

Zur Massenvermehrung und Überwachung von Frostspannerarten in der Forstwirtschaft der DDR in den Jahren 1958—1960

H. FANKHÄNEL

Institut für Forstwissenschaften Eberswalde der Deutschen Akademie der
Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Abteilung Forstschutz gegen tierische Schädlinge

(Mit 9 Textfiguren)

Inhalt

1. Einleitung		890
2. Methodik		891
3. Verbreitung und Schadauftreten von Frostspannern		892
4. Zur Fruchtbarkeit und Sterblichkeit der Schädlinge		897
5. Beurteilung der zu erwartenden Schädlingsdichte		904
Zusammenfassung		912
Literatur		913

1. Einleitung

Die Massenvermehrungen blattfressender Eicheninsekten haben in den letzten Jahren in den Laubwäldern der Deutschen Demokratischen Republik und auch anderer europäischer Länder beachtlichen Schaden angerichtet. Dabei kommt verschiedenen Frostspannerarten eine große Bedeutung als Schädlinge unserer Eichenwälder zu. Da der großflächige Schadfraß des Grünen Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) mit dem Auftreten der Frostspanner oft „gekoppelt“ war, trat auf ausgedehnten Waldflächen auch in Laubholz-Mischbeständen bisweilen vollkommener Kahlfraß ein, weil die polyphagen Frostspanner außer den Eichen auch die anderen Laubholzarten, wie Hainbuche, Buche u.v.a., nicht verschonen.

Aus der Fachliteratur des landwirtschaftlich-gärtnerischen Pflanzenschutzes ist der Kleine Frostspanner (*Operophtera brumata* L.) als arger Feind des Obstbaues gefürchtet, und für den Obstbau bedeutet Kahlfraß durch Frostspannerräupen totaler Ausfall der Ernte. Demgegenüber traten in der Forstwirtschaft selbst durch starke Fraßschäden keine gleichwertigen Verluste ein. Dennoch sind in der forstlichen Literatur und auch im Verlaufe der vergangenen Massenvermehrung erhebliche Schäden durch Frostspannerfraß bekannt geworden. Das mehrjährige Auftreten von Eichenschädlingen hatte in der Regel zur Folge, daß fast überall Saatgut an Eicheln fehlte.

Auf Ausfälle der Eichelmast nach starkem Fraß wird auch in der Literatur hingewiesen (EIDMANN, 1930; ROMANOWA, 1952). Als weitere Folgen sind Zuwachsverluste,

Zopftrocknis und Trockenästigkeit bekannt (EIDMANN, 1930). HARTIG (1875) berichtete, daß Fraßeichen nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Jahresringbreite gegenüber den nichtbefressenen Eichen aufweisen; JÜTTNER (1959) stellte nach Eichenwicklerfraß fest, daß pro Jahr und ha Zuwachsverluste von 2—4 fm eintreten, die z. T. mehr als 50% des „normalen Zuwachses“ ausmachen. Nach Angaben von WOLFF (1915) kamen nur ausnahmsweise Laubgehölze nach Frostspannerfraß zum Absterben; aber es zeigte sich häufig ein Eingehen des Buchenunterbaues.

Wir konnten bei mehrjährig wiederholtem Fraß ein fortschreitendes Kränkeln vor allem älterer Eichen feststellen, das zu dem sog. Eichensterben beitragen dürfte. Diese Komplexkrankheit ist mehreren Faktoren zuzuschreiben, wobei der Schädlingsfraß neben anderen Ursachen, wie Absinken des Grundwassers oder zu starke Auflichtung der Eichenbestände, eine wesentliche, das „Eichensterben“ auslösende Rolle spielen kann.

Durch den gebietsweise starken Fraß mit allen seinen Folgeerscheinungen machten sich großflächige Bekämpfungen der Eichenschädlinge mit chemischen Mitteln notwendig. Die dabei auftretenden Fragen, wie Beurteilung des Gradationsverlaufes, Einschätzung der zu erwartenden Schädlingsdichte u.a.m. bedurften einer vordringlichen Klärung, zumal die vorliegende Literatur über Frostspannerauftreten im Forst hierüber nur wenig aussagt.

2. Methodik

Unsere Freiland- und Laboratoriumsuntersuchungen über Frostspanner wurden in den Jahren 1957—1960 durchgeführt. Mit den Schwerpunkten des Massenauftritts machten wir uns über den Forstschutzmeldedienst bekannt, dessen Unterlagen eine Beurteilung der Verbreitung und des Schadausmaßes der Frostspanner in der DDR gestatteten. Wiederholte und zumeist mehrere Tage in Anspruch nehmende Untersuchungen in den Schadbeständen selbst, vor allem der Staatl. Forstwirtschaftsbetriebe Hettstedt/Harz, Strausberg, Frankfurt/Oder, Eberswalde, ergänzten unsere Kenntnisse über die Lebensweise, die Populationsdynamik, den Gesundheitszustand, die Parasitierung der verschiedenen Frostspannerarten und andere damit zusammenhängende Erscheinungen. Laufende Materialentnahmen von den Befallsflächen und die Aufzucht der Raupen im Laboratorium gaben uns Einblick in die artliche Zusammensetzung der Frostspannerpopulationen, die Rolle der natürlichen Feinde bei der Dezimierung der Schädlinge, das Schlüpfprozent der Falter, das Geschlechterverhältnis und die Eiproduktion der Frostspannerarten. Die Haltung der Raupen bereitete keine Schwierigkeiten; es mußte aber in der Diapausezeit des Puppenstadiums darauf geachtet werden, daß die Luftfeuchtigkeit nicht so tief absank. Zur Ermittlung der zu erwartenden Schädlingsdichte erprobten wir mehrere Verfahren in Zusammenarbeit mit der forstlichen Praxis. Von den Methoden des „Puppensuchens“ und des „Lichtfanges an UV-Lampen“ wurde abgegangen. Es wurde ein neues „Leimringverfahren“ entwickelt und angewandt, das nach nunmehr 3jähriger praktischer Erprobung seine Brauchbarkeit erwiesen hat. In mehreren Staatl. Forstwirtschaftsbetrieben dienten die gewonnenen Untersuchungsergebnisse und Erfahrungen mit der Leimringmethode zur Abgrenzung der Bekämpfungsquartiere für chemische Begiftungsaktionen. In enger Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis kam so eine wechselseitige Förderung der Arbeiten zustande.

Den forstlichen Dienststellen und ihren einsatzbereiten Praktikern möchte ich an dieser Stelle für die entgegenkommende Unterstützung besonders danken. Dank schulde

ich auch den Spezialisten für die Determinierung schwierig zu unterscheidender Frostspannerarten und des Parasitenmaterials. Die Bestimmung von Frostspannern übernahm freundlicherweise Herr Dr. E. URBAHN, Zehdenick/Mark. Die Ichneumoniden wurden von Herrn G. A. VIKTOROW, Moskau, die Braconiden von Herrn TOBIAS, Leningrad, die Perilampiden durch Frau M. N. NIKOLSKAJA, Leningrad, und die Tachiniden durch Herrn Dr. B. HERTING, Münster/Westf., bestimmt.

3. Verbreitung und Schadauftreten von Frostspannern

In den befallenen Eichenbeständen unserer Republik kamen Frostspannerarten, die verschiedenen Arten zugehörten, stets nebeneinander vor, wenn auch das Übergewicht der gefundenen Individuen immer recht eindeutig auf seiten des Kleinen Frostspanners (*Operophtera brumata* L.) lag. Im Mittel machte in unseren Untersuchungen, in denen weit über 35000 Frostspanner vorlagen, der Kleine Frostspanner etwa 94% an der Gesamtschädlingsmenge aus. Unerwartet häufig war der Orangegelbe Frostspanner (*Erannis aurantiaria* ESP.) vertreten (ca. 4%), der nach Angaben von ESCHERICH (1931) „forstlich bisher noch kaum merklich hervorgetreten“ ist. Diese Art trat in den letzten Jahren auch in Westdeutschland als Eichenschädling stärker in Erscheinung. An dritter Stelle folgte in unseren Untersuchungen der Große Frostspanner (*Erannis defoliaria* CL.), der im Vergleich mit den anderen Arten nur etwa zu 2% vertreten war. Neben den genannten häufigen Frostspannerarten waren in bedeutend geringerem Umfange noch anzutreffen: *Operophtera fagata* SCHARFENBG., *Alsophila quadripunctata* ESP., *Alsophila aescularia* SCHIFF., *Erannis leucophaearia* SCHIFF., *Erannis marginaria* БКН. Diese Arten kamen uns nur in wenigen Exemplaren zu Gesicht. Sie erlangen an der Eiche bei uns keine wirtschaftliche Bedeutung und sollen in der vorliegenden Arbeit nicht näher behandelt werden.

Das Verbreitungsgebiet der wichtigsten 3 Frostspannerarten erstreckt sich über ganz Europa und Kleinasien (ESCHERICH, 1931; PAWLOWSKI, 1955). Massenvermehrungen von Frostspannern werden im forstlichen Schrifttum nicht oft angezeigt.

Eine der ältesten Literaturangaben über ein Schadauftreten des Großen Frostspanners findet sich bei RATZBURG, nach dem dieser Schädling im Jahre 1835 in der Preußischen Oberförsterei Schwarza (Erfurt) starken Fraß verursacht hat. Im Jahre 1853 wurde von DÖBNER (zitiert bei ESCHERICH, 1931) an Eiche und Buche im Spessart durch dieselbe Art ein Fraß registriert, der sich nach HESS im Jahre 1883 im selben Gebiete wiederholt hat. Eine sehr starke Massenvermehrung des Kleinen Frostspanners vermerkte HARTIG (1875) für den Nordrand des Harzes bis in die Gegend von Hannover, wobei „größere Eichen- und Hainbuchenbestände bis Juni laublos blieben.“ Die Massenvermehrung dauerte von 1872—1874 an. Ende der 70er und Anfang der 80er Jahre sind über längere Vermehrungsperioden die Eichen in Neu-vorpommern und auf Rügen, vor allem die Forsten der Universität Greifswald, sehr stark befallen worden (WIESE, 1887). Ein starkes Auftreten des Kleinen Frostspanners, zumeist zusammen mit dem Grünen Eichenwickler, wird auch für den Unterharz vom Jahre 1905 und für die Jahre 1914/15 in 80—100jährigen Eichenbeständen eines westfälischen Schutzbezirkes angegeben (ESCHERICH, 1931). Großflächige Vorkommen durch Frostspannerfraß sind auch aus

dem östlichen Europa bekannt geworden. Nach Angaben von LOSINSKIJ (1958) trat der Kleine Frostspanner in der Zeit von 1923—1953 in der Ukrainischen Republik (ohne Krim) im Gebiet der Waldzone mit einer Gesamtfläche von 146 000 ha Eichenwald auf 2139 ha, in der Waldsteppenzone mit insgesamt ca. 559 400 ha Eichenwald auf 15 765 ha und in der Steppenzone mit zusammen 100 600 ha Eichenwald auf 900 ha schädlich auf. In Deutschland zeigte der Frostspanner Anfang der 30er Jahre eine Massenvermehrung im Oderauegebiet, so daß Motorstäuber und Arsenpräparate zur Bekämpfung des Schädlings eingesetzt werden mußten (EIDMANN, 1930). 1947/48 sind recht starke Fraßschäden aus den Laubwäldern Mitteldeutschlands bekannt geworden (NOLTE, 1948); dabei hatte hauptsächlich „das Unterholz durch Kahl- und starken Lichtfraß gelitten“. Ein örtlich verschiedenes starkes Frostspannerauftreten wird auch im Jahre 1949 für das Weser-Ems-Gebiet angegeben (BLASZYK & HOLZ, 1950). In der Arbeit von ПАДИ (1959) wird der Kleine Frostspanner als verbreiteter Schädling in der Ukraine dargestellt, der zumeist in der Gemeinschaft mit dem Großen Frostspanner im letzten Jahrzehnt in einer Reihe von Leschosen Massenvermehrungen hervorbrachte. So trat seit dem Jahre 1950 in der Kalinowskij-Oberförsterei auf ca. 1000 ha starker Fraßschaden ein. Die Gradation erreichte 1952/53 ihren Höhepunkt und brach 1954 vor allem durch die Einwirkungen von Parasiten zusammen. МОРАВСКАЈА (1956) gibt für die Jahre 1953/54 Massenvermehrungsherde von Frostspannern für die Auewälder des Telermanov-Massivs an, wo an frühtreibenden Eichen 3,7 mal mehr Raupen Fraß verursachten als an Spätformen. In den Jahren 1957 und 1958 ist von stärkeren Frostspannerschäden mit teilweisem Kahlfraß aus Westfalen, aber auch aus Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Bremen und Rheinland-Pfalz berichtet worden. So wurden 1957 die Eichenbestände im Bezirk Hildesheim in weitem Umfange kahl gefressen. 1959 waren die Fraßschäden erheblich geringer, was im wesentlichen darauf zurückzuführen sei, daß Übervölkerungserscheinungen vom Jahre 1958 zum Zusammenbruch der Massenvermehrung geführt haben.

