

Vergleichende Untersuchungen über die Populationsdichte und einige sie regulierende Faktoren bei der Forleule (*Panolis flammea Schiff.*), den Kiefernspannern (*Bupalus piniarius L.* und *Semiothisa liturata Cl.*) und dem Kiefernswärmer (*Hyloicus pinastri L.*) auf der Grundlage einer Einteilung der Kiefernwälder in Waldtypen

VON WOLFGANG SCHWENKE

Deutsches Entomologisches Institut, Berlin-Friedrichshagen

Inhalt	Seite
Einleitung und Arbeitsmethode	673
I. Biocönologische Analyse	674
A. Raumstruktur-Kennzeichnung (biocönologische Standortbeschreibung)	674
B. Korrelationsstruktur-Untersuchungen	675
1. Analyse von Vermehrungspotenz-Faktoren	675
a) Geschlechter-Verhältnis	675
b) Eizahl	676
2. Analyse von Umweltwiderstands-Faktoren	677
a) Die quantitativen Parasitierungsverhältnisse im Puppenstadium	678
b) Die qualitativen Parasitierungsverhältnisse im Puppenstadium	678
II. Biocönologische Synthese (Vergleich der Populationsdichte)	682
Zusammenfassung	683
Zitierte Literatur	683

Einleitung und Arbeitsmethode

In den vergangenen Jahren bemühte ich mich, die vergleichend-biocönologische Methode der Massenwechsel-Forschung (Gradologie), die zuvor nur in Form einiger Ansätze vorlag, theoretisch und praktisch zu entwickeln (SCHWENKE, 1952; 1953a, b; 1954).

Die dabei gewonnenen Erfahrungen und Ergebnisse zeigten die Brauchbarkeit der Methode und ihren Wert, den sie insbesondere für gradologische Untersuchungen außerhalb von Massenvermehrungen, also bei niedriger Populationsdichte, der Insekten besitzt.

Es gilt nun in Zukunft, diese Methode weiterhin sowohl außerhalb als auch innerhalb von Massenvermehrungen von Schadinsekten und sowohl in der forstwirtschaftlichen als auch in der landwirtschaftlichen Entomologie anzuwenden, zu überprüfen und zum Hauptinstrument der Massenwechsel-Forschung der Insekten auszubauen.

Einen Beitrag bildet die vorliegende Untersuchung an vier forstwirtschaftlich schädlichen Insektenarten, welcher alle drei Anwendungsformen der vergleichend-biocönologischen Methode der Massenwechsel-Forschung (SCHWENKE, 1954): der Ortsvergleich, der Zeitvergleich und der Artenvergleich, zugrundeliegen.

Der biocönologisch-gradologische Ortsvergleich bestand darin, daß innerhalb der Berliner Stadtförsten drei verschiedenartige biocönologische Kiefernwaldtypen an Hand ihrer Struktur (Vegetation, allgemeine Feuchtigkeit, Ertragsklasse u. a.) unterschieden und bezüglich der untersuchten Insektenarten miteinander verglichen wurden.

Der biocönologisch-gradologische Zeitvergleich bestand darin, daß jeder der untersuchten Schädlinge nicht nur an diesen verschiedenartigen Orten, sondern auch zu verschiedenen Zeiten (im Frühjahr 1953 und im Frühjahr 1954) untersucht wurde.

Der biocönologisch-gradologische Artenvergleich schließlich bestand darin, daß zugleich vier Arten Kiefernsehadinsekten untersucht wurden: die Forleule (*Panolis flammea* Schiff.), der gemeine Kiefernspanner (*Bupalus piniarius* L.), der veilgraue Kiefernspanner (*Semiothisa liturata* Cl.) und der Kiefernswärmer (*Hyloicus pinastri* L.).

Ziel der Untersuchung war eine partielle Analyse der Gradocöne der vier Insektenarten, also eine Analyse, welche nur bestimmte Faktoren aus dem betreffenden Artgleichgewicht herausgreift. Im vorliegenden Falle handelt es sich um die Faktoren: Geschlechterverhältnis, Eizahl und Puppenparasitierung sowie um die Resultierende des gesamten Artgleichgewichts-Prozesses, die Populationsdichte.

Die während der Untersuchungszeit beobachteten Populationsdichteschwankungen (Gradationen i. m. S.) erreichten bei weitem kein wirtschaftlich schädliches Ausmaß, so daß die vorliegende Untersuchung ein Beitrag zur Aufklärung der besonders interessant erscheinenden Massenwechsel-Struktur außerhalb von Massenvermehrungen darstellt.

