

Keimdrüsentransplantationen beim Schwammspinner.

Ein experimenteller Beitrag zur Frage der Vererbbarkeit erworbener Eigenschaften.

Von Berthold Klatt.

(Mit zwei Tafeln.)

(Eingegangen am 25. Juni 1919.)

In zwei Gruppen kann man nach der Versuchsanordnung die Experimente teilen, welche das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften zu entscheiden versuchen. Bei der einen Gruppe wird durch die Versuchsanordnung festgestellt, ob eine Änderung, die man am Körper der Eltern hervorruft, bei den Nachkommen auftritt, ohne daß bei diesen der Körper der gleichen Veränderung ausgesetzt war, und daraus eventuell eine spezifische Beeinflussung der betreffenden Erbanlage durch den Körper gefolgert. Die zweite Gruppe von Experimenten untersucht dagegen gerade diese Beziehungen zwischen Soma und Erbanlage genauer, indem sie Keimzellen mit genau bekanntem Anlagenkomplex in einen Körper von anderer erblicher Zusammensetzung bringt und nun feststellt durch Betrachtung der Nachkommen, die aus so vorbehandelten Keimzellen entstehen, ob eine spezifische Abänderung der Erbanlage im Sinne des fremden Somas stattgefunden hat. Indem also im ersten Falle die Versuchsanordnung über den Kernpunkt des Problems, die Beziehungen des Körpers zur Keimzelle, nur zu Vermutungen führen kann, wird das Ergebnis theoretisch mehrdeutig, wie die allbekannte Diskussion der zu Gruppe I gehörigen Versuche von Standfuß an Schmetterlingen, Kammerer an *Alytes* usw. zur Genüge gezeigt hat. Ein positives Ergebnis dagegen, gewonnen nach Anordnung II — selbstverständlich bei Vermeidung aller rein technischen

Einwände — würde die Möglichkeit einer Vererbung erworbener Eigenschaften beweisen.

Solche Keimdrüsentransplantationen von einer Tierart auf die andere mit dem ausgesprochenen Ziel, das genannte Problem zu lösen, sind mit Erfolg erst im verfloßenen Jahrzehnt, da jedoch mehrfach, vorgenommen worden; ich werde mich mit ihren Ergebnissen im letzten Teil dieser Arbeit näher zu befassen haben. Mir persönlich kam der Gedanke an solche Versuche und ihre theoretische Bedeutung bei der Anfertigung meiner Dissertation, deren Objekt besonders günstige technische Versuchsbedingungen bot. Im Frühjahr 1908 nahm ich dann Gonadenaustauschungen in größerer Zahl zwischen Nonne und Schwammspinner, sowie einige weitere zwischen Schwammspinner und Goldafter resp. Weidensspinner vor, die jedoch sämtlich ein durchaus negatives Resultat hatten: Die fremde Gonade degenerierte, so daß die schlüpfenden Falter in Wirklichkeit Kastraten waren. Es stimmt das völlig überein mit den gleichfalls negativen Resultaten von Meisenheimer und Kopeć, die — eine seltene Triplizität der Fälle — am gleichen Objekt zu gleicher Zeit das gleiche Experiment versuchten. Analoge Transplantationsversuche, die ich dann in den Jahren 1910 und 1911 an Hühnern vornahm, in Anlehnung an die Versuche Guthries, die inzwischen bekannt geworden waren, führten gleichfalls zu keinem Ergebnis. Wie Schultz und vor ihm Foges schon mitgeteilt haben, kann man ein Huhn überhaupt nicht vollständig kastrieren¹⁾, und das ist ja eine Vorbedingung für derartige Transplantationsversuche. Das Ovarialgewebe steht nämlich in innigster Verbindung mit der Wand der großen Hohlvene, die bei noch so vorsichtiger Präparation unfehlbar eröffnet wird. Nach den Erfahrungen bei meinen Versuchen, die sämtlich mit Verblutung der Tiere endeten, gelingt es bei sehr sorgfältigem Arbeiten zuweilen, das Ovarialgewebe ohne Verletzung der Vena cava abzulösen; aber die Tatsache, daß die direkt in die Vena cava gehende Eierstocksvene so außerordentlich kurz ist, daß es unmöglich ist, sie zu unterbinden, bewirkt zuguterletzt dann doch noch das unaufhaltsame Ausströmen des Blutes aus ihrer Einmündungsstelle in die Hohlvene. Ich kam daher 1911 wieder auf mein anfängliches Hauptobjekt, den Schwammspinner, zurück und beschloß, mir zunächst einige Rassen rein zu züchten, da bei Transplantationen innerhalb der Art Degeneration der

¹⁾ Auch Davenport fand bei seiner Nachprüfung der Guthrieschen Versuche, daß die Nachkommen stets von regeneriertem eigenem Keimgewebe stammten.

fremden Gonade nicht zu befürchten war. Hatte doch Meisenheimer über erfolgreiches Einheilen des Ovars sogar in eine fremde geographische Unterart, den japanischen Schwammspinner, berichtet. Der weiteren Schwierigkeit, daß in diesem Falle Verwachsung mit dem Ausführungsgange nicht eingetreten war, Eier also nicht abgelegt werden konnten, mußte man, wie ich zuversichtlich glaubte, dadurch begegnen können, daß man möglichst zahlreiche Operationen durchführte. Gab doch Kopec an, daß bei seinen Gonadenaustauschungen zwischen den beiden Geschlechtern des Schwammspinners in einem hohen Prozentsatz der Fälle Zusammenheilen des Ovars mit dem Vas deferens oder des Hodens mit dem Ovidukt eingetreten war. Bei Übertragung der Keimdrüsen in ein Tier gleichen Geschlechts konnten die Aussichten also eher noch bessere sein.

Material und Züchtung im allgemeinen.

Mein Schwammspinnermaterial stammt vom Ufer des Müggelsees bei Berlin, wo in den Jahren 1911 und 12 eine größere Schwammspinnerkalamität bestand, die im Jahre 1913 erlosch, so daß ich in diesem letztgenannten Jahre im ganzen nur noch einige Dutzend Raupen fand, wo sie in den Vorjahren zu tausenden krochen. Das Erlöschen der Kalamität war meines Erachtens in erster Linie auf das Überhandnehmen von Tachinen und Schlupfwespen zurückzuführen, die in enormer Zahl zu beobachten waren. Es ist diese Beobachtung vielleicht nicht unwichtig, da es möglich ist, daß die weiter unten beschriebene Mutation („Schwarzrasse“) vielleicht durch den durch Anwesenheit des Parasiten geänderten Stoffwechsel der Raupe verursacht ist¹⁾. Auch über die Entstehung der Kalamität läßt sich einiges mutmaßen. Wie aus der folgenden Schilderung der Rassen hervorgehen wird, dürfte es sich bei der einen derselben („Gelbrasse“) um eine Kreuzung von *Lymantria dispar* mit *L. japonica* handeln. Ob hierfür nur einige verflogene Falter resp. verschleppte Raupen aus den Zuchten von Liebhaberentomologen verantwortlich zu machen sind, oder ob ein solcher vielleicht absichtlich einer größeren Zahl von Tieren die Freiheit gegeben hat, weiß ich natürlich nicht. Aber, die Richtigkeit meiner Anschauung von der Natur der Gelbrasse vorausgesetzt, würde das Entstehen der Kalamität vielleicht verständlich durch die „Blutauffrischung“, die so in unsere

¹⁾ Vergl. indessen hierzu die „Anmerkung bei der Korrektur“ auf S. 16.

heimische Rasse hineingebracht wurde und zu besonderer Fruchtbarkeit anregte. Auch diese Kreuzung von *L. japonica* mit *L. dispar* kann übrigens als eventuelle Ursachenquelle für die erwähnte Mutation (Kombination?) in Betracht kommen.

Meine Züchtungsversuche waren nicht gerade vom Glück begünstigt. 1913 kam ich infolge Erkrankung auf der Rückkehr von einer Forschungsreise in die Tropen leider mit solcher Verspätung in Berlin an, daß von den bereits geschlüpften Räupchen die meisten inzwischen verhungert waren; besonders von der seltenen Schwarzrasse lebten nur noch wenige Individuen, die in der Folge keineswegs sämtlich Nachkommen lieferten, so daß alle Schwarztiere meiner späteren Zuchten nur auf ein einziges Tier dieser Rasse im Jahre 1913 zurückzuführen sind. Seit 1913 habe ich keine Einkreuzungen fremden Blutes weiter vorgenommen. Während der ersten Kriegsjahre, wo ich selbst abwesend war, gab es natürlich weitere starke Verluste, und ich mußte zufrieden sein, daß die Rassen — durch möglichst weitgehende Inzucht — erhalten wurden. Alles in allem geht aus dem Gesagten hervor, daß mein Material nur auf einige wenige differente Individuen zurückgeht, und daß alle meine Tiere sehr nahe miteinander verwandt sind.

Von Zwitterbildungen oder irgend welchen Unregelmäßigkeiten hinsichtlich der Fortpflanzungsverhältnisse habe ich trotz dieser weitgehenden Inzucht nie etwas bemerkt. Auch die Fruchtbarkeit der Tiere ist eine unverändert gute. Zwar sind manche Gelege, wie weiter unten zu ersehen, klein im Verhältnis zu den Zahlen, die Freilandgelege bieten; aber es steht diese Kleinheit durchaus im Verhältnis zur Größe der Tiere, die unter dem Einfluß der Domestikation ja sehr rasch abnimmt. Ich habe schon wahre Zwerge beobachtet, die aber durchaus normal sich benahmen. Andererseits fallen ab und zu auch recht große Tiere, die unserem wilden Schwammspinner an Größe kaum nachstehen.

Gezüchtet habe ich während der ganzen Jahre in Einmachegläsern von 1—2 Litern Inhalt, die oben mit Mullgase zugebunden wurden. Das Futter bestand zuerst im Jahre meist aus Hasel, die ja früh treibt und durch ihre Verzweigungsverhältnisse in besonders günstiger Weise einen großen Raum bestreicht, so daß die jungen Räupchen bei ihrem dauernden Umherkriechen immer wieder auf die Nahrung gelangen, zumal wenn man ihren positiven Heliotropismus ausnutzt und die Gläser entsprechend stellt. Später wurde vorzugsweise Eiche als Futter benutzt. Die Zweige wurden stets in mit Wasser gefüllte Fläschchen gesteckt, und diese hineingestellt. Besonders wurde geachtet beim Reinigen und

beim Futterwechsel, daß keine Tiere zufällig in ein anderes Glas hineingelangen; zumal solange sie noch klein sind, kommt es ja auch bei peinlichster Vorsicht gelegentlich dazu, daß einmal eine auf den Tisch (weiße Unterlage) fällt. Diese wurden ohne Gnade getötet, um so unbedingt die Möglichkeit auszuschließen, daß das doch vielleicht aus dem vorher behandelten Glase stammende Tier in eine andere Zucht geriete. Bei der Paarung der Falter ist es eine unangenehme Tatsache, die manche beabsichtigte Kreuzung einzelner bestimmter Individuen verhindert, daß die Männchen früher schlüpfen und zugleich kürzere Lebensdauer haben als die Weibchen. Um dieser Schwierigkeit, wenigstens für die besonders wertvollen operierten Tiere wirksam zu begegnen, hielt ich im vergangenen Jahr die operierten Männchen und Weibchen in getrennten Zimmern, und zwar die ersteren in einem Nord-, die letzteren in einem Südzimmer. Die etwas geringere Temperatur im ersteren bewirkte auch tatsächlich eine kleine Verzögerung in der Entwicklung, so daß alle Männchen zu gleicher Zeit mit den Weibchen schlüpften. Die Paarung wurde gleichfalls in kleinen etwa $\frac{1}{2}$ Liter-Gläsern vorgenommen, die mit Gase zugebunden und auf die Seite umgelegt wurden. Die einzelnen Gelege wurden in Apothekerschachteln, deren Deckel durch Gase ersetzt wurde, im ungeheizten Nordzimmer überwintert (Temperatur nicht unter 0 Grad).

Beschreibung der normalen Schwammspinnerraupe.

(Fig. 11 und 15.)

Charakteristisch für die Larven der Lipariden, zu welcher Familie ja der Schwammspinner gehört, ist der Besitz der Trichterwarzen und das Vorhandensein von Sternhaarwarzen, die beim Schwammspinner im Gegensatz zu anderen Lipariden allein die Haare der Raupe tragen. Diese beiden Warzenarten sind neben den Füßen die einzigen morphologischen Elemente, welche durch ihre verschiedene Anordnung, Größe und Form neben der Färbung das bunte und nicht sehr übersichtliche Aussehen der Schwammspinnerraupe bedingen. Sie seien zunächst kurz besprochen.

Morphologische Elemente (vergl. Textfig. 1).

Die typische Anordnung der Sternhaarwarzen erkennt man am besten an einem der Segmente, in welchem keine Füße entwickelt sind,

also am 4. und 5. oder 10. und 11. Körpersegment, die ja bei den echten Raupen stets die einzigen fußlosen Segmente sind. Man kann an jedem solchen Segment vier Paare von Hauptwarzen erkennen, die in ziemlich gleichartigen Abständen rings um das Segment, und zwar in der transversalen Mittelebene desselben, angeordnet sind.

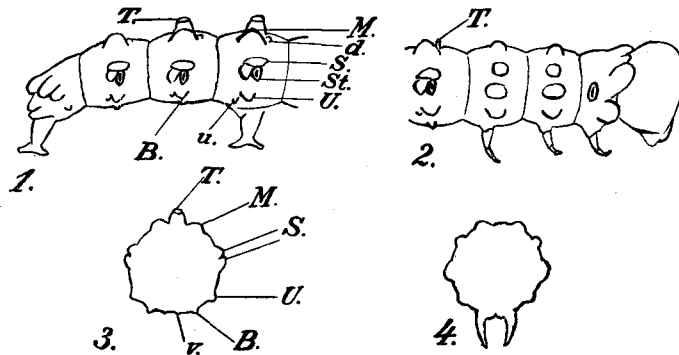
1. Auf der Dorsalseite zwei „Mittelwarzen“,
2. An den Seiten rechts und links eine „Seitenwarze“, welche jede eigentlich aus zwei Warzen besteht, also eine Doppelwarze darstellt. Der mehr ventral gelegene Teil ist etwas kleiner als der mehr dorsal gelegene, der auch zugleich eine Wenigkeit aus der transversalen Mittelebene in die vordere Hälfte des Segments vorgeschoben ist. Dicht vor der unteren, also unmittelbar unter dem Vorderteil der oberen Warze liegt das Stigma.
3. An der Grenze von Bauch und Seitenwand des Segments liegt jederseits eine „Unterwarze“.
4. Auf der Bauchfläche liegen als kleinste von allen Hauptwarzen zwei „Bauchwarzen“ in entsprechender Lagerung wie auf der Dorsalseite die Mittelwarzen.

Außer diesen Hauptwarzen finden sich noch drei Paar Nebenwarzen, die nicht alle in der transversalen Mittelebene des Segments gelegen sind.

1. Vor und zugleich zwischen den Mittelwarzen ein Paar „dorsaler Nebenwarzen“, deren jede in den jüngeren Stadien eigentlich nur durch ein alleinstehendes Haar repräsentiert wird. Bei älteren Raupen (nach vierter Häutung) steht dasselbe auf einer kleinen warzenartigen Erhebung.
2. Etwas unter und hinter den Unterwarzen jederseits eine „untere Nebenwarze“.
3. Zwischen den Bauchwarzen zwei sehr winzige „ventrale Nebenwarzen“.

Diese typische Anordnung ist in den übrigen Segmenten mehr oder minder verändert. Zunächst bedingt die Anwesenheit der Füße in den übrigen Segmenten eine Abänderung des Schemas insofern, als in denselben (Segment 1—3 und 6—9) die dort entwickelten Füße an Stelle der Bauchwarzen stehen, und die ventralen Nebenwarzen fehlen. In Segment 1—3 fehlen auch noch die unteren Nebenwarzen. Eine weitere Veränderung betrifft dann noch Segment 2 und 3, indem hier die beiden Hälften der doppelten Seitenwarze auseinanderrücken, was

vielleicht mit dem Vorhandensein der Flügelanlagen und dem Fehlen der Stigmen in diesen Segmenten zusammenhängt. Die obere der beiden Seitenwarzen ist hier erheblich kleiner als die untere. Zugleich sind die dorsalen Nebenwarzen etwas nach rückwärts genau zwischen die Mittelwarze gerückt. Das dürfte damit zusammenhängen, daß in diesen Segmenten keine den gleich zu besprechenden Trichterwarzen der übrigen Segmente ähnliche Bildungen vorhanden sind. — Die stärksten Änderungen zeigen dann das erste und letzte Körpersegment, in welchem alle Warzen mehr oder minder an den vorderen resp. hinteren Segmentrand gerückt sind unter Veränderung der Größe und Form. Im letzten



Textfig. 1.

