Beretning nr. 185

BRODER BEIER PETERSEN:

BLADHVEPSEN LYGAEONEMATUS ABIETINUS CHRIST SOM SKADEDYR PÅ RØDGRAN I SØNDERJYLLAND

LYGAEONEMATUS ABIETINUS CHRIST AS A PEST ON NORWAY SPRUCE IN SOUTH JUTLAND

(Særtryk af Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXII, 1956)

Bd. XVI, H. 1: Nr. 133. KJELD LADEFOGED: Untersuchungen über die Periodizität im Ausbruch und Längenwachstum der Wurzeln bei einigen unserer gewöhnlichsten Waldbäume (Undersøgelser over Periodiciteten i Røddernes Frembrud og Længdevækst hos nogle af vore almindeligste Skovtræer), S. 1. — **H. 2:** Nr. 142. C. H. BORNEBUSCH: Revision af Haarup-Sande-Forsøget (Revision de l'expérience à Haarup-Sande), S. 257. — Nr. 143. C. H. BORNEBUSCH: Forskellige Bladarters Forhold til Omsætningen i Skovjord (Der Einfluss verschiedener Blätterarten auf die Umsetzung im Waldboden), S. 265. — **H. 3:** Nr. 144. C. H. BORNEBUSCH: Udhugning og Produktion i Bøgeskov (L'influence de la coupe d'eclaircie sur la production d'une forêt de hêtres) S. 273. — **H. 4:** Nr. 146. E. C. L. LØFTING: Et Underplantningsforsøg i Gludsted Plantage, Hedeskovenes Foryngelse VII (Une Expérience de plantation d'un sous-étage dans la plantation de Gludsted située dans la lande de Jutland), S. 305. — Nr. 147. E. C. L. LØFTING: Lærkearternes Udvikling i Hedeplantagerne og Japansk Lærks Anvendelighed som Hjælpetræ ved Opbygning af Hedeskov, Hedeskovenes Foryngelse VIII. (Le développement des différentes espèces de mélèze dans les plantations des landes, et le mélèze de Japon utilisé comme arbre auxiliaire dans la culture de forêts des landes), S. 321. — **H. 5:** Nr. 148. KJELD LADEFOGED: De enkelte Kronedeles produktionsmæssige Betydning hos Rødgran (The productive importance of the individual parts of the crown in spruce, picea excelsa 'L.), S. 365.

Bd. XVII, H. 1: Nr. 145. CARL MAR: MÖLLER: Untersuchungen über Laubmenge, Stoffverlust und Stoffproduktion des Waldes. (Undersøgelse over Løvmængde, Stoftab og Stofproduktion i Skov). Dansk Resumé. S. 1. — **H. 2:** Nr. 150. C. MUHLE LARSEN: Experiments with softwood cuttings of forest trees (Forsøg med urteagtige Stiklinger af Skovtræer). Meddelelse Nr. 18 fra Skovtræforædlingen, Arboretet, Hørsholm. S. 289.

Bd. XVIII, H. 1: Nr. 149. C. H. BORNEBUSCH og H. A. HENRIKSEN: Bøgens Vedmassefaktorer, 1. Del: Formtalsbestemmelse ved Hjælp af Standardtabeller for mindre Bevoksninger af Bøg, (Form factor calculation by means of standard tables for small stands of beech). S. 1. — **H. 2:** Nr. 157. MATHIAS THOMSEN, N. FABRITIUS BUCHWALD og POUL A. HAUBERG: Angreb af Cryptococcus fagi, Nectria galligena og andre Parasiter paa Bøg i Danmark 1939—43. (Attack of Cryptococcus fagi, Nectria galligena and other parasites on beech in Denmark 1939—43). S. 97. **H. 3:** Nr. 158. E. C. L. LØFTING: Rødgranplantagernes Foryngelse i de

BLADHVEPSEN LYGAEONEMATUS ABIETINUS CHRIST SOM SKADEDYR PÅ RØDGRAN I SØNDERJYLLAND

LYGAEONEMATUS ABIETINUS CHRIST AS A PEST ON NORWAY SPRUCE IN SOUTH JUTLAND

AF

BRODER BEIER PETERSEN
ZOOLOGISK LABORATORIUM,
DEN KGL. VETERINÆR- OG LANDBOHØJSKOLE

Manuskriptet afsluttet februar 1955.

INDHOLDSFORTEGNELSE

		Side
Indledning		1
I.	Kort kronologisk redegørelse	3
II.	Skadens omfang	7
III.	Angrebets lokale placering i Bommerlund	11
IV.	Bekæmpelsesforsøg	14
	A. Flyvemaskine	14
	B. Motorblæser	20
V.	Forsøg med insecticider på æg- og larvestadier af L. abietinus	25
	A. Forsøg med æg	25
	B. Forsøg med larver	28
VI.	Biologiske iagttagelser over L. abietinus	34
VII.	Andre rødgran-bladhvepse	53
VIII.	Virkningen af en kemisk bekæmpelse på den øvrige fauna	61
IX.	Mulighederne for en bekæmpelse af L. abietinus	62
X.	Resumé	66
XI.	*English Summary*	69
XII.	Litteraturliste	79

INDLEDNING.

I den følgende beretning gøres rede for undersøgelser vedrørende biologi og bekæmpelse af bladhvepsearten Lygaeonematus abietinus *Christ* og andre Nematus-arter på gran. Disse undersøgelser er iværksat på opfordring af *Direktoratet for Statsskovbruget,* og de er næsten udelukkende foretaget i Bommerlund Plantage under Gråsten Distrikt.

Forundersøgelser og de første bekæmpelsesforsøg blev i 1949 foretaget af *Statens forstlige Forsøgsvæsen,* afdelingen for Hede- og Klitskove, under ledelse af afdelingsleder, skovrider *E. Løfting.* Fra 1950 overgik undersøgelserne til *Zoologisk Laboratorium, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.* Under stadig drøftelse med laboratoriets bestyrer, professor dr. phil. *Math. Thomsen,* blev arbejdet tilrettelagt og ledet af forstkandidat *B. Beier Petersen.*

Vi skylder Direktoratet for Statsskovbruget tak for den økonomiske støtte og for den velvilje, der altid er blevet vist, også når vore ønsker omfattede studier, der ikke umiddelbart angik bekæmpelse.

Vi takker endvidere bestyreren af Gråsten Distrikt, kgl. skovrider *H. Martensen-Larsen* og den daværende skovfoged i Frøslev-Bommerlund, skovfoged *W. H. Davidsen* for hjælp ved den tekniske udførelse af bekæmpelsesforanstaltningerne og ved iværksættelsen af forsøgene. Dr. phil. *S. L. Tuxen* har venligst givet adgang til at benytte Zoologisk Museums samlinger af bladhvepse.

Fra Zoologisk Laboratorium har mag. scient. *E. Rasmussen* lejlighedsvis deltaget i undersøgelserne, og magister *Rasmussen* har tillige udført alle tegninger pånær 2 (tavle I, a og II, a), der skyldes fru *Bodil Strubberg.* Laboratoriet har periodisk haft assistance af stud. mag. *O. Bøggild* og mag. scient. *J. Dahl.* Fra Gråsten Distrikt har dav. skovfogedaspirant *J. Hvid,* skovfogedassi-

stent *R. Rasmussen* og skovfoged *V. Simony* taget direkte del i undersøgelserne.

Den forstlige Forsøgskommission har velvilligst påtaget sig at lade denne beretning publicere i „Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark".

Jeg takker herved alle disse personer og institutioner for deres medvirken. En særlig tak ønsker jeg at rette til professor *Math. Thomsen* for mange gode råd og for megen vejledning.

I. KORT KRONOLOGISK REDEGØRELSE.

1. 1949.

Tilstedeværelsen af et udstrakt angreb af bladhvepse på rødgran i *Bommerlund Plantage, Gråsten Distrikt,* blev første gang meddelt Zoologisk Laboratorium ved en forespørgsel i 1947.

I foråret 1949 henvendte Direktoratet for Statsskovbruget sig til afdelingsleder, skovrider *E. C. L. Løfting* fra Statens forstlige Forsøgsvæsen om mulighederne for at forsøge en bekæmpelse af bladhvepseangrebet. Skovrider Løfting konfererede med Zoologisk Laboratorium om skadedyrets art, de mulige bekæmpelsesmidler med videre. Bladhvepsearten viste sig at være Lygaeonematus abietinus *Christ* (L. pini *Retz.*).

Den 18. juni 1949 gennemførtes en forsøgssprøjtning fra luften med to koncentrationer af både DDT og parathion på et areal af ca. 30 ha. Dette forsøg viste en udmærket virkning af parathion, mens virkningen af DDT ikke lod sig sikkert afgøre p. g. a. uheldige opbevaringsvilkår for de indsamlede larver. Ved en kokontælling i august 1949 fandtes der adskilligt flere levende larver i skovbunden på DDT-parcellerne end på parathion-parcellerne.

2. 1950.

På grundlag af disse forsøg indgav skovrider *Løfting* i januar 1950 til Statsskovdirektoratet en rapport, der anbefalede parathionbehandling af granarealerne langs Oksevejen i Bommerlund og af bevoksningerne vest for denne. Den østlige del af plantagen blev undtaget, fordi det skønnedes, at angrebet her var i aftagen.

I løbet af foråret 1950 fastslog både den nyligt tiltrådte skovrider på Gråsten Distrikt, kgl. skovrider *H. Martensen-Larsen,* og skovrider *Løfting,* at bladhvepseangrebet også udstrakte sig til nærliggende plantager. Det viste sig således, at angrebet i *Torp-*

Årtoft Plantager under *Åbenrå Distrikt* ligeledes var kraftigt og alvorligt.

Samme forår foretog Statsskovreguleringen en gennemgang af Bommerlund Plantage for at bedømme angrebets økonomiske betydning. Den foretagne analyse viste, at man måtte regne med et gennemsnitligt tilvæksttab på ca. 1340 m^3 årligt, svarende til ca. 27.000 kr. Hertil kom, at der rådede en vis, omend ringe, fare for, at stormfald ville kunne ødelægge hugstfølgen ved at vælte plantagen fra vest, hvorved man måtte forudse dyrere kulturudgifter end distriktets normale. Der var herefter tilstrækkeligt grundlag for at antage, at bekæmpelsesforanstaltninger i stor skala ville være både *forsvarlige og ønskelige,* idet udgiften til en sprøjtning af plantagens ca. 560 ha store rødgranareal kunne forventes at blive af *samme størrelsesorden som et enkelt års tilvæksttab.*

Inden planlæggelsen af bekæmpelsen blev der af Zoologisk Laboratorium foretaget kokontællinger i indsamlede morprøver fra Bommerlund. Der fandtes i foråret 1950 mellem 2 og 24 hele kokoner pr. m^2, et tal som ikke kunne udelukke et angreb af lignende størrelse som året før. Parasiteringsprocenten svingede meget og var ikke væsensforskellig i de forskellige dele af plantagen.

Efter forhandlinger mellem kgl. skovrider *B. Jacobsen* fra Statsskovdirektoratet, skovtaksator *I. Jelnes*, skovrider *E. Løfting*, kgl. skovrider *H. Martensen-Larsen* og professor dr. phil. *Math. Thomsen* blev der i april 1950 udarbejdet en plan for en flyvemaskinebekæmpelse, der for Bommerlunds vedkommende nærmest fulgte det tidligere skitserede forslag fra skovrider *Løfting*. Bekæmpelsen skulle her foretages med parathion bortset fra et par mindre arealer, hvor der skulle anstilles forsøg med derris og kvassia. Desuden blev det besluttet, at et areal på ca. 100 ha af Torp-Årtoft plantage skulle belægges med derris. Skovrider *H. Martensen-Larsen* havde den tekniske ledelse af bekæmpelsen, mens de biologiske undersøgelser og kontrollen af resultatet skulle udføres af Zoologisk Laboratorium under ledelse af forstkandidat *B. Beier Petersen* i samråd med professor *Math. Thomsen.*

Zoologisk Laboratoriums undersøgelser strakte sig over tiden fra 29. maj til 17. juni 1950. Selve bekæmpelsen blev foretaget d. 8/6 med parathion, d. 11/6 med derris og d. 12/6 med kvassia. Begyndelsestidspunktet blev ansat efter stadium-bestemmelse af et stort antal larver samt efter besigtigelser af bevoksningerne.

Uheldige vejrforhold medførte, at behandlingen med derris og kvassia måtte ske lovlig sent. Virkningen af parathionsprøjtningen var god, idet ca. 90 % af larverne blev dræbt. Også derris havde virkning, kvassia derimod ikke.

Der var ingen skadelige bivirkninger for den højere fauna at iagttage efter bekæmpelsen, og ikke nogen alvorlig reduktion af insektfaunaen.

Efter angrebets afslutning foretog vi en kortlægning af bevoksningerne i Bommerlund Plantage med hensyn til årets Nematus-angreb. Det viste sig da, at der havde været kraftige angreb også i den østlige del af Bommerlund.

3. 1951.

I foråret 1951 blev det besluttet, at undersøgelsen af bladhvepsenes biologi skulle fortsættes dette år, og samtidig skulle der foretages forsøg med insecticider. Desuden vedtog man at foretage en kortlægning af det aktuelle angreb i 1951, i lighed med hvad der var sket det foregående år.

Samtidig havde Statsskovdirektoratet fået kendskab til en motorblæser, der muligvis ville være egnet til bekæmpelse af Nematus-angreb i skov. Man besluttede derfor at benytte lejligheden til at afprøve denne på nogle mindre arealer i Bommerlund, hvor en bekæmpelse ville være gavnlig.

De omtalte forsøg og undersøgelser blev foretaget i tiden 24/5 til 21/6 1951, idet Zoologisk Laboratorium dette år forestod såvel bekæmpelsen som forsøgene. Resultatet af bekæmpelsesforsøget blev, at den benyttede motorblæser viste sig vel anvendelig til pudring i yngre og mellemaldrende granbevoksninger. Pudring i højere bevoksninger gav dårligere virkning, og sprøjtning viste sig at have for lille rækkevidde.

Også dette år undersøgtes bekæmpelsens indvirkning på den øvrige fauna, med samme resultat som året før.

I december 1951 foretog vi en omfattende indsamling af kokoner fra skovbunden for ved åbning eller klækning af dem at se, om angrebets fortsættelse i den vestlige del af Bommerlund kunne forklares ved overligning af kokonerne, med andre ord ved at hvepsene, i hvert fald til dels, først kom frem den anden sommer efter kokonspindingen. Dette viste sig at være tilfældet i en grad, der langt overtraf, hvad udenlandske kilder opgav. Konklusionen heraf er, at man må regne med, at en bekæmpelse af Lygaeone-

matus abietinus skal strække sig over to år i følge for at være effektiv.

4. 1952, 1953 og 1954.

I tiden mellem 20/5 og 18/6 1952 fortsatte vi undersøgelserne af insecticidernes virkning på larvestadier og ægstadier og nåede frem til tilfredsstillende resultater på disse punkter. Desuden studeredes en del andre bladhvepsearters andel i skadegørelsen. Kortlægning af årets angreb i Bommerlund viste, at der stadig fandtes lokalt meget alvorlige angreb, selv om angrebet som helhed var i svag tilbagegang.

Baseret på de foregående års erfaringer udarbejdedes i oktober 1952 en rapport til Statsskovdirektoratet over de foreliggende bekæmpelsesmuligheder; af disse muligheder anbefaledes det at beskytte de mest udsatte arealer ved en bekæmpelse der, eftersom kun nogle få bevoksninger var stærkt truet for øjeblikket. Man vedtog dog, efter at have drøftet mulighederne, helt at undlade en bekæmpelse. I 1953 blev der derfor alene gjort biologiske iagttagelser og foretaget enkelte forsøg. Angrebet var i 1953 som helhed svagt, men det var forøvrigt placeret netop i det i forvejen stærkt hjemsøgte område.

I overensstemmelse med denne, sandsynligvis klimabetingede, nedgang i angrebets styrke, fandtes det rimeligt, at man heller ikke i 1954 skulle foretage nogen bekæmpelse. Det har dog interesse vedblivende at følge angrebets styrke; thi efter udenlandske erfaringer (*Thalenhorst* 1952 a, b) har angrebene af Lygaeonematus abietinus en absolut kronisk karakter, og det er tvivlsomt, om angrebet i Bommerlund nu er ophørt. Angrebene anses i Tyskland for stedvis at true rødgrandyrkningen.

I 1954 kortlagdes angrebet atter, det var da af lignende størrelsesorden som i 1953, og placeret i det samme begrænsede område.

II. SKADENS OMFANG.

1. *Tilvæksttab og økonomi.*

Som nævnt foretog Statsskovreguleringen under ledelse af skovtaksator *I. Jelnes* i foråret 1950 en opgørelse af angrebets omfang og dets indflydelse på tilvæksten.

De 560 ha rødgranareal i Bommerlund bestod af 13 % 15-årig, 54 % 45-årig og 33 % 65-årig gran. Der opstilledes først nogle typer for mere eller mindre stærk gnavskade, nemlig:

1 : uangrebet.
1½: svagt angrebet.
2 : middel angrebet.
2½: stærkt angrebet.
3 : døende.

Derefter takseredes mindre dele af plantagen til disse typer, hvorpå man udarbejdede et kort over skadens optræden i Bommerlund Plantage.

På 54 træer blev der siden foretaget kronebeskrivelse og stammeanalyse. Idet tilvækstforløbet på de uangrebne træer regnedes for normalt, kunne der fastslås tilvækstnedgange for de angrebne træer, som vist i tabel 1.

Tabel 1.
Tilvækstnedgang (%), (gennemsnit for 1947, 1948, 1949).
Increment reduction (%), (average of 1947, 1948, 1949).
Type 1 is unattacked trees. Type 3 is dying trees.

Type *Type*	1	1½	2	2½	3
Højdetilvækst *Height increment*	0	21	50	55	71
Grundfladetilvækst *Basal area increment*	0	24	32	32	32

Når man derefter tog arealfordeling og forekomsthyppighed af de pågældende typer i betragtning, kunne tilvæksttabet pr. ha beregnes. Højdetilvæksttabet udgjorde 0.47 m^3 og grundfladetilvæksttabet 1.9 m^3 pr. ha. Tallene var udregnet som gennemsnit for årene 1947, 1948 og 1949. I disse år var *det gennemsnitlige pengetab ca. 27.000 kr. pr. år* (1340 m^3 á 20 kr.). Hertil måtte lægges tabet ved formforringelse og ved risikoen for en uheldig hugstfølge. I de stærkt angrebne bevoksninger ligger det årlige tilvæksttab naturligvis betydeligt over det gennemsnitlige tal på 2.4 m^3 pr. ha (5—6 m^3 pr. ha).

Undersøgelser i Schweiz (*Badoux* 1919) gav ved tilvækstboring en gns. tilvækstnedgang på 2.7 m^3 pr. ha og år på et 100 ha stort areal. På prøveflader fandtes en nedgang i højdetilvækst på ca. 90 % og i grundfladetilvækst på ca. 50 %.

Større undersøgelser sammesteds (*Nägeli* 1936) viste en gns. højdetilvækstnedgang på mellem 33 % og 40 %. Målt på prøvetræer fandt man en nedgang i massetilvækst på ca. 45 %, og det blev konkluderet, at det ovennævnte tab på 2.7 m^3 gns. årligt snarest var for lavt ansat.

Som man ser, passer størrelsesordenen af tilvækstnedgangen overordentlig godt sammen med de danske undersøgelser.

2. *Bevoksningernes udseende.*

Til forskellige tider er der i Bommerlund Plantage foretaget mindre opgørelser over bevoksningernes udseende. I tabel 2 er der gengivet nogle tal fra afdelinger, der gennem flere år havde været kraftigt angrebet.

Tabel 2.
Eksempler på virkningen af langvarige angreb.
Examples of the effect of prolonged defoliation.

Dato: $^{21}/_{8}$-1949 *Date*	Afd. 433, ca. 45 år *Compartment No. 433, about 45 years old*	Afd. 473, ca. 70 år *Compartment No. 473, about 70 years old*
Kronen normal, topskud med nåle *Crown normal, leader with needles*	68 (48 %)	73 (50 %)
Toppen tør *Top dead*	65 (47 %)	29 (20 %)
Tørre grene *Dead branches*		28 (19 %)
Tvegedannelse *Prong building*	7 (5 %)	15 (11 %)
Sum	140 (100 %)	145 (100 %)

Man får af disse tal et ganske godt indtryk af bevoksningernes udseende. Det er øjensynligt, at formforringelsen ikke kan være helt ubetydelig. Hvis angrebet i perioder aftager, vil man dog kunne nå at fjerne de værst medtagne graner ved gennemhugningerne.

I årene 1950—1954 er hvert års angreb blevet kortlagt ved bedømmelse af 50 tilfældigt udvalgte trækroner i hver afdeling. Hvert år har nogle områder af plantagen været meget kraftigt angrebet, andre er gået helt fri. Man fandt ikke de stærkt angrebne træer spredt rundt i ellers uskadte bevoksninger, tværtimod var der en stærk tendens til, at skaden over ret store arealer var ensartet. Nogle eksempler på stærke angreb opføres i tabel 3 for at give et indtryk af forholdene.

Tabel 3.
Eksempler på stærke, aktuelle angreb (%).
Examples of heavy, current defoliations (%).

År *(Year)*	1950			1951		1952				1953		1954	
Afd. nr. *Compartment No.*	468	469	398	467	465	395	396	397	468	395	396	395	396
Stærkt angrebne træer *Heavy defoliation*	48	48	38	44	42	46	40	48	28	48	48	42	44
Svagt angrebne træer *Light defoliation*	50	48	50	56	58	50	56	50	56	48	30	50	44
Uangrebne træer *No defoliation*	2	4	12	0	0	4	4	2	16	4	22	8	12

Som stærkt angrebet er klassificeret 1) graner, hvis topskud og øverste grenkrans er helt eller næsten helt afnålet (fig. 1), og 2) graner med gnav udbredt over meget store partier af kronen. På de stærkt angrebne træer er der fare for toptørre, og et tilvæksttab må anses for givet.

Når angrebet er så stærkt som ovenfor anført, er det klart, at *det præger de angrebne bevoksninger meget.* Det kan ligefrem se ud, som om kronerne i større eller mindre grad var svedet af en flammekaster. Hvor store ødelæggelser, der vil blive resultatet, afhænger imidlertid i høj grad af, om granernes vandforbrug bliver dækket. Er dette ikke tilfældet, vil de begnavede skud tørre ud og dræbes; i modsat fald kan i hvert fald en del af dem, og særlig topskuddet, klare sig. I begge tilfælde betinger den reducerede nålemasse et *tilvæksttab.*

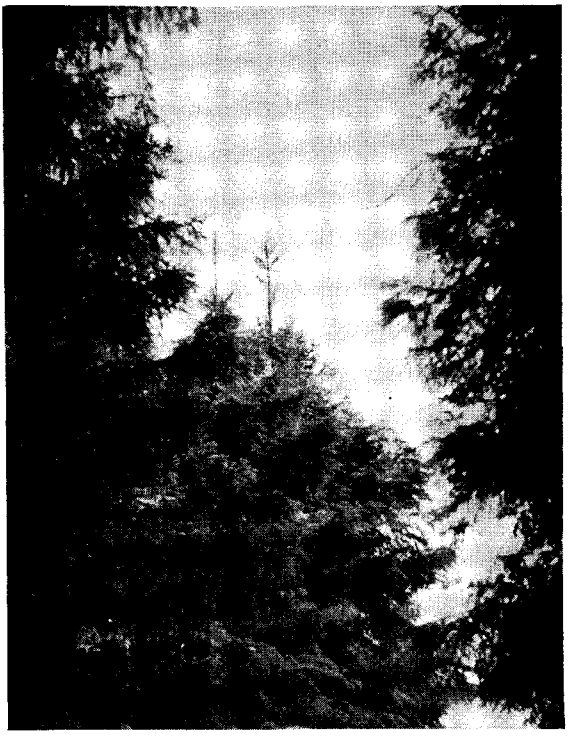


Fig. 1. I midten to stærkt angrebne grantoppe, totalt afnålet af bladhvepse. Nedenunder er der tendens til „buskdannelse". Bommerlund 17/6-1952.

In the middle two heavily infested tops of Norway spruce, completely defoliated by saw-fly larvae. Below, the trees tend to form "bushes". Bommerlund June 17th, 1952.

3. Bevægelserne i angrebets intensitet i 1950—1954.

Ved de årlige kortlægninger af hele plantagen er et meget stort antal graner blevet klassificeret. Det fremkomne talmateriale er sammenstillet i tabel 4 og viser svingningerne i angrebets intensitet i undersøgelseperioden.

Tabel 4.
Lygaeonematus-angrebets styrke i årene 1950—1954.
The intensity of Lygaeonematus defoliation during 1950—1954. The whole plantation.

År *(Year)*	1950	1951	1952	1953	1954
Uangrebet *(No defoliation)*	39.2 %	41.0 %	43.4 %	64.5 %	59.8 %
Svagt angrebet *(Light defoliation)*	51.1 %	51.4 %	49.1 %	32.0 %	37.1 %
Stærkt angrebet *(Heavy defoliation)*	9.7 %	7.6 %	7.5 %	3.5 %	3.1 %
Antal graner *(Number of spruce trees)*	5576	5410	5311	5700	5850

Først i 1953 indtrådte en afgørende nedgang i styrken af angrebet; denne fortsatte imidlertid ikke i 1954.

III. ANGREBETS LOKALE PLACERING I BOMMERLUND PLANTAGE.

Om bladhvepseangrebets placering i plantagen i de enkelte år før 1950 vides kun lidt; det menes dog, at de første, kraftige angreb er set i den østlige del af plantagen; de første svage angreb bemærkedes i begyndelsen af tiåret 1940—1950.

