.
- SITOWSKI, L., Do biologji pasorzytów borecznika (*Lophyrus* Latr.). Roczn. Nauk Rolnicz. Lésn. Poznań, 14, 25 pp. (Sep.), 1925.
- THIEDE, G., Zur Kenntnis der Lebensweise der bei Frankfurt (Oder) auftretenden drei Hauptparasiten von *Lophyrus pini* L. Dissertation Berlin, 1938.
- VASIĆ, K., & SISOJEVIĆ, P., Paraziti obicne borove (*Diprion pini* L.) i njihova uloga u regulaciji brojnosti ove stetocine na maljenu 1951—1952 godine. Заштита била, 27, 3—40, 1925.