

Werk

Label: Periodical issue

Jahr: 1936

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?251726223_0015|log22

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

ABHANDLUNGEN
DER GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN
MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHE KLASSE, NEUE FOLGE BD. XV, 2

GENETISCHE UND ENTWICKLUNGSPHYSIOLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN AN DER MEHLMOTTE
EPHESTIA KÜHNIELLA ZELLER

VIII—XII

VON

ALFRED KÜHN UND KARL HENKE
GÖTTINGEN

MIT 3 TAFELN UND 41 TEXTABBILDUNGEN



BERLIN
WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG
1932

ABHANDLUNGEN
DER GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN
MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHE KLASSE, NEUE FOLGE BD. XV, 2

GENETISCHE UND ENTWICKLUNGSPHYSIOLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN AN DER MEHLMOTTE
EPHESTIA KÜHNIELLA ZELLER

VIII—XII

VON

ALFRED KÜHN UND KARL HENKE
GÖTTINGEN

MIT 3 TAFELN UND 41 TEXTABBILDUNGEN



BERLIN
WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG
1932



Vorgelegt in der Sitzung am 25. November 1932 von ALFRED KÜHN.

Druck der Dieterichschen Universitäts-Buchdruckerei (W. Fr. Kaestner) in Göttingen.

Inhalt.

	Seite
VIII. Die Schuppen als Träger des Musters	127
A. Die Farbe der Schuppen	129
B. Die Abmessungen der Schuppen	131
a) Die Länge der Schuppen.	
1. Die Unterscheidung von Deck-, Mittel- und Tiefen-	
schuppen	132
2. Die Länge der verschiedenen Farbtypen	140
b) Die maximale Breite der Schuppen	143
c) Der Formcharakter der Schuppentypen	146
C. Die Struktur der Schuppen	153
D. Die Anordnung der Schuppen auf der Chitinlamelle der Flügel	159
E. Die Zusammensetzung des Zeichnungsmusters bei den verschie-	
denen Stämmen	165
Ergebnisse	168
IX. Kreuzungsanalyse der Stämme V und IX	170
A. Die Vererbung des Ausbildungsgrades der Mittelflecken	171
B. Die Vererbung des Ausbildungsgrades der Querbinden	178
C. Die Vererbung des Färbungsunterschiedes braun/oliv	182
D. Die Vererbung der hellen Schuppenränder	185
Ergebnisse	191
X. Zwei die Augenfarbe beeinflussende Erbfaktoren	192
Ergebnisse	196
XI. Genetische Bedingungen der Entwicklungsgeschwindigkeit und der	
Vitalität	197
Ergebnisse	211
XII. Zwei Flügelmißbildungen	212
Ergebnisse	219

VIII. Die Schuppen als Träger des Musters.

Das Zeichnungsmuster, wie es in dem früheren Aufsatz Nr. I (S. 3 ff.) behandelt wurde, wird durch die *Deckschuppen* hergestellt. Es setzt sich, wie schon auf S. 4 ausgeführt, aus vier Haupttypen von Schuppen zusammen: dunklen Zeichnungsschuppen, hellen Zeichnungsschuppen und Untergrundschuppen, die mit den hellen und dunklen Zeichnungsschuppen durch Übergangsschuppen verbunden sind.

Unterhalb der Deckschuppen lassen sich noch weitere Schichten von kleineren Schuppen unterscheiden, von denen sich die tiefste verhältnismäßig scharf abhebt. Die Schuppen dieser Schicht sind ganz gleichartig gefärbt, und zwar bei wildfarbigen und schwarzen Rassen gleichermaßen blaß bräunlich-grau. Zwischen diesen *Tiefenschuppen* und den Deckschuppen schieben sich die *Mittelschuppen* ein, welche in geringerem Grade und nach der Tiefe zu allmählich verlassend das Zeichnungsmuster der Oberfläche wiederholen. Eine Anschauung von diesen drei Größentypen von Schuppen gibt Fig. 4, Taf. VII. Dies Präparat ist so gewonnen, daß bei einem Flügel im Bezirk der Distalbinden ein Teil der Schuppen mit einer spitz zugeschliffenen Nadel einzeln ausgezogen wurde. In der vorderen Hälfte des Intercostalraumes zwischen den Adern m_3 und cu_1 (vgl. Abb. 1 a, S. 6) wurden alle Deck- und Mittelschuppen entfernt, in der hinteren Hälfte desselben nur die Deckschuppen. Man sieht daher am vorderen Drittel des abgebildeten Ausschnitts die unversehrte Beschuppung, in der Mitte die Tiefenschuppen und unten die Mittellage. Die Zone heller Deck- und Mittelschuppen links in der Figur entspricht der hellen Distalbinde Dw (vgl. Abb. 1 b). Daran schließt sich die vor m_3 gelegene Hälfte des Pfeilflecks D_{II_3} , dessen hintere Hälfte im Bereich der freigelegten Tiefenschuppen nicht zu erkennen ist. In der Mittellage ist die vordere Hälfte von D_{II_4} durch dunkle Mittelschuppen gekennzeichnet. Nach dem rechten Rand der Figur zu schließt sich der Untergrund zwischen D_{II} und dem Flügelaußenrand an.

Die Figur zeigt deutlich den Größenunterschied der Deck-, Mittel- und Tiefenschuppen.

Eine genaue Untersuchung der Schuppen läßt sich nur an *Einzelschuppen* durchführen. Diese Untersuchung, an der Fräulein M. VON ENGELHARDT mitgearbeitet hat, erstreckt sich auf die wildfarbigen Rassen V, IX, X, XI, XII, auf die schwarze Rasse XIII (vgl. Aufsatz II, S. 24/25, und Taf. II), ferner auf eine neu aufgenommene Rasse XIX, die nach Röntgenbestrahlung einer Zucht der Rasse XI als schwarze Mutation auftrat. Dieser Stamm ähnelt äußerlich dem Stamm XV, der in Fig. 18, Taf. II dargestellt ist. Für die Untersuchung verwenden wir die für unsere Zwecke abgeänderte Methode der *Klatschpräparate*, die SÜFFERT¹⁾ angegeben hat. Ein Deckglas wird so leicht mit Cedernholzöl eingerieben, daß die Schuppen daran haften bleiben, aber das Öl doch nicht in die Schuppen eindringt. Ein Splitter davon wird auf den Flügel daraufgedrückt, umgekehrt auf einen Objektträger gelegt und mit einem Tropfen Wachs festgekittet. Von derselben Stelle des Flügels werden nacheinander mehrere Klatschpräparate gemacht, bis ungefähr alle Schuppen der betreffenden Stelle erfaßt sind. Die hier behandelten Klatschpräparate wurden stets von der Umgegend der Mittelflecken entnommen, proximal ungefähr bis zur Gegend halbwegs zwischen den Mittelflecken und der Proximalbinde, distal bis an die Distalbinde heran. Nach vorn erstreckt sich das abgeklatschte Feld nur wenig über M_1 hinaus, nach hinten zu erreicht es den Schatten S_4 nicht. Bei dem schwarzen Stamm XIX wurden außer diesem Bezirk auch die beiden hellen Querbinden im Klatschpräparat untersucht.

Die 186 Schuppen, die aus dieser sonst nicht behandelten Region gewonnen wurden, sind in den Aufstellungen für Stamm XIX in den meisten Fällen eingerechnet, nämlich in Tab. 33—36, Abb. 48 c, d; 53—55; 71; ferner in der Aufstellung für die Summe der untersuchten schwarzen Tiere in Abb. 70 und für die Summe aller untersuchten Stämme in Abb. 48 e, f. Sie sind nicht berücksichtigt in den Aufstellungen für Stamm XIX in Abb. 49 und 51 und für die Summe aller Stämme in Tab. 33—36 und Abb. 50. Im Ganzen umfaßt die Untersuchung 9177 Schuppenindividuen.

Die untersuchten Tiere sind sämtlich Weibchen. Von Stamm X wurde ein Individuum untersucht, von den Stämmen V, IX, XII, XIII je zwei, von Stamm XI drei. Von Stamm XIX wurde bei drei Individuen die Mittelfleckregion untersucht, bei einem weiteren die Querbinden. Die Tiere eines Stammes werden gemeinsam behandelt. Die Zuchttemperatur betrug für die untersuchten Tiere aus Stamm X, XII und XIII 25°, für die übrigen 18°.

1) F. SÜFFERT, unter teilweiser Mitarbeit von HANS ZOCHER: Morphologie und Optik der Schmetterlingsschuppen, insbesondere die Schillerfarben der Schmetterlinge. Zeitschr. f. Morphol. u. Ökol. d. Tiere 1. 1924.

A. Die Farbe der Schuppen.

Wenn man Klatschpräparate von mehreren verschiedenen Rassen, wildfarbigen und schwarzen, durchmustert, kann man zunächst nach der Färbung der einzelnen Schuppen *acht Typen unterscheiden*, die auf Tafel VI jeweils in einer Anzahl individueller Repräsentanten aus verschiedenen Stämmen dargestellt sind. Abb. 46 zeigt schematisch für die Deckschuppen die charakteristischen Pigmentierungs- und Formverhältnisse der verschiedenen Typen. Diese werden zunächst ganz unabhängig von der Größe und Form der einzelnen Schuppen, rein nach ihrem *Farbcharakter*, beschrieben.

Die Schuppen des *Farbtypus I* sind sehr *pigmentarm*, blaß bräunlich-grau gefärbt. An diesen Typus lassen sich die Schuppen des II. und III. Typus anschließen. Der Typus II führt über den Typus VII zu den ausgemacht *hellen Zeichnungsschuppen* des Typus VIII, der Typus III zu den *dunklen Zeichnungsschuppen* ohne hellen Rand des Typus IV hinüber. Bei *Typus III* ist eine stärkere Pigmentierung als bei Typus I vorhanden, welche die Schuppen gleichmäßig durchzieht. Meist erscheinen die Schuppen in ihrem äußeren Teil mehr bräunlich, während am Grund der Farbton in Schiefergrau übergeht. Der *Typus IV* umfaßt die am dunkelsten pigmentierten Schuppen. Der Schuppengrund ist stets schiefergrau; etwa von dem unteren Drittel oder der Mitte der Schuppe an wird die Pigmentierung rasch dunkler, und die äußere Schuppenhälfte ist gleichmäßig grau- bis schwarzbraun. Bei *Typus II* sind die grau oder leicht braun pigmentierten Schuppen stets nach dem apikalen Rande zu deutlich aufgehellt. Die am dunkelsten pigmentierte Schuppenmitte setzt sich gegen den Schuppengrund und den Schuppenrand meist nicht deutlich ab. Bei den Typen V und VII

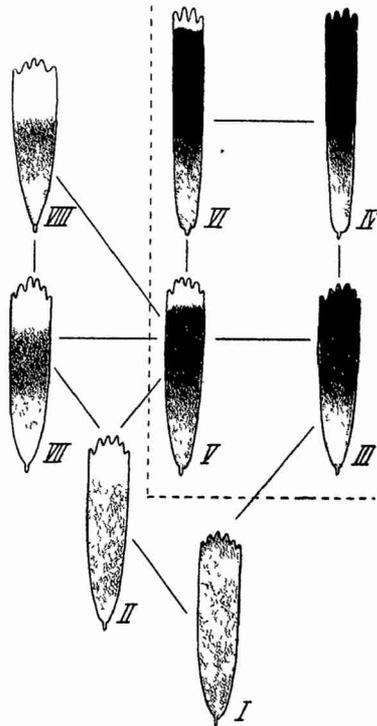


Abbildung 46.

Schematische Übersicht der 8 Farbtypen (Deckschuppen). Die ausgezogenen Linien bezeichnen Übergänge zwischen den Typen, die gestrichelte grenzt die Gruppe der dunklen Schuppentypen ab. ung. 100/1.

wird der Gegensatz zwischen dem hellen distalen Rand und dem dunkler pigmentierten Mittelteil verstärkt. Zugleich erreicht die braune oder graue Pigmentierung höhere Grade. Bei *Typus VII* erstreckt sich die Aufhellung des distalen Teiles etwa über ein Viertel bis ein Fünftel der Schuppenlänge. Dieser helle Rand geht unscharf in den mittleren pigmentierten Teil über. An VII schließt sich der *Typus VIII* an. Bei ihm ist die Pigmentierung im Allgemeinen von gleicher Dunkelheit, wie sie beim Typus VII gefunden wird. In der Regel sind die Schuppen der Typen VII und VIII etwas stärker pigmentiert als Typus II; unter sich unterscheiden sich diese beiden Typen durch die Breite des hellen Randes. Die Typen V und VI sind wesentlich dunkler pigmentiert als VII und VIII. *Typus V* bewegt sich etwa in dem Pigmentierungsgrad von Typus III, besitzt aber einen deutlichen weißen Rand, der schmaler und infolge der dunklen Pigmentierung in der Mitte schärfer abgesetzt ist als bei VII. Zu *Typus VI* gehören die dunklen Zeichnungsschuppen mit hellem Rand, deren Pigmentierung so dunkel ist wie bei IV, deren Spitzen (Processus) aber stets weiß sind. Häufig haben sie auch einen weißen Rand, der sämtliche Spitzen zusammenfaßt.

Abb. 46 gibt auch an, welche Typen durch *Übergangsformen* miteinander verbunden sind. Übergänge bestehen zwischen I und II, sowie zwischen I und III, III und IV. Von II führen Übergänge nach VII und V, von V nach VI und nach VIII, sowie von VII nach VIII. Schließlich sind IV und VI, III und V, V und VII durch Übergangsformen verbunden. Zwischen VIII und VI aber ist ein scharfer Schnitt. Ein formaler Übergang von VI nach VIII besteht nur über V, d. h. wenn die Schuppen eine Verbreiterung ihres hellen Randes erfahren, die in Richtung nach VIII zu liegt, so geht auch ihre Pigmentierung in dem Maße zurück, daß sie sich der Pigmentierung in V einreihen. Die Typen III, IV, V und VI kann man als *dunkle Schuppen* den übrigen als *hellen Schuppen* in ganz roher Weise gegenüberstellen.

Die Übergangsformen werden bei der *statistischen Aufnahme* im allgemeinen jeweils zu dem Nachbartypus mit der helleren Pigmentierung gerechnet. Die Übergänge zwischen I und II werden zu II gezählt, weil der Helligkeitsunterschied dieser beiden Typen gering ist und weil alle Schuppen, die nur ganz schmale helle Ränder haben, grundsätzlich zu den geränderten Typen gezählt werden, sodaß die Typen I, III und IV nur Schuppen ganz ohne Rand umfassen. Anderseits umschließt Typus VIII nur die Schuppen mit extrem breitem Rand, sodaß die zu Typus V und VII vermittelnden Übergangsformen zu diesen gerechnet werden, da sie nicht die für Typus VIII charakteristische maximale Breite des weißen Randes erreichen. Im Einzelnen ergibt sich folgende Zuordnung:

zu Typus	Übergangstypen
I	I/III
II	I/II, II/V, II/VII
III	III/IV
V	III/V, V/VI, V/VIII
VI	IV/VI
VII	V/VII, VII/VIII.

B. Die Abmessungen der Schuppen.

Zur Feststellung der Maße und des Formcharakters wurden zahlreiche Schuppen aus Abklatschpräparaten mit dem Zeichenapparat bei 200-facher Vergrößerung gezeichnet. Für jede gezeichnete Schuppe wurde der Farbtyp bestimmt, und an der Umrisszeichnung wurden folgende *Maße* festgestellt:

1. Die Länge der Schuppe von der äußersten Spitze des am weitesten vorstehenden Processus bis zum basalen Ende des Schuppenstiels, mit dem die Schuppe auf dem Flügel im Schuppenbalg sitzt.
2. Die größte Breite.
3. Die Breite der Schuppe an der Grenze zwischen ihrem unteren und mittleren Drittel.

Die Maßeinheit, 1 mm in den ausgemessenen Umrisszeichnungen, beträgt in absolutem Maß 5μ . Um bei den Divisionen von verschiedenen Maßen mit ganzen Zahlen rechnen zu können, wurde bei der Messung auf ganze mm abgerundet.

Die *Form der Schuppe* wird in erster Linie durch *Länge* und *größte Breite* sowie durch das Verhältnis dieser beiden Maße, den *Längen-Breiten-Index* (L. B. I.), bestimmt. Außerdem gibt das Verhältnis der größten Breite zur Breite am Ende des unteren Drittels bis zu einem gewissen Grade einen Maßstab für einen anderen Formcharakter der Schuppe. Die größte Breite der Schuppe liegt in der Regel nahe ihrem distalen Ende. Manche, besonders die ausgesprochen langen und schmalen Schuppen verbreitern sich nun schon unmittelbar distal von der Ansatzstelle des Stiels, also noch innerhalb ihres basalen Drittels, verhältnismäßig stark, aber dann verlaufen die Schuppenränder unter einem kleinen Winkel weiter. Bei solchen Schuppen hat das genannte Verhältnis, der *Verbreiterungsindex* (Vb. I.), einen verhältnismäßig niederen Wert; sie erscheinen im ganzen linealförmig. Bei den anderen, besonders den kurzen und breiten Schuppen dagegen ist die Verbreiterung an der Basis meist verhältnismäßig gering, aber die Schuppenränder verlaufen dann unter einem großen Winkel weiter. Diese Schuppen mit hohem Verbreiterungsindex haben also im ganzen eine mehr dreieckige Form.

Dem in der Pigmentierung sich äußernden scharfen Schnitt zwischen den Typen VI und VIII entspricht auch ein verschiedener Formcharakter der Schuppen. Die Schuppen der Typen IV und VI sind innerhalb derselben Rasse nicht nur stets dunkler, sondern auch länger und schmaler als die Schuppen des Typus VIII, und diese haben im Mittel den größten Verbreiterungsindex.

a) Die Länge der Schuppen.

1. Die Unterscheidung von Deck-, Mittel- und Tiefenschuppen.

Werden die Längenmaße der Schuppen aller Farbtypen einer Rasse in eine Kurve eingetragen, so ergibt sich bei jeder Rasse eine mehrgipfelige Kurve. Als Beispiel dienen die Abbildungen 47 a, 48 a, c. In Abb. 48 e, f sind Länge und Breite der Schuppen für

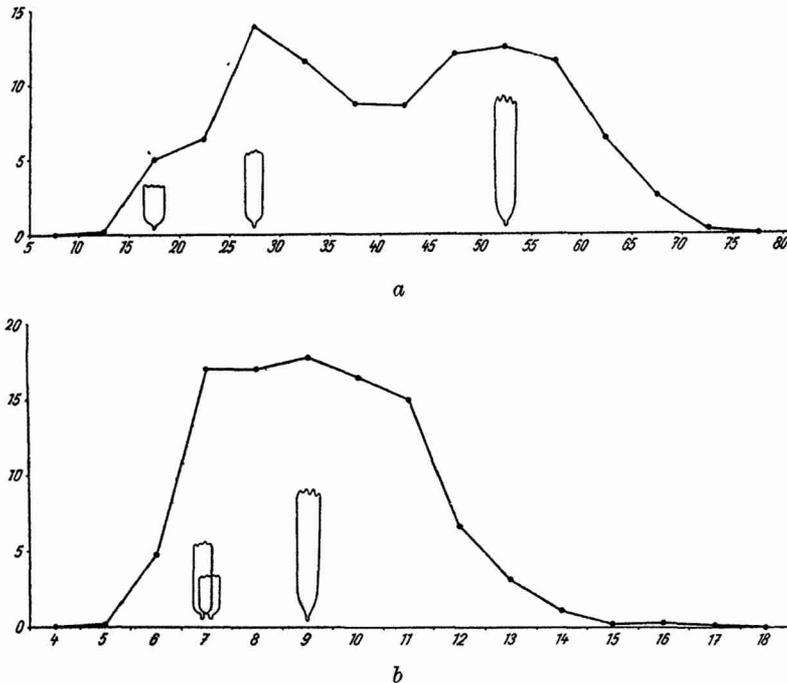


Abbildung 47.

Variationskurven der Länge (a) und der maximalen Breite (b) für die Summe aller Farbtypen von Stamm V. $n = 848$. Abszissen: in a: Längenklassen; in b: Breitenklassen. 1 Maßeinheit = 5μ . Ordinaten: % Schuppenindividuen. — Die Maxima der beiden Kurven, welche durch das Vorhandensein von 3 verschiedenen Größentypen von Schuppen (Tiefen-, Mittel- und Deckschuppen) bedingt sind, sind schematisch durch repräsentative Schuppen bezeichnet. Der Repräsentant der Tiefenschuppen entspricht in allen Maßen den Mittelwerten für den Sondertypus Ia. Die Repräsentanten der Mittel- und Deckschuppen entsprechen in ihrer Länge dem Mittelwert der zugehörigen Gipfelklasse, in der maximalen Breite und im Verbreiterungsindex dem Mittelwert für alle Varianten derjenigen Längenklasse, in der der zugehörige Gipfel der Längenkurve liegt.

die Summe aller Stämme dargestellt. Die Länge der Schuppen variiert insgesamt zwischen 10—15 ME¹⁾ und einer oberen Grenze, die oberhalb von 100 ME liegt (Abb. 48e). Der oberste Gipfel,

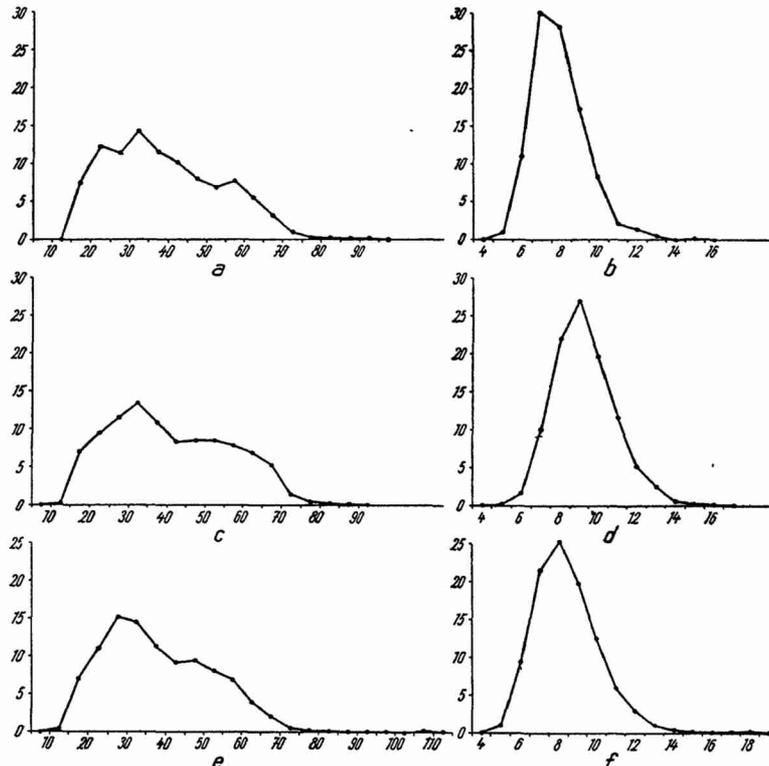


Abbildung 48.

Variationskurven der Länge (a, c, e) und der Breite (b, d, f) für die Summe aller Farbtypen von Stamm XIII (a, b), n = 1384; XIX (c, d), n = 1467; sowie für die Summe aller untersuchten Stämme (e, f), n = 9177. Abszissen: in a, c, e: Längenklassen; in b, d, f: Breitenklassen. 1 Maßeinheit = 5 μ . Ordinaten: % Schuppenindividuen.

der für alle Rassen zusammengenommen bei 45—50 ME liegt (Abb. 48e), entspricht der mittleren Länge der *Deckschuppen*. Ein Vergleich der Kurven Abb. 48a und c zeigt schon, daß diese Länge bei verschiedenen Rassen nicht übereinstimmt. Der niedriger gelegene Gipfel, in der Sammelkurve Abb. 48e bei 25—30 ME, entspricht der mittleren Länge der zwischen Deck- und Tiefenschuppen gelegenen *Mittelschuppen*. Diese zwei Gipfel zeigen sich auch in den meisten Längenkurven der einzelnen Farbtypen. Man bemerkt

1) ME = Maßeinheit. 1 ME = 5 μ . Vgl. S. 131.

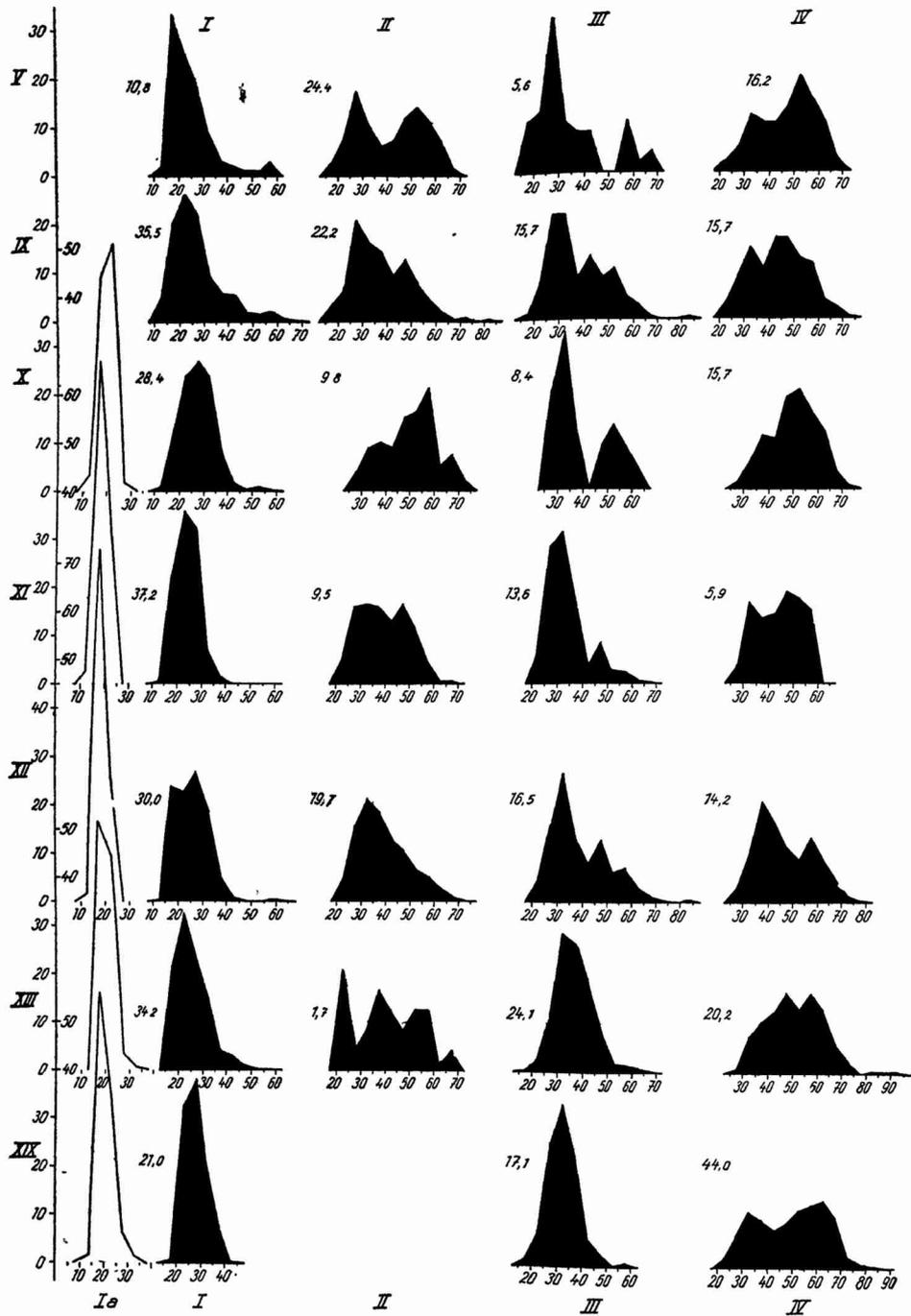
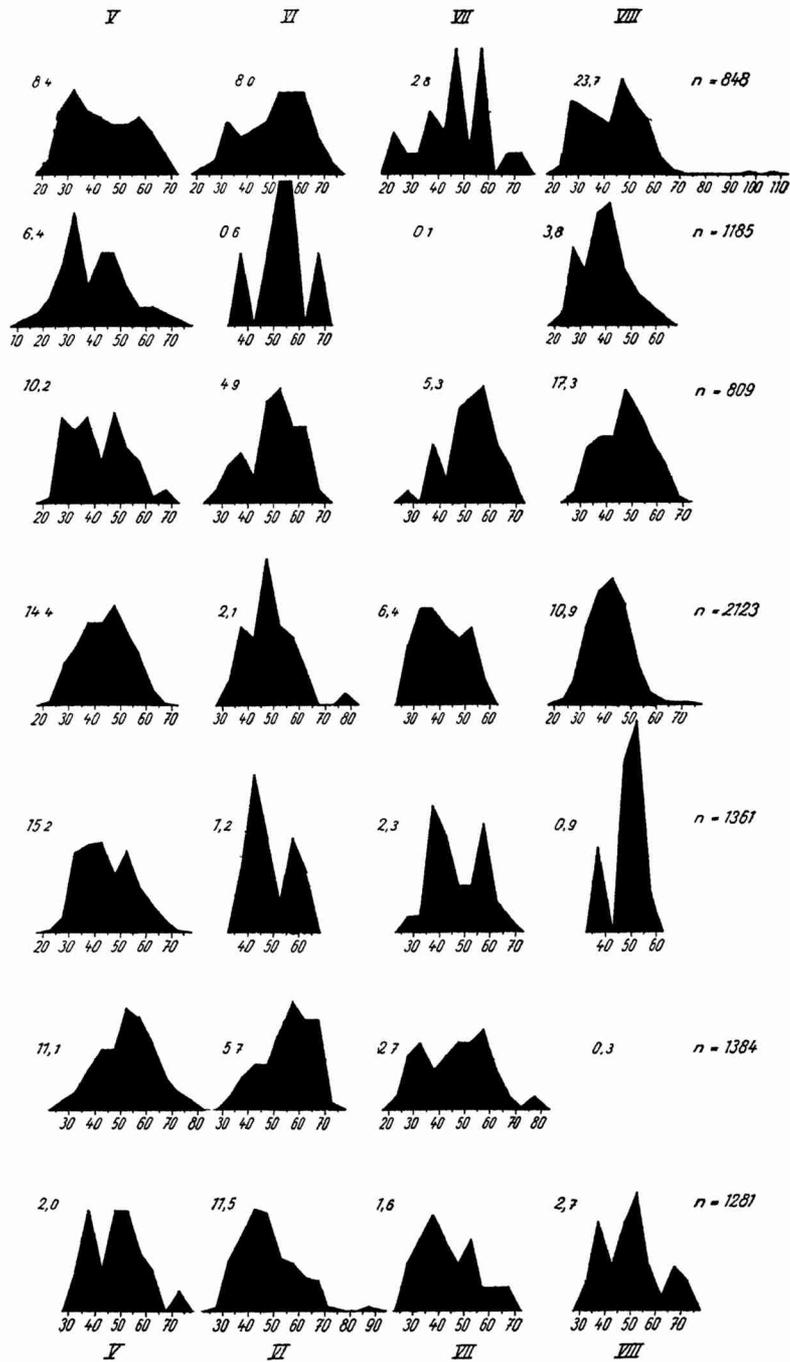


Abbildung 49.

Variationskurven der Länge der Farbtypen I—VIII und des Sondertypus Ia (Tiefenschuppen) für die einzelnen untersuchten Stämme V, IX, X, XI, XII, XIII, XIX. Die Zahlen für die Kurven Ia sind in den Kurven I mit enthalten. Die



Ziffern neben den einzelnen Kurven geben die Prozenzhäufigkeit des betreffenden Farbtypen für die einzelnen Stämme an, die Zahlen am rechten Rande der Abb. die Anzahl untersuchter Schuppen für die einzelnen Stämme. Abszissen: Längensklassen. 1 Maßeinheit = 5 μ ; Ordinaten: % Schuppenindividuen.

sie mehr oder weniger deutlich in den Kurven der Farbtypen II—VIII in Abb. 49, wo die Längenkurven für jeden einzelnen Farb-

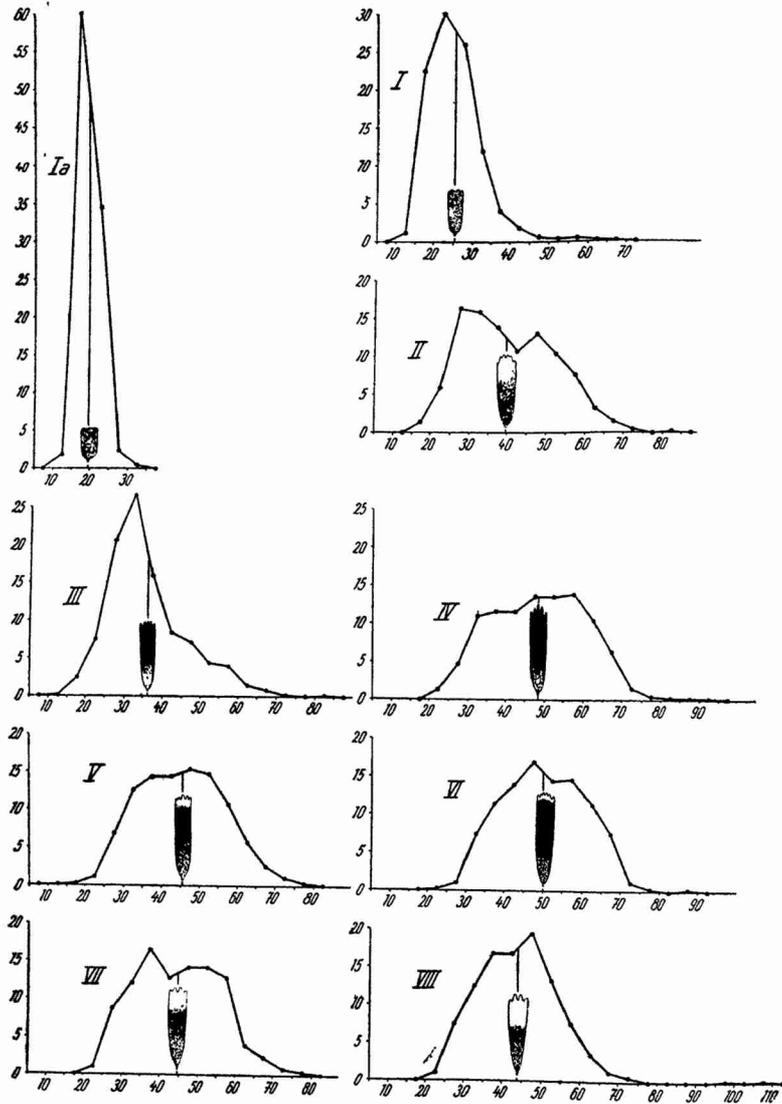


Abbildung 50.

Variationskurven der Länge der Farbtypen I—VIII und des Sondertypus Ia (Tiefenschuppen) für die Summe aller untersuchten Stämme. Die Zahlen für Kurve Ia sind in Kurve I mit enthalten. Die in die Kurven eingezeichneten Schuppen entsprechen in ihren Maßen den Mittelwerten (Länge, Breite, Verbreiterungsindex) des betreffenden Farbtypus. Sie stehen über demjenigen Abszissenpunkt, der dem Mittelwert der Kurven entspricht. n für Ia = 661; I = 2685; II = 1041; III = 1365; IV = 1612; V = 923; VI = 403; VII = 295; VIII = 667. — Abszissen: Längensklassen. 1 Maßeinheit = 5μ ; Ordinaten: % Schuppenindividuen.

typus jeder Rasse einzeln dargestellt sind, und in den entsprechenden Kurven II—VIII der Abb. 50, in denen jeweils die gleichen Farbtypen sämtlicher Rassen zusammengefaßt wurden. Typus I, in dem die *Tiefenschuppen* enthalten sind, bleibt zunächst außer Betracht.

Von den übrigen Farbtypen gehen IV, VI, VII und VIII in der Länge nicht unter die Klasse 20—25 ME hinunter (Abb. 50), und auch bei II, III und V sind die niedrigsten Klassen nur ganz schwach besetzt. Bei diesen Farbtypen ist also das bei den Tiefenschuppen vorherrschende Längenmaß von 10—15 ME fast garnicht vertreten. Zwischen den Extremen der Längenmaße kommen bei jedem der Typen II—VIII alle mittleren Größen vor, aber die Häufigkeit ist ungleichmäßig, sodaß zweigipfelige Kurven entstehen. Die Zweigipfeligkeit beruht also auf der *sprunghaften Abstufung der Länge zwischen Mittel- und Deckschuppen*. Am wenigsten ist diese Zweigipfeligkeit bei Farbtypus III (Abb. 50) ausgeprägt; bei diesem Typus überwiegen die Mittelschuppen die Deckschuppen bedeutend. Aber auch hier gilt, daß derselbe Farbtypus sowohl Deck- als Mittelschuppen enthält.