Frostspanner sind über das ganze Gebiet unserer Republik verbreitet (Fig. 1 u. 2). Wir konnten die Schädlinge sowohl in Eichenbeständen des Thüringer Waldes und in großer Zahl im Steigerwald bei Erfurt feststellen; wir fanden sie auch im Norden der DDR, auf Rügen, auf der Insel „Bock“, wo der Kleine Frostspanner starken Fraß am Sanddorn (*Hippothoe*) verursachte.

Bis zum Jahre 1955 (bei Betrachtung des Zeitraums von 1952—1960) waren in der DDR nur örtliche, kleinere Fraßherde von Frostspannern bekannt. So ist aus den Unterlagen des Forstschutzmeldedienstes ersichtlich, daß von 1952—1955 nur vereinzelt Schadauftreten bemerkt wurde (Fig. 2). Im Jahre 1956 hingegen meldeten 28 Oberförstereien Frostspanner-vorkommen, davon 12 mit starkem Auftreten. Diese 12 Meldegebiete liegen ausschließlich im westlichen Teil der Republik, in einem ca. 80 km breiten Streifen, der sich vom Kyffhäuser nördlich bis an die Ostsee erstreckt. Zu Kahlfraß kam es in den Bezirken Halle (Saale) und Magdeburg, insbesondere im südöstlichen Harzvorland (Staatl. Forstwirtschaftsbetriebe Hettstedt/Harz, Querfurt, Sangerhausen). Dieses zusammenhängende Hauptschadgebiet hob sich noch deutlicher im Jahre 1957 heraus (Fig. 1), als im westlichen Raum des Bezirkes Halle/Saale auf einer Gesamtfläche von etwa nur 300 qkm 16 Oberförstereien Frostspannerauftreten und davon 7 starkes Vorkommen angaben. Während sich in den Jahren 1956/57 in den Bezirken Halle/Saale und Magdeburg das stärkste Auftreten abzeichnete, in der Folge-

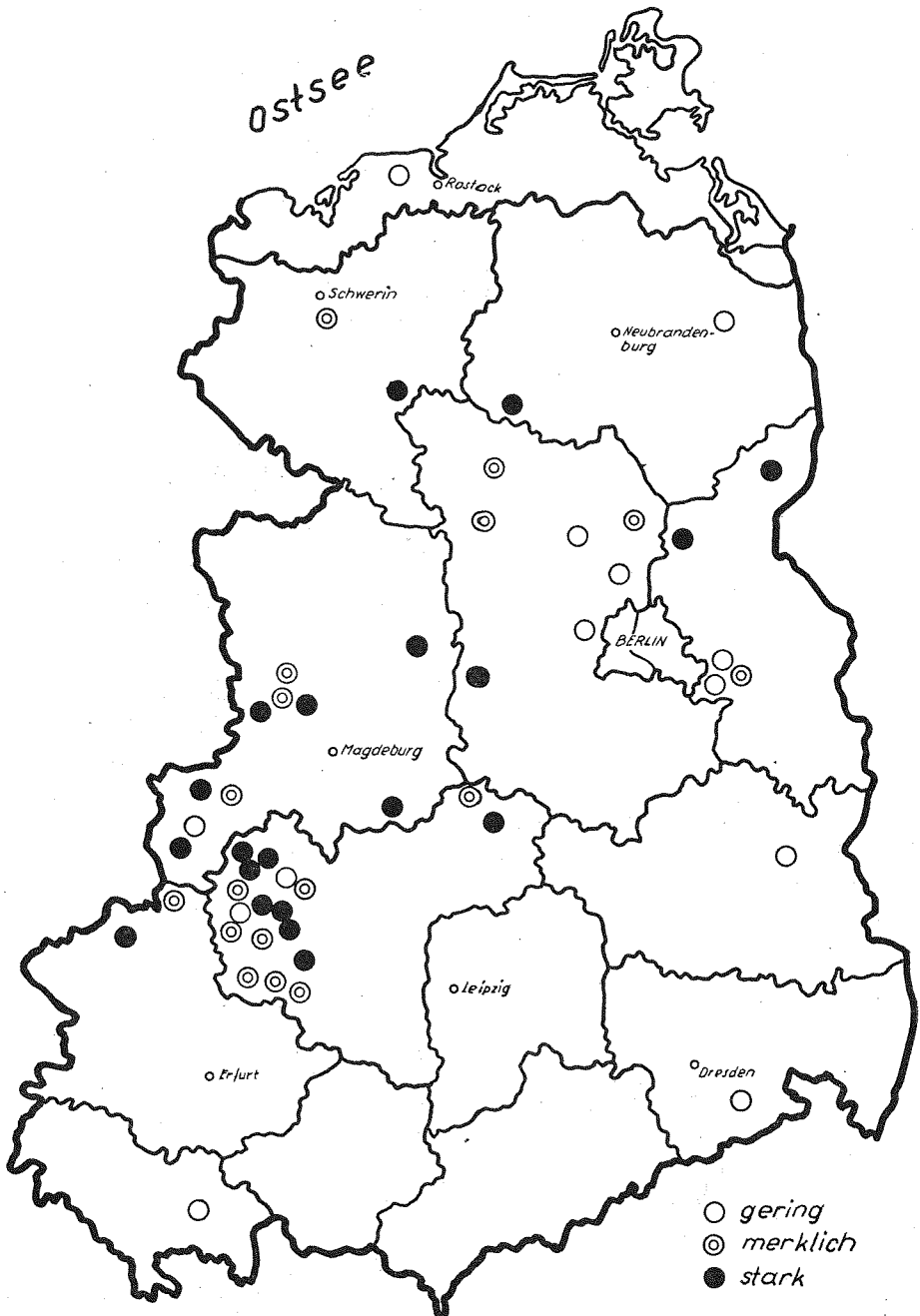


Fig. 1. Auftreten der Frostspanner im Jahre 1957

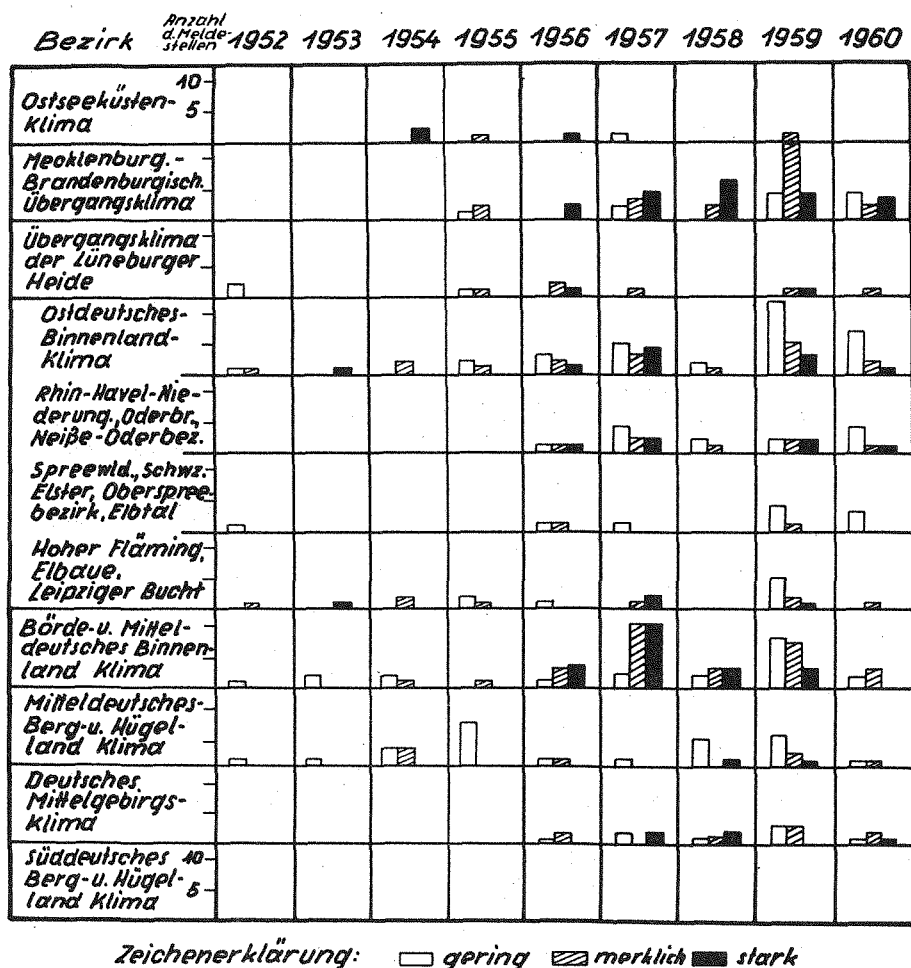


Fig. 2. Auftreten der Frostspanner in den Jahren 1952—1960, aufgegliedert nach Klima-bezirken (nach Unterlagen des Forstschutzmeldedienstes)

zeit die Zahl der Oberförstereien mit Frostspannerauftreten hierselbst aber zurückging, erreichte die Massenvermehrung in den Bezirken Potsdam und Frankfurt/Oder erst 1959/60 ihren Höhepunkt. Bekämpfungsaktionen wurden auch im Jahre 1958 im Bezirk Halle/Saale (Staatl. Forstwirtschaftsbetriebe Querfurt und Hettstedt/Harz) durchgeführt, während sie sich im Bezirk Frankfurt/Oder im Jahre 1959 (Staatl. Forstwirtschaftsbetrieb Strausberg) und im Jahre 1960 (Staatl. Forstwirtschaftsbetrieb Frankfurt, Oder) nötig machten.

