

## Ueber die Aenderung des Geschlechtsverhältnisses bei Insekten und ihre Ursachen.

Von Dr. Herbert Brandt, Hann. Münden.

(8. Beitrag zu den Nonnenuntersuchungen des Zoologischen Instituts der Forstlichen Hochschule Hann. Münden.)

Der Zusammenbruch einer Insektenkalamität kann Ursachen haben, die von außen auf die Insekten wirken und die als exogene Faktoren bezeichnet werden. Solche exogenen Faktoren sind Nahrungsmangel, sind andere Tiere als Parasiten oder Räuber und sind Seuchen, erregt durch Bakterien, Pilze und andere Kleinlebewesen. Auch ungünstige klimatische Verhältnisse müssen als exogener Faktor in Rechnung gestellt werden.

Es können aber auch in den Insekten selbst liegende Faktoren, bezw. Faktoren, deren Wesen uns noch unbekannt ist, den Zusammenbruch, aber auch den Aufstieg einer Kalamität herbeiführen. Als wichtigste Faktoren dieser Art, als endogene Faktoren, wären ein Nachlassen bezw. ein Ansteigen der Fruchtbarkeit sowie eine Veränderung des Geschlechtsverhältnisses zu nennen.

Eine Kausalanalyse dieser endogenen Faktoren muß angestrebt werden. Beobachtungen während Kalamitäten und einige experimentelle Untersuchungen gaben Hinweise, daß eine Änderung des Geschlechtsverhältnisses bedingt ist durch erhöhte Populationsdichte, durch Hunger oder durch klimatische Faktoren. Damit ist also dieser endogene Faktor als auch von außen her beeinflusbar erkannt worden.

Um von einer Änderung des Geschlechtsverhältnisses sprechen zu können, muß das normale Geschlechtsverhältnis bekannt sein. Nun wird ja in den allermeisten Fällen das Geschlecht durch die Zuteilung geschlechtsbestimmender Erbfaktoren bedingt. Durch die Verteilung der Geschlechtschromosomen bei der Reifeteilung kommt es dazu, da das eine Geschlecht zwei gleichartige X-Chromosomen, das andere Geschlecht nur ein derartiges X-Chromosom oder ein X-Chromosom und ein Y-Chromosom hat, daß in dem einen Geschlecht zwei Gametensorten in gleicher Anzahl erzeugt werden, in dem anderen nur eine. Die Kreuzung der Gameten entspricht dann einer Mendelschen Rückkreuzung eines Heterozygoten mit einem Homozygoten, wobei 50% Heterozygote und 50% Homozygote entstehen, in unserem Fall also 50% Männchen und 50% Weibchen. Das Geschlechtsverhältnis ist also 1:1. Meistens ist das männliche Geschlecht das heterogametische, das Spermium bestimmt also das Geschlecht. Bei den Vögeln und Schmetterlingen, die uns hier besonders interessieren, ist das weibliche Geschlecht das heterogametische. Hier entscheidet also der Genbestand des Eies über das Geschlecht des sich daraus entwickelnden

den Individuums. Das sogenannte mechanische Geschlechtsverhältnis von 1:1 findet sich natürlich nur bei Berücksichtigung genügend großer Zahlen verwirklicht. Dann läßt sich aber in der Tat feststellen, daß die Zahl der Weibchen gleich der der Männchen ist.

Wenn nun eine Abweichung von diesem mechanischen Geschlechtsverhältnis festgestellt wird, die als solche natürlich auch statistisch gesichert sein muß, dann können die Ursachen dafür an einem verschiedenen Zeitpunkt gewirkt haben, nämlich vor, während und nach der Embryonalentwicklung.