Innerhalb eines Farbtypus sind die Mittelschuppen häufig im Durchschnitt etwas heller als die Deckschuppen. Sehr deutlich zeigt dies Abb. 51 für den Farbtypus IV bei Stamm XIX. Hier wurden diejenigen Schuppen, welche in der Farbe den drei hellsten Repräsentanten des Typus IV (Taf. VI, Schuppen IV a—c) gleichen, als Untertypus IVA den dunkleren (Schuppen IV d—f der Tafel) als Untertypus IV B gegenübergestellt. Abb. 51 a zeigt die charakteristische Zweigipfeligkeit der Kurve des Gesamtfarbtypus IV. In Abb. 51 b ist nun

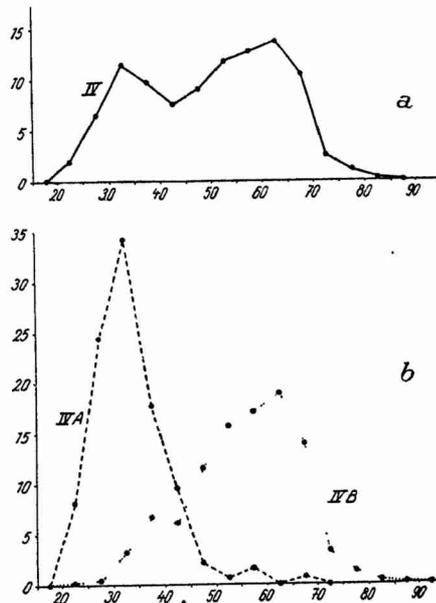


Abbildung 51.

a: Variationskurve der Länge aller Schuppen des Farbtypus IV für Stamm XIX, $n = 564$.
b: Zerlegung dieser Kurve in die Längenskurven des helleren (IVA, hauptsächlich Mittelschuppen, $n = 136$) und des dunkleren Untertypus (IV B, hauptsächlich Deckschuppen, $n = 428$). Abszissen: Längensklassen. Maßeinheit $= 5\mu$; Ordinaten: % Schuppenindividuen.

dieser Typus in die beiden Untertypen IVA und IVB zerlegt. Es entstehen zwei deutlich verschiedene Kurven, von denen die des helleren Untertypus IVA fast nur Mittelschuppen, die des dunkleren Untertypus IVB fast nur Deckschuppen enthält.

Die Erscheinung der diskontinuierlichen Längenabstufung zwischen Deck- und Mittelschuppen kommt auch unmittelbar zur Anschauung in der schon erwähnten Fig. 4, Taf. VII. Hier sieht man am oberen Rand die Deckschuppen. In der Mitte sind alle Schuppen bis auf die Tiefenschuppen entfernt. Unten ist die Mittellage bloßgelegt. Die Diskontinuität zwischen den zu demselben Typus gehörenden Deck- und Mittelschuppen kommt hier noch ausgeprägter als im Kurvenzug zum Ausdruck; denn im Allgemeinen stehen in Flügelgebieten mit sehr großen Deckschuppen auch große Mittelschuppen, in Flügelgebieten mit verhältnismäßig kleinen Deckschuppen auch kleine Mittelschuppen. In den Kurven addieren sich natürlich die Schuppen aus verschiedenen Teilen des Flügels. Plusabweicher der Mittelschuppen und Minusabweicher der Deckschuppen, die auf dem Flügel nicht nebeneinander stehen, sind im Klatschpräparat aber nicht zu unterscheiden.

In Abb. 52 sind für die einzelnen Farbtypen des Stammes V Schuppen wiedergegeben, welche ihren Längenmaßen nach den beiden Gipfeln der Längenkurven für die einzelnen Farbtypen entsprechen. Die obere Reihe entspricht den Deckschuppen, die untere Reihe für Typus II—VIII den Mittelschuppen. Die Schuppe, welche dem niedrigeren Gipfel der Kurve für Farbtypus I entspricht, ist besonders kurz, da aus diesem Kurvengipfel die Tiefenschuppen nicht herauszusehen sind. Die übrigen Typen zeigen demgegenüber unter sich einen ähnlichen Längencharakter, da sie nur als Mittelschuppen und nicht als Tiefenschuppen vorkommen.

Zwischen den *Tiefenschuppen* und den Mittelschuppen besteht also ein auffallender Unterschied darin, daß die Tiefenschuppen an der Bildung des Zeichnungsmusters keinerlei Anteil nehmen; sie gehören sämtlich dem *Farbtypus I* an (Tafel VII, Fig. 4). Innerhalb dieses Typus, der in geringerem Umfang auch Mittel- und Deckschuppen enthält (Abb. 49, 50 Kurven I), heben die Tiefenschuppen sich als eine Sondergruppe heraus, die der Schuppe Ia auf Tafel VI entspricht. Nimmt man für diesen Typus allein die Maße auf, so erhält man eine symmetrische Kurve mit dem Maximum bei 15—20 ME in der Gesamtheit aller Rassen (Abb. 50 Kurve Ia) und bei jeder einzelnen Rasse mit Ausnahme von Stamm X, wo dieser Gipfel nach 20—25 ME verschoben ist (Abb. 49 Kurven Ia). Bei allen Einzelrassen (Abb. 49) und ebenso bei der Summe

aller Rassen (Abb. 50) erreichen die Längenkurven der Farbtypen II—VIII die Gipfelklasse der Tiefenschuppen überhaupt nicht oder nur mit vereinzelt Schuppenexemplaren. Damit spricht sich die *Diskontinuität zwischen Mittel- und Tiefenschuppen* im Farbcharakter aus.

Hinsichtlich der *Länge* bilden in der Kurve für die Summe aller Farbtypen einer Rasse (Abb. 47 a, 48 c) und der Summe aller Rassen (Abb. 48 e) die Tiefenschuppen nicht wie die Mittel- und

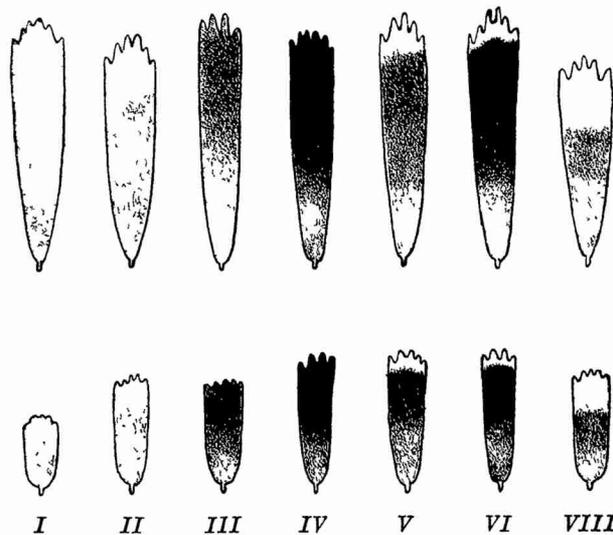


Abbildung 52.

Repräsentanten der Gipfelklassen der zweigipfeligen Variationskurven für die Länge der Farbtypen I—VIII von Stamm V (vgl. die oberste Kurvenreihe in Abb. 49). Farbtypus VII ist hier nicht mit dargestellt, da zu wenig Schuppenindividuen dieses Typus vorhanden sind (nur 2,8 % der Gesamtzahl). Die obere Reihe entspricht dem Längenmaximum der Deckschuppen; die untere Reihe für Farbtypus II—VIII dem Längenmaximum der Mittelschuppen, für Farbtypus I dem durch Mittel- und Tiefenschuppen gemeinsam bedingten Maximum der Längenkurve. Breite und Verbreiterungsindex der gezeichneten Schuppen entspricht jeweils den Mittelwerten für die Schuppen der Gipfelklassen der Längenkurven.
120/1.

Deckschuppen einen eigenen Kurvengipfel; sondern als eigener Längentypus erscheinen die Tiefenschuppen hier nur durch einen Knick in dem Abfall am linken Ende der Kurve, da der Längengipfel der Mittelschuppen der mittleren Länge der Tiefenschuppen zu nahe liegt. Bei Stamm XIII (Abb. 48 a) wird die Kurve zwar dreigipfelig; jedoch entspricht der niedrigste Gipfel nicht dem Maximum der Tiefenschuppen sondern der längeren Nachbarklasse, in der sich die hohe Anzahl der Tiefenschuppen zu der beträchtlichen Anzahl der Mittelschuppen addiert. Diese starke Über-

schneidung der Länge zwischen Mittel- und Tiefenschuppen kommt ebenso wie die zwischen Mittel- und Deckschuppen dadurch zustande, daß in den Kurven die Schuppen aus einem relativ großen Teil des Flügels vereinigt sind. An jeder einzelnen Stelle des Flügels dagegen ist auch die Diskontinuität in der Länge von Mittel- und Tiefenschuppen sehr deutlich (Taf. VII, Fig. 4).

Zu der Verschiedenheit der Farbtypen tritt also als zweite die Verschiedenheit der Größentypen hinzu. Die Länge der Schuppen variiert an jeder Stelle des einzelnen Flügels diskontinuierlich, so daß Deck-, Mittel- und Tiefenschuppen unterschieden werden können.

2. Die Länge der verschiedenen Farbtypen.

Deck- und Mittelschuppen kommen bei sämtlichen Farbtypen vor. Außerdem bestehen geringere, aber charakteristische Unterschiede in der Länge der einzelnen Farbtypen. Im Gesamtmaterial sind von sämtlichen Typen IV und VI die längsten (Abb. 46, 50; Tab. 33, letzte Reihe). Ihnen folgt V, dann VII und VIII, hierauf

Tabelle 33.

Mittelwerte der Variationsreihen für die Länge der Farbtypen bei den einzelnen Stämmen (vgl. Abb. 49) und der Summe aller Stämme (vgl. Abb. 50). 1 Maßeinheit = 5 μ . Der höchste Wert für jeden Stamm und die Summe aller Stämme ist durch Fettdruck, der zweithöchste durch Kursivdruck hervorgehoben.

		Farbtypus								
		Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Stamm	V		25,4	39,6	36,3	47,1	43,6	50,9	46,9	44,7
	IX		27,0	37,8	37,9	43,8	40,0	53,3		39,8
	X	20,1	27,6	49,8	33,5	50,3	41,8	50,0	52,3	47,1
	XI	18,9	24,1	38,8	34,5	44,8	44,0	50,5	41,0	41,4
	XII	18,7	25,8	39,1	39,3	47,3	44,9	48,8	47,3	48,8
	XIII	20,4	25,6	40,6	37,1	51,0	52,9	55,5	46,2	47,5
	XIX	20,0	22,6	51,3	32,8	49,8	46,8	48,7	44,4	49,8
Summe aller Stämme		19,5	25,2	39,8	36,4	48,4	45,3	50,0	44,7	48,8

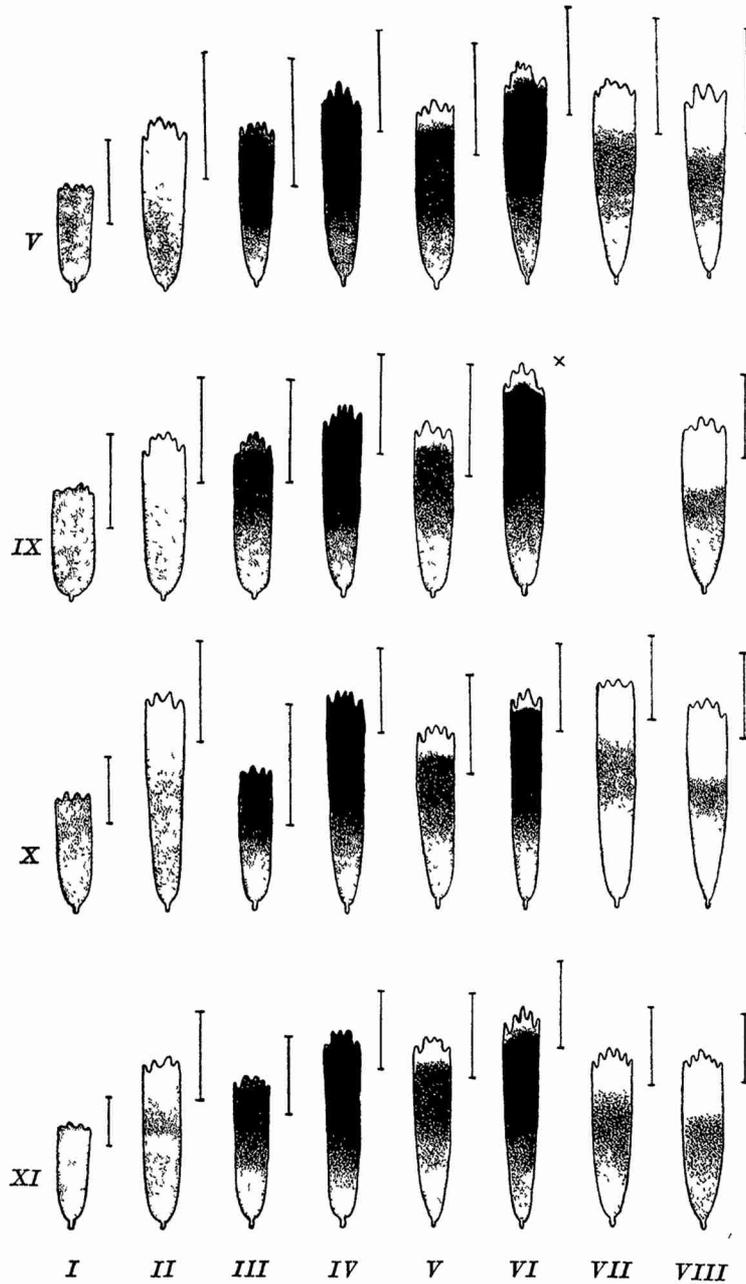
II und III und dann mit erheblichem Abstand I. Die verschiedene mittlere Länge der einzelnen Schuppentypen beruht erstens auf dem verschiedenen Anteil, den ein Schuppentypus an der Bildung der Deck- und Mittelschuppen und, bei Typus I, der Tiefenschuppen

hat, zweitens aber auf der verschiedenen mittleren Länge jeweils der Deckschuppen sowie der Mittelschuppen der verschiedenen Farbtypen. Die niedrige Lage des Mittelwertes für die Farbtypen I und III geht in erster Linie auf den ersten Faktor zurück (Abb. 50). Auch die mittlere Länge des Typus II wird noch einigermaßen davon beeinflusst, da auch bei ihm im Gesamtmaterial die Beteiligung an der Mittellage größer ist als an der Decke. Die Farbtypen IV, V, VI, VII und VIII dagegen kommen übereinstimmend ungefähr gleich häufig in der Mittellage und in der Decke vor. Trotzdem liegt der Mittelwert der Länge für die dunklen Schuppentypen höher als für die übrigen, und zwar sind besonders IV und VI länger als VII und VIII.

Dieser höhere Wert des Mittelwertes der dunklen Schuppen, besonders von IV und VI, gegenüber den hellen Schuppen, besonders VIII, tritt auch bei den meisten Einzelrassen deutlich hervor. Dies ist aus den Mittelwerten für die Länge der einzelnen Farbtypen bei den verschiedenen Stämmen in Tab. 33 zu ersehen. Hier sind jeweils der höchste und der zweithöchste Mittelwert eines Farbtypus für jeden Stamm hervorgehoben. In der überwiegenden Mehrheit der Fälle betrifft die Hervorhebung die Farbtypen VI und IV. Anschaulich ist das gleiche in Abb. 53 dargestellt, welche Repräsentanten mit den mittleren Maßen jedes Farbtypus in den einzelnen Stämmen zeigt. Neben den Endpunkt jeder Schuppe ist der Spielraum der einfachen Streuung (Standardabweichung, σ) nach oben und unten eingetragen. Ihr Wert wurde aus den Variationsreihen berechnet, die in Abb. 49 als Kurven dargestellt sind.

Dadurch, daß aus Abb. 53 außer der mittleren Länge auch die Streuung zu ersehen ist, gibt diese Abbildung auch einen Anhalt dafür, ob ein Farbtypus bei einem Stamm überwiegend nur einem Größentypus angehört, oder ob er in erheblichem Maß zugleich an Deck- und Mittellage beteiligt ist. Im letzteren Fall ist die Streuung größer. Bei Stamm XII gehören die verhältnismäßig wenigen vorhandenen Schuppen des Farbtypus VIII ausschließlich der Decke an (Abb. 49); daher die ausnahmsweise große mittlere Länge (Tab. 33, Abb. 53) und die kleine Streuung (Abb. 53). Die Abb. 53 zeigt außer dem Längenunterschied auch einen deutlichen Formenunterschied zwischen den dunklen und den hellen Schuppen. Dieser Formenunterschied wird zahlenmäßig deutlich, wenn man auch die Breite, das Verhältnis von Länge und Breite und den Verbreiterungsindex mit berücksichtigt.

Abb. 52, welche Repräsentanten der beiden *Längenmaxima* für die verschiedenen Farbtypen von Stamm V zeigt, bringt natürlich nicht die mittleren Größenverhältnisse der Farbtypen zu einander zum Ausdruck, da lediglich je ein



Repräsentant der beiden Gipfelklassen der Längskurven jedes Farbtypus dargestellt ist, dessen Länge dem Mittelwert der Gipfelklasse entspricht. Die Mittelwerte der getrennten Kurven der Deck- und Mittelschuppen, die ihrer Überschneidung wegen in unserem Material nicht isoliert werden können, würden

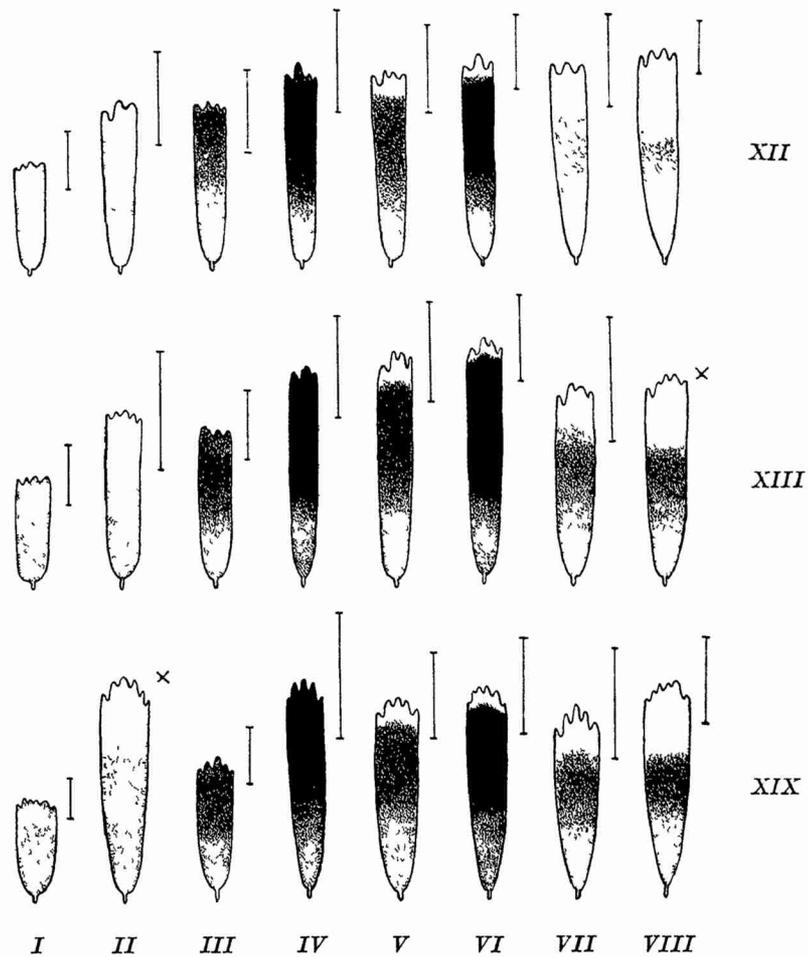


Abbildung 53.

Repräsentanten der Farbtypen I—VIII für die Stämme V, IX, X, XI, XII, XIII, XIX. Die Größenmaße (Länge, Breite, Verbreiterungsindex) entsprechen den Mittelwerten für den einzelnen Stamm und Farbtypus (vgl. Tab. 33, 34, 36). Die neben den Enden der Schuppen aufgetragenen Strecken geben den Spielraum der Streuung (Standard-Abweichung, σ) nach oben und unten von der mittleren Schuppenlänge an. Ein Kreuz anstelle der Strecke bedeutet, daß die Anzahl untersuchter Schuppen für eine Berechnung von σ zu klein war. 120/1.

naturgemäß andre sein. Überdies ist selbstverständlich der Gipfelwert einer Kurve viel mehr Zufälligkeiten unterworfen als der Mittelwert.

b) Die maximale Breite der Schuppen.

Die Mittelwerte der Variationsreihen für die maximale Breite der verschiedenen Farbtypen bei den einzelnen Stämmen sind in Tab. 34 enthalten. Am Mittelwert der Breite haben mehrere Fak-

Tabelle 34.

Mittelwerte der Variationsreihen für die Breite der Farbtypen und Durchschnittswert dieser Mittelwerte bei den einzelnen Stämmen und der Summe aller Stämme. 1 Maßeinheit = 5 μ . Der höchste Wert für jeden Stamm und die Summe aller Stämme ist durch Fettdruck hervorgehoben, ferner der zweithöchste Wert für die Summe aller Stämme durch Kursivdruck.

		Farbtypus									Durchschnittswert für Typ. I—VIII
		Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Stamm	V		7,9	9,8	8,5	8,8	8,8	9,5	9,5	9,4	9,0
	IX		9,1	9,8	9,3	9,3	9,4	9,9		10,3	9,6
	X	8,8	7,8	9,4	8,2	7,7	8,1	7,9	9,1	8,6	8,4
	XI	7,7	7,4	8,5	7,8	7,6	8,0	8,2	8,5	8,5	8,1
	XII	8,2	7,3	7,9	7,8	7,3	7,8	7,7	8,1	8,6	7,8
	XIII	8,9	8,0	8,5	7,9	7,5	8,2	8,4	8,6	8,8	8,2
	XIX	9,7	9,2	10,6	8,6	9,4	9,8	9,1	9,6	9,8	9,5
Summe aller Stämme		8,8	8,0	<i>9,0</i>	8,1	8,9	8,2	8,8	8,7	9,1	8,6

Tabelle 35.

Längenbreitenindex (Quotient aus den Mittelwerten der Länge und der maximalen Breite) für die einzelnen Farbtypen und Durchschnittswert der Längenbreitenindizes bei den einzelnen Stämmen (vgl. Abb. 54, 55). Der höchste Wert für jeden Stamm ist durch Fettdruck, der zweithöchste durch Kursivdruck hervorgehoben.

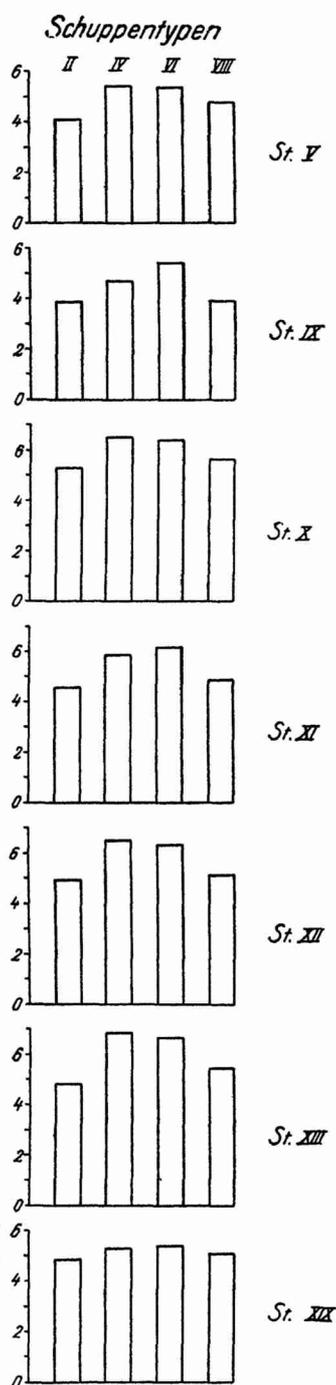
		Farbtypus									Durchschnittswert für Typ. II—VIII
		Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Stamm	V		3,2	4,1	4,3	5,4	<i>5,0</i>	5,4	4,9	4,8	4,8
	IX		3,0	3,9	4,1	4,7	4,3	5,4		3,9	4,4
	X	2,3	3,5	5,3	4,1	6,5	5,2	6,4	5,8	5,6	5,5
	XI	2,4	3,3	4,6	4,4	5,9	5,5	6,2	4,8	4,9	5,2
	XII	2,3	3,5	4,9	5,0	6,5	5,8	6,4	5,8	5,2	5,7
	XIII	2,3	3,2	4,8	4,7	6,8	6,5	6,6	5,4	5,4	5,8
	XIX	2,1	2,5	4,8	3,8	<i>5,3</i>	4,8	5,4	4,6	5,1	4,8

toren Anteil. Der erste ist die relative *Verteilung auf Decke und Mittellage*. Die absolute Breite nimmt mit der Länge der Schuppe zu (Abb. 52), und damit steigt die mittlere Breite an, wenn die Beteiligung an der Decke im Verhältnis zu der Mittellage zunimmt. Während der Unterschied zwischen Tiefen-, Mittel- und Deckschuppen in einer Mehr Gipfeligkeit der Variationskurven der Länge zum Ausdruck kam, ist das bei der Breite im allgemeinen nicht der Fall (Abb. 48 b, d, f). Der Breitenunterschied ist im Verhältnis zur Empfindlichkeit der Klasseneinteilung zu gering, als daß eine wohl auch hier vorhandene Diskontinuität der Breitenzunahme beim Übergang von einem Größentyp zum anderen sichtbar werden könnte. Nur bei Stamm X (Abb. 47 b) treten zwei Erhebungen in der verhältnismäßig breitgipfeligen Kurve heraus; die bei der größeren Breite liegende entspricht den Deckschuppen, die andere den Mittel- und Tiefenschuppen. Der feinere Unterschied der Breite zwischen Tiefen- und Mittelschuppen kommt im nächsten Abschnitt zur Sprache.

Weiterhin hängt die Breite der Schuppe von dem *Farbtypus* ab. In Tab. 34 liegen die höchsten Werte stets bei den hellen Schuppen, und zwar bei der Gesamtheit aller Stämme und bei den Stämmen IX, XII und XIII bei dem Typus VIII, bei den Stämmen V, X und XIX bei Typus II. Bei Stamm XI sind die Typen II, VII und VIII gleich breit. Da die mittlere Länge bei den hellen Schuppen geringer ist als bei den dunklen Schuppen der Typen IV und VI, geht schon hieraus hervor, daß *die hellen Schuppen, vor allem die des Typus VIII, auch relativ zur Länge breiter, plumper sind, als die dunklen Schuppen.*

Endlich ist die mittlere Breite der Schuppen bei den einzelnen *Stämmen* verschieden. Der Unterschied zwischen mehr schmal- und mehr breitschuppigen Stämmen tritt in Abb. 48, Kurve b und d, sowie in Abb. 53 deutlich hervor, die Repräsentanten der Mittelwerte der Maße für die einzelnen Farbtypen zeigt. Ebenso geht er aus Tab. 34 hervor, welche in der letzten Spalte die Durchschnittswerte der mittleren Breiten von Farbtypus I—VIII enthält. Am stärksten hebt sich hier Stamm XII als schmalschuppig heraus, der in Aufsatz II bei Aufzählung der selektierten Stämme als ausgesprochen kleinschuppig aufgeführt ist (S. 25). Da die Mittelwerte für die *Länge* der einzelnen Farbtypen bei Stamm XII von den entsprechenden Werten für die Summe aller Stämme nicht wesentlich abweichen, wird also der Eindruck kleiner Schuppen bei diesem Stamm hauptsächlich durch die geringe *Breite* der Schuppen hervorgerufen.

Nächst Stamm XII, aber in geringerem Maß, haben auch Stamm X, XI und XIII verhältnismäßig schmale Schuppen (Tab. 34).



c) Der Formcharakter der Schuppentypen.

Der Unterschied im Formcharakter zwischen den Schuppen der verschiedenen Farbtypen und der verschiedenen Stämme findet deutlichen Ausdruck in dem *Längenbreitenindex* L. B. I., dem Verhältnis der Länge der Schuppen zu ihrer maximalen Breite. In Tab. 35 ist das Verhältnis von mittlerer Länge zu mittlerer Breite für die einzelnen Farbtypen der verschiedenen Stämme aufgeführt.

In Abb. 54 sind die L. B. I. für diejenigen Farbtypen der einzelnen Stämme dargestellt, welche für den Aufbau des Musters am wesentlichsten sind: die hellen Typen II und VIII und die dunklen Typen IV und VI. Die Breite der einzelnen Rechtecke ist immer gleich der Ordinateneinheit gemacht. Jede einzelne Rechteckfigur veranschaulicht also unmittelbar das Längenbreitenverhältnis des betreffenden Farbtypus. Die Veranschaulichung des Längenbreitenverhältnisses in Abb. 54 unterscheidet sich von der in Abb. 53 dadurch, daß die Schuppenbreite in Abb. 54 konstant gesetzt ist. Stets ist das Längenbreitenverhältnis bei IV und VI am größten. Weiterhin ist in Tab. 35 der Durchschnittswert für die L. B. I. der Farbtypen II—VIII für die einzelnen Stämme aufgeführt. Typus I wurde hier nicht berücksichtigt, weil er hauptsächlich der Tiefenlage angehört. Abb. 55 stellt entsprechend wie

Abbildung 54.

Längenbreitenindex = Quotient aus den Mittelwerten für Länge und für maximale Breite bei den Farbtypen II, IV, VI und VIII in den einzelnen Stämmen (vgl. Tab. 35).

Abb. 54 diese Werte anschaulich dar. Hier zeigt sich wieder, daß Stamm X, XI, XII und XIII im Durchschnitt relativ zur Länge schmalere, also schlankere Schuppen haben als die übrigen (Vgl. S. 145). Die extremsten Werte erreichen hier Stamm XII und XIII.

Durch gleichzeitige Berücksichtigung von Länge und Breite läßt sich auch die *Diskontinuität zwischen den drei bisher behandelten Größentypen*, Tiefen-, Mittel- und Deckschuppen, noch deutlicher als bisher zeigen, da diese drei Typen sich in dem Verhältnis von Länge und Breite verschieden verhalten. Außerdem sind Unterschiede im *Verbreiterungsindex* (S. 131) vorhanden, und wenn auch dieser mit berücksichtigt wird, so hebt sich noch ein weiterer Formtypus heraus, der sich in den Längen- und Breitenkurven zunächst nicht deutlich absetzt. Es sind das die Schuppen, die durch ihre Lage nach der Gegend des Vorderrandes und der Flügelspitze zu charakterisiert sind. Während bei den übrigen Schuppen die Verbreiterung besonders stark nahe der Basis ist, verteilt sie sich bei diesen Schuppen gleichmäßiger über die ganze Schuppenlänge. Dadurch erhalten diese Schuppen einen großen Verbreiterungsindex. Diese Schuppen kommen in verschiedenen Längen von der Länge der Mittelschuppen an aufwärts vor und stellen zugleich die längsten Varianten innerhalb der Längenkurve. Ihr Farbcharakter kann sämtlichen Typen angehören. Nach Form und Größe stellen sie Übergangsformen zu den Randfranzen dar. Diese sind jedoch an Außenrand des Flügels ziemlich scharf gegen die einfachen Deckschuppen abgesetzt; die Übergangsformen finden sich wie erwähnt hauptsächlich nach dem Vorderrand und der Spitze des Flügels zu (Vgl. Taf. I, III). Sie werden weiterhin als *Randschuppen* bezeichnet.

In Abb. 56 ist die *Korrelation zwischen Länge, Breite und Verbreiterungsindex* für sämtliche untersuchten Schuppen eines Tieres aus Stamm IX dargestellt. Jedes Schuppenindividuum ist einzeln eingetragen, und dabei sind die Verbreiterungsindizes mit verschiedenen Signaturen angegeben. Zunächst seien nur die Längen und Breiten betrachtet. Liest man die Figur von oben nach unten, so erhält man die Veränderung der Breite bei zunehmender Länge der Schuppen. Beim Übergang von der Längenklasse 10—15 ME

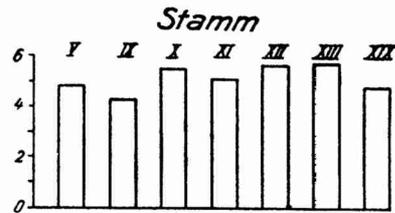


Abbildung 55.
Durchschnittswert der Längenbreitenindizes für die Farbtypen II—VIII bei den einzelnen Stämmen (vgl. Tab. 35).

zu der Klasse 15—20 ME verschieben sich die Varianten von links nach rechts, d. h. die Breite nimmt hier mit der Länge zu. Mit weiter zunehmender Länge auf 20—25 ME verschiebt sich dann aber die Breite nicht gleichsinnig weiter, sondern die Varianten kehren zu einem niedrigeren Breitenwerte zurück. Darin spricht sich das Auftreten eines neuen Formtypus aus. In den Längensklassen 10—20 ME sind die *Tiefenschuppen* erfaßt, innerhalb deren

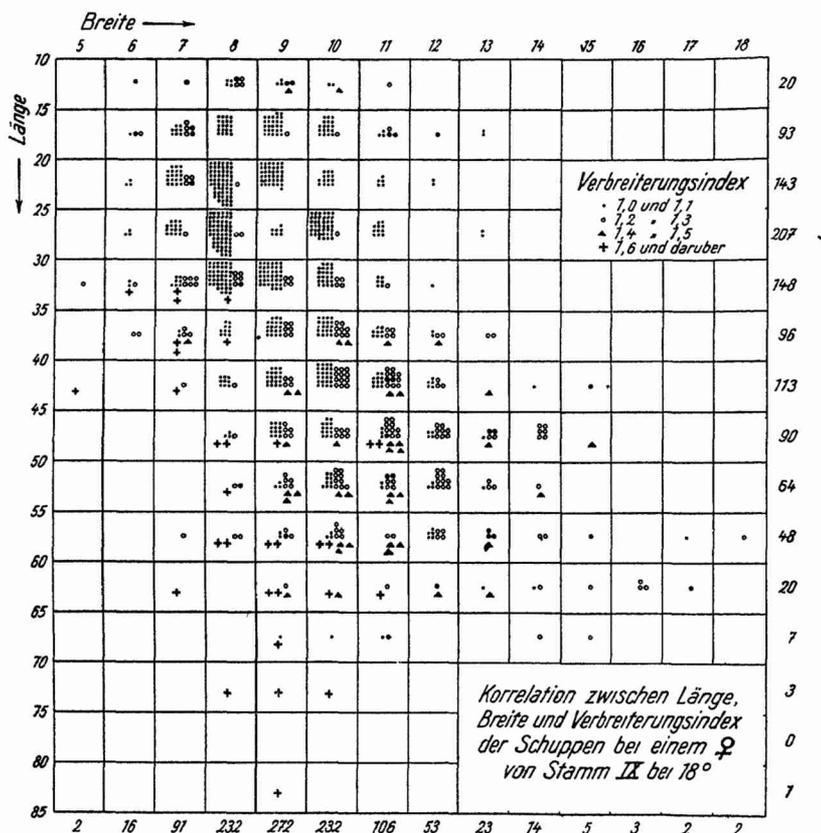


Abbildung 56.

eine positive Korrelation zwischen Länge und Breite besteht. Ebenso ist auch im Bereich der Längensklassen 20—25, 25—30, 30—35 ME, welche hauptsächlich *Mittelschuppen* enthalten, eine positive Korrelation zwischen Länge und Breite vorhanden. Aber die Mittelschuppen beginnen mit einer Breite, welche geringer ist als die der Tiefenschuppen, und sie steigen bis zur Längensklasse 30—35 ME auch nicht einmal bis zur größten Breite der Tiefenschuppen an. Die Tiefenschuppen sind also im Mittel breiter als die

Mittelschuppen. In Abb. 47 b ist dies dadurch zum Ausdruck gebracht, daß der Repräsentant der Tiefenschuppen im Verhältnis zur Abszisse gegenüber dem Repräsentanten der Mittelschuppen ein wenig nach rechts verschoben ist. Doch stehen beide im Bereich des Kurvengipfels in Klasse 7, der durch die Summierung dieser beiden Größentypen gebildet wird. Da die Tiefenschuppen breiter sind als die Mittelschuppen, können sie nicht einfach vorzeitig in der Entwicklung stehen gebliebene Mittelschuppen sein.