1. 9.—12. Körpersegment, 2. 1.—4. Körpersegment der Schwammspinnerraupe. 3. Querschnitt durch das 10. Segment. 4. Querschnitt durch das 2. oder 3. Segment. B. = Bauchwarze. — d. = dorsale Nebenwarze. — M. = Mittelwarze. — S. = Seitenwarze. — St. = Stigma. — T. = Trichterwarze. — U. = Unterwarze. — u. = untere Nebenwarze. — v. = ventrale Nebenwarze.

Segment stehen die Füße (Nachschieber) nicht an Stelle der Bauchwarzen, die hier vorhanden sind, sondern hinter denselben. Seitlich und über dem After liegen jederseits ein paar starkbehaarter Platten, die vielleicht der sonst nicht vorhandenen Unterwarze und der unteren Nebenwarze entsprechen.

Die auf diesen Warzen stehenden Haare sind entweder sehr steif, borstenähnlich und stärkeren Kalibers, oder dünner und weicher, zugleich auch etwas länger. Die erstere Art findet sich auf den in der oberen Körperhälfte entwickelten Warzen, die zweite auf denen der ventralen Hälfte und zwar so, daß die Grenze zwischen den beiden verschieden behaarten Körperhälften genau mit der Grenze zwischen oberer und unterer Hälfte der Seitenwarze zusammenfällt. Die untere

Warzenhälfte hat also weiche Haare, die obere steife, wie sie auch den Mittelwarzen zukommen. Auch das einzelne Haar der dorsalen Nebenwarze ist eine steife Borste. — Vor der ersten Häutung finden sich eigenartige mit einem Bläschen versehene Haare (s. Fernald).

Die Trichterwarzen sind am stärksten entwickelt auf Segment 9 und 10 in Gestalt nur eines ausstülpbaren Organs genau zwischen den Mittelwarzen gelegen (auf allen Tafelfiguren gut zu erkennen). In Segment 4—7 stehen anstatt dessen je zwei kleinere zylindrische Erhebungen (besonders deutlich in Fig. 4 und 5 im ersten der abgebildeten Segmente) zwischen den Mittelwarzen, was den nicht weiter wundernimmt, der da weiß, daß der wesentlichste Teil dieser Organe, die Drüsenzellen, auch in dem größeren Organ des 9. und 10. Segments paarig sind. Im 8. (Genital-) Segment fehlen die Organe, obwohl die Drüsenzellen auch hier, wenn auch minimal, entwickelt sind. In den übrigen Segmenten fehlen die Drüsenzellen und damit auch die Organe (Klatt 1908). Die Trichterwarzen treten auf mit der ersten Häutung, die Drüsenzellen liegen schon vorher an den betreffenden Stellen.

Alle diese eben beschriebenen morphologischen Elemente der Körperoberfläche bestehen wie auch der Kopf aus festerem Chitin als die übrige Körperhaut. Im Zusammenhang damit steht es, daß die Größe aller dieser Teile zwischen zwei Häutungen unverändert dieselbe bleibt, während die übrigen weichen Teile der Haut zwischen zwei Häutungen des Wachstums oder wenigstens starker Dehnung fähig sein müssen. Jedenfalls sind gleich nach der Häutung die Warzen, der Kopf usw. relativ sehr groß; vor der nächsten Häutung dagegen erscheinen dieselben klein im Verhältnis zu den vergrößerten Hautpartien dazwischen. Die relative Größe dieses Teile zueinander ist ein gutes Mittel, um das Alter des Tieres zwischen zwei Häutungen zu schätzen.

Färbung der morphologischen Elemente.

Wie ganz im allgemeinen die Raupe in der Jugend schwarzgrau erscheint, so tragen auch die Sternhaarwarzen diese Farbe bis zur zweiten Häutung. Nach derselben sind die Mittelwarzen blau gefärbt, die Seitenwarzen noch immer schwarzgrau, höchstens etwas bläulich, die eine oder die andere ganz oder zum Teil gelblichorange gefärbt. Diese Hellfärbung einzelner Seitenwarzen tritt noch deutlicher mit der dritten Häutung zutage, aber es bleiben bei den meisten Tieren auch da noch eine Anzahl der Seitenwarzen dunkel. Bei der fertig aus-

gefärbten Raupe (nach der vierten Häutung) ist meist die obere Hälfte der Seitenwarzen rötlich, die untere gelblich, doch kommen, besonders in den letzten Segmenten auch jetzt noch bläuliche Tönungen vor. Von den Mittelwarzen dagegen bleiben im späteren Leben nur die in den fünf vordersten Segmenten blau, die anderen werden rot. Diese Scheidung tritt gewöhnlich mit der vierten Häutung, selten später, zuweilen schon mit der dritten ein. Und zwar ist es im letzteren Falle bedeutsam, daß vielfach diese Rotfärbung nicht in all den Segmenten, die später durch rote Mittelwarzen gekennzeichnet sind, sofort in aller Klarheit erscheint, sondern daß man in manchen Fällen gewissermaßen ein Zentrum mit deutlichster Ausbildung des Rot erkennen kann, von welchem nach vorn und hinten sich entfernend das Rot der Mittelwarzen immer undeutlicher und mehr mit blau vermischt erscheint. Dieses Zentrum ist stets das Genitalsegment (achtes Segment). Man könnte fast denken, daß hier irgend welche kausalen Beziehungen zwischen der Färbung und der Anwesenheit der Genitalorgane bestehen; auch das Fehlen der Trichterwarzen und die sehr minimale Entwicklung der zugehörigen Drüsen in diesem Segment legt einen solchen Gedanken an eine Einwirkung der Gonaden auf die Umgebung nahe. Es ist übrigens ferner bemerkenswert, daß unmittelbar nach der Häutung die blauen und roten Mittelwarzen schwach weinfarben aussehen, wobei die hinteren, später roten, eine etwas dunklere Tönung tragen. In kurzer Zeit nach der Häutung (höchstens zwei Stunden) ist dann die normale Ausfärbung geschehen, in den vorderen Segmenten sind sie blau, in den hinteren Segmenten rot. Das Rot ist vor der vierten Häutung meist ein Ziegelrot, nach der vierten Bordeauxrot. Die dorsalen Nebenwarzen, die als Warze ja erst mit der vierten Häutung auftreten (s. o.), sind bordeauxrot, wie die Mittelwarze, nur in Segment 1—3 nicht.

Die Trichterwarzen sind von ihrem ersten Auftreten (erste Häutung) an bis zur Verpuppung stets einheitlich rot gefärbt. Von den Haaren sind die steiferen dorsalen im allgemeinen schwarz, die weichen ventralen weißlich; doch kommt auch bei beiden Sorten rostrote Färbung vor.

Der Kopf ist bis zur dritten Häutung gleichmäßig schwarz gefärbt, doch kann man schon in der zweiten Häutung, solange der neue noch weiche Kopf durchschimmert, an diesem zwei breite, schwarze, senkrecht verlaufende Stirnstreifen erkennen (der späteren Lage der Fühler in der Puppe entsprechend), während der übrige Teil dann noch hell ist. Diese Zeichnung wird mit der dritten Häutung dauernd, nur

ist das Gelb auch außerhalb der breiten Stirnstreifen noch dunkel gesprenkelt.

Färbung der übrigen Haut.

Im Gegensatz zur Färbung der festen Chitintteile ist die Zeichnung und Färbung der übrigen Haut viel variabler, weil vermittels derselben, wie schon oben gesagt, in erster Linie die Größenzunahme erfolgt. Es ist interessant, wie in der Zeit zwischen zwei Häutungen ein und derselbe Farbfleck bei ein und demselben Tier Größe und Gestalt verändern kann. Hier dürfte ein geeignetes Objekt vorliegen, um über die Art, in welcher das Wachstum der einzelnen Elemente der Haut sich vollzieht, ins klare zu kommen. Höchst wahrscheinlich dürften entsprechende Untersuchungen auch zu einer Revision der allgemeinen schematischen Auffassung führen, daß das Wachstum der Insekten im wesentlichen nur während des Häutungsvorganges statt hat. Mit fortschreitendem Wachstum kann man im allgemeinen eine Zunahme der hellen Zeichnungselemente feststellen, während der dunkle Grundton allmählich zurücktritt. So erscheinen die Tiere gleich nach der Häutung viel dunkler, event. ohne merkliche Spuren der hellen Zeichnung, am Ende desselben Lebensalters, also vor der nächsten Häutung, sieht dasselbe Tier dagegen recht bunt und damit im allgemeinen heller aus (vergl. z. B. Fig. 7 mit 6). Dasselbe gilt aber auch, wenn man das Raupenleben als ganzes betrachtet. Im ersten Stadium sind die Tiere am dunkelsten, im letzten am hellsten. Die fortschreitende Aufhellung geht also gewissermaßen wie eine Springprozession vor sich: In der Zeit zwischen zwei Häutungen fortschreitende Aufhellung, mit der nächsten Häutung wieder einen Schritt zurück, doch nicht ganz soweit wie zu Beginn der vorhergehenden Häutung und dann wieder allmähliche Aufhellung, die nun aber weiter geht als im vorhergehenden Stadium. Inwieweit die hellen Elemente zwischen zwei Häutungen wirklich neu entstehen, oder ob das schwarze Pigment nur gewissermaßen wie überlagerter Staub sie zu Anfang des Stadiums überdeckt, um dann aufgebraucht oder zurückgezogen zu werden, das können nur histologische Untersuchungen lehren. Die eben gegebene Schilderung des allgemeinen Helligkeitseindrucks gelten nur für Betrachtung mit bloßem Auge oder mit schwacher Lupenvergrößerung. Stärkere Vergrößerungen, besonders Mikrophotogramme zeigen auch bei sehr jungen Tieren, wenigstens wenn es sich um solche kurz vor einer Häutung handelt, daß der allgemeine dunkle Grundton des Tieres, von dem die hellen, eigentlichen Zeich-

nungselemente eingefaßt sind, in Wahrheit doch schon marmoriert ist, wie das bei älteren Tieren (nach der vierten, gelegentlich schon der dritten Häutung) die Betrachtung mit bloßem Auge lehrt.

Die eigentlichen Zeichnungselemente — im Gegensatz zum Grundton — bestehen in den gelben Längslinien und der roten Mittelzeichnung (vergl. z. B. Fig. 11). Drei solcher gelben Längslinien sind vorhanden, von der ersten Häutung an, nur natürlich, wie aus der allgemeinen Erörterung soeben hervorgeht, nicht bei jedem Tier gleich nach den Häutungen von vornherein in ganzer Länge oder auch nur in größeren Teilstrecken sichtbar. Die dorsale Mittellinie zwischen der Mittelwarzenreihe, also dem Verlauf des Herzens entsprechend, je eine seitliche zwischen der Mittel- und Seitenwarzenreihe. Jedem Segment kommt normalerweise noch ein kleines Paar gelber Pünktchen zu, in der vorderen Segmenthälfte rechts und links von der Mittellinie vor den Trichterwarzen gelegen. Bei älteren Tieren (nach der vierten Häutung) heben sich die gelben Linien zum großen Teil nicht mehr deutlich ab, sondern haben oft die mehr weißliche Färbung der jetzt deutlichen Marmorierung, mit der sie verschmolzen erscheinen. — Im ersten Segment treten die hierhergehörigen Teile der gelben Seitenlinien erst mit der dritten (event. schon zweiten) Häutung als auffallend gelbe Flecke hervor. Übrigens ist die Anordnung der drei hellen Linien bis auf den Kopf hinauf zu verfolgen.

Die gelbe Mittellinie wird in Segment 4—8 mitten auf dem Segment unterbrochen von der roten schildartigen Mittelzeichnung. Am ausgedehntesten ist dieselbe auf dem Genitalsegment, hier auch meist heller, mehr rötlich statt rot gefärbt, was wieder an kausale Beziehungen, wie oben ausgeführt, denken läßt. Nach vorn zu wird sie von Segment zu Segment kleiner, beschränkt sich event. in Segment 4 nur auf die Umgebung der in ihrem Bezirk sich erhebenden zylindrischen Trichterwarzen. Auf Segment 9 und 10 nimmt die große Trichterwarze die Stelle dieser Zeichnung ein. — Die rote Zeichnung ist bereits vor der ersten Häutung deutlich zu erkennen, sie ist überhaupt das erste Zeichnungselement, das man bei den aus dem Ei geschlüpften Räupchen anfangs als einfachen helleren Fleck, noch nicht rot, auftreten sieht. In den späteren Stadien wird die Zeichnung immer relativ kleiner. Meist schon nach der dritten Häutung erkennt man auf der mehr ziegelroten Grundfarbe zentral eine dunkler rote Wölkung und mit der nächsten vierten (resp. erst fünften) Häutung ist die Zeichnung geschwunden oder, besonders auf dem Genitalsegment durch eine viel

kleinere tiefschwarze Zeichnung ersetzt, die zuweilen von einem schmalen bordeauxroten Saum eingefäßt erscheint. Diese eigenartige, vom Zentrum ausgehende Umkehr¹⁾ heller Zeichnungselemente in schwarz ist auch gelegentlich bei den gelben Punkten neben der Mittellinie zu beobachten (z. B. Fig. 1 und 16), wo gleichfalls nach der dritten Häutung ein mehr rötliches Zentrum im Gelb erscheint und nach der nächsten Häutung der Fleck schwarz mit gelber Einfassung sich darstellt (s. a. w. u. bei der Gelbrasse).

Mit der dritten resp. vierten Häutung tritt auch das schwarze quere Nackenband im Vorderteil des zweiten Segmentes auf.

Wie man aus der Schilderung erkennt, sind die einzelnen Zeichnungssegmente hinsichtlich ihrer Ausdehnung in räumlicher wie zeitlicher Hinsicht sehr variabel, und als ein wesentlich diese Variabilität mitbedingender Faktor erscheint mir die verschieden starke Tendenz zur Bildung schwarzen Pigmentes, die, wie oben gesagt, in der Jugend stärker, im Alter schwächer ist. Daher wird die volle Kompliziertheit des Farbkleides erst sichtbar mit den späteren Häutungen, und zwar verschieden zeitig, je nachdem die Tendenz zur Schwarzbildung bei dem betreffenden Tier stärker oder schwächer ist. Inwieweit man dieselbe modifizieren kann, müssen Versuche lehren. Es war mir auffallend, daß bei meinen im Winter vorzeitig getriebenen Tieren diese Tendenz zur Schwarzbildung geringer war, und demgemäß die einzelnen Stadien sich viel deutlicher voneinander abhoben. Hier ~~war~~ sofort nach der ersten Häutung das Mittelrot in voller Ausdehnung zu erkennen, während es meist erst weiter gegen die zweite Häutung hin wieder aus dem allgemeinen Schwarz sich herauszulösen beginnt. Hier trat mit der dritten Häutung bereits deutliche Rotfärbung fast aller Mittelwarzen ein, während im Sommer diese dann fast stets noch blau sind, was gleichfalls als Verdunkelung des Rot aufzufassen ist. Ebenso überwogen in dem marmorierten Grundton durchaus die hellen Elemente und zwar schon von der dritten Häutung ab, während ich im Sommer gelegentlich Tiere habe, die bis zur Verpuppung in weitem Umfange Verschmelzung der schwarzen Marmorierungselemente aufweisen, so daß nur hier und da ein wenig von der gelben Mittellinie oder den gelben Punkten sichtbar ist und alles übrige schwarz erscheint (Nigrismus, Paul Schulze, vergl. Fig. 3). Übrigens glaube ich auch ein allmähliches Nachlassen

¹⁾ Über ähnliche Beobachtungen an hellen Zeichnungselementen bei Säugetieren vergl. Haecker, 1918, S. 137, 153, beim Salamander Kammerer.

der Tendenz zur Schwärzung im Laufe der Generationen bei meinen Zimmerzuchten feststellen zu können. So extrem schwarze Tiere, wie ich sie mir 1912 und 13, also von den Freilandvorfahren, abskizzierte, finde ich jetzt kaum noch.

Bei dieser großen Variabilität der Färbung ist es schwer, eine Norm aufzustellen, die angibt, wie mit jeder Häutung das Farbkleid sich ändert. Und doch ist eine solche Kenntnis wichtig, um möglichst bei jedem herausgegriffenen Individuum das Lebensstadium angeben zu können, z. B., um bei der Transplantation auch wirklich Tiere gleichen Alters zu verwenden. Denn die Kopfgröße, nach der Judeich z. B. für die verwandte Nonne das Altersstadium bestimmt, dürfte vielleicht für Wildtiere einen geeigneten Maßstab abgeben, bei den starken Größendifferenzen in der Domestikation keinesfalls. Ich will also trotz der Schwierigkeiten dennoch versuchen, Alterskriterien nach dem Farbkleid zu geben:

Erstes Stadium. (Vom Ei bis zur ersten Häutung.) Anwesenheit der Bläschenhaare und Fehlen der Trichterwarzen gestatten ohne weiteres eine sichere Feststellung.