Ein Beispiel für eine vorembryonale Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses bildet nach den Untersuchungen von Seiler die Psychide *Talaeporia tubulosa*. Im Freien ist ein Überwiegen des Weibchenanteils festzustellen. Im Experiment fand sich bei niedrigen und normalen Temperaturen dasselbe. Bei Temperaturen über 30°, denen die Weibchen ausgesetzt wurden, erniedrigt sich der Weibchenanteil der nächsten Generation, und zwar dadurch, daß das X-Chromosom bei der Reduktionsteilung häufiger im Ei verbleibt, als daß es in den Richtungskörper geht. Die Zahl der männchenbestimmenden Eier wird also größer. Bei niedrigen Temperaturen rückt das X-Chromosom häufiger in den Richtungskörper, die Zahl der weibchenbestimmenden Eier wird also größer.

Von einer solchen vorembryonalen Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses ist eine solche während der Embryonalentwicklung vor sich gehende, meinetwegen auf einer verschiedenen Sterblichkeit der männlichen und weiblichen Embryonen beruhend, nur durch cytologische Untersuchungen zu unterscheiden.

Leichter ist es wieder, eine postembryonale Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses zu erkennen. Eine solche, bei Schmetterlingen also im Raupen- und Puppenstadium vor sich gehende, wird von einigen Autoren auf Grund ihrer experimentellen Ergebnisse vermutet. Hofmann fand, daß in Hungerzuchten von *Arctia caja* und *Lymantria dispar* sich mehr Männchen als Weibchen entwickelten. Zwölfer stellte fest, daß Zuchten in niedrigen Temperaturen bei der Nonne *Lymantria monacha* mehr Männchen als Weibchen lieferten. Mit steigender Temperatur verschob sich das Geschlechtsverhältnis zu Gunsten der Weibchen. Zwölfer erklärt dies Ergebnis damit, daß männliche Raupen gegen niedrige, weibliche gegen höhere widerstandsfähiger seien.

Wenn auch diese Befunde eine gewisse Wahrscheinlichkeit haben, so kann doch noch zweierlei gegen sie eingewandt werden. Einmal: Ist das mechanische Geschlechtsverhältnis zu Beginn des Raupenlebens tatsächlich verwirklicht gewesen, so daß also die Verschiebung durch die Wirkung der angegebenen Faktoren während des Raupenlebens eingetreten ist? Zum anderen: Die Zahlen, aus denen diese Verschiebung erschlossen

wurde, sind in Anbetracht des großen Ausgangsmateriales zu klein, als daß sie nicht auch rein zufällig dieses Verhältnis angenommen haben könnten.

Um zu einwandfreien Ergebnissen zu kommen, mußte festgestellt werden, ob das Geschlechtsverhältnis von 1 : 1 verwirklicht ist, mußte ferner die Spanne des Experimentes verkürzt werden, um das Ausgangsmaterial anderen zufälligen Todesursachen zu entziehen. Unter Berücksichtigung dieser Punkte wandte ich bei meinen Untersuchungen über die Veränderung des Geschlechtsverhältnisses der Nonne folgende Methode an. Ich setzte Eirauen zwei verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitsstufen aus, ohne ihnen Futter zu geben. Wenn etwa die Hälfte der Raupen gestorben war, wurde der Versuch abgebrochen, die Toten und Überlebenden wurden getrennt, konserviert und auf ihr Geschlecht untersucht.

Äußerlich sind bei den Nonnenraupen keine Geschlechtsunterschiede festzustellen, aber die Anlagen der Geschlechtsorgane zeigen schon bei der Eiraupe charakteristische Unterschiede. Da die Präparation, die unter dem Binokular geschah, etwas schwierig ist, kam es vor, daß in manchen Fällen die Gonadenanlagen zerdrückt wurden. Immerhin gelang es mir, von 537 den Experimenten ausgesetzten Eirauen das Geschlecht zu bestimmen. Dabei ergab sich zunächst, daß bei der Nonne das mechanische Geschlechtsverhältnis nahezu verwirklicht ist. Der Befund lag um 0,1 % außerhalb der Fehlergrenze der Erwartung von 50 % Männchen und 50 % Weibchen, was in der vielleicht doch noch zu geringen Zahl der untersuchten Raupen, vielleicht auch in anderen Faktoren begründet sein kann.