Zugrundegelegt wurde der Untersuchung das Puppenmaterial der vier genannten Arten, das 1953 und 1954 in den Monaten März bis Mai gesucht wurde.

I. Biocönologische Analyse

A. Raumstruktur-Kennzeichnung

Wie bereits an anderer Stelle ausführlich dargestellt (SCHWENKE, 1952) wurden in den Berliner Stadtförsten drei biocönologisch verschiedene Kiefernwaldtypen unterschieden: der frische Beerkraut-Typ (im folgenden mit Bf abgekürzt), der trockene Beerkraut-Typ (Bt) und der sehr trockene Moosflechten-Typ (MF).

Diese drei Typen lassen sich an Hand einiger Leitpflanzen (deren Vorhandensein oder Fehlen bzw. deren Dominanzgrad) leicht unterscheiden. So treten z. B. nur im Typ Bf *Convallaria majalis*, *Molinia coerulea*, *Urtica*

dioeca und andere Feuchtigkeitsanzeigende Pflanzenarten auf, und nur im Typ MF Flechten und Trockenmoose (*Dicranum scoparium* und *Ptilidium ciliare*).

Im einzelnen wird auf die in der genannten Arbeit dargestellte Vegetationsanalyse verwiesen.

Da innerhalb ein- und desselben Kiefernwald-Typus wiederum Stangenholz und Altholz biocönotisch verschieden sind, wurden beide Altersstufen untersucht (Abkürzungen im folgenden: Stangenholz = StH, Altholz = AH).

Das Stangenholz des Moos-Flechtentyps wurde nicht mit in die Untersuchung einbezogen, da sich zeigte, daß die Populationsdichte der vier Schädlinge in ihm praktisch gleich 0 war. Wie an anderer Stelle bereits behandelt wurde (SCHWENKE, 1954) liegt der Grund hierfür in der Zugempfindlichkeit der eierablegenden Falter, welche zur Meidung des lichten, nur 2 bis 5 Meter hohen, Stangenholzes dieses Waldtyps führt. Biocöologisch betrachtet, bildet dieses Holz eine Kultur und keinen Wald.

Von allen 5 untersuchten Bestandestypen (StH Bf, AH Bf, StH Bt, AH Bt und AH MF) gelangten jeweils mehrere Einzelbestände zur Untersuchung, wobei die schon früher festgestellte (SCHWENKE, 1952) Typenkonstanz der Populationsdichte eines Schädlings (d.h. die Tatsache, daß Kiefernbestände des gleichen Waldtyps zur gleichen Zeit gleiche Populationsdichte-Werte einer Insektenart aufweisen) bestätigt werden konnte.

Im folgenden seien Lage, Bestandesalter und Ertragsklasse der fünf untersuchten Kiefernwaldtypen zusammengestellt:

1. Stangenholz Bf, Friedrichshagen NO und Müggelheim SW,
28—34 Jahre, Ertragsklasse II;
2. Altholz Bf, Friedrichshagen NO und Müggelheim SW,
92—104 Jahre, Ertragsklasse II;
3. Stangenholz Bt, Friedrichshagen NO,
25—31 Jahre, Ertragsklasse III;
4. Altholz Bt, Friedrichshagen NO,
100—107 Jahre, Ertragsklasse III;
5. Altholz MF, Müggelheim SO,
68—74 Jahre, Ertragsklasse IV.

B. Korrelationsstruktur-Untersuchungen

1. Analyse von Vermehrungspotenz-Faktoren

a) Geschlechterverhältnis

Untersucht wurden auf ihr Geschlecht 1953: 16 *Panolis*-, 20 *Hyloicus*-, 45 *Semiothisa*- und 131 *Bupalus*-Puppen. 1954: 5 *Panolis*-, 19 *Hyloicus*-, 56 *Semiothisa*- und 517 *Bupalus*-Puppen.

Es zeigte sich, daß das Geschlechterverhältnis von *Panolis*, *Hyloicus* und *Semiothisa* den vererbungstheoretisch zu erwartenden Wert, also un-

gefähr 1:1 hatte (bei *Panolis* 1953: 6 Weibchen/8 Männchen, 1954: 3/2, — bei *Hyloicus* 1953: 10/10, 1954: 8/11, — bei *Semiothisa* 1953: 23/22, 1954: 29/27).