Es ergab sich — wie bei der Eichenwicklervermehrung — in den letzten Gradationsjahren dasselbe Bild, nämlich, daß größere Vermehrungsherde

von Eicheninsekten sich anfangs im mittleren westlichen Teil unserer Republik heraushoben und dann eine Verschiebung der Fraßschwerpunkte von Südwest nach Nordost erfolgt ist (FANKHÄNEL, 1960). Dieses Phänomen läßt sich auch aus einer Zusammenstellung ablesen, in der die Frostspannermeldungen jahresweise nach Klimabezirken geordnet sind (Fig. 2). Es ist ersichtlich, daß im Bereich des Börde- und Mitteldeutschen Binnenlandklimas das stärkste Frostspannerauftreten in das Jahr 1957 fiel, während um dieselbe Zeit im Bereich des Mecklenburgisch-Brandenburgischen Übergangsklimas und des Ostdeutschen Binnenlandklimas zwar auch ein Ansteigen des Schädlingsvorkommens verzeichnet wurde, dessen Höhepunkt sich jedoch erst 1959/60 herausbildete.

Die Fraßbestände der Frostspanner unterscheiden sich deutlich von denen des Eichenwicklers. Niemals konnten wir beobachten, daß bei einer Massenvermehrung von Frostspannern die Bestände so gleichmäßig starken Befall bzw. Fraßschaden erlitten, wie das beim Eichenwickler der Fall ist. Es zeichnete sich vielmehr ein nesterweises Auftreten der Frostspanner ab, das von einem Jahr zum anderen örtliche Veränderungen in der Fraßintensität von Bestand zu Bestand aufwies. So konnten wir z. B. auf Versuchsflächen in den Revieren Tiefensee, Blumenthal und Liepe im Bezirk Frankfurt/Oder feststellen, daß die Frostspannerdichte vom Jahre 1958 zum Jahre 1959 in stärker befallenen Beständen ziemlich gleichmäßig absank (Fig. 5), während sie dagegen in Nachbarbeständen, die zunächst nur geringen oder kaum merklichen Frostspannerfraß zeigten, merklich anstieg, wenn es auch nicht mehr zu derselben Fraßstärke kam wie auf den erstgenannten Versuchsflächen. Es scheint somit, daß sich ein „Primärherd“ in einen unmittelbar benachbarten „Sekundärherd“ erweitert, der nicht mehr so hohe Schädlingsdichten aufweist wie der „Primärherd“. Damit soll nichts gegen eine autochthone Entstehung von Massenvermehrungen der Frostspanner gesagt sein, zumal deren Ausbreitung durch Überflug fast ausgeschlossen ist. Aber daß vom Fraß im ersten Jahre weitgehend verschonte Bestände, die an ein Schadzentrum mit Kahl- oder starkem Lichtfraß angrenzen, im darauffolgenden Jahre stärker befallen sind als im Vorjahre, während im Schadzentrum die Frostspannervermehrung erloschen ist und die Fraßbäume grün bleiben, konnten wir mehrfach feststellen.

Die Dauer der Massenvermehrung von Frostspannern war örtlich kürzer als beim Eichenwickler. Normalerweise erfolgte die Kulmination im 2. Fraßjahre. Insgesamt machten sich in den Fraßherden höhere Populationsdichten der Frostspanner, die zu Blattverlusten mit Licht- bis Kahlfraß führten, über 3—4 Jahre bemerkbar. Diese verhältnismäßig kurze Gradationszeit erforderte im Hinblick auf Bekämpfungsmaßnahmen sichere Prognosestellungen über die zu erwartende Schädlingdichte und die Gesundheitsentwicklung der Populationen. Da eine Zunahme der Frostspannervermehrung lokal nesterweise vor sich geht, ist eine vorläufige Abgrenzung der Fraßflächen durch Einschätzung der Fraßstärke angebracht.

Die in eine Karte eingezeichneten Fraßherde weisen jene Befallsbestände aus, in denen Prognoseuntersuchungen zur Beurteilung der zu erwartenden Fraßschäden durchgeführt werden müssen. Es ist darauf zu achten, daß sich die ersten merklichen Fraßschäden zumeist in älteren Beständen zeigen. Laubholzverjüngungen werden weit geringer befallen. An den Fraßbäumen zeigt sich bei schwachem Befall, daß Frostspanner hauptsächlich die unteren Kronenpartien heimsuchen. Schwierig wird eine klare Entscheidung, wenn Eichenwickler und Frostspanner zusammen vorkommen, wie z. B. im Staatlichen Forstwirtschaftsbetrieb Frankfurt/Oder im Jahre 1960. In solchen Fällen wurden über beide Eichenschädlinge in denselben Beständen Prognoseuntersuchungen durchgeführt (Fig. 9), die uns erlaubten, eindeutige Schlußfolgerungen zu ziehen.

4. Zur Fruchtbarkeit und Sterblichkeit der Schädlinge

Die laufenden Veränderungen der Populationsdichte sind dadurch gekennzeichnet, daß der Individuenbestand von einer zur anderen Generation durch einwirkende abiotische und biotische Faktoren während der Ei-, Raupen-, Puppen- und Falterentwicklung ständig mehr oder weniger reduziert wird. Zur Feststellung der Fruchtbarkeit bei Frostspannern auf der Grundlage des Geschlechterverhältnisses und der Eizahl bedienten wir uns derselben Methode wie THIEM (1922), indem wir die auf Leimringen gefangenen Tiere untersuchten.

Dabei ist unvermeidlich, daß nicht alle am Stamm aufbaumenden Weibchen erfaßt werden, da immer einige Tiere vor der Barriere „Leimring“ ausweichen, herunterfallen und einen anderen Baum zur Eiablage aufsuchen. Andererseits beginnt ein Teil der Weibchen schon unterhalb des Leimringes am Stamme mit der Eiablage, so daß nicht alle gefangenen Tiere noch ihren gesamten Eiervorrat besitzen.

Die an den Leimringen ermittelten Falterzahlen wiesen in unseren Untersuchungen für alle Frostspannerarten in den einzelnen Jahren Geschlechterverhältnisse auf, in denen die Männchen immer stark vorherrschten (Tab. 1).

Ein Überwiegen der Männchen haben auch THIEM (1922) und RUSS (1956) bei Untersuchungen in Obstanlagen gefunden. RUSS stellte z. B. 3,4mal mehr männliche Falter als Weibchen fest.

Wie aus Tab. 1 hervorgeht, haben wir auf gewissen Versuchsflächen (Tiefensee I und II und Blumenthal) für die Arten *Erannis aurantiaria* und *E. defoliaria* überhaupt kein Weibchen fangen können, obwohl z. T. über 100 Männchen ausgezählt wurden. Aus den Zahlenwerten der gefangenen Falter auf den Versuchsflächen in Tiefensee I, II und Blumenthal erhellt deutlich die Proterandrie des kleinen Frostspanners. Damit erklären sich auch die Verschiebungen des Geschlechterverhältnisses mit dem Datum des Abfalterns. Während bis Ende Oktober 1958 fast nur Männchen an den Leimringen gefunden wurden, änderten sich die Fangergebnisse in der ersten und zweiten Novemberdekade erheblich (Tab. 1). Die Zahl der geschlüpften und gefangenen Weibchen wurde größer und ergab in einem Falle sogar ein Geschlechterverhältnis zugunsten der Weibchen (Tab. 1, Rev. Blumenthal,

Tabelle 1. Zahl der ermittelten Frostspanner an je 10 Stämmen, getrennt nach Art und Geschlecht auf den Versuchsflächen der Staatl. Forstwirtschaftsbetriebe Eberswalde und Strausberg im Jahre 1958

Gebiet	Datum	<i>Operophtera brumata</i> L.			<i>Erannis defoliaria</i> Cl.			<i>Erannis aurantiaria</i> Esp.		
		Männ- chen absol.	Weib- chen absol.	Männ- chen (%)	Männ- chen absol.	Weib- chen absol.	Männ- chen (%)	Männ- chen absol.	Weib- chen absol.	Männ- chen (%)
Tiefen- see I	25.10.	2	2	50.0	—	—	—	15	—	100
	28.10.	10	2	83.4	29	—	100	33	—	100
	31.10.	28	3	90.4	7	—	100	48	—	100
	11.11.	1308	104	92.5	38	—	100	25	—	100
	18.11.	1361	138	91.0	7	—	100	1	—	100
	3.12.	592	124	82.6	—	—	—	—	—	—
	Summe:	3301	373	90.0	81	—	100	122	—	100
Tiefen- see II	25.10.	1	—	100	1	—	100	33	—	100
	28.10.	41	3	93.1	31	—	100	33	—	100
	31.10.	114	—	100	47	2	95.9	30	—	100
	11.11.	2905	331	90.5	155	—	100	12	—	100
	18.11.	3220	351	90.0	6	—	100	1	—	100
	3.12.	1379	231	85.6	—	—	—	—	—	—
	Summe:	7760	916	89.5	240	2	99.2	109	—	100
Blumen- thal	21.10.	9	—	100	—	—	—	1	2	33.4
	25.10.	9	1	90	33	—	100	26	1	96
	28.10.	139	4	97.1	—	—	—	9	—	100
	2.11.	540	101	84.1	2	—	100	1	—	100
	12.11.	2685	851	76.	—	—	—	—	—	—
	21.11.	1349	505	72.6	—	—	—	—	—	—
	3.12.	146	178	45.1	—	—	—	—	—	—
	Summe:	4877	1640	74.2	35	—	100	37	3	92.5
Liepe I	25.10.	—	—	—	—	—	—	227	25	90
	28.10.	127	14	90.0	—	—	—	—	—	—
	2.11.	52	2	96.4	42	—	100	94	—	100
	9.11.	511	41	97.4	6	—	100	41	1	97.6
	14.11.	919	49	94.9	—	—	—	—	—	—
	20.11.	309	23	99	4	1	80	2	—	100
	25.11.	389	12	96.9	2	—	100	—	—	—
	3.12.	68	8	89.5	3	—	100	—	—	—
	Summe:	2375	149	94	57	1	98.1	364	26	93.3
Liepe II	11.11.	814	70	92	73	4	94.6	72	5	93.6
	15.11.	1932	274	85.5	27	14	65.9	146	—	100
	20.11.	1194	164	88	10	5	66.7	2	—	100
	25.11.	1719	143	92.1	5	—	100	—	—	—
	3.12.	358	72	83.3	—	—	—	—	—	—
	Summe:	6017	723	91.6	115	23	83.4	220	5	97.8
insgesamt		24330	3801	86.4	528	26	95.5	852	34	96.0

3. 12. 1958). Unsere Untersuchungen über den Männchen-Weibchenindex wiesen auch in aufeinanderfolgenden Massenvermehrungsjahren Zahlen zugunsten der Männchen aus; dabei konnten wir keine Verschiebung des Geschlechterverhältnisses in Abhängigkeit vom Stadium der Massenvermehrung feststellen.

Zur Beurteilung der Fruchtbarkeit spielt die Bestimmung der Eizahl eine wichtige Rolle.

In der Literatur finden sich einige Angaben über die Eiproduktion von Frostspannern: Für *Op. brumata* nach KOSHANTSCHIKOW (1947) eine mittlere Eizahl von 100 Eiern (0—350 Eier); für *Er. defoliaria* nach ILINSKIJ (1955) maximal 600 Eier und in Abhängigkeit von der Gradationsphase ein Absinken der mittleren Eizahl auf 20—70 Eier je Weibchen.

