

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

## Einwirkung äußerer Einflüsse auf Schmetterlinge.

Veränderung der Chitinteile, der Färbung und Zeichnung  
unter dem Einfluß von Kälte und Feuchtigkeit.<sup>1)</sup>

Von

**Peter Kosminsky.**

(Aus dem Laboratorium des Zoologischen Museums der Universität  
Moskau.)

Mit Tafel 13–17.

Die Frage nach der Veränderlichkeit der Schmetterlinge unter der Einwirkung veränderter äußerer Umstände ist in der Experimentalzoologie mit besonderm Glück behandelt worden. Dies ist durch den Umstand zu erklären, daß die Untersuchungen über die auf solchem Wege erhaltenen Veränderungen den Schlüssel zum Verständnis so interessanter Erscheinungen geben wie Lokalvariationen, Saison- und zum Teil auch Geschlechtsdimorphismus. Außerdem werden hierbei so fundamentale Fragen aus der Biologie berührt wie die Variabilität der Arten, das Auftreten neuer Formen, Vererbung. Es ist begreiflich, daß infolge des biologischen Interesses der Frage und der relativen Leichtigkeit der dazu erforderlichen Versuche dieselbe die Aufmerksamkeit zahlreicher Forscher auf sich gelenkt hat. Wie reich die diese Frage behandelnde Literatur ist, kann man aus dem neuerdings erschienenen 2. Bande der „Experimen-

---

1) Verkürzt wurde diese Arbeit in der Sitzung der zoologischen Sektion der Kaiserl. Gesellschaft der Freunde der Naturwissenschaften, der Anthropologie und Ethnographie zu Moskau am 7./20. Dezember 1907 verlesen.

tellen entomologischen Studien“ von BACHMETJEW (1) ersehen, in dem eine Zusammenstellung aller das betreffende Gebiet berührenden Versuche gegeben ist.<sup>1)</sup>

Aber ungeachtet der großen Anzahl von Untersuchungen über die einschlägige Frage, ist sie doch sehr einseitig erforscht worden: es wurden hauptsächlich die Veränderungen der Zeichnung und Färbung studiert, auf alles übrige wurde zu wenig geachtet. Wenn auch der andern Veränderungen Erwähnung geschehen ist, so doch nur im Vorübergehen.

Erst vor kurzem erschienen 2 Arbeiten M. v. LINDEN'S (3, 4) und in der Zwischenzeit zwischen den beiden die Abhandlung von FEDERLEY (5), welche von den Veränderungen der Schuppen handeln.

FEDERLEY'S Arbeit liefert eine eingehende Untersuchung über die Veränderungen der Schuppen unter dem Einfluß der Temperatur.<sup>2)</sup> In LINDEN'S Arbeiten werden die Einwirkungen anderer Faktoren (Trockenheit, verschiedener Gase, verminderten Druckes) untersucht. Es ist jedoch zu bemerken, daß in diesen Abhandlungen die Frage nach den Veränderungen der Schuppen bei weitem nicht erschöpfend behandelt ist: es ist die Einwirkung vieler Faktoren unberücksichtigt geblieben, und einige Schlußfolgerungen sind als nicht genügend begründet anzusehen.

Alle diese Erwägungen veranlaßten mich im Sommer 1907 eine Reihe von Versuchen anzustellen, um einige Schlußfolgerungen FEDERLEY'S zu kontrollieren und ebenso, um die Einwirkung einiger Faktoren festzustellen, welche weder von LINDEN noch von FEDERLEY berührt worden sind.

Bevor ich aber von meinen Versuchen rede, halte ich es für nötig, einige Worte über FEDERLEY'S Untersuchungen und die Schlüsse, die er daraus gezogen hat, zu sagen.

FEDERLEY hat Versuche über die Einwirkung erhöhter und erniedrigter Temperaturen angestellt. Ich werde nur über diejenigen mit erniedrigter Temperatur sprechen, da ich aus von mir unabhängigen Gründen nicht die Möglichkeit hatte, Versuche mit erhöhter Temperatur zu machen und somit eine Kontrolle der Schlußfolgerungen FEDERLEY'S, die auf Grund solcher Experimente aufgebaut

---

1) Siehe auch LINDEN (2).

2) Bei den Versuchen FEDERLEY'S und LINDEN'S wie auch in der erdrückenden Mehrzahl von Versuchen dieser Art wurden Puppen der Einwirkung äußerer Einflüsse unterworfen.

sind, nicht möglich ist. Seine Versuche mit erniedrigter Temperatur teilt FEDERLEY in 2 Gruppen: 1. Gruppe: „Kälteexposition“, längere Einwirkung mäßiger Kälte (nicht unter  $0^{\circ}\text{C}$ ): Resultat: verbreiterte Schuppen; 2. Gruppe: „Frostexposition“, Einwirkung einer Temperatur unter  $0^{\circ}\text{C}$ : Resultat: verkleinerte und verschmälerte Schuppen. Übrigens werden einige Ausnahmen zugelassen: unter der Einwirkung mäßiger Kälte wurden zuweilen verkleinerte und verschmälerte Schuppen erzielt, und umgekehrt, unter der Einwirkung einer Temperatur unter  $0^{\circ}$ , verbreiterte Schuppen. Mir scheinen etwas unbegründet und einer Kontrolle bedürftig die Erklärungen des Auftretens von Schuppen vom Typus der „Kälteexposition“, wie sie FEDERLEY gibt. Er charakterisiert die Schuppen dieser Reihe folgendermaßen: „Die Schuppen sind von normaler oder sogar übernormaler Größe und gut entwickelt, haben einen sehr großen Korpus, der entweder nur einzelne kurze Processus trägt oder ganz processuslos ist.“ Diese Erscheinung sucht er folgendermaßen zu erklären: „Die Vorstufen der Pigmente kommen in der Hämolymphe vor und werden mit derselben in die hohlen Schuppen eingeführt.“ Der Druck der Hämolymphe hat einen Einfluß auf die Gestalt der Schuppen. „Bei den Kälteversuchen ist es schwer, eine grosse Feuchtigkeit zu vermeiden, und hierdurch wird die Verdunstung der Puppe eine ganz minimale, was wieder zur Folge hat, dass einerseits die Entwicklung sich verzögert und andererseits der Druck in der Puppe gesteigert wird. Zur Verzögerung trägt noch die niedrige Temperatur bei, da aber die Entwicklung nicht vollständig aufhört, so stehen die neugebildeten Schuppen während einer verhältnismässig sehr langen Zeit unter einem höheren Druck als unter normalen Verhältnissen, und das Resultat gibt sich in der erweiterten Schuppenform kund. Bei den Versuchen mit sehr niedrigen intermittierenden Frostgraden, welche eigentlich zu der Reihe der Frostexpositionen gerechnet werden müssten, in denen aber auch Falter vorkommen, die, nach der Form der Schuppen zu urteilen, dieser Reihe näher stehen, kommt noch ein Moment hinzu, nämlich das Erstarren der Körpersäfte, bei welchem auch eine Vergrößerung des Volumens stattfindet. Das Gefrieren von Flüssigkeiten wird nämlich stets von einer Volumvergrößerung begleitet, und ausserdem erleiden die chemischen Verbindungen, welche in denselben gelöst vorkommen, Veränderungen, wobei oft gasförmige Zersetzungsprodukte gebildet werden, was alles zur Erhöhung des Druckes beiträgt. Da nun die Schuppen direkt unter der Puppenschale liegen, so ist es anzunehmen,

dass der Frost sie zuerst trifft, und wenn sie zur Zeit der Exposition mit Hämolymphe gefüllt sind, so erstarren letztere, und die Schuppen werden hierdurch ausgedehnt. . . .“

Diese Erklärungen sind meiner Ansicht nach nicht genügend begründet<sup>1)</sup>: im ersten Falle wird die Hauptrolle der Feuchtigkeit zugeschrieben, und doch ist die selbständige Einwirkung der Feuchtigkeit mit Ausschluß der Temperaturerniedrigung nicht untersucht worden; in dem einen wie dem andern Falle wird vorausgesetzt, daß während des Versuches die Schuppen sich in dem Entwicklungsstadium befinden, wo sie sich mit Hämolymphe füllen. Aber es ist nicht nur nicht untersucht worden, in welchem Entwicklungsstadium sich die Schuppen während des Versuches befinden, sondern wir wissen auch nicht einmal, ob sie zu diesem Zeitpunkte sich überhaupt schon gebildet haben.

Um FEDERLEY'S Schlußfolgerungen zu kontrollieren, unternahm ich vor allen Dingen Versuche über den Einfluß der Feuchtigkeit bei normaler Temperatur. Diese Versuche haben auch eine selbständige Bedeutung, da die Einwirkung der Feuchtigkeit allein an und für sich weder von LINDEN noch von FEDERLEY in Betracht gezogen wird. Ferner unternahm ich zur Kontrolle von FEDERLEY'S Versuchen eine Reihe von Experimenten über die Einwirkung einer mäßigen Kälte in Verbindung mit Feuchtigkeit. Außerdem nahm ich starke, aber nicht lange andauernde Abkühlungen der Puppen im Beginne des Stadiums vor, um die Einwirkung der Kälte für die Zeit festzustellen, wo die Schuppen noch nicht Zeit hatten, sich zu entwickeln. In Ermangelung eines Eiskellers konnte ich leider nicht alle Versuche persönlich durchführen.

Persönlich führte ich die Versuche über die Einwirkung der Feuchtigkeit durch (*Vanessa io* L., *antiopa* L.) und über die kurz anhaltende Kälte (*V. antiopa*). Ein Teil der Versuche (*Lymantria dispar* L. — Einfluß von Feuchtigkeit und Kälte, *Malacosoma neustria* L. — Einfluß der Kälte) wurde unter meiner Leitung ausgeführt.

Endlich erhielt ich einige Abweichungen (*Vanessa urticae* L., *io* L., *Arctia villiva* L., Kälteeinflüsse) von Personen, die sich früher mit Versuchen über Variationen von Faltern unter der Einwirkung herabgesetzter Temperaturen beschäftigt hatten. Der Umstand, daß die Versuche von verschiedenen Personen ausgeführt wurden, hatte

1) Übrigens gibt FEDERLEY selbst zu, daß seine Schlußfolgerungen zur Hälfte spekulative sind.



eine gewisse Ungleichmäßigkeit in der Verteilung des Materials zur Folge.

Die Untersuchung des erhaltenen Materials wurde im Laboratorium des Zoologischen Museums der Moskauer Universität unter der Leitung Prof. KOSHEWNIKOV's ausgeführt.