Diese Ergebnisse stimmen mit den von SCHWERDTFEGER (1952) an *Panolis* und *Hyloicus* bei niedriger Populationsdichte in der Schorfheide gefundenen Werten* überein.

Waldtypen-Unterschiede waren (infolge der geringen Individuenzahl?) nicht erkennbar.

Dagegen ergab sich eine durch beide Jahre konstante Verschiedenheit des Geschlechterverhältnisses bei *Bupalus* und zwar nach Altersklassen der Bestände. 1953 betrug das Verhältnis in den Stangenhölzern (Summe der zwei Typen) 45 Weibchen/35 Männchen und in den Althölzern (Summe der drei Typen) umgekehrt 19 Weibchen/32 Männchen. Die Zahlen 1954 lauteten entsprechend: Stangenhölzer: 181/169, — Althölzer: 71/102.

Es überwogen also aus unbekanntem Gründen in beiden Jahren in den Stangenhölzern die weiblichen, in den Althölzern die männlichen Puppen.

b) Eizahl

Die absolute Eizahl (Zahl abgelegter Eier + Zahl der nach dem natürlichen Tode im Abdomen verbliebenen, abgereiften Eier) wurde bei *Bupalus* und bei *Hyloicus* einer Prüfung unterzogen.

Bei *Bupalus* geschah sie deshalb, weil die hier relativ hohe Populationsdichte die sichersten Ergebnisse zuließ, bei *Hyloicus* wurde sie vorgenommen, weil das sogenannte Indifferenzproblem (d. h. die Frage, warum der Kiefernswärmer in Deutschland noch nie zu einer schädlichen Gradation gelangte) eine Betrachtung der Eizahl wünschenswert erscheinen ließ.

Bupalus piniarius L.

Es wurden 1953 aus dem Stangenh Holz des frischen Beerkrauttyps 21 und aus dem Stangenh Holz des trockenen Beerkrauttyps 26 befruchtete weibliche Falter auf ihre absolute Eizahl hin untersucht.

Ergebnis:

Bf-Typ: Min = 99, Max = 210, Mittel = 145 (n = 21),

Bt-Typ: Min = 106, Max = 181, Mittel = 141 (n = 26).

1954 lauteten die Zahlen:

Bf-Typ: Min = 71, Max = 238, Mittel = 156 (n = 22),

Bt-Typ: Min = 84, Max = 205, Mittel = 147 (n = 18).

Daß der hierbei sichtbar werdende geringe Unterschied zwischen den beiden Waldtypen nicht konstant ist, zeigt das Ergebnis der Auszählung von 1952 (siehe SCHWENKE, 1953a), das hier zur Ergänzung mit angeführt werden soll.

1952: Bf-Typ: Min = 96, Max = 200, Mittel = 133 (n = 17),

Bt-Typ: Min = 89, Max = 211, Mittel = 146 (n = 20).

Das Gesamt-Mittel 1952—54 beträgt danach:

Bf-Typ = 146 (n = 60),

Bt-Typ = 143 (n = 64).

Es läßt somit keine Verschiedenheit der absoluten Eizahl nach den beiden Waldtypen erkennen.

1954 wurden nun erstmals Althölzer mit in die Betrachtung einbezogen. Die Ergebnisse lauteten:

AH Bf-Typ: Min = 80, Max = 175, Mittel = 131 (n = 6),

AH MF-Typ: Min = 58, Max = 212, Mittel = 126 (n = 27).

Vergleicht man die Stangenholz- und Altholz-Ergebnisse des Jahres 1954, so läßt sich eine deutliche Abnahme der *Bupalus*-Eizahl vom Stangenholz der Beerkrauttypen (Mittel = 152 Eier) über das Altholz des (frischen) Beerkraut-Typs (M = 131 Eier) zum Altholz des Moos-Flechten-Typs (M = 126 Eier) erkennen.

Worauf diese Abnahme beruht (vielleicht auf einer in dieser Richtung sinkenden Nadelverbrauchsnorm der Raupe?), wird einer künftigen Untersuchung zu klären vorbehalten bleiben.

Hyloicus pinastri L.

Die Auszählung aus Puppen gezogener oder frischgeschlüpft im Walde gefundener Kieferschwärmer-Weibchen ergab die folgenden absoluten Eizahlen:

1953: Min = 120, Max = 215, Mittel = 152 (n = 11),

1954: Min = 102, Max = 173, Mittel = 134 (n = 4).