Die Eiauszählung bei mehreren tausend Frostspannerweibchen ergaben in unseren Untersuchungen vom Jahre 1958 eine mittlere Eizahl von 60 Eiern für *Op. brumata*. Für das Untersuchungsgebiet Liepe ermittelten wir für *Er. defoliaria* eine mittlere Eizahl von 157 (90—243 Eier) und für *Er. aurantiaria* 213 Eier (57—386 Eier). Die erhaltenen Einzelwerte weichen allerdings erheblich von den aufgeführten Mittelwerten ab. So schwankten z. B. die Eizahlen für *Op. brumata* bei den Auswertungen im Jahre 1958 von 0—330 Eier. Die Häufigkeitsverteilung wies eindeutig aus, daß auf allen Versuchsflächen über 35% der untersuchten Weibchen nur 0—20 Eier enthielten (Tab. 2). Diese Feststellung stützt unsere Beobachtung, daß ein Großteil der auf den Leimring gelangten Weibchen seinen Eiervorrat teilweise schon abgesetzt hatte. Die prozentuale Häufigkeit der Eizahlen, die wir bei den Weibchen des Kleinen Frostspanners in den einzelnen Untersuchungsbeständen ermittelten (Tab. 2), läßt eine Abhängigkeit in Beziehung zur Phase der Massenvermehrung erkennen. Vergleicht man die Werte von den Versuchsflächen in Liepe I und Blumenthal miteinander, so zeigt sich, daß die niedrigen Eizahlen (0—20; 20—40) in Blumenthal überwogen, während in Liepe im selben Jahre die absolut höchsten Eizahlen ermittelt wurden. Im Hinblick auf das Stadium der Massenvermehrung des Frostspanners hob sich zwischen beiden Versuchsflächen ein klarer Unterschied ab. Während im Revier Blumenthal (Staatlicher Forstwirtschaftsbetrieb Strausberg) im Jahre 1958 ein Retrogradationsherd vorlag, in dem 1959 kaum noch Raupen angetroffen werden konnten, befand sich die Massenvermehrung im Revier Liepe (Staatlicher Forstwirtschaftsbetrieb Eberswalde) 1958 in der Kulminationsphase, und der Fraß hielt hierselbst im Jahr 1959 und auch 1960 noch an. Daraus ergab sich die Möglichkeit, auf Grund der ermittelten Eizahlen prognostische Aussagen über den örtlichen Weiterverlauf der Gradation zu machen. Es hat sich deshalb für die Praxis als vorteilhaft erwiesen, die auf den Leimringen gefangenen Weibchen der Kontrollbestände (zusammen mit den ausgefüllten Vordrucken) nach Abschluß der Falterfänge dem zuständigen Institut zur prognostischen Auswertung und Beurteilung der Eizahlen vorzulegen (FANKHÄNEL, 1959).

Tabelle 2. Häufigkeit der Eizahlen von *Operophtera brumata* L. auf den Versuchsflächen im Jahre 1958

Anzahl der Eier pro Weibchen	LIEPE I		LIEPE II		TIEFENSEE I		TIEFENSEE II		BLUMENTHAL	
	Zahl der Weibchen	%	Zahl der Weibchen	%	Zahl der Weibchen	%	Zahl der Weibchen	%	Zahl der Weibchen	%
0—20	164	37.4	189	41.2	80	43.7	221	38.8	685	45.4
20—40	57	13.0	59	12.9	24	13.1	62	10.9	316	21.0
40—60	50	11.4	32	7.0	11	6.0	63	11.0	200	13.3
60—80	40	9.1	27	5.9	11	6.0	58	10.2	132	8.8
80—100	38	8.7	27	5.9	12	6.6	45	7.9	81	5.4
100—120	18	4.1	16	3.5	16	8.7	34	6.0	50	3.3
120—140	18	4.1	22	4.8	10	5.5	34	6.0	25	1.7
140—160	12	2.7	27	5.9	9	4.9	15	2.6	4	0.3
160—180	14	3.2	18	3.9	2	1.1	17	3.0	8	0.5
180—200	5	1.1	15	3.3	4	2.2	10	1.8	5	0.3
200—220	7	1.6	12	2.6	2	1.1	7	1.2	2	0.1
220—240	4	0.9	7	1.5	1	1.1	2	0.3	1	0.1
240—260	5	1.1	5	1.1	—	—	1	0.2	—	—
260—280	4	0.9	2	0.4	—	—	—	—	—	—
280—300	1	0.2	—	—	—	—	1	0.2	—	—
300—320	1	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—
320—340	—	—	1	0.2	—	—	—	—	—	—
Summe:	438		459		183		570		1509	

An der Dezimierung des Ausgangsbestandes der Frostspannerpopulationen sind viele Faktoren beteiligt. Unter den abiotischen Gegenspielern sind die Wetterverhältnisse von entscheidender Bedeutung, da sie von Jahr zu Jahr beträchtliche Schwankungen in der Populationsdichte der Schädlinge hervorrufen können. So kann infolge Inkoinzidenz des Eiräupchenstadiums mit dem wetterbedingten Schwellungsgrad der Knospen eine hundertprozentige Sterblichkeit der Frostspannerpopulationen eintreten.

Angaben über unterschiedlichen Fraß verschiedener Eicheninsekten an früh- und spätreibenden Eichen finden sich in der Literatur öfters (MEYERINCK, 1839; GASOW, 1925; HERTZ-KLEPTOW, 1949; MORAWSKAJA, 1956; FANKHÄNEL, 1957; SCHÜTTE, 1957).

Von Jahr zu Jahr wechselnde, große Unterschiede im Fraßgrad von Baum zu Baum ließen sich auf die Inkoinzidenz zwischen der Knospenlockerung und dem Schlüpfen der Eiräupchen zurückführen. Dabei zeigte sich übereinstimmend, daß die extremen Frühtreiber fast regelmäßig, mittlere Frühtreiber zumeist alljährlich befallen wurden. Extreme Spätreiber dagegen blieben fast ausschließlich vom Fraß verschont, auch im Jahre 1958, als die Spätreiber schon verhältnismäßig zeitig im vollen Laub standen. Die bei den spätreibenden Eichen noch fest geschlossenen kleinen Knospen gestatten es den Eiräupen der Frostspanner nicht, ins Knospeninnere einzu-

dringen. Wie auch bei anderen Eicheninsekten gilt hier die Regel, daß bei einem verstärkten Anbau spät- bzw. extrem spätreibender Eichen eine Verringerung der Fraßschäden zu erwarten ist.

Ein anderer abiotischer Faktor, der nach Zuchtversuchen zu einer hohen Sterblichkeit hauptsächlich der Frostspannerpuppen führt, ist die Feuchtigkeit. Die im Boden in mit Erdteilchen versponnenen Kokons ruhenden Puppen des Kleinen Frostspanners sind sehr empfindlich gegenüber Nässe und Trockenheit. Bei Probesuchen in besonders feuchten Böden fanden wir abgestorbene, meistens verjauchte Puppen. Andererseits zeigten unsere

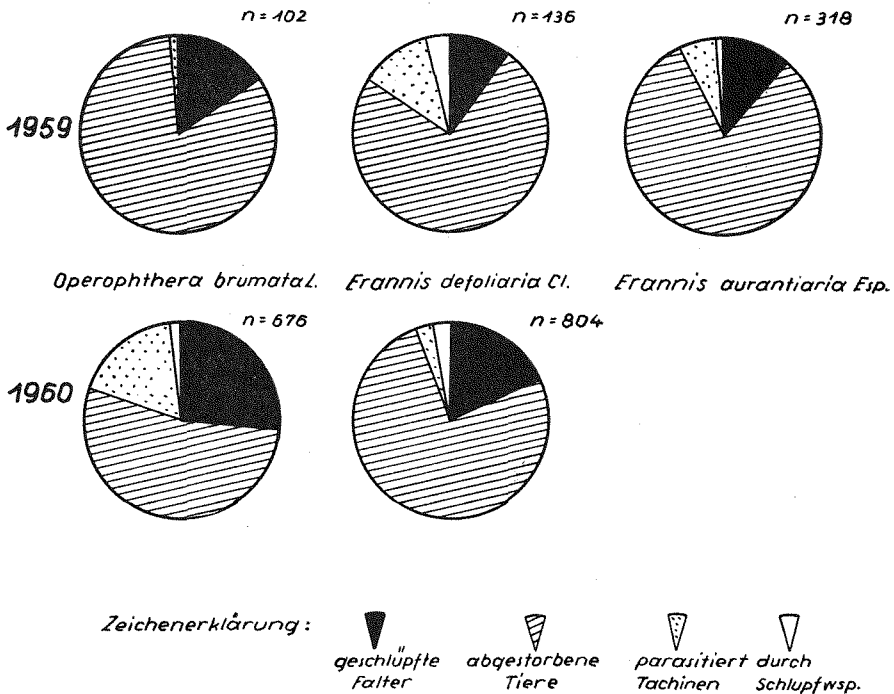


Fig. 3. Vergleich des Falterschlüpfens und der Sterblichkeit vom Kleinen, Großen und Orangegelben Frostspanner in den Jahren 1959 und 1960 (in Laboratoriumszuchten)

Frostspannerzuchten, daß sowohl 1959 als auch 1960 eine Puppensterblichkeit (fast ausschließlich durch Vertrocknen der schlüpfertigen Falter) von über 50%, bei *Op. brumata* 1959 sogar bis 79% erreicht wurde (Fig. 3).

Für die Niederhaltung der Frostspanner kommt den biotischen Faktoren, räuberischen und parasitischen Tierarten und Krankheitserregern, eine große Bedeutung zu. Wichtige Regulatoren sind vor allem jene natürlichen Feinde, denen die Frostspannerraupen zum Opfer fallen. Die Mortalität durch Entomophagen während der Puppenzeit ist nur gering, da die Puppenwiegen im Boden liegen und hier weitgehend geschützt sind. Auch den

Faltern stellen im Oktober, November nur wenige Tiere nach; es sind tagsüber vorwiegend Meisen, die Stämme und Äste absuchen. Parasiten aus Frostspannereiern konnten wir nicht erhalten, und es ist auch kaum zu erwarten, daß z. B. *Trichogramma*- oder *Telenomus*-Arten vom Herbst bis Frühjahr entscheidend eingreifen, da um diese Zeit die Temperaturen die Aktivität der Parasiten einschränken.

Im Laufe unserer dreijährigen Untersuchungen über Vorkommen, Wirksamkeit und Lebensweise der an Frostspannern auftretenden Parasiten bzw. Überparasiten wurden die in Tab. 3 zusammengestellten 15 Arten ermittelt. Aus der zur Verfügung stehenden Literatur über Frostspannerparasiten sind die von uns erhaltenen Arten nicht aufgeführt (THIEM, 1922; PADIL, 1959; CAPEK 1959). Allgemein läßt sich sagen, daß nur eine verhältnismäßig kleine Zahl Schlupfwespenexemplare gezogen wurde. Außer *Phobocampe crassiuscula* GRAV. und *Apanteles solitarius* RATZ. traten die anderen Parasitenarten nur in Einzelexemplaren auf. Der Raupenparasit *A. solitarius* war am häufigsten anzutreffen und konnte sowohl in Liepe als auch in Tiefensee eine gewisse Schädlingsmenge ausschalten. Allerdings war allgemein das Parasitierungsprozent durch Schlupfwespen nicht sehr hoch und erreichte als Höchstwert nur in einem Falle 13,3%. Im Durchschnitt ergaben sich Werte, die 3% nicht überstiegen (Fig. 3). Die beiden gezogenen Erzwespenarten *Perilampus ruficornis* F. und *P. violaceus* F. sind Überparasiten an Tachinen. Sie schlüpften in unseren Zuchten in Ein- und Zweizahl aus Tachinentönnchen. In manchen Zuchten trat dieser Überparasit häufig auf und schaltete in einem Falle von 10 Trachinentönnchen 5 aus (*O. brumata*, Revier Barendikte, Raupen vom 1. 6. 1960).