Zweites Stadium. (Von erster bis zweiter Häutung.) Im großen und ganzen schwarzgrau erscheinend, auch der Kopf und die Mittelwarzen. Im übrigen Zeichnung variabel.

Drittes Stadium. (Zwischen zweiter und dritter Häutung.) Wie vorher, doch die Mittelwarzen — sämtlich — blau; Kopf, solange noch weich, hell mit zwei schwarzen Stirnstreifen, später einheitlich dunkel, wie im Stadium zwei.

Viertes Stadium. (Zwischen dritter und vierter Häutung.) Kopf hell mit schwarzer Zeichnung. Mittelwarzen noch sämtlich oder zum großen Teil blau, wenn die hinteren schon rot, so mehr ziegelfarben, nicht bordeauxrot, Mittelzeichnung noch vorhanden.

Fünftes Stadium. (Zwischen vierter und fünfter Häutung.) Zuweilen genau so wie vor, doch meist schon durch die Anwesenheit der vorher fehlenden kleinen dorsalen Nebenwarzen (rot) unterschieden. In den meisten Fällen tritt jetzt Verlust der roten Mittelzeichnung und Umänderung des Ziegelrots der Mittelwarzen in Bordeauxrot auf.

Mit der vierten Häutung ist bei vielen Männchen die Maximalzahl der Häutungen erreicht. Andere, sowie die Weibchen machen noch eine fünfte Häutung, so daß dann im

Sechsten Stadium (zwischen fünfter Häutung und Verpuppung) sicher die unter fünf beschriebene definitive Färbung erscheint.

Eine sechste Häutung, wie Fernald sie als häufig beim Schwammspinner in Amerika beschreibt, habe ich nicht mit Sicherheit beobachtet.

Beschreibung der Gelbrasse.

(Fig. 1, 8, 9, 13, 16.)

Es ist wohl sicher, daß diese große räumliche und zeitliche Variabilität der Zeichnung nicht ausschließlich durch eine weitgehende Modifizierbarkeit erklärt werden kann, sondern daß sicher auch erbliche Verschiedenheiten vorliegen, daß man also vielleicht Rassen züchten könnte, etwa mit einer rasch verschwindenden roten Mittelzeichnung von geringer Ausdehnung, und andere mit starker Entwicklung derselben in räumlicher und zeitlicher Hinsicht. Oder Rassen mit starker Entwicklung der gelben Linien und solche mit geringer Entwicklung derselben. Oder starknigristische und wenig nigristische Rassen usw. Dieser Art sind die Rassen, an denen ich die Transplantationen vornahm, nicht. Die Unterschiede der benutzten Rassen sind weit deutlicher und weniger durch Modifizierung verwischbar. Ich will diese jetzt zu beschreibenden Rassen kurz bezeichnen als die „Gelbrasse“ und die „Schwarzrasse“ im Gegensatz zur „Normalrasse“, welche das im vorigen Abschnitt geschilderte Bild bietet.

Die Gelbrasse ist ausgezeichnet durch sehr starke Zunahme der gelben Zeichnungselemente, eine Zunahme, die besonders im Segment 3 und 4 zu einem ganz neuen Zeichnungsmuster führt. Doch auch hinsichtlich dieses neuen Zeichnungselementes ist zu bemerken, daß alle allmählichen Übergänge von Normal bis Extremgelb zu finden sind. Im extremsten Falle ist die ganze Rückenpartie des Segments 3 zwischen den Mittelwarzen eine leuchtend gelbe Fläche (Fig. 8 und 13). Dann gibt es Formen, bei denen vom hinteren Segmentrand in dies Gelb zwei dunkle Flecke vorspringen, andere, bei denen auch im vorderen Teil des gelben Feldes noch zwei dunkle Flecken entstehen (Fig. 9), dann schließlich solche mit einer Art Kreuzfigur, und so schließlich alle Übergänge bis zum normalen Tier mit seiner einfachen dünnen gelben Mittelinie und den zwei Pünktchen daneben. Es wird bei diesem allmählichen Ineinanderübergehen verständlich sein, daß es sehr schwer, wenn nicht unmöglich ist, gerade die Formen mit geringster Gelbentwicklung

in objektiver Weise von normalen zu unterscheiden. Ich habe mich dabei in erster Linie leiten lassen von dem allgemeinen Eindruck, den die Tiere bei der Betrachtung mit bloßem Auge machen. Wenn bei dieser Segment 3 nicht sofort als deutlich heller gefärbt auffällt, so rechne ich das Tier noch als normal; die Lupenbetrachtung des betreffenden Segmentes kann dann aber leicht wieder schwankend machen, da sie die Aufmerksamkeit auf Details lenkt, die vorher entgingen. Bezüglich des Gelb auf Segment 4 rechne ich ein Tier zu „normal“, bei welchem noch sichere Trennung der beiden gelben Pünktchen von der Mittellinie besteht. Bei „Gelbtieren“ sind sie mit derselben verschmolzen, so daß ein gelber Quersfleck entsteht, der beträchtliche Ausdehnung erreichen kann, aber stets nur auf den vorderen Segmentrand beschränkt bleibt. Bei den extremsten Gelbtieren ist meist auch die rote Zeichnung auf dem Genitalsegment statt rot ebenfalls leuchtend gelb, sowie die zwei gelben Punkte auch auf den übrigen Segmenten, besonders auf den vorletzten viel ausgedehnter, sowie das letzte Segment in weiter Ausdehnung gelb. Aber es gibt alle möglichen Kombinationen: Tiere mit sehr gutem Gelb auf Segment drei und vier, aber nur rötlicher Zeichnung auf dem Genitalsegment, andere mit extremem Gelb auf dem Genitalsegment und schlechterer Gelbentwicklung auf drei und vier, dabei aber vielleicht starke Gelbzeichnung auf dem letzten Segment usw. Da es eine immense Arbeit verursachen würde, alle diese verschiedenen Kombinationen isoliert zu züchten, deren Zahl ja, wie man ohne weiteres sieht, nicht klein ist, und die auch wieder nicht das ganze Raupenleben hindurch gleich bleiben, so habe ich mich darauf beschränkt, eine Rasse mit einem möglichst stark entwickelten Gelb auf Segment drei und vier zu züchten, bei der jedoch das Gelb in den übrigen Segmenten nicht weiter beachtet wurde und daher variabel ist. Solche Tiere sind also unter dem Wort Gelbrasse zu verstehen.

Diese Rasse ist bereits vor der ersten Häutung deutlich zu unterscheiden von normalen Tieren. Für die Gelbzeichnung dieser Rasse gilt überhaupt dasselbe wie für die rote Mittelzeichnung, deren Platz sie ja zum Teil einnimmt (z. B. das Gelb auf dem Genitalsegment): Sie ist eine typische Jugendzeichnung, am schönsten bis zur zweiten oder dritten Häutung. Dann verliert sie sich mehr oder weniger (vergl. z. Fig. 1 mit 8 oder 13), und nach der letzten Häutung kann man dem Tier oft gar nicht mehr ansehen, daß es zur Gelbrasse gehöre. Es sieht dann oft aus wie eine normale Schwammspinnerraupe. Nur findet man die oben erwähnte Umkehr des Gelb in Schwarz hier häufig, besonders

schön in Segment 4; und der breite, schwarze gelbumrandete quere Fleck (Fig. 16) an der vorderen Segmentgrenze weist dann noch bis zur Verpuppung darauf hin, daß es sich um ein Gelbtier handelt.

Eine weitere Besonderheit der Gelbrasse scheint mir zu bestehen in einer weniger satten Rotfärbung der Mittelzeichnung, die mehr rötlich aussieht. Außerdem scheint mir die Haut der Gelbtiere zarter zu sein. Ich hatte beim Transplantieren viel mehr Abgang unter den Tieren dieser Rasse, da die Haut leichter reißt. Wie oben bemerkt, glaube ich, daß meine Gelbrasse eine Kreuzung von *L. dispar* mit *L. japonica* ist, denn die Raupen von *L. japonica* sind hauptsächlich durch die intensive Entwicklung der gelben Zeichnungselemente von *L. dispar* unterschieden. Meine Gelbrasse erscheint durchaus als eine Mittelform zwischen beiden geographischen Arten.

Beschreibung der Schwarzrasse.

(Fig. 2, 6, 7, 12.)

Von der Schwarzrasse habe ich im ganzen 17 Tiere gefunden, 11 im Jahre 1911, 6 im Jahre 1912, an ein und demselben Gebüsch, sonst nirgends, obwohl auf einer halben Stunde Weges Tausende von Raupen krochen. Ich glaube daher sicher¹⁾, daß es eine im Freien entstandene Mutation (Kombination?) ist, die ohne mein Dazukommen wahrscheinlich restlos verschwunden wäre beim Erlöschen der Kalamität 1913. Auch in meiner Zucht hing ihre Erhaltung infolge der oben beschriebenen unglücklichen Zufälle vom Am-Leben-bleiben eines einzelnen Tieres ab, auf das alle meine jetzigen Schwarztiere zurückgehen. — Im Gegensatz zur Gelbrasse handelt es sich hier um eine Färbungsvarietät, deren Charakter mit fortschreitender Entwicklung immer schöner und deutlicher hervortritt und im letzten Raupenstadium die deutlichste Ausbildung zeigt. Vor der ersten Häutung ist noch nichts von der schwarzen Längsbinde, die das Kennzeichen der Rasse bildet, zu bemerken, wenigstens habe ich bisher noch keine Möglichkeit gefunden, schwarze und

¹⁾ Anmerkung bei der Korrektur: Inzwischen ist mir von Herrn Prof. Dr. Baltzer mitgeteilt worden, daß er die Schwarzrasse vor zwei Jahren aus Schlesien erhalten habe. Danach scheint es sich also um eine auch andernorts vorkommende Varietät zu handeln, so daß es sich bei den wenigen Ausgangstieren meines Materials vielleicht nur um Nachkommen eines verschleppten Exemplars handelt, nicht um eine frisch aufgetretene neue Form.

nicht schwarze vor der ersten Häutung auseinander zu halten. Auch in anderer Hinsicht verhält sich die Schwarzrasse anders als die Gelbrasse: Es gibt keine allmählichen Übergänge. Ein Tier ist entweder schwarz oder nicht schwarz und hat im ersten Falle die Binde in voller Ausbildung. Und wenn bei jugendlichen Tieren (etwa nach der ersten Häutung) die Feststellung, ob schwarz oder nicht schwarz, zuweilen Schwierigkeiten macht, so liegt das nur daran, daß hier die allgemein vorhandene Tendenz zur Schwärzung naturgemäß die deutliche Abgrenzung einer ebenso gefärbten Binde nicht immer gestattet. Wenn weiter gegen die nächste Häutung zu aber die hellen Zeichnungselemente mindestens hier und da hervortreten, läßt sich unter allen Umständen die Entscheidung treffen. Man sieht dann nämlich, daß dieselben, soweit sie im Bereich der Binde liegen, von dieser verdeckt werden, an den anderen Stellen dagegen nicht. So sind die gelben Seitenlinien z. B. klar gelb vorhanden, die Mittellinie und die Pünktchen dagegen nicht. Sie scheinen nur stellenweise ganz schwach durch das Schwarz der Binde hindurch. Ebenso sieht die rote Mittelzeichnung, die ja im Bereich der Binde liegt, dann wie berußt aus, gleich als ob man sie durch ein schwarzes Glas betrachtete. Besonders die Zeichnung auf dem Genitalsegment, die ja stets etwas heller ist, erscheint demgemäß bei den Schwarztieren verdunkelt, was in Zweifelsfällen die Rassenfeststellung ermöglicht (Fig. 12). Nur die Trichterwarzen, die sich auf dem Gebiet der Binde erheben, sind stets in ihrer Farbe unbeeinträchtigt (besonders gut Fig. 2 und 7 zu sehen). Sehr leicht sind die Schwarztiere von Nichtschwarzen zu unterscheiden, wenn sie zugleich der Gelbrasse angehören. Auf Segment 4 fällt der gelbe Quersfleck völlig in den Bereich der Binde, ist also nicht oder — gegen die Häutung zu — zuweilen wie berußt zu erkennen. Dagegen von der breiten Gelbzeichnung auf Segment 3 ist nur die mittlere Partie von der Binde überdeckt, rechts und links daneben leuchtet das Gelb unverhüllt hervor, ein sehr charakteristisches Bild (z. B. Fig. 6 und 7). Eine weitere Möglichkeit, schon bei jugendlichen Raupen den Charakter als schwarz zu entscheiden, bietet das letzte Segment. Statt des sonst hellen Mittelfeldes sieht man den zugespitzten Endverlauf der schwarzen Binde (vergl. z. B. Fig. 2 mit 3). Mit der dritten oder vierten Häutung ist das Schwarz der Binde so dicht geworden, daß man nichts mehr von den darunterliegenden Zeichnungselementen erkennt. Das trotzdem solche vorhanden sind, sieht man gelegentlich bei Beschädigungen der Rückenhaut in der Gegend der Binde. So trat bei einem meiner operierten Schwarztiere

an der Narbenstelle die Marmorierung der Haut frei zutage, und im Verlauf der Binde erschien diese Stelle ausgespart. Die Binde setzt sich übrigens auch bis auf den Kopf fort (z. B. Fig. 2, im Gegensatz zu 1 und 3).

Die Haut der Schwarztiere war beim Operieren derber als die der normalen oder gar gelben Individuen. Auch scheinen die Schwarztiere überhaupt kräftiger und schnellwüchsiger zu sein und etwas größer zu werden als andere. Merkwürdig klein im Verhältnis zu gleichaltrigen gelben und normalen kamen mir dagegen beim Operieren ihre Keimdrüsen vor¹⁾. Nach der Begriffstrennung von P. Schulze muß man die Schwarzstreifigkeit als Melanismus bezeichnen im Gegensatz zum Nigrismus, der, wie oben bemerkt, auch bei den Raupen vorkommt. Eine extrem nigristische Raupe (Fig. 3) ist gar nicht mit einem echten Schwarzstreiftier (Fig. 2) zu verwechseln. Der Schwarzstreif zieht als einheitliches von vorn bis hinten gleich breit bleibendes Band in gleicher Farbenintensität über die Mitte des Segments wie die Segmentgrenzen hinweg, stets genau die Mittelpartie des Segments zwischen den Mittelwarzen einnehmend (also analog dem Verlauf des Herzens). Bei nigristischen Tieren sind oft in großer Ausdehnung die schwarzen Partien des marmorierten Grundtons verschmolzen, und demgemäß ist die Ausdehnung keine gleichartige in den einzelnen Segmenten, die Grenzen keine scharfen, meist bleiben die dünnhäutigen Intersegmentalpartien frei von Nigrismus, und wenigstens hier und da erkennt man unverhüllt Teile der gelben Mittellinie (z. B. in Fig. 3 in den ersten und letzten Segmenten) oder der roten Mittelzeichnung.

Die Vererbungsweise der Rassenunterschiede.

Sehr klar ist das erbliche Verhalten der Schwarzstreifigkeit. Sie verhält sich „nicht schwarz“ (gelb oder normal) gegenüber als einfach mendelndes Merkmal mit voller Dominanz des Schwarz. Einige Zahlenbeispiele aus Zuchten des Jahres 1918 mögen das zeigen.

Ich erhielt bei Kreuzungen zwischen schwarzen Heterozygoten folgende Aufspaltungen:

¹⁾ Sollte etwa doch eine ähnliche innersekretorische Beziehung zwischen Größe des Tieres und Kleinheit der Keimdrüse bei diesem Insekt bestehen, wie das bei den Säugetieren der Fall ist?

14 : 5	27 : 11	19 : 10
21 : 7	42 : 16	25 : 11
24 : 8	50 : 19	33 : 15
25 : 8	95 : 29	34 : 15
31 : 10		35 : 9
31 : 11		38 : 23
38 : 13		68 : 16.

Davon stimmen die Zahlen der ersten Reihe sehr gut, die der zweiten leidlich, die der dritten wenig gut zu dem zu erwartenden Verhältnis 3 : 1. Als Durchschnitt aller ergibt sich

$$650 : 236, \text{ d. i. etwa } 2,75 : 1.$$

Bei Rückkreuzung eines Heterozygoten mit einem nichtschwarzen Tier erhielt ich im selben Jahre in vier Fällen

schwarz : nicht schwarz

13 : 15

21 : 27

34 : 47

41 : 45

$$109 : 134 \text{ oder } 1 : 1,22.$$

Bei Kreuzung anderer schwarzer Individuen mit nicht schwarzen erhielt ich rein schwarze Nachkommen; dann handelte es sich eben um mindestens ein homozygot schwarzes Tier. — Es ist mir bisher noch nicht möglich gewesen homo- und heterozygote Schwarze durch irgend ein Merkmal zu unterscheiden.