Eine Waldtypen-Differenzierung kann bei dieser geringen Individuenzahl nicht vorgenommen werden.

Immerhin lassen die Zahlen erkennen, daß die Eiproduktion des Kieferschwärmers derjenigen des Kieferspanners nicht nachsteht und daß somit die Indifferenz des Schwärmers nicht auf einer ungewöhnlich niedrigen Eizahl, wie man vielleicht hätte vermuten können, beruht.

2. Analyse von Umweltwiderstands-Faktoren

Im Rahmen der vorliegenden partiellen Populationsanalyse wurde das Puppenstadium der vier Forstschädlinge auf seine quantitative und qualitative Parasitierung hin — in örtlich, zeitlich und artlich vergleichender Betrachtung — untersucht.

Die Parasitierung dürfte, nach den Ergebnissen einer diesbezüglich durchgeführten vergleichenden Untersuchung (SCHWENKE, 1954) zu urteilen, bei geringer Populationsdichte den weitaus wichtigsten Umweltwiderstand des Puppenstadiums im Boden überwintender Schmetterlingsarten ausmachen.

a) Die quantitativen Parasitierungs-Verhältnisse im Puppenstadium

In Tabelle 1 ist der Prozentsatz der Puppenparasitierung und eine Grob-Einteilung nach Tachiniden (Raupefliegen) und Ichneumoniden (Schlupfwespen) enthalten.

Erklärung der Abkürzungen: gef. PZ = gefundene Puppenzahl, tachin. = von Tachiniden parasitiert, ichneum. = von Ichneumoniden parasitiert, Zahl in Klammer () = Prozentzahl beruht auf nur wenigen Individuen.

Tabelle 1. Quantitative Puppenparasitierung der vier untersuchten Schädlingsarten 1953 und 1954

Waldtyp	1953				1954			
	gef. PZ	tachin. %	ichneum. %	Gesamt %	gef. PZ	tachin. %	ichneum. %	Gesamt %
<i>Bupalus piniarius L.</i>								
StH Bf	26	5=19	5=19	42	58	22=38	14=24	62
AH Bf	36	6=16,5	6=16,5	33	83	9=11	37=44	55
StH Bt	32	7=22	5=16	38	287	55=19	84=29	48
AH Bt	16	2=12,5	2=12,5	25	15	2=13	6=40	53
AH MF	21	2= 9,5	2= 9,5	19	74	16=22	3= 4	26
<i>Semiothisa liturata Cl.</i>								
StH Bf	15	1= 7	5=33	40	7	1	3	(57)
AH Bf	9	1	3	(44)	5	1	2	(60)
StH Bt	12	1= 8	4=34	42	31	11=36	6=19	55
AH Bt	4	1	1	(50)	3	0	2	(67)
AH MF	5	1	0	(20)	10	1	1	(20)
<i>Hyloicus pinastri L.</i>								
StH Bf	9	2	0	25	3	2	0	40
AH Bf	2	2	0		3	0	0	
StH Bt	2	0	0		11	2	2	
AH Bt	2	0	1		2	2	0	
AH MF	5	0	0		1	0	0	
<i>Panolis flammea Schiff.</i>								
StH Bf	3	0	3	81	0	0	0	(80)
AH Bf	0	0	0		0	0	0	
StH Bt	7	0	5		4	0	3	
AH Bt	1	0	1		0	0	0	
AH MF	5	0	4		1	0	1	

Aus vorstehender Tabelle läßt sich folgendes ableiten:

1. Die Parasitierung der im Waldboden überwinterten Puppen betrug 1953 und 1954 bei *Bupalus*, *Semiothisa* und *Hyloicus* zwischen 19 und 67%, bei *Panolis* dagegen rund 80%.

Die hohen Parasitierungswerte von *Bupalus* und *Panolis* stehen im Gegensatz zu den von SCHWERDTFEGER (1952) bei niedriger Populationsdichte dieser Schädlinge während der Jahre 1935—44 in der Schorfheide gefundenen, welche bei *Bupalus* 2—18% und bei

Panolis 0—10% betrogen. Dagegen stimmen sie mit den von FRIEDRICHS und seinen Schülern (1932, 1941) bei geringer Populationsdichte von *Bupalus* in Mecklenburg gefundenen Werten von 24 und 31% (zumindest was das Jahr 1953 betrifft) schon besser überein.

Die von SCHWERDTFEGER aus der Schorfheide ermittelten Parasitierungswerte der Kieferschwärmer-Puppen entsprechen mit 6—38% den hier gefundenen Werten von 25—40% relativ gut.

Die außerordentlich hohe Puppenparasitierung der Forleule läßt den Gedanken aufkommen, daß sie es war, welche bei der Forleule die geringste Populationsdichte unter den vier untersuchten Arten verursachte.

2. Mit Ausnahme der Forleule nahm der Parasitierungsgrad von 1953 auf 1954 durchweg erheblich zu, im Mittel bei *Bupalus* von 31% auf 49%, bei *Semiothisa* von 39% auf 52% und bei *Hyloicus* von 25% auf 40%.

Die Gründe für diese Parasitierungserhöhung sind unbekannt. Würde die Dichte der vier Wirtsarten sich von 1953 auf 1954 wesentlich gesenkt haben, so wäre eine daraus hervorgehende Parasitierungs-Erhöhung verständlich gewesen.

Da eine derartige Senkung aber nicht stattfand (s. u.), erscheint als Erklärung die Vermutung am wahrscheinlichsten, daß die Populationsdichte-Senkung eines Zwischenwirtes (oder mehrerer solcher) einer Parasitenart (oder mehrerer solcher) zur Parasitierungserhöhung der vier untersuchten Schädlinge führte.

3. Die Waldtypenbetrachtung zeigt eine auffallende Tatsache: in beiden Jahren sind *Bupalus*, *Semiothisa* und *Hyloicus* im Flechten-Kiefernwald weitaus schwächer parasitiert als in den Beerkrauttypen.

Man geht wohl nicht fehl, in der Annahme, daß der Grund hierfür in der Verarmung dieses Kiefernwaldtyps an pflanzlichem und tierischem Arteninventar und damit an Zwischenwirten für die Parasiten zu suchen ist.

4. Das Verhältnis von Tachiniden zu Ichneumoniden wechselte nach Ort, Zeit und Wirtsart so sehr, daß sich diesbezüglich vorläufig keine konstanten Züge erkennen lassen.

Immerhin ist das sehr starke Überwiegen der Tachiniden im Flechtenkiefernwald im Gegensatz zu den anderen Waldtypen auffallend.

Bezüglich des Problems der Indifferenz des Kieferschwärmers ist mit den Ergebnissen SCHWERDTFEGERS (1952) sowie den hier gewonnenen Ergebnissen eindeutig bewiesen, daß es nicht die Puppen-Parasiten sein können, welche die Populationsdichte des Schwärmers auf einem konstant niedrigen Wert halten. 60 bis 75% der hier gefundenen Puppen ergaben gesunde Falter (abiotische Puppenmortalität wurde nicht beobachtet). Ein derartiges Parasitierungsprozent erscheint aber als nicht ausreichend, eine Massenvermehrung des Wirtes zu verhindern.

Das Indifferenzproblem des Kieferschwärmers ist damit sowie mit den oben angeführten Untersuchungsergebnissen über die Eizahl und das Geschlechterverhältnis dieses Schädlings, eingeengt worden. Da einerseits die

erstaunlich hohe Widerstandsfähigkeit aller Entwicklungsstadien des Kiefernswärmers gegenüber abiotischen Faktoren nachgewiesen ist (GÖSSWALD, 1936) und andererseits, wie vorstehende Ergebnisse zeigen, weder Puppenparasitierung, noch Eizahlreduktion, noch geringer Weibchenanteil als eine Massenvermehrung verhindernde Faktoren wahrscheinlich sind, muß der entscheidende Umweltwiderstand bei den anderen biotischen Faktoren, etwa bei der Eiparasitierung, der Nichtbefruchtung der Eier oder der Räubereinwirkung auf die Raupen, gesucht werden.

b) Die qualitativen Parasitierungsverhältnisse im Puppenstadium

Für eine eingehende Analyse der erzeugten Parasiten-Arten nach Zeit, Waldtyp und Wirtsart genügt der Umfang der vorliegenden Arbeit noch nicht. Sie bleibt weiteren, beim Deutschen Entomologischen Institut in Angriff genommenen, Untersuchungen vorbehalten.

Im folgenden sollen daher nur die Grundzüge der qualitativen Parasitierungsverhältnisse dargestellt werden¹⁾:

1. *Bupalus* und *Semiothisa* wiesen in beiden Jahren und in allen Waldtypen zwei absolut vorherrschende Parasitenarten auf: die Schlupfwespe *Ichneumon nigritarius* Grav. und die Raupenfliege *Carcelia obesa* Zett.²⁾ Erst mit weitem Abstand folgten 6 weitere Tachinidenarten (T) und Ichneumonidenarten (I).

Unter insgesamt 296 *Bupalus*-Parasiten waren: 150 *Ichneumon nigritarius* Grav. (I), 119 *Carcelia obesa* Zett. (T), 15 *Ichneumon bilunulatus* Grav. (I), 4 *Carcelia* spec. aff. *excisa* Fall.³⁾ (T), 3 *Blondelia nigripes* Fall. (T), 3 *Heteropelma calcator* Wesm. (I), 1 *Ichneumon fabricator* F. (I) und 1 *Drino lota* Mg. (T).

Die zuletztgenannte Fliegenart, *Drino lota* Mg., war meines Wissens bisher als Parasit des Kiefernspanners noch nicht bekannt.

¹⁾ Die Bestimmung der Ichneumoniden verdanke ich Herrn Prof. Dr. H. SACHTLEBEN, die Überprüfung meiner Bestimmung der Tachiniden Herrn Prof. Dr. W. HENNIG, beide Deutsches Entomologisches Institut, Berlin.

²⁾ In der forstentomologischen Literatur bisher allgemein als *C. rutilla* B. B. oder *C. rutilla* Rond. bezeichnet. Nach MESNIL (*Larvaevorinae (Tachininae)* in: LINDNER, Die Fliegen der palaearktischen Region, 64 g, p. 35 — 37, 1944) muß diese Art *C. obesa* Zett. heißen.

³⁾ Als Parasit des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.) wird in der Literatur allgemein *C. excisa* Fall. genannt. Nach BARANOFF (Studien an pathogenen und parasitischen Insekten III, Beitrag zur Kenntnis der Raupenfliegenart *Carcelia R. D.*, Inst. f. Hygiene u. Schule f. Volksgesundheit in Zagreb, Arb. parasitol. Abt. Nr. 3, 1931) und MESNIL (siehe oben: Fußnote 2) gehört *C. excisa* Fall. in eine Gruppe einander sehr ähnlicher Arten, die sich nach den Angaben beider Autoren einwandfrei unterscheiden lassen, wie ich an Sammlungsmaterial des D. E. I. nachprüfen konnte. Die von mir aus *Bupalus piniarius* gezogene Form läßt sich jedoch keiner der von BARANOFF und MESNIL unterschiedenen Formen (*excisa* Fall., *separata* Rond. und *confundens* Rond.) zuordnen, so daß ihre systematische Einordnung vorläufig ungeklärt bleiben muß.

Unter insgesamt 47 *Semiothisa*-Parasiten waren: 20 *Carcelia obesa* Zett. (T), 16 *Ichneumon nigritarius* Grav. (I), 7 *Ichneumon bilunulatus* Grav. (I) und 4 *Plectrocryptus arrogans* Grav. (I).

Bei *Bupalus* überragte also *Ichneumon nigritarius* die Raupenfliege *Carcelia obesa*; bei *Semiothisa* war es umgekehrt.

2. Drei von den 9 genannten Parasitenarten, nämlich *Ichneumon nigritarius*, *Carcelia obesa* und *Ichneumon bilunulatus* waren somit den beiden Kiefernspanner-Artengemeinsam. Vergangene Untersuchungen (SCHWENKE, 1954) zeigten aber, daß auch die anderen Parasitenarten (bis auf *Heteropelma calcator*) in beiden Wirten schmarotzen.

Bupalus piniarius und *Semiothisa liturata* sind also bezüglich ihrer Parasitengarnitur weitestgehend korreliert.

3. Auffällig ist die Altholz-Bevorzugung von *Ichneumon bilunulatus*. Bei *Bupalus* machte dieser Parasit 3% der Parasitierung in Stangenhölzern, dagegen 10% der Parasitierung in Althölzern aus; bei *Semiothisa* lauten die Zahlen: Stangenholz = 6%, Altholz = 36%!

4. Ebenso auffallend ist das völlige Fehlen des Hauptparasiten *Ichneumon nigritarius* im Moos-Flechten-Typ. In diesem Kiefernwaldtyp waren sowohl bei *Bupalus piniarius* als auch bei *Semiothisa liturata* *Carcelia obesa* und *Ichneumon bilunulatus* die einzigen Parasitenarten.

Das läßt die Vermutung aufkommen, daß *Ichneumon nigritarius* in diesem vegetationsärmsten Typ die für seine zweite (oder gar dritte) Generation notwendigen Zwischenwerte nicht findet, daß dagegen *Carcelia obesa* und *Ichneumon bilunulatus* ohne solche Zwischenwirte auskommen, d. h. in ihren Generationsverhältnissen ganz an diejenigen der beiden Kiefernspanner angepaßt sind.

5. An der sehr hohen Puppenparasitierung von *Panolis* (80%) waren 4 Parasitenarten beteiligt: *Ichneumon pachymerus* Ratzb. (I), *Ichneumon nigritarius* Grav. (I), *Banchus femoralis* Thoms. (I) und *Exochilum circumflexum* L. (I) und zwar mit einem in dieser Reihenfolge abnehmenden Parasitierungsprozentsatz.

Die Forleule wies somit nur Schlupfwespen als Parasiten auf. Eine Art, *Ichneumon nigritarius*, hatte sie mit den beiden Spannerarten gemeinsam.

6. Aus den *Hyloicus*-Puppen wurden eine Schlupfwespenart, *Protichneumon fusorius* L., und eine Raupenfliegenart, *Phryxe erythrostoma* Hart.¹⁾ gezogen, davon die letztere Art als Hauptparasit.

¹⁾ Diese bisher hinsichtlich ihres Status als zweifelhaft betrachtete Form wird in der neuesten Bearbeitung der Gattung *Phryxe* von MESNIL (*Larvaevorinae* (*Tachiniac*) in: LINDNER: Die Fliegen der palaearktischen Region, 64 g, 1954) als eine deutlich von der *P. vulgaris* Fall.-Artengruppe verschiedene Art gekennzeichnet. Die von mir aus dem Kiefernswärmer (*Hyloicus pinastri* L.) gezogenen Tiere gehören auf Grund der von MESNIL angegebenen Merkmale alle zu *P. erythrostoma* Hart.

Ein Überliegen der gefundenen Schwärmerpuppen wurde nicht beobachtet.

Ein Vergleich der vorstehend genannten qualitativen Parasitierungsverhältnisse mit den von SCHWERTFEGGER (1952) bei niedriger Populationsdichte von *Bupalus*, *Panolis* und *Hyloicus* in der Schorfheide gefundenen läßt einesteils Übereinstimmungen, zum anderen Teil erhebliche Unterschiede erkennen. Übereinstimmend ist das Fehlen von *Anomalon biguttatum* Grav. (I) bei *Bupalus* und von *Ernestia rudis* Fall. (T) bei *Panolis*, die bei den bisherigen Massenvermehrungen dieser beiden Kiefernscädlinge eine wichtige Rolle spielten. Unterschiedlich ist dagegen z. B. der Anteil der Tachinierung bei *Bupalus* (hier weitaus höher als dort), ebenso der Anteil von *Ichneumon nigritarius* an der Parasitierung von *Panolis* (gleichfalls hier weitaus höher als dort) sowie die Tatsache, daß aus *Hyloicus* hier die Raupenfliege *Exorista cinctinna* Rond. und die Schlupfwespe *Aphanistes ruficornis* Grav. nicht erzogen wurden, während sie bei SCHWERTFEGGERS Untersuchungen zu den wichtigsten Puppenparasiten von *Hyloicus* zählten.

II. Biocönologische Synthese (Vergleich der Populationsdichte)

Das Ergebnis der Wirkungen aller Artgleichgewichts-Faktoren bildet die Populationsdichte der betreffenden Art. Sie ist in Tabelle 2 für die vier untersuchten Kiefernscädlinge (bezogen auf das Puppenstadium) dargestellt, um prüfen zu können, wieweit sie nach Untersuchungs-Ort, -Zeit und -Art Veränderungen unterlag.

Tabelle 2. Puppenzahl der vier untersuchten Schädlingsarten pro 100 qm

Jahr	<i>Bupalus</i>					<i>Semiothisa</i>					<i>Panolis</i>					<i>Hyloicus</i>				
	StH Bf	AH Bf	StH Bt	AH Bt	AH MF	StH Bf	AH Bf	StH Bt	AH Bt	AH MF	StH Bf	AH Bf	StH Bt	AH Bt	AH MF	StH Bf	AH Bf	StH Bt	AH Bt	AH MF
1953	24	71	58	55	50	14	18	22	14	12	6	4	8	1	7	4	14	2	4	10
1954	49	65	116	65	231	4	12	10	9	31	1	4	2	4	4	8	8	7	8	7

Die Auswertung der Tabelle 2 ergibt folgendes:

1. In beiden Jahren und allen Waldtypen hatte *Bupalus* die höchste Populationsdichte unter den vier Arten. Es folgen (in der Reihenfolge fallender Dichte): *Semiothisa*, *Hyloicus* und *Panolis*.

2. Die Populationsdichte blieb bei *Panolis* und *Hyloicus* von 1953 auf 1954 ungefähr gleich; sie nahm bei *Semiothisa* in den Beerkrauttypen etwas ab, im Moos-Flechtentyp dagegen stark zu; sie nahm bei *Bupalus* in den Beerkraut-Typen stark, im Moos-Flechtentyp außerordentlich stark zu.

3. Diese auf relativ engem Raum nach Kiefernwaldtyp konstant vorhandenen Dichte-Unterschiede beweisen den Wert der biocönologischen Differenzierung des Standortes sowie der vergleichend-biocönologischen Untersuchungsmethode in der Massenwechselforschung.

4. *Bupalus* und *Semiothisa* befanden sich zur Zeit der Untersuchung in der Berliner Stadtforst (im Moos-Flechten-Kiefernwald-Typ) in Massenvermehrung, erreichten allerdings die Puppendichte, welche erfahrungsgemäß zu wirtschaftlichen Schäden führt, bei weiten nicht.

5. Die oben dargestellte Veränderung des Parasitierungsgrades spiegelt sich nicht in der Veränderung der Populationsdichte wieder.

Zusammenfassung

Unter Anwendung der vergleichend-biocöologischen Untersuchungsmethode der Gradologie wurden 1953 und 1954 vier forschädliche Lepidopteren-Arten, *Panolis flammea* Schiff., *Bupalus piniarius* L., *Semiothisa liturata* Cl. und *Hyloicus pinastri* L., bei niedriger Populationsdichte auf einige populationsdynamische Faktoren hin untersucht.

Zugrundegelegt wurde eine Aufteilung des Untersuchungsgebietes in drei biocöologische Kiefernwaldtypen: den frischen Beerkraut-Typ, den trockenen Beerkraut-Typ und den sehr trockenen Moos-Flechten-Typ sowie wiederum eine Aufteilung dieser in Stangenhölzer und Althölzer.

Verglichen wurden die ökologischen Daten: Eizahl und Art der Puppenparasitierung sowie die biocöologischen Daten: Geschlechterverhältnis der Puppen, Parasitierungsprozent der Puppen und Populationsdichte (Puppenzahl pro Ar).

Bei allen genannten Daten ergaben sich zwischen den unterschiedenen Kiefernwald-Typen eindeutige und während der untersuchten zwei Jahre konstante Unterschiede.

Zitierte Literatur

1. FRIEDERICH, K., Kiefernspanner und Parasiten nach der Gradation. *Ztschr. angew. Ent.*, **19**, 130—143, 1932.
2. —, SCHAERFFENBERG, B. & STURM, M., Über die Feinde des Kiefernspanners mit besonderer Berücksichtigung des Mischwaldes. *Ztschr. angew. Ent.*, **27**, 624—41, 1941.
3. GÖSSWALD, K., Zur Frage nach der Abhängigkeit der Entwicklung des Kiefernswärmers *Sphinx pinastri* L. von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. *Ztschr. angew. Ent.*, **22**, 521—32, 1936.
4. SCHWENKE, W., Untersuchungen zum Massenwechsel der Kiefernspanner *Bupalus piniarius* L. und *Semiothisa liturata* Cl. auf vergleichend-biozönotischer Grundlage, Teil I: *Beitr. Ent.*, **2**, 1—55, 1952. Teil II: *Beitr. Ent.*, **4**, 388—451, 1954.
5. —, Beiträge zur Bionomie der Kiefernspanner *Bupalus piniarius* L. und *Semiothisa liturata* Cl. auf biozönotischer Grundlage. *Beitr. Ent.*, **3**, 168—206, 1953 (a).
6. —, Biozönotik und angewandte Entomologie, *Beitr. Ent.*, **3**, Sonderheft, p. 86—162, 1953 b).
7. SCHWERDTFEGER, F., Untersuchungen über den „Eisernen Bestand“ von Kiefernspanner (*Bupalus piniarius* L.), Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) und Kiefernswärmer (*Hyloicus pinastri* L.). *Ztschr. angew. Ent.*, **34**, 216—283, 1952.