Im Unterschied zu den Schlupfwespen erreichte die Parasitierung der Frostspanner durch Tachinen höhere Durchschnittswerte, die bei *O. brumata* im Jahre 1960 sogar 17,6% ausmachte (676 untersuchte Raupen; Fig. 3) und zu maximalen Einzelwerten von 35,2% (Insel „Der Bock“; 54 untersuchte Raupen) bzw. 33,3% (Revier Tiefensee; 30 untersuchte Raupen) führte. Von den 5 erhaltenen Tachinenarten (Tab. 3) waren die beiden Arten *Blondelia nigripes* FALL. und *Phryxe longicauda* WWR. am häufigsten vertreten. Von diesen wurden aus unseren Zuchten insgesamt 43 Exemplare bestimmt. Interessant ist, daß die Tachinen *Elodia tragica* MEIG. und *Blon-*

Tabelle 3. Aus Frostspannern aufgezogene Parasiten bzw. Überparasiten

Ichneumonidae

1. *Phobocampe crassiuscula* GRAV.
2. *Spudastica krieckbaumeri* BRIDGM.
3. *Sagaritis zonata* TSCHKE
4. *Casinarina rufimana* GRAV.
5. *Aphanistes ruficornis* GRAV.
6. *Mesochorus* sp.

Braconidae

1. *Apanteles solitarius* RATZ.
2. *Meteorus pallipes* WESM.

Perilampidae

1. *Perilampus ruficornis* F.
2. *Perilampus violaceus* F.

Tachinidae

1. *Elodia tragica* MEIG.
2. *Strobliomyia fissicornis* STROBL
3. *Blondelia nigripes* FALL.
4. *Phryxe longicauda* WWR.
5. *Phryxe nemea* MEIG.

delia nigripes FALL. auch Eichenwicklerraupen in stärkerem Maße parasitierten. Da Frostspanner und Eichenwickler oft nebeneinander in den Fraßbeständen vorkommen, sind ihre gemeinsamen Parasiten von großer Bedeutung. Die Wichtigkeit von *Blondelia nigripes* wird noch dadurch unterstrichen, daß diese Tachine sowohl aus Raupen des Kleinen als auch des Großen Frostspanners erhalten werden konnte.

Auf die Rolle der Tachinen, insbesondere der Art *Bessa selecta* MEIG., hat PADII (1959) aufmerksam gemacht. Er konnte im Jahre 1953 in der Janowskij-Leschosa eine Parasitierung durch *B. selecta* von 54—69% finden. Auch überführte PADII parasitierte Frostspannerraupen aus Retrogradationsherden in Bestände mit erst beginnender Massenvermehrung. Die Tätigkeit der Tachinen, die aus jeweils in Gruppen zu 5—10 Stück ausgelegten Frostspannerraupen stammten, erwies sich als entscheidend für den Zusammenbruch der Übervermehrung. Es zeigte sich, daß diese Methode durchaus wirksam ist, wenn die Möglichkeit besteht, die Parasiten in ihrem „Ruhestadium“ in größerer Menge einzusammeln und zu einem Zeitpunkt zu überführen, wenn in dem Fraßherd mit erst beginnender Übervermehrung die Schadfläche noch nicht sehr groß ist.

In unseren Untersuchungen konnten wir den Kleinen Kletterlaufkäfer (*Calosoma inquisitor* L.) sehr häufig finden. Nur war es bedauerlich, daß bei notwendig werdenden Begiftungsaktionen der Käfer stets sehr stark mitgetroffen wurde, da er schon zeitig im Frühjahr (Anfang/Mitte April) seine Winterquartiere verläßt. Vereinzelt beobachteten wir auch den Großen Puppenräuber (*Calosoma sycophanta* L.) beim Fraß von Frostspannerraupe. In zweijährigen Vermehrungsherden der Frostspanner, vor allem auf den Versuchsflächen im Revier Tiefensee, trafen wir 1959 und 1960 den Vierpunktigen Aaskäfer (*Silpha quadripunctata* L.) häufig an, der oft beim Fraß aufbaumender Raupen beobachtet werden konnte. In größerer Zahl trugen wir beim Absuchen der Zweige nach Eichenschädlingen die beiden Mordraupenarten *Calymnia trapezina* L. und *Taeniocampa pulverulenta* Esp. mit in unsere Zuchten ein. Obwohl diese Eulenraupen sich vornehmlich von Eichenblättern ernähren, fielen sie in den Zuchtkäfigen doch häufig Spanner- bzw. Wicklerraupen an und fraßen sie auf. Auch im Freiland konnten wir diesen Kannibalismus der Raupen beobachten.

Als aktive räuberische Nützlinge treten unsere Roten Waldameisen (*Formica rufa* L.-Gruppe) vor allem zur Zeit der sich abspinnenden Frostspannerraupen in Aktion. Im Revier Meisdorf (Staatl. Forstwirtschaftsbetrieb Ballenstadt/Harz) konnte ich im Juni 1958 beobachten, daß zu der Zeit, da die Frostspannerraupen sich vom Baum abspinnen, um zur Verpuppung in den Boden zu gelangen, die Ameisenhaufen von eingetragenen grünen Frostspannerraupen förmlich übersät waren. Eingehendere Angaben hierüber finden sich bei OTTO (1959).

In einer Versuchsinfizierung älterer Frostspanner- und Eichenwicklerraupen mit Bakterienmitteln (*Bacillus thuringiensis* BERLINER) im Jahre 1960 konnten wir nach ca. 2—6 Tagen die typischen Merkmale einer Bakteriose feststellen. Unter natürlichen Bedingungen auf nicht behandelten Kontrollflächen fanden wir nur sehr vereinzelt erkrankte Raupen.

In der Literatur liegen z. T. widersprechende Angaben über die Bedeutung der Vögel für die Dezimierung von Frostspannern vor. WOLFF (1915) warnt sogar vor Überschätzung der Nützlichkeit der Vögel. Die meisten Autoren betonen aber den Nutzen z. B. der Stare, Meisen, Grasmücken, Spechte und Kleiber (EIDMANN, 1930; ESCHERICH, 1934).

Wir schließen uns der herrschenden Meinung an, in schädlingsbedrohten Beständen möglichst viele Nistgelegenheiten zu schaffen. Allerdings muß der Vogelschutz prophylaktisch arbeiten, und man soll in ihm nicht das alleinige „Allheilmittel“ sehen. Schon wenn man bedenkt, daß im Laufe der kurzen Zeit von etwa 1½ Monaten Millionen von Raupen heranwachsen, ist einfach nicht zu erwarten, daß die Vögel allein einen Massenvermehrungs-herd ausschalten können.

Die Bedeutung der biotischen Gegenspieler läßt den Schluß zu, daß im Sinne biologischer Maßnahmen der gesamte Entomophagenkomplex Beachtung finden muß. Die räuberischen und parasitischen Tierarten und die Krankheitserreger im einzelnen genommen, vermögen auch bei starker Förderung, im Wege der Anreicherung ihres Bestandes und des künstlichen Einsatzes unter den herrschenden natürlichen Verhältnissen nicht, eine Massenvermehrung der Frostspanner aufzuhalten oder einzuschränken. Die von PADII vorgeschlagene und geübte Methode der Übersiedlung von Tachinen ist zwar aussichtsreich und kann zu einer Erhöhung der Parasitierung der Schädlinge, schwerlich aber zur vollständigen Ausschaltung eines Vermehrungsherdes innerhalb von kurzer Zeit führen. Wir fanden immer wieder, daß in gemischten vielstufigen Eichenbeständen mit hohem Schlußgrad der Schädlingsfraß merklich geringer ist, weil die artenreiche Entomophagenfauna eine entscheidende regulierende Rolle spielt. Im Hinblick auf geringen bzw. fehlenden Schadfraz an spättreibenden Eichen ist das Augenmerk auf den verstärkten Anbau extrem spättreibender Provenienzen zu legen. Außer waldbaulichen Maßnahmen sollte vorbeugenden hygienischen Aufgaben, wie der vorsorglichen Anreicherung des Vogelbestandes und — je nach standörtlichen Verhältnissen — der Hege und Vermehrung nützlicher Rassen der Roten Waldameise Beachtung geschenkt werden. Im ganzen ist den natürlichen Feinden bei der Durchführung chemischer Bekämpfungsaktionen jede mögliche Schonung zu gewähren, indem der Termin der Bekämpfungen so zeitig gelegt wird, daß unter der nützlichen Entomophagenfauna keine großen Ausfälle entstehen können.

5. Beurteilung der zu erwartenden Schädlingsdichte

Während sich mehrere Autoren mit der Lebensweise, Verbreitung und Bekämpfung der Frostspanner im Forst beschäftigt haben, ist die Erarbeitung von Methoden zur prognostischen Beurteilung der zu erwartenden Schädlingsdichte bisher kaum berührt worden. Angesichts der sich ausweitenden Massenvermehrungen der Frostspanner in den letzten Jahren drängte sich diese Frage jedoch in den Vordergrund, damit rechtzeitige

Voraussagen über das Ausmaß des Frostspannerauftretens und über gegebenenfalls notwendige Bekämpfungsmaßnahmen gemacht werden konnten.

Bei unseren Untersuchungen ergaben sich zunächst Schwierigkeiten, als wir anhand von Puppenbelagsdichten der Frostspanner Aussagen über das zu erwartende Schadauftreten treffen wollten. Obwohl für Puppensuchen eine verhältnismäßig lange Zeit im Sommer zur Verfügung steht, ist das Auffinden der Frostspannerpuppen im Boden recht mühselig und unsicher, da sich die Raupen je nach den örtlichen Verhältnissen verschieden tief im Boden und gewöhnlich nesterweise verpuppen. Außerdem sind die Puppen schwer auffindbar, so daß beim Probesuchen ein hoher Suchfehler in Rechnung zu setzen ist.

Nach eingehender Prüfung der Sachlage entschlossen wir uns, als Gradmesser für das Schadauftreten die Stärke des Falterfluges zu benutzen.

Zur Bestimmung der Falterzahlen erprobten wir verschiedene Möglichkeiten. Z. B. die visuelle Einschätzung der Falterdichte in Fraßbeständen: Dazu wurde an ruhigen Abenden in der ersten Novemberhälfte mit Hilfe einer Taschenlampe oder im Scheinwerferlicht eines Kraftfahrzeuges das Ausmaß des Frostspannerfluges bestimmt. Teilweise wurde ein so dichtes Schwärmen der Männchen beobachtet, als ob man sich in ein Schneetreiben versetzt sah. Diese Methode, wie auch der Einsatz von UV-Lampen zur Beurteilung der Stärke des Falterfluges, erwies sich indessen als zu ungenau und von den jeweils herrschenden Wetterbedingungen abhängig.

Praktisch und wirtschaftlich ist die Ermittlung der Falterzahlen im Leimringverfahren, das seit 1957 in der forstlichen Praxis erprobt wurde und zur Abgrenzung der zu behandelnden Befallsquartiere brauchbar ist. Hierbei kennzeichneten wir in einem für das Befallsrevier typischen Bestande je 10 repräsentative Probestämme, die in Brusthöhe mit einem (üblichen) Leimring versehen wurden. Über das Anlegen der Leimringe, ihre Kontrolle und die Auswertung der Fangergebnisse wurde bereits früher berichtet (FANKHÄNEL, 1959). Es erwies sich als notwendig, die Leimringe bis Mitte Oktober anzubringen, da auf Grund der Frostspannerphänologie etwa Mitte Oktober die Falter ihre Puppenwiegen verlassen. Nach Angaben von Russ (1956) beginnt der Flug in nördlichen Ländern und in höher gelegenen Gebieten eher als in südlichen Regionen und Tallagen. Wir konnten das in unseren Untersuchungen bestätigen. Während z. B. im Jahre 1958 im Bereich von Eberswalde vor dem 18. Oktober keine Frostspannerfalter an den Leimringen zu finden waren (Fig. 4), setzte der Flug im höher gelegenen Harz (Revier Wippertal) um fast 1 Woche früher ein. Wie aus Fig. 4 ferner ersichtlich ist, fallen die Flugzeiten der 3 untersuchten Frostspannerarten nicht zusammen. Wir fanden in allen Kontrollbeständen, daß zu Beginn des Falterfluges der Große Frostspanner zahlenmäßig überwiegt, etwas später und noch mit diesem zusammen der Orangegelbe Frostspanner vorherrscht. Der Kleine Frostspanner kam zwar vereinzelt um diese Zeit schon vor (Fig. 4; 22.—31. 10. 1958), aber der Höhepunkt seines Schwärmens trat erst 2 Wochen später ein (Fig. 4; 11.—18. 11. 1958).

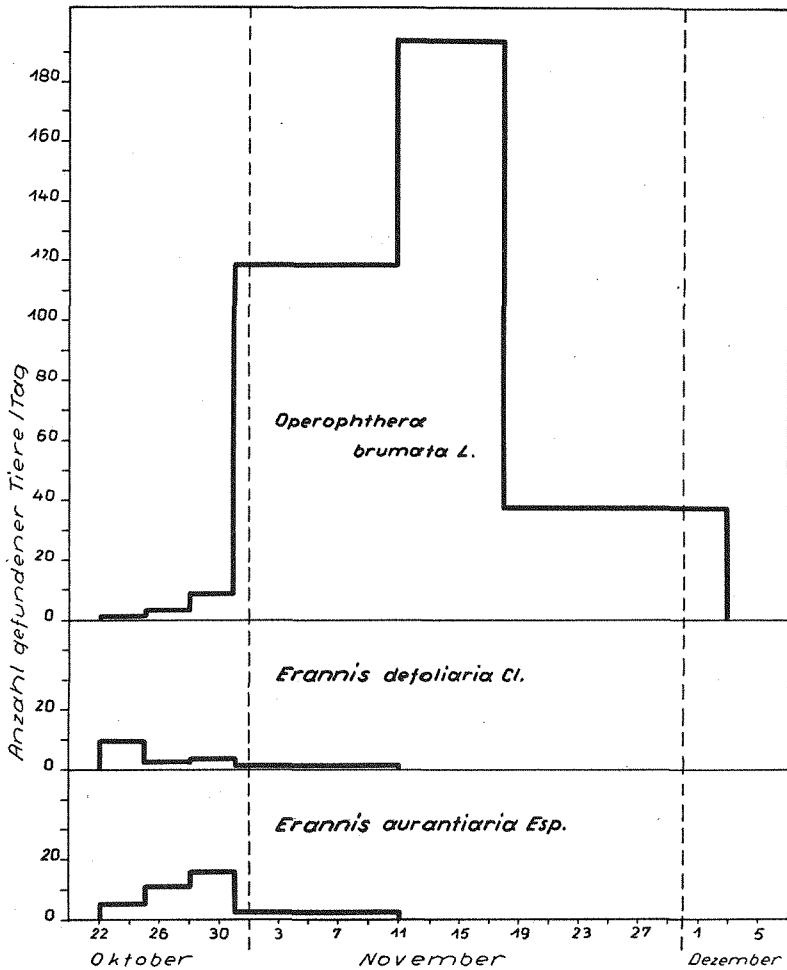


Fig. 4. Mittlere Falterzahl/Tag männlicher Frostspanner (an je 10 Stämmen) auf der Versuchsfläche Tiefensee I (StFB Strausberg) im Jahre 1958

Unsere Beobachtungen über die Zeit des Schwärmens des Kleinen Frostspanners stimmen mit den Angaben von Russ (1956) ziemlich überein, der in den Jahren 1954/55 bei Wien feststellte, daß die Falter zwischen dem 15.—20. 10. erschienen, ihr Flugmaximum um den 10. 11. erreichten und in der Zeit vom 18. 11.—7. 12. zahlenmäßig bis auf den Nullpunkt abnahmen. Aus den eigenen Ergebnissen über die Dauer des Falterauftritts unserer häufigsten Frostspannerarten folgt, daß die Leimringe in den Kontrollbeständen bis spätestens 15. Oktober angelegt und bis etwa 10. Dezember regelmäßig alle 10 Tage kontrolliert werden müssen. Beim Vergleich der ermittelten Falterzahlen von Jahr zu Jahr auf denselben Kontrollflächen

erhält man ein anschauliches Bild über den Gradationsverlauf (Fig. 5). In unserem Fall läßt sich aus dem Vergleich der Gesamtzahlen ermittelter Falter in den Revieren Tiefensee, Blumenthal und Liepe ersehen, daß die größten Falterzahlen von Oktober bis Dezember 1958, die den Befallsbeständen für das folgende Frühjahr Schadfraz anzeigten, im Jahre 1959 bedeutend niedriger waren und den Rückgang der Frostspannervermehrung erkennen ließen (Fig. 5).

Zur Untersuchung der Frage, ob die Frostspannerweibchen für die Eiablage stärkere oder dünnere Stämme und bestimmte Holzarten bevorzugen und dadurch an Eichen, Hainbuchen, Rotbuchen o. a. häufiger aufbaumen, legten wir Leimringe an verschiedenen Baumarten mit unterschiedlichem Stammumfang an. Die erhaltenen Zahlenwerte der Fänge in Fig. 6 zeigen, daß die Falterzahlen um so größer sind, je stärker der Stammumfang der Kontrollstämme am Leimring ist. Da wir käufliche, einheitlich breite Leim-

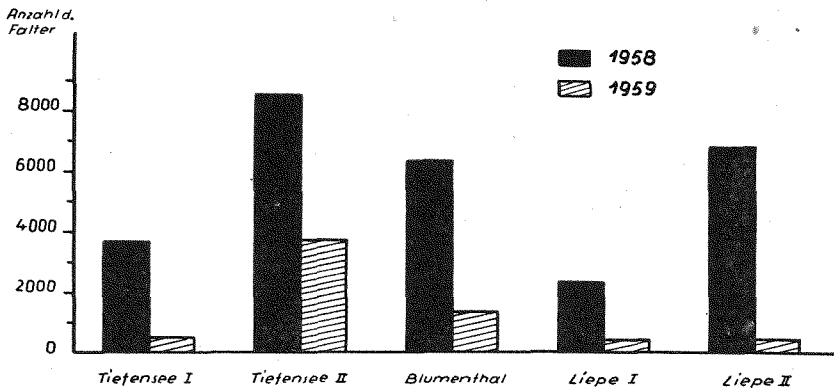


Fig. 5. Summen der erhaltenen Falterzahlen von *Operophtera brumata* L. (an je 10 Stämmen) auf den Versuchsflächen im StFB Strausberg und Eberswalde im Jahre 1958 und 1959

ringe benutzten, ergab sich, daß die Falterzahlen um so höher ansteigen, je größer die Leimringfläche ist. Es wurden ausnahmslos dünne und starke Stämme von den Frostspannerweibchen erstiegen. Auch ist es einleuchtend, daß um so mehr männliche Falter, die ja auf der Suche nach den Weibchen beim Umherflattern mit dem Leimring in Berührung kommen und ankleben, auf der Leimringfläche zu finden sind, je größer sie ist. Um die Größen der Leimringflächen vergleichen zu können, muß der Umfang der Probestämme in Leimringhöhe gemessen werden. Bei unseren Untersuchungen ergab sich, daß die Frostspannerfalter auf den Leimringen an den verschiedensten Holzarten klebten, und daß es bei der Auswahl der für den Bestand repräsentativen Kontrollstämme ohne Belang ist, ob Eichen, Hainbuchen, Rotbuchen oder andere Laubhölzer mit Leimringen versehen werden. Aus Fig. 6 geht außerdem hervor, daß die ermittelten Falterzahlen an Hainbuche, Rot-

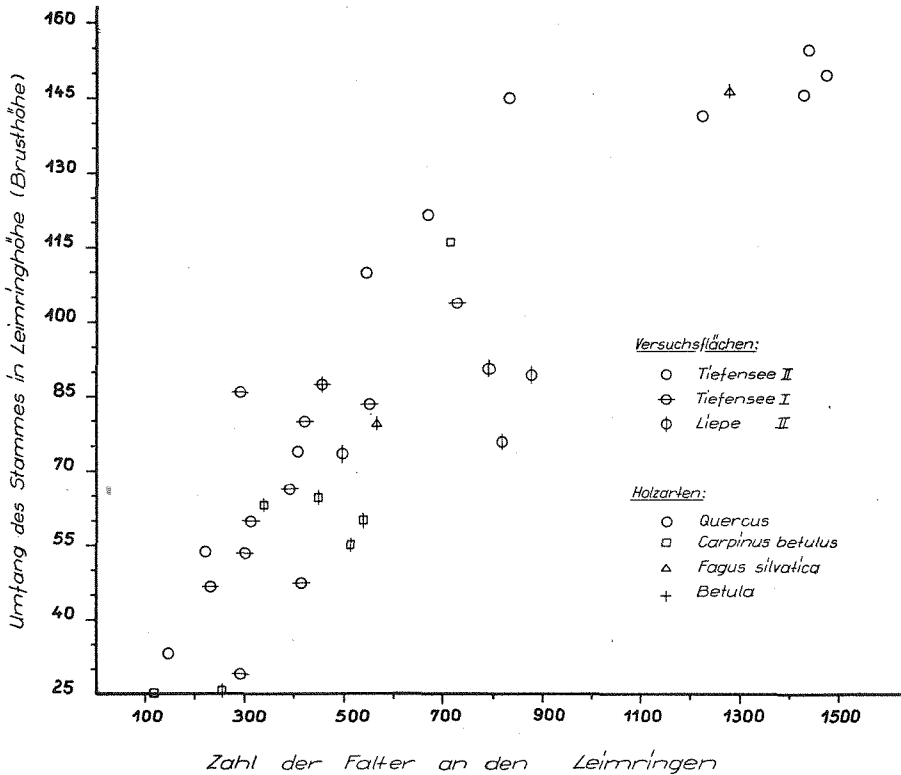


Fig. 6. Ermittelte Falterzahlen von *Operophtera brumata* L. in Abhängigkeit vom Stammumfang und von verschiedenen Holzarten in den Revieren Liepe und Tiefensee 1958

buche und Birke in bezug auf den Stammumfang durchaus mit den Werten übereinstimmen, die an Eiche erhalten wurden. Die Beziehung Falterzahl/Stammumfang haben wir in den Jahren 1957—1959 in vielen Befallsbeständen mit der im Mai/Juni beobachteten Fraßstärke durch Frostspannerraupen verglichen und gefunden, daß sie als „Gefährdungsziffer“ den zu erwartenden Schadfraß andeutet (Fig. 7). Für die erhaltenen Gefährdungsziffern ermittelten wir folgende Fraßstufen:

Gefährdungsziffer (Falterzahl : Stammumfang)	Fraßstärke
1—3	Naschfraß
3—4	schwacher Lichtfraß
4—5	starker Lichtfraß
über 5	Kahlfraß

Es handelt sich bei den Gefährdungsziffern um Werte, die jeweils aus der mittleren Gesamtfalterzahl und dem mittleren Stammumfang der 10 Kon-

trollstämme errechnet werden. Wie sich in den Befallsbeständen oft Unterschiede im Fraßgrad von Baum zu Baum finden, kommen auch in der Beziehung Falterzahl/Stammumfang von Baum zu Baum Unterschiede vor. Fig. 8 zeigt, daß es sich dabei um Abweichungen handelt, die über einen Wert der Gefährdungsziffer hinausgehen können.

Unsere Beobachtungen in den Versuchsbeständen bestätigten die erwartete Fraßstufe nach Ermittlung der entsprechenden Gefährdungsziffer (Fig. 7). In den Fraßbeständen der Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebe Strausberg und Frankfurt/Oder wurde diese Methode erstmals zur Ausscheidung der behandlungsbedürftigen Befallsflächen angewandt. Mit Hilfe

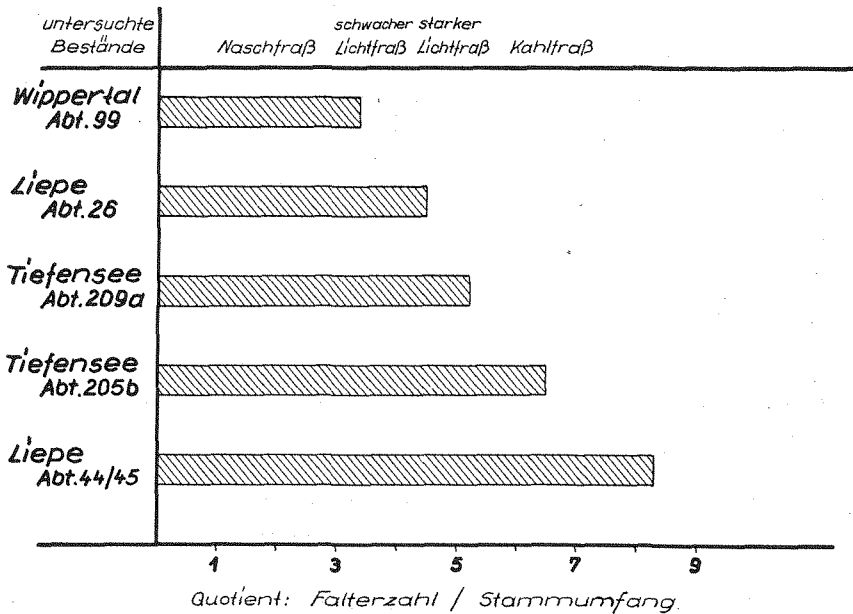


Fig. 7. Ermittelte Gefährdungsziffern (Falterzahl : Stammumfang) und die dazu beobachtete Stärke des Frostspannerfraßes in Versuchsbeständen der Jahre 1958/1959

des Leimringverfahrens konnte rechtzeitig erkannt werden, daß die Frostspannervermehrung eine rückläufige Tendenz aufwies (Staatlicher Forstwirtschaftsbetrieb Eberswalde, Oberförsterei Chorin u. a.) und die Notwendigkeit einer Begiftungsaktion damit entfiel.

Das Leimringverfahren zeigte uns auch an, daß eine zu spät durchgeführte chemische Bekämpfung ins Gegenteil umschlagen und zu einer Verlängerung der Frostspannervermehrung führen kann. Im Ergebnis einer 1957 durchgeführten Begiftung im Revier Wippertal (Staatlicher Forstwirtschaftsbetrieb Hettstedt/Harz) ergab sich zwar 1958 auf der im Vorjahr behandelten Fläche (Abteilung 99) eine geringere Schädlingdichte als in

der benachbarten nicht behandelten Abteilung 11 (Fig. 8). Aber die gegen Altraupen nur mit schwacher Wirkung durchgeführte chemische Aktion, der vor allem die natürlichen Feinde zum Opfer gefallen waren, wurde erst richtig im Frühjahr 1959 und zur Falterkontrolle im Spätherbst desselben Jahres offenbar. Während in der Abteilung 11, vorwiegend durch die natürlichen Gegenspieler bedingt, die Frostspannervermehrung zusammengebrochen war, wies die Schädlingsdichte in Abteilung 99 wiederum ausgesprochen hohe Werte aus und zeigte damit eine Verlängerung der Massenvermehrung an.

Eine Bestätigung für die Brauchbarkeit sowohl der Leimringmethode zur Ermittlung der zu erwartenden Stärke des Frostspannerauftretens als

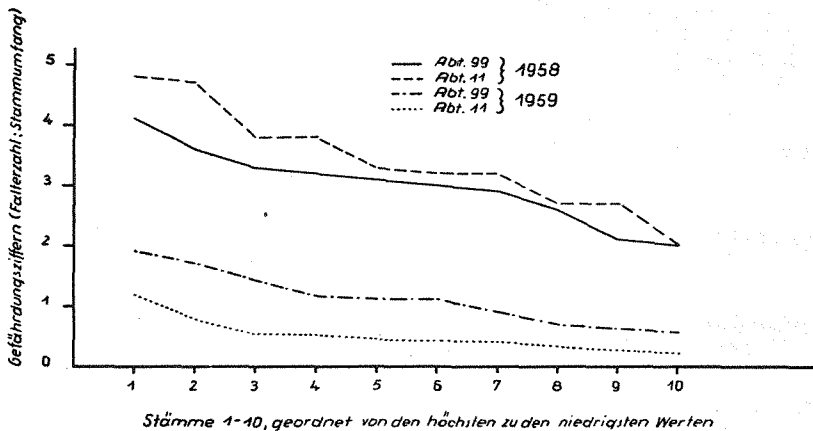


Fig. 8. Vergleich der ermittelten Frostspannerzahlen in behandeltem (DDT) und nicht behandeltem Bestand (Abt. 99 und 11, Revier Wippertal, 1958 und 1959)

auch des Prognoseverfahrens für den Eichenwickler (FANKHÄNEL, 1957) geht aus einer Gegenüberstellung der Gefährdungsziffern für beide Schädlinge im Hinblick auf die Zahlen toter Raupen hervor, die bei der Erfolgskontrolle nach der Begiftung auf 1 m²-Gazeflächen gefunden wurden (Fig. 9). Es ergab sich, daß die Zahlen der vernichteten Raupen den Gefährdungsziffern entsprechen, da sich in Versuchsbeständen mit hohen Gefährdungsziffern auch große Räumchenzahlen nach der chemischen Begiftung vorfanden.

Grundlage der Leimringmethode sind empirisch erhaltene Werte, die mehr oder weniger großen Schwankungen unterliegen und im Verlauf der Massenvermehrung sowie in Abhängigkeit von abiotischen und biotischen Einflüssen gewisse Abweichungen zulassen. Wir haben indessen mit diesem Verfahren eine Methode an der Hand, mit deren Hilfe etwa 4 Monate vor Fraßbeginn sichere Aussagen über das zu erwartende Frostspannerauftreten

gemacht werden können. Diese Zeit reicht aus, um in fraßbedrohten Revieren gegebenenfalls notwendige Bekämpfungsmaßnahmen rechtzeitig und sorgfältig vorzubereiten.

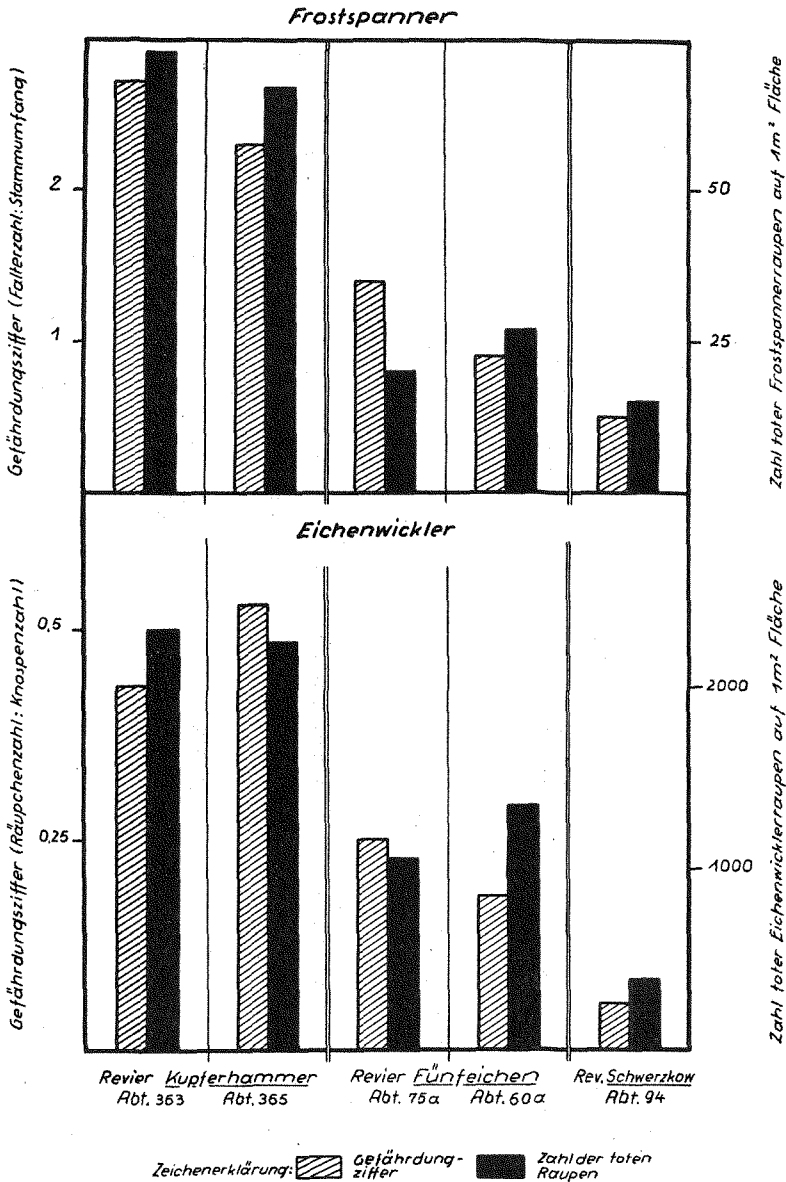


Fig. 9. Gegenüberstellung der ermittelten Gefährdungsziffer des Frostspanner- und Eichenwicklerauftretens zur Zahl toter Raupen (m²) nach chemischer Begiftung (im StFB Müllrose)

Zusammenfassung

Eine Massenvermehrung des Kleinen Frostspanners (*Operophtera brumata* L.), die mit einem stärkeren Auftreten des Orangegelben Frostspanners (*Erannis aurantiaria* Esp.) und des Großen Frostspanners (*E. defoliaria* Cl.) gekoppelt war, erreichte in den Jahren 1956/57 im Bereich des Börde- und Mitteldeutschen Binnenlandklimas ihren Höhepunkt. Bis zum Jahre 1959/60 zeichnete sich, ähnlich wie bei der gleichzeitigen Übervermehrung des Grünen Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) eine Verlagerung der Fraßschwerpunkte von Südwest nach Nordost ab. Im Verlauf der Frostspannervermehrung machte sich örtlich ein deutliches Ansteigen der Populationsdichte über den Zeitraum von 3—4 Jahren bemerkbar, wobei in Befallsbeständen, die an ein Fraßzentrum mit gerade vorliegender oder bereits überschrittener Eruption der Frostspannervermehrung angrenzten, erst 1 Jahr später eine stärkere Zunahme der Schädlingspopulation eintrat.

Mit Beginn der herbstlichen Schwärmeperiode überzog der Große Frostspanner. Etwas später oder mit diesem zusammen flog der Orangegelbe Frostspanner. Der Höhepunkt des Falterfluges vom Kleinen Frostspanner lag sowohl 1958 als auch 1959 um weitere 2 Wochen später (11.—18. 11.). Das Geschlechterverhältnis der Falter war fast ausnahmslos zugunsten der Männchen verschoben.

Die mittleren Eizahlen ergaben für *O. brumata* 60 (0—330) Eier, für *E. defoliaria* 157 (90—243) und für *E. aurantiaria* 213 (57—386) Eier. Durch Vergleichen der Eizahlen einer Population nach Maßgabe der von Jahr zu Jahr vorliegenden Faltermengen in Kontrollbeständen waren wir in der Lage, Voraussagen über den weiteren Verlauf der Gradation zu machen. Infolge Inkoinzidenz zwischen dem Rüpchenschlüpfen und der Knospenentwicklung wie durch biotische Faktoren wurden die Schädlinge beachtlich dezimiert. Von den 15 ermittelten Parasiten- bzw. Überparasitenarten kam nur den Schlupfwespen *Apanteles solitarius* RATZ. und *Phobocampe crassiuscula* GRAV. und den Tachinen *Blondelia nigripes* FALL. und *Phryxe longicauda* WWR. eine größere Bedeutung zu.

Eine beschriebene und in der forstlichen Praxis erprobte Leimringmethode zur Ermittlung von Gefährdungsziffern (Falterzahl/Stammumfang) an jeweils 10 repräsentativen Kontrollstämmen eines Probebestandes erwies sich für das zu erwartende Frostspannerauftreten als prognostisch brauchbar. Wir sind dadurch mindestens 4 Monate vor Fraßbeginn der Frostpannerauppen in der Lage, die Größe der Befallsfläche und gegebenenfalls die Notwendigkeit von Bekämpfungsmaßnahmen einzuschätzen und letztere rechtzeitig vorzubereiten.

Summary

An outbreak of the Small Winter Moth (*Operophtera brumata* L.), which was accompanied by severe damages caused by both the Mottled Umber Moth (*Erannis defoliaria* Cl.) and the Scarce Umber (*Erannis aurantiaria* Esp.) culminated in 1956/57 in the district of the „Börde“ and the central German inland climate. Until 1959/60 there was observed a shifting of the defoliation centres from South-West to North-East, quite similar to this phenomenon during an outbreak of *Tortrix viridana* L. In the course of the outbreak a distinct amount of population density during a period of 3—4 years could be locally observed. In this paper are given results on flight time, sex ratio, and fecundity. Apart from abiotic factors a special significance is due to the 15 reared species of parasites and hyperparasites (above all: *Apanteles solitarius* RATZ. and *Phobocampe crassiuscula* GRAV. and the tachinid flies *Blondelia nigripes* FALL. and *Phryxe longicauda* WWR.). A glue ring method (Leimringmethode), already described and tested over 3 years in practice, to ascertain critical numbers (number of moths: width round the trunk) on 10 representative control trunks within a stock of trees was found a useful indicator for an outbreak to be expected.

Резюме

Массовое размножение зимней пяденицы (*Operophthera brumata* L.), которое было связано с повышением густоты популяции пяденицы-обдирало (*Erannis defoliaria* Cl.) и пяденицы-обдирало-оранжевой (*E. aurantiaria* Esp.) в 1956/1957 годах в средне-германских климатических областях достигло кульминационную стадию вспышки. К 1959/60 годам имело место то же самое явление, как у зеленой дубовой листовертки (*Tortrix viridana* L.), а именно перемещение очагов большого вреда с юго-западных областей ГДР в северо-восточные районы республики. Вспышка массового размножения охватила на отдельных ареалах 3—4-летний период. В работе приведены данные о полете бабочек, о численном соотношении полов и об установленной плодовитости. Кроме абиотических факторов имели особенное значение 15 выведенных видов паразитов и сверхпаразитов, а именно в основном наездники *Apanteles solitarius* Ratz. и *Phobocampe crassiuscula* Grav. и тахины *Blondelia nigripes* Fall. и *Phryxe longicauda* Wwv. В работе описан метод прогноза, который оказался положительным показателем ожидаемой степени вреда причиненного пяденицами. Критические цифры (число бабочек: объем стволов) были в течение 3 лет проверены в поврежденных насаждениях.

Literatur

- BLASZYK, P. & HOLZ, W., Beobachtungen über das Frostspannerauftreten (*Cheimatobia brumata*) zwischen Weser und Ems und die Bedeutung des Leimringverfahrens. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst (Braunschweig), 2, 54—56, 1950.
- ČAPEK, M., Verzeichnis der Parasiten, die aus schädlichen Insekten an VULH in Banská Štiavnica gezogen wurden (tschech.) Vedecké práce vysk. ust. lesn. hosp. Banská Štiavnica, 199—212, 1960.
- EIDMANN, H., Die Bekämpfung von Frostspanner und Eichenwickler durch Arsenbestäubung mittels Motorverstäuber. Mitt. Forstwirtschaft. & Forstwissenschaft., 4, 1—30, 1930.
- ESCHERICH, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. 3, Berlin, 1931.
- FANKHÄNEL, H., Der Grüne Eichenwickler (*Tortrix viridana* L.). Merkbl. Nr. 24, Inst. f. Forstwissenschaft. Eberswalde, Abt. Forstschutz geg. tier. Schädlinge (Institut f. Waldschutz), 1957.
- , Der Kleine Frostspanner (*Operophthera brumata* L.) und andere Frostspannerarten im Forst. Merkbl. Nr. 29, Inst. f. Forstwissenschaft. Eberswalde, Abt. Forstschutz geg. tier. Schädlinge (Inst. f. Waldschutz), 1959.
- FANKHÄNEL, H., MIESSNER, K.-H. & PIESNACK, J., Erfahrungen bei Flugzeugeinsätzen 1958/59 gegen den Grünen Eichenwickler (*Tortrix viridana* L.) in der DDR. Forst u. Jagd, 10, 225—229, 1960.
- GASOW, H., Der Grüne Eichenwickler (*Tortrix viridana* L.) als Forstschädling. Arb. Biol. Reichsanst. 12, 355—508, 1925.
- HARTIG, T., Verminderung des Stärkenzuwachses infolge des Raupenfraßes von *Geometra brumata*. Verh. Harz. Forstverein, 35—37, 1875.
- HERTZ-KLEPTOW, Eichensorgen in Nordrhein-Westfalen. Allg. Forstztg., 4, 300—301, 1949.
- ILINSKIJ, A. I., Kurzer Leitfaden zur Überwachung von nadel- und blattfressenden Forstinsekten (russ.). Isdatelstwo ministerstva sel'sko-chozj., SSSR, Moskau, 1955.
- JÜTTNER, O., Ertragskundliche Untersuchungen in wicklergeschädigten Eichenbeständen. Forstarch., 30, 78—83, 1959.
- KOSHANTSCHIKOW, I. W., Variabilität und Fruchtbarkeit des Kleinen Frostspanners *Operophthera brumata* L. und Umweltbedingungen (russ.). Iswest. Akad. Nauk SSSR, Ser. Biol., 4, 513—537, 1947.

- LOSINSKIJ, W. A., Die wichtigsten Eichenschädlinge aus der Gruppe der Schmetterlinge in den Wäldern der USSR und Bekämpfungsmaßnahmen gegen sie (russ.). Autorreferat, Dissertation z. Erlang. d. wiss. Grad. Kand. d. biol. Wiss., Kiew, 1958.
- MEYERINCK, v., Auftreten des Eichenwicklers in den Magdeburger Elbforsten. Pfeil's Kritische Blätter Forst- u. Jagdwissensch., **10**, 108—109, 1836.
- MORAWSKAJA, A. S., Die Widerstandsfähigkeit der Früh- und Spätform der Eiche gegen Insekten (russ.) Lesnoje Chozjajstwo, **8**, 55—58, 1956.
- NOLTE, H. W., Frostspannergefahr in Mitteldeutschland. Forstwirtsch.-Holzwirtsch., **2**, 14—15, 1948.
- OTTO, D., Der Einfluß von Waldameisenkolonien auf Eichenschadinsekten in einem Forstrevier des nördlichen Harzrandes. Waldhygiene, **3/4**, 65—93, 1959.
- PADII, N. N., Die Anwendung der biologischen Methode der Schädlingsbekämpfung gegen den Großen und Kleinen Frostspanner (russ.). Nautschnije trudi Ukr. isled. inst. saschtschiti rastenii, **8**, 210—213, 1959.
- PAWLOWSKIJ, E. N., Forstschädlinge I, II (Wörterbuch) (russ.). Isdatelstwo Akad. Nauk SSSR, Moskau & Leningrad, 1955.
- ROMANOWA, V. P., Über die Wickler (Fam. *Tortricidae*) in den Waldanpflanzungen des Steppengebietes (russ.). Zoologitsch. Journ. **31**, 361—366, 1952.
- RUSS, K., Eine neue Methode zur Erzielung massierter Eiablagen von *Cheimatobia brumata* L. (Kleiner Frostspanner) und einige Beobachtungen über die Biologie der Falter. Pflanzenschutzber., **16**, 163—172, 1956.
- SCHÜTTE, F., Untersuchungen über die Populationsdynamik des Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.). Ztschr. angew. Ent., **40**, 1—36, 285—331, 1957.
- THIEM, H., Die Frostspannerplage im Niederungsgebiet der Weichsel bei Marienwerder und Beiträge zur Biologie des Kleinen Frostspanners. Arb. Biol. Reichsanst. **11**, 1—94, 1922.
- WIESE, Das Fangen der Frostschnetterlinge (*Geometra brumata* und *defoliaria*) im Jahre 1882. Allg. Forst- u. Jagdztg., **63**, 68—69, 1887.
- WOLFF, M., Zur Praxis der Frostspannerbekämpfung in Eichenaltholzbeständen. Dtsch. Forstztg., **30**, 1023—1027, 1915.

Studies on the Juvenile Hormone Extracts of the Butterfly *Terias hecabe* Linné

(*Lepidoptera*)

K. K. NAYAR

Department of Zoology, University College
Trivandrum, India

(With 5 figures)

The corpora allata of insects produce a hormone which has been named "juvenile hormone" or "neotenin", which has been shown to influence the retention of larval characters (WIGGLESWORTH, 1934, 1954). These glands are active in the imaginal insects also, and in the female, the hormone has been found to regulate growth of the eggs and yolk-deposition (SCHARRER, 1952; JOHANSSON, 1958). The role of the hormone in metamorphosis and reproduction has been elucidated by appropriate transplantation and ex-