Über eine Polyedrose als Begrenzungsfaktor einer Population von Malacosoma alpicola Stdg. (Lepid. Lasiocampidae)

Autor(en): **Benz, Georg**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society**

Band (Jahr): **34 (1961-1962)**

Heft 4

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-401420

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
Band XXXIV Heft 4 25. März 1962

Über eine Polyedrose als Begrenzungsfaktor einer Population von Malacosoma alpicola Stdg. (Lepid. Lasiocampidae)

von

GEORG BENZ
Entomologisches Institut der ETH, Zürich

Herrn Professor Dr. F. E. LEHMANN, zum 60. Geburtstag gewidmet

Einleitung

Im Sommer 1960 wurde auf einer ziemlich steilen, nordexponierten Alp im Engadin (südlich von Zuoz) eine relativ grosse Population von Raupen des Alpen-Ringelspinners beobachtet. Das befallene Gebiet hatte eine Fläche von ca. 20 ha und erstreckte sich von 1740 bis 1950 m ü.M. Bei näherer Untersuchung der Population stellte sich heraus, dass ein grosser Teil der Tiere an einer Polyedrose erkrankt waren. Diese Virose ist untersucht worden. Im Folgenden soll nach einer kurzen Einführung in die Biologie von *Malacosoma alpicola* das neu gefundene Virus und dessen Einfluss auf die Populationsdynamik des Insektes beschrieben werden.

Zur Biologie von Malacosoma alpicola

M. alpicola lebt polyphag auf Alpweiden zwischen 1500 und 2300 m ü.M. (VORBRODT, 1911). Die jungen Räupchen schlüpfen aus den überwinterten Eiern von Mitte Mai an und leben bis nach der vierten Häutung in Gemeinschaftsnestern im Gras. Während dieser Zeit fressen die Raupen nur in der Nähe des Nestes und ziehen sich am Abend immer in das Nest zurück. Die Nestgespinste werden fast jeden Tag an einen andern Ort verlegt (gewöhnlich 0,5 bis 2 Meter vom alten Nest entfernt), wobei die Raupen jeweils eine Prozession bilden. Es scheint, dass die Raupen dabei den Fäden folgen, die von den vorausgehenden Tieren gesponnen werden. Wenn diese Fäden hinter einer kleinen Vorhut

durchbrochen werden, sammeln sich die nachfolgenden Raupen gewöhnlich an diesem Punkt zu einem neuen Nest, während die Vorhut zurückkriecht und ebenfalls zu diesem Nest stösst. Die vordersten Tieren spüren, wenn hinter ihnen der Faden durchbrochen wird. Selbst wenn der Bruch 30 bis 50 cm hinter dem Leittier erfolgt, hört dieses sofort auf zu kriechen (ausgenommen, wenn direkt hinter ihm viele Tiere folgen). Werden die Leitfäden so durchbrochen, dass sich vor und hinter der Bruchstelle etwa gleich viele Raupen befinden, so kann es zu einer Aufsplitterung der Familie kommen. Während die Tiere vor der Bruchstelle weiterziehen und weiter vorn ein neues Nest bilden, sammelt sich die Nachhut an der Bruchstelle und spinnt meist dort ein zweites Nest. Dieses Verhalten gibt wahrscheinlich die Erklärung für die mehrmals beobachtete Aufsplitterung einer Familie in zwei bis drei Gruppen.

Im fünften Raupenstadium zerstreuen sich die Tiere über das ganze Gebiet und leben solitär. Zum Schlafen kriecht jede Raupe auf einen kurzen Halm. Die Raupen sind darum gegen Abend besonders leicht zu finden.

Zwischen Ende Juni und August (im beobachteten Gebiet Ende Juli) spinnen die erwachsenen Raupen nahe der Erde einen losen Cocon zwischen den Gräsern. Die Raupen entleeren danach den Inhalt der Malpighischen Gefässe in das Gespinst (winzige, stäbchenförmige, gelbe Kristalle), so dass dieses gelb gepudert aussieht. Die Puppenhäutung erfolgt bald darauf. Aus den schwarzen Puppen schlüpfen etwa 14 Tage später die Falter aus. Die Männchen fliegen gerne, während die Weibchen meist nur an einem Halm emporkriechen und dort ein Männchen erwarten. Die Eier (150 bis 250 Stück) werden in einem 1,5 bis 3 cm breiten Ring um den Halm abgelegt. Sie sind in eine schwarzbraune Kittmasse eingebettet und von einem lackartigen, dünnen Häutchen überzogen. Die Eier überwintern am Halm (Diapause).