Statsskovreguleringens bedømmelse af plantagens tilstand i 1950 gav et indtryk af, hvor angrebet hidtil havde været kraftigst og gjort mest skade. Træanalyserne viste svage og sporadiske angreb i 1946. I 1947 (tørkeåret) var angrebet og dets følger meget store, i 1948 en del svagere for atter at tiltage i 1949. Forholdet mellem 1949 og 1950 kendes ikke eksakt. Det videre forløb ses af tabel 4.

Efter det af Statsskovreguleringen udarbejdede kort over angrebsstyrken var 199 ha (35 %) af rødgranarealet stærkt angrebet. Fraregner man den yngste aldersgruppe af bevoksningerne, — kun en enkelt afdeling var stærkt angrebet, og det drejede sig om overstanderne — var 193 ha (ca. 40 %) stærkt angrebet.

Tabel 5.

Procenten af antallet af afdelinger med over 10 % stærkt angrebne træer og med over 30 % stærkt angrebne træer i årene 1950—1954 indenfor det før 1950 stærkt hærgede areal (40 % af granarealet).

The percentage of map compartments with more than 10 % heavily defoliated trees and with more than 30 % heavily defoliated trees in 1950 to 1954 on the area strongly infested before 1950 (40 % of the spruce area).

År *Year*	Afd. med over 10 % stærkt angrebne træer *Compartments with more than 10 % heavily defoliated trees*	Afd. med over 30 % stærkt angrebne træer *Compartments with more than 30 % heavily defoliated trees*
1950	78 %	75 %
1951	70 %	80 %
1952	66 %	100 %
1953	84 %	100 %
1954	100 %	100 %
Gns. *Average*	80 %	91 %

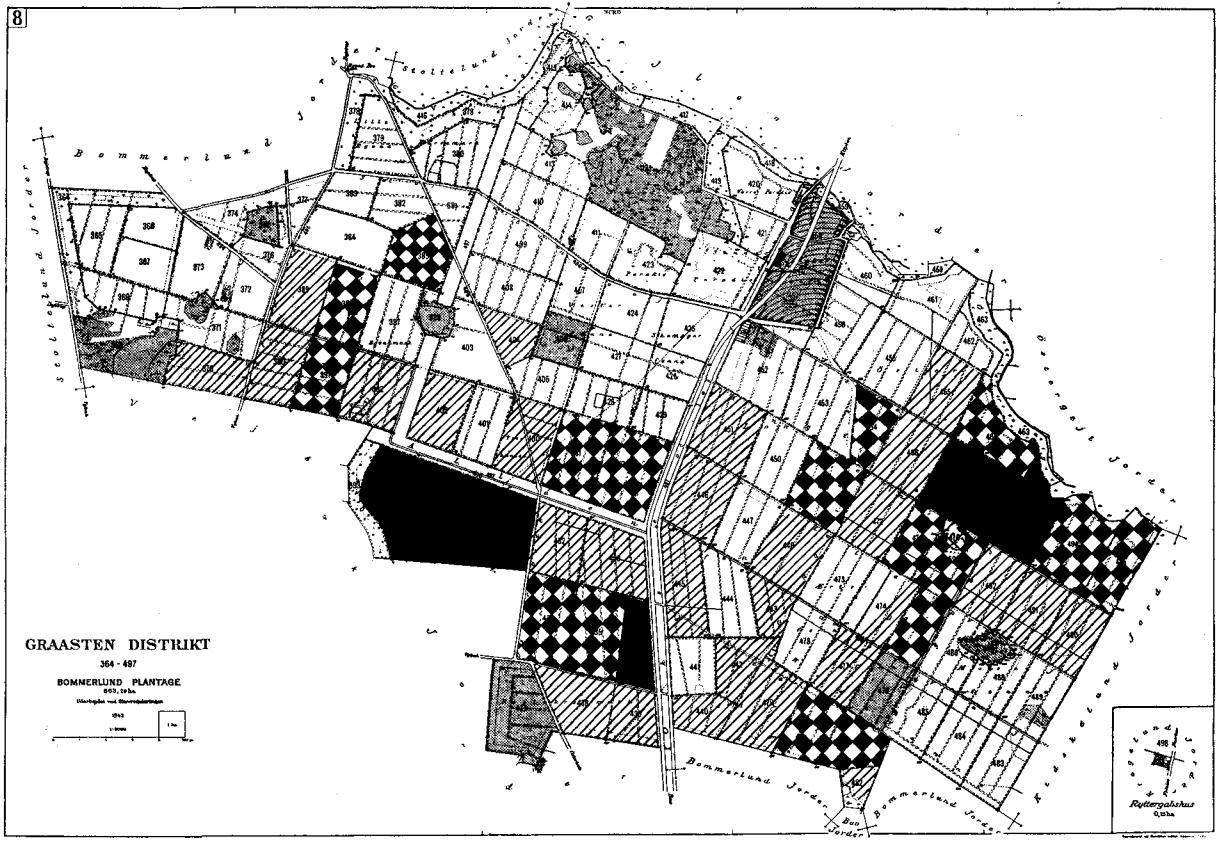


Fig. 2. Placeringen af bladhvepseangrebene i Bommerlund Plantage i årene 1950—53. Sort: over 10 % stærkt angrebne træer i 3 eller 4 år. Tavlet over 10 % stærkt angrebne træer i 2 år. Skraveret: over 10 % stærkt angrebne træer i 1 år. Gråt: ikke gran.

Location of the saw-fly defoliations in Bommerlund Plantation in the years 1950 to 1953. Black: more than 10 % trees heavily defoliated in 3 or 4 years. Chequered: more than 10 % trees heavily defoliated in 2 years. Hatched: more than 10 % trees heavily defoliated in 1 year. Grey: not spruce.

Sammenligner man nu placeringen af de følgende års stærke angreb på de arealer, der *tidligere* var henholdsvis svagt og stærkt angrebet (tabel 5), ses det tydeligt, hvorledes bladhvepsene stadig koncentrerer sig om de samme, mindre dele af plantagen.

Ca. 90 % af de stærkeste og ca. 80 % af de stærke angreb ligger til stadighed i det samme angrebsområde år for år. Forholdet er afbildet på fig. 2.

Årsagen til denne påfaldende lokale begrænsning af angrebet er ikke kendt. Jordbundstilstanden i de angrebne bevoksninger synes ikke at afvige kendeligt fra de uangrebne. Udspringstiden varierer stærkt både indenfor de angrebne og de uangrebne områder. Den allerværst medtagne sv-del af Bommerlund (afd. 394—399) er dog udpræget tidlig i udspringet, og et område, der aldrig angribes (afd. 424—427), springer særlig sent ud.

IV. BEKÆMPELSESFORSØG.

A. Med flyvemaskine.

1. Fastlæggelse af insecticid.

I 1949 bevilligedes der af Direktoratet for Statsskovbruget midler til forsøg med bekæmpelse af bladhvepseangrebet i Bommerlund fra flyvemaskine. De nærmere enkeltheder i forsøget tilrettelagdes af afdelingsleder, skovrider *E. Løfting*. I forsøget udsprøjtedes parathion og DDT, hver i to koncentrationer.

Som kontrol blev der udlagt ca. 10 m² papir i hvert forsøgsfelt, og i fem dage efter sprøjtningen indsamlede man de larver, der var faldet ned på papiret. Levende og døde larver optaltes, hvorpå de levende larver opbevaredes nogle dage i flasker, mens dødeligheden blandt dem blev fulgt dag for dag (tabel 6).

Tabel 6.
Bekæmpelsesforsøget 1949.
Control experiment 1949.

Parcel *Plot*	Insecticid *Insecticide*		Larver *Larvae*			Procent døde *Percentage dead*	
	Navn *Name*	Kvantum pr. ha *Dosage per ha*	Ialt *Total*	Levende *Live*	Døde *Dead*	Straks *Immediately*	Ialt *Total*
A	Parathion	30 liter 1.5 %	235	28	207	88	100
B	—	15 — —	943	118	825	87	100
E	—	— — —	53	18	35	66	98
D	DDT	20 — 7 %	4	4	0	0	25
C	—	10 — —	426	363	63	15	97

Ca. 30 ha af det mest medtagne areal i den vestlige del af Bommerlund indgik i forsøget. Dårligt vejr havde forsinket aktionen, der først kunne begynde d. 18. juni, hvor mange larver allerede havde forladt trækronerne.

I de to felter, hvor der faldt mindre end 100 larver ned på papiret, er materialet for lille til, at en konklusion kan drages.

Desuden medførte ophobningen af de overlevende larver i flasker, at man ikke turde anvende de fremkomne tal for den senere dødelighed, idet sunde larver også ville dø under disse vilkår. Forsøget viste klart, at begge de benyttede doseringer af *parathion* var effektive, med en dødelighed på mindst 87 %. Det var ikke udelukket, at DDT virkede; men det fremgik ikke sikkert af forsøget; thi netop for DDT gælder det, at virkningen først viser sig i løbet af nogle døgn.

Efter erfaringerne fra 1949 måtte det større bekæmpelsesforsøg i 1950 foretages med *parathion,* som var fuldt tilfredsstillende i 1949. Desuden forsøgtes *derris,* der i udlandet var afprøvet mod L. abietinus (*Fransen* 1949), samt kvassia, der har virkning mod en del bladhvepse. Begge de sidstnævnte midler havde den fordel fremfor parathion, at de er ufarlige for hvirveldyr.

Det var som nævnt hensigten at behandle hovedparten af de yngre bevoksninger i Bommerlund, nemlig arealet vest for Oksevejen, med parathion. Desuden blev der i Bommerlund anlagt et par små forsøgsarealer til henholdsvis derris og kvassia. Bekæmpelsen i Torp-Årtoft Plantager skulle udelukkende foregå med derris.

2. Fastsættelsen af bekæmpelsestidspunktet.

Det fremgår af omtalen af bladhvepsens biologi, at dens æglægningsperiode kan være af omtrent samme varighed som det aktive larveliv, den tid da larverne findes på granerne. En bekæmpelse skal helst ske, når alle æg er klækkede, og ingen larver endnu vandret ned for at spinde kokon. For at reducere skaden også i bekæmpelsesåret er det tilmed bedst, at bekæmpelsen sker, inden mange larver når op i 4. og 5. stadium, hvor de anretter mest skade.

Fastsættelsen af bekæmpelsestidspunktet er derfor af stor vigtighed. I 1950 skete det ved at optælle æg og larver på afklippede grene. Vi søgte at få repræsenteret både stærkt og svagt udsprungne graner. Larverne blev bestemt til stadium ved måling af deres hovedkapselbredde under mikroskop. Resultatet af disse målinger ses af tabel 7.

Skønt talmaterialet ikke er overvældende stort, kan man meget vel følge forskydningen i stadiumfordeling. Desværre forhindrede manglen på mandskab i pinsehelligdagene en ubrudt, daglig undersøgelse.

Tabel 7.
Procentvis stadiumfordeling af L. abietinus-larver, 1950.
Distribution on instars of larvae of L. abietinus, percentage.

Dato *Date*	Antal larver ialt *Total number of larvae*	% larver i stadium nr. *Percentage larvae of instar No.*					Æg i % af larveantal *Eggs in percentage of number of larvae*
		1	2	3	4	5	
30/5	44	41*)	45	14	0	0	ikke undersøgt *Not examined*
31/5	92	78	17	5	0	0	—
2/6	132	73	17	14	0	0	30
6/6	150	9	35	39	12	5	1
7/6	70	2	16	38	30	6	2

*) Det lave antal larver, der blev fundet i 1. stadium d. 30/5, skyldtes sandsynligvis manglende øvelse i at finde de meget små larver.

Den hurtige forskydning mellem d. 2. og d. 6. juni skyldtes et temperaturomslag. I tiden 27/5—2/6 var gennemsnittet af vore målinger af lufttemperaturen kl. 15 ca. 13° C; i de næste fem dage var gennemsnittet ikke mindre end 25° C. Om aftenen d. 6/6 var det klart, at tidspunktet for bekæmpelsen nu var umiddelbart forestående, og efter en besigtigelse af plantagen næste dag blev der givet signal til at begynde aktionen hurtigst muligt.

3. *Den egentlige bekæmpelse.*

Flyvningen blev, som året før, foretaget af *E. Malmose,* der benyttede en nærliggende mark til landingsplads. Samme sted skete giftpåfyldning og -fortynding. I skoven blev flyvestrækningen markeret med bundter af røde legetøjsballoner, der blev flyttet 30 m til siden, hver gang maskinen havde passeret dem på begge sider. Flyvemaskinen havde en „arbejdsbredde" på 15 m, og nye giftpåfyldninger måtte foretages for omtrent hver 6 ha.

Legetøjsballonerne var dels tøjret til en traktortrukket brandstige og dels til et tårn af lægter, opstillet på en kærre, der blev trukket af tre mand. Af sikkerhedshensyn havde markeringspersonalet fået udleveret gasmasker, som det dog ikke var muligt at formå dem til at benytte.

Parathionsprøjtningen i Bommerlund begyndte kl. 5,30 om morgenen d. 8. juni og fortsatte til kl. 10. Derefter måtte man holde pause p. g. a. varmen og fortsatte igen kl. 16. Omkring kl. 20 trak det op til en svag regnbyge, og da var det ønskede areal i Bommerlund næsten færdigbehandlet (175 ha på 8.5 time).

I de følgende dage var vejrforholdene uheldige, med mange regnbyger. Derfor kunne derrispudringen først ske d. 11. juni og kvassiasprøjtningen d. 12. juni.

Flyvemaskinen gik meget lavt over trætoppene, og både vædske og pudder fordelte sig tilsyneladende udmærket i trækronerne, omend sprøjtevædsken blot kunne skimtes som en fin tågesky og derfor var vanskelig at følge.

4. Kontrolforanstaltninger og effektivitet.

I bevoksningerne var der inden flyvningen opstillet 30 exkrementmålere, tragte af masonit med et fangareal på 1 m² (fig. 3). Hvad der faldt ned i dem gled videre ned i et henkogningsglas, som blev stillet under deres munding. Ved daglige tømninger kunne vi så indsamle de nedfaldne larver og optælle levende og døde. Exkrementerne blev frasigtet og senere målt i København.

Fig. 3. Exkrementmåler til opfangning af exkrementer, døde og levende larver i glasset nedenunder. Fangarealet er 1 m². Bommerlund 5/6-1952.

Frass-drop funnel for collecting frass-drop, dead and live larvae in the glass vial beneath. The area of the collecting funnel is 1 m². Bommerlund June 5th, 1952.

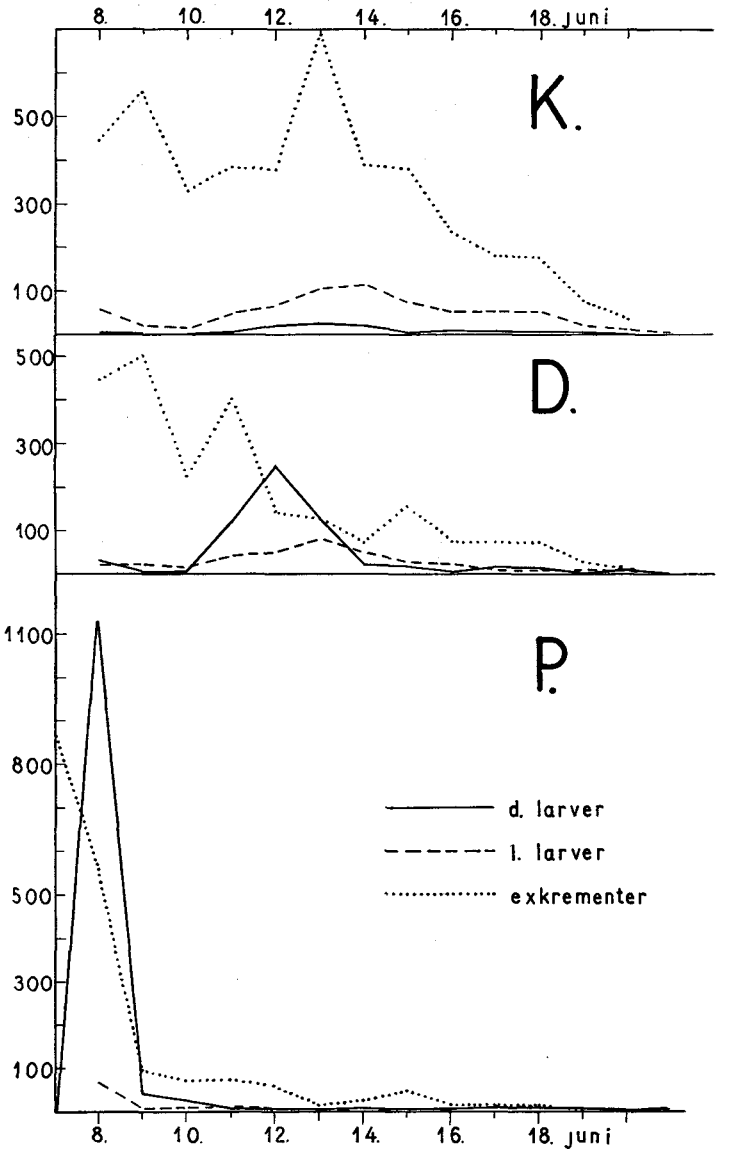


Fig. 4. Effektivitet af bekæmpelsesforsøget i 1950. K: kvassia, D: derris, P: parathion.

Effectivity of the control test in 1950. K: quassin, D: derris. P: parathion.

———— antal døde larver (*number of dead larvae*), ------ antal levende larver (*number of live larvae*), ····· cm^3 exkrementer: 50 (*frass-drop in cm^3:50*).

Derved fik man en *sikker kontrol* med bekæmpelsens resultat; thi både overlevende larver og larver fra æg, der var klækket efter bekæmpelsen, måtte nødvendigvis senere lade sig falde ned for at spinde kokon i skovbunden. Samtidig gav exkrementmængden et mål for aktiviteten i grankronerne.

På figur 4 ses resultatet af indsamlingerne. Det fremgår både af antallet af døde larver og af exkrementmålingerne, at parathion havde den kraftigste virkning, derris en noget svagere (der blev ved en beklagelig misforståelse kun udbragt 40 % af det lovede kvantum), og endelig var forsøget med kvassia nærmest negativt. I tabel 8 og 9 gives slutresultaterne af opgørelsen.

Tabel 8.
Effektivitet af bekæmpelsesforanstaltningerne i 1950. Larvedødelighed.
Effectivity of control measures 1950. Larval mortality.

Insecticid *Insecticide*	Dosis/ha *Dosage per ha*	Larver *Larvae*		
		Ialt *Total*	% levende *Percentage live*	% døde *Percentage dead*
Parathion	15 l 1.5 %	1375	9	91
Derris	10 kg 0.6 %	843	33	67
Kvassia *Quassin*	20 l 5 %	678	86	14

Et ubehandlet kontrolareal fandtes ikke i 1950, men i 1951 var den naturlige dødelighed under tilsvarende forhold 2 %, i 1952 var den 5.5 % og i 1953 0.7 % blandt larverne i exkrementmålerne.

I tabel 9 ses bekæmpelsens virkning på exkrementfaldet. Procenterne er beregnet i forhold til faldet lige før bekæmpelsen. Mens larverne vokser, vil exkrementmængden normalt øges, indtil larverne i stor stil forlader trækronerne for at spinde kokon. Både parathion- og derristallene vidner derfor om en meget kraftig reduktion af larvernes antal.

Stikprøver viste, at der fandtes nogle enkelte døde larver i trækronerne på giftparcellerne, men det syntes, at en meget stor del af de dræbte larver falder ned. *Niklas* (1944), *Fischer* (1942) og *Gäbler* (1940 b) fandt ved en bekæmpelsesaktion i Østpreussen, at der kun faldt meget få larver ned og næsten ingen små larver, de fleste blev hængende i træerne. Det samme gjaldt i betydelig

Tabel 9.
Effektiviteten af bekæmpelsesforanstaltningerne i 1950. Exkrementfald i de behandlede parceller.
Effectivity of control measures 1950. Frass-drop in the plots treated.

Insecticid *Insecticide*	Dagen før bekæmpelse *1 day before the treatment*		3 døgn efter *3 days after the treatment*		5 døgn efter *5 days after the treatment*	
	cm³	%	cm³	%	cm³	%
Parathion	17.1	100	2.0	11	1.5	9
Derris	4.5	100	1.4	31	1.4	31
Kvassia *Quassin*	7.3	100	7.6	104	3.6	49

grad exkrementerne. Erfaringerne fra Bommerlund afviger altså fra dette, i Bommerlund lod det sig udmærket godt gøre at følge bekæmpelsesresultaterne både ved larveopsamling og ved exkrementmåling. Man må dog gå ud fra, at enkelte larver, særlig de yngre stadier, er blevet hængende, således at bekæmpelsens effektivitet snarest har været lidt større end de procenttal, der er nævnt ved larvedødeligheden (tabel 8).

De to bekæmpelsesmidler svarede derfor helt til de stillede forventninger, når man tager i betragtning, at der kun blev pudret med 40 % af den mængde derris, vi havde ønsket. Kvassia bortfaldt naturligvis som bekæmpelsesmiddel.

B. Motorblæser.

1. Forudsætninger og bekæmpelsestidspunkt.

I 1951 afprøvedes en motorblæser, fabrikat „Wervelwind", i Bommerlund Plantage for at se, om en tilfredsstilende bekæmpelse lod sig udføre i skovbruget med en sådan. Den ville i så fald være betydelig lettere at administrere, da markpersonalet kunne indskrænkes væsentligt i forhold til, hvad en flyvemaskinebekæmpelse krævede. Prisen for motorblæseren tillod endvidere, at Statsskovbruget selv anskaffede den, hvorved man kunne disponere friere.

Denne motorblæser var indrettet til dels at sprøjte med en ret stærkt forstøvet vædske, dels til at pudre samt til at pudre og sprøjte samtidig. Alle tre metoder blev benyttet i 1951 på arealer, hvor bekæmpelse ikke var sket med parathion året før. Fastsættelsen af *tidspunktet* for aktionen skete på lignende måde som i

1950, blot skete indsamlingen af de forskelligt udsprungne skud med larver og æg nu på unge graner på kulturarealerne og ikke på ældre graner i højskoven. Det var derfor muligt at få væsentlig mere og bedre fordelt materiale end i 1950. Ved at sammenligne med udspringet i højskoven, kunne man opnå en god bedømmelse af situationen der, idet stadiumfordelingen af larverne på de forskellige udspringsgrader blev opgjort hver for sig.

Bekæmpelsen ansattes til d. 11. juni, hvor stadiumfordelingen i højskoven var følgende: æg ca. 1 %, 1. stad. ca. 48 %, 2. stad. ca. 22 %, 3. stad. ca. 21 %, 4. stad. 8 % og 5. stad. ca. 0 %. Dette var utvivlsomt det gunstigst opnåelige tidspunkt; der var da endnu ikke vandret nogle larver ned fra trækronerne, de viste sig første gang i større antal d. 16. juni.

2. *Udbringning, dosering og effektivitet.*

Motorblæseren var opstillet på jeep, dels Statsskovbrugets egen, dels en gastæt jeep, der var lejet fra „Landbrugets Sprøjtecentral" i Sønderborg. Den tætte jeep var en stor fordel, fordi særlig pudderet trængte ind overalt i den almindelige, hvad der naturligvis var generende og i visse tilfælde farligt.

Kørselen måtte nødvendigvis ske på sporene; den foregik altid i laveste gear, først og fremmest af hensyn til terrænet, men også fordi det tog tid at blæse den ønskede giftmængde ud. Motorblæseren passedes af daværende skovfogedasp. *J. Hvid,* der forestod påfyldning og regulering. Det var mange gange et krævende arbejde (fig. 5), eftersom det var ganske svært at holde sig fast, når jeepen passerede de mange stubbe, der var efterladt på sporene.

En af de vigtigste ting, forsøget skulle vise, var, om giften kunne trænge igennem bevoksningen i *fuld sporafstand.* Lod dette sig ikke gøre, var en motorblæser af denne type næppe anvendelig i skovbruget, thi en ophugning af ekstra spor måtte anses for at være uøkonomisk. For at undersøge dette opstillede vi exkrementmålerne i forskellig afstand fra sporene i en parcel til sprøjtning og en til pudring.

Den 11. juni var vejret tørt; det blæste jævnt om morgenen og om formiddagen, men hen på eftermiddagen aftog blæsten meget, hvad der viste sig at have stor betydning for effektiviteten. En vis vindstyrke er nødvendig, eftersom den luftstrøm, motorblæseren selv frembringer, kun driver giften nogle meter i vejret. Resten af transporten sker alene ved vindens hjælp (fig. 6).

Fig. 5. Pudring med motorblæser (Wervelwind) på spor inde i en ca. 45-årig bevoksning. Bommerlund 11/6-1951.
Dusting with mist- and dust blower ("Wervelwind") on road in a 45-year old stand. Bommerlund June 11th 1951.

