

sein, nach einiger Zeit den Tsetsebestand auf den Pflanzungen so stark einzudämmen, daß die Infektionsmöglichkeit auf ein Minimum zurückgedrängt wird.

## Kreuzungsversuche bei Stechmücken.

(*Culex pipiens* und *Culex fatigans*.)

Von Dr. F. Weyer,

Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten, Entomologische Abteilung,  
Hamburg.

(Mit 4 Textfiguren.)

Stechmückenbastarde sind bisher unter natürlichen Bedingungen meines Wissens nicht zur Beobachtung gekommen. Das braucht jedoch nicht ihr Fehlen zu beweisen. Die morphologischen Merkmale solcher Zwischenformen könnten so wenig auffällig sein, daß man sie bisher einfach übersehen hat. Eine praktische Fragestellung hat nun vor kurzem zu Kreuzungsversuchen bei Stechmücken Anlaß gegeben. Das große Problem des „Anophelismus ohne Malaria“ führte zur Entdeckung von Rassen oder Varietäten bei *Anopheles maculipennis*. Es war nur naheliegend, daß man die Unterscheidungsmerkmale dieser Rassen auf ihre Konstanz und damit auf ihren erblichen Charakter hin prüfen wollte. Hier konnte nur das Experiment Klarheit schaffen, das Züchtungs- und Kreuzungsexperiment. Wir wissen auf Grund derartiger Versuche heute, daß die sogenannten Rassen von *An. maculipennis* z. T. den Charakter guter Arten haben, da die Kreuzungen entweder nicht gelingen oder unfruchtbare Bastarde ergeben.

Mit den Rassenforschungen bei *An. maculipennis* gewissermaßen parallel gingen Untersuchungen über die Rassen von *Culex pipiens*. Auch bei unserer gewöhnlichen Hausmücke kennen wir heute wenigstens zwei Rassen, deren wesentlichstes Unterscheidungsmerkmal die Art der Eibildung ist. *Culex pipiens pipiens* vermag nur nach Blutmalzeit Eier zu legen, wie fast alle übrigen Stechmücken, *Culex pipiens autogenicus* braucht die Blutmalzeit jedoch nicht. Diese Mücke kann während des Larvallebens Reservestoffe speichern und hieraus die Eier entwickeln und zur Ablage bringen. Sie braucht zur Eibildung überhaupt keine Nahrung. Man spricht hier von einer autogenen Fortpflanzung und infolgedessen auch von einer autogenen und einer nichtautogenen Rasse bei *Culex pipiens*.

Auch bei den Rassen von *Culex pipiens* sind Kreuzungsversuche vorgenommen worden, und hier habe ich eigene Erfahrungen sammeln können. Erste Vorbedingung für erfolgreiche Züchtungsversuche ist ja die Begattung der Mücken, und dabei ergaben sich bereits Schwierigkeiten bzw. neue Fragestellungen. Sowohl bei *An. maculipennis* wie bei *C. pipiens* kennen wir jetzt ganz verschiedene rassenmäßig gebundene Begattungs-

gewohnheiten. Bei der einen Rasse erfolgt die Paarung auf engstem Raume. Selbst in einem Einmachglas von  $\frac{1}{4}$  l Inhalt kann die Kopulation vorstatten gehen. Wir sprechen hier von stenogamen Mücken. Stenogam ist u. a. der autogene *C. pipiens*. Andere Mücken haben dagegen für ihre Hochzeitstänze einen größeren Flugraum nötig, der ihnen in experimentellen Bedingungen nur schwer geboten werden kann. Solche Mücken oder Rassen nennt man eurygam. Eurygam ist der nichtautogene *C. pipiens*. Worin diese verschiedenen Begattungsgewohnheiten ihre tiefere Ursache haben, ist vorerst noch ungeklärt.