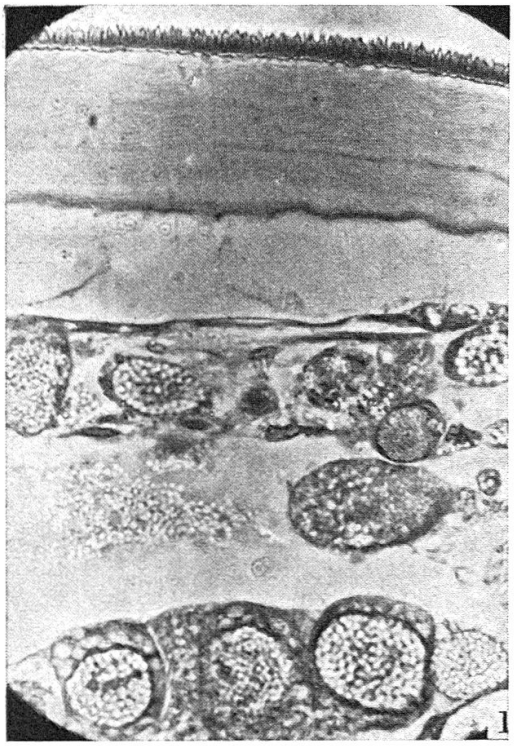
Beschreibung der Virose

Symptome :

Die infizierten Raupen werden schlaff und träge. Häufig erbrechen sie eine braune Flüssigkeit. Im fortgeschrittenen Stadium der Krankheit zerreisst die Haut sehr leicht. Die Haare der Raupen sind daher oft mit eingetrockneter, rötlichbrauner Hämolymphe verkrustet. Wenn solche Tiere mit der Pincette angefasst werden, bricht die Haut wieder auf, und milchig-weisse Hämolymphe tritt aus. Diese verfärbt sich bald fleischrot und dunkelt dann nach zu einem hellen Rotbraun. — Bei der Sektion der kranken Raupen fällt auf, dass der Fettkörper und die Unterhaut undurchsichtig weiss sind und dass der Darm nicht mit einer dunkelgrünen, sondern mit einer dunkelbraunen Masse gefüllt ist.

Histopathologie :

Quetschpräparate zeigen, dass die stark aufgequollenen Kerne verschiedener Gewebe mit einer grossen Zahl polyedrischer Einschlusskörper angefüllt sind. In histologischen Schnitten können die Polyeder noch besser beobachtet werden (Abb. 1). Wie alle bekannten Kernpolyeder aus Insekten färben sie sich mit den gewöhnlichen Farbstoffen nicht an. Polyeder wurden hauptsächlich in den Kernen der Lymphozyten, des Fettkörpers, der Unterhaut, der Tracheenmatrix und der Ganglienscheiden festgestellt, ausserdem in den Kernen von Ganglienzellen, Pericardialzellen und Muskeln (Abb. 2). Hingegen sind in den Zellen der Seidendrüsen, des Mitteldarmes, der Malpighischen Gefässe, der Imaginalscheiben und der Drüsenzellen der Haut nie Polyeder gefunden worden. Die polyedrösen Zellen lösen sich oft auf, so dass in fortgeschrittenen Stadien auch die Hämolymphe mit freien Polyedern gefüllt ist, was die weisse Färbung der Hämolymphe kranker Raupen bewirkt.



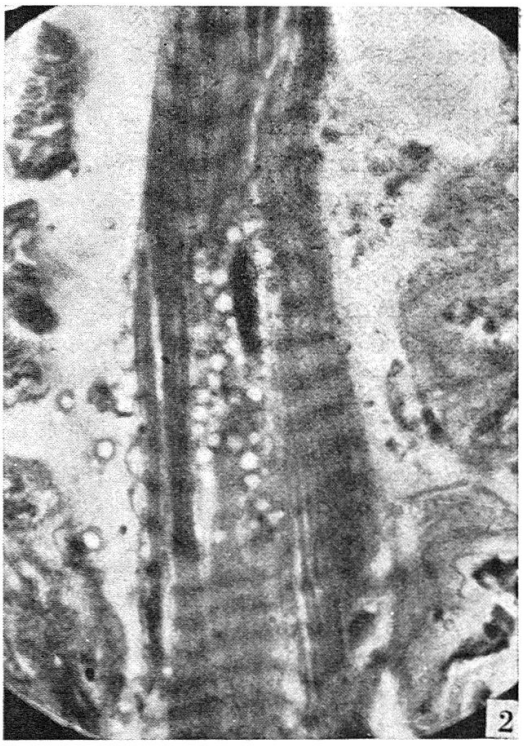


Abb. 1. — Schnitt durch Haut und Fettgewebe einer polyedrösen Raupe. Die Zellkerne sind mit ungefärbten Polyedern gefüllt. Schichten von unten nach oben : Fettkörper ; Leibeshöhle mit freien Polyedern in der Hämolymphe ; Hypodermis ; Cuticula. (Vergr. = 1 : 740).

Abb. 2. — Muskel mit Polyedern (Vergr. = 1 : 1840).

Die polyedrischen Einschlusskörper :

Die Form der Polyeder ist sehr unregelmässig (Abb. 3). Im Idealfall dürfte es sich um Rhombendodecaeder handeln. Der Durchmesser der Polyeder schwankt zwischen 0,6 bis 4,5 μ. Meist enthält ein Kern Polyeder ähnlicher Grösse ; hingegen können verschiedene Kerne desselben Gewebes sehr verschieden grosse Einschlusskörper aufweisen. — Durch Behandlung der Polyeder mit einer Lösung von 0,05 M Na_2CO_3 und 0,05 M NaCl lösen sich diese auf (Methode von BERGOLD, 1947). Dabei werden die in den Polyedern eingeschlossenen Virus-einheiten frei.