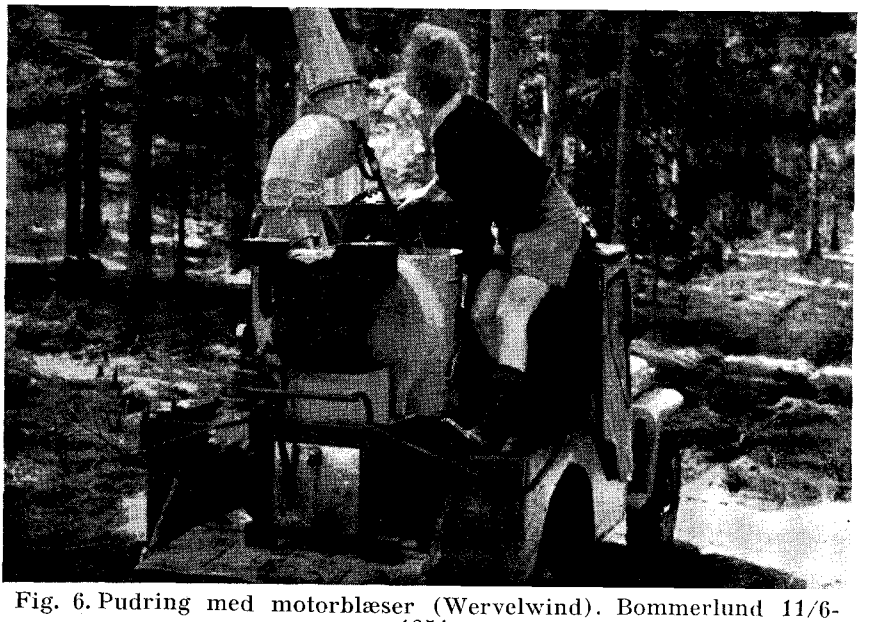


Fig. 6. Pudring med motorblæser (Wervelwind). Bommerlund 11/6-1951.
Dusting with mist- and dust blower ("Wervelwind"). Bommerlund June 11th 1951.

Hele giftudbringningen varede alt iberegnet seks timer, og der blev behandlet 45 ha. Doseringen var:

Parathion:	20 l 1.5 % pr. ha	(13 l pr. 100 m spor).
Bladan:	20 kg 2 % - -	(15 kg pr. 100 m spor).
Derris, tør:	20 kg 1 % - -	(udbragt med henholdsvis 14 kg pr. 100 m spor (måler 37—39) og 35 kg pr. 100 m spor (måler 31—36)).
Derris, „våd":	20 kg 1 % - -	(14 kg pr. 100 m spor).

Tabel 10.
Resultater af forsøg med motorblæser.
Results of experiments with a mist- and dust blower, 1951.

Måler nr. *Funnel No.*	Behandling *Method*	Afstand fra sporet, m *Distance from road, metres*	Antal larver *Number of larvae*		Effektivitet % *Effectivity in per cent.*
			Levende *Live*	Døde *Dead*	
11	Parathion spr.	25	17	100	85
12	» »	30	7	36	84
13	» »	25	38	29	43
14	» »	25	24	29	55
15	» »	35	33	25	43
16	» »	40	109	21	16
23	Bladan pud.	20	51	7	12
24	» »	25	44	19	30
21	» »	35	32	2	6
22	» »	35	59	4	6
31	Derris tør »	40	3	27	90
32	» » »	50	2	7	78
33	» » »	95	8	12	60
34	» » »	95	2	4	67
35	» » »	175	16	7	29
36	» » »	175	18	12	40
37	» » »	25	71	12	14 (stille)
38	» » »	45	45	21	32 (stille)
39	» » »	35	50	33	40 (stille)
41	» våd »	25	121	174	59 (aftag. vind)
42	» » »	40	30	116	80 (aftag. vind)
43	» » »	40	52	166	76 (aftag. vind)
44	» » »	40	68	67	50 (aftag. vind)
51—57	Kontrol		372	8	2

spr. *(spraying).* pud. *(dusting).* tør *(dry).* våd *(dusting + spraying of water).* stille *(calm).* aftag. vind *(decreasing wind).*

Med tør derris forsøgtes det at finde *rækkevidden* af pudring (måler 31—36), idet hele dosis blev blæst ud ved eet spor i bevoksningens vindside. Resten af pudringen med tør derris (måler 37—39) skete senere på dagen ved mindre vind.

Forsøgsresultaterne er for larvernes vedkommende sammenstillet i tabel 10. Exkrementmålingerne lader sig ikke anvende til en lignende sammenstilling, thi mængden af exkrementer var inden bekæmpelsen meget lille og derfor usikkert bestemt.

3. *Konklusion.*

Af forsøget kunne man uddrage følgende:

a. Doseringen skal ved denne type motorblæser være betydelig større end for flyvemaskine, i hvert fald mod insekter som befinder sig i trætoppene.
b. Rækkevidden af sprøjtning er maximalt 30 m (men sprøjtningen er mærkbar betydeligt længere væk).
c. Den effektive rækkevidde af pudring er op mod 100 m, men virkningen er mærkbar yderligere 100 m bort.
d. I høje bevoksninger er effektiviteten for lille (på Bladan-parcellen var træerne ca. 20 m høje).
e. En jævnt kraftig vind er nødvendig for at giften kan drive langt nok.

Man må altså gå ud fra, at en motorblæser som „Wervelwind" vil være anvendelig til *pudring i nåleskov* op til 12—15 m højde ved en jævn vind, helst omtrent vinkelret på sporene. Doseringen bør antagelig ligge omkring 35—50 kg pudder pr. ha. I udlandet ligger dosis ved al pudring i skov på 25—70 kg pr. ha. „Våd" pudring gav bedre resultater end tør, men vædskens gennemtrængning af bevoksningen er begrænset.

Motorblæseren viste sig iøvrigt robust og let at håndtere.

V. FORSØG MED INSECTICIDER PÅ ÆG- OG LARVESTADIER AF *L. ABIETINUS*.

I somrene 1951, 1952 og 1953 udførtes en del mindre forsøg for på en billig måde at skaffe klarhed over, hvilke insecticider, der ville være fordelagtigst til bekæmpelse af L. abietinus.

A. Forsøg med æg.

Forsøgene med bladhvepseæg foregik i skoven, hvor ægbelagte skud blev afmærket og æggene optalt. Efter giftbehandling med håndpudderblæser eller flitsprøjte blev disse afmærkede skud undersøgt i en del dage, og antallet af klækkede æg, sunde æg, døde æg samt levende og døde larver blev opnoteret.

Iagttagelserne kunne være vanskelige, særlig når skuddene var regnvåde, og afgørelsen af, om et æg var levende eller dødt, kunne ikke altid ske straks, idet æggene i regnfuldt vejr ikke tørrede ind, som døde æg ellers gjorde. Der fremkom dog et brugbart materiale.

Betragter man i tabel 11 først materialet fra 1952, der er det største, ser man, at i kontrollerne klækkedes der omkring 90 % af samtlige æg (der var ialt ca. 400). Tempoet fremgår af fig. 7. To dage efter forsøgets begyndelse var der klækket 5 % af æggene, efter 4 dage 51 %, efter 6 dage 79 % og efter 8 dage var næsten alle 90 % klækket. Den helt overvejende del af klækningen var altså foregået i løbet af 6 dage.

Larvernes antal var i begyndelsen nær antallet af klækkede æg. Tallet nåede et maximum kort efter, at de sidste æg var klækket, og aftog så; dels fordi nogle larver vandrede bort til andre skud, dels på grund af forskellige fjenders virksomhed. Antallet af fundne, døde larver lå i kontrollerne nær ved 5 %.

Som det ses af tabel 12, afveg de giftbehandlede æg fra det fundne, normale billede.

Tabel 11.
Virkningen af insecticider på æg af L. abietinus.
Effect of insecticides on eggs of L. abietinus.

Behandling *Treatment*	Form *Application*	Konc. % *Percentage conc.*	Efter 4 døgn % *Percentage after 4 days*				Efter 8 døgn % *Percentage after 8 days*				År *Year*
			Æg *Eggs*			Larver *Larvae*	Æg *Eggs*			Larver *Larvae*	
			Klæk. *Hatched*	Lev. *Live*	Døde *Dead*	Lev. *Live*	Klæk. *Hatched*	Lev. *Live*	Døde *Dead*	Lev. *Live*	
Kontrol			71	4	25	52	—	—	—	—	1951
Parathion	spr.	1.5	21	3	76	6	—	—	—	—	»
DDT	pud.	33	46	17	37	1	—	—	—	—	»
666	pud.	5	27	11	62	5	—	—	—	—	»
Octachlor	spr.	1	28	28	44	9	—	—	—	—	»
Derris	pud.	1	71	3	26	2	—	—	—	—	»
Kontrol			60	40	0	56	96	0	4	82	1952
Kontrol			39	60	1	38	82	15	3	63	»
Kontrol			62	35	3	55	88	0	12	65	»
Kontrol gns.			54	45	1	50	89	5	6	70	»
Parathion	spr.	1	28	57	15	21	55	4	41	28	»
»	spr.	1	3	97	0	3	13	2	85	0	»
»	spr.	0.01	29	61	10	21	58	3	39	31	»
DDT	pud.	5	35	59	6	32	80	11	9	44	»
»	pud.	5	60	27	13	38	86	0	14	26	»
»	spr.	0.5	36	54	10	25	59	5	36	21	»
»	spr.	0.5	49	20	31	15	60	1	39	4	»
»	spr.	0.01	62	37	1	39	92	1	7	33	»
666	pud.	0.6	53	36	11	7	69	0	31	10	»
»	spr.	0.4	55	34	11	21	73	0	27	11	»
Octachlor	spr.	1	29	62	9	21	67	5	28	28	»
»	spr.	2	47	16	37	5	50	0	50	4	»
Kontrol			95	0	5	87	95	0	5	70	1953
Kontrol			84	0	16	70	84	0	16	60	»
Kontrol gns.			90	0	10	79	90	0	10	65	»
Systox	spr.	0.5	30	1	69	1	30	0	70	0	»
»	spr.	0.05	46	1	53	11	47	0	53	2	»

gns. *(Average)*. spr. *(Spray)*. pud. *(Dust)*. Kontrol *(Control)*.

Tabel 12.
Nedsættelse i ægklækning og i antallet af levende larver i forhold til klækkede æg.
Reduction in hatching, and in number of surviving larvae in proportion to eggs hatched.

Insecticid *Insecticide*	Form *Application*	Konc. % *Percentage conc.*	% nedsættelse i klækning, efter *Percentage of reduction in hatching after*		% nedsættelse i lev. larver, efter *Percentage of reduction in live larvae after*	
			4 døgn *4 days*	8 døgn *8 days*	4 døgn *4 days*	8 døgn *8 days*
Parathion	spr.	1.5	70	—	94	—
»	spr.	1	71	62	17	59
»	spr.	0.01	46	35	22	33
DDT	pud.	33	35	—	97	—
»	pud.	5	11	7	21	39
»	spr.	0.5	21	40	50	73
»	spr.	0.01	(÷ 11)	(÷ 3)	22	54
666	pud.	5	60	—	75	—
»	pud.	0.6	7	22	86	82
»	spr.	0.4	(÷ 2)	18	59	81
Derris	pud.	1	3	—	97	—
Systox	spr.	0.5	67	79	85	100
»	spr.	0.05	49	48	64	71

spr. *(Spray)*. pud. *(Dust)*.

Ovenstående tal er udregnet i forhold til kontrollerne i det år, forsøgene blev iværksat. I materialet indgår ca. 600 æg fra 1951, ca. 1650 æg fra 1952 og ca. 400 æg fra 1953. Nedsættelsen i antallet af levende larver er udregnet som procenten af lev. larver i forhold til klækkede æg i kontrollerne ÷ procenten af lev. larver i forhold til klækkede æg i giftforsøget.

Man ser, at de fleste af insecticiderne har nogen virkning på æggene. *Parathion er sammen med Systox klart bedst,* derefter fulgte octachlor. Men også kraftige pudringer med DDT og 666 kunne nedsætte klækningen. I den varme, tørre forsøgsperiode i 1951 havde insecticiderne relativt større virkning end i det kølige, mere regnfulde vejr i 1952.

Alle de anvendte insecticider dræbte størstedelen af de nyklækkede larver. Bedst var Systox og 666, mens DDT lå lavest.

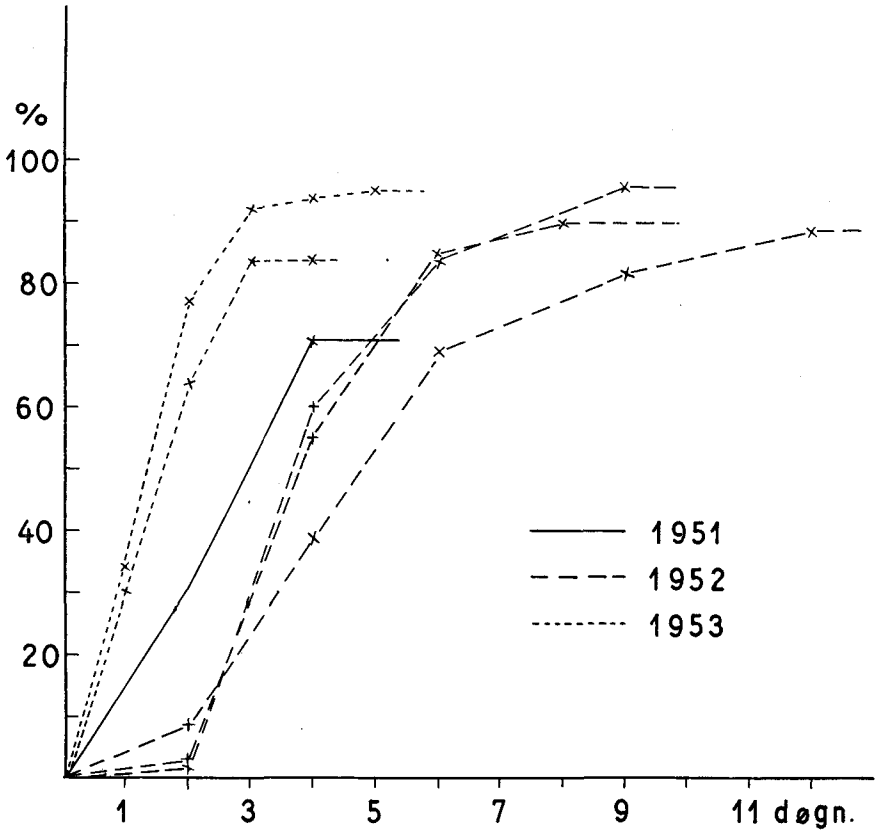


Fig. 7. Klækningen af æg af L. abietinus. Det nøjagtige tidspunkt for æglægningen er ikke kendt.
Hatching of eggs of L. abietinus. The exact hour of oviposition is unknown.

B. Forsøg med larver.

Insecticidernes virkning på larverne blev undersøgt nærmere i det midlertidige laboratorium i Bommerlund. Der anlagdes to serier forsøg. I den ene blev giftbehandlede larver anbragt på friske, rene granskud, i den anden anbragtes sunde larver på giftbehandlede skud. Den sidste serie skulle bidrage til at vise residualvirkningen eller holdbarheden af insecticiderne. Larverne opbevaredes i glasskåle med 10 stk. i hver, og ved daglige eftersyn blev døde larver optalt og fjernet. Forsøgene påbegyndtes i 1951 og fortsatte i større målestok i 1952 og 1953. Forsøgsdyrene blev i alle tilfælde udsat for en stor dosis af giftene, hvor-

for man i disse forsøg må regne med at have opnået en større effektivitet, end man vil kunne vente at få ved store bekæmpelsesaktioner i marken.

1. Kontaktvirkning.

Virkningen af den direkte behandling af larverne fremgår af tabel 13 og fig. 8. Kontrollerne, der var fælles for de to forsøgsserier, blev gennemført med 130 larver fordelt på 13 skåle.

Tabel 13.
Procentvis dødelighed i forsøg med sprøjtede larver.
3 døgn efter behandlingen.
Percentage of mortality in experiments with sprayed larvae.
3 days after treatment.

Insecticid, konc. *Insecticide, conc.*	1 %	0.5 %	0.1 %	0.05 %	0.01 %	0.005 %	0.001 %
Parathion	100	100	100	100	100	100	20
DDT	100	85	85	85	30		
666	100	100	75	80	40		
Octachlor	100	100	45	—	0		
Systox	—	100	80	90	30		
Kontrol	(5)						

Resultatet viser, at *den minimale giftkoncentration,* der kan tænkes anvendt, vil ligge omkring:

Parathion 0.005 %
Systox 0.05 %
DDT 0.05 %
666 0.05 % gammaisomér
Octachlor 0.5 %,

alle som sprøjtevædsker. De anvendte puddersorter var også brugbare. Disse forsøg var alle fra 1952—1953; tilsvarende fandtes i 1951 fuld virkning af 1.5 % og 0.5 % parathion, af 1 % octachlor og af pudder: 5 % 666, 33 % DDT og 1.5 % derris. Alle midlerne pånær DDT havde fuld virkning indenfor eet døgn. Ved sprøjtning af larver med 0.4 % blyarsenat (der iøvrigt ikke er nogen kontaktgift) opnåedes en dødelighed på 48 % i løbet af to døgn. Forsøgene i 1951 blev udført med 50 larver i hver serie.

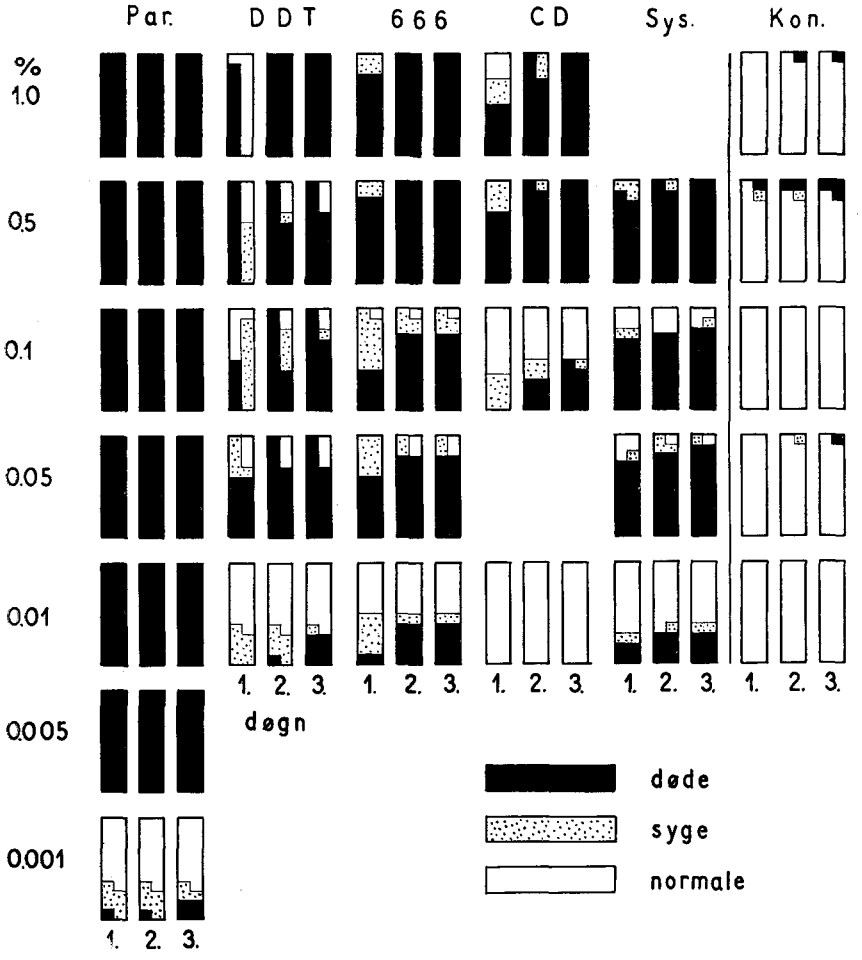


Fig. 8. Virkningen af forskellige koncentrationer af insecticider på larver af L. abietinus. 1, 2 og 3 angiver antallet af døgn fra forsøgets begyndelse. Hver søjle svarer til 10 larver.

The effect of different concentrations of insecticides on larvae of L. abietinus. 1, 2 and 3 give the number of days after treatment. Each column corresponds to 10 larvae.

Par.: parathion, CD: octachlor; Sys.: Systox; Kon.: kontrol *(Control)*, døde: *dead*; syge: *harmed*; normale: *unharmed*.

Alle forsøgene omfattede larver i flere stadier. Opnåedes der ikke 100 % dødelighed, var det *især de ældste stadier, der overlevede.*

Fransen (1949) fandt, at midler med et minimumsindhold af 0.025 % pyrethrin og derrismidler med mindst 0.25 % rotenon

var effektive. *Gäbler* (1940 a) undersøgte virkningen af forskellige handelspræparater, hvis nøjere sammensætning ikke er angivet.

2. *Residualvirkning.*

Ved forsøgene med sprøjtning og pudring af grene fik de behandlede skud lov at sidde på træerne i et forskelligt antal dage, udsat for sol og regn, inden de anvendtes. Det er rimeligt, at de opnåede resultater viser betydelige udsving, dels p. g. a. vejrets forskelligartethed i de forskellige perioder, dels fordi det ikke var muligt at give fuldstændig samme giftdosering.

Som det ses af tabel 14, er der ikke gennemført en fuldstændig undersøgelsesrække for alle insecticider og for alle koncentrationer. Sammenligner man med kontrollerne, får man dog et vist indtryk af, hvilken residualvirkning der kan forventes.

Parathion viser både i 0.01 % og i 1 % en god varighed (14—18 døgn).

Systox: 0.5 % varede ca. 14 døgn, 0.05 % var ringere. Det viste sig, at virkningen kun fremkom på skud, der havde været stærkt udsprungne på sprøjtningstidspunktet.

Systox er et *systemisk* insecticid, idet det angives, at giften trænger ind i plantevævet og der lader sig transportere med saftstrømmen. I disse forsøg syntes der altså ikke at finde nogen videre transport af giften sted fra de gamle nåle til årsskuddet. Det må dog bemærkes, at i forsøgene blev kun enkelte grene på træerne sprøjtet, ikke hele træet, hvorved der ville have været en større mængde gift til rådighed i træet.

DDT: 5 % pudder gav meget varierende resultater. Sprøjtevædsken syntes at være holdbar i omkring 14 dage.

666: Pudder gav meget varierende, men dog gennemgående gode resultater. Sprøjtevædskens residualvirkning var snarest lidt bedre end af DDT.

Octachlor: Der var nogen residualvirkning efter 6 døgn.

Residualvirkningen af *Bladan-pudder, derris-pudder* og *blyarsenat* prøvedes ikke, men nybehandlede grene var stærkt giftige for bladhvepselarverne.

3. *Effektivitet og økonomi.*

De fleste af de undersøgte insecticider viste sig altså at være anvendelige mod larver af L. abietinus. Tager man hensyn til

Tabel 14.
Dødeligheden blandt larver anbragt på giftbehandlede kviste.
Mortality of larvae placed on shoots treated with insecticide.

Behandling *Treatment*	Form. *Application*	Konc. % *Conc.* %	År *Year*	Behandlingens alder, døgn *Days after treatment*	Gennemsnit. % døde *Average % dead*	Forsøgets varighed, døgn *Duration of experiment, days*	Antal larver *Number of larvae*
Kontrol			1952 —53		5 ± 2	4	130
Parathion	spr.	1.5	1951	2	100	2	50
»	»	1.5	»	4	98	2	50
»	»	1.5	»	6	86	1	50
»	»	1	1952	5	100	3	30
»	»	1	»	18	77	4	30
»	»	1	»	18	60	4	30
»	»	0.1	»	5	30	5	30
»	»	0.01	1953	14	63	5	30 +
»	»	0.01	»	14	40	5	30
DDT	pud.	5	1952	6	83	4	30
»	»	5	»	6	80	4	30
»	»	5	1953	13	53	5	30
»	»	5	1952	16	7	3	30
»	»	5	»	16	17	4	30
»	spr.	0.5	»	5	30	5	30
»	»	0.5	1953	14	83	5	30
»	»	0.5	»	14	93	5	30 +
»	»	0.5	»	19	13	4	30 m. u.
»	»	0.5	»	19	3	4	30 l. u.
666	pud.	0.6	1952	6	0	4	30
»	»	0.6	»	6	30	4	30
»	»	0.6	1953	13	20	5	30
»	»	0.6	1952	17	86	4	30
»	»	0.6	»	17	47	4	20
»	spr.	1	»	6	53	4	30
»	»	1	»	19	63	4	30
»	»	0.5	1953	14	70	5	30 +
»	»	0.5	»	14	83	5	30
»	»	0.5	»	19	57	5	30
»	»	0.1	1952	6	27	4	30
Systox	»	0.5	1953	13	90	5	30 +
»	»	0.5	»	19	40	4	30 m. u. +
»	»	0.5	»	19	3	4	30 l. u. +
»	»	0.5	»	19	3	4	30 u. u. +
»	»	0.05	»	14	43	5	30 +
Octachlor	»	1	1952	6	43	4	30

spr. *(Spray)*. pud. *(Dust)*. +: tilsat klæbemiddel *(Sticker added)*. m. u.: meget udsprunget *(shoots well stretched)*. l. u.: lidet udsprunget *(shoots but slightly stretched)*. u. u.: u-udsprunget *(shoots not burst)*.

virkningen både på æg og larver, synes *parathion* at måtte foretrækkes, nær fulgt af Systox; derefter kommer 666 og DDT. Octachlor er ringere, og både derris og blyarsenat har den svaghed, at de slet ikke virker på æggene.

Tager man de fundne minimumskoncentrationer som udgangspunkt, vil *priserne* pr. l effektiv sprøjtevædske med 1954-pris være følgende (omtrentlige tal):

Parathion	0.005 %	1
DDT	0.05 %	5
666 (lindane)	0.05 %	6
Blyarsenat	ca. 0.4 %	12
Derris	ca. 0.25 %	ca. 25
Pyrethrum	ca. 0.025 %	ca. 25
Systox	0.05 %	45
Octachlor	0.5 %	ca. 125

Priserne er opgivet i relative tal, idet prisen for parathion er sat til 1. Derris og pyrethrum er indsat efter *Fransens* (1949) forsøg, med den omtrentlige pris for sprøjtevædske.

Efter de foretagne undersøgelser er der ikke tvivl om, at en bekæmpelse med *parathion* både er den mest effektive og den mest økonomiske form. Ønsker man ikke at bruge dette, temmelig kraftige og farlige, middel, synes 666 at måtte foretrækkes fremfor DDT, omend begge er anvendelige.

Af hensyn til den manglende virkning på æggene stiller derris og blyarsenat sig ringere, medens systox og octachlor er for dyre.

Ved en bekæmpelse måtte der givetvis anvendes *langt kraftigere koncentrationer* end de ovenfor anførte, som er baseret på brugen af store vædskemængder. Forholdet mellem koncentrationerne ville dog forblive det samme, idet man blot må bemærke, at koncentrationen for blyarsenat her er ansat på skøn. Den kunne sandsynligvis ligge en del lavere.

VI. BIOLOGISKE IAGTTAGELSER OVER *LYGAEONEMATUS ABIETINUS*.

1. *Nomenklatur m. v.*

Lygaeonematus abietinus *Christ* er, måske bortset fra Lyda-arterne, den bladhveps, der i Mellemeuropa har anrettet størst skade på rødgran. I Norge og Sverige har en anden art af samme slægt, L. subarcticus *Forssl.*, optrådt på lignende vis i stedet for L. abietinus (*Forsslund* 1936), og i Mellemeuropa har tillige Pachynematus montanus *Zadd.* og P. scutellatus *Htg.* haft forstlig betydning (*Kolubajiv* og *Kalandra* 1952 a, *Gäbler* 1952).

L. abietinus er i *Boas'* forstzoologi (1923) omtalt som Nematus (L.) abietinus; dette navn er almindeligt anvendt i ældre litteratur, hvor man også finder arten betegnet som N. abietum, et navn der tillige benyttedes som samlenavn for flere (Lygaeonematus-) arter på gran. I en mindre del af den nyere litteratur kaldes arten L. pini *Retz.* Hvilket af navnene, abietinus eller pini, der har prioritet, kan diskuteres. Det mest udbredte navn er derfor benyttet her. Nærmere om nomenklaturspørgsmålet kan man finde hos *Nägeli* (1936).

I senere tid (*Benson* 1935) er slægten slået sammen med en nærstående slægt under dennes navn: Pristiphora. Denne ændring forekommer det upraktisk at følge.

2. *Udseende.*

L. abietinus hører til de mindste bladhvepsearter, der træffes på gran. (Dens tyske navn er „Die kleine Fichtenblattwespe"). Hunnen (tavle III a) er ca. 5—6, hannen knap 5 mm lang, og vingefanget er henholdsvis ca. 13 og ca. 10 mm. Kun L. ambiguus er mindre.

Farven er sort, brun og gul; gul er især undersiden, og hannen er her lysere end hunnen. Farvetegningen varierer og ligger nær både L. saxeseni og L. compressus, der kun er lidt større.

En adskillelse kan for hannernes vedkommende være vanskelig. Hos hunnerne kan den let foretages på grundlag af karakterer ved brod og ved brodskede (*Nägeli* 1936).

3. Sværmning.

Undersøgelserne i de forløbne år har vist, at sværmningen strækker sig over en betydelig periode. Hannerne fremkommer noget før hunnerne og har kortere levetid.

Det viste sig i Bommerlund Plantage, at træerne i forskellige dele af plantagen sprang ulige tidligt ud; de yngre bevoksninger kom først, og derudover syntes der at være en forskel, som måske kunne forklares ved proveniensforskelle. Bevoksningernes udspring tog længere tid end bladhvepsenes sværmning, og i de pågældende år faldt sværmningen helt indenfor udspringstiden (se f. eks. fig. 9).

I 1950 begyndte undersøgelserne uheldigvis så sent, at sværmningen i hovedsagen var afsluttet forinden, d. v. s. før d. 27/5. Kun den 2. juni sås lidt spredt sværmning, og som det fremgår af tabel 7, var der d. 6/6 næsten ingen æg at finde mere.

I 1951 begyndte sværmningen kort efter, at granernes udspring var begyndt. Den første sværmning og de første æg iagttoges d. 24/5. D. 26/5 fandtes de to første larver, men vejret var køligt, og ikke før d. 29/ 5 så vi kraftig sværmning; den fortsattes i de følgende dage og aftog så; efter d. 4/6 var æglægningen kun ubetydelig. Den sidste del af æglægningen fandt sted i trætoppene, der jo springer sidst ud.

I 1952 begyndte sværmningen kort før d. 20/5. Omkring slutningen af maj aftog den, og i begyndelsen af juni traf vi blot enkelte efternølere, sidste gang den 9. juni.

I 1953 var sværmningen meget samlet. Som man ser på fig. 9, må den være begyndt kort før d. 16/5; den første larve blev fundet den 19. maj. Omkring d. 18.—19. maj kulminerede sværmningen og aftog derefter stærkt, således at der efter d. 20/5 ikke mere var nogen kendelig sværmning. Da æglægningen begyndte, havde henved 60 % af granerne i en ca. 10-årig grankultur endnu ikke brudt. Af praktiske grunde blev undersøgelsen foretaget her og ikke i højskoven. Da æglægningen sluttede omkring d. 20/5, var der endnu ca. 25 % u-udsprungne træer.

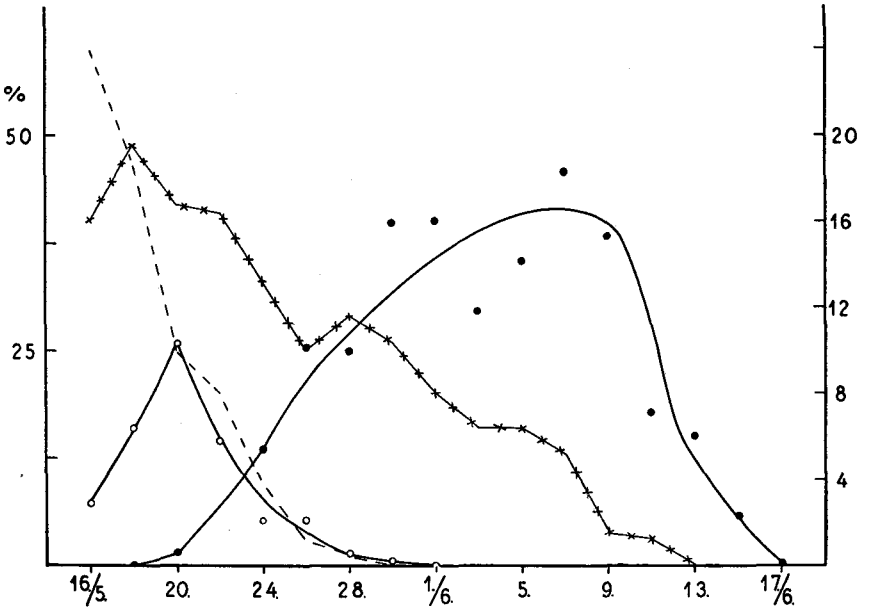


Fig. 9. Forholdet mellem udspring af granerne og æg- og larvetal af L. abietinus i en svagt angrebet grankultur, 1953.

The relation between bursting of the Norway spruce and the number of eggs and larvae of L. abietinus in a lightly infested 10-year-old stand, 1953.

o: antal æg pr. 100 granskud (skala th.), (*number of eggs per 100 spruce twigs (right-hand scale)*).

•: antal larver pr. 100 granskud (skala th.), (*number of larvae per 100 spruce twigs (right-hand scale)*).

-----: ikke udsprungne graner (skala tv.). (*Trees not burst, per cent, (left-hand scale)*).

+ + + + +: graner med under 3 cm lange skud, %, (skala tv.). (*Trees with new shoots shorter than 3 cm, per cent, (left-hand scale)*).

Sværmningen er næsten nøjagtigt faldet i den periode, hvor der var flest egnede skud (udsprungne skud under 3 cm længde) at lægge æg på, og der var en rigelig tidsmargin for sværmningen, den kunne uden skade have fundet sted 2 uger senere og, antagelige, lige så meget før.

På fig. 9 kan man iøvrigt følge *bevægelsen i antallet af æg og larver* pr. 100 skud i den ret svagt angrebne grankultur. At larveantallet blev større end ægantallet skyldtes, at man med forsæt opsøgte *angrebne skud* indenfor de forskellige udspringsgrader for at få materiale til bedømmelse af stadiumfordelingen (s. 44) — og skud med larver var lettere at se end skud med æg. Figur 9 viser som følge heraf et noget for stort antal angrebne skud i forhold til gennemsnittet.

Sammenligner man med fig. 11, der viser nedvandringen af larverne i højskoven, ses det, at larverne forsvinder på samme tid i kulturen. Det er derfor berettiget at tro, at udviklingsforløbet har været parallelt de to steder, med andre at *iagttagelserne af stadiumforløbet i en grankultur kan overføres til forholdene i højskov*, når blot man tager hensyn til, at udspringsgraden er forskellig og indregner det. Dette er vigtigt ved fastsættelse af tidspunktet for en evt. bekæmpelse.

I 1953 forekom L. abietinus i langt ringere antal end ved de foregående års sværmning.

Sværmningen sker særlig på stille, varme dage. Man kan da i lysninger i skoven og ved bevoksningsrande se hvepsene i stort tal søge op mod trætoppene, mens vingerne glitrer i sollyset. I kølig vejr og regn er der ingen sværmning.

4. Æglægning.

Efter de ovennævnte iagttagelser af sværmningen støttet af tallene for larvernes nedvandring, har æglægningen i Bommerlund strakt sig over ca. 10—21 dage. *Nägeli* fandt varigheden til ca. 3 uger, svingende fra 14 dage til en måned, den sidste angivelse fra et år med to meget udprægede kuldeperioder til dels med snefald. I Østpreussen fandt *Fischer* (1942) ligeledes en æglægningsperiode på tre uger, mens *Niklas* (1944) samme sted og år iagttog æglægning i seks uger, under ikke særlig ugunstige temperaturforhold. Denne betydelige varighed stemmer dog ikke godt med hans iagttagelser vedrørende larvernes forekomst.

Æglægningen sker fortrinsvis på skud, der lige har brudt, og som kun har strakt sig lidt. I en periode med stille vejr foregår den på korte skud, der endnu har knopskælhætten siddende på.

Da bevoksninger i forskellig alder bryder ulige tidligt, vil æglægningen ikke være lige intensiv i unge og gamle bevoksninger til samme tid, men kulminere først i kulturerne og senere i ældre skov.

Inden æglægningen undersøger hunnen omhyggeligt det udvalgte skud med antennerne. Med læggebrodden anbringes ægget derefter halvt nedsænket i nålen. Der lægges kun eet, ca. 1 mm langt æg i hver nål. Æggene er glasklare. Efter *Nägeli* lægges der omkring 100 æg pr. hun.

Som følge af æglægningen krummer nålen sig og retter sig derefter ud, idet samtidig partiet omkring ægget tørrer og bliver

rødligt. (Tavle II, d). Det sidste behøver ikke altid at ske, men afhænger åbenbart af klækningstiden, fugtighedsforholdene samt af, om nålens karstrenge er ramt. På sitkagran synes rødfarvningen ikke at forekomme. Udover på rødgran og sitkagran skete der i mindre grad æglægning på hvidgran.

Almindeligvis lægges der kun 1—2 æg på hvert skud; det største antal æg, vi fandt på et enkelt skud, var 16.

5. Klækningstiden.

Nogen direkte undersøgelse af klækningstiden lod sig ikke foretage, dertil var selve æglægningen alt for sjælden at iagttage. Indirekte fremgår klækningstiden imidlertid af kontrollerne fra bekæmpelsesforsøgene med æg. Her kendes den nøjagtige tid for æglægningen ganske vist ikke, men det må for en stor del være kort før forsøgets anlæggelse. Kontrolserierne fra 1952 viste (fig. 7), at selv om klækningen i hovedsagen fandt sted i løbet af de første 4 døgn, tog den for et mindre antal æg over 9 døgn. I 1951 var klækningen hurtigere, så vidt man kan skønne af den fire døgns iagttagelsesperiode. Tilsvarende viser kontrollerne fra 1953 under de gunstigere temperaturforhold (20° C—28° C) en langt hurtigere klækning med maximum indenfor det første og det andet døgn. Allerede efter 4 døgn var klækningen helt afsluttet.

Under laboratoriumforhold fandt *Nägeli* en klækningstid på 3—5 døgn. I naturen kan klækningen altså blive betydelig længere og sikkert også en del kortere (1953).

6. Larvernes udseende.

De nyklækkede larver af L. abietinus er glasklare (tavle II, f). *Nägeli* har påvist, at der er fire larvestadier for hunnernes vedkommende, fem for hannernes. Bredden af hovedkapselen på disse stadier var: 1. stadium 0.35—0.45 mm; 2. stadium 0.45—0.65 mm; 3. stadium 0.65—0.90 mm; 4. stadium 0.90—1.15 mm og 5. stadium 1.15—1.40 mm.

Disse hovedkapselmålinger har gennemgående vist sig at passe udmærket med det danske materiale, og ved måling af 1500—2000 larver har materialet fordelt sig meget smukt indenfor de nævnte grænser. Der har ikke været nogen tendens til en opspaltning i to grupper indenfor stadierne, hvilket *Niklas* (1944) fandt, og hvorpå han støttede sin formodning om, at også hannerne skulle kunne gennemløbe 5 stadier. Af 5. stadium larver fra Bommer-

lund er der altid udelukkende klækket hunner. Man har altså i hovedkapselmålingerne et godt middel til at afgøre, hvilket stadium en larve befinder sig i.

Andet larvestadium er næsten lige så gennemsigtigt som det første, men i 3. stadium antager larverne en gulgrøn farve, og i de to sidste stadier er larverne vedblivende farvet som de, nu mørkere, granskud, de befinder sig på (tavle I, a). Hovedkapselen er i de tre sidste stadier grønlig eller gullig, til tider med et orange skær.

Beskrivelsen af larven hos *Borries* (1895) er fejlagtig, idet sorte tegninger ganske mangler. Denne beskrivelse er senere gentaget i forstzoologien af *Boas* (1923).

7. *Varigheden af larvestadierne.*

Varigheden af de enkelte larvestadier har *Nägeli* undersøgt ved stuetemperatur i laboratorium (tabel 14). Larvetiden, d. v. s. den periode i hvilken larverne er aktive (æder) og opholder sig i trækronerne fandtes for hannerne at være omkring 14 døgn og for hunnerne omkring 17 døgn. *Nägeli* anslog derfor varigheden af det aktive larveliv til mellem 15 og 18 døgn i naturen. *Gäbler* (1940) kom til en meget langvarig udvikling i naturen, nemlig ca. 25—27 døgn, og mærkelig nok også ved stuetemperatur (18° —21° C).

Vore iagttagelser på friland i Bommerlund viste, at larvestadiet i 1952 havde en længde på mellem 19 og 23 døgn. I 1953 gen-

Tabel 15.
Larvestadiernes varighed (døgn).
Duration of the larval instars, days.

Stadium nr. *Instar No.*	Bomerlund 1953						I laboratorium (Nägeli) *In laboratory*	
	gennems. (stk.) *Average*	*(No. of observ.)*	♀ (stk.) *Average*	*(No. of observ.)*	♂ (stk.) *Average*	*(No. of observ.)*	♀	♂
1	3.9	(90)	3.7	(23)	3.6	(12)	3.0	2.6
2	4.3	(123)	3.9	(29)	4,4	(15)	1.9	2.2
3	6.8	(110)	6.1	(33)	7.0	(30)	2.1	2.5
4	7.0	(103)	6,7	(41)	7.2	(51)	2.7	6.1
5	6.1	(29)	6.1	(29)			7.1	
Sum	28.1		26.5		22.2		16.8	13.4

nemførte vi en mere omfattende undersøgelse af dette spørgsmål i en grankultur i Bommerlund. Ved daglige eftersyn opnoteredes, hvilket stadium larver på afmærkede grankviste befandt sig i. Dette lod sig let gøre ved sammenligning med stadiumbestemte larver.

Med det rådende kolde vejr i 1953 varede det aktive larveliv ca. 10 døgn mere end ved *Nägeli*'s undersøgelser og svarede nær til *Gäbler*'s angivelse. I hvert fald i køligt vejr har man altså et væsentligt større spillerum ved iværksættelse af bekæmpelsesforanstaltninger, end *Nägeli*, *Fischer* og *Niklas* antager.

I tabel 15 er den gennemsnitlige varighed af stadierne nogle steder større, end det tilsvarende tal både for hunner og for hanner er. Det skyldes, at de larver, der døde, før de var fuldvoksne, og som derfor ikke kunne bestemmes til køn, ofte var meget længe om at gennemløbe hvert stadium. Som hunner er i tabellen opført de larver, der nåede frem i 5. larvestadium.

I tabel 16 er de samme iagttagelser opstillet efter stadiernes varighed og *middeltemperaturen* i dette tidsrum, hvorved man får et indtryk af den temperaturbetingede variation i udviklingstiden.

Tabel 16.
Sammenhængen mellem varigheden af larvestadierne og middeltemperaturen kl. 9.
Relation between duration of larval instars and mean temperature at 9 a.m (°C).

Døgn: *Days*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Stad. 1 *Instar No.*	18°.4	17°.8	17°.5	16°.7						124 larver *Larvae*
» 2	18°.5	17°.8	16°.7	15°.0	12°.5	12°.4	12°.0	12°.2	12°.5	122 »
» 3			15°.7	14°.4	12°.8	12°.6	12°.3	12°.1	12°.5	122 »
» 4			16°.0	16°.0	14°.5	13°.5	13°.2	12°.9	12°.5	88 »
» 5			16°.3	15°.6	15°.8	15°.9	15°.4	14°.5		29 »

Temperaturafhængigheden fremtræder gennemgående klart. Ved temperaturer under ca. 13° C indtræder en særdeles kraftig forlængelse af stadiernes varighed. Man ser, at i 1953 udviklede de første stadier og det sidste sig under bedre (varmere) forhold end stadierne 2—4.

Samtidig med, at de omtalte enkeltlarver blev fulgt, foretog vi i den samme grankultur en opgørelse af *stadiumfordelingen* hver-

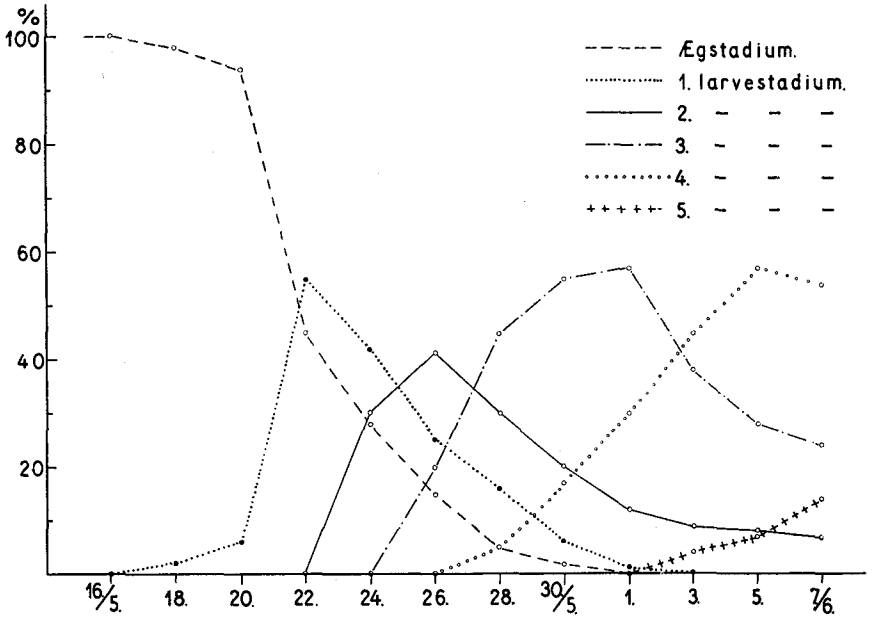


Fig. 10. Stadiumfordeling i Bommerlund 1953.
Distribution on stages and instars at Bommerlund in 1953. Ægstadium: *eggs*, larvestadium: *larval instar.*

anden dag. De fremkomne tal er efter svag udjævning afsat på fig. 10. Der undersøgtes hver gang 500—600 tilfældige granskud fordelt på alle grader af udspring. Larvestadiernes procentvise andel blev derefter beregnet efter udspringsgradernes procentvise hyppighed.

Efter den 7. juni dalede larveantallet så stærkt, at denne undersøgelse måtte indstilles. Ved hjælp af figuren kan man følge den indbyrdes bevægelse mellem larvestadierne, og det fremgår, at i 1953 havde det gunstigste bekæmpelsestidspunkt ligget omkring d. 28/5, altså meget tidligt.

8. Larvegnavet og larvernes nedvandring.

I første stadium er larverne for små til at præge det angrebne skud. Allerede i 2. stadium ødelægges en hel del nåle ved gennemgnavning, men først i 3. stadium tager larverne rigtig fat, og samtidig begynder de tidligere begnavede nåle gerne at visne. Nu begynder larverne så småt at vandre bort til friske naboskud, og i de to sidste stadier tager denne bortvandring fart. Larverne sø-

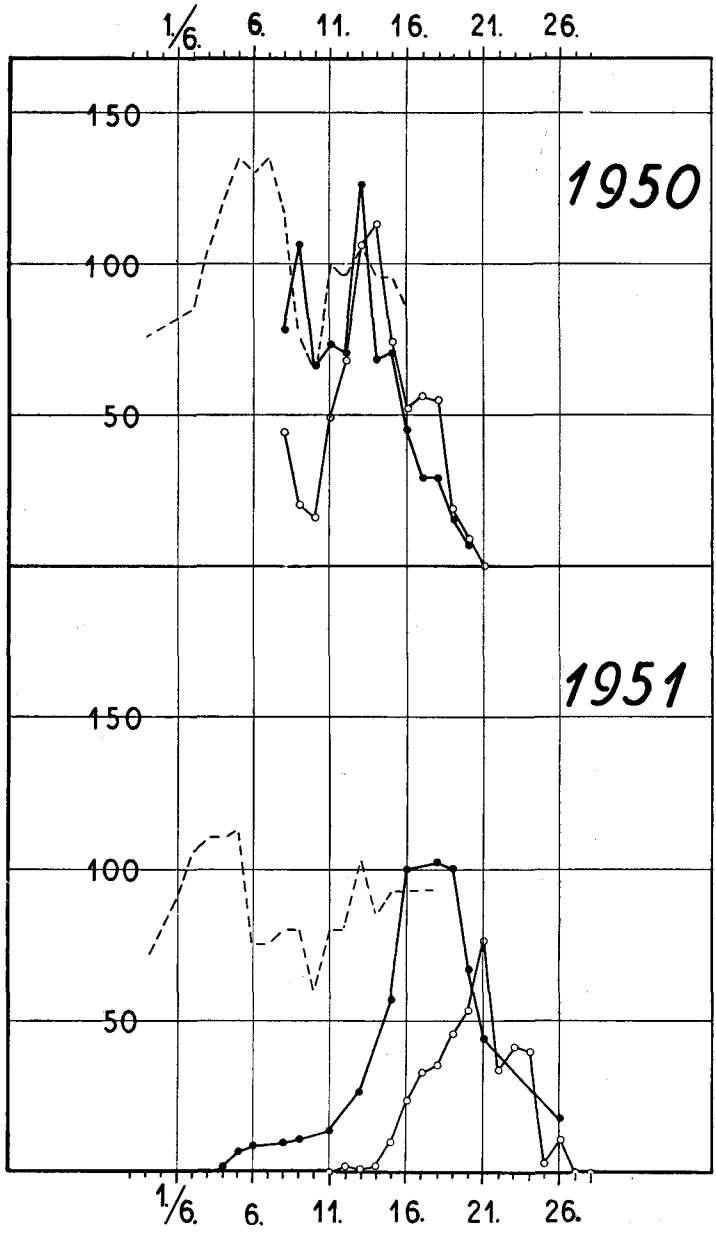


Fig. 11 a. Exkrementfald og larvenedvandring i Bommerlund i årene 1950—1953.

Dropping af frass and larvae at Bommerlund in the years 1950 to 1953.

o: antal larver, stk., (*Number of larvae dropped*). o: exkrementfald ($cm^3/10$), (*Frass-drop* ($cm^3/10$)). ----: temperatur (daglig max. × 5), (*Temperature* (*daily max.* × 5)).

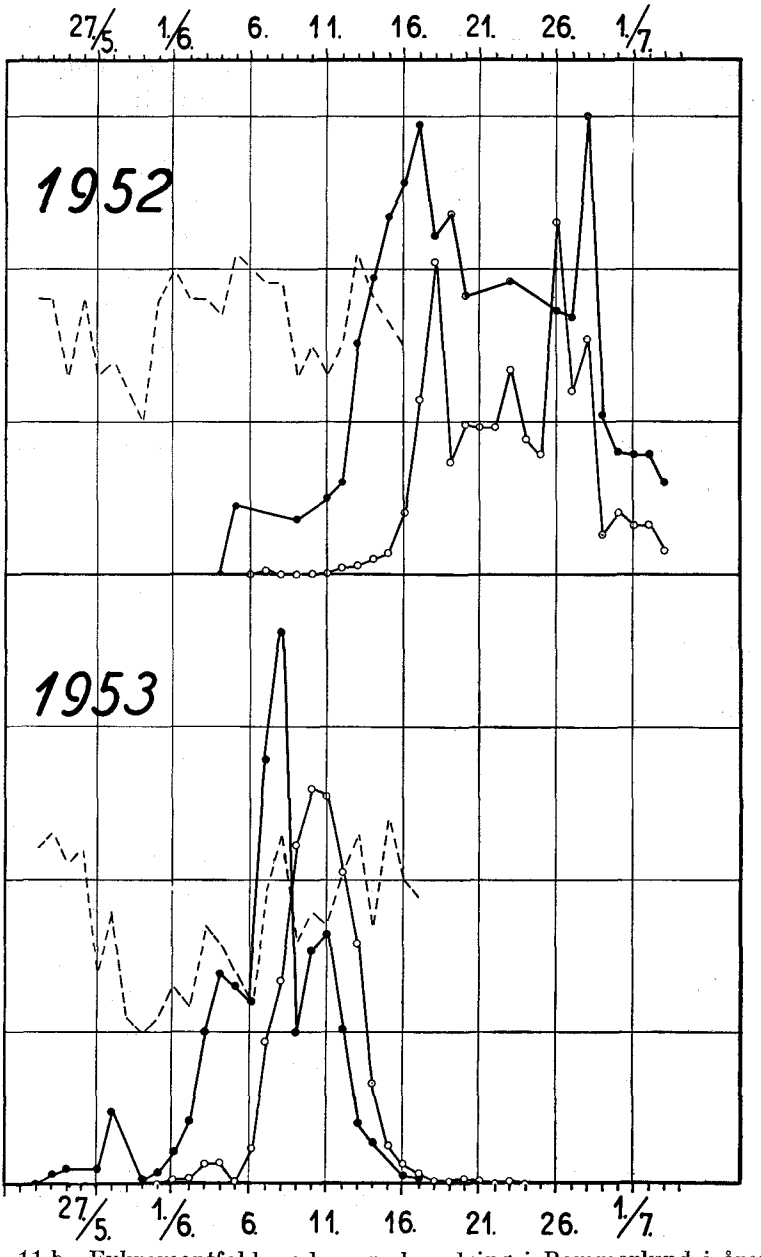


Fig. 11 b. Exkrementfald og larvenedvandring i Bommerlund i årene 1950—1953.

Dropping af frass and larvae at Bommerlund in the years 1950 to 1953.

o: antal larver, stk., (*Number of larvae dropped*). o: exkrementfald ($cm^3/10$), (*Frass-drop* ($cm^3/10$)). ----: temperatur (daglig max. × 5), (*Temperature daily max.* × 5)).

ger altid opad, hvis der ikke er let tilgængelige naboskud. Denne tendens medfører, at den *øverste grenkrans og topskuddet altid vil være særlig truet*, uanset om æglægningen er foregået nedenunder.

Når gnavet er afsluttet, lader larverne sig falde til jorden for at spinde kokon i humuslaget. Det er denne frivillige nedvandring, der gør opgørelserne af bekæmpelsens effektivitet så sikker, da man altså foruden at kunne kontrollere exkrementfaldet direkte kan indsamle de overlevende larver. Figur 11 a og b viser, hvorledes nedvandringen er forløbet i 1950—1953, og samtidig er kurven for exkrementfaldet afbildet. Denne påvirkes naturligvis i nogen grad af vindforhold og afvaskning af grene ved regn. Desuden indvirker forholdet mellem tilgang af larver (der vokser op i de ældre „exkrementproducerende" stadier) og afgang (nedvandring) af kokonlarver.

Kurverne viser direkte, hvornår det aktive larveliv er *afsluttet*, nemlig ca. d. 21/6-1950, d. 27/6-1951, d. 4/7-1952 og d. 19/6-1953. Man kan vel desuden i nogen grad gå ud fra, at tiden mellem første og sidste larves nedvandring groft svarer til tiden mellem første og sidste æglægning. Det svarer til en sværmningstid på mellem 2 og 3 uger i disse år.

De stærke fald i antallet af nedvandrende larver, særlig omkring d. 22/6-1952, kom på regnvejrsdage.

Normalt blev exkrementmålerne tømt hver morgen. 10 stikprøver ved ekstra tømninger om aftenen viste, at den største nedvandring af larver skete i løbet af *dagtimerne* (kl. 9—21) med et maximum sent på eftermiddagen. I disse 12 timer opsamledes 77 % af døgnets fangst. Da det var lyst nogle timer før morgenindsamlingen, ligger det nær at antage, at larvernes nedvandring næsten udelukkende foregår ved dagens lys. Exkrementregnen faldt derimod næsten jævnt i døgnet.

9. *Antallet af hanner og hunner.*

Sorterer man de nedvandrede larver efter køn, hvad der som nævnt kan ske ved måling af deres hovedkapselbredde, viser det sig, at den på fig. 11 b afsatte kurve for 1953 opdeles i to kurver (fig. 12). Hannernes larvetid i trækronerne er jo kortere end hunnernes (s. 43), og de lader sig derfor falde til jorden før disse.

Slutresultatet af opgørelsen for 1953 blev, at 54 % af de 763 larver var hunner. I årene før havde der ligeledes været overvægt

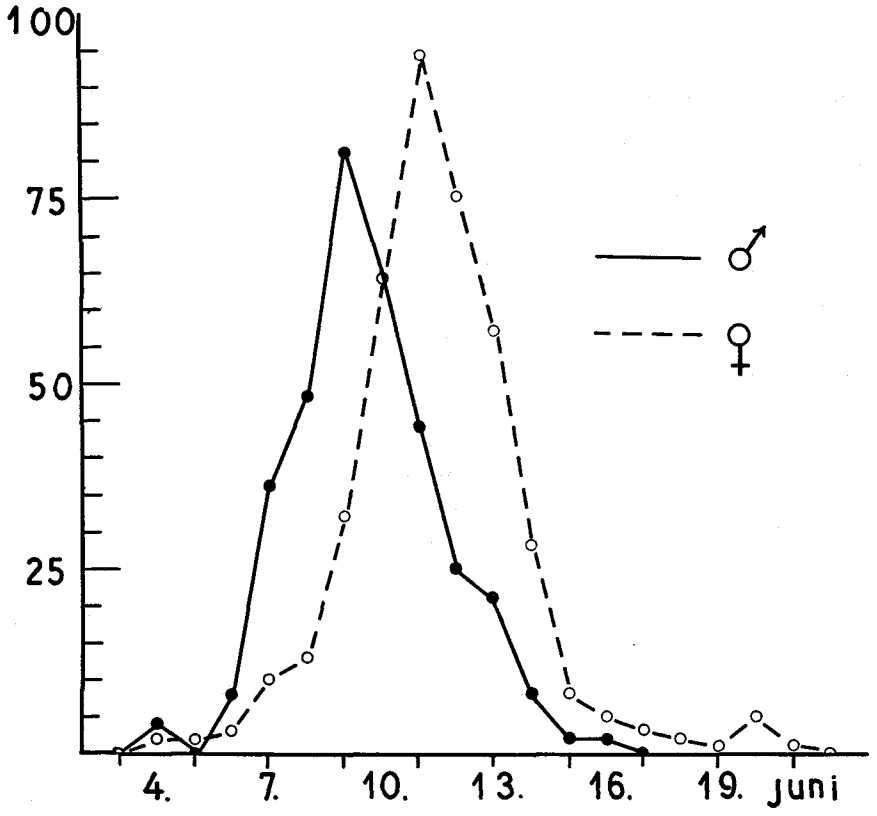


Fig. 12. Nedvandringen af hanlige og hunlige larver, Bommerlund 1953.
Dropping of male and female larvae, Bommerlund 1953.

af hunner; forholdet var i 1950 60/40, i 1951 61/39 og i 1952 54/46. *Nägeli* (1936) har påvist, at ubefrugtede hunner kan formere sig parthenogenetisk, og at afkommet da udelukkende blev hanner; samtidig viste det sig, at afkommet af befrugtede hunner udelukkende blev hunner. I det sidste tilfælde var materialet dog for lille til, at *Nägeli* turde anse det for tilstrækkeligt.

10. Kokonerne.

Kokonspindingen finder sted i skovbunden. De fleste kokoner lå i fermentationslaget og i de nærmeste 2—3 cm af humuslaget; der var ikke kokoner i den mineralske jord nedenunder. Kokonerne blev spundet fast til det organiske materiale med nogle få tråde. Kokonerne er først hvidlige, men i løbet af nogle timer ud-

skilles et stof, der gør dem blankt rødbrune med en smuk, klar farve (tavle II, b). Denne farveændring indtrådte ikke, hvis larven døde under spindingen. På mindre end et døgn var kokonerne færdige og kunne alene ved deres glans kendes fra overliggende kokoner fra tidligere år.

Fordelingen af kokonerne i skovbunden er særdeles uregelmæssig, omend der var flest på steder, hvor mos vekslede med nåle, og hvor nålelaget ikke var for tykt, stift og sammenhængende. Kokonerne lå så spredt grupperet, at det var yderst vanskeligt eller næsten umuligt at få et godt indtryk af kokontætheden, også fordi hver enkelt morklump måtte findeles omhyggeligt under eftersøgningen.

Med en del af de larver, der i 1953 havde ladet sig falde ned i exkrementmålerne, gjordes nogle småforsøg for at se, hvor langt larverne vandrede på skovbunden, før de spandt kokon. Larver, som faldt på mos, vandrede max. 3 cm og i gennemsnit (af 18) 0.9 cm. De tilsvarende tal var for blandet mos- og nålebund 17 cm og 2.1 cm (16) og for ren nålebund 12 og 3.0 cm (16).

De larver, der ikke faldt i blød mos, vandrede altså længere for at finde et sted at bore sig ned, men dog *ikke over 20 cm*. Kokonernes uregelmæssige placering i skovbunden skyldtes altså ikke, at larverne aktivt opsøger bestemte bundtyper. *Nägelis* forsøg med nogle larver, der på glat flade kunne vandre 110 m i løbet af et døgn, er altså af mere teoretisk interesse.

Gennemsnitligt varede det mellem 10 og 20 minutter, før larverne havde boret sig ned i skovbunden. På ren nålebund tog det længst tid (max. 45 min.). På denne skovbundstype var larverne derfor i højere grad udsat for efterstræbelse af deres fjender, særlig skovmyrerne (Formica rufa).

De gamle kokoner kan holde sig i adskillige år, før de går i omsætning. I bevoksninger med flerårigt angreb blev der i gennemsnit fundet ca. 300 gamle kokoner pr. m^2 og max. 650 kokoner pr. m^2. Antallet af hele, ubrudte kokoner er ved forskellige undersøgelser i Bommerlund om vinteren og foråret fundet at ligge omkring 30—120 m^2 i nogenlunde stærkt angrebne bevoksninger. *Gäbler* (1940) fandt tilsvarende 3—53 kokoner, *Niklas* (1944) 1—26 pr. m^2. Lige efter larvernes nedvandring må antallet være meget større, idet det største antal larver, der er faldet ned i exkrementmåler på 1 m^2, er 383 (gennemsnittet er 84 stk.). 84 larver pr. m^2 kroneprojektion svarer til en produktion på ca.

600—800 fuldvoksne larver pr. kraftigt angrebet træ ved et stamtal af ca. 1000 pr. ha.

Nägeli fandt max. 5300 tomme kokoner pr. m²; umiddelbart efter larvernes nedvandring fandt han på stærkt angrebne arealer gns. 471 hele kokoner pr. m² (max. 1280), men næste forår blot 58 i gennemsnit og max. 193 pr. m². Der var altså foregået en reduktion på 88 %. Efter czekiske undersøgelser (*Kolubajiv* og *Kalandra* 1952 a) kan man ved et tal på 30—50 sunde larver om foråret pr. m² vente en total afnåling af årsskuddene.

Svarende til den forskellige størrelse af de hanlige og hunlige larver er kokonerne også af forskellig størrelse. Hannernes er ca. 5.6 mm lange, hunnernes ca. 6.6 mm (*Nägeli*).

11. Overligning.

Antallet af overliggende kokoner, d. v. s. kokoner hvoraf hvepsene først klækkedes efter to eller flere års forløb, fandt *Nägeli* til mellem 2 og 22 %. Andre udenlandske kilder opgiver følgende: *Gäbler* (1940) få, men stedvis op til 50 %, *Niklas* (1944) 22—26 %, og *Thalenhorst* (1954) fandt i 1952 34 % og i 1953 16 %. Det er indlysende, at udstrakt overligning vanskeliggør bekæmpelse i meget høj grad.

Trods den gode effektivitet af bekæmpelsen i Bommerlund i 1950 var der i 1951 et angreb på et sted i plantagen, hvor der havde været bekæmpelse året før, og da havde der tilmed næsten ingen angreb været på dette sted. Overflyvning fra ubehandlet areal var ikke nogen sandsynlig forklaring herpå, thi hvepsene skulle da samlet have overfløjet store arealer, hvor de lige så godt kunne have slået sig ned. At de sværmende hvepse skulle være blæst dertil med vinden var heller ikke sandsynligt, sværmningen strækker sig over flere uger, og i den tid ville bladhvepsene da teoretisk være blæst helt ud af plantagen og i hvert fald ikke befinde sig på et meget snævert begrænset areal (omkring afd. 390 og 391).

Der blev derfor foretaget en kokonindsamling i december samme år for at se, hvor stor *overligningen* da var. Seks prøver fra afd. 467, hvor det var lettest at finde kokoner, viste, at mellem 52 % og 72 % af de fundne 123 Lygaeonematus-larver ville forblive i kokonen den kommende sommer. Derimod gav 14 larver fra afd. 390 kun 14 % overligning overfor de gns. 67 % fra afd. 467. Det tyder på en stor lokal variation.

I overensstemmelse med *Nägeli*'s angivelse kan man allerede i november måned efter udviklingen af larvernes øjne afgøre, om hvepsene ville klækkes den følgende sommer. Hos de larver, der vil forpuppe sig, ser man tydeligt puppeøjet (imagoøjet) gennem larvens cuticula.

En overligning på 67 % er et meget stort tal. Da man med rimelighed kan gå ud fra, at en vis del af de larver, som blev fundet, allerede havde ligget to somre i jorden, synes udviklingen i dette specielle tilfælde at ligge *nær* ved en *to-årig generation.*

I 1952 indsamledes der i Bommerlund larver til kokonspinding. Kokonerne anbragtes i urtepotter, dækket af det normale lag mor og mos. Urtepotterne stod til foråret 1953 i haven ved Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Klækning og kokonåbning om foråret viste, at overligningen var 18 % (af 55 stk.). I december 1954 gav 173 sunde larver fra afd. 398 en overligning på 57 %; medregnes de parasiterede larver, var overligningen blandt ialt 200 larver 60 %.

Åbenbart varierer overligningsprocenten stærkt fra år til år og lokalt fra sted til sted; årsagen hertil er ukendt.

For en anden gran-bladhveps, Pachynematus scutellatus, har *Gäbler* (1952) fundet, at overligningen kunne være lige så stor som for L. abietinus i Bommerlund, nemlig op til 72 % i året 1951.

12. Fjender for æg- og larvestadiet.

Ved de i 1953 gennemførte iagttagelser af æg og larver fremkom der samtidig nogle tal (tabel 17) til belysning af den reduktion i individantal, der foregik i de forskellige stadier. Tallene refererer som nævnt til en yngre grankultur, hvorfor de kun med noget forbehold kan tages som udtryk for situationen i kronerne på store træer.

Der skulle altså blive 12 hanner og 15 hunner tilbage pr. 100 æg, hvis slutresultatet skal være 54 % hunner i overensstemmelse med gennemsnittet for 1953. Det er som nævnt kun hunnerne, der gennemløber et 5. stadium. Der er ikke iagttaget nogen parasitering af æggene.

Skulle disse tal kunne anvendes også på forholdene i ældre bevoksninger, vil det sige, at de 600—800 fuldvoksne larver i et stærkt angrebet 45-årigt træ var de overlevende fra ca. 2200—3000 æg. Ved et ægantal pr. hun på 80—100 svarer dette til æg-

Tabel 17.
Tilintetgørelsesprocenten i æg- og larvestadier.
Percentage of destruction at egg and larval stages.

Stadium *Stage*	Tilintetgørelse, % i hvert stadium *Destruction, percentage at each stage*	Overlevende, % *Percentage of survivors*	Iagttagelser, antal *Number of observations*
Æg- *(Eggs)*	10	90	507
1. larve- *(Instar)*	14	77	175
2. » »	13	67	194
3. » »	30	47	229
4. » »	27	{ 12 ♂ / 22 ♀ }	166
5. » »	32	15 ♀	47
Sum	73	27	

lægningen af 20—40 bladhvepse. Med et lige så stort antal hanner har der da været 4—8 sunde Nematus-kokoner pr. m² om foråret (10 m² pr. træ). Til en fuldstændig afnåling af årsskuddene ville der kræves et betydeligt større antal kokoner.

I de to første larvestadier indtræder døden ofte i forbindelse med et hudskifte. Når larverne blev større og mere livlige, medvirkede forskellige fjender til reduktionen; en stor del blev taget af de talrige *edderkopper*, der færdedes på granskuddene. Det drejede sig om arterne Theridium notatum *L.*, Th. redimitum *L.* og Xysticus audax *Schrank*. Det kan desuden her nævnes, at den grønne art Aranea cucurbitina *L.* i sine fangnet tog et ret stort antal bladhvepse-imagines. Denne art var uhyre almindelig i grankulturerne. Bestemmelsen af edderkop-arterne er venligst foretaget af stud. mag. scient. *Ole Bøggild*.

En anden del af larverne fjernedes af myrer, tilsyneladende oftere af Formica fusca *L.* end af de røde skovmyrer (Formica rufa *L.*). *Badoux* (1918) fandt i Schweiz, at F. rufa kun tog få larver i trækronerne, og dette passer godt med mine iagttagelser i Bommerlund. I 1954 så jeg et meget grelt eksempel derpå, idet en 5—6 m h. gran, der stod i en myreture, var halvt afnålet af L. abietinus. *Bruns* (1954) har dog iagttaget, at F. rufa slæbte betydelige mængder larver af L. abietinus ned fra trækronerne.

Det fremgår af tabel 17, at man i 1953 kunne regne med en reduktion af individantallet, endnu mens æg og larver befandt sig i trækronerne, på omtrent 70 %. *Klimaforholdene* synes at have den største betydning herfor.

I de minutter, larverne vandrer på jordoverfladen, før de borer sig ned, er de stærkt efterstræbt af skovmyrer (F. rufa). Særlig i det øjeblik, de rammer jorden, tiltrækker de sig myrernes opmærksomhed. Disse kaster sig straks over dem og bærer dem til tuen. Det kan være betydelige antal larver, der på denne måde tilintetgøres. Iagttagelse ved en enkelt, 1 m høj, tue viste, at der ved middagstid d. 12/6-1953 indbragtes ca. 170 bladhvepselarver i timen. Det svarede til den totale daglige fangst i ca. 20 m^2 exkrementmålere samme dag. *Bruns* (1954) har maximalt fundet, at der blev indbragt 954 larver pr. time til en enkelt tue.

Myrernes betydning kan altså være stor. Ved nogle småforsøg syntes tuernes effektive aktionsradius dog at indskrænke sig til ca. 30 m. Kom man længere væk fra tuen, tog myrerne kun en ringe procentdel af larverne og selv nærmere ved tuen undslap mange larver, især når de faldt ned på mos (s. 50). I Bommerlund lå det samlede antal tuer af F. rufa mellem 50 og 100, set i større sammenhæng var der altså ikke tale om nogen betydelig effektivitet.

I Tyskland arbejder man nogle steder med kunstig opformering af F. rufa som forebyggende insektbekæmpelsesmiddel i skovbruget. Man eftertragter da en intensitet på ca. 4 tuer pr. ha (*Gösswald* 1951). Det er et meget højt niveau i forhold til det, skovmyrerne opnår ved egen hjælp i Bommerlund, hvor de ikke er udsat for særlig efterstræbelse. Som det fremgår af det ovenstående vil 4 tuer pr. ha endda næppe være tilstrækkeligt til en virkelig effektiv reduktion af Nematus-larvernes antal, selv om det naturligvis ville være en hjælp.

13. Fjender for kokonstadiet.

I den tid, kokonerne ligger i skovbunden, fortsættes tilintetgørelsen af bladhvepsene forårsaget af rovdyr (smelderlarver, løbebiller m. fl.), af snyltere, af klima m. m. *Nägeli*'s tal fra Schweiz viste, at der kun klækkedes bladhvepse af ca. 10 % af alle de kokoner, der lå i skovbunden.

En tilsvarende undersøgelse af 1112 kokoner, der var indsamlet i Bommerlund viste, at der kun var klækket bladhvepse af 11 % af de tomme kokoner. Bladhvepsenes måde at åbne kokonerne er meget karakteristisk, og der var kun 1 % af de øvrige tomme kokoner, der muligvis kunne være klækket bladhvepse fra. I prøven fandtes tillige 168 hele, nye kokoner, hvoraf 89 (60 %)

indeholdt sunde Nematus-larver. En del af disse kokoner ville i naturen blive ødelagt på en eller anden måde, før hvepsenes klækning. Medregner man de sunde larver, finder man den maximale, mulige klækning til 16.6 % af de 1280 kokoner. Klækkes ingen af larverne, bliver klækningsprocenten 9.5 af de 1280 kokoner. Den sande værdi vil antagelig kun være lidt større end de 11 %.

Hvor stor en del af kokonerne, der er angrebet af snyltehvepse, svampe eller „udtørring", fremgår af tabel 18. Materialet er fremkommet ved åbning af kokoner eller ved klækning af nyindsamlede kokoner foretaget om vinteren eller om foråret, inden sværmningstiden.

Tabel 18.
Parasitering m. v. af kokoner.
Parasitism etc. of cocoons.

Antal kokoner *Number of cocoons*	Tidspunkt *Season*	Parasitering *Parasitism*	Tørre eller med svampeangreb *Dry or attacked by fungi*
Ca. *(About)* 200	Forår *(Spring)* 1950	42 %	4 %
» » 300	» » 1952	32 %	9 %
» » 105	» » 1953	18 %	29 %
» » 281	Vinter *(Winter)* 1954	35 %	4 %

Materialet fra 1953 var indsamlet som larver, og kokonspindingen foregik inden døre. Kokonerne opbevaredes i haven ved Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Derfor klækkedes der dette år kun de snyltehvepse, der angreb bladhvepsenes sidste larvestadier allerede på træerne (ingen gjorde det før); egentlige kokonparasitter manglede. Den gennemsnitlige parasitering i de tre andre år er 36 %.

Fortsætter man nu betragtningerne over tilintetgørelsen af bladhvepselarverne, hvor 27 af 100 nåede at blive udvoksne (tabel 17), vil en mindre del falde som bytte for myrer på skovbunden, denne del tages ikke i regning. Endvidere kan man efter den ovennævnte kokonundersøgelse gå ud fra, at *rovdyr, parasitter, svamp, udtørring m. m.* ødelægger 83—90 % af kokonlarverne eller ca. 22—24 stk.

Af 100 æg skulle der herefter kun blive 3—5 hvepse. Dette tal ligger ikke så langt fra det sandsynlige (2 hvepse), især da nogle imagines antagelig aldrig når at lægge æg, men bliver uskadelig-

gjort af fjender eller af uheldige vejrforhold. Man har derfor grund til at tro, at de beskrevne forhold nogenlunde dækker de komplicerede forhold i naturen, hvor samspillet mellem en lang række faktorer, også flere end de her nævnte, afgør *svingningerne i antallet af bladhvepse*. De enkelte faktorers indflydelse vil variere fra år til år, men slutresultatet vil altid blive, at hovedparten af årets individproduktion tilintetgøres, før den nye æglægning sker.

De klækkede snyltehvepse er endnu ikke bestemt til art; der forekommer flere bl. a. tilhørende slægterne Polyblastus og Microcryptus. I Bommerlund sås imagines af de i 1953 klækkede snyltehvepse hyppigt omkring store larver af L. abietinus, hvad der stemmer overens med, at der dette år kun klækkedes de arter, der parasiterede larverne allerede på træerne.

I laboratoriet begyndte klækningen af snyltehvepse, når klækningen af bladhvepse var næsten forbi. Den kunne derefter strække sig over godt 6 uger.

Nogle af de *overliggende* bladhvepselarver var parasiteret af Polyblastus-larver, som om foråret, mens klækningen af snyltehvepse ellers foregik, endnu kun var i 2. og 3. larvestadium. Dette tyder på, at disse parasitter også ville ligge over, thi *Nägeli* fandt deres 4. stadium (det sidste) allerede i oktober og betegnede deres udvikling som meget hurtig. Dette er antagelig tilfældet, når værtslarverne ikke vil ligge over, thi på sådanne forekom de små Polyblastus-stadier aldrig om efteråret og om vinteren.

VII. ANDRE RØDGRAN-BLADHVEPSE.

I exkrementmålerne indsamledes en del larver af andre bladhvepsearter, og nogle larver fandt vi ved anlæggelsen af de forskellige forsøg med insecticider. Det drejede sig tilsammen dog kun om et ringe antal individer i forhold til larverne af L. abietinus, mindre end 5 % af disse.

Af de indsamlede *imagines* udgjorde de „andre arter" tilsammen 15—20 %, men der blev i dette tilfælde lagt særlig vægt på at indfange dem fremfor L. abietinus. Nedenfor skal de implicerede arter kort omtales.

A. Lygaeonematus-arter.

1. L. ambiguus Fall.

Larven lever, som beskrevet af *Borries* (1896), i det indre af unge granskud, der ikke bryder, fordi larvegnavet ødelægger den bløde skudspids. Skuddet bliver slapt, og i dets spids findes en prop af visne, sammenspundne nåle og exkrementer. De yngre larvestadier er klare til græsgrønne med kulsort, blank hovedkapsel (tavle II, e). Sidste larvestadium er hvidgrønt og forsynet med en, relativt meget lille, mørkplettet, gråliggrøn hovedkapsel (tavle I, b). Hos *Nägeli* findes en udførlig beskrivelse af larven. Angivelsen sammesteds, at der skulle være 3 og 4 larvestadier for henholdsvis han og hun, stemmer ikke godt med mine iagttagelser i Bommerlund. Samtlige larver, der søgte til jorden for at spinde kokon, var her i 4. stadium, og *3. stadium har sort hovedkapsel,* ikke den udvoksne larves gråliggrønne, som meddelt af *Nägeli.*

Nägeli fandt for første stadium en hovedkapselbredde på 0.27—0.30 mm, for 2. stadium 0.40 mm (1 larve). Måling af ca. 250 larver fra Bommerlund gav følgende: 1. stad. 0.27—0.32 mm, 2. stad. 0.37—0.43 mm, 3. stad. 0.57—0.65 mm og 4. stad. 0.70—0.87 mm.

Kokonen er kun 4—5 mm lang, med en bleg brunrød farve. Den spindes i skovbunden. De små, sorte bladhvepse sværmer tidligt, omkring begyndelsen af maj. Tilsvarende søger larverne til jorden *før* L. abietinus; den tidlige sværmning medførte, at der blot fangedes 3 sværmende imagines i undersøgelsesperioden, skønt arten var almindelig.

Nedvandringen af ambiguus-larverne er afsat på fig. 13 til sammenligning med L. abietinus, L. leucopodius og Pachynematus scutellatus. De andre arter optrådte for sparsomt til, at en sammenligning ville have nogen værdi.

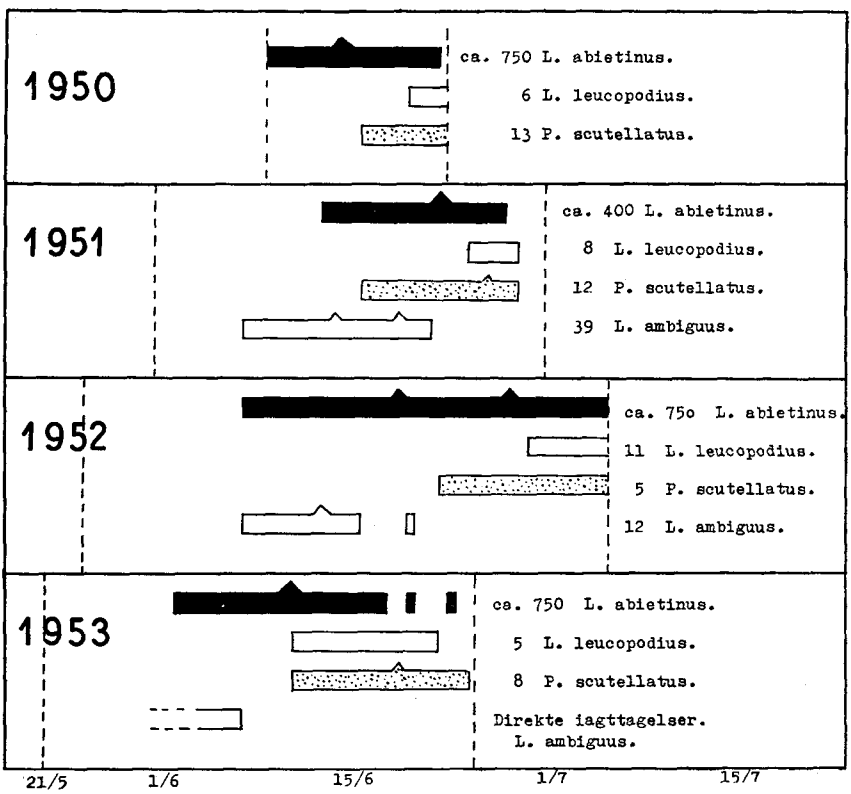


Fig. 13. Nedvandringsperioden for larverne af fire gran-bladhvepsearter. Fangsttal fra exkrementmålere (undtagen L. ambiguus 1953, der er iagttaget direkte). Toppene angiver maxima. Foran artsnavnet angives larveantallet.

Period of dropping of the larvae of four species of spruce saw-fly. Numbers of larvae caught in frass-drop funnels (except L. ambiguus 1953 which is based on direct observation). Points signify maxima. The numbers of larvae are given before the names of the species.

Man ser, hvorledes L. ambiguus forlader trækronerne tidligere end L. abietinus og oftest er borte, før end nedvandringen af disse tager fart. De to andre arter er til gengæld senere end L. abietinus, de kommer ned omtrent lige så meget efter, som ambiguus kommer før. Også de ikke indtegnede arter hører nærmest med til denne sene gruppe, det gælder også den sjældne art L. pallidus (s. 62), hvor 12 larver er kommet ned i den senere del af nedvandringstiden for L. abietinus.

Thalenhorst (1954) har i Harzen undersøgt forekomsttiderne for forskellige gran-bladhvepse og deres larver. Han kunne der opstille nogle grupper efter forekomsttidspunktet for larverne. L. ambiguus stod alene som en tidlig art, der afsluttede sin aktive larvetilværelse omtrent samtidig med, at den næste gruppe begyndte at forekomme. Denne gruppe bestod af arterne Pachynematus scutellatus, P. nigriceps, Lygaeonematus saxeseni, L. compressus og L. leucopodius.

Nær ved denne gruppe placerer sig P. montanus, men larvelivet var her lidt længere. P. pallescens, der står montanus så nær i systematisk henseende (s. 63), udmærkede sig ved ret sen sværmning og ved, at larverne i usædvanlig lang tid var at finde i trækronerne. De forekom helt hen i september måned.

Thalenhorst kunne imidlertid ikke indpasse L. abietinus i sin oversigt, fordi arten ikke forekom på hans iagttagelseslokalitet. Af fig. 13 kan man se, at L. abietinus indtager en mellemting mellem L. ambiguus og den følgende store gruppe, der på figuren repræsenteres af P. scutellatus og L. leucopodius.

Den særlige interesse, der knytter sig til de forskelige forekomsttider, er, at klimaforholdene fra år til år kan begunstige disse grupper ulige meget og dermed øge og mindske deres betydning. Af *Gäbler*'s (1952) oplysninger fremgår det således, at L. abietinus og P. scutellatus i løbet af en halv snes år byttede rolle som hovedskadedyr på en bestemt lokalitet, hvad der muligvis kan forklares udfra det ovenstående.

L. ambiguus forekom i Bommerlund især på små graner i alderen 4—8 år. Nogen større forstlig betydning havde den ikke, eftersom den undgik de kraftige knopper i planternes top. At der dog kan gå en hel del knopper tabt, vil man forstå af, at der på en 0.5 m høj gran blev fundet ikke mindre end 190 skud med en larve af L. ambiguus i hvert. Efter sådan en medfart får de unge graner et afstudset udseende på deres nederste del (fig. 14).

Fig. 14. ¾ m høj rødgran med stærkt angreb af L. ambiguus. Alle de ikke strakte skud er angrebet. Bommerlund 12/6-1952.

¾ m high Norway spruce, strongly infected by L. ambiguus. All the shoots which have not stretched are attacked. Bommerlund June 12th, 1952.

2. L. leucopodius Htg.

Denne art er ligeledes sort, men medens L. ambiguus er mindre end L. abietinus, er leucopodius noget større.

Den er ikke omtalt i *„Danmarks Fauna"* (*Nielsen* og *Henriksen* 1915), og i Zoologisk Museums samling findes den kun i eksemplarer taget af *Wüstnei* i Sønderjylland. Først for nylig er arten identificeret som graninsekt (*Thalenhorst* 1952 a). Samme forfatter har desuden beskrevet larven (tavle I, c). Den udvoksne larve er på undersiden hvidgrøn, på oversiden mørkegrøn med en tendens til tre mørkere striber på ryggen. Benene er sortsværtede med lysere ledgrænser. Hovedkapselen er hos den voksne larve gulbrun med fine, mørke prikker, særlig ved øjnene.

De i Bommerlund indsamlede, udvoksne larver, adskiller sig i to grupper m. h. t. hovedkapselbredde, nemlig ca. 1.38 mm og ca. 1.53 mm. Det tyder på, at hunnerne gennemløber et stadium mere end hannerne, som det er almindeligt indenfor Lygaeonematus-slægten (som nævnt synes L. ambiguus at være en undtagelse).

L. leucopodius sværmede omtrent i sidste halvdel af sværmningsperioden for L. abietinus, og der indfangedes 7 eksemplarer. Blandt larverne var det næst abietinus den hyppigste Lygaeonematus-art på rødgran. Nedvandringen er angivet på fig. 13.

3. L. compressus Htg.

Arten er omtalt i *Boas'* forstzoologi (1923) og skal i forrige århundrede have været årsag til store angreb i jydske plantager (Palsgaard, Ulvedal, Stendal m. fl.). Den grønne, sortplettede larve er afbildet sammesteds. Mærkelig nok blev larven ikke fundet i Bommerlund, men der fangedes 7 imagines, der sværmede samtidig med flertallet af L. abietinus.

4. L. saxeseni Htg.

En god beskrivelse af larven findes hos *Nägeli*. Hannerne har 4 larvestadier og hunnerne 5 som L. abietinus. Hovedkapselen udviser en mere eller mindre tydelig tegning på grågrøn baggrund. Mørke linier løber dels fra øjnene op mod hovedets overside, dels danner de en trekantlignende figur mellem øjnene med en forbindelseslinie langs issen til hovedets øverste bagkant. Kroppen har mørkegrøn overside med tre mørkere striber, undersiden er lysegrøn. Benene er sortsværtede.

Der fangedes to imagines, der sværmede samtidig med L. compressus; larverne var ligeledes fåtallige, de forlod træerne sent iagttagelsesperioden.

5. L. pallidus Kon. (stecki Nägeli).

Af denne art, der ikke omtales i „Danmarks Fauna" (*Nielsen* og *Henriksen* 1915), og hvoraf der på Zoologisk Museum kun findes eet eksemplar — i *Wüstnei*'s samling fra Sønderjylland — fangedes en enkelt imago. Derimod var de let kendelige, ældre larvestadier (tavle I, d) ikke ualmindelige.

Disse er grågrønne med talrige kraftige, sorte pletter langs kroppens sider, meget kraftigere end hos L. compressus, særlig på forkroppen. Hovedet er stærkt gråsort plettet på lysere baggrund. Larven er afbildet hos *Nägeli* (1936). Antallet af larvestadier er som hos L. abietinus. Kokonen er i modsætning til de andre arters meget lidt rødlig, men snarere olivenbrun eller sort.

B. Pachynematus-arter. (Disse adskilles fra Lygaeonematus-arterne ved formen af Clypeus, som er indbugtet hos Pachynematus. (Clypeus er en lille kitinplade oven over overlæben)).

1. P. scutellatus Htg.

Denne art var næst efter L. abietinus den almindeligste gran-bladhveps i Bommerlund, både som imago og som larve. Sværmningstiden var i hovedsagen som hos hin, men hunnernes sværmning var betydelig mere spredt og udstrakt, hvad der også stemmer med udenlandske iagttagelser (*Nägeli* 1936, *Thalenhorst* 1954). Som hos de to følgende arter er hunnen hovedsagelig grøn i levende tilstand, ved indtørring eller i sprit bliver den gullig. Hannen er gul- og sorttegnet. Arten er betydelig større end L. abietinus.

De ældre larvestadier er let kendelige ved deres 5 tynde, mørkegrønne striber på rygsiden, ved deres betydelige størrelse og deres store, flade hovedkapsel (tavle II, c). I sin levevis forholder arten sig omtrent som L. abietinus. Den er blevet nærmere studeret af *Gäbler* (1952).

Opdræt af nogle få larver gav dels 5 og dels 6 larvestadier før kokonspindingen, karakteriseret ved følgende, omtrentlige hovedkapselbredder: 0.49 — 0.76 — 1.11 — 1.40 — 1.70 — 1.90 mm. *Nägeli* har 1.70 mm som den maximale hovedkapselbredde.

Der indfangedes 27 imagines af P. scutellatus. Larvernes nedvandring er angivet i fig. 13. Den strakte sig over lang tid og var ikke endt ved iagttagelsesperiodens ophør.

2. P. montanus Zadd.

Arten omtales ikke af *Nielsen* og *Henriksen* (1915), men har været slået sammen med den foregående, som den ligner i farvetegning. Det er utvivlsomt den samme art, som *Borries* (1895, 1896) beskrev under navnet Nematus pallicarpus *Htg.*. Arten er mindre end P. scutellatus, som den iøvrigt let kan kendes fra ved brodskedens udseende. Den er derimod meget nær knyttet til den følgende art, som kun adskilles fra denne ved, at dens hun mangler mørke tegninger. Muligvis er derfor disse to blot varieteter af een art, dog lader det til, at der er visse forskelle i biologien bl. a. hvad angår larvernes forekomsttidspunkt, således at der dog i det mindste er tale om to racer (*Thalenhorst* 1952 c, 1954).

Heller ikke larverne kan skelnes fra hinanden. De er ensfarvet mørkegrønne, hovedet er lidt affladet, dets farve er mat rødbrun. Larverne blev i Bommerlund ikke udskilt fra L. abietinus, som de lignede. Både P. montanus og P. pallescens klækkedes i laboratoriet af larver indsamlet fra rødgran. Af P. montanus indsamledes 14 imagines. Sværmningstiden faldt sammen med sidste halvdel af sværmningen for L. abietinus, men strakte sig noget længere. I 1953 fangedes der således eksemplarer i tiden 17/5—11/6.

3. P. pallescens Htg.

Denne art, som allerede *Borries* (1896) omtaler fra rødgran, er i „Danmarks Fauna" ikke betegnet som et graninsekt, hvad den med sikkerhed er. I Tyskland har *Thalenhorst* (1952 c) ligeledes klækket den af larver på gran. *Borries'* (1895, 1896) beskrivelse af larven, gentaget af *Boas* (1923) er ikke korrekt og passer bedst på L. saxeseni.

Der indfangedes i Bommerlund 9 imagines. Sværmningen var samtidig med P. montanus eller snarest lidt senere. I 1953 fore-

kom hvepsene i tiden 16/5—12/6, i 1951 og 1952 indtraf de sidste fangster ligeledes omkring 12/6 og var dermed betydeligt senere end L. abietinus. *Thalenhorst* (1954) fandt, som nævnt s. 59, larverne på træerne meget sent, helt ind i september.

4. P. nigriceps Htg.

Af denne art fangedes to hunner på rødgran (1/6-1951 og 22/5-1952). Larven blev ikke fundet, den skal være gulhvid, uden gangvorter (*Escherich* 1942).

Samtlige Pachynematus-arter, der er kendt som graninsekter, var altså repræsenteret i Bommerlund. Kun de to første arter har i udlandet været skadelige (*Escherich* 1942, *Gäbler* 1952, *Kolubajiv* og *Kalandra* 1952 a).

C. Andre gran-bladhvepse.

Udover de nævnte arter forekom der blot tre på rødgran i Bommerlund. Alle var almindelige uden at være talrige. Det var Lophyrus hercyniae *Htg.* (Diprion polytomus *Htg.*), Lyda (Cephalaia) abietis L. og L. (C.) arvensis *Pz.* Sidstnævnte anrettede omkring 1930 stor skade på Gråsten Distrikt (*Boas* 1930, 1931, 1932, 1934).

VIII. VIRKNINGEN AF EN KEMISK BEKÆMPELSE PÅ DEN ØVRIGE FAUNA.

Ved bekæmpelsesforsøgene i 1950 og 1951 indsamledes i exkrementmålerne et stort antal insekter. I 1950 manglede der tid til at sortere det i levende og døde, i 1951 ydedes der af Direktoratet for Statsskovbruget et tilskud, så dette arbejde kunne ske.

Materialet blev siden sorteret til ordener, og der gennemførtes en sammenligning af indsamlingsresultaterne før og efter bekæmpelsen og for 1951 tillige en sammenligning mellem kontrol- og giftparceller.

Det viste sig, at der med de forskellige insecticider frembragtes en mere eller mindre kraftig, men *kortvarig*, reduktion af den lavere fauna. Stærkest var virkningen af parathion. Allerede efter en uges forløb kunne denne virkning imidlertid ikke mere spores. Der kunne ikke i noget tilfælde iagttages nogen gene for fugle eller pattedyr.

En oversigt over dette materiale er i 1952 tilstillet Landbrugsministeriet.

IX. MULIGHEDERNE FOR EN BEKÆMPELSE AF L. ABIETINUS.

1. Prognose.

Stillet overfor et insekt, hvis overvintrende stadium findes i jorden, ville man normalt afgøre både betimeligheden af en bekæmpelse og dennes udstrækning ved en optælling af dette stadium. Det er imidlertid uhyre langsommeligt at optælle kokonerne af L. abietinus og de nært beslægtede bladhvepsearter. Ved en omhyggelig undersøgelse når man ikke at gennemgå mere end ca. 1 m^2 om dagen.

En repræsentativ undersøgelse ville derfor være særdeles langsom og kostbar, især når man tager kokonernes uregelmæssige fordeling i skovbunden i betragtning. Dette har også vist sig, når man i udlandet har foretaget bekæmpelse. Derfor har man heller ikke for L. abietinus kunnet opstille noget „kritisk kokontal", hvorved man måtte vente en fuldstændig afnåling. For Pachynematus har *Kalandra* og *Kolubajiv* (1952 a) dog angivet, at 30—50 sunde kokoner pr. m^2 vil give total afnåling af årsskuddene.

Udstrækningen af det truede areal fastslås langt lettere og sikrere ved opgørelse af de sidste års skade som foreslået af *Reier* (1938) og gennemført ved kortlægningerne i Bommerlund.

En undersøgelse af et betydeligt antal kokoner undgås imidlertid ikke af hensyn til vurderingen af *parasiteringsgrad* og ikke mindst *overligning*.

Dermed ved man jo dog ikke, hvor kraftigt angrebet faktisk bliver. Uden kokontælling kan dette kun afgøres, når angrebet *er* i gang. Så er bekæmpelsen ganske vist forberedt og giften måske indkøbt, men hovedparten af udgifterne kan endnu spares, hvis angrebet skulle blive ubetydeligt.

Med nogen øvelse kan man afgøre dette efter sværmningens intensitet, eller bedre, ved at måle den tid, det tager at finde 100 æg i grankulturer rundt om på arealet. I Bommerlund tog det i 1952 godt 1 time og i 1953 ca. 3 timer at finde og afmærke 100 æg; tilsvarende var angrebet i 1953 kun ca. halvt så stærkt som året før. Naturligvis kræves der større erfaring, før man kan bruge denne metode. Også en bedømmelse af den absolutte ægintensitet er anvendelig.

2. *Teknik.*

Efter erfaringerne fra Bommerlund er de tekniske muligheder for en bekæmpelse af *larverne* gode. Man kan vælge mellem mange insecticider, og larvernes forkærlighed for at søge til tops gør dem let tilgængelige for en *flyvemaskine-bekæmpelse.* Forsøg i praksis gav en effektivitet på ca. 90 % med parathion, og lignende resultater er opnået i Czechoslovakiet (*Kalandra* og *Kolubajiv* 1952 a) med 5 % DDT-pudder. Med motorblæser har resultaterne både her og i udlandet været varierende, men til dels gode.

Afgørende for bekæmpelsens effektivitet er *tidspunktet* for dens iværksættelse. Det skal helst være på et tidspunkt, hvor æglægningen er afsluttet, og larverne endnu ikke er begyndt at forsvinde ned fra trækronerne. *Fischer* (1942) og *Niklas* (1944) har anset to bekæmpelser samme år for at være nødvendige. Efter iagttagelserne i Bommerlund synes det imidlertid i reglen at være muligt at finde et tidspunkt, der tillader at nøjes med een behandling.

Ved en tidlig bekæmpelse med et insecticid, der også virker på æggene, undgår man i høj grad at decimere *snyltehvepsene;* disse lægger æg i de *sidste stadier* af bladhvepselarverne tillige med kokonerne, og derfor fremkommer de relativt sent. Man kan altså derved opnå, at de L. abietinus-larver, der overlever bekæmpelsen, har et uforholdsmæssigt stort antal parasitter mod sig, således at naturen selv følger bekæmpelsen op. Samtidig har man den fordel ved en tidlig bekæmpelse, at årets gnavskade endnu er ringe, når den standses.

Som nævnt kan udstrakt *overligning* nødvendiggøre bekæmpelse to år i følge.

Giftbelægning af skovbunden mod de voksne bladhvepse, der søger op for at sværme, er mislykkedes i Tyskland og Østrig som følge af, at giftdækkets holdbarhed er for ringe (*Thalenhorst*

1952 b). Samme forhold må formodes at ville gøre sig gældende, hvis man på lignende måde søgte at ramme larverne, når de lader sig falde fra trækronerne.

Man kunne også tænke sig at prøve at rette bekæmpelsesforanstaltningerne mod de sværmende bladhvepse, og *Hasek* (1953) samt *Kalandra* og *Kolubajiv* meddeler (1952 b), at de har haft gode resultater ved direkte pudring af sværmende bladhvepse (Pachynematus scutellatus og P. montanus) med 5 % DDT-pudder.

3. Biologisk bekæmpelse.

Angrebene af L. abietinus er udpræget kroniske af karakter. De fortsætter ofte med større og mindre svingninger gennem en årrække, hvad der også synes at blive tilfældet i Danmark. Mest berømt er angrebet ved *Naunhof* i Sachsen. Dette havde i 1941 varet i ca. 40 år (*Escherich* 1942). I Tyskland har særlig *Thalenhorst* (1952 a, 1952 b) gjort opmærksom på dette. *Thalenhorst* formoder, at den vedvarende store bestand af L. abietinus skyldes fundamentale forhold ved de angrebne rødgranbevoksninger, og mener derfor, at man må søge disse egenskaber ændret til ugunst for bladhvepsene og gå ind for en biologisk bekæmpelse på langt sigt. Ved en kemisk bekæmpelse skulle man derimod blot opnå en midlertidig lettelse, eftersom de gunstige muligheder for bladhvepseangrebet stadig bestod. I første række tænkes på en forøgelse af *fuglebestanden* ved ophængning af redekasser til mejser o. a. fugle, på forøgelse af antallet af *skovmyrer* (Formica rufa) og på *kalkning* og *jordbearbejdning* i bevoksningerne.

Om end grundtanken i denne anskuelse er rigtig, kan der dog rejses indvendinger mod nogle af de praktiske forholdsregler. Kalkning skulle ændre surhedsgraden i jorden i ugunstig retning for kokonspindingen. Det fremgår imidlertid af *Nägeli*'s undersøgelser, at korrelationen mellem kokontal og morrens *reaktionstal* er yderst usikker. Når kokoner viste sig at være så fåtallige under rent løv og brombær, hænger det snarere sammen med larvernes ringe bevægelsesformåen. De bliver under rødgran.

Ved ophængning af redekasser kunne bestanden af mejser og andre insektædende fugle øges antageligt — antallet af disse hulrugende fugle er i Bommerlund som i andre danske plantager unaturligt lavt. Imidlertid foreligger der meget få sikre erfarin-

ger om positive resultater af sådanne bekæmpelsesforanstaltninger. Et forsøg med ophængning af redekasser netop mod L. abietinus (*Grossmann* 1936) kunne efter 3 års forløb endnu ikke siges at have givet positivt resultat, selv om fuglene gerne åd larverne. Ophængning af redekasser er dog, selv om kasserne i al fremtid må vedligeholdes og fornyes, meget billig i forhold til prisen for kemisk bekæmpelse.

Hvad derimod antallet af skovmyrer angår, måtte man forvente, at disse f. eks. i Bommerlund Plantage havde haft rigelige muligheder for selv at opformere sig, hvis L. abietinus-angrebet virkelig gav dem naturlige betingelser derfor. Myrerne efterstræbes ikke i plantagen.

En kunstig forøgelse af antallet af myretuer ville ikke være billig og næppe stabil, med mindre man samtidig i skovdriften begunstigede skovmyrerne f. eks. ved at skabe smålysninger, hvor myrerne helst anlægger deres tuer. Som tidligere nævnt (s. 50) er desuden effektiviteten langt fra 100 %.

Forsøg med biologisk bekæmpelse af Lygaeonematus abietinus ved hjælp af fugle og Formica rufa er for tiden i gang i Tyskland (*Thalenhorst* 1954 a). Resultaterne af disse må afventes med stor interesse.

X. RESUMÉ.

Nummereringen svarer til de tilsvarende hovedafsnit i teksten.

1. I årene 1949—1954 er der i Bommerlund Plantage i Sønderjylland foretaget biologiske studier og forsøg vedrørende bekæmpelse af bladhvepsen Lygaeonematus abietinus *Christ* på rødgran.
2. Skadens omfang på de 560 ha rødgranareal ansloges efter stammeanalyser foretaget af Statsskovreguleringen til ca. 1340 m³ (ca. 27.000 kr.) gns. årligt. Dette beløb er af samme størrelsesorden som udgiften til bekæmpelse. Den årligt anrettede skade aftog fra 1950 til 1953 med omtrent ⅔ og var derefter konstant i 1954.
3. Angrebet hærgede til stadighed bestemte arealer. Årsagen hertil lod sig ikke fastslå.
4. Sprøjtning eller pudring fra *flyvemaskine* viste sig velegnet til bekæmpelse af L. abietinus. Med 15 l 1.5 % parathion pr. ha opnåedes en effektivitet på 90 %, kontrolleret ved opgørelse af larve- og exkrementfald. Derris var også anvendeligt, kvassia derimod ikke.

   Med *motorblæser* kunne man i ung og i mellemaldrende skov ligeledes gennemføre en effektiv bekæmpelse. Det måtte ske ved *pudring,* da sprøjtevædskens gennemtrængning af bevoksningerne var for ringe. Forudsætningen for, at pudderet kunne nå fra spor til spor, var en jævnt kraftig vind og en pudderdosis på 35—50 kg pr. ha. I høj skov var motorblæseren utilstrækkelig.

   Fastsættelsen af *bekæmpelsestidspunktet* er uhyre vigtig. Det kan ske ved at følge æglægningen og larvernes udvikling i grankulturer.
5. En række *insecticider* afprøvedes mod æg og larver. Overfor æggene var parathion og Systox bedst. De fleste af de anvendte

gifte var i stand til at dræbe larverne. De nødvendige minimumskoncentrationer bestemtes ved forsøg.

Insecticidernes holdbarhed efter udsprøjtning på friland var ca. 14 dage. Tages økonomien i betragtning, må det ved nugældende priser anbefales at bruge parathion, hexachlor, DDT, idet prisen stiger i den nævnte rækkefølge.

6. Der er foretaget en del undersøgelser af L. abietinus' biologi. Artens *sværmning* har i de 4 år kulmineret i sidste halvdel af maj måned. Den falder mere eller mindre samlet, men altid indenfor granernes udspringsperiode.

Ægget lægges på skud, der er brudt lige for nylig, 1—2 på hvert. Maximalt er der fundet 16 æg på eet skud. Der lægges også æg på sitkagran og på hvidgran.

Klækningstiden har været meget varierende efter klimaet og har svinget mellem 2 og 9 døgn. De yngste larvestadier er glasklare, de ældre har granskuddenes farve, uden nogen sorte tegninger.

Larvestadiernes varighed på friland 1953 viste kraftig variation med temperaturen. Mens undersøgelser i Schweiz gav en samlet længde af det aktive larveliv på gennemsnitlig 13—17 døgn ved stuetemperatur, kom man i Bommerlund op på gennemsnitlig 22—27 døgn i det kølige vejr.

Først i tredie larvestadium begynder larverne at anrette kendelig skade. Når gnavet er afsluttet, lader larverne sig falde til jorden for at spinde kokon i morren og overvintre der. *Larvegnavets afslutning* kunne følges ved larve- og exkrementfaldet i fangtragte (exkrementmålere). Gnavet er for tre års vedkommende ophørt i sidste halvdel af juni, i 1952 i første uge af juli.

Der har hvert år været en overvægt af hunlige larver, hvad man kunne konstatere på størrelsen (hovedkapselen) af de fuldvoksne larver. Efter at larverne har ladet sig falde til jorden, hunnerne senest, vandrer de ikke langt (mindre end 20 cm), før de borer sig ned. Kokonernes fordeling i skovbunden er særdeles uregelmæssig. Det er derfor vanskeligt ved kokontælling at danne sig et indtryk af det kommende års angreb.

Undersøgelsen viste endvidere, at nogle år forblev et meget stort antal larver inaktive i kokonen, uden at forvandle sig. Procenten af denne *overligning* var i et tilfælde 67, hvad der nærmer sig toårig generation. Dette vanskeliggør bekæmpelse.

I en grankultur er *reduktionen i larveantallet* som følge af omverdenens indvirkning blevet fulgt. Kun 27 % af de lagte æg nåede frem til fuldvoksne larver. Årsagen var dels *klimaforhold,* og, i de ældre larvestadier, til dels efterstræbelse fra edderkopper og myrer.

Med dette tal som udgangspunkt kan det anslås, at den skade, der er observeret i de 45-årige bevoksninger, fremkommer ved et antal af 4—8 sunde Nematus-kokoner pr. m^2 om foråret.

Når de fuldvoksne larver lod sig falde til jorden, jagedes de atter stærkt af myrer (F. rufa). I Bommerlund havde F. rufa næppe stor betydning p. g. a. tuernes ringe antal.

Undersøgelsen viste, at der kun klækkes bladhvepse af 10—17 % af kokonerne, resten af kokonlarverne dræbtes af forskellige fjender. Parasiteringen omfattede i Danmark ca. 36 % af de om vinteren eller om foråret indsamlede hele kokoner.

7. Foruden hovedarten, Lygaeonematus abietinus, blev der iagttaget følgende Lygaeonematus- og Pachynematus-arter på rødgran: L. ambiguus *Fall.*, L. leucopodius *Htg.*, L. compressus *Htg.*, L. saxeseni *Htg.*, L. pallidus *Kon.*, P. scutellatus *Htg.*, P. montanus *Zadd.*, P. pallescens *Htg.* og P. nigriceps *Htg.*

   Der gjordes enkelte iagttagelser over disse bladhvepses biologi. Udover dem bemærkedes kun bladhvepsene Lophyrus hercyniae *Htg.*, Lyda arvensis *Pz.* og L. abietis *L.* på gran.

8. Virkningen af bekæmpelsesaktionen på *det øvrige dyreliv* viste sig som en kortvarig reduktion i antallet af en del lavere dyr, særlig sådanne som tilhørte grantoppenes fauna. På det højere dyreliv sporedes ingen indflydelse. En oversigt over materialet er tilstillet Landbrugsministeriet.

9. Med hensyn til mulighederne for en *bekæmpelse* af L. abietinus synes man at måtte drage den lære, at bekæmpelse vel er teknisk mulig, men både prognose og fastsættelse af tidspunktet for bekæmpelsen frembyder vanskeligheder, omend ikke uløselige vanskeligheder. Da mange kokoner kan ligge over, må man regne med en to-årig bekæmpelse.

   En biologisk bekæmpelse kunne på grund af angrebets kroniske karakter være ønskelig, men efter de foreliggende oplysninger er den ikke let at gennemføre med held.

XI. LYGAEONEMATUS ABIETINUS *CHRIST* AS A PEST ON NORWAY SPRUCE IN SOUTH JUTLAND.

Since the beginning of the 1940s a rather severe infestation by the saw-fly Lygaeonematus abietinus *Christ* (pini *Retz.*) has occurred on Norway spruce in South Jutland. The main centre of the infestation is Bommerlund Plantation (Graasten district), about 10 km north of Denmark's southern frontier at Padborg.

Bommerlund Plantation covers an area of 660 ha, the larger part (560 ha) consisting of Norway spruce stands. Other plantations in South Jutland have also been infested, though generally in a lesser degree.

Increment loss.

After an increase in the defoliation, the State Forest Service in the spring of 1950 made a survey of the financial loss resulting from the defoliation in the three preceding years. Using a scale with five types, from trees not attacked to dying trees, the loss in annual increment was found by stem analysis on 54 trees. The reduction in increment can be seen from Table 1.

Account being taken of the distribution of the various types at Bommerlund, the average annual increment loss was found to be 2.4 m^3/ha., or altogether 1340 m^3, at a value of about 20 Danish kroner (about 20 s.) per m^3 net. Losses due to malformation and the possibility of windfalls have to be added.

Swiss investigations (*Badoux* 1919, *Nägeli* 1936) give 2.7 m^3/ha. or more as the average annual increment loss.

Defoliation. Intensity and location.

Malformation of the tops became evident after protracted defoliation (Table 2). The defoliation might be greatly concentrated in some stands (Table 3).

Heavy defoliation was defined as: 1) spruce trees with tops totally or almost totally defoliated (Fig. 1), or 2) spruce trees with widespread intense defoliation.

The intensity of defoliation decreased from 1950 to 1953, and then remained constant from 1953 to 1954 (Table 4).

Investigation by the State Forest Service in 1950 showed defoliation to be light in 1946; heavy and with much damage in 1947 (the drought year); less in 1948; and then again worse in 1949.

In the survey in 1950, 40 % of the area of Norway spruce proved to be severely damaged. These stands were 45 and 65 years old. Younger stands (15 years old) were damaged on a much smaller scale.

The defoliation in the ensuing years was in a high degree concentrated in the same area (Table 5, Fig. 2). The reason for this was not conspicuous. Soil conditions were fairly uniform. Bursting varied greatly, both in damaged and undamaged stands. The badly defoliated SW-corner, however, was distinctly early in bursting, and a not infested area was distinctly late in bursting.

Control experiments.

A. Control by spraying and dusting from aeroplane.

In 1949 a preliminary experiment on control by spraying from an aeroplane was carried out. It was planned and supervised by *E. C. L. Løfting,* head of the Jutland Division of The Danish Forest Experiment Station.

The result of the spraying is given in Table 6. Larvae were collected on about 10 m^2 paper in each plot. As the collected live larvae were accumulated in bottles, where also uninjured larvae would succomb, no reliable conclusion could be drawn as to the effect of DDT. Parathion, however, was clearly efficacious.

Based on this experience, a control experiment was planned for 1950 over about 300 ha. of the most badly infested area of Bommerlund Plantation and a nearby plantation (Torp-Aartoft, Aabenraa District). Spraying with parathion, dusting with derris (the efficacy of which was known (*Fransen* 1949) and spraying with quassin were the methods to be used. The quassin spraying was strictly experimental and over a small area only. In the case of success, it was planned to spray the whole eastern part of Bommerlund Plantation with this inexpensive insecticide, which is harmless to Vertebrata. The eastern part of Bommerlund Plantation was not included in the first plan, because the defoliation in that area was assumed to decrease naturally.

The date of action was determined by investigating spruce shoots collected from trees at Bommerlund. The larval stage was found by measuring the width of the head capsule and comparing it with the statements of *Nägeli* (1936). The rapid change in distribution of the larval instars (Table 7) was due to a sudden rise in temperature. Mean temperature at 3 p.m. for the days from May 27th to June 2nd was 13° C, and for the days from June 3nd to June 7th 25° C.

Spraying with parathion took place on June 8th; owing to rainy weather, dusting with derris and spraying with qvassin could not be effected until June 11th and June 12th, respectively.

The effects of the control measures were determined by watching the dropping of frass and of live and dead larvae into frass-drop funnels (Fig. 3) until no more larvae descended from the spruce crowns.

Tables 8 and 9 and Fig. 4 show the satisfactory results of parathion spraying. Derris was less efficacious, but because of some misunderstanding only 40 % of the amount required was used. Evidently quassin was unsatisfactory.

The method of assessing the efficacy of the action proved excellent. *Niklas* (1944), *Fischer* (1942) and *Gäbler* (1940 b), however, arrived at the result that very few dead larvae dropped to the ground in their experiments. This was also the case with the frass-droppings. At Bommerlund very few dead larvae remained in the spruce crowns.

B. Control experiments with mist- and dust blower.

In 1951 a mist- and dust blower was used in a small-scale experiment (Fig. 5 and 6). The purpose was to find a control procedure not demanding the overhead- and ground-personnel required for aerial spraying.

The blower used ("Wervelwind") was of Dutch origin. It could dust and spray separately or simultaneously.

The date of action was June 11th, 1951, when the distribution of the stages was: about 1 % eggs, 48 % 1st-instar larvae, 22 % 2nd-instar larvae, 21 % 3rd-instar larvae, 8 % 4th-instar larvae and 0 % 5th-instar larvae. This distribution was found by collecting shoots of young spruce at different stages of bursting, examining the contents of eggs and larvae, and thereafter correlating the results found with the actual occurrence of bursting stages in the stands to be treated.

45 ha. was treated in 6 hours. Frass-drop funnels were placed at varying distances from the roads. As the distance between the roads was about 70 m, it was all-important for the insecticides to be able to drift so far.

The results are given in Table 10. It was concluded that the dosage of insecticide has to be larger than when applied from an aeroplane. Spraying had too short a range (less than 30 m). Dusting seemed to have a possible effective range of about 100 m and was still perceptible another 100 m away. In stands of trees of more than 20 m height (funnels 21—24) the effectivity was too small, 12—15 m seemed to be the maximum height. A dosage of about 35—50 kg dust per ha. is necessary, and the dusting should be carried out in not too light winds.

Experiments with some insecticides on eggs and larvae.

The effect of manual spraying and dusting of *eggs* in the spruce stands is represented in Table 11. Hatching in controls was 71 % in 1951 and some 90 % in 1952 and 1953 (Fig. 7). The number of live larvae in the controls was at first nearly the same as the number of eggs hatched, culminating shortly after hatching of the last eggs, and then decreasing owing to the moving away of the larvae and to predators.

The decrease in hatching in the series treated compared with the controls of the same year can be seen from Table 12, which also shows the reduction in the percentage of larvae surviving (calculated as

$\frac{\text{live larvae} \times 100}{\text{eggs hatched}}$ % in the controls minus $\frac{\text{live larvae} \times 100}{\text{eggs hatched}}$ % in the treated series). About 2750 eggs were included in the experiments.

Most insecticides have some effect on the eggs. Parathion and systox are most efficacious. All insecticides killed most of the newly hatched larvae.

The effect of some insecticides in various concentrations on *larvae* can be seen from Table 13 and Fig. 8. The larvae were kept indoors on untreated spruce shoots in glass vials. The minimum effective concentration of sprayings was approximately 0.005 % parathion, 0.05 % Systox, DDT and lindane (BHC, gamma isomer) and 0.5 % octachlor. *Fransen* (1949) found the minimum effective concentration of pyrethrin to be 0.025 % and of derris 0.25 % rotenone.

Table 14 shows the residual effect of some insecticides on the L. abietinus larvae. Treated spruce foliage was fed to healthy larvae kept in glass vials. The effect varied very much (weather conditions, insecticide dosage, degree of bursting, and so on). The principal insecticides investigated all showed a perceptible residual effect after exposure for 14 days or more.

The experiments prove that parathion is the cheapest and best insecticide against L. abietinus under the prevailing economic conditions. DDT and BHC (gamma isomer) come next and are almost equal in cost (5 or 6 times the price of parathion. The price of an efficacious derris or pyrethrum spray is 25, of systox 45, and of octachlor 125, times the price of an efficacious parathion spray.

Observations on the life history of Lygaeonematus abietinus.

L. abietinus is, so far, the most noxious saw-fly on spruce in Central Europe. Also Pachynematus montanus *Zadd.* and P. scutellatus *Htg.* have been injurious in Central Europe, and in Norway and Sweden L. subarcticus *Forssl.* has replaced L. abietinus in this regard. At Bommerlund, L. abietinus has caused defoliation on Norway spruce (Picea abies *Kant*), Sitka spruce (Picea sitchensis *Carr*), and White spruce (Picea glauca *Voss.*).

L. abietinus is one the smallest saw-flies occurring on spruce. The female (Plate III, a) is only 6 mm long, the male 5 mm. The females are easily distinguished from related species found on spruce, by the characteristic saw-sheath (*Nägeli* 1936).

The males emerge a few days before the females and live for a shorter period. In 1950 the *main period of oviposition* was completed before May 27th. In 1951 it lasted from about May 24th to June 4th; in 1952 from just before May 18th to June 9th, and in 1953 (Fig. 9) from just before May 16th to about May 22nd.

Fig. 9 shows that in 1953 oviposition coincided almost exactly with the occurrence of most shoots in the size preferred (just burst and almost not yet stretched. The number of eggs, and especially the number of larvae, in Fig. 9 is relatively too high, as infested shoots were deliberately preferred by the collector.

From a comparison of Fig. 9 and Fig. 11 it will be seen that the larvae descend at the same time from the 10-year old stands and from mature stands (Fig. 11).

This leads to the assumption that larval development has been parallel in the two localities, a feature of interest for the use of data from the young stands for obtaining information for control measures. Different stages of bursting must, of course, be considered by transferring the data.

In the years 1950—53 the total period of oviposition was about 10—21 days at Bommerlund. This is in fair agreement with the data mentioned by *Nägeli* (Schweiz) and *Fischer* (1942) (East Prussia), while *Niklas* (1944) from the same year and place as *Fischer* mentions oviposition for no less than 6 weeks.

Only one egg is fastened to each needle (Plate II, d) and usually no more than 1 or 2 eggs per shoot were found at Bommerlund. The maximum number of eggs found on one shoot was 16. The number of eggs per female is about 80—100 (*Nägeli*).

The rate of incubation can be seen from Fig. 7. In 1952 the temperature was low and for some eggs incubation lasted more than nine days. At 20°—28° C (1953) all larvae were hatched in four days. In the laboratory (*Nägeli*) the incubation period was three to five days.

The newly hatched *larvae* (Plate II, f) are hyaline. As shown by *Nägeli* ,the male larvae have four, the female five, larval instars. Measurings of 1500—2000 head capsules correspond closely to the observations of *Nägeli*. (1st instar 0.35—0.45 mm; 2nd instar 0.45—0.65 mm; 3nd instar 0.65—0.90 mm; 4th instar 0.90—1.15 mm; and 5th instar 1.15—1.40 mm). Rearing of 5th instar larvae from Bommerlund always gave female-flies only.

Older larvae assume the colour of the foliage on which they feed (Plate I, a). They feed exclusively on faliage from the same year.

The *duration of active larval life* (the period in which the larvae feed on the trees) in 1953 appears from Table 15. The material consists of direct observations in the field. In 1952 the duration was 19—23 days. *Gäbler* (1940) found 25—27 days, both in the field and in the laboratory, at 18°—21° C. The relatively high average values in Table 15 are due to the fact that larvae dying before being full-grown (and hence not determined as to sex) were often especially slow in moulting.

In Table 16 the same material is grouped according to the duration of the larval stage and the mean temperature at 9 a.m.. It gives an impression of the *effect of the temperature* on the duration of the larval stages under field conditions. At temperatures below 13° C a marked prolongation takes place.

The distribution on stages can be seen from Fig. 10. Each observation comprises between 500 and 600 spruce shoots at all stages of bursting. The real frequency has been calculated by comparison with the actual occurrence degrees of bursting.

In the first larval stages defoliation is negligible. In the third and later stages it becomes pronounced and the larvae then leave their

hatching place and seek fresh shoots, mostly higher up. Damage therefore concentrates on the tops of the trees.

When mature the larvae drop to the ground. *The dropping of larvae* — and of frass — for the years 1950—53 can be seen from Fig. 11 which shows directly the termination of the larval feeding season.

From 9 a. m. to 9 p. m. about 77 % of the larvae dropped. The maximum descent took place in late afternoon.

The male larvae leave the trees before the female larvae (Fig. 12) their feeding season being shorter (Table 15). *The percentage of female larvae* was 60, 61, 54 and 54 in 1950 to 1953, respectively. *Nägeli* has shown the reproduction to be partially parthenogenetic, the offspring of the unfertilized eggs being solely males.

The *cocoons* (Plate II, b) are spun in the litter, mostly at a depth of 1 to 4 cm. During the first few hours the cocoons are white, a colour they keep if the larva should then die.

Distribution of the cocoons is highly irregular. They were most abundant under moss beneath greatly defoliated trees. Experiments with dropped larvae showed that they moved a very short distance before burrowing (on moss, on moss and needles, and on pure needle litter on an average 0.9 cm (max. 3 cm), 2.1 cm (max. 17 cm) and 3.0 cm (max. 12 cm) respectively). The time used for this was usually 10 to 20 min. (max. 45 min.).

Old cocoons are very durable. In stands which have been defoliated for some years their average number was about 300 (max. 650) per m^2. In winter and spring the *number of undamaged cocoons* were 30 to 120 per m^2 in rather severely defoliated stands. Just after larval dropping the number must be much larger, as the average number of larvae per m^2 frass-drop funnel was 84 (max. 383). With about 1000 trees per ha., 84 larvae per m^2 correspond to about 600 to 800 mature larvae per spruce crown. On larger trees the number of larvae are, of course, larger.

Nägeli found a reduction of undamaged cocoons of 88 % from larval dropping to the next spring.

In 1951 local infestation occurred in an area sprayed with parathion in the preceding year, in spite of the good effect of this spray and of the fact that the area mentioned was only slightly infested in 1950. The reason for this seems to be a very high percentage of diapausing larvae holding over in the cocoons.

The percentage of diapausing larvae varied much from area to area and from year to year. Two samples from December 1951 showed 14 % (of 14 larvae) and 67 % (of 123 larvae) holding over. Of 173 larvae from December 1954 57% would hold over. Of 55 larvae dropped in 1952 only 18 % held over. The larvae which were to pupate and emerge in the first summer were recognizable by their pupal eye, easily seen through the larval cuticula.

The percentage of holdings over seems to be generally larger in Denmark than that mentioned for Central Europe (*Nägeli* 1936 2—

22 %), *Gäbler* 1940 (a few to 50 %), *Niklas* 1944 (22—26 %), *Thalenhorst* 1954 (34 % in 1952, 16 % in 1953)). This is an important problem in considering the control measures.

Observations in 1953 in a 10-year old spruce stand in Bommerlund Plantation showed that *only 27 % of the eggs developed into mature larvae* (Table 17). This was mainly due to the cold and rain of that year, though spiders (Theridium notatum *L.*, Th. redimitum *L.*, Xysticus audax *Schrank*) and ants (Formica fusca *L.* and, to a smaller extent, F. rufa *L.*) killed some of the older larvae.

Should the aforementioned reduction by 73 % be generally valid also for old stands, the 600 to 800 larvae per spruce crown would be the survivors of a number of about 2200 to 3000 eggs. This means that considerable damage would result from oviposition by 20—40 sawflies on a 45-year old spruce. With about equal numbers of males and females and an average area of 10 m^2 per tree, 4 to 8 healthy cocoons per m^2 would result in a defoliation of the extent described in this paper. Complete defoliation would require considerably higher numbers of cocoons.

F. rufa preys on the larvae dropped. At noon of June 12th, 1953, about 170 larvae per hour were carried to a 1 m high ant-hill. This corresponds to the total daily larval dropping in 20 m^2 frass funnels on the same day.

At a distance of more than 30 m from the ant-hill the ants took only a small percentage of the larvae dropped. Even nearer the anthill a significant number of the larvae escaped, especially when dropping on moss. German authors (*Gösswald* 1951, *Bruns* 1954) mention a higher degree of ant-preying.

The last larval instar is parasitised by ichneumonid wasps (Polyblastus sp. and others) already on the spruce. The cocoons are also parasitized and the larvae are destroyed by predators, fungi and dessication. In 1950, 1952 and 1954 ichneumonids killed about 36 % of the cocoon larvae from Bommerlund. In 1953 only larval parasites and no cocoon parasites occurred, as these saw-fly larvae were collected directly from the frass-funnels and kept in Copenhagen. (Table 18).

Of the abovementioned 27 larvae surviving from 100 eggs, ants will take some immediately after dropping (not considered here). Examination of 1280 cocoons from Bommerlund — most of them were empty — showed that saw-flies had emerged or could be expected to emerge from only 10—17 % of the cocoons. As the cocoons are very durable, the emergence found is an average for several years. The true percentage of emergence presumably lies near 11, which is the number found when only empty cocoons are considered.

Hence only 3 to 5 saw-flies of the 27 will hatch, a number not far from the theoretically true number (2). The above calculation, of course, gives only a rough example of the factors regulating the numbers of Lygaeonematus abietinus.

Some of the L. abietinus larvae diapausing in spring when sawflies not holding over were hatching proved to be parasitised by larvae

of Polyblastus sp. in the 2nd and 3rd instars. This indicates that the ichneumonids hold over, too. *Nägeli* describes the larval development of Polyblastus as very rapid, ending before October. Opening of cocoons in winter always showed the *small* Polyblastus larvae to be found only on diapausing saw-fly larvae, never on host larvae with imaginal eyes (pronymphs). On these larvae the growth of the parasite is very quick, the larvae being mature already in early autumn.

Notes on other spruce saw-flies.

The number of larvae of other saw-fly species caught in the frass-funnels was less than 5 %. Special care had been taken to catch the imagines of these species, and their number was found to be 15—20 % of the Lygaeonematus abietinus imagines. The larvae observed (except L. ambiguus) lived on the foliage in the same manner as L. abietinus.

A. Lygaeonematus species.

1. L. ambiguus *Fall.* The larvae (Plate 1, b; II, e) of this small black species live inside young shoots of Norway spruce which are unable to stretch owing to the larval feeding (Fig. 14). The species was common on young spruce at Bommerlund. It flies earlier than the other spruce saw-flies and leaves the trees earlier (Fig. 13). L. abietinus has an intermediate position in this regard.

Measurings of 250 larvae gave the following head capsule groups: 1st instar: 0.27—0.32 mm, 2nd instar 0.37—0.43 mm, 3nd instar 0.57—0.65 mm and 4th instar 0.70—0.87 mm. All larvae dropping were in the 4th instar, and the 3nd instar still had a black head capsule; the observations here differ from those of *Nägeli.* The cocoon is 4 or 5 mm, pale reddish-brown.

The species had no economic importance.

2. L. leucopodius *Htg.* Not until recently was this larger, black species identified as a spruce saw-fly (*Thalenhorst* 1952 a). The larvae (Plate 1, c) dropping from the Norway spruce at Bommerlund (Fig. 13) showed two groups of head capsules: about 1.38 mm and 1.53 mm. As usual in the Lygaeonematus-group (L. ambiguus is probably an exception), the female larvae seem to have one instar more than the male larvae.

The species was rather common at Bommerlund.

3. L. compressus *Htg.* This species is mentioned by *Boas* (1923) as the principal participant in severe spruce defoliation in Jutland in the 19th century. Seven imagines were caught at Bommerlund, but no larvae were found. A figure of the larvae is given by *Boas.*

4. L. saxeseni *Htg.* A good description of the larva is given by *Nägeli.* The species was scarce at Bommerlund. The larvae left the trees late in the observation period.

5. L. pallidus *Kon.* (stecki *Nägeli*). The characteristic larvae (Plate I, d) were rather common at Bommerlund, though only one imago was caught.

B. Pachynematus species.

1. P. scutellatus *Htg.* This species was common at Bommerlund. The oviposition takes place over a long period. The mature larvae are characteristic (Plate II, c). Rearing of a few larvae showed five or six larval instars with widths of head capsule of about: 0.49 — 0.76 — 1.11 — 1.40 — 1.70 and 1.90 mm. The dropping of the larvae (Fig. 13) had not been completed at the end of the observation period.

2. P. montanus *Zadd.* The species was mentioned in Denmark by *Borries* (1895, 1896) as Nematus pallicarpus *Htg.* The female is easily distinguishable from P. scutellatus by characteristics of the saw-sheath. From P. pallescens it is only distinguishable by its black pigmentation. The mature larvae are dark green; the head capsule is flat and reddish-green. The larvae cannot be distinguished from P. pallescens *Htg.* Oviposition takes place in the last period of the oviposition of L. abietinus.

Rather common at Bommerlund.

3. P. pallescens *Htg.* This species was also rather common on spruce. *Thalenhorst* (1954) found the larvae occurred very late (September) on the trees. Oviposition at Bommerlund at the same time as the above species or a little later.

4. P. nigriceps *Htg.* Only two females were found (on June 1st, 1951, and on May 22nd, 1952).

C. Other saw-flies on spruce.

Diprion (Gilpinia) polytomus *Htg.*, Cephalaia abietis L. and C. arvensis *Pz.* were all common, though not numerous. The latter has earlier caused much damage in the Graasten district (*Boas* 1930, 1931, 1932, 1934). They all live on the foliage of the preceding years.

The effect of the control measures on the fauna.

This was found to be a more or less pronounced reduction in the numbers of insects and spiders. The reduction lasted for a very short period only. On birds and mammals no harmful effect was found. A report has been submitted to the Department of Agriculture.

The possibilities of controlling outbreaks of L. abietinus.

A forecast of the outbreaks is difficult to give, as the cocoons are small and their distribution in the mor very irregular. For this reason a "critical" cocoon intensity has never been determined. *Kalandra* and *Kolubajiv* (1952 a) mention, however, that an intensity of 30 to 50 healthy cocoons per m^2 in spring results in complete defoliation. As already mentioned, a number of only 4 to 8 cocoons may be enough to cause considerable damage to the spruce *tops*.

The threatened area is found more easily (*Reier* 1938) by mapping the defoliation in the two preceding years if possible, considering that some larvae are diapausing.

The actual intensity of the outbreak is calculated most reliably by determining the intensity of oviposition either directly by counting the average number of eggs per spruce twig or by measuring the time required for finding a certain number of eggs. At Bommerlund finding and marking of 100 eggs in 10-year old spruce lasted 1 hour in 1952 and 3 hours in 1953. The degree of defoliation was reduced as shown in Table 4. Experience is, of course, a necessary condition for using this method.

The *technical possibilities* of chemical control of the feeding larvae by the use of aeroplanes are satisfactory. An exact timing of the action is essential. An early date of control is preferable. Little defoliation has then occurred; and as the parasite wasps attack only mature larvae, little harm will be done to the parasites. An increase in the percentage of larvae parasitised is therefore a possible result of early control.

Under Danish climatic conditions no indication has been found of the necessity of two control actions in the same year, as suggested by *Fischer* (1942) and *Niklas* (1944). Holding over of cocoons does, however, indicate control for two years in succession.

An attempt at control by dusting the forest floor so as to kill emerging saw-flies proved negative (*Thalenhorst* 1952 b). The same must then be expected when using this method against dropping larvae.

Direct dusting of swarming saw-flies was reported successful by *Kalandra* and *Kolubajiv* (1952 b) and by *Hasek* (1953).

Biological control would be preferable owing to the chronical character of the outbreaks. *Thalenhorst* (1952 a, b) stresses this, assuming the outbreaks to be due to fundamental silvicultural conditions. Protection of birds and ants, and soil amelioration, are proposed.

The prospects, however, do not seem to be very promising. No reliable correlation between cocoon numbers and soil acidity appears from the investigations of *Nägeli*, and a forest floor consisting solely of needles contained fewer cocoons than most other types.

Bird protection is inexpensive, compared with chemical control. At Bommerlund, as in most other plantations in Jutland, birds are scarce owing to lack of nesting places. The effectivity of bird protection in order to control insect outbreaks is uncertain, and the experiment of *Grosmann* (1936) with L. abietinus was not positive.

Protection of ants (Formica rufa *L.*) is to some degree practised in Germany as a means of pest control (*Gösswald* 1951). At Bommerlund F. rufa occurs spontaneously, but only 50 to 100 ant-hills were found in the whole plantation, though they are left undisturbed. A higher population level implies silvicultural interference, such as creating small glades favourable to the ant-hills. The observations from Bommerlund tend to indicate that the beneficial effect of the ants is limited to areas very close to the ant-hills and to some types of forest floor. On a moss vegetation the effect is negligible.

In spite of these obvious limitations, the investigation of biological control of L. abietinus mentioned by *Thalenhorst* (1954 a) commands much attention. Even small change in the biological equilibrium may eventually prove decisive.

LITTERATURLISTE.

Badoux, H. 1918, 1919: Ueber die durch die kleine Fichtenblattwespe (Nematus abitum) in den Waldungen der Schweiz verursachten Schaden. Schweiz. Z. f. Forstw. 1918: 243—250, 1919: 1—10.

Benson, R. B., 1935: Some new British sawflies. Ent. mon. Mag. 71: 239—245.

Boas, J. E. V., 1923: Dansk Forstzoologi. Kbhvn.

— 1930: Et nyt stort Angreb af Lyda arvensis. D. Skf. T. 15: 1—23.

— 1931: Fortsatte Studier over Lyda-Angrebet i Kelstrup Plantage: Situationen i 1930. D. Skf. T. 16: 81—109.

— 1932: Tredie Meddelelse om Lyda-Angrebet i Kelstrup Plantage. Situationen i 1931. D. Skf. T. 17: 157—170.

— 1934: Ein ernster Angriff von Lyda arvensis Panz. Z. f. angew. Ent. 20: 268—280.

Borries, H., 1895: Iagttagelser over danske Naaletræ-Insekter. T. f. Skovv. 7: 1—95.

— 1896: Naaletræernes Bladhvepse. Entom. Medd. 5: 201—283.

Bruns, H., 1954: Wann und in welchem Umfang wird die kleine Fichtenblattwespe (Lygaeonematus abietum Htg.) von der Roten Waldameise (Formica rufa L.) eingetragen? Forstwiss. Centralbl. 73: 35—40.

Escherich, K., 1942: Die Forstinsekten Mitteleuropas 5. (Hymenoptera). Berlin.

Fischer, H., 1942: Die kleine Fichtenblattwespe (Nematus abietum Htg.) in Forstamt Eichwald (Ostpreussen). Mitt. aus Forstwirt. u. F. wiss. 13: 197—210.

Forsslund, K.-H., 1936: Eine neue Fichtenblattwespe (Lygaeonematus subarticus n. sp.) aus Schwedisch-Lappland. Entom. T.: 14—22.

Fransen, J. J., 1949: Proeven en Warnemingen nopens de Bestrijding van de Sparrenbladwesp (Lygaeonematus abietum Htg.) met chemische Middelen. Tijds. o. Plziekten 55: 254—261.

Gäbler, H., 1940 a: Prüfung neuer Bestäubungsmittel gegen Nonne und Nematus im Laboratoriumsversuch. Thar. forstl. Jb. 91: 94—112.

— 1940 b: Die kleine Fichtenblattwespe Lygaeonematus pini Retz. (Nematus abietinus Christ), ihre Prognose und die Aussichten für ihre Bekämpfung. Ibid.: 646—686.

— 1952: Beiträge zur Kenntnis der kleinen gestreiften Fichtenblattwespe Pachynematus scuttelatus Htg. Arch. f. Forstwesen 1: 88—99.

Gösswald, K., 1951: Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. 1—160. Lüneburg.

Grossmann, H., 1836: Altes und Neues von der kleinen Fichtenblattwespe (Nematus abietum Htg.) Schweiz. Z. f. Forstw. 87: 33—41.

Hasek, J., 1953: Outbreak of Pachynematus montanus Zadd. on Spruce in the Region of Frenstát (Beskid Mountains) in 1952. (Engl. resumé). Lesn. Práce 32.

Kolubajiv, S. og *Kalandra, A.*, 1952 a: The continued outbreak of Spruce Sawflies — Pachynematus scutellatus Htg. and P. montanus Zadd. — in Czechoslovakia in 1950 and its control by aeroplane dusting with Gesarol contact poison. Práce Vyzk. Úst. Lesn.: 88—123. (Engl. resumé).

— — , 1952 b: New method of controlling Pachynematus scutellatus Htg. and P. montanus Zadd. by dusting the swarming adult insects with contact insecticide. Práce 31: 125—129. (Engl. resumé).

Nägeli, W., 1936: Die kleine Fichtenblattwespe. Mitt. d. schw. Anst. f. d. forst. Versuchsw. 19: 213—381.

Niklas, O.-F., 1944: Zur Lebensweise der kleinen Fichtenblattwespe Lygaeonematus abietum Htg. (L. pini Retz.) in verschiedenen Bestandsformen des Forstamtes Eichwald, Ostpreussen. Z. angew. Ent. 30: 224—251.

Thalenhorst, W., 1952 a: Erfahrungen mit zwei forstlichen Dauerschädlingen. Mitt. a. d. Biol. Zentralanst. Berlin-Dahlem, Heft 74.

— 1952 b: Versuche zur Bekämpfung der kleinem Fichten-Blattwespe. Forst u. Holz 7: 49—51.

— 1952 c: Zur Kenntnis der Fichtenblattwespen 1. Die Nematinen des Südharzes. Z. f. Pflkrankh. u. Pflschutz. 59: 110—115.

— 1954: Zur Kenntnis der Fichtenblattwespen 2. Die Apparenzen der Nematini. Ibid. 61: 196—202.

— 1954 a: Probleme der biologischen Bekämpfung unserer einheimischen Forstschädlinge. Allg. Forst- u. Jagdz. 125: 221—227.

Hos *Nägeli* (1936) og hos *Escherich* (1942) findes udførlige litteraturlister over L. abietinus. En nyligt udkommet bog:

Schedl, K. E.: Die kleine Fichtenblattwespe (Lygaeonematus pini Retz.) verbunden mit einem Bericht über die in Kärnten in den Jahren 1950/51 aufgetretenen Forstschäden und deren Bekämpfung, Mariabrunn 1953 (180 s.), var ved afslutningen af dette manuskript endnu ikke kommet mig i hænde.

TAVLEFORKLARING

Tavle I. Fuldvoksne larver af *(Mature larvae of)*:

a. Lygaeonematus abietinus *Christ.*
b. Lygaeonematus ambiguus *Fall.*
c. Lygaeonematus leucopodius *Htg.*
d. Lygaeonematus pallidus *Kon.*

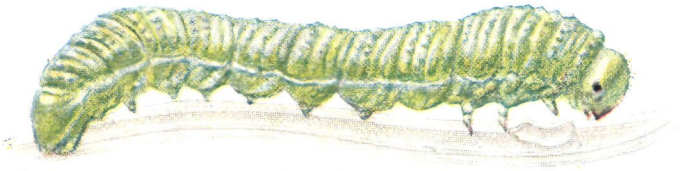
Tavle II.

a. Grankvist begnavet af L. abietinus. *(Spruce twig eaten by L. abietinus).*
b. Kokon af L. abietinus *(Cocoon of L. abietinus).*
c. Larve af Pachynematus scutellatus *Htg.* udtaget af kokon. *(Larva of Pachynematus scutellatus Htg. taken from cocoon).*
d. Æg af L. abietinus på nål af rødgran. *(Egg of L. abietinus on Norway spruce needle).*
e. L. ambiguus *Fall.* Larve i 2. stadium. *(Larva in 2nd instar).*
f. L. abietinus *Christ.* Nyklækket (1. stadium) larve. *(Newly hatched (1st instar) larva).*

Tavle III.

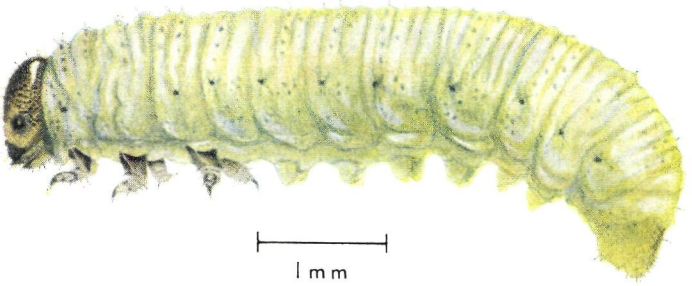
a. Lygaeonematus abietinus *Christ,* hun *(Female).*
b. Gren af rødgran. Årsskuddene er næsten totalt afnålet af L. abietinus. Bommerlund Plantage 7/6-1950.
(Branch of Norway spruce. The new shoots are almost completely defoliated by L. abietinus). Bommerlund Plantation June 7th, 1950.

TAVLE I.



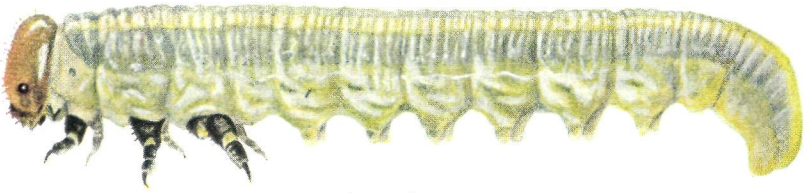
a

1 mm



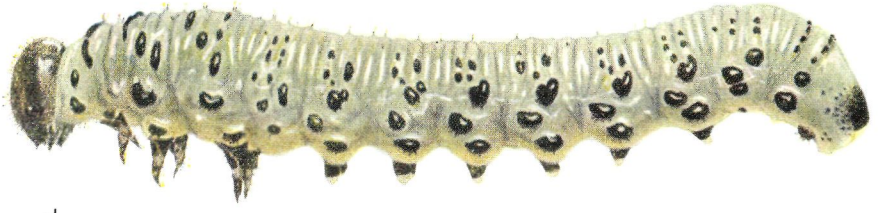
b

1 mm



c

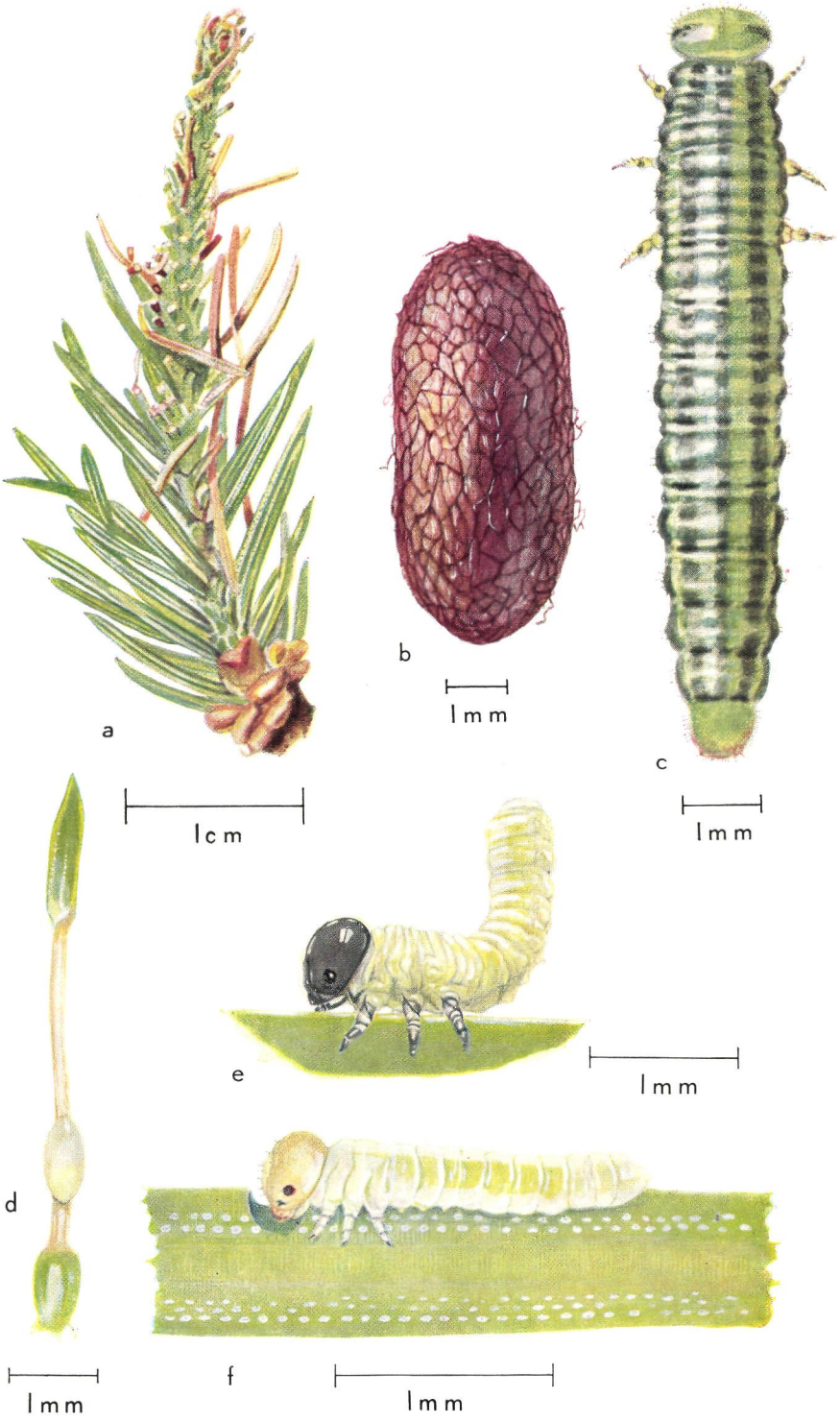
1 mm



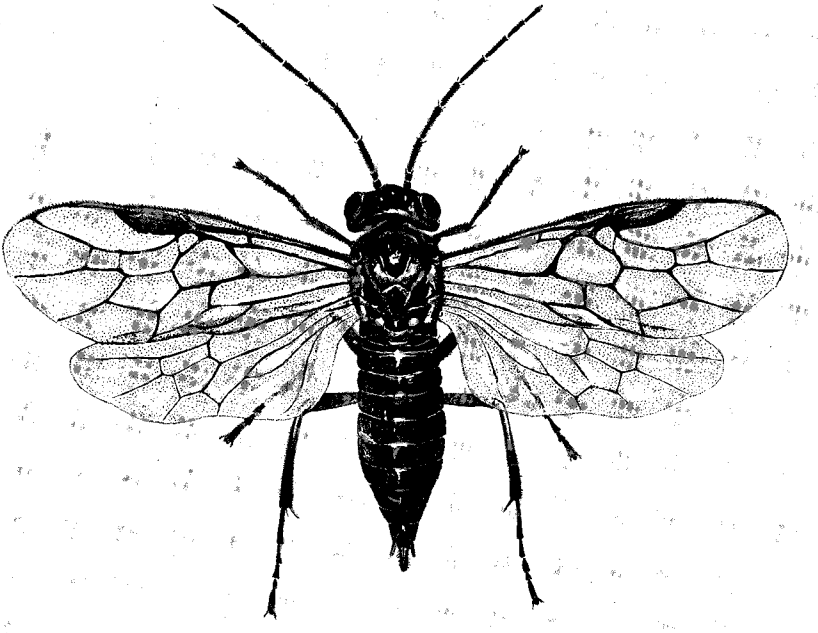
d

1 mm

TAVLE II.



TAVLE III.



jydske Hedeegne. 1. Del: Foryngelsesproblemerne. (Regeneration of Norway Spruce in the Danish heath regions. 1' part: The problems of the regeneration). S. 327.

Bd. XIX, H. 1: Nr. 152. C. H. BORNEBUSCH: Bøgeskovens Behandling paa Boller Skovdistrikt. (Le traitement appliqué par E. Moldenhawer à la forêt de hêtres du domaine forestière de Boller), S. 1. — Nr. 153. F. KRARUP: Langsom Bøgeselvforyngelse. (Régénération naturelle lente d'un peuplement de hêtre). S. 81. — **H. 2**: Nr. 154. CARL MAR: MÖLLER: Mycorrhizae and nitrogen assimilation (Mycorrhizer og Kvælstofassimilation) S. 105. — **H. 3**: Nr. 155. C. H. BORNEBUSCH: Egeprøveflader i Nordsjælland. (Places d'essai de chêne au nordest de Seeland). S. 205. Nr. 156. C. A. JØRGENSEN og CECIL TRESCHOW: Om Bekæmpelse af Rodfordærveren (Fomes annosus (FR.) CKE) ved Fladrodplantning og ved Kalk- og Fosfattilskud. (On the control of root- and butt-rot, caused by Fomes annosus (FR.) CKE by superficial planting and by the application of lime and phosphate). S. 253. **H. 4**: Nr. 159. IB THULIN: Beskadigelser af Douglasgran (Pseudotsuga taxifolia) i Danmark i Vinteren 1946—47. (Damage to Douglasfir (Pseudotsuga taxifolia) in Denmark in the winter of 1946—47). S. 285. **H. 5**: Nr. 160. MOGENS ANDERSEN: Form factor investigations and yield tables for Japanese larch in Denmark. (Formtal og tilvækst for japansk lærk). S. 331.

Bd. XX, H. 1: Nr. 151. E. C. L. LØFTING: Danmarks skovfyrproblem. (Scots pine problems on the heaths and dunes of Denmark) s. 1. — **H. 2**: Nr. 161. JUST HOLTEN: Kulturmåder i Danmarks gamle skovegne 1950. (Methods of Establishment on Old Woodland Sites in Denmark 1950). S. 111. — **H. 3**: Nr. 162. E. OKSBJERG: Rødgranplantagernes foryngelse i de jydske hedeegne. (Regeneration of Norway spruce plantations on the heaths of Jutland). S. 165. — Nr. 163. H. A. HENRIKSEN: Dimensionsklassefordeling for Bøg. (Allocation to diameter classes for beech). S. 229. — **H. 4**: Nr. 164. J. A. LØVENGREEN: Udhugning i bøg i Danmark siden 1900, statistisk belyst og teoretisk bedømt. (Thinning of beech in Denmark since 1900, illustrated statistically and assessed theoretically). S. 271. — **H. 5.**: Nr. 165. J. A. LØVENGREEN: Analyse af en afsluttet prøveflade i rødgran. (Analysis of a completed Sample Plot in Norway Spruce). S. 355. — Nr. 166. H. A. HENRIKSEN: Bemærkninger til udhugningsforsøget i bøg i Århus kommunes skove. (Revision d'une expérience de coupes d'éclaircis de hêtre dans les forêts de la municipalité de Århus). S. 373. — Nr. 167. H. A. HENRIKSEN: Et udhugningsforsøg i ung bøg. (Durchforstungsversuch in jungem Buchen-Bestand). S. 387. — Nr. 168. H. A. HENRIKSEN: Et udhugningsforsøg i sitkagran. (Durchforstungsversuch in einem Bestand von Sitka-Fichten). S. 403.

Bd. XXI, H. 1: Nr. 169. C. H. BORNEBUSCH †: Nørholm Hede. Tredje beretning. (Lande de Nørholm. Troisième rap-

port). S. 1 — Nr. 170. NIELS HAARLØV og BRODER BEIER PETERSEN: Temperaturmålinger i bark og ved af Sitkagran. (Measurements of temperature in bark and wood of Picea sitchensis). S. 43. — **H. 2:** Nr. 171. DAVID FOG and ARNE JENSEN: General volume table for beech in Denmark. (Almindelig massetabel for bøg i Danmark). S. 93. — Nr. 172. H. A. HENRIKSEN: Die Holzmasse der Buche. (Bøgens vedmasse). S. 139. — Nr. 173. H. A. HENRIKSEN og ERIK JØRGENSEN: Rodfordærverangreb i relation til udhugningsgrad. En undersøgelse på eksperimentelt grundlag. (Fomes annosus attack in relation to grade of thinning. An investigation on the basis of experiments). S. 215. — **H. 3:** Nr. 174. CARL MAR: MÖLLER, D. MÜLLER & JÖRGEN NIELSEN: Loss of branches in European Beech. S. 253. — Nr. 175. CARL MAR: MÖLLER, D. MÜLLER & JÖRGEN NIELSEN: Respiration in stem and branches of Beech. S. 273. — Nr. 176. D. MÜLLER: Die Atmung der Buchenblätter. S. 303. — Nr. 177. D. MÜLLER: Die Blätter und Kurztriebe der Buche. S. 319. — Nr. 178. CARL MAR: MÖLLER, D. MÜLLER & JÖRGEN NIELSEN: Graphic presentation of dry matter production of European Beech. S. 327. — **H. 4:** Nr. 179. E. C. L. LØFTING: Danmarks ædelgranproblem. (Denmark's Silver Fir Problem). S. 337. — Nr. 180. V. GØHRN, H. A. HENRIKSEN og B. BEIER PETERSEN: Iagttagelser over Hylesinus (Dendroctonus) micans. (Observations of Hylesinus (Dendroctonus) micans Kug.). S. 383. — Nr. 181. BENT SØEGAARD: Fem søskendebestøvninger i europæisk lærk. (Controlled Pollination of Five Sister Trees of European Larch). S. 435. — Nr. 182. K. BRANDT: Proveniensforsøg med skovfyr m. v. i Jørgensens plantage, Djursland. (Provenance Experiments with Scots Pine etc. in Jørgensen's Plantation, Djursland). S. 449.

Bd. XXII, H. 1: Nr. 183. ERIK HOLMSGAARD: Årringsanalyser af danske skovtræer. (Tree-Ring Analyses of Danish Forest Trees). S. 1. — **H. 2:** Nr. 184. H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Floraundersøgelser i Mølleskoven. 3. beretning. (The Flora in Mölleskoven Forest. Third Report). S. 247. — Nr. 185. BRODER BEIER PETERSEN: Bladhvepsen Lygaeonematus Abietinus Christ som skadedyr på rødgran i Sønderjylland. (Lygaeonematus Abietinus Christ as a Pest on Norway Spruce in South Jutland). S. 275.

DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

udgives ved den forstlige forsøgskommission under redaktion af forstanderen, i hæfter sædvanlig på 5—10 ark, der udsendes fra Statens forstlige Forsøgsvæsen, Møllevangen, Springforbi. Ca. 25 ark (400 sider) udgør et bind. Prisen pr. bind er 10 kr., for skovbrugsstuderende dog 5 kr., der tages ved postgiro samtidig med udsendelsen af 1ste hæfte.

Fortegnelse over indholdet af bd. I—X, 1905—1930, beretninger nr. 1—95 og nr. 97, findes i slutningen af 10de bind og af bind XI—XX, 1930—1951, beretninger nr. 96 og 98—168, i slutningen af 20de bind. Disse fortegnelser tilsendes gratis ved henvendelse til forsøgsvæsenet.

Fortegnelse over indholdet af bd. XVI—XXII er anført på omslaget.

KANDRUP & WUNSCH - KØBENHAVN