Meine Versuche ergaben eine Reihe von Veränderungen hinsichtlich der Zeichnung und Färbung der Flügel und der Form der Fühler, abgesehen vom Material zur Veränderung der Schuppen.

Obwohl diese Daten keine direkte Beziehung zu den Fragen haben, die ich zu lösen mich bemüht habe, so haben sie doch ein selbständiges Interesse, und daher erlaube ich mir ein wenig bei ihnen zu verweilen.<sup>1)</sup>

## Versuche.

### I. Einfluß der Feuchtigkeit.

Zum Zwecke der Versuche wurden die Puppen in ein geschlossenes Gefäß gelegt, auf dessen Boden nasser Sand sich befand, der mit nasser Watte bedeckt war. Die Puppen lagen auf dieser Watte; einige von ihnen lagen halb im Wasser. Hin und wieder wurde auf den Sand Wasser gegossen, als Ersatz für das verdunstete und an den Wänden und dem Deckel sich niederschlagende. So wurden der Sand und die Watte während der Dauer des Versuches gleichmäßig feucht erhalten. Der Niederschlag von Feuchtigkeit am Deckel und den Wänden des Gefäßes weist auf eine vollständige Sättigung mit Wasserdampf hin. Zum Vergleiche ließ ich einige Schmetterlinge bei normalen Bedingungen im selben Zimmer, wo sich dieses Gefäß befand, ankommen. Ich glaube, daß die Temperatur im Gefäß sich wenig von der unterschied, bei der die Puppen, die als Vergleichsmaterial dienen sollten, erzogen wurden.

---

1) Für besonders wichtig halte ich es, die Veränderung der Fühler zu beschreiben; meiner Ansicht nach ist es nötig, das Gebiet der Versuche zu erweitern und nicht in den bisherigen Grenzen stehen zu bleiben. Der erste Schritt ist schon getan: es erscheinen Untersuchungen über die Veränderungen der Schuppen; aber es muß fortgeföhren und es müssen die Veränderungen am ganzen Organismus studiert werden. Ich möchte nicht FISCHER's (6) Fehler wiederholen und den FEDERLEY's, welche bei ihren Experimenten Falter mit veränderten Fühlern (FEDERLEY) und Beinen (FISCHER) erzielten und diesen Veränderungen nicht die erforderliche Beachtung zuwandten.

Anfänglich sank natürlich die Temperatur infolge der Verdunstung, aber danach wurde letztere minimal, dank der Sättigung des Raumes mit Dämpfen, und das Gefäß stand im Zimmer genügend lange, um die Temperatur der umgebenden Luft anzunehmen. So muß man denn annehmen, daß bei diesem Versuche nur Feuchtigkeit im Überfluß vorhanden war.

### *Vanessa io* L.<sup>1)</sup>

Der Versuch zerfiel in 3 Teile.

1. Er begann bald nach der Verpuppung und dauerte 4—6 Tage.

2. Der Versuch begann, sobald die Puppen ein Alter von 5—6 Tagen erreicht hatten, und wurde nicht früher beendet als 1 Tag vor dem Auskriechen (was durch deutliches Durchschimmern der Zeichnung durch die Puppenhülle bestimmt wurde).

3. Der Versuch begann bald nach der Verpuppung und dauerte bis zum deutlichen Durchschimmern der Zeichnung durch die Puppenhülle.

Die ersten 2 Versuche unternahm ich zu dem Zwecke, um zu bestimmen, in welchem Alter der Puppen die Feuchtigkeit am meisten einwirkt. Der 3. Versuch hatte den Zweck, die Einwirkung der Feuchtigkeit für den Fall klarzustellen, daß die Dauer des 1. und 2. Versuchs ungenügend erscheinen sollte. Es wurden folgende Resultate erzielt: in Zeichnung und Färbung gingen die Veränderungen nicht über die Grenzen gewöhnlicher individueller Abänderungen hinaus, die bei dieser Art sehr gering sind; die Schuppen waren ebenfalls bei allen, ausgenommen ein Individuum, normal. Bei diesem einzigen veränderten Exemplar war (es bezieht sich auf den 1. Versuch) der linke Vorderflügel ganz verfault; der linke Hinterflügel war ein wenig zusammengedrückt, die Schuppen an ihm waren ziemlich stark verändert: auf der Oberseite waren die Schuppen stark verkleinert, und die Fortsätze an ihnen hatten sich vergrößert (Taf. 15, Fig. 4).<sup>2)</sup> An den rechten Flügeln waren die Schuppen schmaler als die normalen und ihre Fortsätze weniger zahlreich: auf der Oberseite des Vorderflügels trugen sie statt 4—6 nur 3—5 Fortsätze (Taf. 15, Fig. 2).<sup>3)</sup>

1) Aus dem Riesengebirge (Agnietendorf).

2) Auf der Tafel ist ein Teil des schwarzen Feldes vom Augenfleck auf der Oberseite des Hinterflügels abgebildet.

3) Auf den Tafeln sind gewöhnlich die Stellen in der Mitte der

Wie zu erwarten gewesen, waren einige Puppen verfault.

Bei allen Puppen, die dem Versuche unterworfen worden waren, ließ sich folgende Veränderung wahrnehmen, die sie von den normalen unterschied: vor dem Auskriechen wurden die letzten freien Segmente des Abdomens stark ausgedehnt. Diese Erscheinung bemerkte FEDERLEY bei den Puppen, die der Einwirkung einer mäßigen Kälte in Verbindung mit Feuchtigkeit unterworfen wurden; er hält dieselbe für ein Anzeichen hohen innern Druckes, der nach seiner Ansicht die Ursache einer Verbreiterung der Schuppen ist. Aber ungeachtet dessen, daß einige Exemplare der Einwirkung der Feuchtigkeit während der ganzen Entwicklungsdauer ausgesetzt waren, fand keinerlei Verbreiterung der Schuppen statt.

Die Feuchtigkeit wirkt, wenn auch unbedeutend, auf die Dauer des Puppenstadiums ein: soweit ich nach der unbedeutenden Zahl von Puppen, die dem Versuche dienten, urteilen kann (50 Stück), hält die Feuchtigkeit die Entwicklung ein wenig auf. Bei so geringfügigen Resultaten kann man natürlich nicht darüber urteilen, wie Puppen von verschiedenem Alter auf die Feuchtigkeit reagieren.

### *Vanessa antiopa* L.<sup>1)</sup>

Die Puppen wurden einem Versuche unterworfen, wie er für *V. io* unter No. 3 angegeben ist.

Die Veränderungen waren ebenso wie bei den Versuchen mit *V. io* unbedeutende; bei der Mehrzahl waren Schuppen und Färbung normal, nur bei 1 Exemplar (Taf. 13, Fig. 2) hatte der gelbe Rand einen orangefarbenen Ton angenommen; auf der Oberseite des rechten Hinterflügels hatten sich im Vorderwinkel bei diesem Exemplar die Schuppen stark verkleinert und waren eingeschrumpft (Taf. 15, Fig. 11). Wie bei den Versuchen mit *V. io* waren die letzten Abdominalsegmente der Puppen vor dem Ausschlüpfen stark ausgedehnt.

### *Lymantria dispar* L.<sup>2)</sup>

Aus denselben Gründen wie bei den Versuchen mit *Vanessa io* teilte ich das Experiment in 3 Teile; jedoch führte ich in diesem

Oberseite des Vorderflügels zwischen Medianader 2 und Medianader 3 [nach EIMER (10)] dargestellt. Falls eine andere Stelle abgebildet wird, so wird darauf besonders hingewiesen.

- 1) Aus Agnetendorf im Riesengebirge.
- 2) Aus Ljublin, Rußland, Polen.

Falle einige Abänderungen in der Dauer des Versuches in Abhängigkeit von längerem Puppenstadium bei dieser Art ein.<sup>1)</sup>

1. Die Raupen wurden kurz vor der Verpuppung in eine feuchte Atmosphäre gebracht; sie verpuppten sich am selben Tage oder nach 2—4 Tagen. 7—8 Tage nach Beginn des Versuches wurden die Puppen in normale Verhältnisse gebracht.

2. Der Versuch begann, als die Puppen 7—8 Tage alt waren, und dauerte bis zum Auskriechen.

3. Die Puppen wurden während der ganzen Dauer des Puppenstadiums feucht gehalten.

Die Veränderungen waren nicht groß: nur bei einigen Weibchen verschwanden die Deckschuppen (Taf. 16, Fig. 17); infolgedessen wurde der ganze Flügel blasser, die Adern waren deutlicher sichtbar, die Zeichnung aber schwand fast ganz; nur am Costalrande der Vorderflügel waren die Schuppen und daher auch die Zeichnung normal (Taf. 13, Fig. 12). Außerdem waren einige Schuppen stark gesträubt, d. h. sie bilden mit der Membran des Flügels einen größern Winkel, als normal erscheint. Bei andern Weibchen ist ein unbedeutendes Grauerwerden der Hinterflügel bemerkbar [dieses Merkmal nähert sie den Faltern, die PICTET (11) unter der Einwirkung von Feuchtigkeit auf Raupen erhielt].

Bei einem Männchen sind die Schuppen meistens der Fortsätze verlustig gegangen (Taf. 16, Fig. 13). In bezug auf diesen Fall kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, ob das eine Folge der Feuchtigkeit oder eine Individualaberration ist, die von keinen äußern Umständen abhängt, da bei dieser Art die Größe der Fortsätze stark variiert.

Einige Puppen waren verfault.

Die unbedeutende Anzahl veränderter Exemplare gestattet mir nicht, irgendwelche Schlüsse in bezug auf den Einfluß der Feuchtigkeit auf die verschiedenen Altersstufen der Puppen zu machen.

---

Somit wirkt die Feuchtigkeit wenig ein, sowohl auf Färbung und Zeichnung wie auch auf die Schuppen. Eine schwache Veränderung der Falter unter dem Einfluß der Feuchtigkeit auf die Puppen stellte auch PICTET fest (11), der unter andern Versuchen auch solche an

1) Bei den Versuchen mit der Einwirkung der Feuchtigkeit dauerte das Puppenstadium bei *V. io* 12—15, bei *Lymantria dispar* aber 15—20 Tage.



*Vanessa io* und *Lymantria dispar* anstellte. Wenn auch starke Veränderungen der Schuppen vorkommen, so sind es doch nur lokale, dort, wo die Puppe unmittelbar mit Wasser in Berührung kam. Keinerlei Verbreiterung der Schuppen fand statt, wie man das auf Grund der Schlüsse FEDERLEY'S hätte annehmen können: alle veränderten Schuppen sind kleiner und schmaler als die normalen.