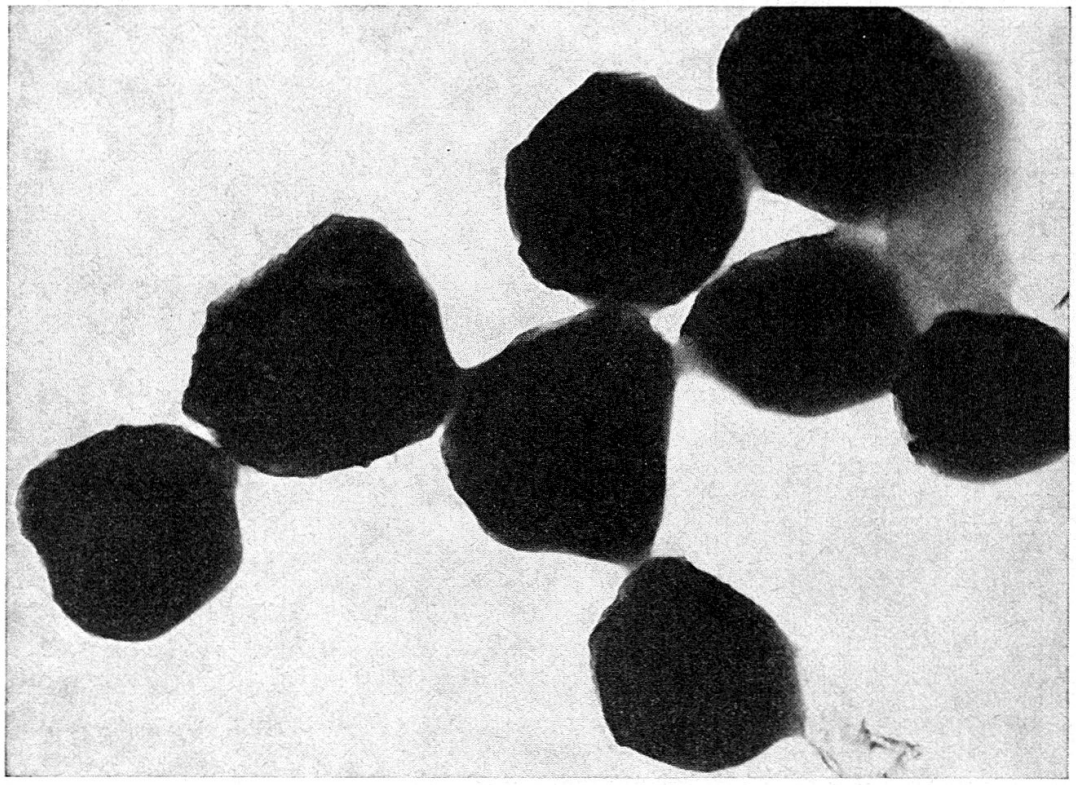


Abb. 3. — Polyeder ; elektronenmikroskopische Aufnahme (Vergr. = 1 : 25 000).

Das Virus :

In Dünnschnitten durch Polyeder kann im Elektronenmikroskop eine grosse Zahl stäbchenförmiger Viren festgestellt werden (Abb. 4). Dabei fällt auf, dass jeweils 2 Viruspartikeln eine Einheit bilden. Die Virus-Paare sind von einer gemeinsamen Entwicklungsmembran umgeben.

Die durch Alkalibehandlung freigesetzten Viruseinheiten können durch Zentrifugierung (13000 Touren/min) angereichert und elektronenmikroskopisch untersucht werden. Bei den isolierten Viruseinheiten handelt es sich meistens um die bereits erwähnten Zweierbündel (Abb. 5). Nach längerer Alkalibehandlung lösen sich aber auch die Entwicklungsmembranen auf, und die einzelnen Viruspartikeln werden frei. Diese sind 370–420 mμ lang und 50–60 mμ dick.

Nach den heute geltenden Regeln der Virusnomenklatur gehört das Virus in die Gattung *Borrelinavirus* (STEINHAUS, 1949, 1953; KRIEG, 1961). Der Name *Borrelinavirus alpicolae* nov. spec. wird vorgeschlagen.

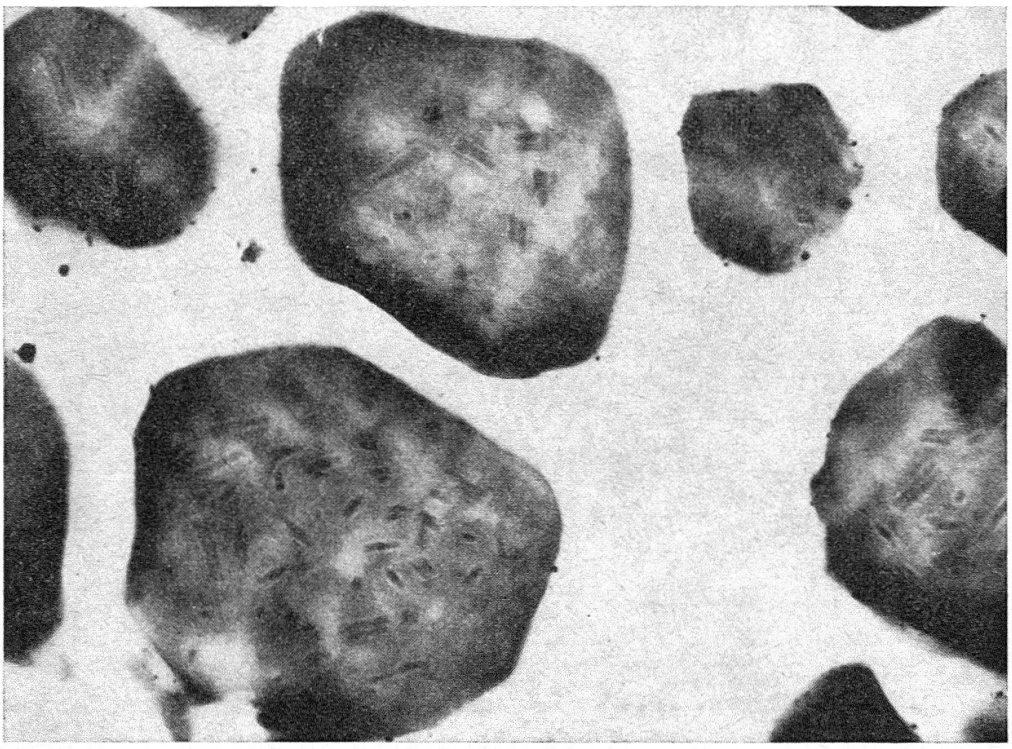


Abb. 4. — Dünnschnitte durch Polyeder. Im Innern sind Virusbündel, die je 2 stäbchenförmige Viruspartikeln enthalten, sichtbar. EM-Aufnahme; Osmiumfixierung; Schnittkontrastierung mit Uranylchlorid. (Vergr. = 1 : 26 500).

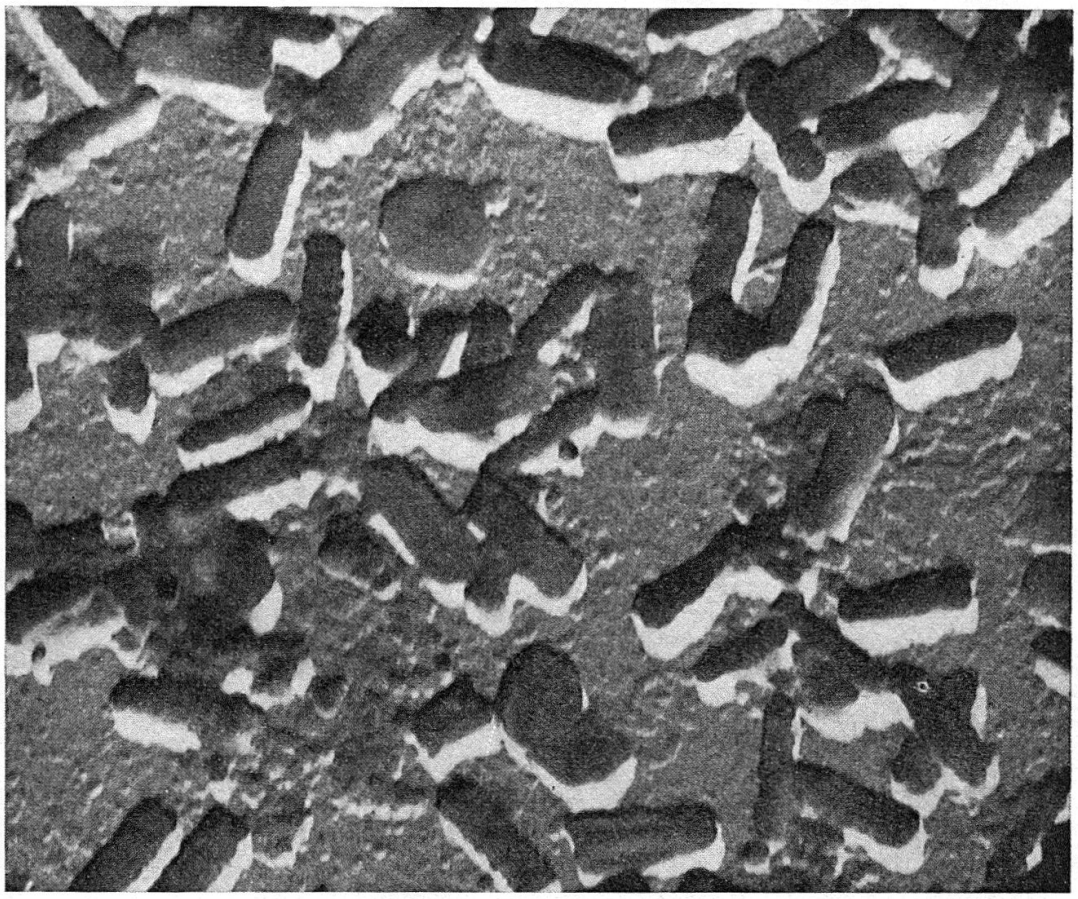


Abb. 5. Freie Virusbündel und Viruspartikeln. EM-Aufnahme; mit Chrom und Platin beschattet. (Vergr. = 1 : 47 800).

Epizootiologische Untersuchungen

Zur Bestimmung der Populationsdichte wurden auf regelmässig über das Untersuchungsgebiet verteilten Streifenflächen von 10 m Länge und 1 m Breite alle Malacosoma-Raupen gesammelt. Die untersuchten Streifen lagen jeweils quer zum Hang und übereinander (Bodenabstand je ca. 15 m; Höhendifferenz je ca. 8 m). Die Aufnahmen über das Gebiet wurden zweimal auf nebeneinander liegenden « Pisten » gemacht. Für jede Höhenstufe des Hanges sind also 20 m^2 Bodenfläche untersucht worden. Es zeigte sich, dass die Populationsdichte im Bereiche von 1910 bis 1960 m ü.M. ein deutliches Maximum aufwies, während sie sowohl hangaufwärts wie hangabwärts stark abfiel. Die Populationsdichte auf den verschiedenen Höhenstufen ist in Abb. 6 dargestellt.

Die eingesammelten Raupen wurden im Laboratorium auf Krankheiten untersucht. Nur 4 der untersuchten Raupen wiesen Tachinidenbefall auf; dagegen waren sehr viele Tiere polyedrös. Wie Abb. 6

zeigt, trat die Polyedrose nur oberhalb 1840 m ü.M. auf. Die absolute Zahl der Polyedrosefälle war im Bereich der höchsten Populationsdichte am grössten. Dagegen war der relative Krankheitsbefall

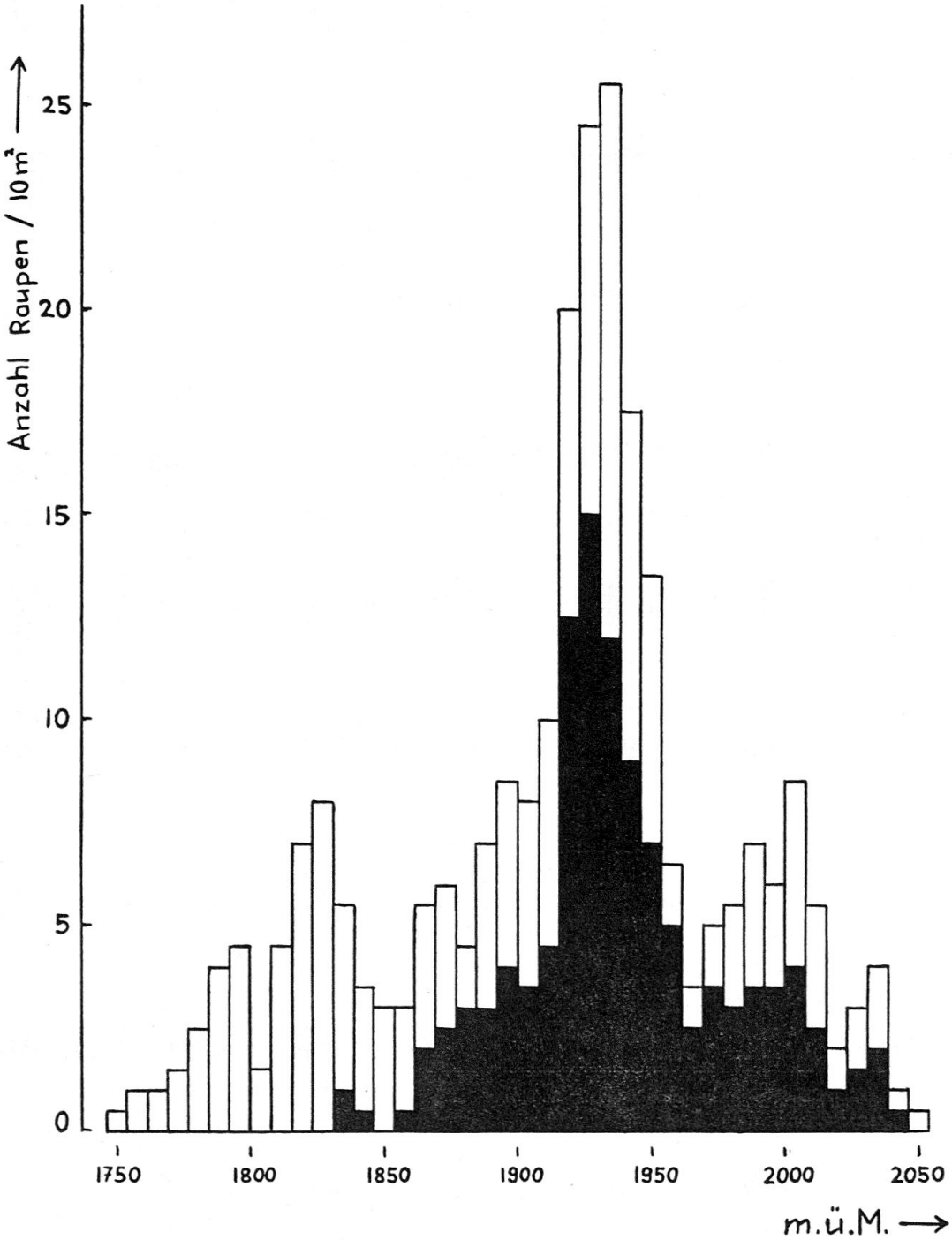


Abb. 6. — Populationsdichte der Raupen (L5) in den verschiedenen Höhenstufen des Untersuchungsgebietes. Weisse Säulen = Tiere, in denen keine Polyedrose nachgewiesen werden konnte; schwarze Säulen = polyedröse Tiere.

im ganzen Seuchengebiet etwa gleich hoch, nämlich durchschnittlich 53 % (Abb. 7).

Da diese Untersuchungen erst durchgeführt wurden, als sich schon alle Raupen in mittleren bis späten fünften Stadium befanden, besteht die Möglichkeit, dass ein Teil schon früher gestorbener Tiere nicht erfasst worden ist. Der relative Krankheitsbefall könnte also noch etwas höher gewesen sein. Zudem haben Laboratoriumszuchten von Tieren aus dem Seuchengebiet gezeigt, dass sich eine Anzahl der Raupen nicht verpuppte, obwohl in Quetschpräparaten von diesen Tieren keine Polyeder nachgewiesen werden konnten. Die übrigen

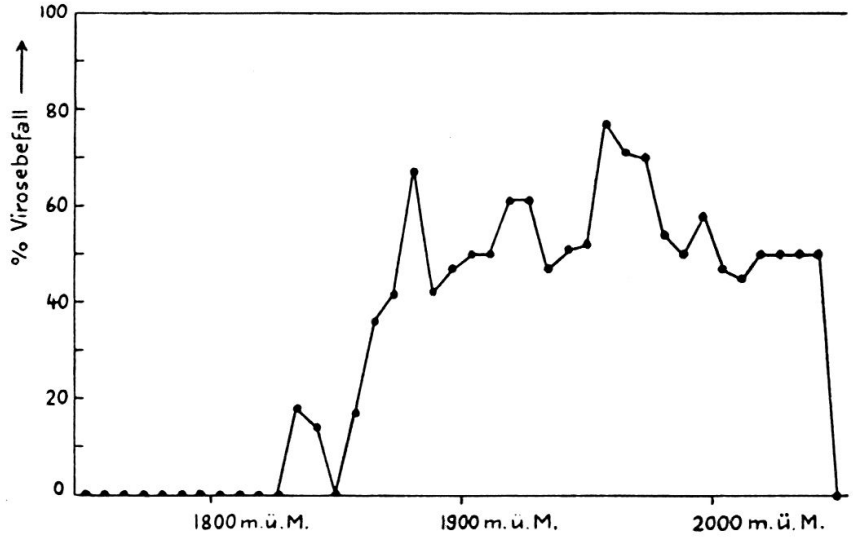


Abb. 7. — Prozentualer Krankheitsbefall in den verschiedenen Höhenstufen des Untersuchungsgebietes.

Tiere starben zum Teil als Puppen. Von den geschlüpften Faltern sind nie Eier abgelegt worden (obwohl die verschiedenen Ringelspinner-Arten sonst als leicht züchtbar gelten). Möglicherweise war ein grosser Teil dieser Tiere doch leicht infiziert, was aber mit der einfachen Quetschpräparat-Methode nicht nachgewiesen werden konnte.

Die Beobachtungen im Freien bestätigten das Ergebnis der Laboratoriumszuchten. Im Virosegebiet gelangte nur ein sehr geringer Teil der Raupen zur Verpuppung, während im untersten Gebietsteil, wo keine Krankheit gefunden wurde, verhältnismässig häufig Puppen beobachtet werden konnten.

Im ganzen Gebiet wurde der grösste Teil der Puppen von den dort zahlreich vorkommenden Wühlmäusen gefressen. Dementsprechend sind zwischen Mitte und Ende August nur vereinzelte Falter geschlüpft. Trotz eifrigem Suchen im Herbst 1960 wurden im Seuchengebiet keine Eier gefunden. — Das einzige, im folgenden Frühjahr

gefundene Eigelege wies eine starke Parasitierung durch winzige Hymenopteren auf (ca. 40 %). Im Gegensatz dazu waren zwei im Vorjahr untersuchte Eigelege nur schwach parasitiert (ca. 2 %).

Bei einer sorgfältigen, im Frühjahr 1961 durchgeführten Untersuchung des Gebietes konnten im ganzen letztjährigen Virosegebiet nur drei Kolonien von *M. alpicola* gefunden werden : eine kleine mit 25, eine mittelgrosse mit 55 und eine grosse mit 143 Raupen. Kurze Zeit später wurde keine einzige Raupe mehr gefunden, sodass die Vermutung, dass alle an Polyedrose starben, zwar nicht geprüft werden konnte, aber auch nicht von der Hand zu weisen ist.

Das im Vorjahr virosefreie Gebiet wies im Früjahr 1961 eine ziemlich grosse Population von *M. alpicola* auf. Leider konnte diese Population nicht lange beobachtet werden, da eine Kuhherde alle Raupen tötete, als sie noch in den Gemeinschaftsnestern lebten. Es konnte daher nicht festgestellt werden, ob in diesem Gebiet die Polyedrose später aufgetreten wäre. Auch konnte keine vergleichende Aufnahme der Populationsdichte gemacht werden. Aus der Anzahl und Grösse der Kolonien darf aber geschlossen werden, dass die Populationsdichte für das fünfte Raupenstadium in diesem Gebiet bedeutend höher gewesen wäre als im Vorjahr.

Diese Untersuchungen zeigen, dass das beschriebene Polyedervirus im Jahre 1960 als Hauptmortalitätsfaktor gewirkt hat und dass seine populationsbegrenzende Wirkung sehr stark ortsgebunden ist.

Diskussion

Im Gegensatz zu allen bisher genauer untersuchten Polyederviren, wo entweder ein oder mehrere Viruspartikel in einer Entwicklungsmembran zu finden sind (BERGOLD, 1948 ; BERGOLD und SUTER, 1959 ; HUGHES, 1950 ; KRIEG, 1961 ; MORGAN et al., 1955), enthalten die Entwicklungsmembranen des nucleären Polyedervirus von *M. alpicola* je 2 Viruspartikel. Bisher sind Fälle von nucleären Polyedrosen von mehreren Arten der Gattung *Malacosoma* bekannt geworden, so z.B. von *M. americana* F. und *M. disstria* Hbn. (CHAPMAN und GLASER, 1915), *M. californicum* (PACK.) (CLARK, 1958), *M. fragile* Strech (STEINHAUS, 1951), *M. neustria* (L.) (BERGOLD, 1943) und *M. pluviale* DYER (STEINHAUS, 1949). Die Morphologie dieser Viren ist jedoch nicht näher beschrieben worden. Untersuchungen, ob sich bei allen *Malacosoma*-Polyedrosen jeweils 2 Virusteilchen in einer Entwicklungsmembran bilden, sind noch im Gange.

Viele Insektenviren treten erst auf, wenn die Populationen eine sehr hohe Dichte erreicht haben und somit Schaden verursachen. Virosen werden daher oft als sogenannte dichteabhängige Mortalitätsfaktoren betrachtet. Auch die Polyedrose von *M. alpicola* ist nur im Gebiet mit relativ hoher Populationsdichte aufgetreten, zeigt also eine gewisse Dichteabhängigkeit. Diese Abhängigkeit scheint aber keine direkte zu

sein, sonst würden wir schon in tieferen Lagen die Polyedrose erwarten. Da sich die Raupen aber erst im fünften Stadium über das Gebiet verteilen, besteht allerdings die Möglichkeit, dass alle kranken Tiere aus dem Maximumgebiet stammten. Solange über den Aktionsradius der Solitärraupen nichts bekannt ist, kann daher die Frage nach der Dichteabhängigkeit dieser Polyedrose nicht befriedigend beantwortet werden. Das Auftreten des Polyedervirus von *M. alpicola* in einem frühen Gradationsstadium, d.h. in einem Zeitpunkt, wo die Raupenpopulationen noch nicht sehr gross und daher ökonomisch tragbar sind, lässt dieses Virus jedenfalls als ausserordentlich günstigen natürlichen Begrenzungsfaktor erscheinen.

Obwohl das Virus nicht sämtliche Tiere befiel, vermochte es doch die Population im Epizootiegebiet praktisch vollständig zu vernichten, wobei allerdings eine Hymenopterenart als Eiparasit und vor allem die Wühlmäuse als Puppenräuber mithalfen. Vermutlich wären aber die beiden letztgenannten Faktoren allein nie in der Lage gewesen, diese Population von *M. alpicola* wirksam einzuschränken (vergl. Populationsanstieg im seuchenfreien Gebiet). Ob das Gleiche auch für die Virose allein gilt, kann nicht leicht geprüft werden, da die andern Faktoren (vor allem die Mäuse) sowieso vorhanden sind.

Ähnliche Beobachtungen sind in Kanada an Populationen der roten Kiefernbuschhornblattwespe *Neodiprion sertifer* (GEOFFR.) gemacht worden. Nach der Einführung eines Polyedervirus aus Schweden sind die kanadischen *Neodiprion*-Populationen zusammengebrochen und seither an den meisten Orten unbedeutend geblieben (BIRD, 1953). Nur in einem einzigen Untersuchungsgebiet wurde in den letzten Jahren wieder ein langsamer Anstieg der *Neodiprion*-Population festgestellt. Eine genauere Prüfung ergab, dass in jenem Gebiet die Spitzmäuse fehlen (HOLLING, 1959). Es scheint also, dass *Neodiprion*-Populationen zwar vom Virus sehr stark reduziert werden können, dass aber für eine bleibende Populationsbegrenzung auf niedriger Populationsdichte das zusätzliche Eingreifen der Spitzmäuse (Coconräuber) nötig ist. — Beide Beispiele zeigen sehr schön, dass die wirksame Populationsbegrenzung einer Spezies durch das Zusammenwirken mehrerer biotischer Faktoren gesichert werden kann.

Zusammenfassung

Ein Kernpolyedrose-Virus von *Malacosoma alpicola* STDG. ist beschrieben worden. Das Virus ist stäbchenförmig: 50–60 mμ dick und 370–420 mμ lang. In einer Entwicklungsmembran sind jeweils zwei Viruspartikel vorhanden. Die Einschlusskörper sind unregelmässig dodekaedrisch. Ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,6–4,5 μ. Jeder Polyeder enthält viele Virusbündel. Das Virus entwickelt sich in den Kernen der meisten mesodermalen und ektodermalen Gewebe. Der Name *Borrelinavirus alpicolae* nov. spec. wird vorgeschlagen.

Die epizootiologischen Untersuchungen zeigen, dass das Virus in der untersuchten Population als wirksamer Begrenzungsfaktor auftrat, bevor die Raupen Schaden verursachten. Populationsbegrenzende Faktoren zweiter Ordnung waren Wühlmäuse (Puppenräuber) und Eiparasiten. Alle Faktoren zusammen bewirkten lokal eine ausserordentlich starke Reduktion der *Malacosoma*-Population.

Sumary

A nuclear polyhedrosis virus of *Malacosoma alpicola* STDG. has been described. The virus is rod-shaped : 50–60 millimicrons thick and 370–420 millimicrons long. Two virus particles are present in each developmental membrane. The inclusion bodies are dodecaeders of irregular shape. Their diameter varies from 0.6 to 4.5 microns. Each polyhedron contains many virus bundles. The virus develops in the nuclei of most mesodermal and ectodermal tissues. The name *Borrelinavirus alpicolae* nov. spec. is proposed.

Epizootiological investigations show that the virus acts as a population limiting factor before the caterpillars cause damage. Population limiting factors of second order were small rodents predating on pupae, and egg parasites. All factors together caused locally a drastic reduction of the population of *M. alpicola*.

LITERATUR

BERGOLD, G. H., 1943. *Über Polyederkrankheiten bei Insekten.* Biol. Zentralbl. 63 : 1–54.
— 1947. *Die Isolierung des Polyeder-Virus und die Natur der Polyeder.* Z. Naturforsch. 2b : 122–143.
— 1948. *Bündelförmige Ordnung von Polyederviren.* Z. Naturforsch. 3b : 25–26.
BERGOLD, G. H. and SUTER, J., 1959. *On the structure of cytoplasmic polyhedra of some Lepidoptera.* J. Insect Pathol. 1 : 1–14.
BIRD, F. T., 1953. *The use of a virus disease in the biological control of the European pine sawfly, Neodiprion sertifer* (Geoffr.). Canad. Ent. 85 : 437–446.
CHAPMAN, J. W. and GLASER, R. W., 1915. *A preliminary list of insects which have wilt, with a comparative study of their polyhedra.* J. Econ. Ent. 8 : 140–150.
CLARK, E. C., 1958. *Ecology of the polyhedroses of tent caterpillars.* Ecology 39 : 132–139.
HOLLING, C. S., 1959. *The components of predation as revealed by a study of small mammal predation of the European pine sawfly.* Canad. Ent. 91 : 293–320.
HUGHES, K. M., 1950. *A demonstration of the nature of polyhedra using alkaline solutions.* J. Bact. 59 : 189–195.
KRIEG, A., 1961. *Grundlagen der Insektenpathologie.* Steinkopff Verlag Darmstadt, 1961.
MORGAN, C., BERGOLD, G. H., MOORE, D. H. and ROSE, H. M., 1955. *The macromolecular paracrystalline lattice of insect viral polyhedral bodies demonstrated in ultra thin sections examined in the electron microscope.* J. biophysic. and biochem. Cytol. 1 : 187–190.
STEINHAUS, E. A., 1949. *Principles of Insect Pathology.* Mc Graw-Hill, New York, 1949.
— 1951. *Report on diagnoses of diseased insects* 1944–1950. Hilgardia 20 : 629–678.
— 1953. *Taxonomy of insect viruses.* Publ. New York Acad. Sci. 56 : 517–537.
VORBRODT, K., 1911. *Die Schmetterlinge der Schweiz.* Bd. I. pp. 216–217. Verlag Wyss Bern.