Die Zahlenreihe am rechten Rand der Abb. 56 zeigt, daß bei Klasse 35—40 ME der Längenkurve ein Minimum liegt, durch das sich die Trennung des dritten Haupttypus, der *Deckschuppen*, von den kürzeren Schuppentypen anzeigt. In der Korrelationsfigur beginnt dieser Typus der Deckschuppen in Längensklasse 35—40 ME mit Breitenwerten, welche größer sind als die der Mittelschuppen, und innerhalb des Bereichs der Deckschuppen nimmt dann die Breite mit der Länge weiterhin zu.

Anschaulich sind diese Verhältnisse in Abb. 57 dargestellt. Hierfür wurde jeweils der Mittelwert für die Breite der Schuppen einer Längensklasse berechnet. Die Lage des in der Abbildung innerhalb jeder Längensklasse eingetragenen Kreises entspricht in ihrer Stellung zu der am oberen Rand der Figur aufgetragenen Breitenskala diesem Mittelwert der Breite für die betreffende Längensklasse. Die dazu gezeichneten Schuppen entsprechen nach Länge, Breite (und Verbreiterungsindex) den Mittelwerten für die betreffende Längensklasse. Ihre Stellung zur Breitenskala wurde schematisch so verschoben, daß die kleinen Unregelmäßigkeiten in der Anordnung der zugehörigen Kreise ausgeglichen werden. Die zu einem Formtypus gehörenden Schuppen sind durch gestrichelte Linien verbunden, welche durch ihre Richtung den allgemeinen Verlauf der Korrelation zwischen Länge und Breite andeuten. Die Diskontinuität zwischen Mittel- und Deckschuppen, die in der Korrelation zwischen Länge und Breite nicht deutlich ausgeprägt ist, tritt sehr scharf in dem Minimum der Längenkurve in Klasse 35—40 ME hervor. Umgekehrt kommt die Diskontinuität zwischen Mittel- und Tiefenschuppen, die in der Längenkurve nicht durch einen Sattel markiert ist, in der Korrelation zwischen Länge und Breite sehr klar zum Ausdruck.

Berücksichtigt man nun die in Abb. 56 verwendeten Signaturen, welche den Verbreiterungsindex (Vb.I.) der einzelnen Varianten angeben, so zeigt sich, daß die höchsten Vb.I. von 1,6 und mehr bei den meisten Variantengruppen der gleichen Längen- und Breitenklasse diskontinuierlich gegenüber den niederen Werten auftreten.

Von 17 Variantengruppen gleicher Breiten- und Längensklasse, in denen Schuppen mit diesem höchsten Verbreiterungsindex neben solchen mit niederen Werten bis 1,3 auftreten, fehlen bei 11 die dazwischenliegenden Werte 1,4 und 1,5. Läßt man die Werte von

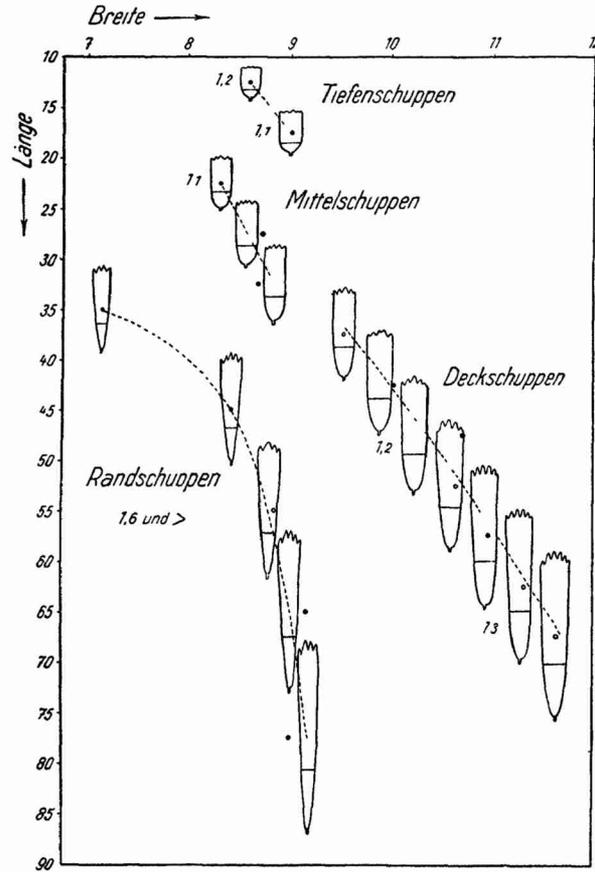


Abbildung 57.

Die Sondernung der 4 Formtypen auf Grund der Korrelationen zwischen Länge, Breite und Verbreiterungsindex. Zahlenunterlagen in Abb. 56. Die bei einzelnen Schuppen und bei der Gruppe der Randschuppen eingetragenen Ziffern sind Verbreiterungsindices.

1,6 und mehr außer Betracht, so nimmt der Vb.I. ganz allgemein mit der Breite zu; jene höchsten Werte dagegen finden sich ganz überwiegend bei den schmalsten Schuppen der einzelnen Längensklassen. Dadurch sondern sich die Schuppen mit hohem Vb.I. deutlich von den übrigen Deck- und Mittelschuppen, in deren Längensklassen sie fallen. Sie wurden daher bei den Berechnungen

zur Aufstellung der Abb. 57 von diesen abgetrennt und als *Randschuppen* für sich allein behandelt. Zur Berechnung der mittleren Breite wurden bei den Randschuppen wegen der verhältnismäßig geringen Zahl der Varianten je 2 benachbarte Längenklassen zwischen 30 und 70 ME zusammengefaßt und die Schuppen von mehr als 70 ME Länge als höchste Längenkategorie vereinigt. Abb. 57 zeigt deutlich, wie auch innerhalb der Randschuppen die Breite mit zunehmender Länge wächst.

Schließlich zeigt Abb. 57 hinsichtlich des Verhältnisses von Länge und Breite noch, daß innerhalb der einzelnen Formtypen die Breite zwar stets im selben Sinn wie die Länge zunimmt, aber in geringerem Maß. Die längeren Schuppen eines Formtypus sind daher den kürzeren hinsichtlich des Längenbreitenverhältnisses nicht geometrisch ähnlich, sondern sie erscheinen im Verhältnis zur Länge schmaler, also schlanker.

Die in Abb. 57 eingezeichneten Schuppen entsprechen auch in ihrem Vb. I. dem Mittelwert der Vb. I. der einzelnen Längenklassen, welche aus Abb. 56 berechnet wurden. Hierbei wurden jedoch die Schuppen mit den höchsten Werten von 1,6 und mehr, die Randschuppen, abgesondert. Diese sind in der Abb. 57 mit dem großen Vb. I. eingezeichnet, der diesen Formtypus kennzeichnet. Bei allen eingezeichneten Schuppen ist die Breite am Ende des basalen Drittels der Gesamtlänge, die mit der maximalen Breite zur Berechnung des Vb. I. dient, durch einen Strich markiert.

Die *Veränderung des Verbreiterungsindex mit der Länge bei Tiefen-, Mittel- und Deckschuppen* ist aus der Gestalt der in Abb. 57 eingezeichneten Schuppen ersichtlich. Außerdem sind in Abständen, so oft die Änderung des Vb. I. 1/10 erreicht, die zugehörigen Werte links neben die einzelnen Schuppen geschrieben, so daß auch aus diesen Zahlenwerten die Änderung des Vb. I. mit der Länge der Schuppen zu ersehen ist. Bei den kleinsten Tiefenschuppen beginnt der Vb. I. mit einem relativ hohen Wert. Dieser ist dadurch bedingt, daß bei den kürzesten Tiefenschuppen die Meßstelle für die Breite am Ende des basalen Drittels der Schuppenlänge schon in die Verschmälerungszone am basalen Ende der Schuppe fällt. Die größeren Tiefenschuppen mit einer Länge von 15—20 ME haben einen niedrigeren Wert; denn hier fällt die Meßstelle schon in den Bezirk der fast parallel verlaufenden Schuppenseiten. Bei den kurzen Mittelschuppen der Längenkategorie 20—25 ME setzt der Vb. I. mit einem gleichfalls niedrigen Wert ein. Mit zunehmender Länge nimmt er dann zu innerhalb der Mittelschuppen, beim Übergang von diesen zu den Deckschuppen und innerhalb

der Deckschuppen. Dies ist auch aus Abb. 56 zu ersehen, wenn man von den durch Kreuze markierten Randschuppen absieht. Mit zunehmender Länge nehmen die Werte 1,0 und 1,1, die bei den kürzeren Mittelschuppen fast allein vorkommen, immer mehr ab, und die Werte 1,2 bis 1,5 nehmen zu.

Abb. 58 a und b zeigen die Beziehung zwischen Länge und Verbreiterungsindex in dem gesamten untersuchten Schuppenmate-

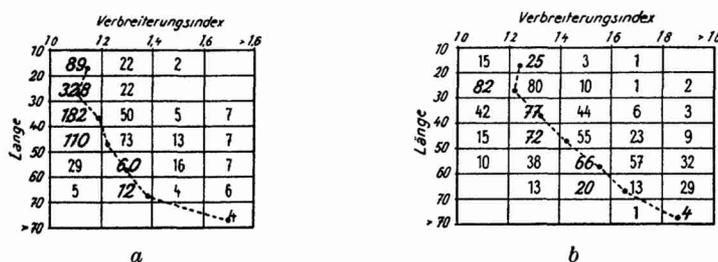


Abbildung 58.

Korrelation zwischen Länge und Verbreiterungsindex bei zwei verschiedenen Individuen. a: dasselbe Material wie in Abb. 56 und 57. Stamm XI; n = 1053. b: Stamm V; n = 848.

rial, also einschließlich der Randschuppen, bei je einem Individuum aus zwei verschiedenen Stämmen. In den Variationsreihen des Vb. I. für die einzelnen Längenklassen sind die Gipfelklassen durch Kursivschrift hervorgehoben. Außerdem sind die Mittelwerte der Vb. I. für die einzelnen Längenklassen eingetragen und durch einen Linienzug verbunden. Hierbei wurde als Abszissenskala für dessen Kurvenpunkte die Zahlenreihe am oberen Rande der Figuren benutzt, welche zugleich die bei Aufstellung der Korrelationstabelle verwandten Klassengrenzen des Vb. I. angibt. Die Kurve verläuft in beiden Fällen im ganzen im Sinne einer positiven Korrelation. Der Knick im oberen Teil der Tabellen entspricht *nicht* einer Besonderheit im Formcharakter der kleinsten Schuppen; er ist durch die oben S. 151 erwähnte Besonderheit der Messung bedingt. Besonders stark ist die Zunahme des Vb. I. bei den längsten Schuppen, da dies nur Randschuppen sind. Ein Vergleich der beiden Kurven in Abb. 58 a und b zeigt, daß bei dem Tier, das der Abb. 58 b zugrunde liegt, der Vb. I. für gleiche Längen stets erheblich höhere Werte hat. Es muß also auch mit besonderen, den Vb. I. beeinflussenden Faktoren bei den verschiedenen Stämmen gerechnet werden.

Endlich steht der *Verbreiterungsindex* auch zu dem *Farbtypus der Schuppen in Beziehung*. In Tab. 36 sind die Mittelwerte der Variationsreihen des Vb. I. für die einzelnen Stämme und die Summe

aller Stämme angegeben. Der Maximalwert für jeden einzelnen Stamm und die Summe aller Stämme ist im Druck hervorgehoben. Bei 4 von den untersuchten 7 Stämmen liegt er bei den hellsten Farbtypen VII bzw. VIII, in einem Fall haben Typus VI und VIII den gleichen maximalen Wert, und nur in zwei Fällen liegt der Maximalwert bei einem dunklen Typus, V bzw. VI. Im Gesamtmaterial liegt er ebenfalls bei den hellen Zeichnungsschuppen des Typus VIII. Diese haben also im Ganzen den höchsten Verbreiterungsindex unter allen Farbtypen, was auch in Abb. 46 und Taf. VI sichtbar ist.

Tabelle 36.

Mittelwerte der Variationsreihen des Verbreiterungsindex (Quotient aus maximaler Breite und Breite am Ende des proximalen Drittels der Schuppenlänge) für die Farbtypen bei den einzelnen Stämmen und der Summe aller Stämme. Der höchste Wert für jeden Stamm und die Summe aller Stämme ist durch Fettdruck hervorgehoben.

		Farbtypus								
		Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Stamm	V		1,18	1,37	1,27	1,39	1,34	1,44	1,45	1,46
	IX		1,10	1,20	1,15	1,16	1,24	1,32		1,21
	X	1,27	1,25	1,34	1,22	1,28	1,27	1,40	1,43	1,41
	XI	1,23	1,16	1,28	1,18	1,28	1,29	1,34	1,32	1,34
	XII	1,20	1,17	1,25	1,21	1,26	1,31	1,27	1,43	1,38
	XIII	1,23	1,17	1,21	1,14	1,27	1,34	1,28	1,24	1,28
	XIX	1,29	1,25	1,43	1,25	1,34	1,38	1,38	1,35	1,47
Summe aller Stämme		1,24	1,16	1,27	1,19	1,29	1,29	1,36	1,35	1,39

C. Die Struktur der Schuppen.

In neuerer Zeit hat SÜFFERT¹⁾ sich eingehend mit der Morphologie der Schmetterlingsschuppen beschäftigt und hierbei Formen aus allen Gruppen der Schmetterlinge behandelt. Die Strukturverhältnisse der Schuppen bei der Mehlmotte hat unser leider früh verstorbener Mitarbeiter Dr. HACHFELDT untersucht. Seine Ergebnisse seien im Folgenden mitgeteilt.

1) F. SÜFFERT. Angeführt auf S. 128.

Die Struktur der Schuppen der Mehlmotte entspricht im großen und ganzen den von SÜFFERT für *Plusia gamma* abgebildeten Typen. Die *Deckschuppen der Oberseite des Vorderflügels* besitzen eine von Längsleisten besetzte Oberseite und eine fast glatte Unterseite. Nur am Rande greifen die auf der Oberseite von vorn nach hinten verlaufenden und auf den Rand auftreffenden Leisten auf die Unterseite hinüber, wo sie nach dem Schuppenstiel zu konvergieren. In den Oberflächenansichten der Deckschuppen Abb. 59 a, 60 a, 61 a sind die Leisten auf der Unterseite nicht gezeichnet, auf

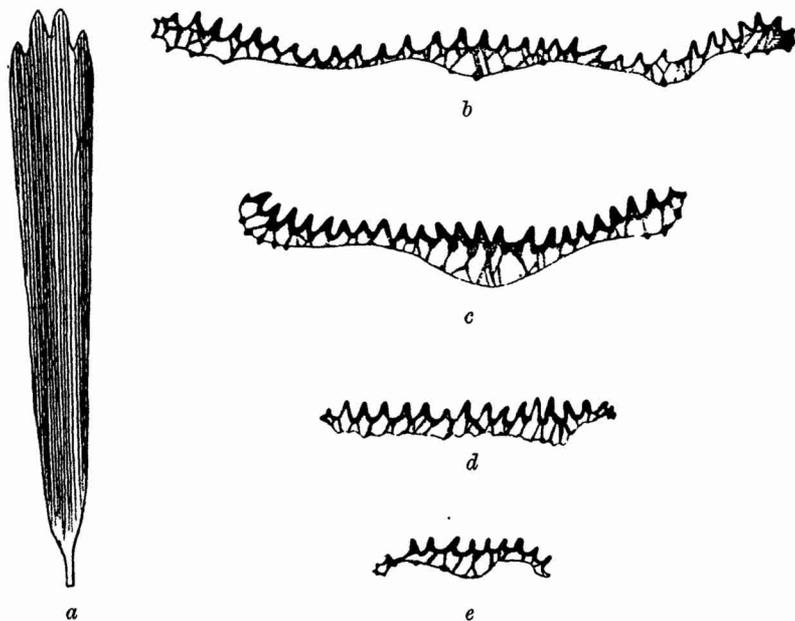


Abbildung 59.

Deckschuppe des Farbtypus VI (vgl. Taf. VI, VI b). a: Oberflächenansicht, 300/1.
b—e: Querschnitte in verschiedenen Höhen der Schuppe. 2000/1.

den zugehörigen Querschnitten der gleichen Abbildungen sind sie zu sehen. Zwischen der Schuppenoberseite und -unterseite sind feine Chitinpeiler (Trabekeln, SÜFFERT) ausgespannt. Sie verlaufen zum Teil senkrecht, zum Teil schräg von der Oberseite zur Unterseite. Vielfach sind sie verästelt, und die Äste treffen unter wechselnden Winkeln auf die Schuppenlamellen auf. Der Schuppeninnenraum ist meistens nicht überall gleich weit, sondern zeigt Auftreibungen in der Schuppenlängsachse und an den Schuppenrändern (Abb. 59, 61). Bei Aufsicht auf die Schuppe erscheint zwischen den Längs-

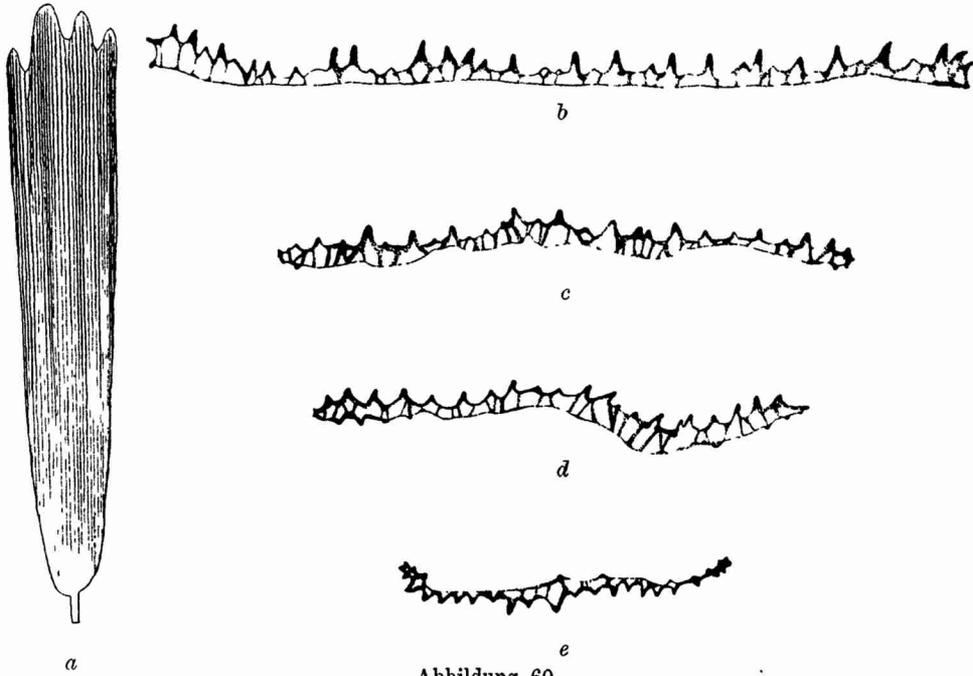


Abbildung 60.

Deckschuppe des Farbtypus V (vgl. Taf. VI, Vb). a: Oberflächenansicht, 300/1.
b—e: Querschnitte in verschiedenen Höhen der Schuppe. 2000/1.

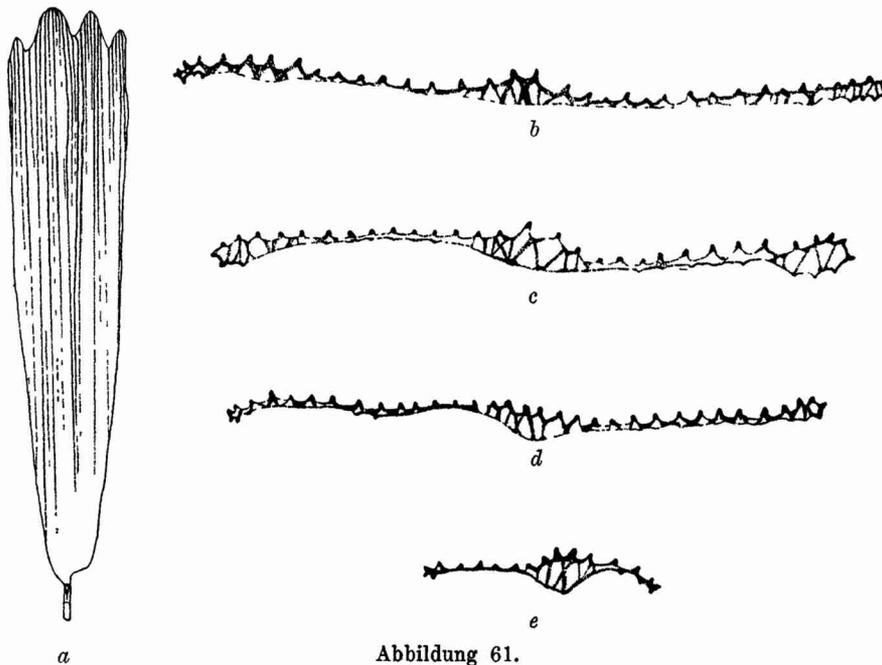


Abbildung 61.

Deckschuppe des Farbtypus VIII (vgl. Taf. VI, VIIIc). a: Oberflächenansicht,
300/1. b—e: Querschnitte in verschiedenen Höhen der Schuppe. 2000/1.

leisten ein feines Gitterwerk. Seine Maschen sind vielfach in der Längsrichtung gestreckt. Im Ganzen entspricht die Struktur dem von SÜFFERT aufgestellten „Netztyp“. Ob die Felder zwischen den Netzmaschen Löcher sind, wie SÜFFERT für die meisten Fälle annimmt, oder nur dünnere Chitinstellen, können wir nicht entscheiden.

Die dunkelsten Schuppen der Farbtypen IV und VI sind am derbsten strukturiert (Taf. VI; Abb. 59). Die Leisten der Oberseite sind bei ihnen am höchsten, das Chitin ist dick und stark pigmentiert. Auch am Rand der Unterseite treten bei ihnen die Leisten am deutlichsten hervor.

Bei den dunklen Übergangsschuppen des Typus V (Taf. VI; Abb. 60) sind die Leisten schmaler. Während bei den dunklen Schuppen fast alle Leisten gleich hoch sind und die ganze Schuppenlänge durchziehen, kommen bei Typus V zwischen den hohen Leisten schon vielfach niedrigere vor, welche auf dem Wege vom Schuppenende zur Basis verstreichen.

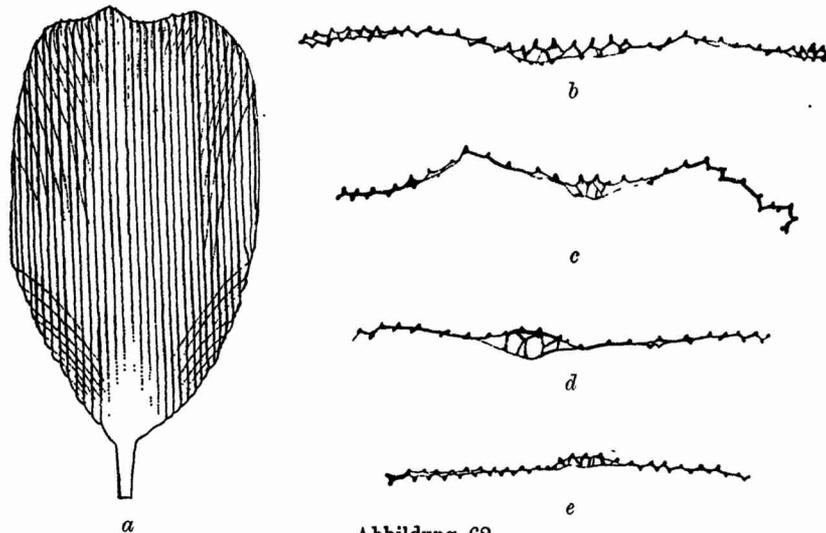


Abbildung 62.

Tiefenschuppe (vgl. Taf. VI, Ia). a: Oberflächenansicht, Leisten der Unterseite durchscheinend, 380/1. b—e: Querschnitte in verschiedenen Höhen der Schuppe. 2000/1.

Bei den hellen Zeichnungsschuppen des Farbtypus VIII (Taf. VI; Abb. 61) sind die Leisten durchweg niedriger als bei den erwähnten dunklen Typen. Die Felder zwischen weit auseinanderstehenden Leisten sind gleichmäßiger strukturiert als die schmalen Längsfelder zwischen dicht nebeneinander verlaufenden Leisten; d. h. die Netzstruktur der Schuppenoberseite zeigt sich hier nur sehr schwach oder garnicht. Hier scheint jedenfalls eine einheitliche,

undurchlöchernte Chitinlamelle vorzuliegen. Das Chitin der Oberseite ist sehr viel dünner als bei den dunklen Schuppentypen, der Schuppenhohlraum ist enger, und die Trabekeln sind weniger zahlreich. Die Auftreibung der Schuppe in der Längsachse und an den Rändern ist besonders deutlich, und in diesen Gebieten sind auch die Trabekeln besonders reichlich. Durch diese drei Längsverdickungen erhalten diese zarten Schuppen eine Versteifung.

Die *Tiefenschuppen* (Typus 1a, Taf. VI; Abb. 62) sind noch wesentlich zarter als jede Deckschuppe. Die Chitinlamellen der Ober- und Unterseite liegen auf weite Strecken dicht aneinander. Nur in der Mittellinie und in den distalen Teilen des Randes sind deutliche Hohlräume mit Trabekeln ausgebildet. Die Leisten sind feine Chitinstäbe, die hier im proximalen und distalen Teil auf die Unterseite umschlagen, wo sie konvergierend nach dem Schuppenstiel hin verlaufen. Die distalen



a



b



c



d



e



f

Abbildung 63.

Randfranse. a: Oberflächenansicht, 300/1. b—f: Querschnitte in verschiedenen Höhen der Schuppe. 2000/1.

Leistenzüge der Unterseite verstreichen meist etwa auf halber Länge der Schuppe (Abb. 62a).

Bei den *Randfransen* (Taf. I, III; Abb. 63) wird die Ober- und die Unterseite von gleich zartem Chitin gebildet, und beide Seiten sind gleichermaßen mit hohen Rippen besetzt. Der stielförmige Schuppengrund ist stark aufgetrieben. Die Auftreibungen in der Mittellinie springen so stark vor, daß sie mit den Seitenteilen zusammen einen fast kreuzförmigen Querschnitt bilden (Abb. 63f). Durch diese Form und die sehr starken Leisten wird die lange dünne Schuppe, die frei über den Flügelrand vorsteht, sehr steif gemacht.

Die *Schuppen der Unterseite* des Vorderflügels (Abb. 64) bleiben an Länge hinter denen der Oberseite zurück. Die längeren Schuppen

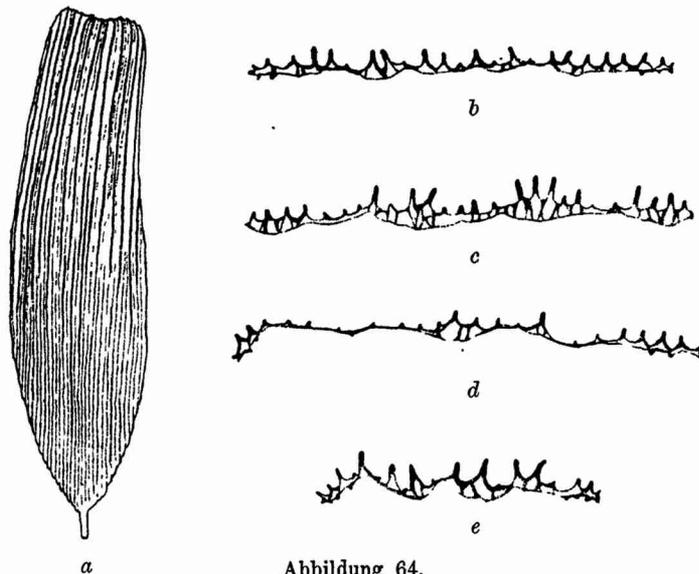


Abbildung 64.

Schuppe von der Unterseite des Vorderflügels. a: Oberflächenansicht, 260/1.
b—e: Querschnitte in verschiedenen Höhen der Schuppe. 2000/1.

ähneln in ihren Proportionen etwa kurzen Mittelschuppen der Oberseite. Im Querschnittsbild kommen sie im Ganzen den Tiefenschuppen der Oberseite nahe, doch sind auch wesentlich höhere Leisten neben niedrigen vorhanden. Die hohen Leisten sind so schmale Chitinlamellen, wie sie bei anderen Schuppentypen nicht gefunden wurden.

Die das Muster bildenden Formtypen der Schuppen sind also nicht nur durch ihre Pigmentierung und ihre Abmessungen, sondern außerdem auch durch ihre Struktur gekennzeichnet.

D. Die Anordnung der Schuppen auf der Chitinlamelle der Flügel.

Die Unterseite der Vorderflügel und die beiden Seiten der Hinterflügel unterscheiden sich von der Oberseite der Vorderflügel und von einander nicht nur durch die Form der Schuppen, sondern auch durch die Dichte der Schuppenstellung. Schon die Aufsicht auf den Flügel zeigt, daß die Schuppen auf der Unterseite des Vorderflügels nicht so dicht wie auf der Oberseite stehen, und daß auf beiden Seiten des Hinterflügels noch viel weniger Schuppen auf derselben Fläche angeordnet sind (vgl. Taf. I, III, VII mit Abb. 65 b und c). Noch deutlicher kommt dies zum Ausdruck, wenn die Schuppen beseitigt werden. Eine natürliche Entfernung der Schuppen findet wie früher (S. 79 ff.) ausgeführt bei den glasflügeligen Stämmen statt. Eine entschuppte Flügelstelle von einem glasflügeligen Individuum zeigt die Anordnung der Schuppenbälge (Abb. 65 d—f).

Um die Anordnung der Schuppenbälge auf einer Seite des Flügels allein zu untersuchen, müssen die der Gegenseite unsichtbar gemacht werden. Durch Wechseln der Mikroskopeinstellung allein ist eine Sonderung der Schuppenbälge nach Ober- und Unterseite praktisch unmöglich, da der Flügel auch in ausgebreitetem Zustand nicht ganz eben ist, sondern Scharen von ganz flachen Querfalten enthält. Die Schuppenbälge einer Seite lassen sich dadurch fast unsichtbar machen, daß man den Flügel auf einem Deckglas auf eine dünne Schicht Kanadabalsam legt, sodaß die nach oben liegende Seite unbenetzt bleibt. Der Balsam dringt dann in die unten liegenden Schuppenbälge ein, und nun treten nur noch die oben liegenden deutlich hervor. Man kann sie im auffallenden und im durchfallenden Licht untersuchen. Fällt das Licht seitlich unter sehr kleinem Winkel auf die Flügelfläche ein, so erscheinen die Schuppenbälge als leuchtende Punkte auf dunklem Grund, und zugleich hebt sich jetzt die erwähnte Querfaltung unmittelbar plastisch hervor.

Die einfachsten Verhältnisse liegen auf den *Hinterflügeln* vor, bei denen Ober- und Unterseite das gleiche Bild bieten. Hier ist nur eine Sorte von Schuppen ausgebildet. Diese stehen in unregelmäßigen Querreihen, die man ebenso deutlich an den Schuppen selbst wie an den Schuppenbälgen wahrnimmt (Abb. 65 c, f). Die *Vorderflügelunterseite* trägt schon Schuppen verschiedener Größe, und die Schuppen stehen dichter. Die Verschiedenheiten der Größe kommen auch in den Schuppenbälgen deutlich zum Ausdruck

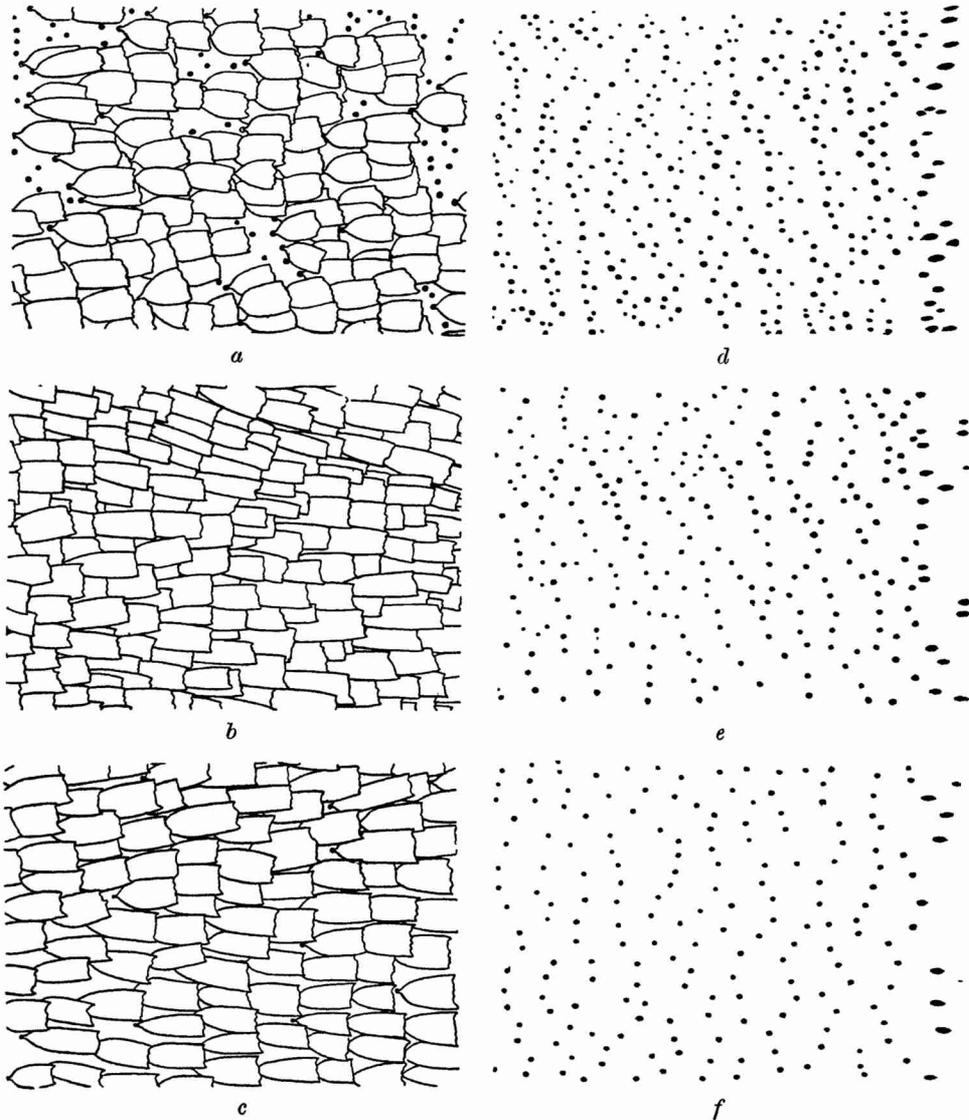


Abbildung 65.

a: Anordnung der Tiefenschuppen auf der Oberseite des Vorderflügels. Deckschuppen und Mittelschuppen sind entfernt, einzelne Tiefenschuppen sind dabei mit ausgefallen. b: Anordnung der Schuppen auf der Unterseite des Vorderflügels. c: dasselbe auf der Oberseite des Hinterflügels. d—f: Anordnung der Schuppenbälge bei einem schuppenlosen (glasflügeligen) Tier; d: Oberseite, e: Unterseite des Vorderflügels; f: Oberseite des Hinterflügels. — Alle Ausschnitte stellen ein Stück der Flügelfläche dicht hinter der Ader cu_2 halbwegs zwischen ihrer Ursprungsstelle und dem Außenrand dar. Die Abbildungen wurden bei 230-facher Vergrößerung gezeichnet und bei der Reproduktion verkleinert. 75/1.