Die Erblichkeitsverhältnisse der Gelbrasse sind viel schwerer festzustellen. Hier handelt es sich ja um ein Merkmal, welches an vielen Stellen des Körpers sich zu erkennen gibt, aber, wie oben erörtert, nicht notwendig an allen in gleicher Weise. Die Feststellung der Intensität der Gelbnatur könnte also nur durch eine Beurteilung nach einer Art Punktwertungssystem erfolgen, wozu man alle Teile eines jeden Individuums genau untersuchen müßte und zwar in jedem Lebensalter, da in den einzelnen Stadien das Gelb bei jedem Exemplare variieren kann; also eine sehr mühselige Arbeit. Soviel scheint mir aber nach meinen längst nicht abgeschlossenen Versuchen sicher zu sein, daß auch Gelb dominiert über Normal. Zwar erhielt ich bei Kreuzung erstklassiger Gelbtiere mit normalen nicht in allen Fällen wieder ausschließlich erstklassige gelbe, sondern häufig Abstufungen bis zu „schlechten“ Gelben. Mit nicht ganz erstklassigen Gelben fielen

auch häufig einige wenige Normale. Dann handelte es sich eben wohl um ein heterozygoten Gelbtier. Niemals aber bestand Dominanz für normal, und ebensowenig fielen mir aus Kreuzungen einwandfrei normaler Tiere jemals auch nur „schlechte“ Gelbtiere. Gewisse Tatsachen lassen mich vermuten, daß wohl mehrere gleichsinnige Faktoren für Gelb bestehen dürften (Polymerie).

Das für die Vornahme der Transplantationen wesentliche Ergebnis der Erblchkeitsuntersuchungen ist aber die sichere Feststellung, daß normal rezessiv gegen gelb, und daß nicht schwarz (gleichgültig, ob dabei normal oder gelb) rezessiv gegen schwarz ist. Damit ist die Versuchsanordnung bei der Transplantation gegeben. Es müssen die Rezessiven in die Dominanten transplantiert werden, also normal in gelb, resp. normal oder gelb in schwarz. So muß am ehesten, wenn Beeinflussung durch das Soma statthat, dieselbe mit Sicherheit festzustellen sein.

Die Transplantationen und ihre Ergebnisse.

a) Die Operationen und das Verhalten der operierten Raupen.

Die Transplantation suchte ich auf möglichst jungem Stadium durchzuführen. Vor der zweiten Häutung dürfte dieselbe wohl eine technische Unmöglichkeit sein. Denn die Tiere sind da nicht länger als 1 cm und dicker als 1 mm, die Keimdrüsen also nur Bruchteile eines Millimeters groß. Dagegen habe ich kurz nach der zweiten Häutung eine ganze Reihe gelungener Transplantationen vorgenommen, eine noch größere Zahl nach der dritten Häutung. Noch ältere Tiere habe ich nicht zu den Versuchen benutzt. Ich nahm keinen eigentlichen Austausch der Gonaden vor, sondern transplantierte nur in die eine der beiden Rassen (in die dominante Form, wie bereits gesagt), während die Tiere, von denen die transplantierte Gonade genommen wurde (die Rezessiven also) getötet, und dementsprechend die Keimdrüsen der erstgenannten nicht verwertet wurden. Die als „Wirtstier“ ausersehene Raupe wurde durch wenige Minuten Aufenthalts in einem mit Ätherdämpfen gefüllten Gläschen narkotisiert und dann in ein Operationsbrettchen eingespannt. Es dienten dazu kleine Brettchen aus Zigarrenkistenholz, die ich in den Körperproportionen der Raupe entsprechenden Abständen mit feinen Löchern versehen hatte, durch die Zwirnfäden gezogen waren. Man kann so das Genitalsegment bequem festlegen,

und seine Haut nach Belieben straffer oder lockerer spannen durch Anziehen der Fäden. Ein mittlerer Spannungsgrad ist am günstigsten für die Vornahme der Transplantation. Durch einen ganz leichten kurzen Schnitt mit der Pinzettenschere wird unter dem Binokular die Haut in der hinteren Partie des achten Segments quer eröffnet, und nun eine spitze Pinzette von hinten her möglichst tangential zur Oberfläche des Tieres unter die Haut des Genitalsegments eingeführt und die Gonaden eine nach der anderen hervorgezogen, was bei einiger Übung meist ohne weiteres gelingt. Besonderes Gewicht wurde darauf gelegt, daß die Gonaden unversehrt und vollständig entfernt wurden, und in jedem Falle mit der Lupe, nötigenfalls mit dem Mikroskop dies kontrolliert. Tiere, bei denen die Gonaden nur stückweise herausbekommen werden konnten, wurden nicht weiter benutzt. Nur so hat man für völlige Kastration des Wirtstieres, die ja Vorbedingung für einwandfreie Resultate ist, eine sichere Gewähr. Die Untersuchung der Gonade zeigt zugleich an, ob es sich um ein Männchen oder Weibchen handelt, denn äußerlich ist das ja nicht dem Tiere anzusehen. Nun muß man ein gleichaltriges Tier der anderen Rasse vom gleichen Geschlecht zur Transplantation finden und öffnet oft ein Dutzend hintereinander, ehe man ein solches findet¹⁾. Dauerte dies zu lange, so wurde auch hier wieder das vorbereitete Tier nicht verwendet, sondern ein neues vorbereitet, um nur ja möglichst frisch eröffnete Tiere von beiden Seiten zu benutzen. Die Tiere, von denen die Gonade genommen wurde, um sie einzupflanzen, wurden übrigens nicht narkotisiert und der besseren Übersicht halber der Länge nach eröffnet. So kann man die Gonade natürlich viel bequemer und sicher unverletzt entnehmen. Sie werden nacheinander mit der Pinzette an dem von der Gonade hinten abgehenden Ausführweg gefaßt und so, ohne daß die Keimdrüse selbst gequetscht werden kann, auf die Wunde des Wirtstieres gelegt, nachdem aus derselben vorquellende Lymphe mit Fließpapier sorgfältig abgetupft ist. Das ist nötig, denn sonst schwimmt die Gonade in diesem Lymphtröpfchen und ist kaum durch die Öffnung in den Körper hineinzudrücken. Dieses Einführen geschieht möglichst sanft mit der Breitseite der einen Pinzettenspitze. Ich schob sie stets nach hinten unter die Haut des folgenden (neunten) Segmentes. Die meisten

¹⁾ Auf den Gedanken, die von Steche festgestellten Unterschiede in der Hämolymphe zwischen Männchen und Weibchen zu benutzen, bin ich, wie ich gestehen muß, nicht gekommen. Die Benutzung dieser Kenntnis dürfte wesentlich zur Materialersparnis beitragen.

Schwierigkeiten macht das häufig immer von neuem vorquellende Blut, welches die Gonade immer wieder mit vordrängt. Oft genug geht so zu guterletzt noch das Tier verloren, indem die Wunde bei den erneuten Transplantationsversuchen zu weit aufreißt, oder der Darm verletzt wird. Dann ist es zwecklos, das Tier noch am Leben zu lassen, es geht doch ein. Am besten geeignet für die Transplantation fand ich die Tiere gleich nach der Häutung, wenn die Haut noch weit und faltig ist. Später gegen die nächste Häutung hin ist das Tier zu prall gefüllt, und die Blutung schwerer zu stillen.

Nach erfolgter Transplantation liegen die Tiere gewöhnlich 24 Stunden ganz still an einer Stelle. Die bloße Verwundung oder der Blutverlust oder die Narkose an sich verursachen einen so lange dauernden Chok nicht. Ich vermute, daß die Vermischung der beiden Blutsera mit die Ursache ist. Dieses lange Stillliegen ist sehr günstig für den Verschluß der Wunde, da so keine Körperbewegung die — übrigens sehr rasch sich bildende — Verklebung der Öffnung durch das gerinnende Blut wieder aufhebt. Ein besonderes Verschlußmittel habe ich nie benutzt.

Die Zahl der gelungenen Operationen, die ich durchführte, beträgt 673. Als gelungen betrachte ich, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, die Fälle, bei denen einwandfreie Kastration des Wirtstieres vorhergeht, und zwei nicht beschädigte Gonaden ein und desselben Tieres eingeführt sind, ohne daß eine sichtbare Verletzung des Darmes oder zu starke Beschädigung der Haut bei der Operation stattgefunden haben. Es wird nach der eben gegebenen Schilderung verständlich sein, wenn ich die Zahl der für diese 673 Operationen verbrauchten Raupen auf mehrere Tausend schätze.

Nicht ganz ein Drittel von den 673 operierten Tieren kam glücklich durch bis zum Falterstadium, und zwar mehr Weibchen als Männchen:

Von 321 Weibchen erhielt ich 112 Falter = 34,8%.

„ 352 Männchen „ „ 78 „ = 22,1%.

Die Männchen hatten also eine erheblich größere Sterblichkeit. Dieselbe mag ihren Grund zum Teil darin haben, daß ich, wie oben angegeben, die beiden Geschlechter in verschiedenen Zimmern zog, und das kühlere Nordzimmer, in welchem die Männchen später gehalten wurden, eine etwas günstigere Gelegenheit zur Entwicklung von Darmkrankheiten bot. Immerhin starben aber auch schon in der ersten Woche nach der Operation, wo beide Geschlechter, der besseren Beob-

achtung wegen, gemeinsam an meinem Arbeitsplatz blieben, mehr Männchen als Weibchen, und zwar

129 (= 36,6%) gegen 111 (= 34,5%).

Wenn es sich wirklich um einen konstanten Unterschied handelt, liegt der Grund vielleicht darin, daß man, um die weit größeren Hoden zu transplantieren, bei männlichen Tieren die Operationswunde leicht größer macht als bei weiblichen.

Die Tiere, die in der ersten Woche starben, gingen regelmäßig ein an Darmverschluß, wohl infolge von Darmverletzungen, die bei der Operation nicht bemerkt worden waren. Der Darm erschien mit der Operationswunde verklebt und hier mit jauchiger Flüssigkeit gefüllt, während in der vorderen Partie noch normale grüne Pflanzenmassen sich fanden. Das ganze Hinterende der Raupe hinter der Operationsstelle trocknet zusammen und das Tier stirbt. — Da solche Darmverletzungen leichter eintreten, je kleiner das Objekt, so ist zu erwarten, daß die zwischen zweiter und dritter Häutung operierten Tiere eine größere Sterblichkeit aufweisen, als die zwischen dritter und vierter operierten:

Von 134 Männchen, vor dritter Häutung operiert, starben in der ersten Woche 68 = 50,7%.

Von 105 Weibchen, vor dritter Häutung operiert, starben in der ersten Woche 60 = 57,1%.

Dagegen von

217 Männchen, nach dritter Häutung operiert, starben in der ersten Woche 61 = 28%.

217 Weibchen, nach dritter Häutung operiert, starben in der ersten Woche 51 = 23,5%.

Unterschiede in der Sterblichkeit nach der Operation bei den verschiedenen Rassen (Gelb und Schwarz) konnte ich mit Sicherheit nicht feststellen.

Die Aussichten, die Mehrzahl der operierten Tiere bis zum Falter durchzubringen, sind also nach der Sterblichkeit nach der Operation beurteilt, recht gute, besonders wenn man nach der dritten Häutung transplantiert, und wenn ich trotzdem nur rund ein Drittel der operierten Tiere durchbrachte, so liegt das an Infektionskrankheiten, die mit dem regnerischen Wetter Ende Juni 1918 leider ausbrachen und große Verheerungen in allen meinen Zuchten anrichteten.

Um den Einheilungsprozeß der Gonaden zu verfolgen, wurden außer den sterbenden Tieren, die fast alle untersucht wurden, nur wenige gesunde

geopfert. Selbst zwei Monate nach der Operation zeigten die Keimdrüsen noch ganz normales Aussehen in Färbung und Größe, wie bei gleichaltrigen Kontrollraupen. Aber sie waren völlig frei verschieblich in der Leibeshöhle, nicht, wie normal, an der fadenförmigen Anlage des Ausführanges befestigt, zeigten auch keine Neueinwucherung von Tracheen. Wenn es sich bei diesen untersuchten Exemplaren also nicht zufällig um solche handelt, bei denen späterhin noch Degeneration des Transplantats eingetreten wäre, so kann man wohl schließen, daß die Hämolymphe genügend Sauerstoff enthalten muß, um die Gonade zu versorgen. Immerhin ist die geringere Umspinnung mit Tracheen und damit doch wohl schwächere Sauerstoffversorgung wichtig zu vermerken als mögliche Quelle etwaiger Mutationen und auch als möglicher Grund für die später zu erörternde Verschiedenheit im Anheilen von Ovar und Hoden. — Bei einigen der seziierten Raupen hatten die Gonaden, die ich bei der Operation stets bestrebt war möglichst nach hinten in das Tier zu schieben, doch wieder ihren normalen Platz in der Rücken- gegend des achten Segments eingenommen.

b) Das Verhalten der Falter.

Von den 112 weiblichen Faltern, die schließlich schlüpften, war bei 23 (= ca. 20%) Verwachsung der transplantierten Gonade mit dem Ausführang eingetreten. Diese Fälle verteilen sich auf die beiden Rassen und die zwei Gruppen der vor und der nach der dritten Häutung Transplantierten wie folgt: Auf 64 Schwarztiere 15, auf 48 Gelbtiere 8 Verwachsungen; von 32 vor der dritten Häutung operierten 6, und von 80 nach derselben operierten 17 Verwachsungen.

Normale Eiablagen erhielt ich aber keineswegs von allen 23 Tieren, sondern nur von 9 (7 Schwarz- und 2 Gelbtieren). Die Gründe hierfür sind verschiedener Art. In einer früheren Arbeit (Klatt 1913) habe ich mitgeteilt, daß in der Regel beim Schwammspinner eine normale Eiablage nicht eintritt, wenn das Weibchen unbegattet bleibt, und zwar ist, wie entsprechende Versuche mit verschiedenartig kastrierten Männchen zeigten, eine vollwertige Spermaejakulation nötig, um beim Weibchen normale Eiablage auszulösen. Begattung ohne Spermaejakulation verursacht nur eine „rudimentäre“ Eiablage von wenigen lose

¹⁾ Übrigens habe ich inzwischen ersehen, daß schon 1895 Fernald diese Verschiedenheit in der Eiablage unbegatteter und begatteter Weibchen beim Schwammspinner in Amerika gleichfalls gefunden hat.

abgesetzten Eiern, die auch bei gar nicht begatteten, isolierten Weibchen nach längerer Zeit einzutreten pflegt¹⁾. Nun ist es bei operierten Tieren unmöglich durch äußere Untersuchung des Lebenden festzustellen, ob Verwachsung stattgefunden hat oder nicht, weder beim Weibchen noch beim Männchen. Ich mußte also auf gut Glück jedes schlüpfende Weibchen mit möglichst vielen der gerade vorhandenen kurzlebigen Männchen paaren, um so vielleicht die zur Erhaltung von Nachkommen nötige Kombination zu erzielen, daß ein Männchen, bei dem Verwachsung eingetreten war, mit einem Weibchen, bei dem dieselbe gleichfalls statt hatte, kopulierte. Nur in diesem Fall war eine normale Eiablage von operierten Tieren zu erwarten. Setzte das Weibchen dagegen nur Wolle ab, so konnte der Grund für diese rudimentäre Ablage entweder an ihm selbst liegen, insofern bei ihm keine Verwachsung eingetreten war, oder an dem Männchen, bei dem das Gleiche der Fall, vollwertige Ejakulation also unmöglich war, oder an beiden Teilen. Wurde mit der Wolle auch zugleich ein Ei abgesetzt, so war dadurch für das Weibchen die Tatsache der Verwachsung bewiesen, für das Männchen dagegen konnte dieselbe als sehr unwahrscheinlich angesehen werden.

Keines der Weibchen ergab nun nach Kopulation mit operierten Männchen eine normale Eiablage (Ausnahme vielleicht Fall Nr. 10), wohl aber fanden sich bei einigen in der prompt abgesetzten Wolle zugleich ein oder einige Eier. Solche Weibchen ließ ich dann, da ja nach der eben ausgeführten Überlegung anzunehmen war, daß sie kein Sperma empfangen hatten, und somit unbefruchtete entwicklungsunfähige Eier abgesetzt hätten²⁾, schleunigst von einem nicht operierten Männchen derjenigen Rasse begatten, welcher die transplantierte Gonade angehörte, und erhielt dann auch meist prompt die normale Eiablage. Nur in zwei Fällen derartiger Weibchen gelang es merk-

¹⁾ Übrigens ist die Art des Wolleabsetzens ja gleichfalls verschieden, je nachdem ob eine vollwertige Begattung vorhergegangen ist oder nicht, wie ich auch schon 1913 bemerkt habe. Das sieht man sehr schön besonders an Weibchen, bei denen keine Verwachsung eingetreten ist. Trotzdem sie somit keine Eier legen können, wird die Wolle doch fest wie bei normaler Eiablage abgesetzt, sofern das Tier normal begattet ist, und man erkennt in der Wolle reihenweise geordnet die kleinen runden Abdrücke der Genitalmündung, die also ebenso sorgfältig Kitttröpfchen neben Kitttröpfchen gesetzt hat, wie wenn die Eier mit abgesetzt wären. Bei rudimentärer Ablage also auch nach Kopulation durch ein nicht normales Männchen, findet sich davon nichts, sondern nur etwas lose abgesetzte, leicht wegzublasende Wolle.