Bei den Versuchen zeigte sich nun, daß in allen vier Fällen (20° und 33° bei jeweils 30 % und 100 % Luftfeuchtigkeit) der Weibchenanteil der Gestorbenen bedeutend größer war und dementsprechend auch der Männchenanteil der Überlebenden. In drei Fällen lag der Befund weit außerhalb der Fehlergrenzen der Erwartung, nur in einem Fall nahe der Grenze, bedingt durch die geringe Anzahl der diesem Versuch ausgesetzten Raupen.

Mangel an Eimaterial sowie das Fehlen eines Thermostaten machten eine genauere Analyse nicht möglich, doch vermögen auch die vorliegenden Ergebnisse über die Feststellung, daß ein Abweichen von den optimalen Bedingungen eine höhere Sterblichkeit der Weibchen hervorruft, hinaus schon die einzelnen Ursachen aufzuzeigen. Dabei ergibt sich folgendes: Hunger, erhöhte Temperatur und niedrige Luftfeuchtigkeit lassen die weiblichen Nonnenraupen in höherem Maße sterben als die männlichen. Diese Abweichungen vom mechanischen Geschlechtsverhältnis, das bei der Nonne verwirklicht ist, treten also postembryonal auf.

*Es konnte aber nicht geprüft werden, ob die beschriebenen Verhält-*

nisse bei der Nonne immer so liegen oder ob das eine Eigentümlichkeit der Nonnenraupen gerade dieses Gradationsjahres 1936 ist. Eine Prüfung dieser Fragen ist unbedingt erforderlich.

Ich möchte nicht schließen, ohne auch an dieser Stelle der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die mir diese Untersuchungen ermöglichte, zu danken. In der Natur der Forschungsaufträge, die die Forschungsgemeinschaft vergibt, liegt es aber begründet, daß bei Fragen der Insektenepidemiologie z. B. nur ein Ausschnitt bearbeitet und gewissermaßen nur ein Augenblicksbild erzielt werden kann. Dringend erforderlich ist aber gerade bei diesen Fragen eine einheitliche, über einen längeren Zeitraum sich erstreckende Untersuchung, unabhängig von der Bekämpfung von Kalamitäten. Denn gerade die Zeiten zwischen den Kalamitäten sind für die Erkenntnis der Ursachen von Kalamitäten äußerst wichtig. Vielleicht könnte durch eine gemeinsame Aktion der interessierten Stellen: Reichsforstamt, Biologische Reichsanstalt, Deutsche Forschungsgemeinschaft, wobei dann von einer finanziellen Belastung kaum die Rede sein könnte, ermöglicht werden, daß derartige wichtige Probleme über einen längeren Zeitraum hinaus unter einheitlichen Gesichtspunkten von einem sachkundigen Bearbeiter verfolgt würden, der dann sicherlich eine Lösung des Problems garantieren könnte<sup>1)</sup>.

## Die Orientierung der Eiraupen der Nonne,

*Lymantria monacha* L.

Von Dr. A. Hundertmark,

Zoologisches Institut der Forstlichen Hochschule Hann. Münden.

(Mit 2 Textfiguren.)

Vorläufige Mitteilung.

### 9. Beitrag zu den Nonnenuntersuchungen des Zoologischen Institutes der Forstlichen Hochschule Hann.-Münden.

Eidmann stellte 1930 fest, daß die Raupen der Forleule teils gradlinig auf Baumstämme zulaufen. Dasselbe kann man bei Nonnenraupen beobachten. Um Klarheit über diese Art der Orientierung zu erhalten, wurden im Rahmen der Nonnenuntersuchungen des hiesigen Institutes dazu experimentelle Untersuchungen ausgeführt.

Es wurde nur mit spontanen Reaktionen gearbeitet. Diese Methode hat sich als äußerst brauchbar erwiesen und ergab überraschende Ergebnisse. Es wurden über 100 000 Raupenläufe ausgewertet.

<sup>1)</sup> Eine eingehende Darstellung dieser Untersuchungen wird demnächst voraussichtlich in der „Zeitschrift für angewandte Entomologie“ veröffentlicht werden.