(Abb. 65 b, e). Die größte Dichte der Besetzung mit Schuppen und die stärksten Unterschiede in der Schuppenbalggröße zeigt aber die *Oberseite des Vorderflügels*. Die Querszüge treten in der Anordnung der Schuppenbälge auch hier noch deutlich zutage (Abb. 65 d), beim vollständig beschuppten Flügel sind sie dagegen infolge der starken Längenunterschiede der Schuppen kaum zu erkennen (Taf. I, III). Wenn man aber die Deck- und Mittelschuppen abhebt, so tritt die Reihenanordnung in den Tiefenschuppen, die in der Länge weniger verschieden sind, deutlich hervor (Abb. 65 a; Fig. 4, Taf. VII). Man erhält abgesehen von dem geringen Unterschied in der Schuppenform ein sehr ähnliches Bild wie von dem Hinterflügel (vgl. Abb. 65 a mit c). Auch wenn

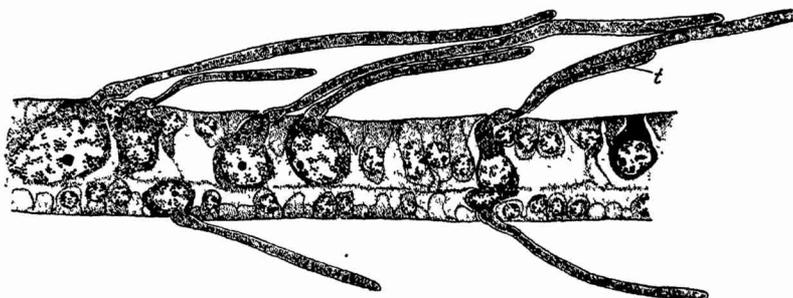


Abbildung 66.

Längsschnitt durch einen Puppenflügel.

Puppenalter $\left\{ \begin{array}{l} 18^\circ \text{ 135 Stunden} \\ 25^\circ \text{ 84 } \end{array} \right.$ „

Auf der Oberseite am weitesten rechts ist der Schuppenfortsatz einer Tiefenschuppe (t) angeschnitten. 330/1. Nach W. KÖHLER.

man den schuppenlosen Flügel betrachtet (Abb. 65 d), bekommt man zunächst den Eindruck, daß im Wesentlichen *auf der Vorderflügeloberseite die Mittel- und Deckschuppen zu der Schuppenstellung, wie sie auf dem Hinterflügel ausgebildet ist, hinzutreten*.

Die größeren Schuppentypen verteilen sich nicht gleichmäßig über die Zwischenräume der Tiefenschuppenreihen, sondern sie schließen sich im Allgemeinen diesen Reihen so an, daß noch schuppenfreie Raine bestehen bleiben. In den querverlaufenden Schuppenfluren stehen im Allgemeinen die großen Schuppen mehr proximalwärts, die kleinen mehr distalwärts. Dies ist keine streng durchgehende Regel, aber über weite Abschnitte einer Schuppenflur hin kann man oft eine proximale Reihe großer und eine distale Reihe kleiner Schuppenbälge bemerken. Dem entspricht es, daß man vielfach im Längsschnitt durch den Flügel (Abb. 66, 67) Schuppenpaare trifft, die aus einer proximalen Deckschuppe und

einer distalen kürzeren Mittel- oder Tiefenschuppe zusammengesetzt sind. Zwischen diesen Schuppenpaaren sind Abstände vorhanden, die durch gewöhnliche Hypodermiszellen eingenommen werden. Auf diese häufige paarweise Stellung der Schuppen im Längsschnittbild hat W. KÖHLER¹⁾ aufmerksam gemacht.

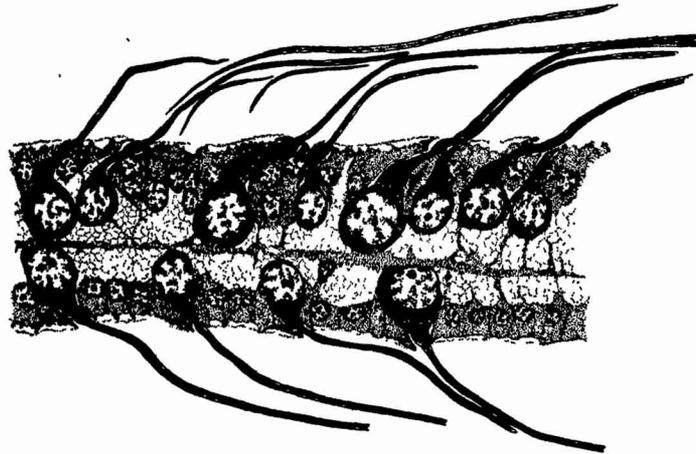


Abbildung 67.

Längsschnitt durch einen Puppenflügel.

Puppenalter $\left\{ \begin{array}{l} 18^\circ \text{ 155 Stunden} \\ 25^\circ \text{ 96 } \end{array} \right.$ "

380/1. Nach W. KÖHLER.

Zahlenmäßig läßt sich die *Dichte der Beschuppung* auf Ober- und Unterseite des Vorderflügels und auf dem Hinterflügel dadurch bestimmen, daß die Anzahl der Schuppenbälge auf den Flügellamellen in gleichen Flächenteilen des entsprechenden Flügelausschnitts ausgezählt wird. Für die in Abb. 65 d—f wiedergegebenen Flügelausschnitte ergeben sich dabei folgende Zahlenwerte:

	Absolute Anzahl der Schuppenbälge	Verhältnis- zahl
Vorderflügel-Oberseite	413	2,20
„ -Unterseite	274	1,46
Hinterflügel	188	1,00.

Der Vorderflügel ist also auf der Unterseite etwa anderthalbmal, auf der Oberseite mehr als doppelt so dicht beschuppt wie

1) W. KÖHLER, Die Entwicklung der Flügel bei der Mehlmotte *Ephestia Kühniella* Z. mit besonderer Berücksichtigung des Zeichnungsmusters. Zeitschr. f. Morphol. u. Okol. d. Tiere 24. 1932.

der Hinterflügel. Schon der Angenschein lehrt, daß der Unterschied zwischen der Oberseite des Vorderflügels und dem Hinterflügel nicht nur auf dem Hinzutreten von Deck- und Mittelschuppen beim Vorderflügel beruht, sondern daß auch die Anzahl der Tiefenschuppen auf der Flächeneinheit der Vorderflügeloberseite größer ist als die Anzahl der Schuppen auf dem Hinterflügel. Zahlenmäßig läßt sich dies feststellen durch Vergleich der Anzahl der Schuppen in Abb. 65 a und c. Zur Ausführung der Zählung wurden in beiden Figuren am linken und rechten Rand gleiche Teile ausgeschaltet, da hier in Abb. 65 a die Tiefenschuppen auf größeren Strecken fehlen. In dem verbleibenden Flächenstück wurden in Abb. 65 a 110 Schuppen gezählt, dazu kommen noch schätzungsweise 18, welche die auch in den mittleren Teilen der Figur sichtbaren Lücken ausgefüllt haben dürften und verloren gegangen sind. In dem gleichen Flächenstück des Hinterflügels (Abb. 65 c), wo keine Schuppen fehlen, wurden dagegen nur 84 gezählt. Es stehen also etwa 128 Tiefenschuppen auf der Oberseite des Vorderflügels 84 Schuppen auf dem Hinterflügel gegenüber. Diese Werte verhalten sich wie 1,52 : 1. Auf gleicher Fläche ist also die Anzahl der Tiefenschuppen auf der Oberseite des Vorderflügels etwa andert-halbmal so groß wie die Anzahl der Schuppen auf dem Hinterflügel.

Das Verhältnis von 1,52 : 1 entspricht ziemlich genau demjenigen, welches für die Unterseite des Vorderflügels und den Hinterflügel aus dem Schuppenbalgbild gefunden wurde. Das besagt aber, daß auf der Oberseite des Vorderflügels ungefähr ebensoviele Tiefenschuppen stehen, wie die gesamte Beschuppung der gleichen Flügelstelle auf der Unterseite beträgt. Die Schuppen der Unterseite sind jedoch im Mittel länger als die Tiefenschuppen der Oberseite.

Ähnlich wie auf der Oberseite treten auch auf der Unterseite des unversehrten Vorderflügels nicht mehr wie auf dem Hinterflügel alle Schuppen nach außen vor. Zahlenmäßig läßt sich dies dadurch feststellen, daß in einem Flächenstück der Abb. 65 b, welches gleich dem der Abb. 65 e ist (der dargestellte Ausschnitt ist im Ganzen ein wenig größer) alle Schuppen gezählt werden, deren Spitzen sichtbar sind. Es wurden 181 Schuppen gezählt. In dem Flächenstück der Abb. 65 e sind jedoch 274 Schuppenbälge vorhanden. Nur $\frac{2}{3}$ aller Schuppen auf der Unterseite des Vorderflügels treten also mit der Spitze an die Oberfläche. Hierin spricht sich die verhältnismäßig große Variabilität der Schuppengröße auf der Unterseite des Vorderflügels aus, welche jedoch die auf der Oberseite nicht erreicht.

Die Anordnung der Schuppenbälge in unregelmäßigen Querreihen

steht in deutlicher Beziehung zu einer sehr flachen Querfaltung des ausgebreiteten Flügels. Hiervon kann man sich besonders durch Betrachtung des entschluppten Flügels bei seitlicher Beleuchtung überzeugen. Diese Querfaltung dürfte auf die *Faltung des Puppenflügels* zurückgehen (Abb. 68, 69). Hier in der Puppe

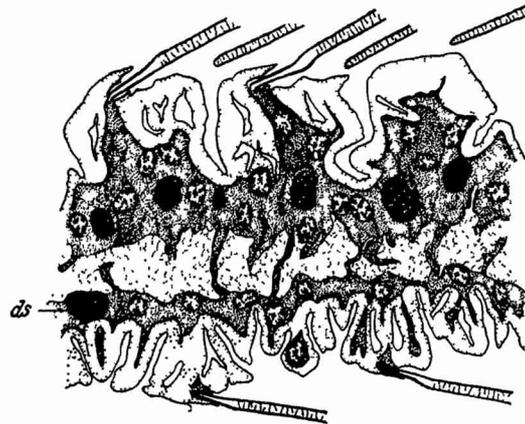


Abbildung 68.

Längsschnitt durch einen Puppenflügel. *ds* = degenerierende Schuppenbildungszelle.

Puppenalter { 18° 348 Stunden
25° 216 "

330/1. Nach W. KÖHLER.

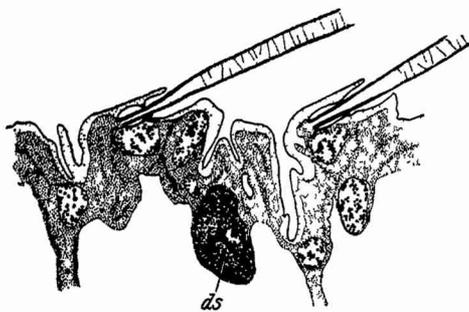


Abbildung 69.

Längsschnitt durch das obere Epithel eines Puppenflügels nach der Ausfärbung. *ds* wie in Abb. 68.

Puppenalter { 18° 430 Stunden
25° 268 "

660/1. Nach W. KÖHLER.

stehen, wie W. KÖHLER bemerkt hat, die Schuppen auf Ober- und Unterseite stets auf den Faltenerhebungen. Weiterhin erinnert die Anordnung der Schuppenbälge in Querreihen auffallend an das *Rieselmuster*, das bei vielen Schmetterlingen als Zeichnungssystem auftritt (SÜFFERT¹⁾). In der Flügelzeichnung der Mehlmotte spielt dieses Rieselmuster bei den uns bisher bekannten Rassen keine Rolle.

1) F. SÜFFERT, Zur vergleichenden Analyse usw. zit. auf S. 10; ferner: Morphologische Erscheinungsgruppen in der Flügelzeichnung der Schmetterlinge, insbesondere die Querbindenzeichnung. Roux's Archiv 120 (Festschrift SPEWMANN V) 1929.

E. Die Zusammensetzung des Zeichnungsmusters bei den verschiedenen Stämmen.

Das Zeichnungsmuster des Flügels wird aus den behandelten Farbtypen zusammengesetzt. Die Unterschiede der Zeichnung bei den einzelnen Stämmen finden ihren Ausdruck in der Verschiedenheit der prozentualen Beteiligung der einzelnen Farbtypen an der Gesamtbeschuppung. In Abb. 49 sind die Prozentzahlen für die verschiedenen Farbtypen bei jedem einzelnen Stamm eingetragen. Für die Gesamtheit der wildfarbigen Stämme einerseits, der schwarzen andererseits ist die prozentuale Häufigkeit der Farbtypen II—VIII in Abb. 70 dargestellt. Typus I ist hier nicht berücksichtigt, da er am Zeichnungsmuster der Decklage nur in verschwindendem Maß beteiligt ist. Bei den wildfarbigen Stämmen ist der Farbtypus II der häufigste, demnächst III, IV, V und VIII; bei den schwarzen herrscht IV bei weitem vor. Da in jedem Fall die in der Decklage am häufigsten vertretenen Schuppen die Farbe des Untergrundes bestimmen, kommt schon hierin zum Ausdruck, daß die *Begriffe der Zeichnungschuppe und der Untergrundschuppe relativ*, d. h. nicht für alle Stämme gleichbedeutend sind. Das gilt auch innerhalb der wildfarbigen und der schwarzen Stämme. Der Grad, in dem bei den einzelnen Stämmen die verschiedenen Typen an der Herstellung des Untergrundes, der dunklen und der hellen Zeichnung beteiligt sind, geht aus Abb. 71 hervor. Hier sind wie in Abb. 70 die einzelnen Typen nach

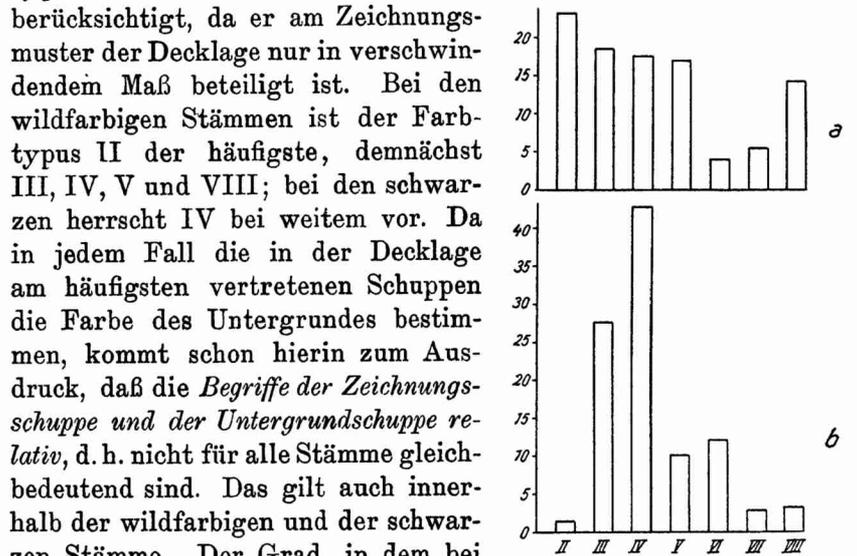


Abbildung 70. Prozentuale Häufigkeit der Farbtypen II—VIII, a: bei der Summe der wildfarbigen, b: bei der Summe der schwarzen Stämme. Auf der Skala links ist die prozentuale Häufigkeit aufgetragen.

der prozentualen Häufigkeit im Abklatschpräparat in Säulen dargestellt. Die einzelne Säule ist jeweils in einer bestimmten Signatur gehalten, welche angibt, inwieweit der Farbtypus überwiegend in der Mittellage liegt oder sich an einem der Zeichnungsareale beteiligt. Bei den wildfarbigen Stämmen kann die dunkle Zeichnung sich aus Schuppen der Farbtypen III, IV, V und VI zusammensetzen. Drei von diesen Typen, nämlich IV, V und VI

VIII. Die Schuppen als Träger des Musters.

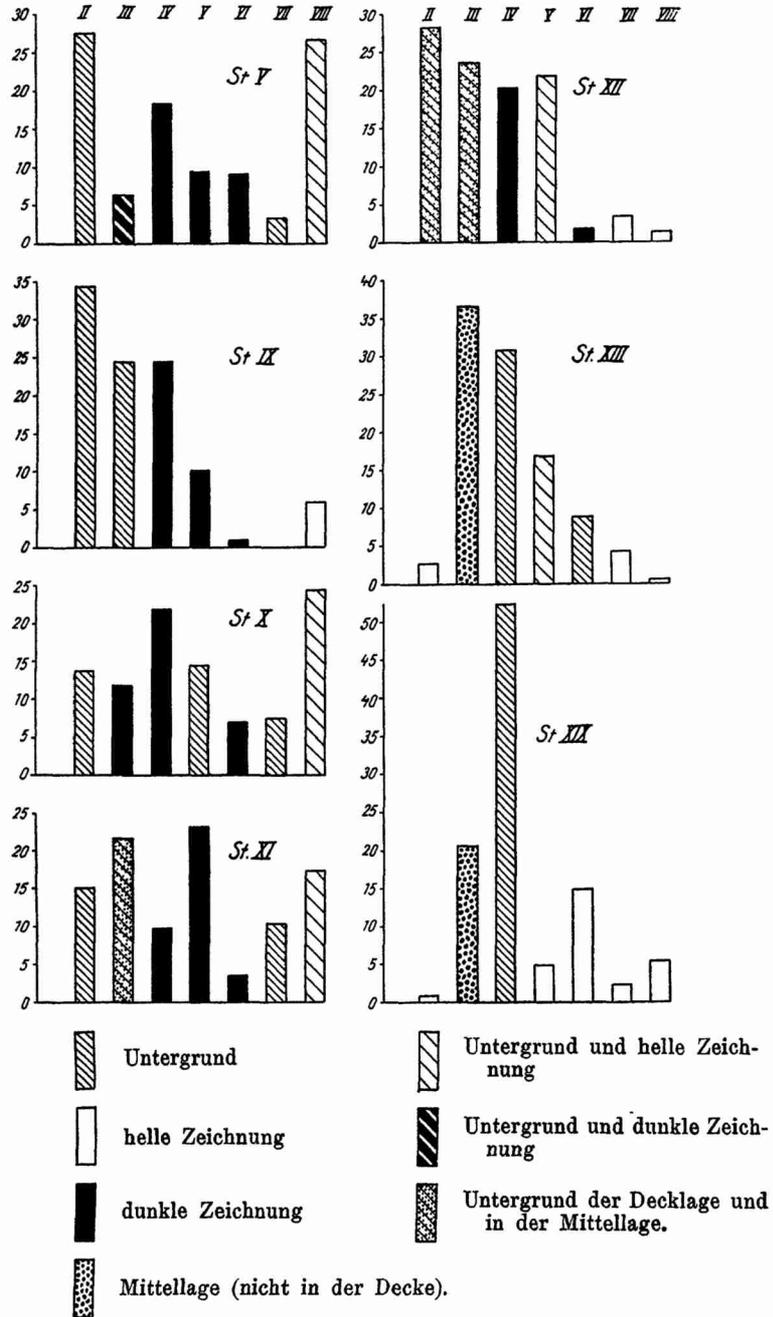


Abbildung 71.

Prozentuale Häufigkeit der Farbtypen II—VIII bei den einzelnen Stämmen. Die Signatur der einzelnen Stäbe gibt an, welchen Platz die Farbtypen im Zeichnungsmuster einnehmen. Auf der Skala links ist die prozentuale Häufigkeit aufgetragen.

bilden bei den schwarzen Rassen (XIII, XIX) den Untergrund, in dem bei den wildfarbigen gerade alle anderen Typen sowie III, aber nicht IV und VI vorkommen können. Die helle Zeichnung wird bei wildfarbigen Stämmen vor allem durch den Typus VIII, aber, bei Stamm XII, auch durch VII und V hergestellt. Bei den schwarzen Stämmen können sich an der Zeichnung sämtliche hellen Typen, II, VII und VIII beteiligen, und außerdem V und VI. Betrachtet man die einzelnen Farbtypen bei den verschiedenen Stämmen, so findet man die Farbtypen II, VII und VIII bald in der hellen Zeichnung bald im Untergrund, III und IV im Untergrund oder in der dunklen Zeichnung, und V und VI können in allen drei Teilen des Farbmusters vorkommen.

In Abb. 53 sind die Farbtypen der untersuchten Stämme in ihren mittleren Maßen dargestellt. Die Abbildung zeigt, daß bei hellen und relativ schwach gezeichneten Stämmen (V), dunklen und relativ stark gezeichneten Stämmen (X, XII) und bei den schwarzen Stämmen (XIII, XIX) die Schuppentypen in dem Verhältnis von Länge, Breite und Form gleich bleiben, abgesehen von dem Unterschied breit- und schmalschuppiger Stämme, der das Formverhältnis der verschiedenen Farbtypen innerhalb jeden einzelnen Stammes nicht berührt. Im übrigen schwankt die Breite, der L. B. I. und der Vb. I. der Farbtypen nur mit dem Grad ihrer Beteiligung an der Decke aber nicht mit der Art ihrer Verwendung im Zeichnungsmuster des Flügels.

So geht aus der statistischen Bearbeitung der Klatschpräparate und der Prüfung der Schuppen in den unversehrten Flügeln eine zunächst überraschende Tatsache hervor: *Wenn die Intensität oder Ausbreitung der Zeichnung verändert wird, oder wenn der Untergrund sich verdunkelt oder zu völligem Schwarz übergeht, so ändert sich damit nicht nur der Pigmentgehalt der Schuppen, sondern es ändert sich zugleich der Formtypus der Schuppen, die in einem bestimmten Areal stehen.* Die große Mannigfaltigkeit der Zeichnungsmuster bei den verschiedenen Stämmen kommt dadurch zustande, daß aus den gegebenen Schuppentypen, die gleichzeitig eine bestimmte Farbe und Form aufweisen, jeweils bestimmte Gruppierungen ausgewählt werden. *Die wechselnde Ausdehnung des Untergrundes und der dunklen oder hellen Zeichnungselemente ist also nicht einfach ein Problem der Pigmentversorgung der Schuppen, sondern zugleich ein morphogenetisches Problem.*

Ergebnisse.

Auf allen Flügelflächen der Mehlmotte sind die Schuppen in unregelmäßigen, durch unbeschuppte Schuppenraine getrennten Schuppenfluren angeordnet. Die Anordnung der Schuppenbälge bildet ein quer zur Flügelachse laufendes Rieselmuster und steht in Zusammenhang mit der Querfältelung des Puppenflügels. Der Hinterflügel ist am lockersten und mit den gleichförmigsten Schuppen besetzt. Auf der Unterseite des Vorderflügels stehen auf gleicher Fläche 1,5 mal so viel Schuppen wie auf dem Hinterflügel. Ihre Länge variiert stärker.

Auf der Oberseite des Vorderflügels stehen auf gleicher Fläche 2,2 mal so viel Schuppen wie auf dem Hinterflügel. Ihre Größe variiert stark, wobei an jeder Stelle des Flügels drei Form- und Größentypen zu unterscheiden sind. Die Tiefenschuppen bilden den kürzesten Schuppentypus und entsprechen zahlenmäßig der gesamten Beschuppung der Vorderflügelunterseite. Die Mittelschuppen sind länger, aber schmaler als die Tiefenschuppen. Die Deckschuppen sind länger und breiter als die Mittelschuppen. Übergänge zwischen diesen beiden Typen sind vorhanden, aber seltener als typische Mittel- und Deckschuppen. Häufig steht eine Tiefenschuppe distal dicht neben einem Vertreter der längeren Typen. Innerhalb jedes Typus nimmt die Länge mit der Breite, aber in geringerem Maß als diese zu. Große Schuppen sind demnach im Verhältnis zur Länge schmaler, also schlanker als kleine. Außerdem divergieren bei den längeren Schuppen die seitlichen Ränder von der Basis nach dem Außenteil zu stärker, sie nähern sich also stärker der Dreiecksform als die mehr linealförmigen kleineren Schuppen. Durch extreme Zunahme der Breite nach dem Außenteil der Schuppe zu heben sich als ein vierter Formtypus die Randschuppen heraus, welche besonders am Vorderrand und in der Flügelspitze stehen und in ihrer Form den durch ihre extreme Länge charakterisierten Randfransen nahestehen. Die Form der Schuppen ist auch rassenmäßig bedingt, und zwar sowohl die Breite als die Zunahme der Breite nach dem Außenteil der Schuppe zu. Äußerlich kleinschuppig erscheinende Stämme haben in erster Linie schmalere, nicht kürzere Schuppen als andere.

Die Tiefenschuppen sind sämtlich gleichartig gefärbt. Mittel- und Deckschuppen zeigen verschiedene Farbtypen, welche, soweit sie an die Oberfläche des Schuppenkleides reichen, das Farbmuster bedingen. Innerhalb eines Farbtypus sind die Mittelschuppen etwas heller als die Deckschuppen. Zwischen den verschiedenen Farbtypen

bestehen, auch soweit sie den gleichen der vorher behandelten Form- und Größentypen angehören, außer der Pigmentierung noch weitere charakteristische Unterschiede. Die dunklen Farbtypen sind länger, schlanker, mehr linealförmig, bestehen aus stärkerem Chitin und sind mit höheren Längsleisten versehen als die hellen. Die verschiedenen Farbtypen sind also außer der Pigmentierung auch durch die Form und die Struktur charakterisiert, unabhängig von dem Bestehen verschiedener Größen- und Formtypen. Die Beziehung zwischen Farbe, Form und Struktur der Schuppe ist konstant, gleichgiltig wo auf dem Flügel eine Schuppe steht oder ob das Tier einer hellen oder dunklen, einer stark oder schwach gezeichneten Rasse angehört. Wenn die Intensität oder Ausdehnung der Zeichnung vermindert wird, oder wenn der Untergrund sich verdunkelt oder in Schwarz übergeht, so ändert sich mit dem Pigmentgehalt auch der Formtypus der Schuppen in einem bestimmten Areal. Die wechselnde Ausdehnung des Untergrundes, der dunklen und der hellen Zeichnungselemente ist also nicht einfach ein Problem der Pigmentversorgung der Schuppen, sondern zugleich ein morphogenetisches Problem.

IX. Kreuzungsanalyse der Stämme V und IX.

Da eine Zucht von *Ephestia* durch zahlreiche Generationen bei 25° sich als unmöglich erwies (vgl. S. 34), wurde diese Kreuzung bei 18° durchgeführt. Wir geben das Aussehen je eines charakteristischen Vertreters beider Stämme nach Zucht in 18° noch einmal in Fig. 1 und 2, Taf. VIII wieder. Die beiden Stämme unterscheiden sich bei Betrachtung mit bloßem Auge durch ihren Farbton und durch die Ausbildung der Querbinden und der Mittelflecken. Bei Stamm V ist der *Farbton*, der (gegenüber grauen Stämmen) durch den Faktor *F* bestimmt wird (vgl. S. 59), braun mit einem Stich ins rötliche. Stamm IX hat einen ins olivfarbene spielenden braunen Ton (Taf. VII, Fig. 1 und 2). Wir bezeichnen den Farbton des Stammes V künftighin kurz als „braun“, den von Stamm IX als „oliv“. Die *Querbinden* sind bei Stamm IX stärker ausgebildet als bei Stamm V, jedoch schwächer als bei Stamm XI, der früher mit Stamm V gekreuzt wurde (S. 59ff.). Die *Mittelflecken* sind bei Stamm V stark ausgebildet, während sie bei Stamm IX sehr klein sind und oft bei Betrachtung mit bloßem Auge ganz zu fehlen scheinen. In der Helligkeit unterscheiden sich die beiden Stämme nach Zucht in 25° deutlich (Taf. II, Fig. 7, 12). Nach Zucht in 18° erscheint Stamm V im Allgemeinen etwas heller als Stamm IX, jedoch ist der Unterschied so gering, daß eine statistische Auswertung in den Kreuzungen sich als undurchführbar erwies. Bei mikroskopischer Betrachtung zeigt sich ein auffallender Unterschied in der *Zeichnung der einzelnen Schuppen* (Taf. VII, Fig. 1, 2). An entsprechenden Stellen sind die Schuppen des Stammes V mit viel breiteren weißen Rändern ausgestattet als bei Stamm IX. Bei Stamm V ist der Kontrast zwischen einer verhältnismäßig dunklen Schuppenmitte und dem hellen Rande stärker. Bei Betrachtung mit bloßem Auge oder mit schwacher Lupenvergrößerung erhält der ganze Flügel dadurch ein gesprenkeltes Aussehen, wie es in höherem Maße den Stamm X auszeichnet (S. 25; Taf. II, Fig. 13). Demgegenüber ist bei Stamm IX der Gegensatz zwischen Schuppenmitte und Schuppenrand geringer. Der ganze Flügel erscheint daher in einem gleichförmigeren Ton.

Bei den F_1 -Bastarden sind die Querbinden ungefähr so stark wie bei Stamm IX ausgebildet, die Mittelflecken sind von mittlerer Größe. Im Farbton gleichen fast alle Tiere der braunen

Rasse (Taf. VII, Fig. 3). Die Zeichnung der Einzelschuppen zeigt ein auffallendes intermediäres Verhalten. Die Breite der weißen Ränder ist im Ganzen kleiner als bei Stamm V. Vor allem aber erscheint die dunkle Pigmentierung zungenförmig in der Mitte der Schuppe in den breiten weißen Rand hinein vorgeschoben, so daß der helle Rand das Schuppenende hufeisenförmig umzieht. Ähnliche Schuppen kommen gelegentlich auch bei Stamm V und IX vor (Taf. VII, Fig. 1, 2). Bei den Bastarden sind sie aber so häufig, daß sie in allen Flügelgebieten, in denen die breitgeränderten hellen Zeichnungsschuppen und Übergangsformen zu ihnen vorkommen, sehr auffallen.

In F_2 sind Farbe, Ausbildungsgrad der Mittelflecken und Zeichnung der Einzelschuppen frei kombinierbar. Schon ohne statistische Aufrechnung zeigt der Augenschein, daß hier solche Kombinationen der gegensätzlichen Merkmale vorkommen, wie man sie bei den Ausgangsrassen nicht antrifft. Der Unterschied der beiden Ausgangsrassen in der Ausbildung der Querbinden ist zu gering, als daß man über die Verteilung dieses Merkmals in den Kreuzungszuchten ohne statistische Aufnahme etwas sagen könnte.

A. Die Vererbung des Ausbildungsgrades der Mittelflecken.

Die Lage der Mittelflecken M_1 und M_2 am Außenrand der Discoidalzelle ist früher beschrieben worden (S. 5; vgl. Abb. 1b und Taf. I). Da beide Flecken verhältnismäßig klein sind, ließ sich die statistische Bearbeitung der Fleckgröße durch *Auszählen der dunklen Zeichnungsschuppen* in den einzelnen Flecken durchführen. Wir verwendeten hierfür ein binokulares Mikroskop und etwa 100-fache Vergrößerung. Das Auszählen wurde besonders bei größeren Flecken sehr erleichtert durch Einlegen eines Netzmikrometers in das eine Okular.

Als dunkle Zeichnungsschuppen wurden nur die Schuppen der Farbtypen IV und VI (Taf. VI), aber nicht die helleren Farbtypen gezählt. Hierdurch wurde freilich nicht unmittelbar die Größe des Flecks bestimmt, wie er sich bei schwacher Vergrößerung aus dem helleren Flügelgrunde heraushebt. Immerhin ist die Anzahl der Übergangsschuppen, die an dem Aussehen der Zeichnungselemente mit teilnehmen, bei den Mittelflecken im Gegensatz zu den Querbinden und den Schatten verhältnismäßig klein. Besonders nach dem Kontrastfeld der Mittelflecken zu (vgl. S. 5 und Abb. 1c) ist der Gegensatz zwischen dunklen und hellen Zeich-

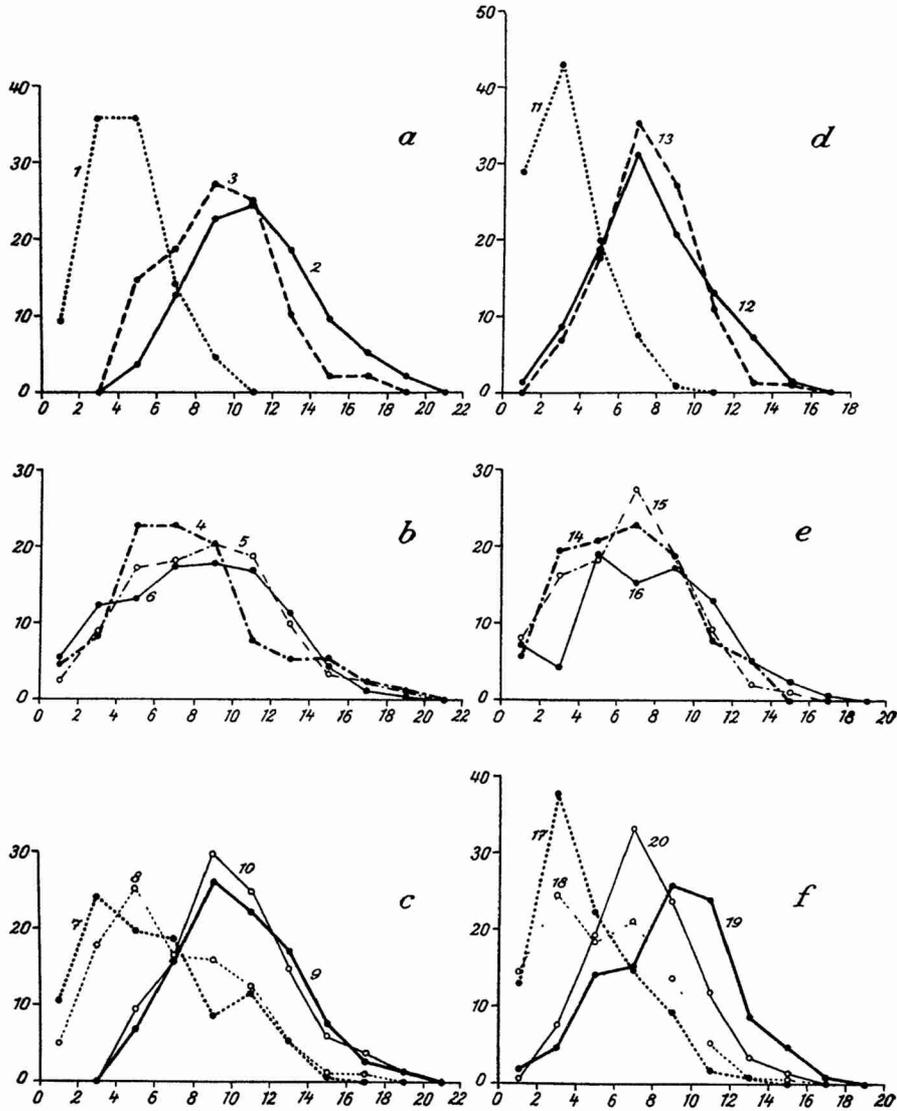


Abbildung 72.

Variationskurven für die Anzahl dunkler Zeichnungsschuppen in M_1 bei ♀♀ (a—c) und ♂♂ (d—f) in den Stämmen V und IX und nach Kreuzung dieser Stämme. Kurve 1 (n = 42), 11 (n = 107): Stamm IX; 2 (n = 133), 12 (n = 154): Stamm V; 3 (n = 48), 13 (n = 74): F_1 ; 4 (n = 132), 14 (n = 159): F_2 ; 7 (n = 112), 17 (n = 121): Rückkreuzung mit Stamm IX; 9 (n = 76), 19 (n = 125): Rückkreuzung mit Stamm V; 5, 15: Erwartung für F_2 nach den Ausgangsrassen und F_1 ; 6, 16: Erwartung nach den Rückkreuzungen; 8, 18: Erwartung für die Rückkreuzung mit Stamm IX; 10, 20: Erwartung für die Rückkreuzung mit Stamm V. — Abszissen: Anzahl dunkler Zeichnungsschuppen; Ordinaten: % Tiere. Mittelwerte in Tab. 37.

nungsschuppen sehr deutlich. Es herrschen hier ähnliche Verhältnisse wie bei den Randflecken (vgl. S. 64). Unschärfer ist besonders M_2 in der Nähe der Ader cu_1 begrenzt, da vielfach dunkle

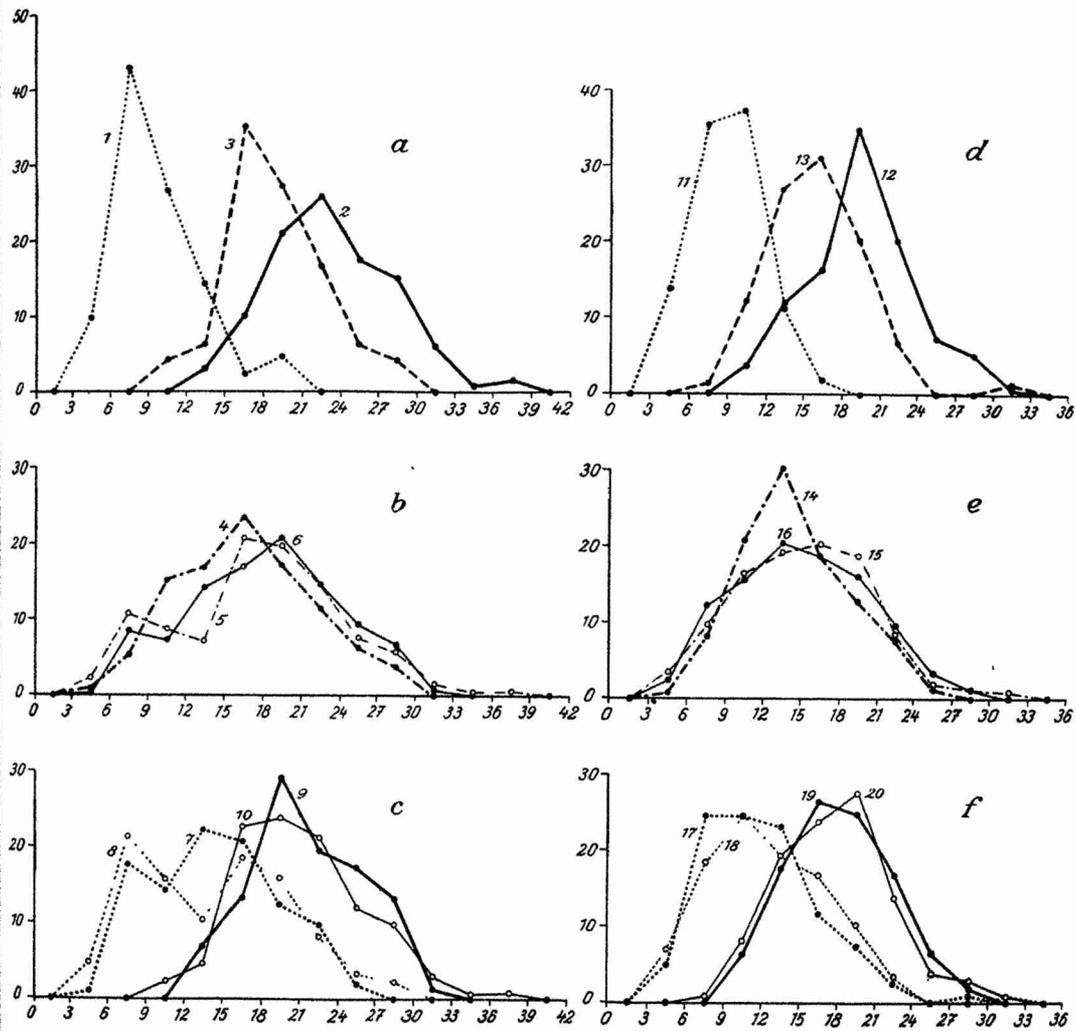


Abbildung 73.

Variationskurven für die Anzahl dunkler Zeichnungsschuppen in M_2 bei ♀♀ (a—c) und ♂♂ (d—f) in den Stämmen V und IX und nach Kreuzung dieser Stämme. Bezeichnung und Anzahl der Varianten in den Kurven sowie Bedeutung der Abszissen und Ordinaten wie in Abb. 72. — Mittelwerte in Tab. 37.

Zeichnungsschuppen oder Übergangsschuppen auf den Adern verstreut stehen.

Abb. 72—74 zeigen, getrennt nach Geschlechtern, die Varia-

tionskurven für die Anzahl dunkler Zeichnungsschuppen in M_1 , M_2 und in beiden Flecken zusammen bei beiden Ausgangsrassen und den Kreuzungszuchten. In Tabelle 37 sind die zugehörigen Mittelwerte für die Ausgangsrassen und F_1 aufgeführt. Stets

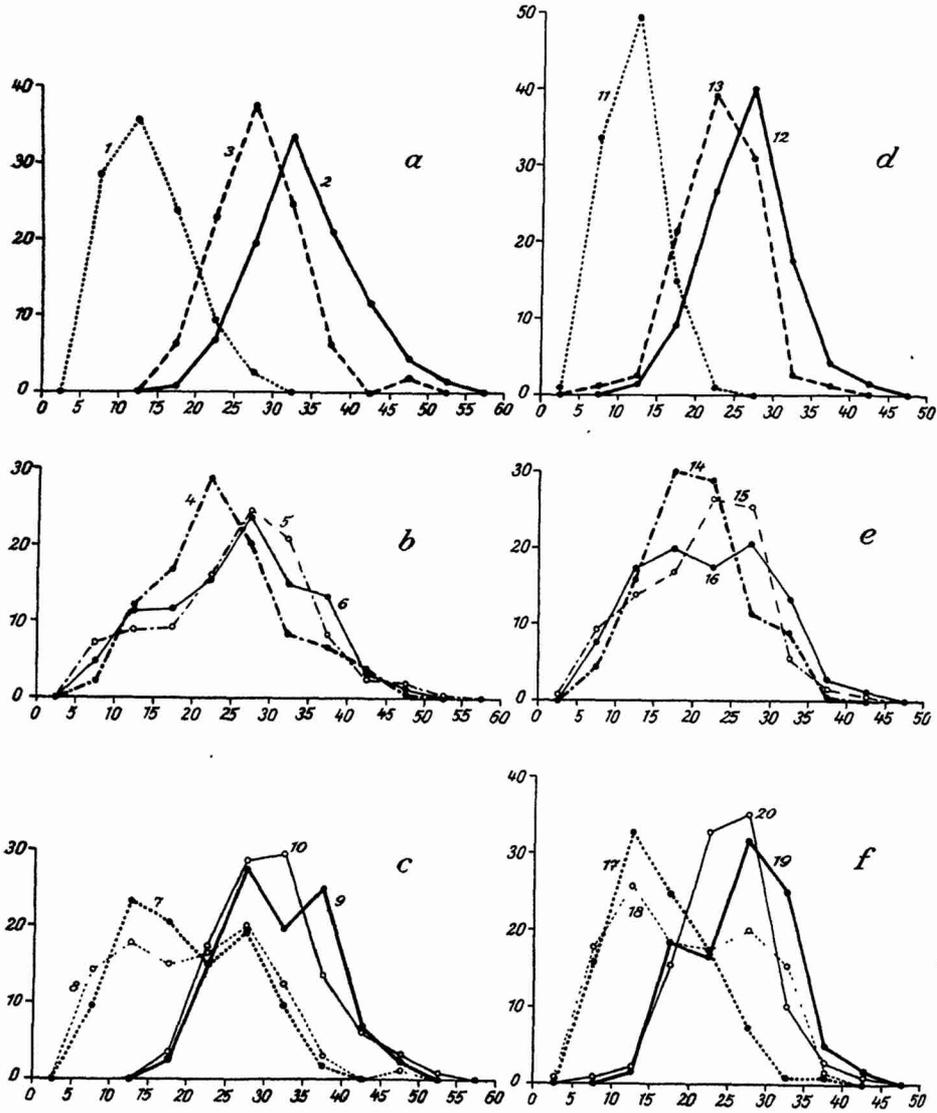


Abbildung 74.

Variationskurven für die Summe dunkler Zeichnungsschuppen in M_1 und M_2 bei ♀♀ (a—c) und ♂♂ (d—f) in den Stämmen V und IX und nach Kreuzung dieser Stämme. Bezeichnung und Anzahl der Varianten in den Kurven sowie Bedeutung der Abszissen und Ordinaten wie in Abb. 72. — Mittelwerte in Tab. 37.

liegen die Werte für Weibchen höher als für Männchen. Eine stärkere Zeichnung der ♀♀ wurde für die Querbinden schon früher festgestellt (S. 19, 62), während bei den Randflecken die Zeichnung der ♂♂ stärker ist (S. 64f.). Zwischen den beiden Mittelflecken besteht bei beiden Ausgangsrassen eine schwache positive Korrelation (Tab. 38 a, b). Die Werte der Korrelationskoeffizienten liegen bei den Weibchen höher als bei den Männchen, eine Erscheinung, die auch in allen Kreuzungszuchten wiederkehrt (Tab. 39).

Tabelle 37.

Mittelwerte und dreifacher mittlerer Fehler ($M \pm 3m$) für die Variationsreihen von M_1 , M_2 , $M_1 + M_2$ und Querbinden bei den Ausgangszuchten der Kreuzung der Stämme V und IX und in F_1 . Die zugehörigen Variationsreihen sind in Abb. 72—74 a, d und Abb. 75 dargestellt.

	M_1		M_2		$M_1 + M_2$		Q
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♂
Stamm V	11,08 ± 0,84	7,56 ± 0,66	23,28 ± 1,26	19,53 ± 0,99	33,95 ± 1,65	26,50 ± 1,20	1,90 ± 0,18
Stamm IX	4,38 ± 0,90	3,16 ± 0,81	9,63 ± 1,53	9,03 ± 0,81	13,60 ± 2,40	11,55 ± 0,90	3,15 ± 0,33
F_1	9,24 ± 1,20	7,54 ± 0,84	18,93 ± 1,62	16,05 ± 1,35	28,05 ± 2,10	22,95 ± 1,65	2,71 ± 0,36

F_1 kommt in der Ausbildung der Mittelflecken der Rasse mit großen Flecken wesentlich näher als der mit kleinen (Abb. 72—74, Tab. 37). Für M_1 herrscht fast vollständige Dominanz der Merkmalsausprägung von Stamm V.

Um zu prüfen, ob der Unterschied in der Ausbildung der Mittelflecken zwischen den Stämmen V und IX durch ein monohybrid mendelndes Gen bedingt wird, wurden die Erwartungen für F_1 und beide Rückkreuzungen berechnet nach demselben Prinzip, das früher (S. 58/59) angegeben wurde. Die so gewonnenen Kurven für die Erwartungen sind in Abb. 72—74 zusammen mit den beobachteten Variantenverteilungen eingetragen.

Die Rückkreuzungen stimmen mit den aus den Ausgangsrassen und F_1 errechneten Erwartungen gut überein. Bei den Weibchen ist ein Auseinanderfallen der Kurvengipfel für reinrassige Individuen und Bastarde nach der Lage der Maxima der P- und F_1 -Kurven nur für die Rückkreuzung mit Stamm V zu erwarten. Sie tritt hier für M_1 , M_2 und die Summe beider Mittelflecken deutlich hervor. Bei den Männchen erscheint sie nicht. Sie ist hier auch in geringerem Grade zu erwarten, da bei den schwächer gezeichneten Männchen die Kurven für die Bastarde näher an denen für

Tabelle 38.

Korrelation in der Ausbildung der beiden Mittelflecken bei den Weibchen der Stämme V und IX und nach Kreuzung dieser Stämme.

a) Stamm V

		M ₁									
		4	6	8	10	12	14	16	18	20	
M ₂	12		1	1	1				1		4
	15	1	4	4	3				1		13
	18	4	4	7	7	3	3				28
	21		2	7	11	8	3	2	1		34
	24		4	4	6	3	4	1	1		23
	27		2	5	4	6	1	2			20
	30			1	1	4			1	1	8
	33					1					1
	36			1			1				2
	39										
		5	17	30	33	25	13	7	3		133

r = 0,29 m_r = 0,08.

b) Stamm IX

		M ₁					
		0	2	4	6	8	
M ₂	3		1	3			4
	6	3	7	8			18
	9	1	3	7			11
	12		2	3	1		6
	15		1				1
	18						
	21		1		1		2
		4	15	21	2		42

r = 0,18 m_r = 0,15.

c) F₁

		M ₁								
		4	6	8	10	12	14	16	18	
M ₂	12	2								2
	15	1	1	1						3
	18	3	5	4	2	3				17
	21	1	2	2	6	1	1			13
	24		1	4	2	1				8
	27				2	1				3
	30					1			1	2
		7	9	13	12	5	1	1		48

r = 0,48 m_r = 0,11.

d) F₂

		M ₁											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
M ₂	3		1										1
	6	2	1	4									7
	9	2	6	8	2	2							20
	12	1	2	7	7	5							22
	15		1	4	13	4	7	2					31
	18	1		4	7	7	1	3					23
	21			3		5	1		5	1			15
	24					1	4	1	1			1	8
	27								1	2	2		5
	30												
			6	11	30	30	27	10	7	7	3	1	

r = 0,68 m_r = 0,05.

e) F₁ × V

		M ₁									
		4	6	8	10	12	14	16	18	20	
M ₂	12	2	1	2							5
	15	1	4	3	2						10
	18	1	4	7	7	1	2				22
	21		2	6	1	5	1				15
	24	1	1	1	3	5		2			13
	27			1	4	2	2		1		10
	30										1
	33										
		5	12	20	17	13	6	2	1		76

r = 0,54 m_r = 0,08.

f) F₁ × IX

		M ₁									
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	
M ₂	3		1								1
	6	6	11	3							20
	9	4	9	2	1						16
	12	1	6	8	8	1	1				25
	15	1		6	3	6	7				23
	18			2	5	2	1	3	1		14
	21										
	24			1	4	1	2	3			11
	27							2			2
			12	27	22	21	10	13	6	1	

r = 0,74 m_r = 0,04.

Tabelle 39.

Korrelationskoeffizienten und deren Fehler ($r \pm m_r$) für die Korrelation zwischen M_1 und M_2 sowie für die Korrelation zwischen $M_1 + M_2$ und den Querbänden bei den Stämmen V und IX und nach Kreuzung dieser Stämme (vgl. Tab. 38 und 40).

		Stamm V	Stamm IX	F_1	F_2	$F_1 \times V$	$F_1 \times IX$
$M_1 : M_2$	♀	0,29 ± 0,08	0,18 ± 0,15	0,48 ± 0,11	0,68 ± 0,05	0,54 ± 0,08	0,74 ± 0,04
	♂	0,19 ± 0,08	0,15 ± 0,09	0,27 ± 0,11	0,51 ± 0,06	0,45 ± 0,07	0,50 ± 0,07
$(M_1 + M_2) : Q$	♂	0,14 ± 0,08	0,08 ± 0,10	0,20 ± 0,11	-0,06 ± 0,08	0,13 ± 0,09	

Stamm V liegen als bei den Weibchen. Bei der Rückkreuzung mit Stamm IX tritt für die Summe beider Mittelflecken die Zweigipfeligkeit über die Erwartung deutlich hervor. In allen Fällen ist die Übereinstimmung mit der Erwartung so groß, daß die Annahme einer *monohybriden Vererbung* durchaus zulässig erscheint.

In F_2 ist bei der starken Transgression der Kurven für die Ausgangsrassen und F_1 eine sehr charakteristische Variantenverteilung nicht zu erwarten. In einzelnen Fällen zeigt der Befund eine etwas steilere Kurve als die Erwartungen, in anderen Fällen entspricht er ihnen weitgehend.

Die Vererbung der Summe der Schuppen in beiden Mittelflecken läßt sich also ebenso wie die Vererbung der Schuppenanzahl in M_1 allein und in M_2 allein durch die Annahme eines monohybrid mendelnden Gens erklären. Diese Beobachtung spricht schon dafür, daß der *Ausbildungsgrad beider Mittelflecken durch einen einzigen Faktor bedingt* wird. Diese Folgerung läßt sich prüfen auf Grund einer entsprechenden Überlegung, wie sie auf S. 67 ff. für das System der Randflecken angestellt wurde. Wenn die Schuppenanzahl in beiden Mittelflecken durch einen Faktor bestimmt wird, muß in F_2 und den Rückkreuzungen mit der Vergrößerung der Streuung gegenüber den einzelnen Ausgangsrassen und F_1 auch die Korrelation zwischen M_1 und M_2 größer werden; denn die äußeren Gebiete der Variationsbreite eines Flecks werden jetzt durch Individuen verschiedener Genotypen besetzt, welche in dem anderen Fleck entsprechend verschieden sein müssen. Tab. 38 zeigt für die Weibchen, Tab. 39 für beide Geschlechter, daß in der Tat in F_2 und in beiden Rückkreuzungen die Korrelation zwischen M_1 und M_2 wesentlich höher ist als bei den Ausgangsrassen und F_1 .

Dieser Befund läßt auch die Annahme zu, daß jeder der beiden Mittelflecken

durch einen eigenen Faktor bedingt ist und daß diese beiden Faktoren gekoppelt vererbt werden. Einfacher ist jedoch die Annahme, daß nur ein einziges Faktorenpaar den Unterschied in der Ausbildung beider Mittelflecken bedingt.

Wir nennen das den Ausbildungsgrad der Mittelflecken bestimmende Faktorenpaar M und m . M bestimmt die höhere Anzahl dunkler Zeichnungsschuppen in den Mittelflecken von Stamm V, m die kleinere Anzahl bei Stamm IX.

B. Die Vererbung des Ausbildungsgrades der Querbinden.

Die statistische Aufnahme des Ausbildungsgrades der Querbindenzeichnung wurde nach dem S. 59 ff. geschilderten Verfahren vorgenommen. Es zeigte sich, daß der Unterschied in der Ausbildung der Querbinden zwischen Stamm V und IX nicht so groß ist wie der früher (S. 62 ff.) behandelte zwischen Stamm V und XI. In der jetzt untersuchten Kreuzung wurden nur die ♂♂ statistisch bearbeitet; denn bei dem geringen Unterschied der beiden Stämme war eine sehr ausgesprochene Spaltung nicht zu erwarten, und für den Vergleich mit den Mittelflecken gab schon die Bearbeitung der ♂♂ allein ein eindeutiges Ergebnis.

Die Variationskurven für die Ausgangsrassen und die Kreuzungszuchten sind in Abb. 75 dargestellt. In F_1 überwiegt die Ausbildung der Querbinden von Stamm IX sehr entschieden, wie auch aus dem Vergleich der Mittelwerte für die Ausgangsrassen und F_1 hervorgeht (Tab. 37). Bei der fast vollständigen Dominanz der stärkeren Querbindenzeichnung bietet die Rückkreuzung mit Stamm IX kein Interesse. Die Rückkreuzung mit Stamm V stimmt mit der Erwartung für monohybriden Erbgang vorzüglich überein. In F_2 tritt die Scheidung nach stark und schwach gezeichneten Tieren in der Kurve für den Befund noch etwas deutlicher als in der Erwartung heraus. Jedenfalls liegt kein Grund vor, etwas anderes als einfache *Monohybridie* anzunehmen.

Mit dem Faktorenpaar M/m für die Ausbildung der Mittelflecken fällt das Faktorenpaar, welches den Unterschied im Ausbildungsgrad der Querbinden bestimmt, sicher nicht zusammen. Tab. 40a--c zeigt, daß in den Ausgangsrassen und in F_1 eine ungesicherte positive Korrelation zwischen Querbinden und Mittelflecken besteht. Wenn dasselbe Faktorenpaar gleichzeitig den Unterschied der beiden Stämme in Querbinden und Mittelflecken bedingte, so müßte in F_2 und in der Rückkreuzung mit Stamm V eine deutliche negative Korrelation zwischen diesen beiden Merkmalen auftreten. Das ist jedoch nicht der Fall, vielmehr werden die Merkmalsausprägungen für Querbinden und Mittelflecken frei

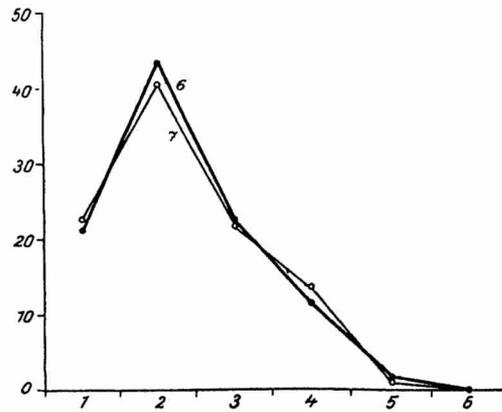
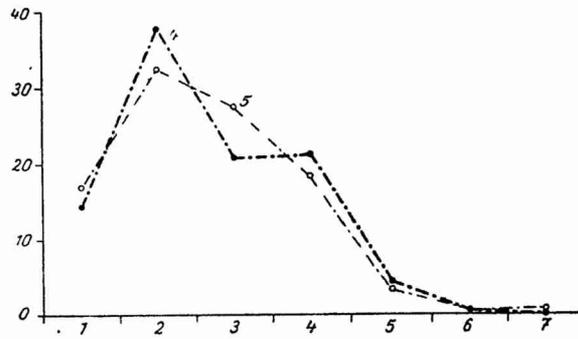
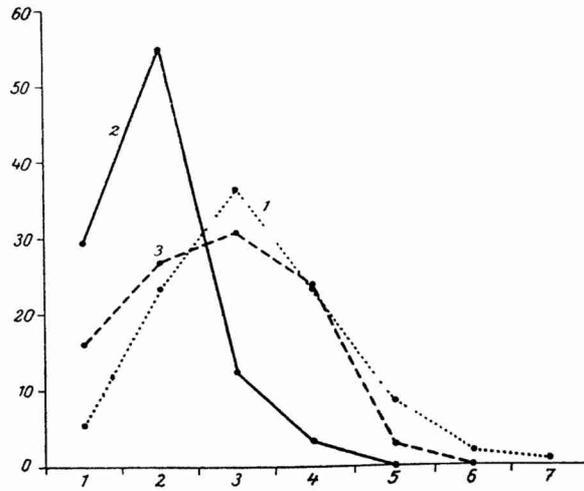


Abbildung 75.

Variationskurven für die Stärke der Querbindenzeichnung bei den ♂♂ der Stämme V und IX und nach Kreuzung dieser Stämme. Klasse 1: schwächste, Klasse 7: stärkste Querbindenzeichnung. 1 (n = 107): Stamm IX; 2 (n = 153): Stamm V; 3 (n = 75): F₁; 4 (n = 158): F₂; 6 (n = 122): Rückkreuzung mit Stamm V; 5: Erwartung für F₂; 7: Erwartung für die Rückkreuzung. — Abszissen: Klassen der Stärke der Querbindenzeichnung; Ordinaten: % Tiere. Mittelwerte in Tab. 37.

Tabelle 40.

Korrelation zwischen der Anzahl dunkler Zeichnungsschuppen in beiden Mittelflecken und der Ausbildung der Querbinden bei den Männchen der Stämme V und IX und nach Kreuzung dieser Stämme.

a) Stamm V

		Q				
		1	2	3	4	
M ₁₊₂	10		2			2
	15	5	9			14
	20	11	23	6	1	41
	25	21	30	7	3	61
	30	6	16	4	1	27
	35	2	2	2		6
	40		2			2
	45	45	84	19	5	153
	r = 0,14 m _r = 0,08.					

b) Stamm IX

		Q							
		1	2	3	4	5	6	7	
M ₁₊₂	0			1					1
	5	3	6	15	9	2		1	36
	10	3	15	19	10	5	1		53
	15		4	3	6	2	1		16
	20			1					1
	25	6	25	39	25	9	2	1	107
	r = 0,08 m _r = 0,10.								

c) F₁

		Q					
		1	2	3	4	5	
M ₁₊₂	5			1			1
	10			2			2
	15	4	4	5	3		16
	20	5	10	9	4	1	29
	25	3	5	6	9		23
	30				1	1	2
	35				1		1
	40	12	19	23	18	2	74
	r = 0,20 m _r = 0,11.						

d) F₂

		Q						
		1	2	3	4	5	6	
M ₁₊₂	5	2	1	2	2			7
	10	2	12	3	7	1		25
	15	6	21	10	8	2		47
	20	5	15	15	9	1	1	46
	25	6	8	2	2			18
	30	2	2	1	6	3		14
	35		1					1
	40	23	60	33	34	7	1	158
	r = -0,06 m _r = 0,08.							

e) F₁ × V

		Q					
		1	2	3	4	5	
M ₁₊₂	10	1		1			2
	15	6	7	5			18
	20	3	12	3	3		21
	25	9	15	10	4	2	40
	30	5	16	5	5		31
	35		2	3	1		6
	40	1	1				2
	45	25	53	27	13	2	120
	r = 0,13 m _r = 0,09.						

kombiniert (Tab. 40d, e). Es liegt also auch kein Grund vor, eine Koppelung der Faktorenpaare anzunehmen, die diesen Merkmalen zugrunde liegen.

Früher (S. 13) wurde gezeigt, daß bei der Mehlmotte vier Zeichnungssysteme zu unterscheiden sind: Querbinden, Mittelflecken, Randflecken und Schatten. Die Kreuzung der Stämme V und XI bewies, daß von diesen Systemen die Querbinden und die Randflecken durch verschiedene Mendelfaktorenpaare beeinflusst werden (S. 69/70). Die hier behandelten Ergebnisse aus der Kreuzung der Stämme V und IX beweisen, daß *Querbinden und Mittelflecken von verschiedenen Genen abhängen.*

Die Unabhängigkeit dieser beiden Systeme voneinander und der Zusammenhang zwischen den Elementen des Mittelflecksystems spricht sich in dem hier behandelten Material nicht allein darin aus, daß die Elemente eines Systems durch ein gemeinsames Gen beeinflusst werden und das andere System durch ein anderes Gen. Vergleicht man die in Tab. 39 aufgeführten Korrelationskoeffizienten in den Ausgangsrassen und F_1 einerseits für M_1 und M_2 , andererseits für die Summe dieser Flecken und die Querbinden, so zeigt sich, daß die Korrelation zwischen M_1 und M_2 größer ist als die zwischen $M_1 + M_2$ und den Querbinden. Das besagt, daß auch auf die *modifizierenden Einflüsse*, welche die Variabilität innerhalb einer isogenen Individuengruppe bedingen, *die beiden Mittelflecken in höherem Grade gleichsinnig ansprechen, als Mittelflecken und Querbinden.*

Ob der Grundunterschied in der Ausbildung der Querbinden von Stamm IX und Stamm V ein Allel desselben Faktorenpaares ist oder einem anderen Faktorenpaar angehört wie der Unterschied zwischen Stamm XI und Stamm V (vgl. S. 63), können wir nicht entscheiden. Die Prüfung dieser Frage durch Kreuzungen zwischen Stamm IX und Stamm XI war uns leider nicht möglich, da Stamm IX eingegangen ist. Unter unseren Stämmen war er besonders schwer fortzuziehen, da infolge einer Anomalie im Kopulationsapparat der Männchen viele Paarungen erfolglos waren.

Vorläufig wählen wir für diesen mendelnden Unterschied in der Stärke der Querbindenzeichnung das Symbolpaar Qu/qu . Qu bedingt die stärkere Ausbildung der Querbindenzeichnung bei Stamm IX, qu die schwächere bei Stamm V.

C. Vererbung des Färbungsunterschiedes braun-oliv.

In den Ausgangszuchten waren sämtliche Individuen des Stammes V von sämtlichen Individuen des Stammes IX dem Farbton nach stets deutlich verschieden. In den Kreuzungszuchten wurden die einzelnen Flügel nach ihrer Farbe in Gruppen zusammengestellt. Die überwiegende Mehrzahl von ihnen war beim Vergleich mit den Ausgangsrassen eindeutig einer braunen oder

Tabelle 41.

Monohybride Spaltung der Farbe bei den Männchen aus der Kreuzung der Stämme V und IX.

	Beobachtung					Mittl. Fehler der Erwartung	Beob. — Erwartg. f. braun + intermed.
	absolut			Kontrollzahl			
	braun + intermed.	oliv	n	braun + intermed.	oliv		
F ₂	116	43	159	2,92	1,08	0,14	— 0,08
F ₁ × IX	70	53	123	1,14	0,86	0,09	+ 0,14

Tabelle 42.

Unabhängige Spaltung der Farbe und der Anzahl dunkler Zeichnungsschuppen in beiden Mittelflecken bei den Männchen aus der Kreuzung der Stämme V und IX.

		M ₁ + M ₂										Erwartung für M bei	
		Beobachtung										freier Kombination	gemeinsamer Vererbung
		5	10	15	20	25	30	35	40	n	M		
F ₂	braun + intermed.	4	17	39	31	12	12	1	116	20,50	20,99	24,13	
	oliv	3	8	9	15	6	2		43	19,70	20,99	11,55	
F ₁ × IX	braun + intermed.	11	25	13	14	4	1	1	69	16,20	17,25	22,95	
	oliv	9	14	17	6	6			52	16,15	17,25	11,55	

einer olivfarbenen Gruppe zuzuordnen. Nur bei wenigen Individuen war die Beurteilung unsicher; sie wurden als intermediär gezählt. Statistisch bearbeitet wurden nur die Männchen, da diese bereits ein eindeutiges Bild des Erbganges ergaben. In F_1 waren von 64 Individuen 2 = 3,1% oliv, 9 = 14,1% intermediär, 53 = 82,8% braun. Braun ist also fast vollständig dominant. Zählt man in allen Kreuzungszuchten die intermediären Tiere zu den braunen und vernachlässigt die 3,1% olivfarbene in F_1 , nimmt also vollständige Dominanz von braun an, so stimmen die Spaltzahlen in F_2 und bei der Rückkreuzung mit dem olivfarbenen Stamm IX gut mit der Erwartung für *monohybride Mendelspaltung* überein (Tab. 41). Der Farbunterschied der Stämme V und IX wird also durch ein Faktorenpaar bestimmt.

Aus Tab. 42 geht hervor, daß dieses Faktorenpaar unabhängig von dem Faktorenpaar M/m vererbt wird, welches den Unterschied in der Ausbildung der Mittelflecken bei Stamm V und IX bedingt. In den beiden letzten Spalten dieser Tabelle sind für F_2 und die Rückkreuzung mit Stamm IX je zwei Erwartungen für den Mittelwert der Variationsreihen für die Anzahl der Schuppen in beiden Mittelflecken aufgeführt, einerseits für die Gruppe der braunen und intermediären, andererseits für die Gruppe der olivfarbenen Individuen. Die erste Erwartung gilt für den Fall, daß der Faktor für Mittelflecken und der für Farbe frei kombinierbar sind. In diesem Fall müssen die Mittelwerte für die Anzahl der Schuppen in den Mittelflecken für beide Farbgruppen gleich sein. Die Höhe dieses Wertes läßt sich für F_2 und die Rückkreuzung aus den in Tab. 37 aufgeführten Mittelwerten für die Ausgangsrasse und F_1 leicht berechnen. Bezeichnet man den Mittelwert für die Summe der Schuppen in den Mittelflecken bei den Männchen aus Stamm V mit M_V , die entsprechenden Werte für Stamm IX und F_1 entsprechend, so muß der Mittelwert für die ganze F_2 und auch für jede der beiden Farbgruppen in F_2 allein

$$\frac{M_V + 2M_{F_1} + M_{IX}}{4}$$

sein, der für die Rückkreuzung mit Stamm IX

$$\frac{M_{F_1} + M_{IX}}{2}$$

Bei gemeinsamer Vererbung der Mittelflecken und der Farbe müssen dagegen die Mittelwerte für die Anzahl der Schuppen in den Mittelflecken bei beiden Farbgruppen verschieden sein. In F_2

würde die Gruppe der braunen und intermediären Tiere zu $\frac{2}{3}$ aus Tieren bestehen, welche in der Ausbildung der Mittelflecken den F_1 -Bastarden gleichen, zu $\frac{1}{3}$ aus Tieren, die Stamm V gleichen. Die olivfarbenen Tiere in F_2 und der Rückkreuzung müßten auch in der Ausbildung der Mittelflecken mit Stamm IX übereinstimmen. Hiernach wurden die Werte für die Erwartung bei gemeinsamer Vererbung von Farbe und Mittelflecken in Tab. 42 errechnet bzw. eingesetzt. Bei absoluter Koppelung bzw. Identität der Faktoren für Mittelflecken und Farbe ist zu erwarten, daß die gefundenen Werte mit der Erwartung bei gemeinsamer Vererbung übereinstimmen, bei relativer Koppelung sind Werte zu erwarten, welche zwischen den Erwartungen für freie Kombination und für gemeinsame Vererbung liegen.

Die in Tab. 42 aufgeführten Werte für den Befund stimmen sowohl in F_2 als auch in der Rückkreuzung mit Stamm IX unter einander und mit der Erwartung bei freier Kombination recht gut überein. *Der Faktor, welcher die Ausbildung der Farbe bedingt, wird also unabhängig von dem Faktor für die Ausbildung der Mittelflecken vererbt.*

Für die entsprechende Prüfung der Beziehungen zwischen Farbe und Querbindenzeichnung läßt sich nur F_2 verwenden, da in der Rückkreuzung mit Stamm V für die Farbe, in der Rückkreuzung mit Stamm IX für die Querbindenzeichnung keine Aufspaltung zu erwarten ist. Tab. 43 zeigt, daß die gefundenen Mittelwerte für die Querbindenzeichnung bei den beiden Farbgruppen hier nicht ganz übereinstimmen und ihre Abweichung von der Erwartung bei freier Kombination im Sinne einer geringen Koppelung liegt. Identität oder absolute Koppelung liegt also keinesfalls vor.

Tabelle 43.

Unabhängige Spaltung der Farbe und der Querbindenzeichnung bei den Männchen in F_2 aus der Kreuzung der Stämme V und IX.

	Querbindenzeichnung									
	Beobachtung								Erwartung für M bei	
									freier Kombination	gemeinsamer Vererbung
1	2	3	4	5	6	n	M			
braun + intermed.	18	46	23	21	6	1	115	2,60	2,62	2,44
oliv	5	14	10	13	1		43	2,79	2,62	3,15

Außer den beiden schon ermittelten Faktorenpaaren für die Ausbildung der Mittelflecken und der Querbindenzeichnung muß also in der Kreuzung der Stämme V und IX noch ein drittes Faktorenpaar angenommen werden. Aus demselben Grund, der oben bei Einführung des Faktorenpaares *Qu/qu* für die Querbindenzeichnung angegeben wurde, ist auch hier nicht zu entscheiden, ob der Faktor für die braune Farbe des Stammes V identisch ist mit dem früher (S. 55—59) ermittelten Faktor *F* und der Faktor für Oliv ein Allel zu dem Faktorenpaar *F/f* ist oder ob ein Unterschied in einem anderen Faktorenpaar vorliegt. Wir bezeichnen vorläufig den hier analysierten Unterschied durch die Symbole *Fa* für den Faktor, der die dominante braune Farbe des Stammes V bedingt, und *fa* für sein die Olivfarbe des Stammes IX bedingendes Allel.

D. Die Vererbung der hellen Schuppenränder.

Bei den F_1 -Bastarden aus der Kreuzung der Stämme V und IX fällt wie oben schon erwähnt die zungenförmige dunkle Pigmentierung der hellgeränderten Schuppen auf. In Abb. 76 sind einige charakteristische Schuppentypen von Bastarden zusammen-

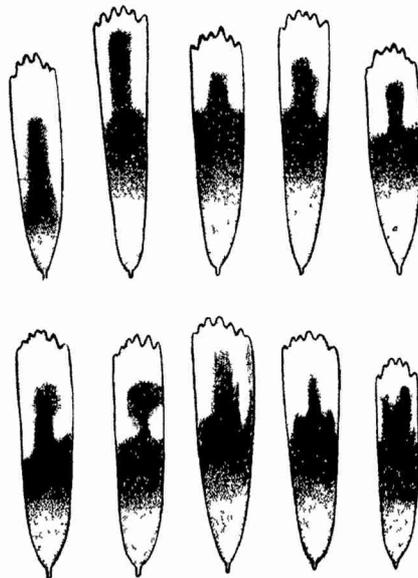


Abbildung 76.

Charakteristische Schuppentypen von F_1 -Bastarden nach Kreuzung der Stämme V und IX.

gestellt. In der Regel bildet der weiße Rand einen hufeisenförmigen Saum um das Ende der Schuppen. Dieser Saum kann nach dem Schuppengrund zu allmählich schmaler werden und verstreichen, häufig ist er aber auch am Grunde scharf abgesetzt und bricht in unverringelter Breite plötzlich ab. Bisweilen ist der Saum auf der einen Seite der Schuppe breiter und läuft weiter zum Schuppengrund hinab als auf der anderen. Manchmal springt er in seinem basalen Teil weiter nach der Mittellinie der Schuppe zu vor als apikalwärts. Gelegentlich kann sogar die dunkle Zunge ein Stück weit seitlich bis an den Rand der Schuppe reichen und basal von dieser Stelle ein Stück des weißen Saumes absprenge, sodaß die Schuppe ein scheckungsartiges Aussehen bekommt. An verhältnismäßig dunkel pigmentierten Schuppen wie Typus V oder den Übergängen von V zu VIII tritt diese Erscheinung besonders deutlich hervor.

Ogleich die Zungenbildung auch bei den Ausgangsrassen gelegentlich vorkommt, ließ sich doch jedes Individuum der Kreuzungszuchten nach der Beurteilung der Schuppen an derselben Stelle des Flügels eindeutig einer von drei Gruppen zuordnen, von denen die erste als + (wie Stamm V), die zweite als intermediär (J; wie F_1) und die dritte als - (wie Stamm IX) bezeichnet wurde. Die Beurteilung haben wir so durchgeführt, daß wir zwei Mikroskope mit einem Vergleichsokular von Zeiß einstellten, welches die gleichzeitige Betrachtung je einer Gesichtsfeldhälfte in jedem Mikroskop erlaubt. Unter das eine Mikroskop wurde ein Flügel des zu beurteilenden Individuums gebracht, unter dem anderen wurden abwechselnd Vergleichsserien von Flügeln von Stamm V, IX oder F_1 -Bastarden durchgeschoben. Auf diese Weise wurden die gesamte F_2 und beide Rückkreuzungen geprüft. Wie die in Tab. 44 zusammengestellten Ergebnisse zeigen, liegt eine klare *monohybride Mendelspaltung* vor. Die Differenz zwischen Beobachtung und Erwartung ist in allen Fällen kleiner als der einfache mittlere Fehler der Erwartung (m_E). Der Unterschied zwischen Stamm V und IX in der Ausbildung der hellen Schuppensäume wird also durch ein einfaches Mendelfaktorenpaar bedingt.

Die Prüfung der Frage, ob dieses Faktorenpaar gemeinsam mit dem für die Ausbildung der *Mittelflecken* vererbt wird, wurden nach der auf S. 183 f. dargestellten Methode ausgeführt. Das Ergebnis ist in Tab. 45 dargestellt. In F_2 und in beiden Rückkreuzungen stimmen in beiden Geschlechtern die Mittelwerte für die Ausbildung der Mittelflecken bei den verschiedenen nach der Ausbildung der Schuppensäume aufgestellten Individuengruppen untereinander

Tabelle 44.

Monohybride Aufspaltung der Ausbildung der Schuppensäume nach Kreuzung der Stämme V und IX.

			+	J	-	Summe
F ₂	Befund	absolut	72	144	77	293
		Kontrollzahl	0,98	1,97	1,05	4,00
	Erwartung ± mE		1 ± 0,10	2 ± 0,12	1 ± 0,10	4,00
F ₁ × V	Befund	absolut	104	114		218
		Kontrollzahl	0,95	1,05		2,00
	Erwartung ± mE		1 ± 0,07	1 ± 0,07		2,00
F ₁ × IX	Befund	absolut		185	121	256
		Kontrollzahl		1,05	0,95	2,00
	Erwartung ± mE			1 ± 0,06	1 ± 0,06	2,00

Tabelle 45.

Unabhängige Spaltung der Ausbildung der Schuppensäume und der Anzahl dunkler Zeichnungsschuppen in beiden Mittelflecken nach Kreuzung der Stämme V und IX. Die Zahlen sind Mittelwerte der Anzahl dunkler Zeichnungsschuppen in M₁ + M₂.

		M ₁ + M ₂					
		♀			♂		
Säume	Befund	Erwartung bei			Erwartung bei		
		freier Kombination	gemeinsamer Vererb.		Befund	freier Kombination	gemeinsamer Vererb.
F ₂	+	23,30	25,91	33,95	20,65	20,99	26,50
	J	24,65	25,91	28,05	20,00	20,99	22,95
	-	23,45	25,91	13,60	20,35	20,99	11,55
F ₁ × V	+	30,00	31,00	33,95	27,00	24,73	26,50
	J	32,75	31,00	28,05	26,10	24,73	22,95
F ₁ × IX	J	19,70	20,83	28,05	16,40	17,25	22,95
	-	20,20	20,83	13,60	16,05	17,25	11,55

Tabelle 46.

Korrelationskoeffizienten in den Kreuzungszuchten nach Kreuzung der Stämme V und IX.

	Säume: (M ₁ + M ₂)		Ränder: Querbinden
	♀	♂	♂
F ₂	0,01 ± 0,09	0,02 ± 0,08	- 0,15 ± 0,08
F ₁ × V	0,24 ± 0,11	0,09 ± 0,09	- 0,07 ± 0,09
F ₁ × IX	0,08 ± 0,09	0,03 ± 0,09	

und mit der Erwartung bei freier Kombination sehr gut überein. Anzeichen für eine gemeinsame Vererbung sind nicht vorhanden. Dasselbe zeigt auch die Betrachtung der Korrelationskoeffizienten (Tab. 46). Nur bei den Weibchen aus der Rückkreuzung mit Stamm V ist der Korrelationskoeffizient größer als sein Fehler. Dieser Wert liegt aber nicht im Sinne der Ausgangskombination, sondern die breitgeränderten Tiere haben etwas kleinere Mittelflecken als die intermediären, wie auch aus den Werten in Tab. 45 hervorgeht. Anschaulich ist die Unabhängigkeit der Vererbung von Ränderung und Ausbildung der Mittelflecken in Abb. 77 dargestellt. Abb. 77 a ist eine Wiederholung der Abb. 74 d und zeigt die Variationskurven für die Schuppenanzahl in der Summe beider Mittelflecken bei den Ausgangsrassen und F₁. In Abb. 77 b sind die Variationskurven der Schuppenanzahl für die drei nach der Ausbildung der Ränder aufgestellten Gruppen in F₂ zusammengestellt. Der sehr genau übereinstimmende Verlauf dieser drei Kurven zeigt, daß in F₂ nicht die Merkmalskombinationen in den Ausgangsrassen und F₁ wieder hergestellt werden, sondern daß die Größe der Mittelflecken bei jeder Art der Ausbildung der Schuppensäume gleichmäßig aufspaltet.

Auch mit dem Faktorenpaar *Qu/qu* für die Stärke der Querbinden wird das Faktorenpaar, welches die Ausbildung der Schuppensäume bedingt, nicht gemeinsam vererbt. Dies zeigen Tab. 47 und die in Tab. 46 aufgeführten Korrelationskoeffizienten. Die Abweichungen von der Erwartung bei freier Kombination liegen entgegengesetzt einer Annäherung an die Erwartung bei gemeinsamer Vererbung. Dasselbe spricht sich aus in dem Vorzeichen der berechneten kleinen Werte der Korrelationskoeffizienten.

Vergleicht man die *Ausbildung der Schuppenränder mit der Farbe*, so ist bei freier Kombination in F₂ das Zahlenverhältnis

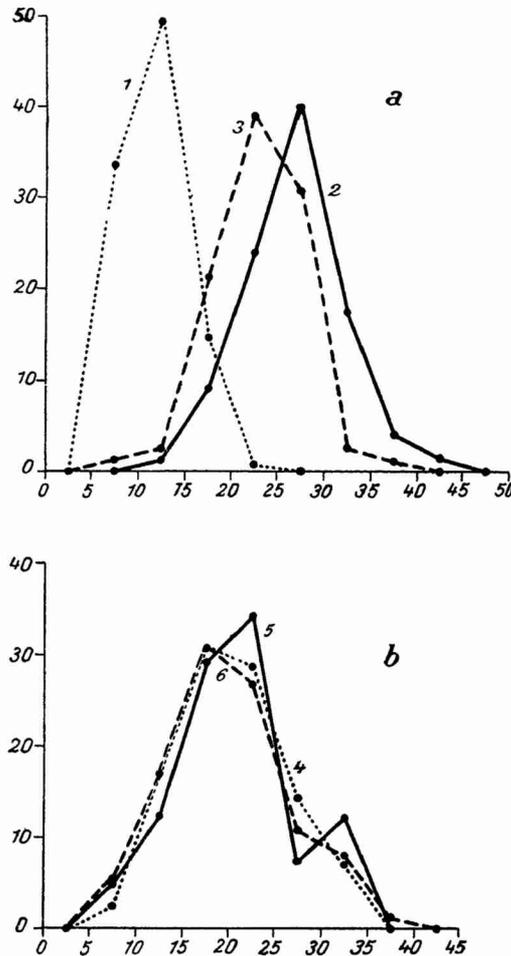


Abbildung 77.

Variationskurven für die Summe dunkler Zeichnungsschuppen in M_1 und M_2 .
 a: ♂♂ der Stämme V und IX und der F_1 nach Kreuzung dieser Stämme, wie in Abb. 74 d. b: 3 Gruppen von ♂♂ mit verschiedener Ausbildung der Schuppensäume in F_2 dieser Kreuzung; 4 ($n = 42$): schmale Säume, wie bei Stamm IX; 5 ($n = 41$): breite Säume, wie bei Stamm V; 6 ($n = 75$): intermediäre Säume, wie bei F_1 .

3:6:3:1:2:1 zu erwarten, wie es für *dihybride Vererbung* mit einem dominanten und einem intermediären Merkmalspaar charakteristisch ist, und bei Rückkreuzung mit Stamm IX das Zahlenverhältnis 1:1:1:1. Wie Tab. 48 zeigt, ist die Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Erwartung befriedigend.

Das Faktorenpaar, welches den Unterschied in der Ausbildung

Tabelle 47.

Unabhängige Spaltung der Ausbildung der Schuppensäume und der Stärke der Querbindenzeichnung bei den Männchen aus der Kreuzung der Stämme V und IX. Die Zahlen sind Mittelwerte für die Stärke der Querbindenzeichnung.

	Säume	Befund	Erwartung bei	
			freier Kombination	gemeinsamer Vererbung
F ₂	+	2,85	2,62	1,90
	J	2,69	2,62	2,71
	—	2,42	2,62	3,15
F ₁ × V	+	2,36	2,31	1,90
	J	2,23	2,31	2,71

Tabelle 48.

Unabhängige Spaltung der Ausbildung der Schuppensäume und der Farbe bei den Männchen aus der Kreuzung der Stämme V und IX.

			braun +	braun J	braun —	oliv +	oliv J	oliv —	Summe
F ₂	Befund	absolut	32	55	29	9	19	15	159
		Kontrollzahl	3,22	5,53	2,92	0,91	1,91	1,51	16,00
	Erwartung ± mg		3 ± 0,50	6 ± 0,61	3 ± 0,50	1 ± 0,31	2 ± 0,42	1 ± 0,31	16,00
F ₁ × IX	Befund	absolut		41	29		22	31	123
		Kontrollzahl		1,33	0,94		0,72	1,01	4,00
	Erwartung ± mg			1 ± 0,16	1 ± 0,16		1 ± 0,16	1 ± 0,16	4,00

der Schuppensäume bei Stamm V und IX bedingt, wird also auch von dem Faktorenpaar *Fa/fa* für den Farbunterschied der beiden Stämme unabhängig vererbt. Wir bezeichnen dies neue Faktorenpaar als *Sr/sr*; *SrSr* bedingt die breiten Schuppensäume des Stammes V, *sr sr* die schmalen Säume des Stammes IX, *Sr sr* die charakteristische intermediäre Merkmalsausprägung mit zungenförmig nach dem Außenteil zu vorgeschobener Pigmentierung der hellen Zeichnungsschuppen.

Ergebnisse:

Folgende Unterschiede zwischen den Stämmen V und IX werden durch voneinander unabhängige Genpaare bedingt:

Braune und olivfarbene Beschuppung (*Fa/fa*),

breiter und schmaler distaler weißer Rand der hellen Zeichnungsschuppen (*Sr/sr*),

starke und schwache Ausbildung der Mittelflecken (*M/m*),

mittelstarke und schwache Ausbildung der Querbinden (*Qu/qu*).

Der weiße Rand der hellen Zeichnungsschuppen verhält sich in seiner Breite bei Bastarden (*Sr sr*) in eigentümlicher Weise intermediär. Während er bei den Ausgangsrassen meist in einer quer über die Schuppe verlaufenden, annähernd geraden Linie abschneidet, ist er bei den Bastarden in den seitlichen Teilen der Schuppe breit, in den medialen schmal. Er umfaßt daher hufeisenförmig eine in der Mittellinie der Schuppe zungenförmig gegen den Außenrand vordringende dunkel pigmentierte Zone.

Nachdem früher bei der Analyse einer anderen Kreuzung (vgl. S. 73) gezeigt werden konnte, daß von den Zeichnungssystemen des Mehlmottenflügels das Querbindensystem einerseits, das Randfleckensystem andererseits in ihrer Stärke durch voneinander unabhängige Genpaare bedingt waren, ergibt sich jetzt das gleiche für das Querbindensystem und das System der Mittelflecken. Damit ist nunmehr für drei von den vier Zeichnungssystemen bewiesen, daß sie von verschiedenen Erbfaktoren abhängen können. Dagegen zeigt sich, wie früher für das System der Randflecken, jetzt für die Mittelflecken, daß jeweils ein Gen das ganze System in seinem Ausbildungsgrad bestimmt.

Auf die modifizierenden Einflüsse, welche die Variabilität innerhalb einer isogenen Individuengruppe bedingen, sprechen die beiden Mittelflecken in höherem Grad gleichsinnig an, als die Mittelflecken und die Querbinden.

X. Zwei die Augenfarbe beeinflussende Erbfaktoren.

In einer früheren Mitteilung¹⁾ haben wir eine die Augenfarbe beeinflussende Mutation der Mehlmotte beschrieben, welche durch den rezessiven, monohybrid spaltenden Faktor *a* bedingt wird. Die normale Augenfarbe der Mehlmotte (*AA*, *Aa*) ist tiefschwarz mit einem Stich ins Bläuliche oder Bräunliche (Taf. VIII, Fig. 3). Bei Tieren, welche den Faktor *a* homozygot führen, variiert die Augenfarbe von einem dunklen Kaffeebraun über Purpurrot und Orange bis zu einem hellen Ledergelb (Taf. VIII, Fig. 4—9). Diese Variation der „roten“ Augenfarbe wird noch genauer untersucht. Nach den bisherigen Ergebnissen scheint sie teils durch Außenfaktoren, teils erblich bedingt. Eine Transgression mit der normalen Augenfarbe kommt nicht vor, sodaß Tiere mit der Erbformel *AA* oder *Aa* und solche mit *aa* stets zu unterscheiden sind.

Die bisher gewonnenen Zahlenergebnisse der Kreuzung zwischen schwarz- und rotäugigen Tieren sind in Tab. 49 aufgeführt. Zur

Tabelle 49.
Kreuzung Schwarzäugig \times Rotäugig.

	Anzahl			Augen	
	Zuchten	Individuen		schwarz	rot
F ₁	9	1058		1058	
F ₂	34	6763	absolut	5190	1573
			Kontrollzahl	3,07	0,93
			Erwartung $\pm m\sigma$	$3 \pm 0,02$	$1 \pm 0,02$
F ₁ \times schwarzäugig	3	440		440	
F ₁ \times rotäugig	10	2037	absolut	1054	983
			Kontrollzahl	1,03	0,97
			Erwartung $\pm m\sigma$	$1 \pm 0,02$	$1 \pm 0,02$

1) A. KÜHN und K. HENKE, Eine Mutation der Augenfarbe und der Entwicklungsgeschwindigkeit bei der Mehlmotte *Ephestia kühniella* Z. Roux' Arch. 122. 1930.

Zeit unserer ersten Veröffentlichung lagen Rückkreuzungen noch nicht vor. Sie wurden inzwischen ausgeführt, und zugleich wurden die übrigen Kreuzungen wiederholt. Das Gesamtergebnis aus 56 Einzelzuchten mit insgesamt 10 298 Individuen zeigt deutlich, daß *die Anlage für rote Augenfarbe sich rezessiv verhält und monohybrid spaltet*. In F_2 und in geringerem Umfang auch in der Rückkreuzung mit der rezessiven Ausgangsrasse bleibt die Zahl der Rotäugigen etwas hinter der Erwartung zurück. Dieser Umstand wird im Kapitel XI behandelt.

In einer Zucht, welche den Faktor *a* homozygot führte, trat neben den bereits bekannten Varianten der Augenfarbe ein neuer Typus auf (Taf. VIII, Fig. 10). Die peripheren Teile des Auges erscheinen glasig durchscheinend mit einem schwachen violetten Schimmer. In der Tiefe sieht man den orangefarbenen bis gelblichen Augenhintergrund. Eine Transgression mit dem roten Augentypus kommt nicht vor, da bei diesem letzten die peripheren Teile des Auges auch bei hellster Färbung stets opak erscheinen und den Augenhintergrund verdecken. Den neuen Augentypus bezeichnen wir kurz als *transparent*.

Zur genetischen Analyse desselben wurden zunächst *Kreuzungen mit rotäugigen Tieren* ausgeführt (Tab. 50). In F_1 erwies sich die *rote Augenfarbe als dominant über transparent*. Die *Rückkreuzung*

Tabelle 50.

Kreuzung Rötäugig \times Transparentäugig.

	Anzahl			Augen	
	Zuchten	Individuen		rot	transparent
F_1	3	484		484	
F_2	2	279	absolut	203	76
			Kontrollzahl	2,91	1,09
			Erwartung $\pm m_E$	$3 \pm 0,10$	$1 \pm 0,10$
$F_1 \times$ rotäugig	3	380		380	
$F_1 \times$ transparentäugig	7	1192	absolut	594	598
			Kontrollzahl	1,00	1,00
			Erwartung $\pm m_E$	$1 \pm 0,03$	$1 \pm 0,03$

der F_1 -Bastarde mit Rotäugigen ergab wieder nur rotäugige Tiere. F_2 und die Rückkreuzung mit der rezessiven Ausgangsform zeigten eine klare *monohybride Mendelspaltung*, wobei in F_2 , nicht aber in der Rückkreuzung die Anzahl der Rotäugigen etwas hinter der Erwartung zurückblieb. Das Vorkommen eines weiteren die Augenfarbe beeinflussenden Mendelfaktors war damit bewiesen. Das Resultat gründet sich auf den gleichsinnigen Ausfall von 15 Einzelzuchten mit zusammen 2335 Individuen.

Eine weitere Zucht, in der ein rotäugiges Weibchen mit einem transparentäugigen Männchen gepaart worden war, ergab in der 1. Generation wie erwartet nur Rotäugige, und zwar 183 Individuen. Von diesen wurden 3 Geschwisterpaarungen angesetzt, aus denen wider Erwarten ausschließlich Rotäugige hervorgingen, und zwar in der ersten Zucht 130, in der zweiten 68 und in der dritten 49. Ein weiteres Tier ergab bei Kreuzung mit einem Transparentäugigen 144 Nachkommen, die ebenfalls sämtlich rotäugig waren. Da alle 4 Zuchten mit unerwartetem Resultat von der gleichen Ausgangszucht abstammen, deren Zuchtmutter ein rotäugiges Weibchen war, erklärt sich dies Ergebnis am einfachsten mit der Annahme, daß dieses Weibchen schon von einem rotäugigen Zuchtgeschwister begattet war, als es mit einem transparentäugigen Männchen gepaart wurde. Es ist als Ausnahmefall wiederholt beobachtet worden, daß schon befruchtete Weibchen die früher (S. 28) beschriebene Copulationsstellung einnehmen.

Transparentäugige Tiere unterscheiden sich also von rotäugigen nur in einem einzigen Faktorenpaar. Um zu prüfen, ob der Faktor für Transparentäugigkeit ein weiteres Allel des Faktorenpaares A/a ist, welches Schwarz- und Rotäugige unterscheidet, wurden *ein schwarzäugiges und ein transparentäugiges Tier gekreuzt*. Bei Allelie war eine monohybride Spaltung zu erwarten. Wenn dagegen die rote und die transparente Augenfarbe durch nicht allele Faktoren bedingt waren, so mußte eine dihybride Spaltung auftreten, da in diesem Fall die Transparentäugigen, die sich von den Rotäugigen nur in einem Faktor unterscheiden, zugleich den Faktor a in die Kreuzung einführten.

Die Ergebnisse der Kreuzung zeigt Tab. 51. In F_1 schlüpfen nur schwarzäugige Tiere, ebenso in der Rückkreuzung mit der schwarzäugigen Ausgangsrasse. F_2 und die *Rückkreuzung* mit Transparentäugigen ergab Schwarzäugige, Rotäugige und Transparentäugige, und zwar annähernd im Verhältnis 12:3:1 bzw. 2:1:1. Die bestehenden Abweichungen von den idealen Spaltzahlen, welche im nächsten Kapitel erörtert werden sollen, können das klare Bild einer *dihybriden Spaltung* nicht verwischen. *Transparentäugigkeit wird also durch einen Faktor bedingt, welcher mit dem für Rotäugigkeit nicht allelomorph ist*. Wir bezeichnen das neue Faktorenpaar als T/t . T bedingt nicht-transparente Augen, t bedingt homozygot Transparentäugigkeit.

Tabelle 51.

Kreuzung Schwarzäugig \times Transparentäugig.

	Anzahl			Augen		
	Zuch- ten	Indi- viduen		schwarz	rot	trans- parent
F ₁	1	130		130		
F ₂	4	711	absolut	539	128	44
			Kontrollzahl	12,13	2,88	0,99
			Erwartung $\pm m_E$	$12 \pm 0,26$	$3 \pm 0,23$	$1 \pm 0,15$
F ₁ \times schwarz- äugig	3	532		532		
F ₁ \times trans- parentäugig	5	848	absolut	459	192	197
			Kontrollzahl	2,16	0,91	0,93
			Erwartung $\pm m_E$	$2 \pm 0,07$	$1 \pm 0,06$	$1 \pm 0,06$
schwarzäugig aus R \times trans- parentäugig, 1. Gruppe	3	624	absolut	309	145	170
			Kontrollzahl	1,98	0,93	1,09
			Erwartung $\pm m_E$	$2 \pm 0,08$	$1 \pm 0,07$	$1 \pm 0,07$
schwarzäugig aus R \times trans- parentäugig, 2. Gruppe	7	1194	absolut	584		610
			Kontrollzahl	0,98		1,02
			Erwartung $\pm m_E$	$1 \pm 0,03$		$1 \pm 0,03$

Die in der 2. Kreuzungsgeneration beobachteten Spaltzahlen erklären sich durch die Annahme, daß der Faktor *t* für Transparentäugigkeit rezessiv ist und sich nur bei Tieren manifestiert, welche den Faktor *a* für rote Augenfarbe homozygot führen. Unter den Schwarzäugigen der Rückkreuzung mit der transparenten Ausgangsrasse müssen dann zwei verschiedene Genotypen in gleicher Zahl vertreten sein, nämlich *AaTt* und *Aatt*. Phänotypisch sind diese beiden Typen nicht zu unterscheiden. Wird aber eine größere Zahl von Schwarzäugigen aus der Rückkreuzung mit Transparentäugigen gepaart, so ist zu erwarten, daß Angehörige jedes der beiden Genotypen erfaßt und dadurch zwei Gruppen von

Zuchten mit verschiedenem Resultat erhalten werden. Die Tiere der Formel $AaTt$ müssen wie bei der Rückkreuzung eine Spaltung 2 schwarz : 1 rot : 1 transparent ergeben. Dagegen spaltet bei Kreuzung von Vertretern des Genotypus $Aatt$ mit Transparentäugigen $aatt$ nur der Rotfaktor, und es sind zu gleichen Teilen Schwarz- und Transparentäugige zu erwarten. Am Ende der Tab. 51 sind 10 Zuchten angeführt, von denen 3 der ersten, 7 der zweiten Gruppe angehören. Bei einer größeren Zahl von Zuchten wären beide Gruppen mit gleicher Häufigkeit zu erwarten. Unter 10 Zuchten ist das Verhältnis 3:7 als befriedigende Annäherung an dies Verhältnis zu betrachten.

Aus dem gleichsinnigen Ausfall von im Ganzen 23 Einzelnzuchten mit zusammen 4039 Individuen ergibt sich also, daß die *Transparentäugigkeit auf einem rezessiven, monohybrid mendelnden Faktor t beruht und nur bei solchen Tieren manifest wird, welche zugleich den Faktor a für Rotäugigkeit homozygot führen.*

Außer den angeführten 10 Nachzuchten aus der Rückkreuzung war noch eine weitere vorhanden, die ein unerwartetes Resultat ergab. Es schlüpfen 164 Tiere, von denen 78 schwarzäugig und 86 rotäugig waren. Da der transparentäugige Zuchtelter die Formel $aatt$ gehabt haben muß, ist das Resultat nur zu erklären unter der Annahme, daß der schwarzäugige Zuchtelter aus der Rückkreuzung die Formel $AaTT$ hatte. Dies Tier kann entweder als Raupe aus einer anderen gleichzeitig laufenden Zucht in die Rückkreuzungszucht übergewandert sein, oder es entstand auf Grund einer Mutation einer Keimzelle bei seinem transparentäugigen Elter von at nach aT . Diese hätte mit einer Keimzelle AT des Zuchtelters aus F_1 eine Zygote von der Formel $AaTT$ ergeben müssen. Da das Vorkommen von Rückmutationen bei anderen Formen sichergestellt ist, muß auch bei der Mehlmotte mit einer solchen Möglichkeit gerechnet werden.

Ergebnisse.

Es sind zwei die Augenfarbe der Mehlmotte bedingende Faktorenpaare, A/a und T/t , festgestellt. Der Faktor a verursacht in homozygotem Zustand rote Augen. Der Faktor t wird nur bei homozygot rotäugigen Tieren manifest und bedingt in homozygotem Zustand einen verstärkten Pigmentverlust des Auges, so daß es transparent erscheint. Die Tiere mit Genotypen, die A enthalten, sind schwarzäugig.

XI. Genetische Bedingungen der Entwicklungsgeschwindigkeit und der Vitalität.

Früher (Aufsatz IV, S. 42 ff.) wurde festgestellt, daß die Entwicklungsdauer der Mehlmotte von verschiedenen äußeren und inneren Faktoren abhängig ist. Aus dem im vorigen Aufsatz behandelten Material lassen sich nun noch weitere Ergebnisse über *innere Bedingungen der Entwicklungsgeschwindigkeit* gewinnen.

Ein Unterschied in der Entwicklungsgeschwindigkeit der Geschlechter war früher (S. 50, Abb. 21) bei der Untersuchung von Zuchten, die in 25° gehalten wurden, nicht zu bemerken. Die Zuchten zur genetischen Analyse der Augenfarbe wurden teils bei niederen, teils bei wechselnden Temperaturen geführt. Ein Vergleich der Entwicklungsgeschwindigkeit von Tieren aus verschiedenen Zuchten ist daher nicht ohne weiteres möglich, wohl aber können genetisch verschiedene Tiere aus einer Zucht mit einander verglichen werden, da sie ja ständig unter den gleichen Außenbedingungen stehen. Dies ist in Tab. 52 Nr. 1 für Weibchen und Männchen in einer Reihe von F₂-Zuchten der Kreuzung Schwarzäugig × Rotäugig geschehen, die bei niedriger Temperatur gehalten waren. Die Variationsreihen sind in Abb. 78 in Kurvenform dargestellt. Die

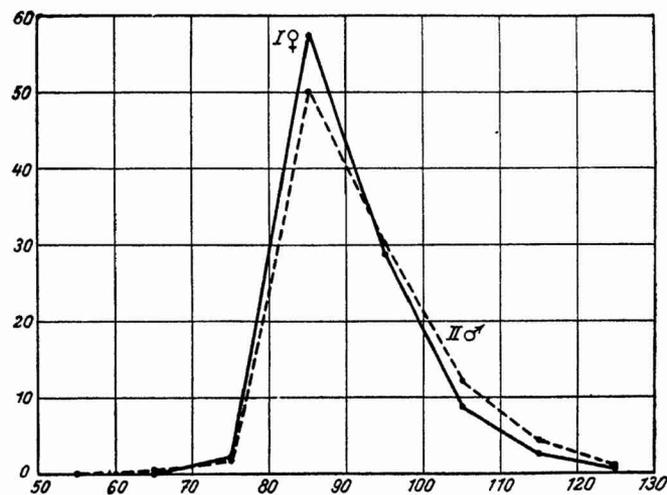


Abbildung 78.

Entwicklungsdauer weiblicher (I) und männlicher Tiere (II). Abszisse: Entwicklungsdauer in Tagen. Ordinate: % Tiere. (Vgl. Tab. 52, Nr. 1.)

Tabelle 52.
Entwicklungsdauer bei verschiedenen Genotypen.

Nr.	Material	Kurze	♀	♂	Entwicklungsdauer, Tage													M	m	M ± 3 m
					50	60	70	80	90	100	110	120	130	n						
1 (Abb. 78)	<i>Aa</i> × <i>Aa</i>	I			44	1162	588	178	52	10	2029	90,4	0,2	89,9—90,9						
		II		1	35	1015	611	247	90	22	2021	92,0	0,2	91,4—92,6						
2 (Abb. 79)	<i>Bb</i> × <i>Bb</i>	III	wildfarbig		46	1235	260	32	36	8	1618	87,6	0,2	87,1—88,1						
		IV	schwarzschuppig		27	395	72	9	2	2	507	86,5	0,3	85,8—87,2						
3 (Abb. 80)	<i>Aa</i> × <i>Aa</i>	V	schwarzäugig		75	1740	802	319	108	24	3069	90,8	0,2	90,3—91,3						
		VI	rotäugig		4	437	392	106	34	8	981	92,5	0,3	91,7—93,3						
4 (Abb. 81)	<i>Aa</i> × <i>aa</i>	VII	% Rotäugige	0,0	5,1	20,1	32,8	25,0	23,9	25,0										
		VIII	schwarzäugig	110	197	43	10				360	63,7	0,3	62,7—64,7						
		IX	rotäugig	43	191	75	15	1			325	67,0	0,4	69,5—68,1						
		X	% Rotäugige	28,1	49,2	63,5	60,0													
5 (Abb. 82)	<i>aaTt</i> × <i>aatt</i>	XI	rotäugig	18	90	34	3				145	66,5	0,5	65,1—67,9						
		XII	transparentäugig	10	77	36	2	1			126	67,6	0,5	66,0—69,2						
6 (Abb. 83)	<i>AaTt</i> × <i>aatt</i>	XIII	schwarzäugig	58	255	136	39	7			495	68,6	0,4	67,4—69,8						
		XIV	rotäugig	13	106	66	24	4			213	70,2	0,5	68,6—71,8						
		XV	transparentäugig	7	128	91	23	1			250	70,3	0,4	69,0—71,6						
7	<i>Aa</i> × <i>Aa</i> ; <i>Aa</i> × <i>aa</i> <i>AaTt</i> × <i>AaTt</i> <i>AaTt</i> × <i>aatt</i> <i>Aatt</i> × <i>aatt</i> <i>aaTt</i> × <i>aaTt</i> <i>aaTt</i> × <i>aatt</i>		schwarzäugig	425	1420	626	161	24	1		2657	67,2	0,2	66,7—67,7						
			rotäugig	107	634	375	94	11			1221	69,0	0,2	68,4—69,6						
			transparentäugig	55	612	335	85	8	1		1096	69,4	0,2	68,8—70,0						

Kurve I für die Entwicklungszeit der Weibchen steigt früher an und fällt früher ab als die Kurve II der Männchen. Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß die Entwicklungszeit der Weibchen im Mittel um 1,6 Tage kürzer ist als die der Männchen, und daß dieser Unterschied bei Berücksichtigung des dreifachen mittleren Fehlers gesichert ist. Unter geeigneten Bedingungen läßt sich also eine höhere Entwicklungsgeschwindigkeit der weiblichen Tiere feststellen.

Für den Faktor *b*, welcher schwarze Schuppenfarbe bedingt, wurde schon früher (S. 50 f., Abb. 22) festgestellt, daß er zugleich eine Beschleunigung der Entwicklung gegenüber wildfarbigen Tieren hervorruft. In dem neu gewonnenen Material kehrt dieser Unterschied wieder (Tab. 52 Nr. 2; Abb. 79). Er ist geringer als in dem früher untersuchten Material, jedoch statistisch gesichert.

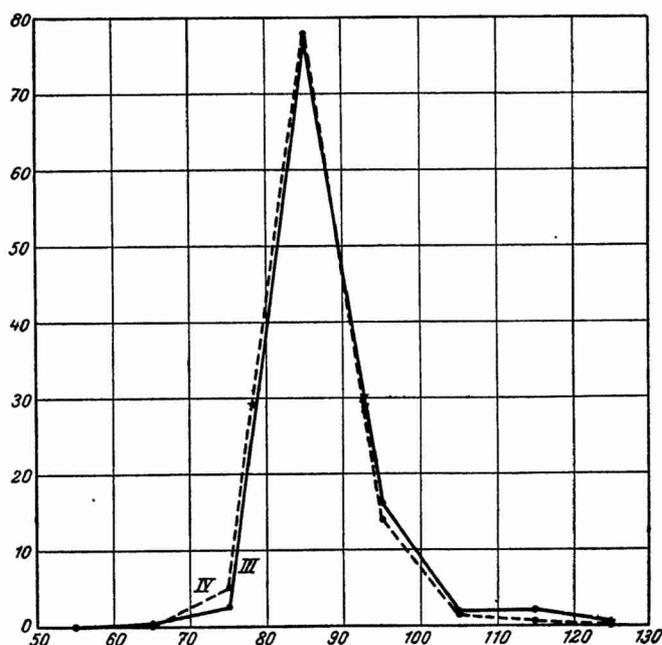


Abbildung 79.

Entwicklungsdauer wildfarbiger (III) und schwarzschruppiger F_2 -Tiere (IV).
Abszisse und Ordinate wie in Abb. 78. (Vgl. Tab. 52, Nr. 2.)

Eine deutliche Beeinflussung der Entwicklungsgeschwindigkeit zeigt auch der Faktor *a*, welcher rote Augenfarbe bedingt. Dies zeigt sich in Abb. 80, in der die Kurve V für die Entwicklungszeit der Schwarzäugigen früher ansteigt und steiler abfällt als die Kurve VI für die Rotäugigen. Der Faktor *a* wirkt also in entgegen-

gesetztem Sinn auf die Entwicklungszeit wie *b*, nämlich verzögernd. Die Zahlenunterlagen für Abb. 80 finden sich in Tab. 52, Nr. 3. Der Unterschied der mittleren Entwicklungszeiten beträgt 1,7 Tage und ist statistisch gesichert. Sehr klar zeigt sich die langsamere Entwicklung der Rotäugigen auch darin, daß der Prozentsatz von Rotäugigen, welche in den aufeinander folgenden Zehntageabschnitten in F_2 schlüpften, zuerst weit unter 25 liegt und dann zwischen dem 90. und 100. Tage auf über 25 ansteigt (Abb. 80, Kurve VII). Es wäre nun zu erwarten, daß auch in der späteren Zeit bis zum Ende mehr als 25 % Rotäugige schlüpften. Das ist aber nicht der Fall, sondern zwischen dem 100. und 110. Tage

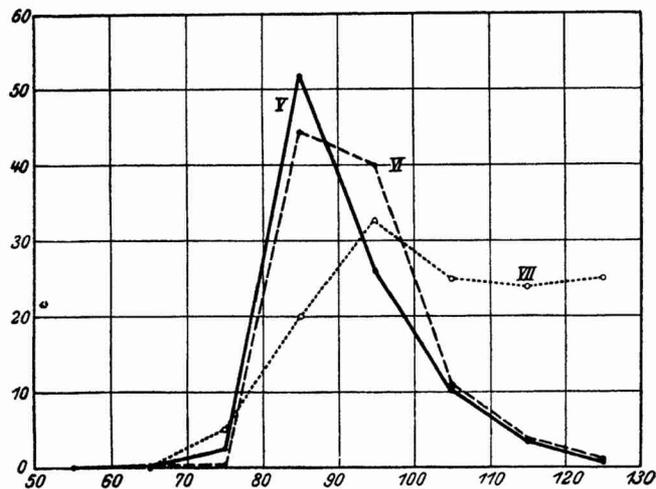


Abbildung 80.

V und VI Entwicklungsdauer schwarzäugiger (V) und rotäugiger (VI) F_2 -Tiere.
VII Prozentsatz rotäugiger Tiere in aufeinander folgenden Zehntageabschnitten.
Abszisse und Ordinate wie in Abb. 78. (Vgl. Tab. 52, Nr. 3.)

sinkt ihre Häufigkeit wieder auf 25 %, und von nun an bleibt sie ungefähr auf dieser Höhe. Diese Erscheinung steht in Zusammenhang mit der schon früher (S. 193) erwähnten Tatsache, daß in der Gesamtheit der geschlüpften Tiere die Häufigkeit der Rotäugigen etwas hinter der Erwartung von $\frac{1}{4}$ zurückbleibt. Das beobachtete Spaltungsverhältnis betrug statt 3 : 1 für das Verhältnis von Schwarzäugigen zur Rotäugigen 3,07 : 0,93 (Tab. 49). Das Fehlen rotäugiger Tiere in F_2 beruht offenbar in erster Linie auf einem Ausfall unter den zuletzt schlüpfenden Tieren, da am Ende der Schlüpfzeit nicht so viele Rotäugige erscheinen als nötig sind, um das Zurückbleiben hinter der Erwartung in den ersten Dekaden

auszugleichen. Grundsätzlich dieselbe Erscheinung zeigt sich auch bei einem Vergleich der Entwicklungszeiten von Schwarz- und Rotäugigen, welche gleichzeitig in der Rückkreuzung schlüpfen (Tab. 52, Nr. 4, Abb. 81). Die Differenz der Entwicklungszeiten beträgt hier 3,3 Tage. Ein Vergleich der Anzahlen Schwarzäugiger und Rotäugiger, die in den einzelnen Dekaden schlüpfen, zeigt auch hier, daß nach anfänglichem Fehlen der Rotäugigen ihre Häufigkeit zwischen dem 70. und 80. Tag über der Erwartung von 50 % liegt (Kurve X). In diesem Fall schlüpfen auch bis zuletzt

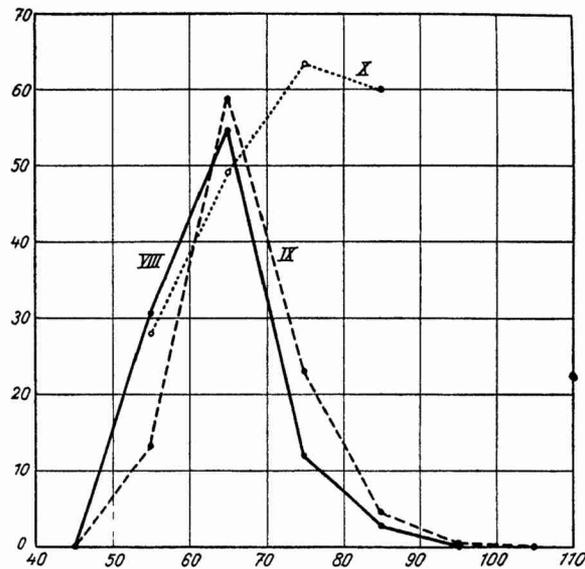


Abbildung 81.

VIII und IX Entwicklungsdauer schwarzäugiger (VIII) und rotäugiger (IX) Tiere aus der Rückkreuzung von F_1 -Bastarden der Kreuzung Schwarzäugig \times Rotäugig mit Rotäugigen. IX Prozentsatz rotäugiger Tiere in aufeinander folgenden Zehntageabschnitten. Abszisse und Ordinate wie in Abb. 78. (Vgl. Tab. 52, Nr. 4.)

in jeder Dekade mehr Rotäugige als der Erwartung von 50 % entspricht, aber doch nicht genug, um den Ausfall am Beginn der Schlüpfzeit wettzumachen. Auch hier fehlen also Rotäugige, und zwar vermutlich wieder in erster Linie unter den zuletzt schlüpfenden Tieren.

Diese Erscheinung läßt die Differenz zwischen den Entwicklungszeiten Schwarz- und Rotäugiger, wenn sie durch einen Vergleich der Mittelwerte ausgedrückt wird, geringer erscheinen als sie in Wahrheit ist, denn wenn von den am langsamsten sich entwickelnden Rotäugigen nicht ein Teil vorzeitig abstürbe sondern

zum Schlüpfen käme, so würde die Berechnung der mittleren Entwicklungszeit der Rotäugigen einen noch höheren Wert ergeben als der tatsächlich gefundene.

Da der Faktor *a* außer der Augenfarbe auch die Entwicklungszeit beeinflusst, fragt es sich, ob das gleiche auch für den Faktor *t* für transparente Augenfarbe gilt. In Tab. 52, Nr. 5 und Abb. 82 sind daher die Entwicklungszeiten für Rotäugige und Transparentäugige verglichen. Da ja beide den Faktor *a* homozygot führen, unterscheiden sie sich nur in dem Faktor *t*. Die mittlere Entwicklungszeit der Transparentäugigen ist um ein geringes, nämlich

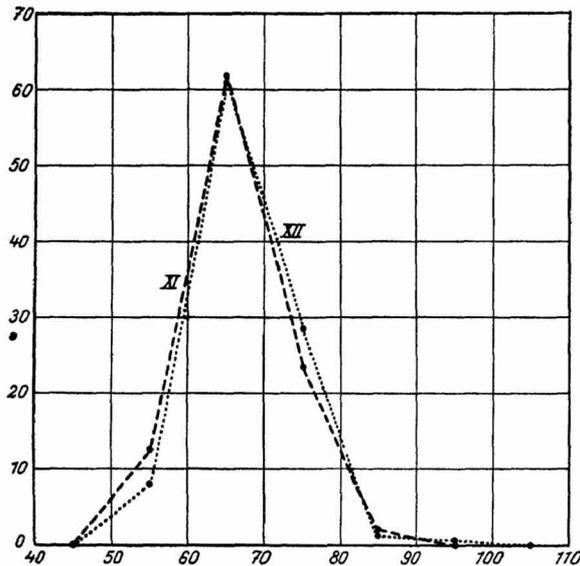


Abbildung 82.

Entwicklungsdauer rotäugiger (XI) und transparentäugiger Tiere (XII) aus der Rückkreuzung von F_1 -Bastarden der Kreuzung Rotäugig \times Transparentäugig mit Transparentäugigen. Abszisse und Ordinate wie in Abb. 78. (Vgl. Tab. 52, Nr. 5.)

1,1 Tage größer als die der Rotäugigen, und der Unterschied ist nicht einmal bei Berücksichtigung des doppelten mittleren Fehlers gesichert. Ferner sind in Tab. 52, Nr. 6 und Abb. 83 die Entwicklungszeiten von Schwarz-, Rot- und Transparentäugigen verglichen, die gemeinsam in einer Rückkreuzung von Bastarden der Kreuzung Schwarzäugig \times Transparentäugig mit transparentäugigen Tieren schlüpften. Die Rotäugigen haben hier eine um 1,6 Tage längere Entwicklungszeit als die Schwarzäugigen, während die Entwicklungszeiten für Rot- und Transparentäugige nur um 0,1 Tage, also praktisch nicht differieren. Das gleiche Bild ergibt

sich schließlich auch, wenn eine größere Anzahl von Zuchten, in denen Tiere mit verschiedenen Augenfarben schlüpften, zusammengefaßt werden (Tab. 52, Nr. 7). Hier entwickelten sich im Mittel die Rotäugigen um 1,8 Tage langsamer als die Schwarzäugigen, die Transparentäugigen aber nur um 0,4 Tage langsamer als die Rotäugigen. Der erste Unterschied ist statistisch gesichert, der zweite trotz des großen Zahlenmaterials nicht. Die hier vorgenommene Zusammenfassung ist freilich wegen der nicht gleichartigen Zuchtbedingungen nur unter Vorbehalt möglich. Das Resultat ist jedoch ganz das gleiche wie es schon vorher gewonnen wurde. Danach wird der Unterschied der Entwicklungszeit der Trans-

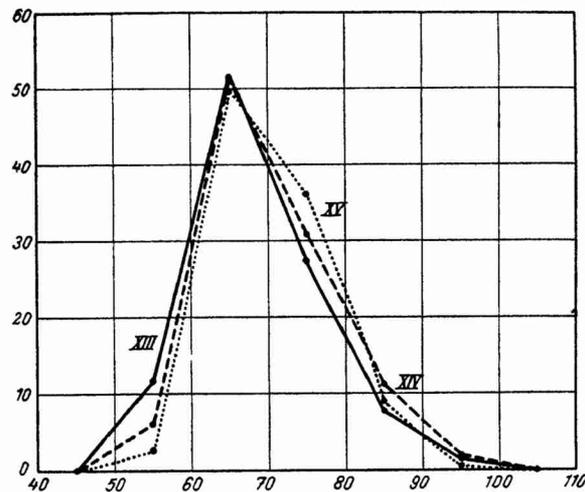


Abbildung 83.

Entwicklungsdauer schwarzäugiger (XIII), rotäugiger (XIV) und transparentäugiger Tiere (XV) aus der Rückkreuzung von F_1 -Bastarden der Kreuzung Schwarzäugig \times Transparentäugig mit Transparentäugigen. Abszisse und Ordinate wie in Abb. 78. (Vgl. Tab. 52, Nr. 6.)

parentäugigen von der der Schwarzäugigen allein oder doch ganz überwiegend durch den Faktor a bestimmt, den sie mit den Rotäugigen gemeinsam haben. Der Faktor t beeinflusst die Entwicklungszeit kaum oder garnicht.

Der Faktor t steht nun aber in einer anderen sehr bemerkenswerten Beziehung zu dem Faktor a . Bei Behandlung der Kreuzung zwischen Schwarzäugigen und Rotäugigen (Aufsatz X, S. 193) und ferner bei Untersuchung der Entwicklungsgeschwindigkeit dieser beiden Typen (S. 201) wurde bereits darauf hingewiesen, daß bei Spaltung zwischen Schwarz- und Rotäugigen die Häufigkeit der zweiten etwas hinter der Erwartung zurückbleibt zu Gunsten der

Häufigkeit der Schwarzäugigen. Dies zeigt sich an den Kontrollzahlen für F_2 und für die Rückkreuzung mit Rotäugigen nach der Kreuzung Schwarzäugig \times Rotäugig (Tab. 49) sowie an den Kontrollzahlen für alle aus der Kreuzung Schwarzäugig \times Transparentäugig hervorgehenden Kreuzungszuchten, in denen gleichzeitig Schwarz- und Rotäugige schlüpfen. Die für Rotäugigkeit homozygoten Tiere sind also gegenüber Schwarzäugigen in ihrer Vitalität herabgesetzt. Dagegen sind nun aber die *Transparentäugigen den Rotäugigen in ihrer Vitalität durchgehend überlegen*. Dies läßt sich aus den Kontrollzahlen aller derjenigen Kreuzungen in Tab. 50 und 51 entnehmen, in denen gleichzeitig Rot- und Transparentäugige auftreten. Übersichtlicher zeigt sich dies überraschende Resultat in Tab. 53. Hier ist für alle Kreuzungen, in denen

Tabelle 53.

Abweichungen von den idealen Spaltzahlen nach Kreuzung von Tieren verschiedener Augenfarben.

		Beobachtung — Erwartung in % der Erwartung für Augenfarbe			n	
		schwarz	rot	transparent		
schwarz- äugig \times rotäugig	F_2	+ 2,3	— 6,9		6763	
	$F_1 \times$ rotäugig	+ 3,4	— 3,4		2037	
rotäugig \times transparent- äugig	F_2		— 3,0	+ 8,9	279	
	$F_1 \times$ transparent- äugig		— 0,3	+ 0,3	1192	
schwarz- äugig \times transparent- äugig	F_2	+ 1,1	— 3,8	— 0,9	711	
	$F_1 \times$ transparent- äugig	+ 8,3	— 9,4	— 7,1	848	
	schwarz- äugig aus R \times transpa- rentäugig	1. Gruppe	— 1,0	— 7,1	+ 9,0	624
		2. Gruppe	— 2,2		+ 2,2	1194

gleichzeitig Vertreter verschiedener Augenfarbentypen schlüpfen, angegeben, wie stark die Beobachtung für jeden einzelnen Typus von der Erwartung abweicht. Um vergleichbare Werte zu erhalten, sind sämtliche Angaben in % der Erwartung ausgedrückt. Ein positiver Wert bedeutet einen Überschuß, ein negativer ein Zurückbleiben der Beobachtung gegenüber der Erwartung. Die verringerte Vitalität der Rotäugigen spricht sich hier sehr klar darin aus, daß ihre Anzahl in sämtlichen Kreuzungen ohne Aus-

nahme hinter der Erwartung zurückbleibt. Die Transparentäugigen dagegen zeigen in 4 von 6 Kreuzungen einen Überschuß gegenüber der Erwartung. In den 2 Kreuzungen, in denen ihre Häufigkeit hinter der Erwartung zurückbleibt, ist ihr Fehlbetrag immer noch erheblich geringer als bei den gleichzeitig schlüpfenden Rotäugigen und kommt allein den Schwarzäugigen der gleichen Zuchten zugute. Im Ganzen sind aber die Transparentäugigen selbst den Schwarzäugigen gegenüber kaum im Nachteil, denn unter den 4 Kreuzungen, in denen gleichzeitig Schwarz- und Transparentäugige schlüpfen, sind nur zweimal die Schwarzäugigen auf Kosten der Transparentäugigen gegenüber der Erwartung vermehrt, und in den beiden anderen Kreuzungen ist das umgekehrte der Fall.

Sämtliche Kreuzungen ergeben also übereinstimmend das Bild, daß *die Rotäugigen den Schwarzäugigen gegenüber in ihrer Vitalität beträchtlich herabgesetzt sind, die Transparentäugigen dagegen nicht oder höchstens in wesentlich geringerem Maß*. Hiermit steht die bei der Zuchtführung gemachte Erfahrung in Einklang, daß die transparentäugigen Tiere sich erheblich leichter fortzuchten lassen als die rotäugigen.

Wie im Aufsatz X (S. 195 f.) nachgewiesen wurde, führen die Transparentäugigen ebenso wie die Rotäugigen den Faktor a in homozygotem Zustand. Die Konstitution aa bedingt aber bei den Rotäugigen und allein bei diesen eine Herabsetzung der Vitalität. Bei den Transparentäugigen muß diese Wirkung nahezu oder ganz aufgehoben sein durch den Hinzutritt des Faktors t in homozygotem Zustand.

Dieser Befund ist deshalb bemerkenswert, weil er beweist, daß *das Auftreten einer Mutation nicht unter allen Umständen eine Schädigung ihrer Träger zur Folge hat*. Es ist zwar nicht bekannt, wie die Konstitution tt bei schwarzäugigen Tieren wirkt, da diese Tiere bis jetzt nicht unterschieden werden können von solchen Schwarzäugigen, die für T homozygot oder im T -Faktor heterozygot sind. Es ist nicht ausgeschlossen, daß sie gleichfalls in ihrer Vitalität herabgesetzt sind. Sicher ist aber, daß die Anwesenheit des mutierten Faktors t in homozygotem Zustand der schädigenden Wirkung der Konstitution aa entgegenwirkt. In dem am auffälligsten durch die Faktoren a und t betroffenen Merkmal, der Augenfarbe, hat der Faktor t insofern eine gleichsinnige Wirkung wie der Faktor a , als er die Abweichung der Pigmentierung von der Norm noch weiter steigert. Daneben müssen aber noch andere Wirkungen dieser beiden Faktoren vorhanden sein, die so miteinander verknüpft sind, daß *der Faktor t ein durch den Faktor a gestörtes Gleichgewicht wiederherstellen kann*.

Diese Wirkung kann nicht in der Beeinflussung der Entwicklungsgeschwindigkeit bestehen, da der Faktor t wie oben (S. 202 f.) gezeigt, die Entwicklungszeit unverändert läßt. Oben (S. 201 f.) wurde bemerkt, daß das Fehlen von Rotäugigen gegenüber Schwarzäugigen in spaltenden Zuchten wohl in erster Linie auf einem Ausfall bei den zuletzt schlüpfenden Rotäugigen beruht. Diese Erscheinung könnte darauf hindeuten, daß die Verlangsamung der Entwicklung unmittelbar die Ursache des Fehlens von Rotäugigen wäre. Diejenigen Tiere einer Zucht, die sich am langsamsten entwickeln, finden gegen Ende ihrer Raupenzeit infolge von Futterkonkurrenz und Ansammlung von Stoffwechselprodukten (s. S. 50) ungünstigere Lebensbedingungen als die rascher entwickelten. Infolgedessen sind die Aussichten, ihre Entwicklung zu beenden, für sie geringer, und zwar zunächst ganz unabhängig von ihrem Genotypus. Wenn nun mit Eintritt der ungünstigen Bedingungen ein Genotypus mit einem höheren Prozentsatz noch auf dem Raupenstadium steht als seinem Anteil an der Zusammensetzung der Gesamtpopulation entspricht, so wird seine Häufigkeit bei der Aufrechnung des Gesamtergebnisses auch dann hinter der Erwartung zurückbleiben, wenn von seinen Vertretern auch nur der gleiche Prozentsatz ausgeschaltet wird, wie von denen des anderen. Diese Möglichkeit läßt sich nun auf Grund der Untersuchung der Transparentäugigen ausschließen. Bei diesen ist nämlich die Verringerung der Vitalität, die durch den Faktor a bedingt wird, aufgehoben, ohne daß die Entwicklung beschleunigt ist. Die Verlangsamung der Entwicklung bei den Rotäugigen kann also nicht die unmittelbare Ursache dafür sein, daß sie in spaltenden Zuchten in zu geringer Zahl vertreten sind. Es muß vielmehr angenommen werden, daß *der Faktor a in homozygotem Zustand außer der Entwicklungsverzögerung eine Schwächung der Gesamtkonstitution bedingt*, welche ihre Träger besonders in dem verschärften Konkurrenzkampf am Ende der Entwicklungszeit benachteiligt. *Diese Wirkung wird durch den Hinzutritt des Faktors t aufgehoben.*

Für den Faktor b , welcher in homozygotem Zustand *schwarze Schuppenfarbe und Herabsetzung der Vitalität* bedingt (vgl. S. 52), kommt eine Erklärung für den Ausfall eines Teiles der homozygot Rezessiven durch eine verzögerte Entwicklung von vornherein nicht in Betracht, da dieser Faktor ja eine geringe Beschleunigung der Entwicklung bedingt. Worauf die Herabsetzung der Vitalität in diesem Fall beruht, muß daher ebenfalls noch unentschieden bleiben.

Das *Fehlen schwarzschruppiger Tiere gegenüber wildfarbigen* konnte

früher (S. 52) nur für F_2 , nicht aber in der Rückkreuzung statistisch gesichert werden. Wir hielten dies zunächst für zufällig. In dem recht umfangreichen neu gezüchteten Material tritt jedoch wieder eine Verschiedenheit zwischen F_2 und Rückkreuzung in gleichem Sinne hervor (Tab. 54). Hier erhielten wir in 20 F_2 -

Tabelle 54.

 Kreuzung Wildfarbig \times Schwarz, neu gewonnenes Material.

	Anzahl			Schuppen	
	Zuchten	Individuen		wildfarbig	schwarz
F_2	20	3972	absolut	3046	926
			Kontrollzahl	3,07	0,93
			Erwartung \pm mE	$3 \pm 0,03$	$1 \pm 0,03$
$F_1 \times$ schwarz	9	1415	absolut	705	710
			Kontrollzahl	1,00	1,00
			Erwartung \pm mE	$1 \pm 0,03$	$1 \pm 0,03$

Zuchten mit zusammen fast 4000 Individuen ein Spaltungsverhältnis zwischen Wildfarbigen und Schwarzen von 3,07 : 0,93, in der Rückkreuzung unter mehr als 1400 Tieren aus 9 Einzelzuchten dagegen das Verhältnis von 1,00 : 1,00. Diese Beobachtung veranlaßte uns, das gesamte bisher von WHITING¹⁾ und von uns gewonnene Zahlenmaterial zu dieser Kreuzung zusammenzufassen, welches jetzt mehr als 20000 Individuen umfaßt (Tab. 55). Wiederum zeigt sich, daß die Abweichung der Kontrollzahlen von der Erwartung in F_2 erheblich größer ist als in der Rückkreuzung. In F_2 ist sie mit 0,08 viermal so groß, in der Rückkreuzung mit 0,02 nur doppelt so groß wie der zugehörige mittlere Fehler der Erwartung mE. Daß diese beiden Abweichungen von der Erwartung verschieden sind, läßt sich statistisch sichern. In F_2 beträgt die Erwartung für Schwarz $\frac{1}{4}$ der Gesamtheit von 12524 Tieren, also 3131. An dieser Zahl fehlen, da nur 2873 beobachtet sind, 258 = 8,23 %. Der dreifache mittlere Fehler dieses Wertes beträgt 1,47 %, der wahre Prozentsatz fehlender Schwarzer liegt also für F_2 innerhalb des Spielraumes $8,23 \pm 1,47$ % = 6,76—9,70 %. Der entsprechende

1) Angef. S. 19. Vgl. S. 52.

Tabelle 55.

Kreuzung Wildfarbig \times Schwarz, Gesamtheit des von WHITING und uns bisher gewonnenen Materials.

	Anzahl der Individuen		Schuppen	
			wildfarbig	schwarz
F ₂	12 524	absolut	9651	2873
		Kontrollzahl	3,08	0,92
		Erwartung \pm mE	3 \pm 0,02	1 \pm 0,02
F ₁ \times schwarz	8 296	absolut	4223	4073
		Kontrollzahl	1,02	0,98
		Erwartung \pm mE	1 \pm 0,01	1 \pm 0,01

Spielraum für den Prozentsatz fehlender Schwarzer in der Rückkreuzung ist nach Berechnung aus den in den Tabellen angeführten Werten $1,81 \pm 0,63 \%$ = 1,18—2,44 %. Die beiden Spielräume berühren sich nicht annähernd, sondern liegen weit auseinander. In Tab. 56 ist das gesamte Material noch einmal, je für F₂ und Rückkreuzungen getrennt, in drei Gruppen zerlegt, nämlich in die von WHITING und die von uns früher und jetzt gemachten Erhebungen. In jeder der drei Gruppen kehrt der *Unterschied zwischen F₂ und Rückkreuzung* im gleichen Sinne wieder. Er ist also auf jede mögliche Weise gesichert.

Tabelle 56.

Kreuzung Wildfarbig \times Schwarz; Trennung des Gesamtmateriale in verschiedene Gruppen.

		F ₂			F ₁ \times schwarz		
		n	Kontrollzahl		n	Kontrollzahl	
			wildfarbig	schwarz		wildfarbig	schwarz
WHITING 1927		5 684	3,08	0,92	5 348	1,02	0,98
Eigene Beobachtung	Tab. 11, S. 52	2 868	3,10	0,90	1 533	1,02	0,98
	Tab. 54, S. 207	3 972	3,07	0,93	1 415	1,00	1,00
Summe		12 524	3,08	0,92	8 296	1,02	0,98

In einer Rückkreuzung, in der Schwarze nur mit Heterozygoten zusammen schlüpfen, bleibt die Anzahl der Schwarzen also in wesentlich geringerem Maße hinter der Erwartung von $\frac{1}{2}$ zurück als in einer F_2 , in der neben den Schwarzen die gleiche Zahl von homozygot Wildfarbigen und die doppelte Zahl von Heterozygoten zu erwarten ist, hinter der Erwartung von $\frac{1}{4}$. Diese Erscheinung kann nur darauf beruhen, daß *außer den Schwarzen auch die Heterozygoten in ihrer Vitalität herabgesetzt sind, und zwar nahezu in gleichem Maße*. Eine Rückkreuzung muß dann annähernd das Verhältnis 1,00:1,00 ergeben. Da die Heterozygoten natürlich auch in F_2 fehlen, wo sie von den homozygot Wildfarbenen äußerlich nicht zu unterscheiden sind, kommt der Überschuß an Wildfarbigen hier fast allein auf Rechnung der Homozygoten. Es fehlen also in Wahrheit in F_2 viel mehr Schwarze als aus einem Vergleich ihrer Häufigkeit mit der Anzahl sämtlicher Wildfarbenen in F_2 hervorgeht. Aus der Rückkreuzung ergibt sich, daß bei ursprünglich gleicher Häufigkeit $\frac{4223}{4073} = 1,04$ mal so viel Heterozygote wie Schwarze überleben. Da in F_2 ursprünglich doppelt so viele Heterozygote wie Schwarze vorhanden sind, müssen hier den 2873 Schwarzen $2 \cdot 1,04 = 2,08$ mal so viel, also 5976 Heterozygote gegenüberstehen. Bringt man diese Zahl von den in F_2 beobachteten 9651 Wildfarbenen in Abzug, so bleiben 3675 homozygot Wildfarbene. Gegenüber dieser Zahl, die als die ursprüngliche Häufigkeit auch der Schwarzen anzusehen ist, fehlen den 2873 Schwarzen 802 Tiere oder 22%. Während demnach von den Schwarzschruppigen nur 78% zum Schlüpfen kommen, entwickeln sich von den Heterozygoten 1,04 mal so viel, also 81% zum Falter. Bei ihnen fehlen somit 19%.

Diese Überschlagsrechnung zeigt also, daß die Heterozygoten in ihrer Lebensfähigkeit fast genau so stark herabgesetzt sind wie die homozygot Schwarzschruppigen. *Der Faktor b, welcher in seiner Wirkung auf die Beschuppung vollkommen rezessiv ist, verhält sich in der Beeinflussung eines anderen Merkmals, nämlich der Vitalität, fast vollständig dominant.*

Das Faktorenpaar B/b ist mit dem Faktorenpaar A/a , welches gleichfalls die Vitalität beeinflusst, frei kombinierbar. Die F_1 der Kreuzung Schwarzäugig-Schwarzschruppig \times Rotäugig-Wildfarben ergab in 5 Einzelzuchten 577 Individuen, welche entsprechend den bereits bekannten Dominanzverhältnissen sämtlich schwarzäugig-wildfarben waren. In F_2 tritt eine *dihybride Spaltung* ein, da die Spaltzahlen sich dem Verhältnis 9:3:3:1 annähern. Das gegenüber unserer

Tabelle 57.

F₂ der Kreuzung Schwarzäugig—Schwarzschuppig × Rotäugig—Wildfarben.

Anzahl			wildfarbig 1 BB + 2 Bb		schwarzschuppig 1 bb	
Zuchten	Individuen		schwarz- äugig	rotäugig	schwarz- äugig	rotäugig
19	3 958	absolut	2 338	698	719	203
		Kontrollzahl	9,46	2,82	2,90	0,82
		Erwartung ± mE	9 ± 0,13	3 ± 0,10	3 ± 0,10	1 ± 0,06
		Beobachtung - Erwartung in % der Erwartung	+ 5,1	- 6,1	- 3,2	- 18,1

Mitteilung von 1930 vermehrte Zahlenmaterial ist in Tab. 57 zusammengestellt. Beide einfach rezessiven Typen bleiben entsprechend der Herabsetzung der Vitalität durch die Konstitution *bb* bzw. *aa* hinter der Erwartung zurück, und zwar die Schwarzschuppig-Schwarzäugigen um 3,2 %, die Wildfarbig-Rotäugigen um 6,1 %. Bei den doppelt Rezessiven *aabb* fehlen 18,1 % gegenüber der Erwartung. *Die schädigenden Wirkungen der beiden rezessiven Faktoren b und a scheinen sich also nicht nur zu addieren, sondern sogar gegenseitig zu steigern.* In der Rückkreuzung doppelt Heterozygoter mit doppelt Rezessiven (Tab. 58) ist unter den einfach Rezessiven

Tabelle 58.

Rückkreuzung von F₁ der Kreuzung Schwarzäugig—Schwarzschuppig × Rotäugig—Wildfarben mit doppelt Rezessiven (Rotäugig—Schwarzschuppig).

Anzahl			wildfarbig Bb		schwarzschuppig bb	
Zuchten	Individuen		schwarz- äugig	rotäugig	schwarz- äugig	rotäugig
5	1 051	absolut	267	260	278	246
		Kontrollzahl	1,01	0,99	1,06	0,94
		Erwartung ± mE	1 ± 0,05	1 ± 0,05	1 ± 0,05	1 ± 0,05
		Beobachtung - Erwartung in % der Erwartung	+ 1,6	- 1,1	+ 5,8	- 6,4

nur für die Rotäugigen, nicht aber für die Schwarzschuppigen mit einem Zurückbleiben hinter der Erwartung zu Gunsten der doppelt Heterozygoten zu rechnen, da ja die heterozygot Wildfarbenen in ihrer Vitalität nicht wesentlich besser gestellt sind als die homozygot Schwarzen. Für die Summe der Kontrollzahlen aller Wildfarbigen einerseits, aller Schwarzschuppigen andererseits ist daher annähernd das Verhältnis 2,00 : 2,00 zu erwarten. Es ist, wie die Werte der Tabelle zeigen, genau verwirklicht. Innerhalb der Gruppe der Schwarzschuppigen zeigt sich auch an diesem nicht sehr großen Material ein Zurückbleiben der Rotäugigen hinter der Erwartung zugunsten der Schwarzäugigen. Bei den Wildfarbigen sind die Abweichungen von den idealen Spaltzahlen für die Augenfarbe zwar nur ganz gering, sie liegen aber jedenfalls in der gleichen Richtung wie bei den Schwarzschuppigen.

Ergebnisse.

Unter gewissen Zuchtbedingungen entwickeln sich die Weibchen langsamer als die Männchen. Durch den Faktor *b*, welcher schwarze Schuppenfarbe bedingt, wird die Entwicklung beschleunigt, durch den Faktor *a*, welcher rote Augen verursacht, verzögert. Die Entwicklungszeit der Transparentäugigen, welche die Faktoren *a* und *t* homozygot führen, wird allein durch *a*, nicht durch *t* bedingt.

Dagegen ist die Vitalität, welche durch Anwesenheit des Faktors *a* herabgesetzt wird, bei den Transparentäugigen ganz oder nahezu normal. Der Faktor *t* stellt also ein durch den Faktor *a* gestörtes Gleichgewicht wieder her.

Der Faktor *b*, welcher in seiner Wirkung auf die Schuppenfarbe vollkommen rezessiv ist, verhält sich in seiner Beeinflussung der Vitalität fast vollständig dominant.

XII. Zwei Flügelmißbildungen.

Unter den verschiedenen Mißbildungen, die bisher in unseren Zuchten aufgetreten sind, sollen hier zwei kurz beschrieben werden, weil sie besonderes entwicklungsphysiologisches Interesse bieten.

Abb. 84a zeigt ein Tier, welches zugleich mit mehreren normalen in einer Zucht schlüpfte, die den Faktor *b* führte (vgl. S. 52). Beide Vorderflügel und der linke Hinterflügel sind typisch ausgebildet. Dagegen findet sich *anstelle des rechten Hinterflügels* eine Bildung, die ihrer schlanken Form und der dunklen Beschuppung nach deutlich als *Vorderflügel* zu erkennen ist. Das Zeichnungsmuster ist ziemlich verwaschen, zeigt aber soweit es zu erkennen ist nichts außergewöhnliches. Am Außen- und Hinterrand ist vermutlich beim Schlüpfen ein Stück des Flügels herausgerissen. Da der Flügel nicht ganz glatt ausgebreitet ist, ließ sich das Geäder nicht genau untersuchen.

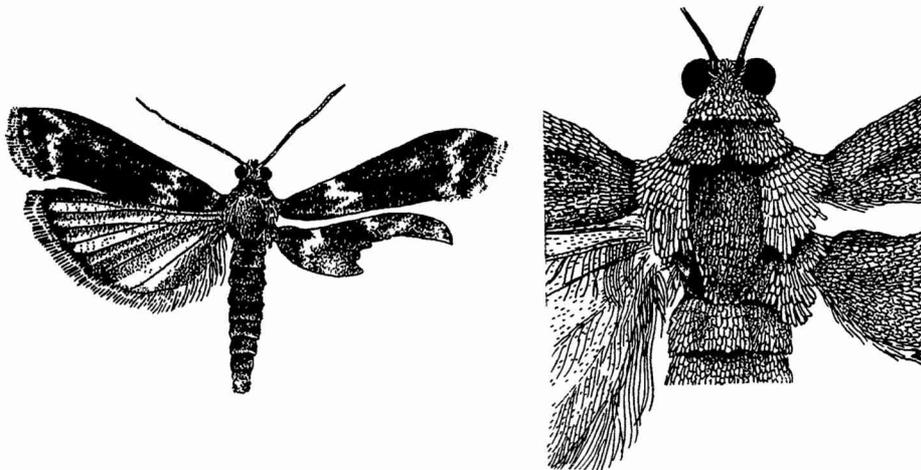


Abbildung 84.

Heteromorphose bei einem *bb*-Tier: Ersatz des rechten Hinterflügels durch einen Vorderflügel. a: ganzes Tier. b: Thoraxregion; außer dem Vorderflügel trägt der Metathorax auch eine Schulterdecke.

Wie Abb. 84b zeigt, ist nicht nur der Flügel auf der rechten Seite des Metathorax wie ein mesothoracaler Flügel ausgebildet, sondern an seiner Basis findet sich auch eine normalerweise nur am Vorderrand des Mesothorax vorkommende *Schulterdecke*. Die Ausbildung von mesothoracalen Charakteren im Gebiet des Meta-

thorax ist hier also nicht auf den Flügel beschränkt, sondern tritt auch am Thorax selbst auf.

Da es sich um eine Ausbildung typischer Gewebe und Organe an atypischer Stelle handelt, fällt diese Erscheinung unter den Begriff der *Heteromorphosen*. Der Ersatz eines Gliedes einer Reihe homologer (homonomer) Organe durch ein anderes Glied dieser Reihe, in diesem Fall eines Hinterflügels durch einen Vorderflügel, wäre nach der von BATESON¹⁾ gegebenen Terminologie als *Homoeosis* zu bezeichnen. COCKAYNE²⁾ hat zahlreiche Fälle bei Insekten aus der Literatur zusammengestellt und neu beschrieben. Er führt auch Fälle von Ersatz eines Hinterflügels durch einen Vorderflügel an, der besonders bei *Zygaenen* häufiger zu sein scheint, und bildet einen solchen Fall für *Zygaena filipendula* ab. Manchmal zeigt der an abnormer Stelle auftretende Vorderflügel gewisse Charaktere des Hinterflügels, die sich z. T. auf Platzmangel in der Puppe zurückführen lassen sollen, in einem Fall aber auch die Ausbildung einer Haftborste. In unserem Fall wurde am *Metathorax* außer dem Vorderflügel auch eine Schulterdecke ausgebildet. Der Ersatz eines ganzen Flügels und nur eines solchen durch Bildungen eines anderen Segmentes stellt also nur einen Sonderfall einer größeren Gruppe von Erscheinungen dar, für die der von uns beobachtete Fall ein Beispiel bildet.

Wodurch der von uns beobachtete Fall bedingt war, ist unbekannt. Ähnliche Erscheinungen können im Experiment durch äußere Einwirkungen, z. B. Amputation mit nachfolgender Regeneration zustande kommen. Ferner sind entsprechende Mutationen bekannt, z. B. bei *Drosophila* beinartige Ausbildung der Antenne. Bei der rezessiven Mutation *Bithorox* ähnelt der *Metathorax* mit seinen Anhängen in wechselndem Grade und manchmal nur einseitig dem *Mesothorax*. Dieser Fall erinnert besonders stark an den von uns bei *Ephestia* beobachteten.

Die zweite Mißbildung trat, ebenfalls nur in einem Fall, in einem wildfarbigen Stamm auf. Bei dem in Abb. 85 wiedergegebenen Tier sind beide Hinterflügel und der rechte Vorderflügel normal ausgebildet. Der linke Vorderflügel ist um rund 10 % kürzer als der rechte, und hinter ihm findet sich ein etwa halb so großer überzähliger Flügel. Da er nicht ganz ausgestreckt ist, läßt sich seine Länge nicht genau bestimmen.

1) BATESON, W., Materials for the study of variation. London 1894.

2) COCKAYNE, E. A., Homoeosis and heteromorphosis in Insects. Transact. Entom. Soc. London 74. 1926; hier weitere Literatur. Ferner Nachträge zu dieser Arbeit in: Insect Teratology. Ebenda 78. 1930.

Abb. 86 a zeigt bei stärkerer Vergrößerung das *Zeichnungsmuster* der beiden abnormen Flügel. In Abb. 86 b ist das Muster in der Weise der Abb. 1 b (S. 6) schematisch eingetragen, wobei auch die beiden von KÖHLER¹⁾ genauer beschriebenen Wurzelflecken W_1 und W_2 berücksichtigt sind. Der vordere der beiden Flügel zeigt im Außenteil des Hinterrandes eine schuppenlose Strecke. Diese „Glasflügeligkeit“ ist erblich bedingt und tritt häufig einseitig auf. Sie ist früher (S. 74 ff.) auf ihren Erbgang und ihre Manifestationsbedingungen untersucht worden. Abgesehen von den schuppenlosen Teilen ist das Muster normal. Der überzählige Flügel zeigt deutliche Teile eines Vorderflügel-musters, deren Homologisierung aus den Signaturen und Bezeichnungen der Abb. 86 b (vgl. hierzu Abb. 1 b S. 6) zu ersehen ist. Von den Hauptbestand-

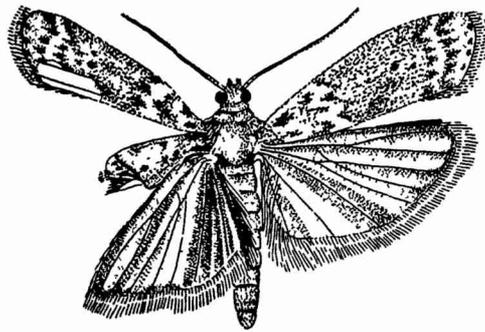


Abbildung 85.

Tier mit symmetrischer Doppelbildung des linken Vorderflügels.

teilen des Musters ist nur DI nicht zu erkennen. Offenbar ist diese Binde unter der an ihrem Ort liegenden Falte verdeckt. Die Lage des Schattens S_4' an dem nach vorn gekehrten Rand zeigt, daß der überzählige Flügel gemeinsam mit dem vor ihm liegenden eine *symmetrische Doppelbildung aus zwei spiegelbildlichen Komponenten* darstellt.

Nach dem hinten gelegenen morphologischen Vorderrand des überzähligen Flügels zu fehlt das Muster. Dies ist besonders an den Mittelflecken zu erkennen, von denen nur M_2 vorhanden ist, während M_1 , der an der vorderen Komponente deutlich ist, fehlt.

Diese Eigentümlichkeit des Musters ist verknüpft mit verschiedenen *strukturellen Besonderheiten* am morphologischen Vorderrand des überzähligen Flügels, welche übereinstimmend zeigen, daß der Flügel in diesem Gebiet den Charakter eines Hinterflügels hat. Zunächst zeigt Abb. 86 a, daß in der Flügelspitze sehr lange *Fransen* ausgebildet sind, wie sie normalerweise am Vorderrand und in der Spitze des Hinterflügels stehn. Ferner ist nahe der Wurzel eine typische *Haftborste* vorhanden. Abb. 86 c zeigt ein normales linkes Flügelpaar von der Unterseite mit der am Vorderrand des Hinter-

1) KÖHLER, W., Angef. auf S. 162.

flügels nahe der Wurzel inserierten Haftborste, welche durch die stark vergrößerten Schuppen des Haftfeldes auf der Unterseite des Vorderflügels gleitend festgehalten wird und dadurch beide Flügel einer Seite in elastischer Verbindung hält. Abb. 86 a und b

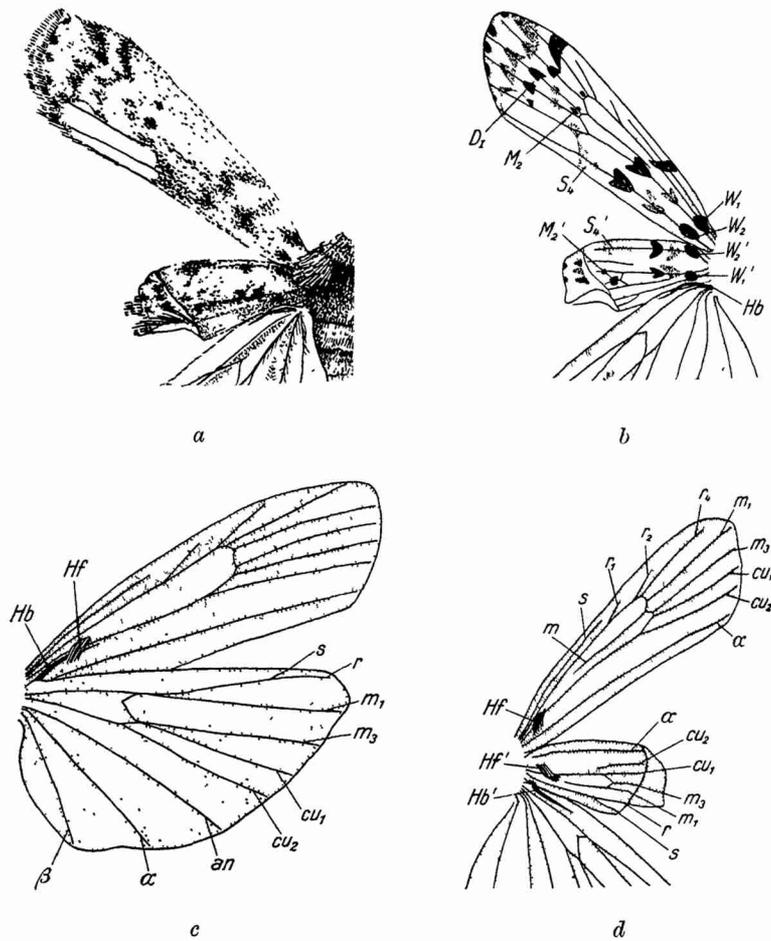


Abbildung 86.

a, b: symmetrische Doppelbildung des linken Vorderflügels von der Oberseite. In b ist das Muster schematisiert. Bezeichnungen der Musterteile wie in Abb. 1 b, S. 6. Ferner W_1 , W_2 Wurzelflecken. c: Normales linkes Flügelpaar, d: symmetrische Doppelbildung des linken Vorderflügels, beides von der Unterseite. Bezeichnungen des Geäders wie in Abb. 1 a, S. 6. Hb Haftborste, Hf Haftfeld.

zeigen bei Ansicht von oben die Haftborste des normalen linken Hinterflügels der Mißbildung, welche durch den eingeschobenen überzähligen Flügel von dem Haftfeld des zugehörigen Vorderflügels (Hf in Abb. 86 d) ferngehalten wird. Abb. 86 d zeigt die

Haftborste Hb' des überzähligen Flügels, der in seinem mittleren Abschnitt zugleich das für den Vorderflügel charakteristische Haftfeld Hf' trägt und sich dadurch besonders deutlich als Mischbildung aus Vorder- und Hinterflügel zu erkennen gibt.

Das Geäder (Abb. 86d) ist an dem vorderen der beiden abnormen Flügel typisch mit der Einschränkung, daß die distale Hälfte des Hauptstammes der Media innerhalb der Discoidalzelle erhalten ist. Diese Erscheinung ist bei Schmetterlingen häufig und deutet gemeinsam mit der zu geringen Größe des Flügels auf eine leichte Entwicklungshemmung. Das Geäder des überzähligen Flügels läßt sich am einfachsten mit der schon gesicherten Feststellung interpretieren, daß der hinten am Tier gelegene Randbezirk den Charakter eines Hinterflügelvorderrandes hat. Die am weitesten hinten liegende Ader ist gegabelt. Die vorderste Ader des Vorderflügels, nämlich die Subcosta, ist aber im typischen Fall stets ungegabelt, und wenn es sich hier um das Geäder eines Vorderflügels handelte, müßte man annehmen, daß die Subcosta fehlte. Wahrscheinlicher ist es, daß es sich hier um Teile eines Hinterflügelgeäders handelt, und daß der gegabelte Aderstamm aus der Subcosta und dem nicht weiter gegabelten Radius besteht, die proximal vereinigt und distal getrennt sind wie an dem typischen Hinterflügel (Abb. 86c). Der Rest des Geäders entspricht dem des Vorderflügels, nur ist durch Ausfall der Querverbindung zwischen Radius und Media die Discoidalzelle nicht völlig geschlossen und der hintere Gabelast des Cubitus (cu₂) in seinem basalen Teil unterdrückt. Der Hauptstamm der Media ist auch hier teilweise erhalten geblieben.

Es handelt sich also um eine *symmetrische Doppelbildung des linken Vorderflügels, bei der die kleinere, hintere Komponente an ihrem dem normalen Hinterflügel zugekehrten morphologischen Vorderrand die Eigenschaften eines Hinterflügels zeigt, also auch zum Hinterflügel symmetrisch ausgebildet ist.*

BATESON¹⁾ kam auf Grund seiner Zusammenstellung der vor ihm beschriebenen und der von ihm gesammelten Fälle von überzähligen Flügeln bei Schmetterlingen zu dem Ergebnis, daß solche Flügel stets seitenrichtig ausgebildet wären. Als erster hat dann COCKAYNE²⁾ festgestellt, daß drei Gruppen von überzähligen Flügeln bei Schmetterlingen vorkommen: I. Doppelbildungen aus zwei

1) Angef. auf S. 213.

2) COCKAYNE, E. A. London Naturalist 1921. — Extra wings in Lepidoptera. Transact. Entom. Soc. London 75, 1927. — Ferner Nachträge in der zweiten in Fußnote 2 S. 213 angeführten Arbeit.

seitenrichtigen Komponenten. II. Symmetrische Doppelbildungen. III. Dreifachbildungen, die den BATESONschen Symmetrieregeln folgen, indem die drei Komponenten in einer Ebene liegen und je zwei benachbarte sich wie Spiegelbilder zu einander verhalten. Fälle zu Gruppe I und III sind auch von HENKE und PREISS¹⁾ beschrieben worden. Innerhalb der Gruppe II unterscheidet COCKAYNE die Untergruppen IIa—d, je nachdem ob der accessorische Flügel vor, hinter, über oder unter dem ursprünglichen liegt. Unser Fall von *Ephestia* wäre hiernach der Untergruppe IIb zuzuordnen.

Symmetrische Verdoppelungen von Körperanhängen, besonders Extremitäten sind in vielen Tiergruppen häufig. In manchen Fällen steht fest, daß sie erblich bedingt sind, z. T. durch einfache Mendelfaktoren. Andererseits können sie durch Außeninflüsse hervorgerufen werden. An der Amphibienextremität entstehen sie häufig nach Transplantation von Extremitätenanlagen in bestimmten Orientierungen. Die Ursache der symmetrischen Ausbildung der Komponenten ist noch nicht geklärt. Das Vorkommen erblicher Fälle beweist, daß eine mechanische Verletzung zu ihrer Auslösung nicht immer notwendig ist.

Neu ist für Doppelbildungen an Schmetterlingsflügeln die Erscheinung, daß die *eine Komponente gleichzeitig Charaktere des Vorderflügels und des Hinterflügels zeigt*. Zu ihrer *Erklärung sind drei Möglichkeiten* in Betracht zu ziehn. Entweder die Ausbildung von Hinterflügelcharakteren am morphologischen Vorderrand der überzähligen Bildung hat mit der Nachbarschaft des normalen Hinterflügels nichts zu tun. Der Fall wäre dann den in großer Zahl bekannten Heteromorphosen an verschiedenen Teilen des Schmetterlingsflügels zuzurechnen, die COCKAYNE²⁾ zusammengestellt hat. Ist diese Nachbarschaftsbeziehung nicht zufällig, so könnte die Mischbildung aus einer Kombination von Teilen einer Vorderflügel- und einer Hinterflügelanlage hervorgegangen sein, welche vielleicht von den Anlagen der beiden benachbarten Flügel induziert oder abgesprengt waren. Für die letzte Annahme ist die schwache Ausbildung des Vorderflügels zu beachten, welcher den Hauptanteil für die überzählige Bildung beigesteuert hätte. Bei Amphibien ist bekannt, daß zusammengesetzte Extremitätenanlagen chimärische Extremitäten von einheitlicher Form bilden können³⁾.

1) HENKE, K. und J. PREISS, Über Naturfunde von Mehrfachbildungen an Schmetterlingsflügeln. Roux' Arch. 122. 1930.

2) Vgl. die beiden in Fußnote 2, S. 213 angeführten Arbeiten.

3) Vgl. die bei O. MANGOLD, Das Determinationsproblem II. Die paarigen

Schließlich könnte die Anlage des überzähligen Flügels ganz vom Vorderflügel stammen und in ihrem hinteren Teil durch einen induzierenden Einfluß der benachbarten Hinterflügelanlage zur Ausbildung von Hinterflügelcharakteren umgestimmt sein. Die Erscheinung wäre dann verwandt mit der von MANGOLD und SPEMANN¹⁾ beschriebenen homöogenetischen Induktion. Beim Amphibienkeim ist freilich nach RUUD²⁾ eine Umstimmung der Vorderextremitätenanlage zu Hinterextremität durch Transplantation an deren Ort nicht möglich. Die Extremitätenanlage entsteht anscheinend sogleich als fest determinierte Anlage einer Vorder- oder Hinterextremität. Die Angabe von KOLBOW³⁾, daß Beinmaterial durch eine Armanlage zur Armbildung gezwungen werden könne, ist wie MANGOLD⁴⁾ hervorgehoben hat, nicht bewiesen und durch die Resultate von RUUD widerlegt. Wohl aber kann nach RUUD die Anlage des normalerweise vierstrahligen Armes unter gewissen Bedingungen am Ort der Beinanlage einen fünfstrahligen Arm bilden, der jedoch nur in der Zahl der Strahlen einem Bein ähnelt und sonst in jeder Beziehung einen typischen Arm darstellt. Immerhin ist damit die Möglichkeit gegeben, daß eine Anlage gewisse Merkmale der anderen Extremität entwickelt. Im Gegensatz zu den embryonalen Anlagen lassen sich Regenerationsblasteme der Amphibienextremitäten durch Vertauschung sehr leicht zu ortsgemäßer Entwicklung umstimmen⁵⁾.

Wenn diese Erfahrungen an der Amphibienextremität sich auf den Schmetterlingsflügel anwenden lassen, wäre auf Grund des vorliegenden Falles von *Ephestia* zu folgern, daß entweder die Embryonalanlage des Schmetterlingsflügels labiler ist als die der Amphibienextremität, oder daß regenerative Prozesse bei der Ausbildung der Doppelbildung beteiligt waren. Immerhin sind Doppel-

Extremitäten der Wirbeltiere in der Entwicklung. *Ergebn. d. Biolog.* 5. 1929 zusammengestellte Literatur. Ferner SCHARRER, E., Über den Ursprung spiegelbildlicher Verdoppelungen an Amphibienextremitäten. *Sitzungsber. Ges. Morph. u. Physiol. München* 40. 1931.

1) MANGOLD, O. und H. SPEMANN, Über Induktion von Medullarplatte durch Medullarplatte im jüngeren Keim, ein Beispiel homöogenetischer oder assimilatorischer Induktion. *Roux' Archiv* 111. 1927.

2) RUUD, G., Heteronom-orthotopische Transplantationen von Extremitätenanlagen bei Axolotlembryonen. *Roux' Archiv* 118. 1929.

3) KOLBOW, H., Experimentell verursachte Bildung von Armen aus ursprünglichem Beinmaterial bei Triton. *Roux' Archiv* 113. 1928.

4) MANGOLD, O., Vgl. Fußnote 3, S. 217.

5) MILOJEVIĆ, B. D., Beiträge zur Frage über die Determination der Regenerate. *Roux' Archiv* 103. 1924.

bildungen bei der experimentell ausgelösten Regeneration von Schmetterlingsflügeln bisher nicht bekannt.

Ergebnisse.

Es wird ein Fall von Heteromorphose beschrieben, bei dem am Metathorax einseitig anstelle des Hinterflügels ein Vorderflügel sowie eine Schulterdecke ausgebildet ist. Dieser Fall zeigt im Zusammenhang mit anderen schon bekannten, daß der Ersatz eines ganzen Gliedes einer Reihe homologer Organe und nur eines solchen durch ein anderes Glied der Reihe (Homoeosis) nur einen Grenzfall darstellt.

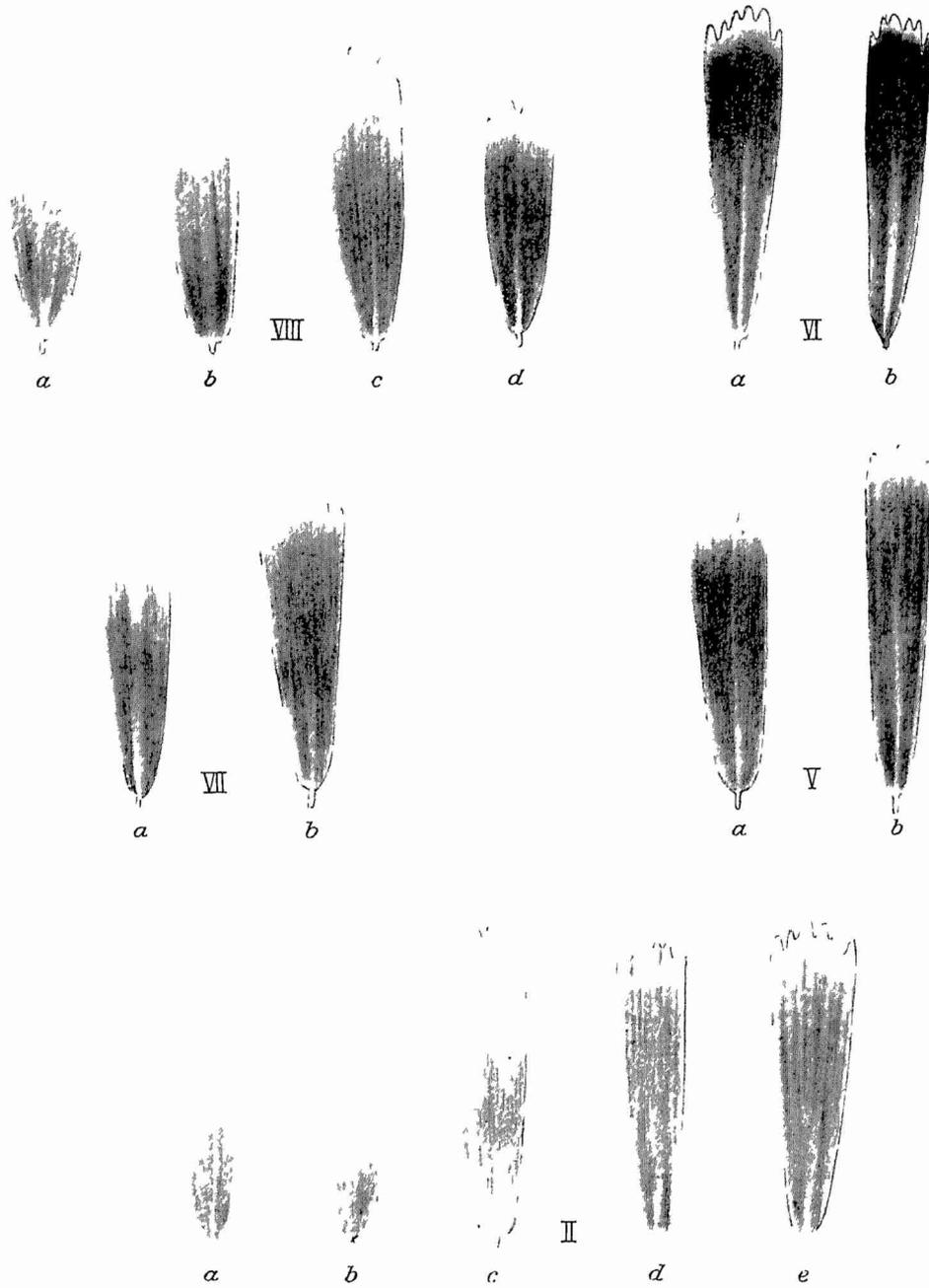
Ferner wird eine symmetrische Doppelbildung des Vorderflügels beschrieben, bei der die kleinere hintere Komponente eine Mischung aus Vorder- und Hinterflügel darstellt. An ihrem morphologischen Vorderrand, der dem normalen Hinterflügel zugekehrt ist, trägt sie in der Ausbildung der Randschuppen, des Zeichnungsmusters, des Geäders und in der Anwesenheit einer Haftborste die Charaktere eines Hinterflügelvorderrandes. Die übrigen Teile sind wie bei einem typischen Vorderflügel ausgebildet.

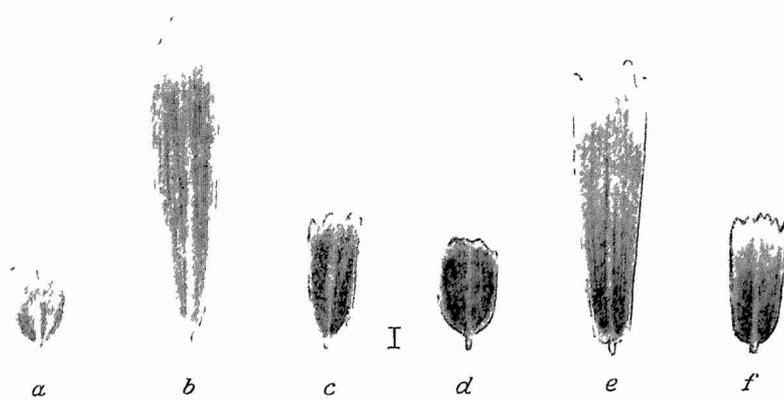
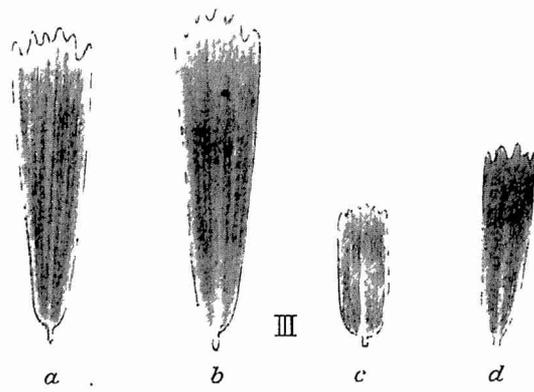
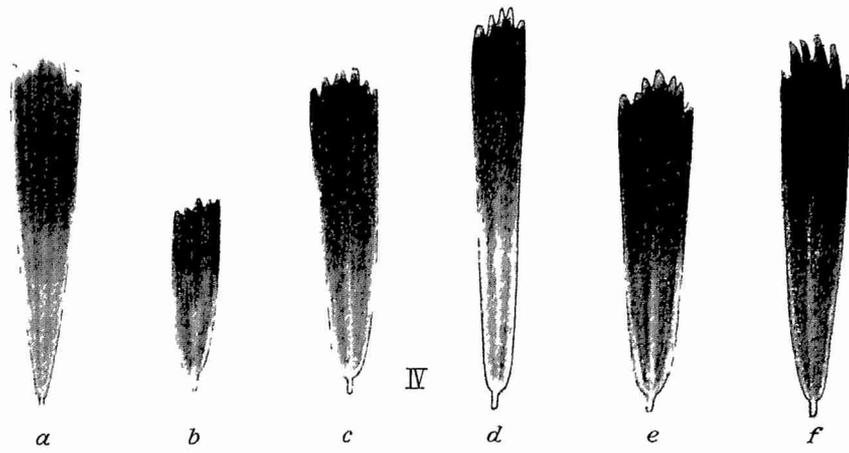


Erklärung der Tafel VI.

Repräsentanten der 8 Schuppenfarbtypen I—VIII. Vergr. 150/1.

(Gezeichnet von A. KUHN.)





Erklärung der Tafel VII.

Fig. 1—3: Flügelausschnitte im Gebiet der Mittelflecken.

Fig. 1: Stamm V (*Fa Fa M M Sr Sr*) (vgl. Taf. VIII, Fig. 1).

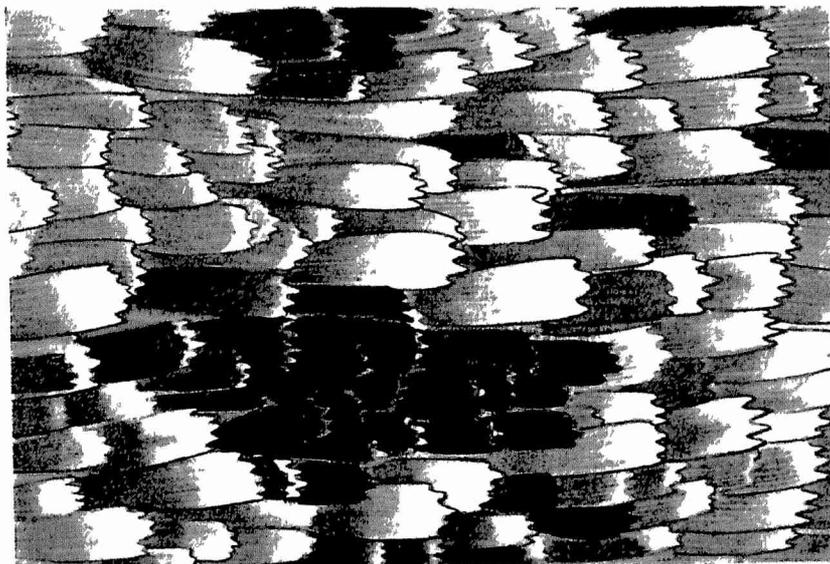
Fig. 2: Stamm IX (*fa fa m m sr sr*) (vgl. Taf. VIII, Fig. 2).

Fig. 3: F₁-Bastard aus Kreuzung der Stämme V und IX (*Fa fa M m Sr sr*).

Fig. 4: Flügelausschnitt eines Falters einer grauen Rasse im Gebiet der Distalbinde DI — Dw — DII (vgl. Abb. 1 b, S. 6). Im mittleren Teil der Figur sind die Deck- und Mittelschuppen, im unteren nur die Deckschuppen entfernt. Oben sind die Deckschuppen, unten die Mittelschuppen, in der Mitte die Tiefenschuppen sichtbar. Vergr. aller Fig. 105/1.

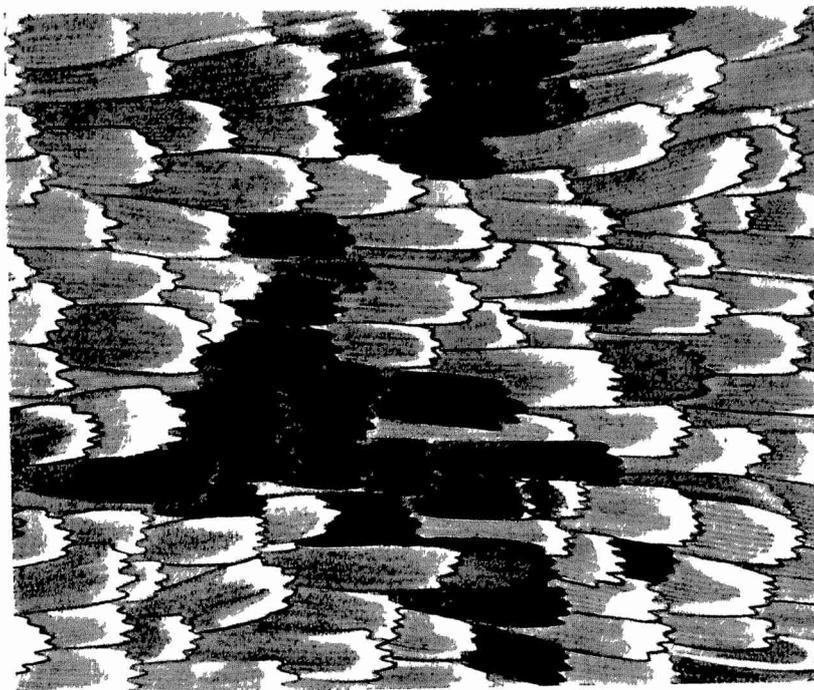
(Gezeichnet von A. KÜHN.)

M_1

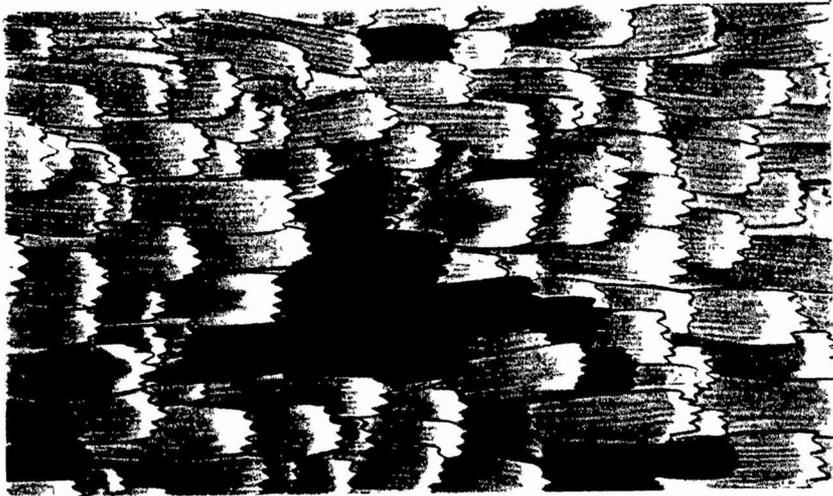


M_2

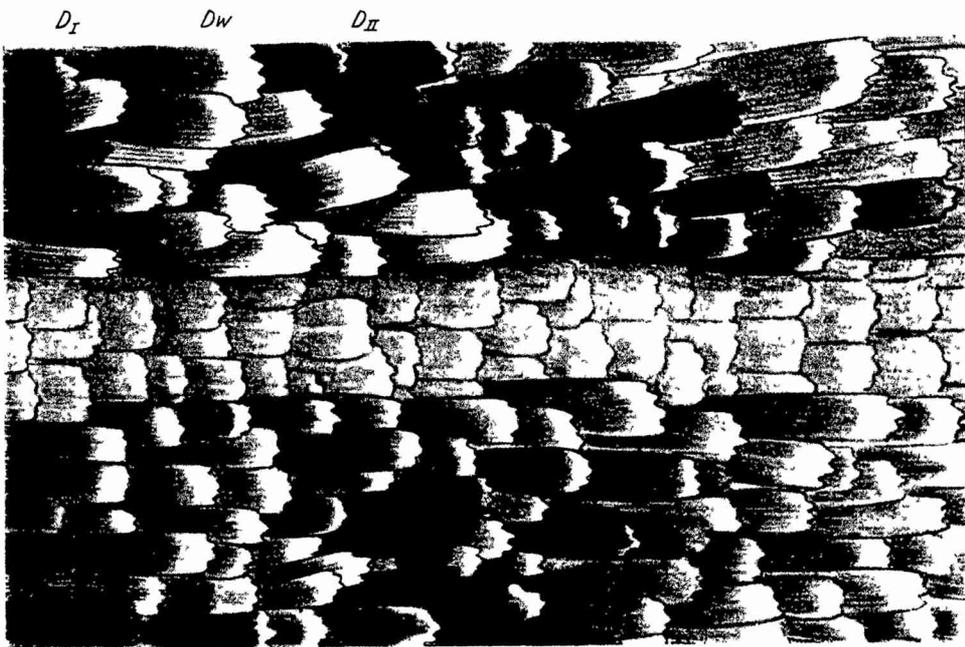
1



3



2



4

Erklärung der Tafel VIII.

- Fig. 1: Stamm V (*Fa Fa M M qu qu Sr Sr*) nach Zucht bei 18°.
Fig. 2: Stamm IX (*fa fa m m Qu Qu sr sr*) nach Zucht bei 18°.
Fig. 3: Normales schwarzes Auge (*AA*..).
Fig. 4—9: Variationsreihe „roter“ Augen.
Fig. 10: „Transparentes“ Auge (*aa tt*).

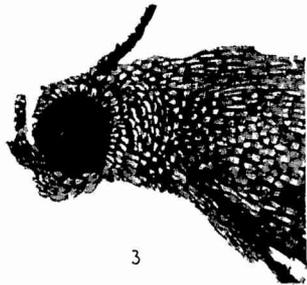
(Gezeichnet von A. KUHN.)



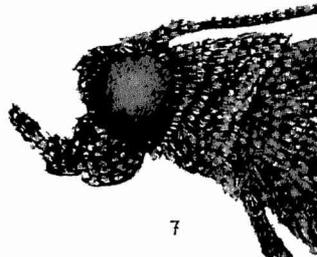
1



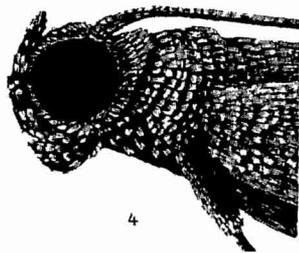
2



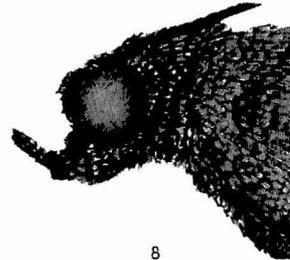
3



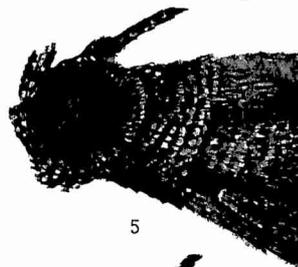
7



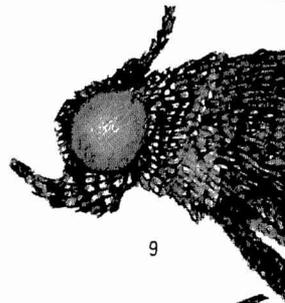
4



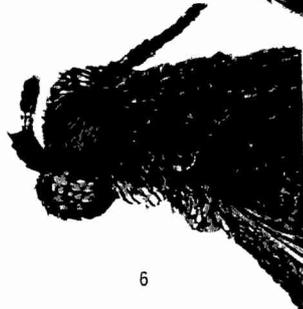
8



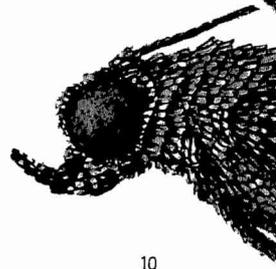
5



9



6



10

Abhandlungen
der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen
Mathematisch-Physikalische Klasse / Neue Folge
aus dem Gebiet der
FACHGRUPPE VI: BIOLOGIE

- III. Bd. Nr. 1. **Ehlers, Ernst**, Neuseeländische Anneliden. I. Mit 9 Tafeln. 4°. (79 S.) 1904. 12 RM.
- IV. Bd. Nr. 4. **Verworn, Max**, Die archaeolithische Kultur in den Hipparionsschichten von Aurillac (Cantal). Mit 5 Tafeln. 4°. (56 S.) 1905. 5,50 RM.
- V. Bd. Nr. 4. **Ehlers, Ernst**, Neuseeländische Anneliden. II. Mit 16 Figuren. 4°. (31 S.) 1907. 2,50 RM.
- VI. Bd. Nr. 1. **Pütter, August**, Studien zur vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels. 4°. (79 S.) 1908. 6 RM.
- VI. Bd. Nr. 3. **Bütschli, Otto**, Untersuchungen über organische Kalkgebilde, nebst Bemerkungen über organische Kieselgebilde. Mit 4 Tafeln und 3 Textfiguren. 4°. (VI und 177 S.) 1908. 23 RM.
- X. Bd. Nr. 5. **Espe, William**, Über einige bemerkenswerte Mißbildungen. Mit 2 Tafeln und 15 Figuren im Text. 4°. (17 S.) 1918. 3,50 RM.
- X. Bd. Nr. 7. **Ehlers, Ernst**, Polychaeten von Java und Amboina. Ein Beitrag zur Kenntnis der malaischen Strandfauna. Mit 3 Tafeln. 4°. (73 S.) 1920. 7 RM.
- XI. Bd. Nr. 2. **Sigerist, Henry E.**, Albrecht von Hallers Briefe an Johannes Gesner (1728—1777). Herausgegeben, eingeleitet und mit Anmerkungen versehen. Gr.-8°. (VIII und 576 S.) 1923. 28 RM.
- XIII. Bd. Nr. 2. **Peter, Albert**, Wasserpflanzen und Sumpfgewächse in Deutsch-Ostafrika. Mit 19 Tafeln und 21 Figuren. Gr.-8°. (130 S.) 1928. 20 RM.
- XIII. Bd. Nr. 3. **Brinkmann, Roland**, Statistisch-biostratigraphische Untersuchungen an mitteljurassischen Ammoniten über Artbegriff und Stammesentwicklung. Mit 5 Tafeln, 56 Textfiguren und 129 Tabellen. Gr.-8°. (VII und 249 S.) 1929. 22 RM.
- XV. Bd. Nr. 1. **Kühn, Alfred**, und **Henke, Karl**, Genetische und entwicklungsphysiologische Untersuchungen an der Mehlmotte *Ephestia Kühniella* Zeller I—VII. Mit 5 Tafeln, 45 Textabbildungen und 32 Tabellen. Gr.-8°. (IV und 121 S.) 1929. 17 RM.
- III. Folge, Heft 4. **Gruber, G. B.**, Über Zweiköpfigkeit bei Menschen. (*Dicephalus, Diprosopus* und *Ileothoracopagus*.) Mit 8 Abbildungen im Text und 29 Abbildungen auf Tafeln. Gr.-8°. (III und 88 S.) 1931. 16 RM.
-

Die Jahrgänge 1930—1932
der „Nachrichten“ Mathematisch-Physikalische Klasse
enthalten folgende Aufsätze aus der
Fachgruppe VI (Biologie).

- Kühn, Alfred**, Über Farbensinn und Anpassung der Körperfarbe an die Umgebung bei Tintenfischen. 1 RM.
- Wettstein, Fritz von**, Über plasmatische Vererbung, sowie Plasma- und Genwirkung, II. 1 RM.
- Handovsky, H., und Thiessen, P. A.**, Röntgenographische Untersuchung von un-
behandelten und narkotisierten Nerven. (Vorläufige Mitteilung.) —,50 RM.
- Fuchs H.**, Von dem Ductus angularis oris der Arrauschildkröte (*Podocnemis ex-*
pansa). (Ein neues Organ?). 1 RM.
- Geilmann, W., und Brünger, K.**, Über die Aufnahme von Germanium durch
Pflanzen. —,50 RM.
- Kühn, Alfred**, Zur Genetik und Entwicklungsphysiologie des Zeichnungsmusters
der Schmetterlinge. 2 RM.

Auf diese Preise wird im Falle des Abonnements auf die ganze Fachgruppe ein Preisnachlaß von 40 % gewährt.