²⁾ In meinem Material habe ich die ganzen Jahre hindurch niemals eine parthenogenetische Entwicklung von Eiern beobachten können.

würdigerweise keinem der normalen Männchen, die ich nacheinander zusetzte, zu kopulieren¹⁾, und so fielen diese beiden Weibchen mir leider für die Nachzucht aus, obwohl die Sektion die erwartete normale Verwachsung der Ovarien mit den Ausführungsgängen bestätigte.

Nachdem ich durch Sektion einer größeren Zahl operierter Männchen festgestellt hatte, daß die Aussichten bei diesen, einen normal zusammengewachsenen Genitalapparat zu treffen, sehr gering seien, paarte ich von vornherein die schlüpfenden Weibchen sofort mit nicht operierten Männchen, so daß dann also stets eine normale Füllung des Rezeptakulums mit Sperma stattfand. Trotzdem erhielt ich aber auch dann noch von einigen der Weibchen, bei denen die nachfolgende Sektion Verwachsung feststellte, keine normale Eiablage, sondern nur einige wenige, allerdings fest mit Wolle angekittete Eier oder nur die Ablage der Wolle. Da waren es natürlich Besonderheiten der Weibchen, die das Absetzen normaler Eiablagen verhinderten. Und zwar waren in vier Fällen wahrscheinlich nur ein oder zwei Eiröhren mit dem Ovidukt verwachsen. Vielleicht, daß bereits bei der Transplantation eine Beschädigung der betreffenden Gonaden stattgefunden hatte. In sieben weiteren Fällen, wo gleichfalls trotz tagelangen Wartens nach der Kopulation durch normale Männchen nur Wolle oder wenige Eier abgesetzt wurden, ergab die Sektion richtig Verwachsung des Ovars mit dem Ovidukt, aber dieser war um vieles länger, als er normalerweise ist. Das erste Ei lag hoch oben in der Leibeshöhle. Vielleicht war diese abnorme Verlängerung des Ausführungsganges der Grund, daß keine Eier weiter abgesetzt wurden. Über die feineren Vorgänge, wie, aus welchen Ursachen, in welcher Reihenfolge die Eier aus dem Ovar in den Ovidukt und nach außen gelangen, sind wir ja kaum unterrichtet.

¹⁾ Woran das in diesen Fällen lag, ist schwer zu sagen; ich habe früher (1913) angegeben und inzwischen auch mehrfach bestätigt gefunden, daß Weibchen mehrmals kopulieren können. Vielleicht war bei diesen zwei operierten Tieren die Lagerung der reifen Eier im Leib keine ganz normale und dadurch die Form des Hinterleibes eine derartig veränderte, daß eine Einführung des Penis unmöglich wurde; jedenfalls sah ich, daß der Hinterleib eine derartige Form besaß, daß die Genitalöffnung in eine Falte zu liegen kam. Von oben her drängte offenbar die Eimasse nach hinten, wurde aber instinktmäßig zurückgehalten. Dieses Zurückhalten, oft von starken Zuckungen des Leibes begleitet, kann man auch bei normalen Weibchen, die nicht kopuliert haben, beobachten. Kommt nun hier bei diesen operierten Tieren noch eine anormale Lagerung der Eier im Hinterleib dazu, so mögen alle diese Momente zusammen vielleicht eine Erklärung für das Nichtkopulieren geben.

— Ein weiteres Weibchen, bei dem Verwachsung eingetreten war, ging durch einen unglücklichen Zufall zugrunde, bevor es benutzt war.

Bei allen übrigen operierten Weibchen war keine Verwachsung zwischen Ovar und Ovidukt eingetreten, obwohl bei einigen die sehr große Menge reifer Eier bis gegen das Hinterleibsende gedrängt lag. Bei anderen lag die geringere Masse der Eier sehr weit oben in der Leibeshöhle. Bei 16 habe ich notiert: „Wenige Eier“ (d. h. von einem bis zu etwa einem Dutzend), bei fünf „Keine Spur des Ovars zu finden“. — Bei sieben Tieren hatte die Hauptmasse der Eier noch ein unreifes Aussehen, in einem dieser Fälle bot das eine Ovar noch ganz das Bild eines Raupenovars.

Bei den Männchen scheint die Transplantation viel ungünstigere Aussichten auf Entstehen eines völlig normalen Genitalapparates zu bieten. Bei acht Männchen (von 78) fand ich — makroskopisch — keine Spur des Hodens. Bei 16 (= auch ca. 20%) war Verheilung eines oder beider Hoden — meist eines jeden für sich — mit einem oder beiden Ausführgängen eingetreten. Aber es handelte sich um mehr oder minder kümmerliche Hodenreste, die auch selten die schöne rote Färbung des normalen Hodens zeigten. Hoden von normaler Färbung und Größe, also wohl aus beiden zusammengewachsen (in einem Falle zeigte eine deutliche Kerbung noch die Doppelnatur), fand ich nur in vier Fällen. Nur in einem dieser Fälle war zugleich Verwachsung mit einem der Vasa deferentia eingetreten. Aus welchem Grunde die Ovarien besser einheilen als der Hoden, ist schwer zu sagen. Vielleicht kann der jugendliche Hoden der Raupe, der — im Gegensatz zu den Verhältnissen beim Falter — um vieles größer ist als das gleich alte Raupenovar, doch nicht die geringere Sauerstoffversorgung (s. o.) so gut ertragen und wird daher weniger normal weiter entwickelt¹⁾. — Jedenfalls konnte durch diese ungünstigen Verhältnisse beim Männchen die ursprünglich beabsichtigte Befruchtung der im fremden Körper entwickelten Eier durch gleichfalls im fremden Körper entwickelte Spermien nicht vorgenommen werden (über eine eventuelle Ausnahme s. Fall Nr 10), es mußten, wie schon gesagt, nicht operierte Männchen zur Befruchtung benutzt werden; es hat also in meinen bisherigen Versuchen nur die weibliche Hälfte der die Nachkommen liefernden Erbmasse unter dem Einfluß eines rassefremden Somas gestanden.

¹⁾ Es ist übrigens bemerkenswert, daß auch bei Wirbeltieren der gleiche Unterschied in der Einheilung von Ovar und Hoden besteht (vergl. Castle u. Phillips, woselbst auch die genauere Literatur angegeben ist).

c) Verhalten der Nachkommen.

Nachkommen lieferten im Jahre 1919 im ganzen 13 der operierten Tiere (sieben schwarze und sechs gelbe). Wie im vorhergehenden mitgeteilt, stammen aber nur neun dieser Nachkommenschaften aus normalen Ablagen und sind daher reicher an Individuenzahl. Die vier übrigen, von Weibchen stammend, bei denen die oben beschriebenen Abnormitäten des Genitalapparates sich fanden, bestehen aus weniger Tieren. Die beiden im vorhergehenden Abschnitt erwähnten Weibchen, bei denen keinem normalen Männchen die Kopulation gelang, lieferten, wie zu erwarten war, auf dem Wege mehrfacher rudimentärer Ablagen Eier, die nicht befruchtet waren und demgemäß eintrockneten, ohne sich zu entwickeln. Auch in den übrigen 13 Gelegen fanden sich meist einige derartige Eier.

Das Wissenswerte über die Vorgeschichte der einzelnen Eltern und das Verhalten der Nachkommenschaft ist im folgenden aus den Versuchsprotokollen von Fall zu Fall zusammengestellt. Bei den Schwarztieren habe ich dabei jedesmal mitgeteilt, ob in der Aszendenz der transplantierten Ovarien der Schwarzfaktor schon einmal vorgekommen war. Ich kann das natürlich mit Sicherheit nur zurückverfolgen bis zum Jahre 1912, wo ich die Ausgangstiere in Kultur nahm. Da aber, wie oben geschildert, die Schwarztiere trotz Dominanz des Schwarz im Freien nur in einer sehr geringen Zahl unter tausenden anderer angetroffen wurden, ist nicht gerade anzunehmen, daß auch in der weiter zurückliegende Aszendenz Schwarz schon einmal vorhanden gewesen wäre. — Bei den Gelbtieren habe ich die Angabe des Verhaltens der Aszendenz unterlassen, da ich nach der oben geschilderten mutmaßlichen Entstehung der Ausgangspopulation bei keinem Tier mit Sicherheit ausschließen kann, daß Gelb nicht bei den Vorfahren schon einmal vorgekommen sei.

1. Von Weibchen Nr. IV der Transplantationsgruppe 2 (schwarz).

Pflegemutter: Fraglich ob homo- oder heterozygot schwarz.

Transpl.-Ovar: Aus nicht schwarzer, normaler Rasse. In der Aszendenz desselben kam schwarz nie vor.

Männchen: Nicht schwarz, gelb. In der Aszendenz desselben kam schwarz nie vor.

Transplantation: Zwischen zweiter und dritter Häutung am 14. V. 18.

Weiblicher Falter: Geschlüpft am 17. VII. 18.

Paarung und Eiablagen: Am 17. VII. kopuliert mit einem nicht operierten Männchen der Gelbrasse.

Am 18. VII. große normale Eiablage.

Sektion des Weibchens: Am 20. VII. — Noch 8 Eier im Leib.

Nachkommen: 30 Eier, davon 4 entwickelt, aber abgestorben, 26 Raupen.

8 tot vor erster Häutung. — 2 tot vor zweiter Häutung (beim Photogr.). — 1 tot vor dritter Häutung (beim Photogr.). — 1 tot vor vierter Häutung.

Rassencharakter: Erstklassige Gelbtiere. Keine Spur von Schwarz (Fig. 8 und 13). — 7 ♂, 7 ♀ Falter.

Verlust von Sternhaarwarzen bei keinem Tiere festgestellt.

2. Von Weibchen Nr. VI der Transplantationsgruppe 8 (schwarz).

Pflegemutter: Fraglich ob homo- oder heterozygot schwarz.

Transpl.-Ovar: Aus nicht schwarzer, normaler Rasse. In der Aszendenz desselben kam schwarz nie vor.

Männchen: Nicht schwarz, gelb. In der Aszendenz desselben kam schwarz nie vor.

Transplantation: Zwischen dritter und vierter Häutung am 27. V. 18.

Weiblicher Falter: Geschlüpft am 1. VIII. 18.

Paarung und Eiablage: Am 1. VIII. kopuliert mit einem nicht operierten Männchen der Gelbrasse.

Am 2. VIII. große normale Eiablage.

Sektion des Weibchens fehlt.

Nachkommen: 85 Eier, davon 3 unentwickelt, 6 entwickelt, aber abgestorben, 76 Raupen.

7 tot vor erster Häutung. — 6 tot vor zweiter Häutung. — 4 tot vor dritter Häutung. — 4 tot vor fünfter Häutung. — 2 tot beim Photogr. — 12 tot vor Verpuppung. — 9 tot als Puppe. — 12 ♂, 14 ♀ Falter.

Rassencharakter: Gelbtiere ohne Spur der schwarzen Binde (Fig. 4 und 5).

Verlust von Sternhaarwarzen bei 4 Tieren.

3. Von Weibchen Nr. II aus Transplantationsgruppe 1 (schwarz).

Pflegemutter: Fraglich ob homo- oder heterozygot schwarz.

Transpl.-Ovar: Aus nicht schwarzer, normaler Rasse. In der Aszendenz desselben kam schwarz mehrfach vor, zuletzt bei den Groß- und Urgroßeltern.

Männchen: Nicht schwarz, normal. In der Aszendenz desselben kam schwarz nie vor.

Transplantation: Zwischen zweiter und dritter Häutung am 13. V. 18.

Weiblicher Falter: Geschlüpft am 14. VII. 18.

Paarung und Eiablagen: Am 15. VII. kopuliert mit operiertem Männchen der Transplantationsgruppe 2 (schwarz), sowie mit einem zweiten operierten Männchen derselben Gruppe.

Am 16. VII. morgens eine rudimentäre Eiablage (7 Eier).

Am 17. VII. kopuliert mit einem dritten operierten Männchen der Gruppe 2. Nicht weiter abgelegt. Nun Kopulation mit einem nicht operierten Männchen der Normalrasse.

Am 18. VII. morgens große normale Eiablage.

Sektion des Weibchens: Am 19. VII. nur noch 4 Eier hoch oben in der Leibeshöhle.

Sektion der operierten Männchen:

1. Tier. Ein Hoden dem vas deferens angelagert, doch nicht verwachsen.
2. Tier. Keine Spur vom Hoden.
3. Tier. Ein Hoden frei in der Leibeshöhle.

Bemerkungen: Wie bei meinen Versuchen 1913 wurde hier durch Kopulation mit Männchen, die unzweifelhaft kein Sperma übertragen konnten, eine rudimentäre Ablage hervorgerufen; der väterliche Anteil der Erbmasse der Nachkommen stammt dagegen von dem nicht operierten Männchen.

Nachkommen: 82 Eier. 30 Eier wurden bereits im Dezember 1918 getrieben und lieferten 22 Raupen, 16 Falter (11 ♂, 5 ♀). Vergl. Weibchen 2 meiner damaligen Veröffentlichung (Klatt 1919). Von den übrigen Eiern 20 entwickelt, aber abgestorben, 42 Raupen. 4 tot vor erster Häutung. — 2 tot vor dritter Häutung (beim Photogr.). — 2 tot vor fünfter Häutung. — 8 tot vor der Verpuppung. 2 tot als Puppe. — 3 ♂, 11 ♀ Falter.

Rassencharakter: Normaltiere ohne Spur von Schwarz (Fig. 11).

Verlust von Sternhaarwarzen bei 1 Tier festgestellt. (Bei den 17 im Winter getriebenen Raupen nach der dritten Häutung bei 2 Tieren).

4. Von Weibchen Nr. VI der Transplantationsgruppe 1 (schwarz).

Pflegemutter: Fraglich ob homo- oder heterozygot schwarz.

Transpl.-Ovar: Aus nicht schwarzer, normaler Rasse. In der Aszendenz desselben kam schwarz mehrfach vor, zuletzt bei Groß- und Urgroßeltern.

Männchen: Nicht schwarz, gelb. In der Aszendenz kam schwarz nie vor.

Transplantation: Zwischen zweiter und dritter Häutung am 13. V. 18.

Weiblicher Falter: Geschlüpft am 22. VII. 18.

Paarung und Eiablagen: Am 22. VII kopuliert mit einem operierten Männchen der Transplantationsgruppe 8 (schwarz).

Am 23. VII. morgens rudimentäre Eiablage. — Darauf nacheinander zwei nicht operierte Männchen der Gelbrasse dazu, denen jedoch Kopulation nicht gelingt. Erst ein drittes, nicht operiertes Männchen der Gelbrasse hat Erfolg.

Am 24. VII. morgens große Eiablage.

Sektion des Weibchens: Am 30. VII. kein Ei mehr im Leib.

Sektion des operierten Männchens: Die beiden kleinen, nicht normal gefärbten Hodenreste frei in der Leibeshöhle.

Bemerkungen: Gilt das gleiche wie für vorhergehende Nr. 3. Auffallend ist, daß auch hier zwei normalen Männchen die Kopulation nicht gelang (s. o. S. 26).

Nachkommen: 50 Eier, davon 1 unentwickelt, 4 entwickelt, aber abgestorben, 45 Raupen.

7 tot vor erster Häutung. — 2 tot vor dritter Häutung. — 5 tot vor Verpuppung. — 4 tot als Puppe. — 16 ♂, 11 ♀ Falter.

Rassencharakter: Mittelmäßige Gelbtiere, von Schwarz keine Spur.

Verlust von Sternhaarwarzen bei 3 Tieren.

5. Von Weibchen Nr. VIII der Transplantationsgruppe 6 (schwarz).

Pflegemutter: Heterozygot schwarz.

Transpl.-Ovar: Aus einer nicht schwarzen Schwester. Es handelte sich um eine Geschwistertransplantation innerhalb Nachkommen-schaft aus Kreuzung eines nicht schwarzen mit einem heterozygot schwarzen Tier. In der Aszendenz war also eines der Eltern noch schwarz.

Männchen: Nicht schwarz, gelb. In der Aszendenz kam schwarz nie vor.

Transplantation: Zwischen dritter und vierter Häutung am 24. V. 18.

Weiblicher Falter: Geschlüpft am 21. VII. 18.

Paarung und Eiablage: Am 21. VII. mit einem nicht operierten Männchen der Gelbrasse zusammengetan. Fraglich, ob kopuliert.

Am 22. VII. keine Eiablage. Operiertes Männchen der Transplantationsgruppe 8 (schwarz) dazu; kopuliert.

Am 23. VII. große Eiablage.

Sektion des Weibchens: Am 30. VII. noch 5 Eier im Leib.

Sektion des operierten Männchen: Ein anormaler, rötlicher Hodenrest, unverwachsen.

Bemerkungen: Merkwürdig ist, daß hier die Eiablage erst nach der — wie Sektion zeigt — sicher ergebnislosen Kopulation durch das operierte Männchen erfolgt. Ich habe die Abnormität, daß — ausnahmsweise — von Sperma enthaltenden Weibchen ein Tag übersprungen wird hinsichtlich der Eiablage, schon 1913 mitgeteilt. Vater dürfte sicher das Gelbmännchen vom 21. V. sein, obwohl Kopulation nicht beobachtet wurde.

Nachkommen: 78 Eier, davon 2 unentwickelt, 10 entwickelt, aber abgestorben, 66 Raupen.

6 tot vor zweiter Häutung. — 2 tot vor dritter Häutung (beim Photogr.). — 5 tot vor fünfter Häutung. — 22 tot vor Verpuppung, davon 5 beim Photogr. — 5 tot als Puppe. — 14 ♂, 12 ♀ Falter.

Rassencharakter: Gelbtiere mit verschiedener Entwicklung des Gelb bis zu normal, doch von Schwarz keine Spur (Fig. 1, 3, 9, 16).

Verluste von Sternhaarwarzen bei 4 Tieren beobachtet.

6. Von Weibchen Nr. IV. aus Transplantationsgruppe 5 (schwarz).

Pflegemutter: Fraglich ob homo- oder heterozygot schwarz.

Transpl.-Ovar: Aus einer nicht schwarzen Schwester. Es handelt sich um eine Geschwistertransplantation innerhalb einer aufspaltenden F₂-Generation. In der Aszendenz waren also beide Eltern noch heterozygot schwarz.

Männchen: Nicht schwarz, gelb. In der Aszendenz kam schwarz nie vor.

Transplantation: Zwischen dritter und vierter Häutung am 22. V. 18.

Weiblicher Falter: Geschlüpft am 20. VII. 18.

Paarung und Eiablage: Am 20. VII. kopuliert mit einem operierten Männchen der Transplantationsgruppe 4 (schwarz).

Am 21. VII. morgens rudimentäre Ablage von einigen Eiern. Kopuliert mit einem nicht operierten Gelbmännchen.

Am 22. VII. große normale Eiablage.

Sektion des Weibchens: Am 26. VII. noch ca. 16 Eier im Leib.

Sektion des operierten Männchens: Ein leidlich normaler Hoden, frei in der Leibeshöhle.

Bemerkungen: wie zu Nr. 3.

Nachkommen: 75 Eier. 30 Eier bereits im Dezember 1918 getrieben, lieferten 19 Raupen, 12 Falter (9 ♂, 3 ♀), (vergl. Nr. 3 der damaligen Veröffentlichung, Klatt 1919).

Von den übrigen Eiern: 5 unentwickelt, 6 entwickelt, aber abgestorben, 34 Raupen.

3 tot vor erster Häutung. — 1 tot vor zweiter Häutung, — 6 tot vor vierter Häutung. — 4 tot vor Verpuppung. — 1 tot als Puppe. — 9 ♂, 10 ♀ Falter.

Rassencharakter: Gelbtiere ohne Spur von Schwarz.

Verlust von Sternhaarwarzen bei 1 Tier. (Bei den 12 im Winter getriebenen nach dritter Häutung bei 2 Tieren).

7. Von Weibchen Nr. VIII aus Transplantationsgruppe 5 (schwarz).

Pflegemutter: Fraglich ob homo- oder heterozygot schwarz.

Transpl.-Ovar: Aus einer nicht schwarzen Schwester. Es handelte sich um eine Geschwistertransplantation innerhalb einer aufspaltenden F₂-Generation. In der Aszendenz waren also beide Eltern noch heterozygot schwarz.

Männchen: Nicht schwarz, gelb. In der Aszendenz kam schwarz nie vor.

Transplantation: Zwischen dritter und vierter Häutung am 22. V. 18.

Weiblicher Falter: Geschlüpft am 8. VIII. 18.

Paarung und Eiablage: Am 8. VIII. mit nicht operierten Männchen der Gelbrasse kopuliert.

Am 9. VIII. große Eiablage.

Sektion des Weibchens: Am 15. VIII. noch ca. 10 Eier im Leib.

Nachkommen: 23 Eier, davon 9 unentwickelt, 6 entwickelt, aber abgestorben, 14 Raupen.

7 tot vor erster Häutung. — 1 tot vor zweiter Häutung. — 2 tot vor Verpuppung beim Photogr. — 2 ♂, 2 ♀ Falter.

Rassencharakter: Gelb ohne Spur von schwarz.

Verlust von Sternhaarwarzen bei keinem Tier gefuuden.

8. Von Weibchen Nr. II aus Transplantationsgruppe 2 (gelb).

Pflegemutter: Gelb.

Transpl.-Ovar: Von einem Tier der Normalrasse.

Männchen: Normalrasse.

Transplantation: Zwischen zweiter und dritter Häutung am 13. V. 18.

Weiblicher Falter: Geschlüpft am 22. VII. 18.

Paarung und Eiablage: Am 22. VII. operiertes Tier der Transplantationsgruppe 5 (gelb) dazugesetzt; fraglich, ob kopuliert.

Am 25. VII. kopuliert mit operiertem Männchen der Transplantationsgruppe 3 (gelb).

Am 26. VII. rudimentäre Eiablage von wenigen Eiern. Nun nicht operiertes Männchen der Normalrasse herein. Kopula?

Am 27. VII. ein anderes, nicht operiertes Männchen der Normalrasse dazu.

Bis 2. VIII. noch einige wenige Eier abgelegt, dann Weibchen tot.

Sektion des Weibchens: Die Hauptmasse der Eier nicht mit dem Ausführungsgang verwachsen. Anscheinend war nur eine Eiröhre verwachsen.

Sektion der operierten Männchens: Männchen der Gruppe 5: Hoden fehlen. Männchen der Gruppe 3: Ein Hoden frei in der Leibeshöhle.

Bemerkungen: Wie aus dem Folgenden hervorgeht, hat sich ein Teil der Eier nicht entwickelt, offenbar die unter dem Einfluß der operierten Männchen abgelegten.

Nachkommen: 13 Eier. 7 unentwickelt, 3 entwickelt, aber abgestorben, 3 Raupen. — 1 ♂, 2 ♀ Falter.

Rassencharakter: Normaltiere, nur 1 auf Segment III etwas mehr gelb, etwa so wie Fig. 10 und 14.

Verlust von Sternhaarwarzen bei 1 Tier.

9. Von Weibchen Nr. V aus Transplantationsgruppe 4 (gelb).

Pflegemutter: Gelb.

Transpl.-Ovar: Von einem Tier der Normalrasse.

Männchen: Normalrasse.

Transplantation: Zwischen dritter und vierter Häutung am 23. V. 18.

Weiblicher Falter: Geschlüpft am 20. VII. 18.

Paarung und Eiablage: Am 21. VII. kopuliert mit nicht operiertem Männchen der Normalrasse.

Am 22. VII. Eiablage. Nacheinander noch zwei andere, nicht operierte Männchen der Normalrasse dazu. In den nächsten Tagen werden noch einige Eier abgelegt.

Am 30. VII. Weibchen tot.

Sektion des Weibchens: Leib voller Eier, doch keine Verwachsung mit Ovidukt. Es waren anscheinend nur ein oder zwei Eiröhren verwachsen.

Nachkommen: 25 Eier, davon 6 unentwickelt, 2 entwickelt, aber abgestorben, 17 Raupen.

3 tot vor dritter Häutung (davon 2 beim Photogr.). — 2 tot als Puppe. — 6 ♂, 6 ♀ Falter.

Rassencharakter: Normal, nur bei 2 auf Segment III etwas mehr gelb (Fig. 10).

Verlust von Sternhaarwarzen bei 2 Tieren.

10. Von Weibchen Nr. II aus Transplantationsgruppe 5 (gelb).

Pflegemutter: Gelb.

Transpl.-Ovar: Von einem Tier der Normalrasse.

Männchen: Normalrasse oder vielleicht normal transplantiert in Gelb.

Transplantation: Zwischen dritter und vierter Häutung am 23. V. 18.

Weiblicher Falter: Geschlüpft am 20. VII. 18.

Paarung und Eiablage: Am 21. VII. nicht operiertes Männchen der Normalrasse dazu. Kopulation nicht beobachtet.

Am 22. VII. keine Eiablage. Nun operiertes Männchen der Transplantationsgruppe 4 (gelb) dazu. Kopula nicht beobachtet.

Am 23. VII. große Eiablage.

Sektion des Weibchens fehlt.

Sektion des operierten Männchens: Je ein kleiner roter Hoden mit je einem Vas deferens verwachsen.

Bemerkungen: Es ist fraglich, ob nicht in diesem Falle die Kombination glückte, ein operiertes Männchen mit Verwachsung mit einem ebensolchen Weibchen zu paaren! Leider war vorher zu dem Weibchen ein nicht operiertes Männchen zugesetzt gewesen, und wenn auch Kopulation da nicht beobachtet wurde, so kann sie doch nachts stattgefunden haben; und daß die Eiablage erst nach Überschlagen eines Tages eintrat, habe ich auch sonst in einigen Fällen beobachtet (s. Nr. 5 u. Klatt 1913). Daß andererseits das operierte Männchen Sperma ejakulieren konnte, wurde durch Sektion eines später von ihm begatteten Weibchens festgestellt. Für die Anschauung, daß es auch bei vorliegender Nachkommenschaft als Vater gedient hat, könnte der überaus hohe

Prozentsatz unentwickelter Eier und die große Sterblichkeit der Raupen in diesem Gelege sprechen. (Von 107 Eiern im ganzen nur 30 Raupen und 9 Falter). Bei den sicher von nicht operierten Männchen begatteten operierten Weibchen kommt eine so hohe Mortalität nicht vor.

Nachkommen: 107 Eier. Von diesem Gelege wurden 30 Eier im Dezember 1918 getrieben und lieferten 8 Raupen und 2 ♂ Falter (vergl. Weibchen Nr. 1 der damaligen Veröffentlichung, Klatt 1919). Von den übrigen Eiern 23 unentwickelt, 32 entwickelt, aber abgestorben, 22 Raupen.

4 tot vor erster Häutung. — 4 tot vor zweiter Häutung. — 1 tot vor vierter Häutung. — 6 tot vor Verpuppung. — 4 ♂; 3 ♀ Falter.

Rassencharakter: Normal, aber bei 8 Tieren auf Segment III etwas gelb (etwa so wie Fig. 10 und 14).

Verlust von Sternhaarwarzen bei 1 Tier (die 2 im Winter getriebenen Tiere, welche allein von allen die dritte Häutung erreichten, hatten beide Warzenverluste).

11. Von Weibchen Nr. VII aus Transplantationsgruppe 6 (gelb).

Pflegemutter: Gelb.

Transpl.-Ovar: Von einem Tier der Normalrasse.

Männchen: Normalrasse.

Transplantation: Zwischen dritter und vierter Häutung am 28. V. 18.

Weiblicher Falter: Geschlüft am 28. VII. 18.

Paarung und Eiablage: Am 29. VII. kopuliert mit einem nicht operierten Männchen der Normalrasse.

Am 30. VII 1 Ei abgelegt. Kopuliert mit einem anderen nicht operierten Männchen der Normalrasse.

Bis 3. VIII noch 2 Eier abgelegt.

Sektion des Weibchens: Verwachsen; aber Ovidukt sehr lang, das erste Ei der noch ziemlich zahlreich vorhandenen Eier liegt sehr hoch oben.

Nachkommen: 3 Eier, 3 Raupen. — 1 ♂, 2 ♀ Falter.

Rassencharakter: Einwandfrei normal.

Verlust von Sternhaarwarzen bei 1 Tier.

12. Von Weibchen Nr. VIII aus Transplantationsgruppe 6 (gelb).

Pflegemutter: Gelb.

Transpl.-Ovar: Von einem Tier der Normalrasse.

Männchen: Normalrasse.

Transplantation: Zwischen dritter und vierter Häutung am 28. V. 18.
Weiblicher Falter: Geschlüpft am 29. VII. 18.
Paarung und Eiablage: Am 29. VII. mit nicht operiertem Normalmännchen.
Am 30. VIII. 1 Ei. In den folgenden Tagen noch einige wenige Eier
abgelegt in einer sonst normal aussehenden Eiablage.
Sektion des Weibchens: Nur eine Eiröhre war mit dem Ausführungsgang
verwachsen.
Nachkommen: 13 Eier, davon 1 unentwickelt, 3 entwickelt, aber ab-
gestorben, 9 Raupen.
7 tot vor zweiter Häutung (davon 6 beim Photogr.). — 1 tot vor
dritter Häutung. — 1 ♂ Falter.
Rassencharakter: Normal, bei 3 Tieren etwas gelb auf III (Fig. 14).
Verlust von Sternhaarwarzen nicht beobachtet.

13. Von Weibchen Nr. X aus Transplantationsgruppe 6 (gelb).

Pflegemutter: Gelb.
Transpl.-Ovar: Von einem Normaltier.
Männchen: Normalrasse.
Transplantation: Zwischen dritter und vierter Häutung am 28. V. 18.
Weiblicher Falter: Geschlüpft am 31. VII. 18.
Paarung und Eiablage: Am 31. VII. mit nicht operiertem Männchen
der Normalrasse kopuliert.
Am 1. VIII. große normale Eiablage,
Sektion des Weibchens fehlt.
Nachkommen: 40 Eier, davon 8 entwickelt, aber abgestorben, 32 Raupen.
2 tot vor erster Häutung. — 1 tot vor zweiter Häutung. — 1 tot
vor dritter Häutung. — 1 tot vor vierter Häutung. — 11 tot vor
Verpuppung. — 7 ♂, 9 ♀ Falter.
Rassencharakter: Einwandfrei normal.
Verlust von Sternhaarwarzen bei 5 Tieren.

Von diesen — mit Einschluß der im Winter vorzeitig getriebenen
— weit über 400 Raupen aus im fremden Körper herangereiften Eiern
habe ich bei keiner einzigen eine Abänderung im Sinne der
Eigenart der Pflegemutter sicher feststellen können. Bei den
aus Weibchen der Schwarzrasse stammenden Nachkommen ist diese Fest-
stellung mit aller nur wünschenswerten Sicherheit möglich (vergl. Fig. 1,
3, 4, 5, 8, 9, 11, 13, 16 mit 2, 6, 7, 12). Dagegen könnte man bei
einigen der aus Gelbweibchen gezogenen Nachkommen bei genauerer

Untersuchung im Zweifel sein, ob nicht doch vielleicht eine ganz minimale Vergrößerung des Gelb auf Segment III über die für die Normalrasse charakteristische Ausdehnung hinaus stattgefunden hat (Fig. 10 und 14). Wie bereits geschildert, ist es aber sehr schwer, die untersten Stadien der Gelbentwicklung von Normal nach objektiven Kriterien zu scheiden. Bei der Betrachtung mit bloßem Auge, die ja, wie oben gesagt, maßgebend war für die Abgrenzung beider Rassen, fällt keiner der Nachkommen besonders auf. Entscheidend aber ist, daß ähnliche Grade der Gelbentwicklung auf III, auch bei einigen Tieren der Normal-Kontrollzuchten zur Beobachtung gelangten (Fig. 15). Hinsichtlich des Gelb auf IV ist überhaupt kein Zweifel möglich. — Die Nachkommen aus operierten Weibchen zeigen also in jedem Falle genau das Bild, wie es die Beschaffenheit der Keimzellen, denen sie entstammen, erwarten ließ; ein Einfluß des mütterlichen Somas liegt nicht vor. Auch in dem einen Fall (♀ Nr. 10), wo vielleicht auch der väterliche Erbanteil entsprechend vorbehandelt war, ist keinerlei Beeinflussung festzustellen. — Dagegen ist mir eine Beobachtung aufgefallen, die sich auf eine Veränderung der Nachkommen aus operierten Schwarztieren bezieht. Diese Raupen scheinen, soweit nicht krank, schnellwüchsiger zu sein und größere Dimensionen zu erreichen als gewöhnliche Tiere. Da der Schwarzrasse an und für sich eine etwas größere Wüchsigkeit zuzukommen scheint (s. S. 18) könnte hier vielleicht eine Beeinflussung der Eier durch das schwarze Soma vorliegen. Ähnliche, nicht spezifische, sondern allgemeine Beeinflussungen des Ppropfreises durch die Unterlage sind ja den Botanikern übrigens schon bekannt.

Schließlich möchte ich noch kurz auf Beobachtungen an den Nachkommen hinweisen, die mich für einen Augenblick stutzig machten, ob nicht durch dieselben im Gegensatz zu dem Hauptergebnis der Versuche doch eine Vererbung erworbener Eigenschaften nachgewiesen würde und zwar in der a priori am wenigsten wahrscheinlichen Form, als **Vererbung von Verstümmelungen?** In fast allen Nachkommenschaften von operierten Weibchen fand sich nämlich ein gewisser Prozentsatz von Raupen (im Durchschnitt, festgestellt nach der dritten Häutung, 7—8%), welche Verluste einer oder mehrerer Mittel- oder Seitenwarzen in einem oder mehreren Segmenten aufwiesen (Fig. 4). Rechnet man auch die Tiere noch dazu, bei denen nicht völliges Verschwinden, sondern nur Verkümmern der Warzen festgestellt wurde (Fig. 5), so ist der Prozentsatz noch größer. Die betreffenden Segmente zeigen

genau dasselbe Bild wie das Genitalsegment eines operierten Tieres nach der nächsten Häutung: durch den Scherenschnitt werden fast stets mehr oder minder große Zerstörungen der Mittelwarzen herbeigeführt, und an der betreffenden Stelle sieht man nach der nächsten Häutung eine schwärzliche Narbe, genau ein gleiches Bild, wie es die Fig. 4 z. B. zeigt. Nun liegen allerdings die Defekte bei den Nachkommen keineswegs immer im Genitalsegment, sondern ich habe sie mit Ausnahme des ersten und des letzten Segments gelegentlich in allen beobachtet; aber bei der Gleichartigkeit der Segmentbildung würde das der theoretischen Deutung der Defekte als Nachwirkungen der den Pflegeeltern zugefügten Verstümmelungen kaum größere Schwierigkeiten bereiten, da man ja wohl kaum für jedes Segment besondere Determinanten im Keimplasma wird annehmen wollen, sondern für die Ausbildung der Warzen ganz allgemein vielleicht ein Faktor anzunehmen wäre, bei dessen Veränderung also in jedem Segment entsprechende Defekte auftreten könnten.

Ich untersuchte sofort einige (drei oder vier) an Nachkommen gleich zahlreiche normale Kontrollzuchten und konnte bei keinem Tier derartige Defekte finden. Also machte ich mich an Kontrollexperimente, entfernte in einigen weiteren Zuchten systematisch bestimmte Warzen verschiedener Segmente, teils mit, teils ohne Äthernarkose, um im nächsten Jahre die Nachkommenschaft dieser Tiere auf Warzendefekte zu untersuchen. Ich hatte bereits vier Kontrollzuchten so behandelt, da fand ich bei der fünften dieselben Defekte, wie bei meinen Raupen aus operierten Tieren, und dann noch bei drei anderen Zuchten, die ich weiterhin darauf durchsah. Allerdings waren bei diesen normalen Kontrolltieren die Defekte seltener und meist nicht so stark anzutreffen, aber sie waren doch da, ohne daß bei den Eltern eine Verstümmelung vorgenommen war! Das Beispiel zeigt recht deutlich, wie vorsichtig man bei derartigen Schlüssen sein muß¹⁾. — Ich möchte annehmen, daß allgemeine Schädigungen, welche die Keimzellen treffen, in ihnen, aus Gründen, die wir noch nicht näher kennen, gerade auf

¹⁾ Ebenso hatte ich in diesem Jahre in zwei Kontrollzuchten vier Tiere, die eine Färbung als Falter aufwiesen, wie ich sie die ganzen Jahre hindurch noch nie beobachtet habe. Wären dieselben in den Nachkommenschaften der operierten Tiere aufgetreten, so wäre nichts naheliegender gewesen, als die Färbung mit der Operation in oben (S. 24) dargelegter Weise in Zusammenhang zu bringen, und doch wäre das, wie man sieht, ein falscher Schluß gewesen. Zufälligkeiten sind doch mehr in Rechnung zu stellen, als man im allgemeinen tut.

die Determinanten für die Warzenbildung in erster Linie einzuwirken vermögen, so daß gerade an diesen Teilen des Raupenkörpers besonders häufig Defekte auftreten. — Es läge also der Fall vor, den Haecker (1914) in seiner Analyse der unter dem Titel „Vererbung erworbener Eigenschaften“ zusammengefaßten Tatsachen bezeichnet als „fakultative oder accidentelle Kongruenz der Symptome“. — Die allgemeine Schädigung, welche im Keimplasma der transplantierten Gonade diese Abänderung hervorruft, könnte man wohl erblicken in den Stoffwechselschwierigkeiten, mit denen sicherlich die Keimdrüse während des Einheilungsvorganges zu kämpfen hat (s. o. S. 24), während das Auftreten der Warzendefekte bei einem Teil meiner normalen Kontrollzuchten gleichfalls in elterlichen Stoffwechseleränderungen, wenn auch anderer Art, seine Ursachen haben kann: Wie oben (S. 23) bemerkt, hatten meine vorjährigen Zuchten sehr stark unter Bakterienkrankheiten zu leiden. — Die Operation ruft also nur zufällig dasselbe Bild hervor, das nicht selten durch allgemeine Schädigung der Keimzellen gleichfalls veranlaßt wird; für eine Vererbung von Verstümmelungen ist kein Beweis geliefert.

Theoretische Erörterung der Ergebnisse.

Mit dem Resultat meiner Untersuchungen, die keine Abänderung der Erbanlagen durch das fremde Soma ergaben, stehen die Ergebnisse der insgesamt fünf anderen Forscher, die bisher über erfolgreiche analoge Transplantationsversuche berichtet haben, nicht alle im Einklang. Mit ihnen will ich mich zunächst auseinandersetzen. — Was die Ergebnisse von Harms angeht, so ist hier infolge gewisser Eigenarten des Objektes eine unzweideutige Entscheidung des in Frage stehenden Problems nicht zu erwarten. Die beiden Regenwurmart, zwischen denen er die Transplantation vornahm, lassen sich nämlich nicht miteinander paaren, so daß er die transplantierten Eier nicht befruchten lassen konnte durch Sperma von der Art, welcher das transplantierte Ovar entstammte, sondern nur durch solches von der Art, welcher die Pflegemutter angehörte. So werden also die Merkmale der Art, deren somatischen Einfluß man prüfen will, durch die männliche Keimzelle in die Eizellen hineingebracht und erscheinen bei den Nachkommen, die somit Bastarde zwischen beiden Arten darstellen. Inwieweit diese Anwesenheit von Merkmalen der Pflegemutter bei den Nachkommen durch die männliche Keimzelle, inwieweit sie durch einen etwaigen somatischen

Einfluß der Pflegemutter bestimmt wird, entzieht sich der Beurteilung. Die Folgerung, die Harms zieht, daß „mit größter Wahrscheinlichkeit“ keine Beeinflussung durch das Soma statthat, kann also aus diesem Regenwurmexperiment nicht mit Sicherheit gezogen werden.

Die übrigen, hierher gehörigen Versuche sind an Wirbeltieren angestellt. Drei dieser Versuchsgruppen werden von den Verfassern ganz oder teilweise gedeutet als für das Vorhandensein eines somatischen Einflusses sprechend. Es sind dies die Versuche von Magnus am Kaninchen (1 Weibchen), Guthrie am Huhn (4 Weibchen), und Kammerer am Feuersalamander (14 Weibchen). Da es sich hier nicht wie bei Harms um verschiedene, normalerweise überhaupt nicht kreuzbare Arten handelt, zwischen denen der Austausch vorgenommen wurde, sondern um Rassen von sehr naher Verwandtschaft, so müßte die Vorbedingung für den Transplantationsversuch sein eine möglichst weitgehende, den Ansprüchen der modernen Vererbungswissenschaft genügende Untersuchung der erblichen Zusammensetzung des benutzten Materials. Das trifft aber nur in sehr bedingtem Maße zu. Sowohl Magnus wie Guthrie haben die erbliche Zusammensetzung der schwarzen und weißen Individuen, zwischen welchen sie den Gonadenaustausch vornahmen, nicht genauer untersucht. Ich kann mir eine längere Erörterung ihrer Versuche ersparen, da Castle und Phillips bereits ausführlich gezeigt haben, daß die Ergebnisse ihrer beiden Vorgänger völlig verständlich sind, wenn man annimmt, daß bestimmte Individuen der Versuche Heterozygoten waren, und daß ferner die Nachkommen nicht von der transplantierten Gonade stammen, sondern von eigenem, nicht völlig entferntem und regeneriertem Keimgewebe. Daß letzteres beim Huhn außerordentlich wahrscheinlich ist, zeigen die übereinstimmenden Angaben von Foges, Schulz, Davenport und mir, daß eine völlige Kastration hier unmöglich ist. Bezüglich der Nagetiere haben Castles eigene, umfangreiche Versuche gezeigt, daß Regeneration des eigenen Keimgewebes gar nicht selten beobachtet wird. Von irgend welchen neuerlichen Bestätigungen ihrer Befunde durch weitere Experimente hat man denn auch weder seitens Guthrie noch seitens Magnus etwas gehört, obwohl beide weitere umfangreiche Untersuchungen in Aussicht gestellt hatten.

Auch für die Kammererschen Versuchsergebnisse könnte man auf die Möglichkeit einer Erklärung durch Regenerationsvorgänge verbliebener Reste des eigenen Keimgewebes der Weibchen hinweisen. Kammerer hat diesen Einwand von vornherein dadurch zu entkräften

versucht, daß er „jedesmal, wenn bei einem Weibchen mit transplantiertem Ovar ein Wurf zu registrieren war, einige einfach kastrierte Weibchen sezierte, und sie zeigten niemals die Spur einer Neubildung“. Freilich würde dadurch ja noch kein strikter Beweis geliefert, daß bei den Weibchen mit transplantiertem Ovar Regenerationsvorgänge nicht doch stattgefunden hätten. Aber immerhin würde die Zusammensetzung der Nachkommenschaften der 14 verschiedenen Weibchen unter Zugrundelegung der Kammererschen Kreuzungsergebnisse nur verständlich und auch dies nicht völlig, wenn regeneriertes eigenes und eingeeiltes transplantiertes Gewebe in den einzelnen Fällen in verschiedenen Kombinationen in Aktion getreten wären. Also eine etwas gekünstelte Erklärungsweise. Viel problematischer erscheint mir die Unterscheidungsmöglichkeit der einzelnen Typen. Gestreifte und gefleckte Salamander wird man bequem auseinanderhalten können. Aber die Mittelformen, und gerade diese sind es, die im Falle des Weibchens 5 z. B. die Beeinflussung zu erkennen geben sollen, dürften doch recht schwer mit Sicherheit auseinanderzuhalten sein. Ich kann aus meinen eigenen Erfahrungen mit meiner Gelbrasse beim Schwammspinner beurteilen, wie außerordentlich schwer es einerseits ist, bei derartigen Eigenschaften, die ganz allmählich ineinander übergehen, sichere Trennungsschnitte zwischen einzelnen Formen zu ziehen, wieviel man demgemäß andererseits — ganz unbewußt — auch in die Objekte „hineinsehen“ kann. Kammerer hätte wenigstens die verschiedenen Stufen der Farbenanordnung („doppelfleckreihig“, „in ihrer Symmetrie gestörte Fleckreihen“, „verschobene Fleckreihen“, „unregelmäßig gefleckt“) durch Photographien deutlich machen sollen. Von allen aus operierten Weibchen erhaltenen Jungen ist übrigens nur ein einziges (Taf. XV, 27) abgebildet¹⁾. Als unvoreingenommener Betrachter würde ich z. B. schon das Ausgangsstadium seiner P-Tiere auf gelbem Boden, welches in den ersten Veröffentlichungen (z. B. Kammerer 1909) abgebildet ist (in der Hauptarbeit erscheint dasselbe etwas anders) als „doppelfleckreihig“, wenn auch „mit etwas verschobener Symmetrie“ bezeichnen²⁾. Dann

¹⁾ Bei der Gelegenheit sei bemerkt, daß auch Guthrie in seiner Arbeit keine Photographien der beeinflussten Nachkommen gibt, nur einmal später hat er zwei — übrigens sehr ungeeignete — Aufnahmen abgebildet (Guthrie 1912).

²⁾ Übrigens möchte ich bei der Gelegenheit auf einen merkwürdigen Widerspruch zwischen Text und Abbildungen in Kammerers ausführlicher Veröffentlichung hinweisen. Er sagt (S. 41), daß seine F₂-Tiere noch „sehr jung“ seien, sie konnten zur Zeit der Veröffentlichung ja auch kaum älter sein als einige Monate; nichtsdestoweniger bildet

muß man als die sichere Beurteilung erschwerend noch die Modifizierbarkeit des Gelb in Rechnung setzen, die ja eine ganz ungeheure sein muß. („Diese Ergebnisse verstehen sich bei Anwendung neutraler, farbeninduktiv unwirksamer Böden.“ „Die Versuche gelingen schon dann nicht mehr, wenn die Terrarien im zweiten Fach, statt auf der obersten Tragfläche der Stellagen stehen.“) Bedenkt man nun weiter, daß nach Kammerers Angaben das Farbkleid des Feuersalamanders bestimmt wird von mindestens vier Faktorenpaaren (Zeichnungsstil, Zeichnungsmenge hinsichtlich beider Pigmentarten, Farbenintensität), deren Zusammenwirken doch erst das Bild hervorbringt, welches nun in einem kurzen Ausdruck zusammengefaßt und einregistriert wird, dann dürfte die leidige Methode, die Ergebnisse nur kurz in Bausch und Bogen zu veröffentlichen (die Erörterung der drei letztgenannten Faktorenpaare nimmt eine Seite ein!), nicht geeignet sein, Zweifel an der objektiven Richtigkeit der mitgeteilten Ergebnisse zu unterdrücken¹⁾.

Wenn schon die rein deskriptive Unterscheidbarkeit der einzelnen Formen aus allen den angegebenen Gründen eine außerordentlich schwere sein dürfte, so erscheint mir auch die Ergründung der Erblichkeitsverhältnisse nicht den Ansprüchen zu genügen, die man beim heutigen Stande der Vererbungsforschung stellen kann. Kammerer fand Beeinflussung durch das Soma nur bei Nachkommen, denen Weibchen der künstlich von ihm gerade erst hergestellten Streifrasse des Salamanders als Pflegemütter gedient hatten. Nur in „statu nascendi“ können körperliche Eigenschaften das Keimplasma verändern. Sind sie konsolidiert, wie die Tierzüchter sich früher auszudrücken pflegten, so gelingt ihnen das nicht mehr. Daher vermag die in der Natur angetroffene also lange bestehende Streifrasse des Salamanders keine Änderung der eingepflanzten Keimplasmen hervorzubringen. Beide Streifrasen sind auch erblich nicht gleichwertig, insofern bei der Naturstreifrasse die

er aber auf Tafel XIV, Abb. 5, 6 und 7, drei F₂-Tiere (laut Tafelerklärung!) ab, die so groß sind wie geschlechtsreife, als mindestens drei bis vierjährige Salamander!! Die „Abbildungen sind in natürlicher Größe aufgenommene Photographien“ (S. 192)! Wie erklärt sich der Widerspruch zwischen Text und Abbildung?

¹⁾ Während der Drucklegung erscheint eine umfangreiche Arbeit von Herbst (7. Abh. der Heidelberger Ak. d. Wiss., math. natw. Klasse 1919), in welcher der Verf., der die Kammererschen Versuche einer Nachprüfung und Erweiterung unterzieht, zu ganz entgegengesetzten Resultaten kommt als dieser. Man wird den weiteren Ergebnissen der Prüfung (die Erblichkeitsverhältnisse werden in der bisherigen Veröffentlichung noch nicht erörtert) mit dem größten Interesse entgegensehen.

Streifung völlig rezessiv ist und in F_2 normales Aufmendeln statthat, während bei der Kunststreifrasse die F_1 -Tiere intermediären Charakter tragen, indem sie doppelreihig gefleckt sind. In F_2 findet sich keine Spaltung, sondern eine große Variabilität gefleckter Tiere. Demnach möchte ich annehmen, daß hinsichtlich des Zeichnungsstils die Erblichkeitsverhältnisse doch nicht so einfach liegen, wie er annimmt, und daß bei beiden Streifrasen, die ja auch ganz verschiedenen Gegenden entstammen, verschieden viele Faktoren mitspielen mögen, indem vielleicht bei der Naturstreifrasse aus Mitteldeutschland wirklich nur einer, bei den Nachkömmlingen der Wiener Waldtiere dagegen mehrere gleichsinnige Faktoren die *var. taeniata* von der *var. typica* trennen. Doch kann man genaueres aus den kurzen, unzureichenden Angaben Kammerers nicht schließen. Auf alle Fälle dürften bei einem so komplizierten Objekt die Ergebnisse bloßer F_2 -Zuchten nicht ausreichen, um klare Anschauungen über die Erblichkeit zu gewinnen. Bei dieser ungeklärten Lage der Erblichkeitsverhältnisse scheint mir auch zugleich die Annahme, daß es sich bei den erst in seinen Zuchten auftretenden Streiftieren um ein Herausmendeln dieser Varietät handelt, viel wahrscheinlicher, als die Annahme, es wäre hier eine wirklich neue Varietät künstlich geschaffen. — Aber freilich, hier liegt ja gerade der Kernpunkt der Kammererschen Arbeit: Er glaubt nicht an die scharfe Trennung von Modifikation und Mutation. Er will ja gerade zeigen, daß die Modifikationen die Quelle der erblichen Eigenschaften sind. Wenn man die Frage der Vererbung erworbener Eigenschaften für ein noch offenes Problem hält, so muß man doch andererseits zugeben, daß außerordentlich viele Tatsachen, die unter allen Kautelen moderner Erblichkeitsforschung gewonnen sind, gegen eine solche sprechen, und wird daher alle diese durch den heutigen Stand der Vererbungsforschung gegebenen Vorsichtsmaßregeln besonders peinlich befolgen müssen, wenn man das Gegenteil beweisen will. Und das trifft für das Kammerersche Material meines Erachtens nicht zu. Kammerer hat ja selbst in seiner Arbeit die meisten Einwürfe, die gegen diese erhoben werden können, schon vorweg zu entkräften versucht, so auch diesen, daß er mit nicht reinem Material gearbeitet hat. Wenn es aber wegen der langen Zeit, die bis zur Geschlechtsreife verstreicht, für den einzelnen Menschen nicht möglich ist, „reine Linien“ beim Salamander zu züchten resp. die Erblichkeitsverhältnisse in der wünschenswerten Ausführlichkeit klar zu legen, dann ist das Ganze eben ein Versuch am untauglichen Objekt.

Für nahe verwandte Objekte hat denn auch Harms in einer zweiten Arbeit Ergebnisse entsprechender Versuche mitgeteilt, die eine Abänderung der Nachkommen durch das fremde Soma recht unwahrscheinlich erscheinen lassen. Leider ist es ihm bisher noch nicht gelungen, aus den auf *Triton alpestris* überpflanzten Eiern von *Triton cristatus* erwachsene Nachkommen zu erhalten, sondern nur Ablage reifer Eier. Da aber hier bereits die reifen Eier beider Arten sich erheblich unterscheiden (durch die Färbung), und die Eigenart der überpflanzten Eizellen in keiner Weise entsprechend denen der Pflegemutter abgeändert erscheint, ist hier der Schluß des Autors auf Unwahrscheinlichkeit einer somatischen Beeinflussung berechtigter als in den Regenwurmexperimenten. Hoffentlich gelingt Harms auch bald einmal die Aufzucht von Nachkommen aus den abgelegten Eiern.

Die Arbeit, welche bisher in jeder Beziehung den wenigsten Einwänden ausgesetzt erscheint, die von Castle und Phillips, kommt gleichfalls zu einem durchaus negativen Resultat. Nicht bloß handelt es sich hier um ein Material (Meerschweinchen), welches auf das gründlichste auf seine Erblichkeitsverhältnisse hin untersucht ist, und zwar sowohl die Individuen, welche zum Gonadenaustausch dienten, als auch die auf diesem Wege erhaltenen Nachkommen: auch der Gefahr einer Trübung der Eindeutigkeit der Ergebnisse durch regenerierendes eigenes Keimgewebe der Pflegemutter ist hier nach Möglichkeit begegnet, indem die Ovarien an andere Stellen der Bauchhöhle überpflanzt, und durch jedesmalige Sektion der betreffenden Weibchen die Einheilungs- und Regenerationsverhältnisse untersucht wurden. Allerdings macht Schultz, dem eigene reiche Operationserfahrungen an Meerschweinchen zu Gebote stehen, darauf aufmerksam, daß infolge besonderer, anatomischer Verhältnisse gerade bei diesem Objekt die Einheilung der Ovarien „einen Zentimeter“ vom normalen Ort entfernt, doch nicht völlig vor Mißverständnissen schütze. Aber schließlich zeigt ja die Beschaffenheit der Nachkommen der beiden Weibchen, welche allein in Frage kommen, daß es sich nicht um eigenes, regeneriertes Gewebe handelt. Mir scheint dann ferner ein gewisser Mangel der Versuche zu bestehen in der Versuchsanordnung. Gerade bei den beiden Weibchen, welche allein von den vielen Versuchstieren Nachkommen aus überpflanztem Gewebe lieferten, sind nicht, wie in meinen Versuchen, die Pflegemütter dominante Individuen und die Keimzellen die rezessiver Formen, sondern hier ist Dominant auf Rezessiv transplantiert und nur der Vater ein rezessives Individuum. Bei der völligen Unklarheit über die Ursachen,

welche das Dominieren einer Eigenschaft bewirken, könnte jemand sich auf den Standpunkt stellen, wie er ja auch in der Presence-Absence-theorie anklingt, daß der dominanten Eigenschaft gewissermaßen ein Plus an bewirkenden Ursachen entspräche gegenüber der rezessiven, wonach für eine Beeinflussung der Keimzellen weniger aussichtsvolle Bedingungen geschaffen wären, wenn man Dominant in Rezessiv, als wenn man Rezessiv in Dominant überpflanzte. Oder man könnte einwenden, daß eine Beeinflussung durch das rezessive Soma in den Castleschen Versuchen statthat und nur nicht erkennbar wird, eben weil es sich um eine rezessive Eigenschaft handelt.

Aber auch gegen meine Ergebnisse lassen sich Einwände erheben. Zwar die Schwierigkeit, welche bei den Wirbeltieren eventuelle Regenerationsvorgänge verbliebenen eigenen Keimgewebes bereiten kann, kommt für die Deutung meiner Ergebnisse nicht in Frage, wie die Betrachtung der Nachkommen zeigt. Denn sonst müßte ja, da bei meiner Versuchsanordnung die Pflegemütter dominanten Charakter haben, auf alle Fälle diese Eigenschaft bei wenigstens einigen der Nachkommen erscheinen. Es ist überhaupt ein großer Vorzug der Insektengonade, die ja gleichsam frei in der Körperlymphe „schwimmt“, daß man sie bequem restlos entfernen kann, während für das dem Coelothel mehr oder weniger dicht aufsitzende Keimgewebe des Wirbeltierweibchens weit weniger Gewähr einer restlosen Entfernung geleistet werden kann. Bedenklicher ist schon bei der Transplantation normal auf gelb die schwierige Unterscheidungsmöglichkeit von normal und den alleruntersten Stufen der Gelbentwicklung. Da, wie oben auseinandergesetzt, meine Normalrasse nur hinsichtlich der Gelbentwicklung auf Segment 3 und 4 als sicher „nicht gelb“ rein durchgezüchtet gelten kann (s. o. S. 15), bei der engen Verwandtschaft aller meiner Tiere es aber nicht ausgeschlossen ist, daß sie doch „etwas Gelbblut“ besitzt, wäre eine Wiederholung der Transplantationsversuche mit ganz einwandfreiem Normaltiermaterial wünschenswert. Am zweckmäßigsten wählte man dann wohl reine *L. japonica* und europäisches Schwammspinnermaterial aus möglichst abgelegener Gegend (etwa aus Spanien, wo ich früher einmal anscheinend ganz einwandfreie Schwammspinner angetroffen habe). Wünschenswert wäre auch eine genauere Aufklärung der Erblichkeitsverhältnisse beider Arten hinsichtlich des Raupenkleides, als ich sie bisher geben konnte.

Wichtiger erscheinen mir andere Einwände, die erhoben werden könnten. So könnte man einwenden, daß die Zeitdauer der Einwirkung des fremden Somas zu kurz sei, um einen Einfluß auf die Erbanlagen

auszuüben. Durchschnittlich haben die fremden Gonaden ja nur 8—9 Wochen im fremden Körper zugebracht. Dann wäre der Schwammspinner ein ungeeignetes Material, und man müßte andere Formen wählen mit einer längeren Lebensdauer des Larven- resp. Puppenstadiums. Aber im allgemeinen neigen die Anhänger einer Vererbung erworbener Eigenschaften neuerdings ja mehr zu der Annahme, daß die Länge der Zeitdauer der Einwirkung von geringerer Bedeutung, und daß es viel wesentlicher sei, den richtigen Zeitpunkt, in welchem die Keimzellen sich in ihrer „sensiblen Periode“ befinden, für die Beeinflussung abzapassen. Sollte in diesem Falle die „sensible Periode“ schon vor der zweiten Raupenhäutung liegen, so dürfte der Schwammspinner gleichfalls ein ungeeignetes Objekt für solche Versuche sein, denn auf noch jüngeren Stadien zu operieren, dürfte technisch kaum gelingen. — Aber im Anschluß an die bekannten Towerschen Experimente wird man eher geneigt sein, die „sensible Periode“ in die Zeit der Puppenruhe zu verlegen, wo ja, bei den Weibchen wenigstens, die Hauptentwicklung der Eier erst einsetzt. Und auch in diesem Falle könnte man gegen meine Versuche einen Einwand erheben, nämlich den, daß zu diesem Zeitpunkt die zu prüfende Eigenschaft nicht mehr besteht. Es handelt sich ja um einen Larvencharakter, der die Rassen unterscheidet, von dem an der Puppe nichts mehr zu finden ist¹⁾.

Schließlich könnte man aber auch die Tatsache, daß ich beim Schwammspinner keine Beeinflussung finde, erklären mit Besonderheiten der Insektenphysiologie; für andere Tiergruppen, speziell die Wirbeltiere, brauchte damit noch nichts als entschieden zu gelten. Besonders durch die umfassenden experimentellen Arbeiten Meisenheimers ist ja ein gewisser Gegensatz in der Physiologie dieser beiden Tierkreise festgestellt worden; ob jedoch innersekretorisch bedingte Korrelationen, um deren Vorhandensein oder Fehlen es sich bei diesem Gegensatz zwischen Wirbeltieren und Insekten handelt, den letzteren wirklich vollständig abgehen, scheint mir doch noch nicht bewiesen, und gerade gewisse oben (S. 18) erwähnte Besonderheiten der Schwarzrasse des Schwammspinners scheinen doch auf eine größere Ähnlichkeit in den

¹⁾ Wenigstens nicht an der äußeren Puppenhaut älterer Puppen. Bei ganz frisch geschlüpften Puppen, die ja noch die Raupenfärbung zeigen, sah ich aber bei der Schwarzrasse z. B. die schwarze Binde zwar schwach aber doch ganz deutlich noch entwickelt. In den Hypodermiszellen dürften sich Reste des Pigments und der Zeichnung noch länger erhalten; sieht man doch sogar am Falter, wenn man die Körperbehaarung abpinselt, durch die Cuticula Reste der Raupenzeichnung durchscheinen.

physiologischen Vorgängen hinzuweisen, als man jetzt gemeinhin annimmt. Allerdings handelt es sich bisher um wenig mehr als bloße Mutmaßung.

Auch ist dadurch, daß die beiden von mir untersuchten Eigenschaften keine Veränderung der Erbanlagen auszuüben vermögen, noch nichts präjudiziert für andere Charaktere. Es ist durchaus möglich und erst kürzlich von Haecker betont worden, daß die Erbfaktoren hinsichtlich ihres physiologischen Verhaltens nicht gleichwertig zu sein scheinen. So würde die Schwarzstreifigkeit meiner Raupen nach Haeckers Sonderung als Merkmal mit „einfach verursachter“, die starke Gelbentwicklung der Gelbrasse als ein solches mit „komplex verursachter Entwicklung“ zu gelten haben, und es wäre damit eine Verschiedenheit hinsichtlich ihres physiologischen Zustandekommens und vielleicht auch ihrer Fähigkeit, Einflüsse auszuüben, angedeutet. — Auch darauf wäre hinzuweisen, daß die bisher auf diese Fähigkeit geprüften Eigenschaften sämtlich bloße Färbungsunterschiede betreffen. Merkmale, die durch besondere Wachstumsvorgänge entstehen, sind noch nicht auf ihre Fähigkeit, eine „somatische Induktion“ auszuüben, geprüft worden. Gerade aus diesem Grunde hatte ich bei meinen geplanten Hühnertransplantationen Hauben- und Kammhühner zum Austausch benutzen wollen.

Wenn also m. E. noch weitere analoge Transplantationsversuche an Objekten anderer Art notwendig sind, ehe wir in streng wissenschaftlichem Sinne die Möglichkeit einer „somatischen Induktion“ als unbegründete Annahme ablehnen dürfen, so möchte ich auch für die Versuchsanordnung derartiger Experimente auf eine Maßnahme hinweisen, die gleichsam wie ein Katalysator wirken könnte, um leichter eine Beeinflussung herbeizuführen. Wenn nämlich wirklich die Semonsche Parallelsetzung der Vererbungsvorgänge mit psychischen Vorgängen mehr ist als ein bloßes Gleichnis, dann sollte man meinen, ein solches „Erinnerungsbild“ müßte am leichtesten wieder geweckt werden können, wenn es eben noch aktuell war, und schon wieder die gleiche „Vorstellung“ als Reiz von außen einwirkt. Und das würde doch geschehen bei einer Versuchsanordnung, wie sie z. B. bei meinen Weibchen Nr. 6 und 7 durchgeführt ist: bei Transplantation innerhalb einer aufspaltenden F_2 -Generation¹⁾. Hier ist in der vorausgehenden Eltern-generation noch die Eigenschaft vorhanden gewesen, welche man in Gestalt des schwesterlichen Somas aufs neue auf das Keimplasma der herausgemendelten rezessiven Geschwister einwirken läßt. Gelingt es

¹⁾ Auch in dem einen Fall von Castle handelt es sich um eine Transplantation zwischen F_2 -Individuen.

dabei, besonders die homozygot dominanten Geschwister als Pflegemütter auszuwählen, was mir bisher infolge Nichtunterscheidbarkeit der Homo- und Heterozygoten nicht möglich war, glückt ferner erfolgreiches Einheilen der transplantierten Gonade nicht bloß im weiblichen, sondern auch im männlichen Geschlecht, wofür bei Wirbeltieren bisher allerdings nur geringe Aussichten bestehen, dann ist damit eine Versuchsanordnung gegeben, wie sie günstiger m. E. nicht geschaffen werden kann, um die Beeinflussung erkennbar werden zu lassen, sofern eine solche wirklich statthabte.

Potsdam, Institut für Vererbungsforschung, 25. Juni 1919.

Literatur.

- Castle, W. E. and Phillips, J. C., 1911. On germinal transplantation in Vertebrates. Publ. 144. Carnegie Inst. Washington.
- Davenport, C. B., 1911. The transplantation of ovaries in Chickens. Journ. of Morph. Vol. 22.
- Foges, 1902. Zur Lehre von den sekundären Geschlechtscharakteren. Pflüg. Arch. f. d. ges. Phys. Bd. 93.
- Forbush, E. H. and Fernald, C. H., 1896. The gypsy moth. Boston.
- Guthrie, C. C., 1908. Further results of transplantation of ovaries in Chickens. Journ. of exper. Zool. Vol. V.
- 1911. On graft hybrids. Americ. Breed. Assoc. Vol. VI.
- Haecker, V., 1914. Über Gedächtnis, Vererbung und Pluripotenz. Jena, G. Fischer.
- 1918. Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse. Jena, G. Fischer.
- Harms, W., 1912. Überpflanzung von Ovarien in eine fremde Art. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 34.
- 1912/13. Überpflanzung von Ovarien in eine fremde Art II. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 35.
- Judeich u. Nitzsche. Lehrbuch der Forstinsektenkunde.
- Kammerer, P., 1909. Vererbung künstlicher Farbveränderungen. Umschau Bd. 13.
- 1913. Vererbung künstlicher Farbveränderungen IV. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 36.
- Klatt, B., 1908. Die Trichterwarzen der Liparidenlarven. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. Bd. 27.
- 1913. Experimentelle Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Kopulation und Eiablage beim Schwammspinner. Biol. Centralbl. Bd. 33.
- 1919. Experimentelle Untersuchungen über die Beeinflussbarkeit der Erbanlagen durch den Körper. Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde Berlin.
- Kopeck, St., 1911/12. Untersuchungen über Kastration und Transplantation bei Schmetterlingen. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 33.
- Magnus, V., 1907. Transplantation of ovaries med saerligt hensyn til afkommet. Norsk magaz. f. Laegevidenskaben Bd. 68.
- Meisenheimer, J., 1910. