

Nr. 2.

1917

Sitzungsbericht
der
Gesellschaft naturforschender Freunde
zu Berlin

vom 13. Februar 1917.

Ausgegeben am 16. Juli 1917.

Vorsitzender: Herr O. HEINROTH.

Herr J. SEILER sprach über Geschlechtschromosomenuntersuchungen an
Lepidopteren nebst Beitrag zur Kenntniss der Eireifung der *Psychiden*.
Herr H. VIRCHOW sprach über ein regelwidriges Gebiß beim Menschen.

Zytologische Vererbungsstudien an Schmetterlingen.

Mit Tafel I.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von J. SEILER.

In dem Bestreben, meine Angaben über das Vorkommen von Geschlechtschromosomen im weiblichen Geschlecht des Schmetterlings *Phragmatobia fuliginosa* (Arch. f. Zellf. Bd. XIII, 1914) zu ergänzen und abzuschließen, mußte ich an neuem Material feststellen, — mit einem nassen und einem heiteren Auge —, daß meine Befunde nicht allgemein für *fuliginosa* gelten; denn es fiel mir zufällig eine Rasse in die Hände, die, schon was die Chromosomenzahl anlangt, sich von der früher benutzten Form unterscheidet. Diese besitzt haploid 28 Chromosomen, die neue Rasse dagegen 29.

Damit hatte ich nun zwar das längst gesuchte und sehr erwünschte Ausgangsmaterial für experimentelle zytologische Untersuchungen. Aber, da es zweckmäßig schien, die Lücken des Geschlechtschromosomennachweises im Zusammenhang mit den experimentellen Unternehmungen auszufüllen, war die Aussicht, die schwebenden Fragen rasch und endgültig zu erledigen, geschwunden. Da zudem die Geschlechtschromosomenverhältnisse von *fuliginosa* recht kompliziert sind und die Frage der weiblichen Digametrie bei Schmetterlingen aus theoretischen Gründen wichtig und dringend ist, suchte ich nach einer Schmetterlingsform, an der die Geschlechts-

chromosomenverteilung leicht klipp und klar demonstriert werden könnte. Beiläufig sei bemerkt, daß die sich fand in einigen Arten der Familie der Psychiden. An anderer Stelle (Zeitschr. für ind. Abstammungs- und Vererbungslehre) berichte ich darüber. Hier sei nur das Hauptresultat festgelegt.

Genau entsprechend der Voraussage experimenteller Vererbungsforscher (GOLDSCHMIDT, DONCASTER) ist bei Schmetterlingen, was sich ja schon bei *fuliginosa* gezeigt hatte, im Gegensatz zu allen übrigen Klassen des Tierreiches, in welchen bis jetzt sicher Geschlechtschromosomen nachgewiesen werden konnten, das weibliche Geschlecht digametisch. Vertauschen wir die Geschlechter, so ist im übrigen das Verhalten der Geschlechtschromosomen genau gleich dem bei männlicher Digametie. Bezeichnen wir die Autosomen mit n , so lautet das einfachste Schema für einen Chromosomenzyklus eines Schmetterlings wie folgt:

$$\begin{array}{ccccc}
 & \text{Zygoten} & & \text{Gameten} & & \text{Zygoten} \\
 \text{♀} = 2n + x & \times & \left\{ \begin{array}{l} n \\ n + x \end{array} \right. & & \begin{array}{l} 2n + x = \text{♀} \\ 2n + 2x = \text{♂} \end{array}
 \end{array}$$

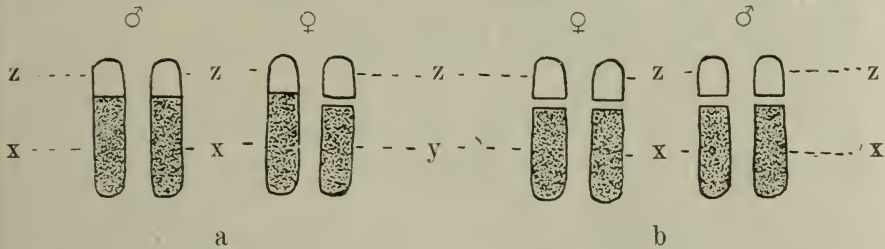
Das folgende konkrete Beispiel gibt die Verhältnisse einer untersuchten Form, *Talaeporia tubulosa*, wieder:

$$\begin{array}{ccccc}
 & \text{Zygoten} & & \text{Gameten} & & \text{Zygoten} \\
 \text{♀} = 59 & & \left\{ \begin{array}{l} 29 \\ 30 \end{array} \right. & & \begin{array}{l} 59 = \text{♀} \\ 60 = \text{♂} \end{array}
 \end{array}$$