Die Kreuzungen zwischen den beiden Rassen von *C. pipiens* gelingen mühelos und zwar nicht nur eine, sondern auch die reziproke Kreuzung. Aus den Kreuzungen gehen fruchtbare Bastarde hervor. Will man die Eigenschaften dieser Bastarde prüfen, so muß man sich in Ermangelung augenfälliger Merkmale der äußeren Form oder Farbe an die physiologischen Unterschiede halten, d. h. die Art der Begattung und Eibildung. Ich habe eine große Menge von Zuchten der  $F_1$ -Generation untersucht. In allen Fällen war diese Generation stenogam, gleichgültig, ob die Männchen der Parentalgeneration der eurygamen oder stenogamen Rasse angehörten. Die Stenogamie ist also dominant. Ferner waren in meinen Zuchten sämtliche Weibchen nichtautogen. Der autogene Charakter dürfte danach rezessiv sein. Man darf jedoch diese Ergebnisse nicht ohne weiteres verallgemeinern. Andere Untersucher<sup>1)</sup> erhielten in einigen Fällen auch schon in der  $F_1$ -Generation vereinzelt autogene Gelege. Da die Kreuzungen so ohne weiteres möglich sind, muß man allerdings ganz besondere Sorgfalt darauf verwenden, das Material reinrassig zu halten. Andererseits verträgt es sich gut mit anderen Erfahrungen der Vererbungswissenschaft, wenn sich die Bastarde nicht einheitlich verhalten.

Welche Eigenschaften besitzt nun die  $F_2$ -Generation? Nehmen wir an, daß die Eigenschaft der Autogenität sich wie ein einfaches rezessives Merkmal verhält, so wäre die  $F_1$ -Generation phänotypisch nichtautogen, und in der  $F_2$ -Generation müßten wir 25% phänotypisch autogener Weibchen erhalten. Ich habe aus einer Reihe bestimmter gleichartiger Zuchten das Verhältnis der autogenen zu den nichtautogenen Weibchen zusammengestellt und fand dabei die Zahlen 16:54. Das kommt dem theoretisch geforderten Verhältnis außerordentlich nahe. Weitere Versuche müßten dieses Ergebnis jedoch noch erhärten.

Die Leichtigkeit, mit der bei den beiden Rassen von *C. pipiens* fruchtbare Kreuzungen gelingen, brachte mich auf den Gedanken, solche Kreuzungen auch bei zwei verschiedenen *Culex*-Arten zu versuchen, um nicht nur Rassen-, sondern Artbastarde zu erzielen. Als geeignete Ob-

<sup>1)</sup> Z. B. Tate u. Vincent, Parasitology, 28, 1936.

jekte erschienen mir *Culex pipiens* und *Culex fatigans* der warmen Region, den wir schon seit einigen Jahren im Hamburger Tropeninstitut in Dauerzucht haben. Über die Technik solcher Versuche ist nicht viel zu sagen. Sehr sorgfältig muß nur auf die Gewinnung wirklich jungfräulicher Weibchen geachtet werden. Unter normalen Bedingungen schlüpfen jedoch aus einem Gelege die Männchen zuerst, und die Puppen der Weibchen sind meist an ihrer Größe unschwer kenntlich. So können die Weibchen schon als Puppen abgesondert und damit von einer Begattung durch die Männchen der eigenen Art sicher ausgeschlossen werden. *C. fatigans* ist stenogam, begattet sich also auch im engen Käfig. Dieses Verhalten war für die beabsichtigten Versuche natürlich sehr willkommen.

Da mir zwei Rassen von *C. pipiens* zur Verfügung standen, waren somit vier Kreuzungen möglich. Eine erste Versuchsserie hatte die Kreuzung des nichtautogenen *C. pipiens* mit *C. fatigans* zum Gegenstand. Auch hier wurden sowohl Männchen der einen wie der anderen Art mit den entsprechenden weiblichen Partnern zusammengebracht. In beiden Fällen erhielt ich einige begattete Weibchen. Die vollzogene Begattung wurde durch den Nachweis der Spermatozoen im Receptaculum seminis sichergestellt. Diese Weibchen schritten jedoch nicht zur Ablage, obwohl sie nach einer Blutmahlzeit die Eier herangereift hatten. Eine zweite gleichartige Versuchsserie brachte dasselbe Ergebnis. Die Kreuzung gelang mir also nicht. Ob sie überhaupt nicht möglich ist, lasse ich dahingestellt sein.

Ganz anders verliefen die Versuche mit der autogenen Rasse von *C. pipiens*. Diese Versuche waren erfolgreich. Es ist also möglich, *Culex fatigans* mit dem autogenen *Culex pipiens* zu kreuzen. Ob man Männchen von *C. fatigans* oder *C. pipiens* für den Versuch verwendet, ist dabei gleichgültig. Beide Kreuzungen gelingen. Ich will mir hier die Aufzählung des genauen Zahlenmaterials versagen<sup>1)</sup>. Es mag die Angabe genügen, daß die erfolgreiche Begattung in mehr als 50 Fällen nachgewiesen werden konnte. Die begatteten Weibchen schritten auch zur Ablage, und die Eier und Larven entwickelten sich normal weiter.

Wie verhalten sich nun diese Bastarde? Brauchbare morphologische Unterscheidungsmerkmale kennen wir bei den Weibchen leider auch hier nicht. Der wichtigste physiologische Unterschied liegt ähnlich wie bei den Rassen von *C. pipiens* in der Art der Eibildung. Das Studium dieser Eigenschaft war für mich auch der Hauptanlaß zur Vornahme der Versuche. *C. fatigans* ist nichtautogen und benötigt zur Eibildung unbedingt Blutnahrung.

<sup>1)</sup> Es ist beabsichtigt, die Versuche an anderer Stelle ausführlicher zu beschreiben.

Eine autogene Mücke wird man am einfachsten daran erkennen, daß sie eben einige Zeit nach dem Schlüpfen ablegt, ohne vorher Blut gesogen zu haben. Wie ich aber schon früher einmal in anderem Zusammenhang berichtet habe <sup>1)</sup>, kommen nicht alle Weibchen einer autogenen Zucht wirklich zur Ablage, sondern unzweifelhaft in Abhängigkeit von dem Futter, das den Larven geboten wird, reichen die im Larvalleben gespeicherten Reservestoffe nur bei einem Teil der Mücken zur Bildung vollreifer Eier aus. Den autogenen Charakter der Mücken, die nicht legen, kann man gleichwohl in den meisten Fällen am Zustand des Ovars erkennen, weil selbst bei schlechter Fütterung in den Eiern fast immer eine Dotterbildung eingesetzt hat, die im Ovar der nichtautogenen Mücke stets fehlt. Will man also feststellen, wieviel autogene Weibchen in einer Zucht wirklich vorhanden sind, so darf man sich nicht auf das Zählen der autogenen Gelege beschränken. Ein sehr viel genaueres und vollständigeres Resultat erhält man durch die Untersuchung des Ovars, die zweckmäßig einige Tage nach dem Schlüpfen vorgenommen wird. Leider ist auch diese Bewertung noch nicht vollkommen richtig und erschöpfend, denn gerade in einer großen Zucht werden sich immer einige Mücken finden, die man am Ovar nicht als autogen erkennen kann, weil diese Tiere als Larven offenbar zu kümmerlich oder einseitig ernährt wurden.

Die Bastarde verhalten sich bezüglich der Eibildung in den beiden reziproken Kreuzungen verschieden. Der Charakter des weiblichen Eltern-tieres scheint dominant zu sein. Bei der Kreuzung von *fatigans*-♂ × *pipiens*-♀ ist die F<sub>1</sub>-Generation autogen, bei der reziproken Kreuzung nichtautogen, verhält sich also wie *fatigans*. Diese Regel hatte einige Ausnahmen. Auch hier besteht somit der Verdacht, daß die Bastard-generation nicht einheitlich ist, wie das der Vererbungslehre ja von Artkreuzungen bei anderen Tieren bekannt ist. Ebenso ergab die F<sub>2</sub>-Generation nur in einigen Fällen ein klares Bild, und zwar bei der Kreuzung *fatigans*-♀ × *pipiens*-♂, wo sich das zahlenmäßige Verhältnis eines einfachen Mendel-Schemas ergab. In anderen Zuchten und insbesondere bei der reziproken Kreuzung traten wechselnde Zahlenverhältnisse auf, die sich in ein klares Schema vorerst nicht einordnen lassen. Es ist ja möglich, daß bei derartigen Spezies-Kreuzungen auch plasmogene Unterschiede eine Rolle spielen, daß ferner die geprüfte Eigenschaft der Eibildung genetisch von verschiedenen Faktoren abhängt und sich nicht wie ein einheitlich bedingtes Merkmal verhält.

Natürlich war es von besonderem Interesse, bei diesen sozusagen neuentstandenen Mücken das männliche Hypopygium zu studieren. Bekanntlich unterscheidet man systematisch *pipiens* von *fatigans* am Bau

<sup>1)</sup> Weyer, Zeitschr. f. Parasitenk. 8, 1935.

des Hypopygium. Wie das Experiment gezeigt hat, schließen diese Unterschiede eine Begattung mit den Weibchen der anderen Art nicht aus. Das auffälligste Merkmal (auf zahlreiche andere Unterschiede soll hier nicht eingegangen werden) sehen wir in einem Anhang des Penis-skleriten. Auf eine ganz kurze Formel gebracht, kann man diesen Anhang bei *C. pipiens* hakenförmig nennen, bei *C. fatigans* blattförmig (s. Fig. 1 u. 2). Mit einem gewissen Recht kann man sagen, daß dieser Anhang beim Hypopygium der Bastardmännchen (Fig. 3 u. 4) eine Mittelstellung zwischen *fatigans* und *pipiens* einnimmt. Die Bastarde der beiden reziproken Kreuzungen bieten ein verschiedenes, wenn auch wiederum nicht ganz