## II. Einfluß der Kälte.

### 1. Mäßige Kälte.

Versuchen dieser Art wurden unterworfen *Vanessa io* L., *urticae* L., *Lymantria dispar* L., *Malacosoma neustria* L. und *Arctia villica* L. Obwohl nur mit 2 Arten der Versuch nach meinem Plane gemacht wurde (*L. dispar* und *M. neustria*) und die übrigen nur ein zufälliges Material darstellen, das von verschiedenen Personen erhalten wurde, so war doch die Technik der Versuche annähernd dieselbe: Schachteln mit Puppen wurden auf längere Zeit auf Eis gestellt (Temperatur + 8 bis + 9° C. Feuchtigkeit sehr hochgradig); nur die Puppen von *Arctia villica* wurden im Keller ohne Eis aufgezogen. Die Versuche wurden an verschiedenen Orten vorgenommen; um irgendwelche Versehen zu vermeiden, verglich ich die erhaltenen Abweichungen mit normalen Exemplaren, die denselben Örtlichkeiten entnommen waren.

#### *Vanessa io* L.<sup>1)</sup>

Die Puppen wurden einer Versuchsdauer von 40 Tagen unterworfen; erzielt wurde die Varietät *fischeri* STDFS.; die Schuppen waren sehr schmal, und vielen fehlten die Fortsätze (Taf. 15. Fig. 5).

#### *Vanessa urticae* L.<sup>2)</sup>

Der Versuch dauerte 30 Tage. Es wurden Falter erzielt, die einen Übergang zu *ab. ichnusoides* DE SELYS bildeten. Die Veränderung der Schuppen war dieselbe wie bei *V. io.*<sup>3)</sup>

1) Aus dem Gouvernement Warschau.

2) Aus dem Gouvernement Nowgorod.

3) Zu den Abänderungen dieser Gruppe muß man ein Exemplar von *Vanessa antiopa* aus dem Riesengebirge rechnen, obwohl es in Freiheit gefangen wurde, aber doch bei anormalen Umständen auskroch: ich traf es eben erst ausgeschlüpft; die Puppe hing an einem Stein, indem sie diesen mit einer Seite berührte; alle Tage vordem hatte es geregnet und herrschte eine ziemliche Kälte; der Stein war sehr naß. Bei der Unter-

*Lymantria<sup>1</sup> dispar* L.<sup>1)</sup>

Der Versuch zerfiel in 4 Teile.

1. Puppen im Alter von 1—2 Tagen wurden auf Eis gelegt und so 40 Tage lang gehalten.
2. Der Versuch dauerte 35 Tage.
3. Der Versuch dauerte 30 Tage.
4. Zum Versuche dienten 1—8 Tage alte Puppen; er dauerte 20 Tage.

Wie zu erwarten war, verfaulte ein Teil der Puppen oder ergab Krüppel. Wie es in solchen Fällen immer geht, trat eine starke Hemmung in der Entwicklung ein; aber die Zeit von der Verpuppung bis zum Beginn des Versuches und die Zeit vom Ende des Versuches bis zur Ausschlüpfung war kürzer als die normale Dauer des Puppenstadiums; dies weist darauf hin, daß die Entwicklung der Puppen während des Versuches nicht unterbrochen, sondern bloß verlangsamt wurde.

Einige Exemplare von denen, deren Puppen einige Zeit nach der Verpuppung auf Eis gelegt wurden (4. Versuch), krochen sehr bald nach Beendigung des Versuches aus; offenbar entwickelten sich bei ihnen die Schuppen während des Versuches; somit waren alle Bedingungen eingehalten, die nach FEDERLEY erforderlich sind, um verbreiterte Schuppen zu erzielen.<sup>2)</sup>

Es wurden folgende Veränderungen der Schuppen beobachtet: wie bei den Männchen so auch bei den Weibchen zeigen die Schuppen eine Neigung zum Kleinerwerden (Taf. 16, Fig. 15, 18, 20); dabei schwinden die Fortsätze [übrigens finden sich bei einem Weibchen

---

suchung erwies es sich, daß die Schuppen bei diesem Schmetterlinge sich verschmälert hatten, und die Zahl der Fortsätze war im Vergleich zu normalen Fällen vermindert (auf der Oberseite der Vorderflügel statt 3—5 nur 2—3, s. Taf. 15, Fig. 6).

1) Aus Ljublin.

2) FEDERLEY's Versuche fanden bei einer niedrigeren Temperatur statt. Daher verging viel Zeit vom Ende des Versuches bis zum Ausschlüpfen, so daß es unbestimmt bleibt, ob die Schuppen überhaupt während des Versuches genügend entwickelt waren. Indem ich die Versuche bei einer höhern Temperatur ausführte und ihnen Puppen in einem Alter bis zu 8 Tagen aussetzte, erreichte ich, daß die größere Zeitdauer der Entwicklung in die Zeit des Versuches fiel; daher entsprechen meine Versuche mehr den Bedingungen, die FEDERLEY zur Erzielung der Verbreiterung der Schuppen verlangte, als seine Versuche.

Schuppen, die, obwohl stark verkleinert, doch gut ausgeprägte Fortsätze tragen (Taf. 16, Fig. 20)]. Zuweilen bilden die Schuppen mit der Flügelmembran einen übernormal großen Winkel. Überhaupt ist die Zahl der Schuppen vermindert.

Bei den Männchen verschwinden die schmalen weißen Schuppen am Außenrande der Vorderflügel.

Die Weibchen verlieren oft die Deckschuppen (Taf. 18, Fig. 18), so daß die Flügelmembran durchscheint; diese Veränderung erinnert an die bei FEDERLEY auf tab. 3, fig. 8 abgebildete (ebenfalls Kälteeinwirkung). Die äußersten Formen unterscheiden sich noch mehr von den normalen, als sie FEDERLEY auf tab. 3, fig. 7 gibt (Formen der Reihe „Frostexposition“).

Die Schuppen verlieren am ganzen Körper den größten Teil der Fortsätze, und die Härchen werden kleiner (Taf. 17, Fig. 9—11).

Die Veränderung der Schuppen ist weniger bemerkbar am Costalrande der Vorderflügel<sup>1)</sup>: nur bei den stärker veränderten Exemplaren ist der Unterschied zwischen dem Grade der Abweichung der Schuppen am Costalrande und des übrigen Teiles der Flügel wenig auffallend.

Die am meisten verschmälerten Schuppen findet man bei Exemplaren, die beim 4. Versuche erzielt wurden, d. h. bei denen, welche nach FEDERLEY am ehesten eine Verbreiterung der Schuppen aufweisen müßten.

Interessante Veränderungen gingen in Zeichnung und Färbung vor sich. Alle Männchen haben sich mehr oder weniger verändert. Die Zeichnung auf der Oberseite der Vorderflügel ist mehr oder weniger verschwunden (Taf. 13, Fig. 7, 8, 9 u. 10). Die Färbung ist entweder weißlich (Fig. 10) oder einfarbig grau (Fig. 8) oder aber schwärzlich (Fig. 9). Die Oberseite der Hinterflügel und die Unterseite sind wenig verändert. Die weißliche und einige graue Formen gleichen den Aberrationen, die FEDERLEY unter der Einwirkung erhöhter Temperatur erhielt.

Die Veränderung der Zeichnung bei den Weibchen geht in 3 Richtungen: 1. die ganze Zeichnung wird heller und verschwindet bei den äußersten Formen fast ganz (Taf. 14, Fig. 1);

1) Die schwache Veränderung der Schuppen und der Zeichnung am Costalrande bemerkte auch FEDERLEY; er erklärt diese Erscheinung so: an der Puppe ist dieser Flügelteil von den Füßen bedeckt, daher wirken äußere Einflüsse auf ihn schwächer als auf die übrigen Partien, die von dem äußern Medium nur durch die Puppenhülle geschieden sind.



2. die Zeichnung zeigt eine Neigung zum Verschwinden, außer den Fransenflecken und Mittelflecken, die bei einigen Exemplaren stärker ausgeprägt sind als bei den normalen (Taf. 14. Fig. 2, 3 u. 4). Einige Formen dieser Aberrationen gleichen der bei FEDERLEY auf tab. 1. fig. 9 dargestellten (Einwirkung mäßiger Kälte). Endlich ist 3. eine Verbreiterung der Mittelschatten in Verbindung mit dem Verschwinden der übrigen Zeichnung zu bemerken. Das Exemplar mit dem verbreiterten Mittelschatten ist auch bei FEDERLEY abgebildet (tab. 1, fig. 12), aber bei meinen Stücken ist die Abweichung bedeutend stärker ausgeprägt (Taf. 14. Fig. 5. 6. 7 u. 8).

Die Zeichnung hat sich bei vielen Stücken nicht verändert, aber die Färbung ist entschieden bei allen eine andere geworden. In der Mehrzahl der Fälle ist die Färbung eine schmutzig weiße, bei andern eine gelbliche oder graue von verschiedener Abtönung.

Bei den einen der grauen Formen findet sich ein breiter Mittelschatten (Taf. 14. Fig. 8), bei andern ist die Zeichnung, mit Ausnahme der Mittel- und Fransenflecken, blasser geworden (Taf. 14, Fig. 3), bei noch andern endlich ist die Zeichnung normal.

Bei einigen gelben Formen verschwindet mehr oder weniger die ganze Zeichnung mit Ausnahme der Mittel- und Fransenflecken (Taf. 14, Fig. 4), bei andern entwickelt sich ein breiter Mittelschatten.

Bei den schmutzig weißen Stücken finden sich alle oben erwähnten Abänderungen der Zeichnung (Taf. 14, Fig. 1. 2. 7), und bei vielen ist letztere nicht verändert.

Die Formen mit nicht veränderter Zeichnung gehören alle in den 4. Versuch hinein; zu gleicher Zeit finden sich die stärksten Veränderungen der Schuppen gerade bei den Formen dieser Versuchsreihe. Höchst wahrscheinlich hängt das davon ab, daß die Puppen dem Versuche in einem Alter unter 8 Tagen unterworfen worden sind. Wie STANDEFUSS' (17) Untersuchungen, Arbeiten FISCHER'S (8, 9) und anderer Autoren zeigten, wurden Färbung und Zeichnung nur dann stark verändert, wenn der Versuch mit einer Puppe von höchstens 1—2tägigem Alter vorgenommen wird. Die Schuppen aber verändern sich, wie FEDERLEY'S Untersuchungen ergeben haben, auch dann, wenn dem Versuche Puppen unterworfen werden, die längere Zeit unter normalen Bedingungen gelegen hatten.

Von sonstigen Veränderungen müssen hervorgehoben werden: die allgemeine Abschwächung der Flügelmembran und die Veränderung der Flügelform. Die Vorderflügel sind bei vielen Stücken



verschmälert, und der Vorderwinkel tritt mehr hervor, während die Hinterflügel verkleinert sind. Besonders interessant sind die Veränderungen der Fühler bei den Weibchen. Die Fiedern sind viel länger als unter normalen Umständen, dabei befinden sich die allers längsten nicht am Ende des Fühlers, wie bei den normalen Stücken, sondern in der Mitte (Taf. 17, Fig. 1); die Sensillae trichoideae<sup>1)</sup> sind verkleinert; die Sensillae coeloconicae an den Fiedern sind nicht nach der Seite, sondern nach der Spitze der Fiedern (Taf. 17, Fig. 4) gewandt.<sup>2)</sup>

Bemerkenswert ist die Fühlerform, die auf Taf. 17, Fig. 6 dargestellt ist. Die Fiedern an den Gliedern des Fühlers, die sich näher der Basis befinden, und die Glieder selbst sind stark verbreitert. Zum Vergleiche habe ich auf Taf. 17 einige Glieder eines normalen Weibchens abgebildet mit den breitesten Fiedern.<sup>3)</sup>

Die Schüppchen an den veränderten Fühlern sind breiter und kürzer geworden (Taf. 17, Fig. 8). Die Fühler sind bei allen Weibchen verändert, die dem 1., 2. und 3. Versuche angehören.

### *Malacosoma neustria* L.<sup>4)</sup>

Der Versuch dauerte 30—35 Tage. Ich erhielt Schmetterlinge mit stark verschmälerten, zugespitzten und der Fortsätze verlustig gegangenen Grund-(Basal-)Schüppchen. Die haarförmigen Deckschuppen haben sich nur schwach verändert. Im allgemeinen sitzen die Schuppen weniger dicht (Taf. 16, Fig. 22). Die Zeichnung ver rät eine Neigung zum Verschwinden: bei einigen sind die Querstreifen unklar, bei andern verschwinden sie ganz (Taf. 14, Fig. 11 bis 15).

1) Nach SCHENK (18).

2) Die geringe Länge der auf Taf. 17, Fig. 4 dargestellten Sens. chaeticae ist kein spezielles Merkmal der Kälteform. Die *S. chaeticae* von dieser Länge werden auch bei normalen Stücken gefunden. Überhaupt variieren die Fühler der Weibchen von *L. dispar* recht stark. Es wechselt die Länge der *S. chaeticae* und Fiedern. Auf Taf. 17, Fig. 2 ist ein Fühler mit relativ langen Fiedern und *S. chaeticae* dargestellt (oft kommen auch kürzere vor).

3) Der normale Fühler ist länger als der nebenan abgebildete Fühler der Kälteform.

4) Aus Ljublin.

*Arctia villica* L.<sup>1)</sup>

Die Puppen wurden 40 Tage in einem Keller gehalten. Zeichnung, Färbung und Schuppen der ausgeschlüpften Schmetterlinge zeigen keine Veränderung, nur bei einem Männchen ist die Färbung der vordern Flügel düsterer, und die Schuppen auf demselben sind schmaler, die Zahl der Fortsätze geringer (statt 3—4 nur 2—3, siehe Taf. 16, Fig. 24).

Alle erhaltenen Resultate zusammenfassend, sehen wir, daß unter der Einwirkung einer mäßigen Kälte in Verbindung mit Feuchtigkeit die Schuppen sich verschmälern und kleiner werden; diese Regel ist bindend für Falter aus Familien, die weit voneinander abstehen (*Lymantriidae*, *Arctiidae*, *Nymphalidae*); dabei ist die Verkleinerung der Schuppen mit dem Zurückgehen der Zahl und Größe der Fortsätze verbunden; doch kann letzteres auch nicht stattfinden, wie die Schuppen eines Weibchens von *L. dispar* beweisen. Bei sehr vielen Exemplaren besitzen die Schuppen alle Merkmale der Schuppen der Reihe „Frostexposition“ (Temperatur unter 0° C) FEDERLEY'S. Eine Verbreiterung der Schuppen wurde nur in den Fühlern der Weibchen von *L. dispar* bemerkt; übrigens ist dies eine Veränderung besonderer Art, und wir werden weiter unten darauf zurückkommen.

Von andern Veränderungen verdienen beachtet zu werden die, soviel ich weiß, noch nicht beschriebenen Formen von *L. dispar* (die grauen Weibchen und die Weibchen mit breiten Mittelschatten) und die Veränderungen der Fühler.

## 2. Einfluß der Temperatur unter 0°.

*Vanessa antiopa* L.<sup>2)</sup>

Zum Versuche wurden Puppen genommen, die aus Raupen erzogen waren, die von einem frühen Jugendstadium an im Zimmer gehalten wurden. Ein Teil der Puppen wurde im Zimmer aufgezogen, ohne dem Versuche unterworfen zu werden. Der Versuch wurde von mir in folgender Weise durchgeführt: Die Puppen wurden

1) Aus Radom (Rußland, Polen).

2) Aus dem Riesengebirge.

so in einer Blechschachtel untergebracht, daß sie mit einer Seite eine sehr dünne Watteschicht berührten, mit welcher der Deckel belegt war. Mit der andern Seite lagen die Puppen auf Watte, mit der die Schachtel ausgelegt war. Auf den Deckel der Schachtel legte ich ein Stück Watte, das mit Äther begossen wurde; so mußten die Puppen bald abkühlen, da von der Watte, die mit Äther begossen wurde, sie nur eine dünne Watteschicht trennte und ein dünner Blechdeckel.<sup>1)</sup> Zur Messung der Temperatur verfuhr ich folgendermaßen: Auf die Blechplatte, welche am Thermometer das Quecksilberreservoir umschließt, legte ich ein Stück Watte und begoß gleichzeitig die Watte am Thermometer wie auf der Schachtel. Natürlich ist eine solche Messung sehr ungenau, aber eine genauere Vorrichtung, wie etwa ein in die Schachtel eingebautes Thermometer, hatte ich nicht zur Hand. Die Temperatur fiel im Laufe von 5 Minuten auf 0° C; während der ganzen Versuchsdauer hielt sie sich auf -3° C, erhob sich selten bis nicht über 0° und fiel bis zu -5° C. Der Versuch dauerte eine Stunde, 50 Minuten nach Beendigung des Versuches erreichte die Temperatur die normale Höhe.

Ehe ich von den erhaltenen Abweichungen spreche, will ich einige Worte über die Exemplare sagen, die bei normaler Zimmer-temperatur erzogen wurden. Es ist augenscheinlich, daß die Erziehung von einem frühen Jugendstadium an im Zimmer einigen Einfluß ausübt: die Falter unterscheiden sich einigermaßen von den normalen, waren kleiner, die Schattierung des schwärzlich-himbeerfarbenen Basalfeldes war heller geworden, die blauen Flecken hatten an Größe zugenommen. Die Schuppen waren etwas breiter geworden als die normalen (Taf. 15, Fig. 8).

Die Mehrzahl der dem Versuche unterworfenen Stücke unterschied sich wenig von der oben beschriebenen Form. Ein Exemplar bildete einen Übergang zur *aberr. hygiæca*. Interessante Abweichungen ergaben uns die 2 Exemplare, deren Puppen in einem jüngern als eintägigen Stadium dem Versuche unterworfen wurden. Bei dem einen (Taf. 13, Fig. 5) war auf der Oberseite der Vorderflügel die Grundfärbung schwarz geworden mit einem Stich ins Graue, da die Schuppen nicht dicht saßen und die Flügelmembran durchschimmerte. Der gelbe Costalfleck, der gewöhnlich näher dem Wurzelende des

---

1) Die Technik des Versuches wurde mit einigen Veränderungen FISCHER (7) entnommen.

Flügels steht, war verschwunden. Der gelbe Rand ist überall mit schwarzen Schuppen bedeckt, besonders am Vorderrande und an den Adern, wo die gelben Schuppen fast verschwinden; ihrerseits dringen sie in geringer Zahl näher zur Mitte des Flügels vor und sind neben den kaum sichtbaren blauen Flecken bemerkbar, die sich weiter entfernt vom Flügelrande befinden als bei normalen Stücken. Der gelbe Costalfleck vereinigt sich mit dem gelben Rande, den 3. blauen Fleck (von vorn aus gerechnet) umgebend. Auf den Hinterflügeln sind die blauen Flecken kleiner und liegen näher der Flügelwurzel, oder richtiger, von jedem Fleck bleibt nur ein Teil übrig, der näher der Flügelbasis liegt. Auf der Unterseite finden sich keine Veränderungen.

Die Schuppen auf der Oberseite der Vorderflügel sind stark vergrößert, die Fortsätze sind abgerundet; die Schuppen selbst sind ohne jegliche Ordnung verteilt (Taf. 15, Fig. 9). An andern Stellen sind die Schuppen normal. Die Adern der Vorderflügel, besonders die Medianader 1 und Medianader 2, sind wellenförmig gebogen; der Flügel selbst ist schmaler.

Beim andern Exemplar werden dieselben Veränderungen beobachtet, aber auf dem Vorderflügel finden sich rote Schüppchen, auf dem gelben Rande sind der schwarzen Schüppchen mehr (Taf. 13, Fig. 4).

Eine der oben beschriebenen ähnliche Abweichung erhielt FISCHER (7) durch Wärmeeinwirkung, aber sein Exemplar nähert sich der *var. artemis* FISCH., da die 3 vordern blauen Flecken auf den vordern und alle auf den hintern Flügeln vergrößert sind. Bei meinen Exemplaren verschwindet die blaue Färbung, was sie der *aberr. hygiaea* nähert.

Eine starke Veränderung allein der Oberseite der Vorderflügel läßt sich durch die kurze Dauer des Versuches erklären. Es hatte nur die Oberfläche der Puppe Zeit zum Abkühlen gehabt. Das Auftreten stark vergrößerter und verbreiteter Schuppen kann durchaus nicht nach FEDERLEY'S Sinn erklärt werden. Denn seiner Meinung nach muß der Frost auf die Schuppen selbst wirken, indem er ein Einfrieren der Flüssigkeiten hervorruft, und andere physikalische und auch chemische Veränderungen, die die Verbreiterung der Schuppen bedingen. Die Puppen wurden aber in einem Altersstadium dem Versuche unterzogen, wo von Schuppen noch gar nicht die Rede sein konnte.



Wie aus dem oben Gesagten zu ersehen ist, weichen die Ergebnisse meiner Versuche stark mit den von FEDERLEY beschriebenen Resultaten ab und kann Zweifel aufkommen in bezug auf die Richtigkeit seiner Erklärungen der Gründe der Erweiterung der Schüppchen. Besonders müssen wir hervorheben, daß ich unter der Einwirkung mäßiger Kälte nicht ein einziges Exemplar mit verbreiterten Schuppen erzielte, während nach FEDERLEY das Auftreten solcher Schuppen unter der Einwirkung mäßiger Kälte als Regel gelten muß; in seiner Arbeit beschreibt er einige solcher Formen und bildet sie auch ab.

Diese Diskordanz in den Resultaten veranlaßte mich, besonders sorgfältig die der Arbeit FEDERLEY's beigegebene Tafel mit Abbildungen der Schuppen durchzusehen. Und was ergab sich? Auf dieser Tafel sind in der Reihe „Kälteexposition“, mit Ausnahme eines Falles (*L. dispar* ♂), Schuppen abgebildet, die schmaler und kleiner sind als die normalen. Bei *Arctia caja* L. und *Saturnia paronia* L. sieht man sie bei sorgfältiger Messung<sup>1)</sup>; bei dem *L. dispar*-Weibchen erscheinen in der Tat die Schuppen auf den ersten Blick bedeutend breiter als die normalen, aber dies läßt sich dadurch erklären, daß bei der Form der „Kälteexposition“ die schmalen Deckschuppen fehlen, und die Grundschuppen sind, wie man an der Zeichnung sieht, kleiner als die normalen.

Ich erhielt viele *L. dispar*-Weibchen mit Schuppen, die den bei FEDERLEY abgebildeten Schuppen der Reihe „Kälteexposition“ ähnlich sind; die Untersuchung zeigte deutlich, daß die Deckschuppen verschwanden und nicht breiter geworden sind; von ihnen bleiben nur die Einlenkungsgrübchen. Es ist schwer anzunehmen, daß die Schuppen infolgedessen ausgefallen seien, daß der Schmetterling flatterte: die Falter wurden einige Stunden nach dem Ausschlüpfen getötet. Den Weg zur Klarstellung dieser Erscheinung weist ein

1) Die relative Größe der Schuppen bestimmte ich folgendermaßen: Ich zeichnete nach der Tafel von FEDERLEY bei ein und derselben Vergrößerung mit Hilfe der ABBE'schen Kammer einige Schuppen der Reihe „Kälteexposition“ und ebensoviele normale Schuppen; danach schnitt ich sie aus und wog sie. Das Gewicht der ausgeschnittenen Abbildungen der gemessenen Schuppen verhält sich zu dem Gewichte der Abbildungen der normalen Schuppen wie ihre Oberflächen. Aus diesem Abwägen stellte sich heraus, daß die Oberfläche der Kälteformen bedeutend kleiner ist als die Oberfläche der normalen Schuppen. So war z. B. bei einem *Saturnia paronia*-♂, wo auf der Zeichnung der Unterschied gar nicht in die Augen springt, das Verhältnis = 9 : 13.

Exemplar, bei dem auf der Oberseite der Vorderflügel sich Häufchen (Büschelchen) von Schuppen finden (Taf. 16. Fig. 19). Offenbar verhielt sich die Sache folgendermaßen: die Puppen befanden sich in einer feuchten Atmosphäre, die Feuchtigkeit drang bis an die Oberfläche des Flügels und verklebte die Schuppen miteinander. Beim Ausspreizen der Flügel nach dem Ausschlüpfen konnten die Schuppen nicht voneinander gleiten und wurden in kleinen Häufchen ausgerissen; bei diesem Exemplar blieben diese Häufchen zufällig erhalten, bei andern stäubten sie ab. Es kommen Exemplare vor, die fast ganz der Schuppen beraubt sind. Auf den Umstand, daß die Schüppchen beim Ausspreizen der Flügel abfallen, weist Folgendes hin: bei einigen Krüppeln mit schlecht entwickelten Flügeln bleiben die Schüppchen vollkommen erhalten an den nicht ausgespreizten Stellen, fehlen aber an den ausgespreizten. In dem Falle, wo die Feuchtigkeit die Oberfläche des Flügels weniger besetzt, kleben nur die Deckschüppchen aneinander, die an dem nicht ausgespreizten Flügel fast ganz die Grundschnuppen bedecken und einander dicht anliegen. Beim Ausspreizen des Flügels können die zusammengeklebten Deckschnuppen nicht voneinander gleiten und reißen ab, und auf dem Flügel bleiben bloß die Grundschnuppen übrig. Natürlich kann auch eine gewisse Anzahl Grundschnuppen abreißen.<sup>1)</sup> Darauf, daß die Feuchtigkeit die Schüppchen verklebt, weist auch folgender Umstand hin: bei den Versuchen mit Feuchtigkeit wurden Schmetterlinge erzielt, die fast ganz ohne Schnuppen waren.<sup>2)</sup>

FEDERLEY, der diese Erscheinung nicht voraussetzte, sah die nach dem Ausfall der Deckschnuppen noch gebliebenen Grundschnuppen für veränderte Deckschnuppen an.

Ich habe schon oben gesagt, daß nur auf einer Zeichnung (*L. dispar* ♂) die Schnuppen wirklich breiter und größer als die normalen dargestellt sind, aber auch in diesem Falle steigen Zweifel auf. FEDERLEY wählte mit sehr wenig Glück die Stelle, von der er die Schnuppen abbildete und beschrieb „gleich ausserhalb der äusseren Querlinie“; diese Stelle liegt genau in der Nähe des Überganges von

1) Eine ähnliche Erscheinung bemerkt man auch bei den Männchen.

2) Diese Erscheinung kann nur dann statthaben, wenn die Schnuppen sich während des Versuches entwickeln; und in der Tat gehören die Mehrzahl der Falter dieses Typus in den 4. Versuch hinein (sie krochen bald nach Beendigung des Versuches aus), und bei FEDERLEY's Versuch wurden derartige Veränderungen erhalten, als die Feuchtigkeit im Laufe der letzten 15—16 Tage des Puppenstadiums wirkte.

den typischen, schmalen und langen Schuppen des Seitenrandes zu den breiten Schuppen des Grundfeldes. Die Stelle des Überganges zwischen diesen zwei Typen von Schuppen ist sehr unbeständig: daher findet man bei dem einen normalen Männchen von *L. dispar* gleich außerhalb der äußern Querlinie schmale, bei den andern breite Schuppen (Taf. 16, Fig. 14), die den von FEDERLEY abgebildeten der Kälteexpositionsreihe sehr ähnlich sind. Wir wissen nicht, wie sich die Schuppen an den übrigen Flügelpartien veränderten, und FEDERLEY'S Zeichnung gibt nicht die Möglichkeit, irgendwelche Schlüsse zu ziehen.

Und so werden denn, mit einer einzigen Ausnahme (und auch die ist zweifelhaft), unter der Einwirkung mäßiger Kälte die Schüppchen schmaler und kleiner.

Erscheint nun aber einmal die Verbreiterung der Schuppen unter der Einwirkung mäßiger Kälte nicht als Regel, sondern eher als Ausnahme, so erweist sich die von FEDERLEY auf der Kälte- und Frostexpositionsreihe aufgebaute Einteilung der Veränderungen der Schüppchen als auf einem reinen Mißverständnis begründet. Wir finden keine Vergrößerung der Schüppchen in dem einen Falle und eine Verkleinerung in dem andern — in beiden Fällen werden die Schüppchen im Vergleich zu den normalen kleiner, wie das auch FEDERLEY'S Tafel bestätigt.<sup>1)</sup> Wir wollen hervorheben, daß zur Aufrechterhaltung seiner Klassifikation FEDERLEY an seinem Material gewaltsame Operationen vornehmen mußte. So sind z. B. auf seiner Tafel vollkommen willkürlich in die Reihe der Kälteexpositionen die ein wenig verkleinerten (mit Ausnahme des *L. dispar* ♂) Schuppen mit schwach ausgeprägten Fortsätzen ausgeschieden worden und in die Reihe der Frostexpositionen sowohl stark veränderte, der Fortsätze entbehrende Schuppen von *L. dispar* ♀, wie auch die wenig verschmälerten, mit unveränderten Fortsätzen versehene Schuppen vom *S. pavonia*-<sub>+</sub> (wie ich sie auch bei in Freiheit gefangenen

---

1) Ich lasse die Veränderungen der Schuppen von *Vanessa antiopa* beiseite, die ich bei der Einwirkung einer kurze Zeit anhaltenden starken Kälte erhielt. Diese Erscheinung beweist, daß auch bei Einwirkung von Kälte unter gewissen Bedingungen sich vergrößerte und verbreiterte Schuppen entwickeln können. Aber auf Grund dieses einen Falles haben wir, wie mir scheint, kein Recht, irgendwelche Einteilungen der Veränderungen vorzunehmen, und um so mehr, als — wie aus FEDERLEY'S Tafel zu ersen ist — unter der Einwirkung starker Kälte auch verschmälerte Schuppen auftreten.



Weibchen beobachtet habe). sowie Schuppen von *Arctia caja*, die nach Form und Größe sich nicht von denen der Reihe „Kälteexposition“ unterscheiden, aber ziemlich undicht sitzen, hineingestellt worden. Ferner sind in die Kälteexpositionsreihe Formen mit eingeschlossen, die unter der Einwirkung einer Temperatur von weniger als 0° erzielt worden sind, und in der Frostexpositionsreihe kommen Formen vor, die unter der Einwirkung mäßiger Kälte entstanden sind. Schon die übergroße Künsterei der Klassifikation läßt annehmen, daß dem Ganzen ein falsches Prinzip zugrunde liegt. Diese Annahme wird, wie wir gesehen haben, vollkommen bestätigt durch meine Versuche.

So sehen wir denn, daß nicht nur die Theorie der Verbreitung der Schuppen, wie FEDERLEY sie vorschlägt, eine irrtümliche ist, sondern daß, genau genommen, gar keine Notwendigkeit vorlag, diese Theorie aufzustellen.

Wie ich schon gehörigen Ortes erwähnte, paßt FEDERLEY'S Theorie zur Erklärung der Erweiterung der Schuppen in meinem Versuche mit *V. antiopa* nicht. Aber vielleicht kann diese Erklärung auf das *L. dispar*-♂ angewandt werden, welches FEDERLEY erzielte, wenn man voraussetzt, daß die Verbreiterung der Schuppen wirklich stattgefunden hat? Aber auch in diesem Falle konnten sich die Schuppen weder zu Beginn des Versuches noch während des Versuches entwickelt haben. In diesem Falle wurden dem Versuche Puppen in einem Alter von 3—24 Stunden unterworfen. Die Puppen wurden bei einer Temperatur von 0° gehalten und entwickelten sich nur nicht im Verlaufe des Versuches, sondern die herabgesetzte Temperatur hemmte die weitere Entwicklung der Puppe: die Falter krochen erst 23—29 Tage nach Beendigung des Versuches aus (die gewöhnliche Dauer des Stadiums der Puppe ist bei dieser Art von 15—20 Tage). Es ist klar, daß die Schuppen sich nach dem Versuche entwickelt haben.<sup>1)</sup>

Mir scheint die von FEDERLEY gegebene Erklärung des Auftretens von verschälerten und haarförmigen Schuppen schon eher gelungen. Er erklärt diese Formen durch den schädigenden Einfluß der Kälte und Feuchtigkeit, die die Entwicklung von Schuppen stören. Ich glaube, die Ergänzung von LINDEN (4) ist nicht überflüssig. Sie meint nämlich, daß diese Veränderungen einen regressiven Charakter tragen, d. h. unter dem Einflusse äußerer Umstände

1) Über die Zeit der Entwicklung der Schuppen siehe bei A. MAYER (19).



haben sich die Schuppen nicht voll entwickelt und bleiben auf jüngern Entwicklungsstufen stehen.

Ich will ein wenig bei den Schlußfolgerungen LINDEN'S verweilen, da sie dazu beitragen können, die Bedeutung anderer Veränderungen klarzustellen, die ich an Schuppen bei meinen Versuchen erzielte, und auch deshalb, weil die Ergebnisse meiner Beobachtungen mich an der Richtigkeit der von LINDEN gegebenen Erklärungen der Bedeutung einiger Abweichungen zweifeln lassen.

LINDEN gründet ihre Schlußfolgerungen hauptsächlich auf die Untersuchung der Entwicklung der Schuppen bei *Papilio podalirius* L. Die Entwicklung der Schuppen dieser Art geht in folgender Weise vor sich: Anfangs sind die Schuppen schmal, lanzettförmig, dann werden sie breiter, größer und erhalten relativ große, zugespitzte Fortsätze. Bei der weitem Entwicklung verkürzen sich die Fortsätze und runden sich ab. Mit der Verkleinerung der Fortsätze geht auch die Vergrößerung des Sinus einher; die Schuppe selbst vergrößert sich die ganze Zeit über.

Auf Grund hiervon hält LINDEN die bei demselben unter Einwirkung trockner Luft auf die Puppe erzielten Schuppen von *Vanessa urticae* L. mit stark entwickelten Fortsätzen und verkleinertem Sinus für eine regressive Form, die Schuppen derselben Art aber mit verkleinerten Fortsätzen und stark ausgeprägtem Sinus für hochentwickelt (sie wurden unter der Einwirkung von CO<sub>2</sub> oder N auf die Puppe und bei vermindertem Druck erzielt). Nachdem sie hierauf die von FEDERLEY erhaltenen Formen bespricht, stellt sie die Formen der Reihen Frost- und Hitzeexposition zu den regressiven, die Formen der Reihen der Kälte- und Wärmeexposition I und II aber zu den hochentwickelten.<sup>1)</sup>

Bei vielen Abweichungen von *L. dispar*, die ich unter der Einwirkung von Kälte erhielt, sind die Schuppen mit den auf FEDERLEY'S Tafel in der Reihe Wärmeexposition II abgebildeten (verkleinerte,

---

1) Die Schuppen der Frost- und Hitzeexpositionsreihen sind schmal und entbehren der Fortsätze, oder sie sind schmal mit sehr stark ausgeprägten Fortsätzen. In der Reihe Wärmeexposition I sind die Schuppen von normaler oder übernormaler Größe mit reduzierten Fortsätzen. In der Reihe Wärmeexposition II sind sie klein mit verkleinerten Fortsätzen. Die letztern Formen sind ebenso wie die der Reihe Kälteexposition zu den hochentwickelten gerechnet bloß auf ein einziges Merkmal hin, die Verkleinerung der Fortsätze (Sinus fehlen bei den Schuppen der Arten, die auf FEDERLEY'S Tafel abgebildet sind).

abgerundete, fast ganz oder ganz der Fortsätze entbehrende Schuppen) genau übereinstimmend. Das heißt, nach LINDEN muß man sie für hochentwickelt halten. Aber einige Daten sprechen dagegen. Für hochentwickelt muß eine Form gelten, die bei ihrer Entwicklung das Stadium der entsprechenden normalen durchgemacht hat so z. B. bei *Vanessa urticae* die Schuppenformen mit verkleinerten Fortsätzen und stark ausgeprägtem Sinus. Wenn man annimmt, daß die Schuppen in ihrer Entwicklung anfangs große Fortsätze besitzen und ihnen der Sinus fehlt, so mußten offenbar in einem gewissen Entwicklungsstadium Schuppen mit Fortsätzen von mittlerer Größe und einem Sinus gefunden werden, d. h. normale. Wollen wir nun sehen, ob etwas ähnliches bei *L. dispar* stattfinden konnte. Die Entwicklung der Schuppen unter der Einwirkung anormaler Bedingungen ist nicht verfolgt worden, aber man kann sich eine gewisse Vorstellung davon machen darauf hin, daß nicht alle Exemplare sich gleichmäßig veränderten. Bei den einen bleiben die Schuppen auf jüngern Stadien stehen, bei andern auf spätern Entwicklungsstadien. Stellen wir eine Reihe allmählicher Übergänge von der schmalen (ursprünglichen) Schuppe bis zur Schuppe vom Typus der Wärmeexposition II her. Wir erhalten eine Reihe von Schuppen, denen die Fortsätze fehlen oder die nur unbedeutende Fortsätze aufzuweisen haben, die sich allmählich vergrößern bis zu dem Umfange des Wärmeexpositionstypus: von den Schuppen des letztern Typus geht eine Reihe bis zum Kälteexpositionstypus. Es ist klar, daß unter diesen Übergangsformen eine der normalen entsprechende Form fehlt. Das heißt, die Schuppen vom Typus der Wärmeexposition II und der Kälteexposition haben wir keinen Grund für hochentwickelte anzusehen. Man kann voraussetzen, daß in der Entwicklung der Schuppen eine gewisse Veränderung vor sich ging, nämlich die Fortsätze traten gar nicht auf oder waren von unbedeutender Größe. Alles dieses zwingt uns zu kritischem Verhalten gegenüber der Zuzählung der Formen der Wärmeexpositionsreihe II und der Kälteexpositionsreihe bei andern Arten zu den hochentwickelten Formen.

Unter meinen Faltern kann man an einem Exemplar eines *L. dispar*-♀ Schuppen sehen, die auf verschiedenen Stadien normaler Entwicklung stehen geblieben sind. Man kann aus Schuppen, die von einer Stelle entnommen wurden, eine Reihe von Übergängen zusammenstellen von schmalen, fortsatzlosen Schuppen durch Schuppen mit starkentwickelten Fortsätzen zu normalen Schuppen.

Auf Grund der Theorie von LINDEN und der oben angeführten Erwägungen kann man die Formen der Schuppen, die ich bei meinen Versuchen erhielt, folgendermaßen einteilen: alle unter Einwirkung mäßiger Kälte erzielten Schuppen (mit Ausnahme der eben bei dem *L. dispar*-♀ angeführten) sind Schuppen, die auf verschiedenen Stufen einer abweichenden Entwicklung stehen geblieben sind; die verkleinerten Schuppen mit stark ausgeprägten Fortsätzen beim *L. dispar*-♂, die Schuppen, die unter der Einwirkung von Feuchtigkeit bei *Vanessa io*<sup>1)</sup> erhalten wurden (mit vergrößerten Fortsätzen), bleiben auf verschiedenen Stadien normaler Entwicklung stehen, und endlich die Schuppen von *V. antiopa*, die unter Einwirkung einer Temperatur unter 0° erhalten wurden, sind hochentwickelte Formen.

Natürlich sind das alles nur Voraussetzungen, die einer genauen Kontrolle bedürfen.

Aus all dem Gesagten geht hervor, wie wenig noch die Schuppen erforscht sind. Sogar so wenig zahlreiche Versuche wie die meinigen ergeben neues Material, und wieviel ungeklärte Fragen bleiben noch übrig! Vollkommen unbekannt sind die Ursachen, welche die Verbreiterung der Schuppen hervorrufen, nicht erklärt sind die Ursachen der Entstehung der Schuppen, denen die Fortsätze mangeln, und die Ursachen, welche die Veränderungen der Schuppen unter der Einwirkung anderer Faktoren<sup>2)</sup> außer der Temperatur hervorrufen.<sup>3)</sup>

Es bleibt mir nur übrig einige Worte über die interessanten Veränderungen der Färbung und der Fühler bei dem *Lymantria dispar*-♀ zu sagen. Die graue Färbung und reicher entfalteten Fühler nähern es den ♂. Es entsteht die Frage, ob diese Veränderungen nicht mit den Geschlechtsteilen in Verbindung stehen. Leider besaß ich kein einziges Spiritusexemplar, und so mußte ich mich auf eine Untersuchung der Chitinteile beschränken, nämlich des Ostium bursae copulatricis. Aber diese Untersuchung war mit großen Schwierigkeiten verbunden, da das Chitin weicher als unter normalen Umständen war und sich leicht runzelte, weshalb man nicht er-

---

1) Die Schuppen von *V. antiopa* — Einfluß der Feuchtigkeit — stellen die ursprüngliche Form dar, die bei normaler Entwicklung wie bei abweichender dieselbe ist.

2) LINDEN gibt die Erklärung nur der Einwirkung von O.

3) Ich spreche schon gar nicht davon, daß der Einfluß der Temperatur selbst bei weitem nicht vollständig erforscht ist.



kennen konnte, ob eine Veränderung vor sich gegangen war oder ob alle Abnormitäten von Runzelungen des Chitins abhingen.

Übrigens zeigten die Untersuchungen von OUDEMANS (20) und MEISENHEIMER (21), daß bei *Lymantria dispar* Veränderungen der Geschlechtsteile auf die sekundären Geschlechtsmerkmale nicht einwirken.

Etwas trägt zur Erklärung dieser Veränderung der Fühler die Puppenhülle bei, welche bei dem Weibchen bedeutend breiter ist als die Fühler. Man kann diese Erscheinung vielleicht folgendermaßen erklären: bei den Vorfahren von *Lymantria dispar* besaßen die Weibchen Fühler mit großen Fiedern, und das Merkmal hiervon erhielt sich an der Puppenhülle bis zum heutigen Tage. Vielleicht ist auch die Hülle kleiner (enger) geworden, aber nicht in so starkem Maße wie die Fiedern selbst. Der scharf ausgeprägte Geschlechtsdimorphismus stellt eine spätere Erscheinung dar, und es ist möglich, daß ehemals die Männchen keine so prächtig entwickelten Fühler besessen haben wie heutzutage.<sup>1)</sup>

Es ist bemerkenswert, daß bei der Gattung *Saturnia*, wo der Geschlechtsdimorphismus an den Fühlern stark ausgeprägt ist, bei der ältesten Form [nach STANDFUSS (17)], bei *Saturnia spini*, die Fühler des Weibchens sich am meisten dem Typus des Männchens nähern.

Dem Auftreten der grauen Färbung kann man wohl kaum eine phylogenetische Bedeutung beimessen. Höchst wahrscheinlich fand hier eine chemische Veränderung im Pigment statt, ähnlich denen, die bei den zahlreichen Versuchen PICTET's (11—16) erzielt wurden. Jedoch halte ich es nicht für möglich, wie PICTET es tut (15), die Erscheinung der dunklen Färbung durch die längere Dauer des Puppenstadiums zu erklären. Bei vielen meiner Versuche krochen viele fast ganz des Pigments beraubte Falter sehr lange nicht aus,

1) Die etwas merkwürdige Form der Fühler, die auf Taf. 17, Fig. 6 dargestellt ist, wird leicht durch das Fehlen an Raum zur Entwicklung erklärt. Die Hülle erwies sich als zu klein, und so erfolgte eine Aufreibung der Fiedern, welche nicht in die Länge wachsen konnten, und die Verbreiterung der Glieder. Das Auftreten kurzer, breiter Schuppen an den Fühlern kann man sich so erklären: beim Wachstum fanden die Schuppen Schwierigkeiten infolge des starken Druckes der Fühler auf die Puppenhülle und konnten nicht die gehörige Länge erreichen. Die Veränderung an den Sensillae coeloconicae hängt wahrscheinlich ebenso vom ungleichmäßigen Wachstum ab, das durch Raummangel hervorgerufen wurde.



und umgekehrt, bei vielen der grauen *L. dispar*-♀♀ währte das Puppenstadium relativ nicht lange.

Die interessantesten Veränderungen an den Fühlern zeigen, daß man sich bei der Untersuchung nicht bloß auf die Flügel beschränken darf. Es ist möglich, daß nicht bloß an den Chitinteilen, sondern auch an den innern Organen Veränderungen vor sich gehen. Wenn dem so ist, so werden die Forschungen am ganzen Organismus dazu beitragen, besser und vollständiger die Fragen zu klären, welche an die experimentelle Zoologie gestellt werden.

---

### Literaturverzeichnis.

---

1. BACHMETJEW, P., Experimentelle entomologische Studien vom physikalisch-chemischen Standpunkt aus, Vol. 2, Sophia 1907.
2. v. LINDEN, M. Gräfin, Zusammenfassende Darstellungen der experimentellen Ergebnisse über den Einfluß der Temperatur während der Puppenentwicklung auf die Gestaltung, Färbung und Zeichnung der Schmetterlinge. Die Vererbung erworbener Zeichnungscharaktere, in: Zool. Ctrbl., Vol. 9, 1902.
3. —, Der Einfluß des Stoffwechsels der Schmetterlingspuppe auf die Flügelfärbung und Zeichnung des Falters, in: Arch. Rass. Ges. Biol., Vol. 1, Berlin 1904.
4. —, Untersuchungen über die Veränderungen der Schuppenfarben und der Schuppenformen während der Puppenentwicklung von *Papilio podalirius*. — Die Veränderung der Schuppenformen durch äußere Einflüsse, in: Biol. Ctrbl., Vol. 26, 1906.
5. FEDERLEY, HARRY, Lepidopterologische Temperaturexperimente mit besonderer Berücksichtigung der Flügelschuppen, in: Festschr. für PALMÉN, Helsingfors 1905.
6. FISCHER, E., Experimentelle Untersuchungen über die Vererbung erworbener Eigenschaften, in: Allg. Ztschr. Entomol., Vol. 7, 1902.
7. —, Zwei sonderbare Aberrationen von *Vanessa antiopa* und eine neue Methode zur Erzeugung der Kälteaberrationen, in: Illustr. Wochenschr. Entomol., Vol. 2, 1897.
8. —, Beiträge zur experimentellen Lepidopterologie, *ibid.*, Vol. 2, 3, 4, 1897, 1898, 1899.
9. —, Lepidopterologische Experimentalforschungen, *ibid.*, Vol. 6, 8, 1901, 1903.
10. EIMER, H. TH., Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen, Jena 1889.

11. PICTET, A., Influence de l'alimentation et de l'humidité sur la variation des papillons, in: Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève, Vol. 35, 1905.
12. —, Influence de changement de nourriture des chenilles sur le développement de leurs papillons, in: CR. Soc. Helv. Sc. nat. (Genève), 1902.
13. —, Variations des papillons provenant des changements d'alimentation de leurs chenilles et de l'humidité, *ibid.* (Locarno), 1903.
14. —, Variations chez les papillons provenant de l'humidité, in: CR. Soc. Phys. Hist. nat. Genève, 1903.
15. —, Variations dans le cycle évolutif des Lepidoptères, *ibid.*, 1904.
16. —, Les variations des papillons provenant des changements d'alimentation de leurs chenilles et de l'humidité, in: CR. 6. Congrès internat. Zool. (Berne), 1904.
17. STANDFUSS, M., Handbuch der paläarktischen Grossschmetterlinge für Forscher und Sammler, 2. Aufl., Jena 1896.
18. SCHENK, Die antennalen Hautsinnesorgane einiger Lepidopteren und Hymenopteren, mit besonderer Berücksichtigung der sexuellen Untersch., in: Zool. Jahrb., Vol. 17, Anat., 1903.
19. MAYER, A., The development of the wing scales and their pigment in butterflies and moths, in: Bull. Mus. comp. Zool. Harvard Coll., Vol. 29, 1896.
20. OUDEMANS, J., Falter aus kastrierten Raupen, in: Zool. Jahrb., Vol. 12, Syst., 1898.
21. MEISENHEIMER, J., Ergebnisse einiger Versuchsreihen über Exstirpation und Transplantation der Geschlechtsdrüsen bei Schmetterlingen, in: Zool. Anz., Vol. 32, 1907.

### Erklärung der Abbildungen.

#### Tafel 13.

##### *Vanessa antiopa* L.

- Fig. 1. Normales Exemplar.  
 Fig. 2. Feuchtigkeitseinwirkung.  
 Fig. 3. Kälteeinwirkung, 1 Stunde bis  $-3^{\circ}$  C.  
 Fig. 4. " 1 " "  $-3^{\circ}$  C.  
 Fig. 5. " 1 " "  $-3^{\circ}$  C.

##### *Lymantria dispar* L.

- Fig. 6. Normales ♂.  
 Fig. 7. Kälteeinfluß, 40 Tage bei  $+8^{\circ}$  C. ♂.  
 Fig. 8. " 20 " "  $+8^{\circ}$  C. ♂.  
 Fig. 9. " 40 " "  $+8^{\circ}$  C. ♂.  
 Fig. 10. " 40 " "  $+8^{\circ}$  C. ♂.  
 Fig. 11. Normales ♀.  
 Fig. 12. Bei Feuchtigkeitseinwirkung. ♀.

#### Tafel 14.

##### *Lymantria dispar* L.

- Fig. 1. ♀, Kälteeinwirkung, Temperatur  $+8^{\circ}$  C, 20 Tage.  
 Fig. 2. ♀, " "  $+8^{\circ}$  C, 30 "  
 Fig. 3. ♀, " "  $+8^{\circ}$  C, 30 "  
 Fig. 4. ♀, " "  $+8^{\circ}$  C, 35 "  
 Fig. 5. ♀, " "  $+8^{\circ}$  C, 35 "  
 Fig. 6. ♀, " "  $+8^{\circ}$  C, 20 "



- Fig. 7. ♀, Kälteeinwirkung, Temperatur  $+ 8^{\circ}$  C, 30 Tage.  
 Fig. 8. ♀, „ „ „  $+ 8^{\circ}$  C, 30 „  
 Fig. 9. ♀, „ „ „  $+ 8^{\circ}$  C, 20 „

*Malacosoma neustria* L.

- Fig. 10. ♀, normal.  
 Fig. 11. ♀, Kälteeinfluß, 30 Tage.  
 Fig. 12. ♀, „ 35 „  
 Fig. 13. ♀, „ 30 „  
 Fig. 14. ♀, „ 35 „  
 Fig. 15. ♂, „ 35 „

## Tafel 15 und 16. Schuppen.

*Vanessa io* L.

- Fig. 1. Normal.  
 Fig. 2. Feuchtigkeitseinwirkung (Versuch 1).  
 Fig. 3. Oberseite des Hinterflügels, normale Form.  
 Fig. 4. Oberseite des Hinterflügels, Form bei Feuchtigkeitseinwirkung (Versuch 1).  
 Fig. 5. Kälteeinwirkung.

*Vanessa antiopa* L.

- Fig. 6. Einwirkung mäßiger Kälte.  
 Fig. 7. Normal.  
 Fig. 8. Im Zimmer erzogen.  
 Fig. 9. Einwirkung starker Kälte (Taf. 13, Fig. 5).  
 Fig. 10. Oberseite des Hinterflügels, normal.  
 Fig. 11. Oberseite des Hinterflügels, Form bei Feuchtigkeitseinwirkung (Taf. 13, Fig. 2).

*Lymnaetia dispar* L.

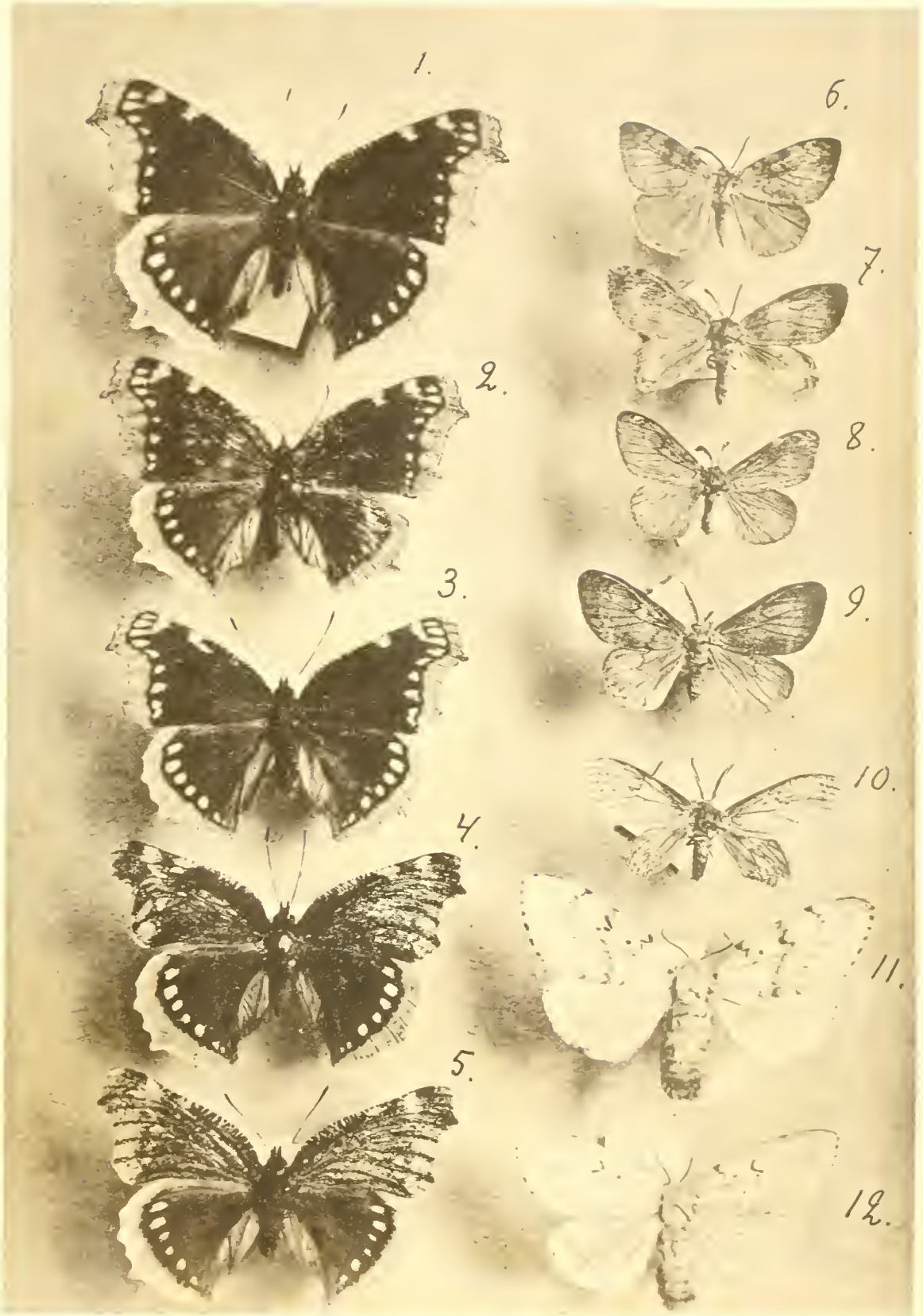
- Fig. 12. ♂, normal.  
 Fig. 13. ♂, Feuchtigkeitseinwirkung (Versuch 2).  
 Fig. 14. ♂, normale Schuppen, gleich außerhalb der äußern Querlinie.  
 Fig. 15. ♂, 40 Tage bei  $+ 8^{\circ}$  C.  
 Fig. 16. ♀, normal.  
 Fig. 17. ♀, Feuchtigkeitseinwirkung (2. Versuch) (Taf. 13, Fig. 12).  
 Fig. 18. ♀, 20 Tage bei  $+ 8^{\circ}$  C.  
 Fig. 19. ♀, Schuppenhäufchen auf der Oberseite des Vorderflügels (20 Tage bei  $+ 8^{\circ}$  C).

- Fig. 20. ♀, 20 Tage bei  $+8^{\circ}\text{C}$  (Taf. 14, Fig. 1).  
 Fig. 21. *Malacosoma neustria* L. ♀, normal.  
 Fig. 22. *Malacosoma neustria* L. ♀, 35 Tage bei  $+8^{\circ}\text{C}$ .  
 Fig. 23. *Arctia villica* L. ♂, normal.  
 Fig. 24. *Arctia villica* L. ♂, 40 Tage im Keller.

Alle Abbildungen, ausgenommen Fig. 19, sind bei ein und derselben Vergrößerung gezeichnet (Mier. REICHERT, Obj. 3, Oc. 4) mit Hilfe der ABBE'schen Kammer; Fig. 19 ist bei geringerer Vergrößerung gezeichnet (Obj. 3, Oc. 2).

## Tafel 17.

- Fig. 1. Fühler der Kälteform eines *dispar*-♀.  
 Fig. 2. Fühler eines normalen ♀.  
 Fig. 3. Ende einer normalen Fieder. Obj. 5, Oc. 2.  
 Fig. 4. Ende einer Kälteformfieder. Obj. 5, Oc. 2.  
 Fig. 5. 10.—12. Glied des Fühlers eines normalen ♀. Obj. 3, Oc. 2.  
 Fig. 6. 10.—12. Glied des Fühlers der Kälteform. Obj. 3, Oc. 2.  
 Fig. 7. Schuppen vom Fühler (Fig. 1), normal. Obj. 3, Oc. 4.  
 Fig. 8. Schuppen vom Fühler (Fig. 2) der Kälteform. Obj. 3, Oc. 4.  
 Fig. 9. Härchen vom Bauch, a) der normalen, b) der Kälteform.  
 Obj. 3, Oc. 4.  
 Fig. 10. Schuppen vom Abdomen der normalen Form. Obj. 3, Oc. 4.  
 Fig. 11. Schuppen vom Abdomen der Kälteform. Obj. 3, Oc. 4.



Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Crayondruck von J. B. Obernetter, München.



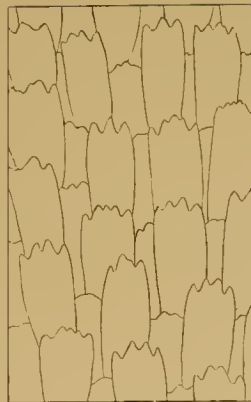




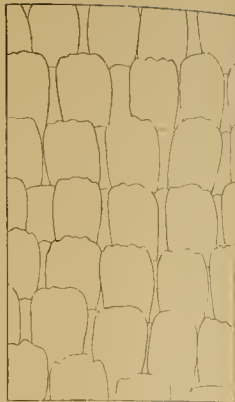




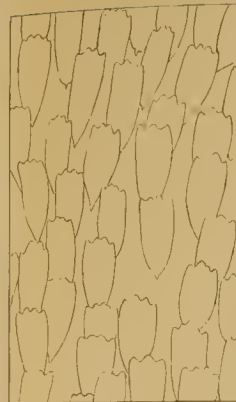
1.



2.



3.



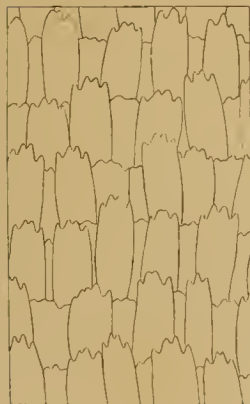
4.



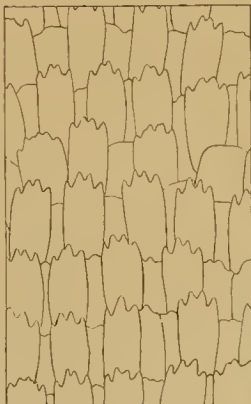
5.



6.



7.



8.



9.



10.



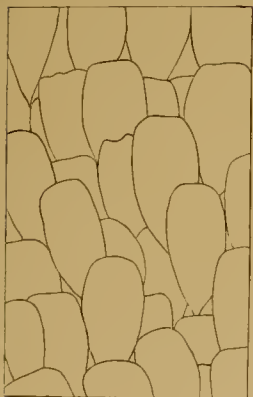
11.



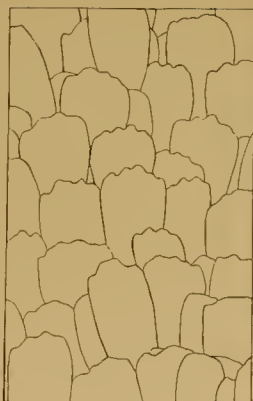
12.



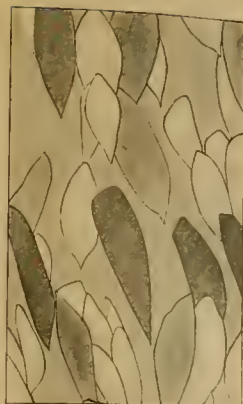




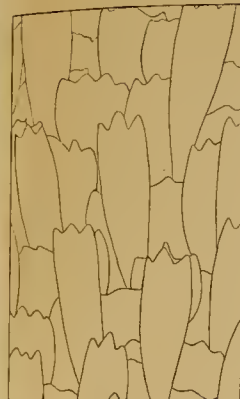
13.



14.



15.



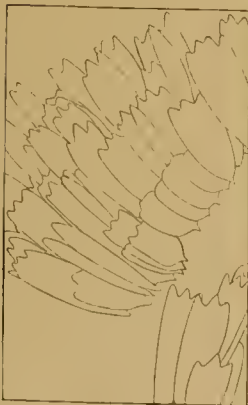
16.



17.



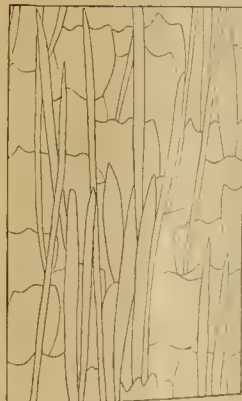
18.



19.



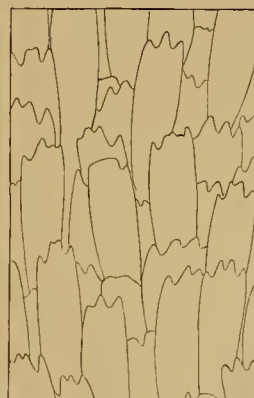
20.



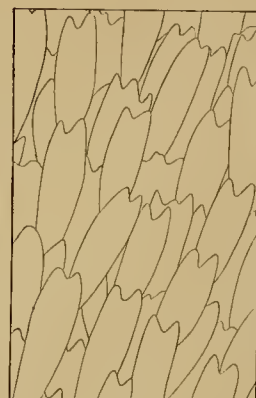
21.



22.



23.



24.





# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Kosminsky Peter

Artikel/Article: [Einwirkung äußerer Einflüsse auf Schmetterlinge. Veränderung der Chitinteile, der Färbung und Zeichnung unter dem Einfluß von Kälte und Feuchtigkeit. 361-390](#)