Für *Phragmatobia fuliginosa*, Rasse mit 28 Chromosomen, ist vorläufig noch nicht der ganze Chromosomenzyklus ausgearbeitet. Fest steht, daß in den Äquatorialplatten der ersten und zweiten Spermatozytenteilung [Fig. 1, b u. d] 28 Chromosomen vorhanden sind, alle Spermatozoen sehr wahrscheinlich 28 Chromosomen erhalten, daß dagegen zwei Sorten Eier gebildet werden, solche mit 28 Chromosomen und solche mit 29. Vorläufig — so lange die somatische Chromosomenzahl noch nicht bekannt ist — sind noch viele Interpretationen dieser Chromosomenverhältnisse möglich. Die einfachste Deutung gibt wohl folgendes Schema [Textfig. a], dem die Geschlechtschromosomenform zugrunde gelegt ist, wie sie

während der Eireifung und in den somatischen Zellen vorliegt. Demnach hätten wir einen xy-Typus (etwa von „*Oncopeltus-Ascaris*-Typus“), wobei die x-Chromosomen dauernd an ein Autosomenpaar z gekoppelt bleiben. Nur das y-Chromosom trennt sich während der ersten Reifeteilung im Ei ab, um später — vermutlich während der Synapsis, vielleicht auch schon bei der Verschmelzung der Vorkerne — sich wieder mit seinem Begleiter, dem z-Chromosom, zu vereinigen.

Ob diese Interpretation zutrifft oder nicht — sie soll später mit aller Sorgfalt auf ihre Richtigkeit geprüft werden — ist für die folgenden Ausführungen ganz belanglos. Wie schon gesagt,



besitzt die neue Rasse in den Spermatozyten 29 Chromosomen [Fig. 1a], die in den Größenordnungen genau der alten Rasse [Fig. 1b] gleichen. Nur zeigt es sich, daß hier das große Chromosom, nennen wir es Chromosom 28, etwas größer ist, als das Chromosom 28 der neuen Rasse. Nehmen wir vorläufig an, — die späteren Ausführungen werden zeigen, daß die Annahme begründet ist — daß in der Rasse mit 29 Chromosomen die xx-Chromosomen [siehe Schema Textfig. b] sich definitiv von den z-Chromosomen getrennt haben, oder umgekehrt, daß noch keine Neigung zur Koppelung erkennbar ist, so würden die Chromosomen 28 + 29 der neuen Rasse zusammen dem Chromosom 28 der alten Rasse entsprechen. — Auch in den Äquatorialplatten der zweiten Spermatozytenteilung, Fig. 1c mit 29 Chromosomen, Fig. 1d mit 28 Chromosomen, ist die Größendifferenz zwischen den beiden Chromosomen 28 erkennbar.

F₁-Generation. Die Kreuzung beider Rassen, die ich äußerlich vorläufig nicht unterscheiden kann, gelingt anscheinend ebenso leicht, wie Inzucht. Die gesamte F₁-Generation ist zytologisch uniform und zeigt in den Äquatorialplatten der ersten Spermatozytenteilung durchweg 28 Chromosomen. Der Bastardcharakter tritt aber bildhaft schön zu Tage. Dem bivalenten Chromosom 28 klebt das kleine Chromosom 29 des einen Elters an [Fig. 1e], ein augenscheinlicher Beleg für die Richtigkeit der Annahme, daß

Chromosom 28 + 29 der neuen Rasse homolog ist dem Chromosom 28 der alten. Nur relativ selten ist Chromosom 29 der großen Tetrade so eng angeschmiegt, daß es schwer erkennbar ist [Fig. 2, 3]; doch auch hier verrät die auffällige Form des großen Chromosomes auf den ersten Blick seine Bastardnatur.

Nach den früheren Untersuchungen ist die erste Reifeteilung die Reduktionsteilung. Wir werden mit Spannung ihr Resultat erwarten. Stimmen unsere theoretischen Vorstellungen vom Wesen der Konjugation und der Reduktionsteilung, so haben wir zu erwarten, daß die Paarlinge sich so trennen, daß nach der einen Seite väterliches, nach der anderen mütterliches Gut geht. Schon im Verlauf der Anaphase haben wir Gelegenheit, festzustellen, daß unsere Erwartungen sehr wahrscheinlich zutreffen. Die Chromosomen 28 wandern nämlich bei beiden Eltern in der ersten Spermatozytenteilung sehr häufig allein hinter den Autosomen den Spindelpolen zu, wie Fig. 5 (Fixierung hier Sublimat-Osmiumsäuregemisch und Apathy! Deshalb das dichte Plasma. Sonst überall Carnoy) für die Rasse mit 28 Chromosomen zeigt. Beim Bastard sehen wir nun gelegentlich nach dem einen Pol ein großes Chromosom wandern, nach dem anderen an seiner Stelle zwei Chromosomen (Fig. 8), zweifellos Chromosom 28 und 29, von deren wirklichen Größenverhältnissen die Photographie allerdings keine richtige Vorstellung gibt, da nicht beide Chromosomen ihrer größten Ausdehnung nach in derselben optischen Ebene liegen.

Halten wir uns vorläufig nur an die Zahlenverhältnisse, so zeigen die Äquatorialplatten der zweiten Reifeteilung mit aller Klarheit, daß jetzt wieder Chromosomengarnituren vorliegen, wie sie die reinen Eltern besitzen. Ungefähr die Hälfte der Platten hat 29 Chromosomen (Fig. 1 f), die andere 28 (Fig. 1 g).

Die zweite Reifeteilung ist Äquationsteilung und zeigt nichts Auffälliges. Demnach können wir mit Sicherheit annehmen, daß zweierlei Spermatozoen gebildet werden, solche mit 28 und solche mit 29 Chromosomen, beide im Verhältnis 1 : 1.

Noch bleibt eine sehr wichtige Frage offen: Wandert Chromosom 29 = z-Chromosom nach dem früheren Schema mit seinem zugehörigen Chromosom 28 = x-Chromosom des Schemas an denselben Spindelpol, oder kann es auch in die Spermatozyte zweiter Ordnung gelangen, welche das xz-Chromosom des anderen Elters erhält? In diesem Fall wären dann zwei z-Chromosomen vorhanden.

Trifft die erste Möglichkeit zu, so werden wir Chromosomengarnituren erhalten, die immer genau den elterlichen gleichen [cf. Fig. 1 f, g]; wohl auch äußerlich hätten wir normale Nach-

kommen zu erwarten. Dieser Fall ist aber nur denkbar, wenn die Verteilung des z-Chromosoms auf die eine oder die andere Tochterzelle nicht dem Zufall überlassen ist. Wir wären gezwungen, eine Chromosomenrepulsion, bzw. Koppelung anzunehmen. Das xz-Chromosom würde das z-Chromosom des anderen Elters abstoßen, oder, was im Effekt auf dasselbe herauskommt, zwischen dem x- und dem z-Chromosom der Rasse mit 29 Chromosomen besteht eine bindende Kraft, eine Koppelung — wenn es gestattet ist, diese Begriffsanleihen aus der experimentellen Vererbungslehre zu machen.

Trifft die zweite Möglichkeit zu, wird also das z-Chromosom rein nach dem Zufall einer der beiden Spermatozyten zweiter Ordnung zugeteilt, so werden folgende Spermatozoensorten zu erwarten sein:

1. mit dem Chromosomensortiment der Rasse mit 28 Chromosomen.
2. mit dem Chromosomensortiment der Rasse mit 29 Chromosomen.
3. mit dem Chromosomensortiment der Rasse mit 28 Chromosomen + dem z-Chromosom.
4. mit dem Chromosomensortiment der Rasse mit 29 Chromosomen — dem z-Chromosom.

Werden im weiblichen Geschlecht dieselben Gameten gebildet, so sind die Kombinationen möglich, die die folgende Tabelle zusammenstellt.

♂

Chromosomen- sortimente	28	29	28 + z	29 - z
28	28	29	28 + z	29 - z
	28	28	28	28
29	28	29	28 + z	29 - z
	29	29	29	29
28 + z	28	29	28 + z	29 - z
	28 + z	28 + z	28 + z	28 + z
29 - z	28	29	28 + z	29 - z
	29 - z	29 - z	29 - z	29 - z

Von den 16 Kombinationen haben 10 nicht normale Chromosomensortimente, entweder ein oder zwei z-Chromosomen zu viel oder zu wenig. Da wir nur von Möglichkeiten sprechen, soll nur

auf eine Kombination besonders hingewiesen werden; auf die Zygote 29—2z. Das wäre ein Tier der Rasse mit 29 Chromosomen, das beide z-Chromosomen verloren hätte. Vorausgesetzt, daß ein solches Tier sich entwickeln könnte und die Chromosomen Träger ganz bestimmter Gene sind, so müßte sich durch den Ausfall einer Eigenschaft, oder eines Eigenschaftskomplexes herausstellen, was für Gene das z-Chromosom einschließt.

Wie verhält sich die Wirklichkeit zu diesen Erwartungen? Da ich vorläufig nur die Spermatogenese kenne und erst im Begriffe bin, die Bastardeireifung und die Chromosomenverhältnisse in den somatischen Zellen anzusehen, wird es ratsam sein, diese wichtige Frage über die Verteilung des z-Chromosomes vorläufig offen zu lassen. Ihre Lösung wird ein Hauptpunkt sein, über den ich in der ausführlichen Arbeit Bericht zu erstatten habe. Allein nach den Größenverhältnissen der Chromosomen 28 in den Äquatorialplatten der Spermatozyten zweiter Ordnung die Entscheidung zu treffen, wäre unvorsichtig, denn die Größendifferenz zwischen den Chromosomen 28 ist nicht derart, daß Beobachtungsfehler ausgeschlossen wären. Abgesehen davon zeigen sie oft eine solche Form, wie in Fig. 4 (mit 28 Chromosomen), daß von vorneherein keine sichere Deutung möglich ist. Ist das eine Platte mit 29 Chromosomen, in welcher das z-Chromosom seine ungewohnte Verbindung mit dem x-Chromosom, zu der es während der Synapsis durch die besonderen Verhältnisse im Bastarde gezwungen wird, noch nicht gelöst hat? Oder klebt hier ein z-Chromosom an einem xz? Fast möchte man das glauben. Oder ist die Form des xz-Chromosoms durch die abnormale Synapsis gestört worden? Daß Störungen auftreten, kann auch sonst beobachtet werden. So zeigt sich in benachbarten Spermatozyten oft eine Tendenz zur Verschmelzung, wobei die x- bzw. xz-Chromosomen einander entgegen wandern, wie Fig 6 und 7 zeigt, die zwei benachbarte Spermatozyten zweiter Ordnung (nicht Tochterzellen!) mit je 28 Chromosomen wiedergeben und zwar so, daß in Fig. 6 auf die untere, in Fig. 7 auf die obere Platte scharf eingestellt wurde.

F₂-Generation. Auch die F₂-Kreuzungen gelingen. Leider aber erlag der Großteil der Tiere aller Zuchten im Laufe der Entwicklung der Flascherie. Die Experimente sind wieder im Gange. — Was die Bastardinzucht anlangt, so besitze ich nur ein Männchen mit reifen Spermatozyten, die durchwegs 29 Chromosomen haben. Außerdem ein Tier, in welchem die Konjugation, wie es scheint, durchaus abnormal verlief, denn die Chromosomenzahl in den Spermatozyten erster Ordnung variiert. — Die F₂-Rück-

kreuzungen mit den Elternformen scheinen widerstandsfähiger zu sein. Diese Zuchten erlagen erst in der F_3 -Generation. Aus einer Rückkreuzung mit der Rasse mit 29 Chromosomen [Fig. 1, h] resultieren wieder Bastardformen [Fig. 1 i] und reine 28 ger Rasse [Fig. 1, k]. Aus der Rückkreuzung mit der Rasse mit 29 Chromosomen besitze ich nur ein Tier, das durchweg in seinen Spermatozyten 29 Chromosomen hat. —

Soweit die vorläufigen Befunde, die nach Möglichkeit ergänzt werden.

ARNOLD LANG sagt 1912: „Nicht sowohl die Gene selbst, als die Vehikel der Gene, die Chromosomen, sind es, welche mendeln.“ Ich glaube für ein Chromosom, für das z-Chromosom, den Beweis dafür erbracht zu haben.

Tafelerklärung.

Die Photographien sind sämtlich unretouschierte Originalaufnahmen. Vergrößerung 2000 $\times$. — In liberalster Weise stellte mir Herr Prof. HARTMANN seine glänzende photographische Ausrüstung zur Verfügung, wofür ich zu großem Dank verpflichtet bin.

Die niedere Tierwelt des Frischen Haffs.

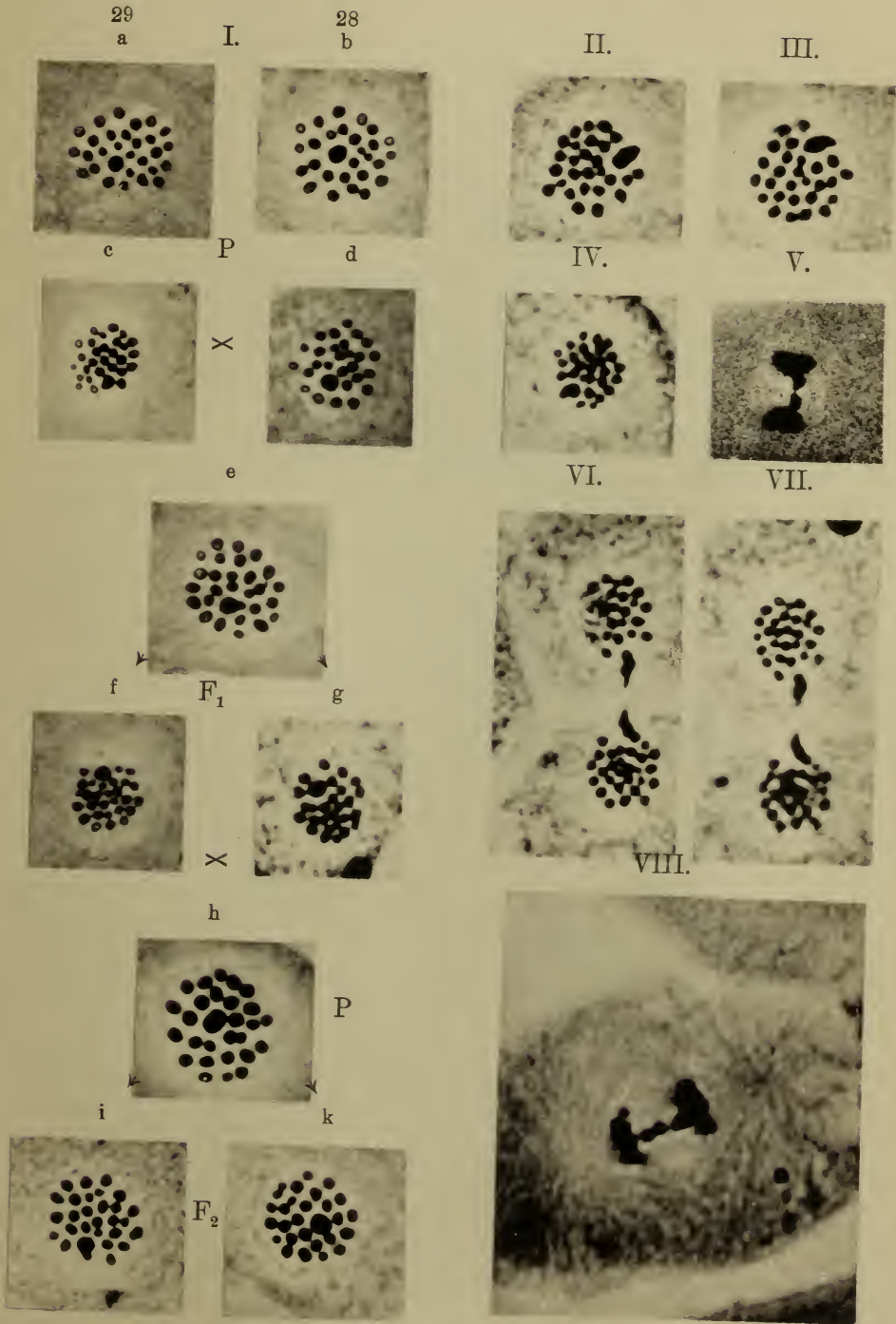
(Mit 30 Textabbildungen.)

VON E. VANHÖFFEN.

Die planmäßige Erforschung der ostpreußischen Fauna begann im März 1845, als nämlich die Königsberger Zoologen RATHKE, ZADDACH, HAGEN, HENSCHKE und ELDITT „alle diejenigen, welche durch Amt und Beschäftigung auf Naturbeobachtung gewiesen sind oder sich sonst für das Studium der Naturwissenschaften interessieren“, zur Teilnahme an einem Verein aufforderten, dessen Zweck es war, „alle in der Provinz vorkommenden Tiere möglichst genau kennen zu lernen und eine gemeinschaftliche und allen zugängliche Sammlung zusammenzustellen¹⁾“. Wenn es sich dabei auch meist um Landtiere handelte, so finden sich in dem dritten und vierten Bericht des Vereins für die Fauna der Provinz Preußen doch bereits Bewohner des Süßwassers und auch marine Tiere erwähnt²⁾. Die

¹⁾ Preußische Provinzialblätter März 1845, S. 226.

²⁾ Dritter Bericht über die Leistungen des Vereins für die Fauna der Provinz Preußen vom März 1847 bis zum März 1848 und Vierter Bericht des Vereins für die Fauna der Provinz Preußen März 1849; in: Neue Preußische Provinzialblätter Jahrg. 1848 und 1849.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Gesellschaft
Naturforschender Freunde zu Berlin](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [1917](#)

Autor(en)/Author(s): Seiler J.

Artikel/Article: [Zytotoxische Vererbungsstudien an Schmetterlingen.
107-113](#)