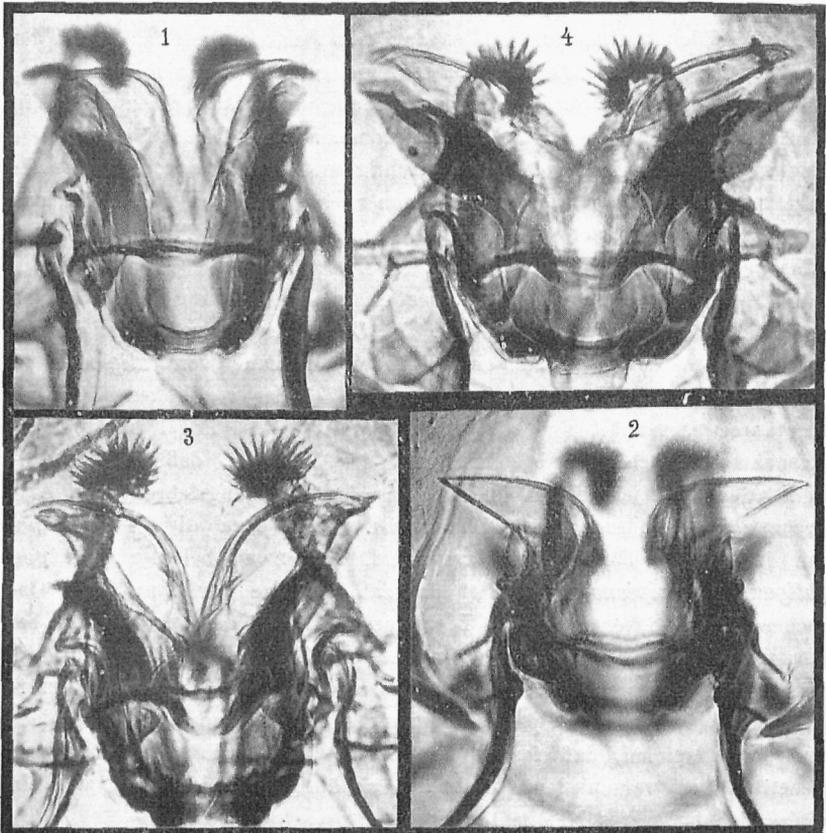


Fig. 1—4: Mediantteile der Hypopygien verschiedener Stechmücken mit dem charakteristischen Anhang des Penis-skleriten. Photogramme. Vergr. 330 mal.  
 Fig. 1: *Culex pipiens*. P-Generation. — Fig. 2: *Culex fatigans*. P-Generation.  
 Fig. 3: Kreuzung *pipiens*-♂ × *fatigans*-♀; F<sub>1</sub>-Generation. — Fig. 4: Kreuzung  
*fatigans*-♂ × *pipiens*-♀; F<sub>1</sub>-Generation.

einheitliches Bild. In einem Fall steht mehr der *pipiens*-Charakter im Vordergrund (Fig. 3), im anderen mehr der *fatigans*-Charakter (Fig. 4).

In der  $F_2$ -Generation spaltet nun dieses „intermediäre“ Hypopygium nicht einfach mendelnd auf, sondern es ergibt sich eine Fülle von verschiedenen und teilweise neuen Formen. Wir müssen annehmen, daß das Hypopygium und selbst seine einzelnen Teile von einer größeren Zahl Einzelanlagen bestimmt wird, so daß eine genaue erbliche Analyse dieses Merkmals auf große Schwierigkeiten stößt.

Ob nun aus den geschilderten Experimenten zu schließen ist, daß *fatigans* und *pipiens* vielleicht gar nicht gute Arten im üblichen systematischen Sinne sind, und daß *fatigans* dem autogenen *pipiens* etwa näher steht als dem nichtautogenen, will ich nicht entscheiden. Die Leichtigkeit, mit der Kreuzungen der beiden Arten gelingen, muß jedenfalls den Systematiker auf eine vorsichtige Wertung der morphologischen Merkmale aufmerksam machen, besonders dort, wo beide Arten nebeneinander vorkommen.

Bieten diese Dinge zunächst mehr Interesse vom rein theoretischen oder systematischen Standpunkt, so ist praktisch noch eine andere Frage von Belang. *Culex fatigans* spielt eine Rolle als Überträger gewisser Tropenkrankheiten. Früher galt er als Hauptüberträger des Dengue- oder Siebentagefiebers, das Europa nur noch im Balkan berührt. Neuere Versuche konnten das für Europa nicht bestätigen. Aber in China gilt er auch heute noch als Überträger dieser Krankheit. Sicher gehört *C. fatigans* ferner zu den Überträgern der *Filaria bancrofti*, dem Erreger der tropischen Elephantiasis. Auch an der Übertragung der Vogelmalaria dürfte er beteiligt sein. Von *Culex pipiens* wissen wir, daß er neben der Vogelmalaria auch Geflügelpocken und Geflügeldiphtherie übertragen kann. Durch die Möglichkeit der Kreuzung von *Culex pipiens* und *fatigans* können sich somit auch neue epidemiologische Fragestellungen ergeben, über die bisher aber noch nichts bekannt ist.

#### Diskussion:

Reichensperger fragt an, ob bei der Unterscheidung die Länge der Mundwerkzeuge oder das Verhältnis in der Flügellänge oder -breite eine Rolle spielen könne.

Weyer: Auf diese Unterschiede ist bisher nicht geachtet worden, da der Gegenstand der Untersuchungen nicht eine genetische, sondern eine praktische Fragestellung war.

Horn macht darauf aufmerksam, daß er vor einigen Jahren bei der madegassischen Cicindeliden-Gattung *Pogonostoma* zu der Annahme gekommen ist, daß man bei einer ihrer Arten möglicherweise mit einem Dimorphismus der Penisform zu rechnen habe, da bei den zusammenlebenden Tieren zwei ganz verschiedene Penisformen auftreten, die nie-

mals überbrückt werden und keinerlei nennenswerte Variationen zeigen. Er hat aus diesem Grunde diese beiden Formen als zu ein und derselben Art gehörig, und zwar als einen Fall von echtem Geschlechtsdimorphismus, interpretiert.

## **Die Nonne in Ostpreußen.**

### **Ein Beispiel moderner Organisation eines forstlichen Großschädlingsproblems.**

Von Prof. Dr. H. Eidmann,

Zoologisches Institut der Forstlichen Hochschule, Hann. Münden.

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

Das brennendste und z. Zt. am meisten im Vordergrund stehende forstentomologische Problem in Deutschland ist zweifellos die Nonne in Ostpreußen. Die erste Kenntnis von der Massenvermehrung dieses Schädling brachte der Falterflug des Jahres 1933, den die örtlichen Forstbeamten einiger Staatsreviere als bedrohlich erkannten und zur Meldung brachten. Daraufhin entsandte die Preußische Landesforstverwaltung den Forstassessor Wellenstein noch im Herbst des gleichen Jahres in das Befallsgebiet, der eine Prognose ausarbeiten und feststellen sollte, ob eine ernste Massenvermehrung drohte, die zu Abwehrmaßnahmen Anlaß geben würde. Die Untersuchungen Wellensteins ergaben, daß tatsächlich eine Nonnengradation in großen Teilen der Provinz Ostpreußen begonnen hatte, die bereits im Jahre 1934 in einigen Revieren, vor allem dem großen Fichtengebiet der Rominter Heide, zu wirtschaftlichen Schäden führen und voraussichtlich in den folgenden Jahren noch zunehmen würde. Daraufhin wurde beschlossen, die wissenschaftliche wie die praktisch-technische Bearbeitung in großem Umfang in Angriff zu nehmen, deren Leitung mir übertragen wurde. Wellenstein wurde dem Zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule als Assistent zugeteilt und zum Leiter der unverzüglich in Angriff zu nehmenden örtlichen Arbeiten bestimmt.

Durch das verständnisvolle Entgegenkommen und die großzügige Bereitstellung von Mitteln war es möglich, die Bearbeitung des Nonnenproblems in jeder Hinsicht auf eine breite und gesicherte Grundlage zu stellen, und ich möchte nicht versäumen, auch an dieser Stelle den maßgebenden Herren des Landesforstamtes, insbesondere dessen Chef, Herrn Generalforstmeister Dr. v. Keudell, ferner dem Referenten für Ostpreußen, Herrn Oberlandforstmeister Dr. Gernlein und dem damaligen Referenten für Forstschutz, Herrn Oberlandforstmeister Röhrig meinen ergebensten Dank auszusprechen. Der Einsatz eines großen Mitarbeiter-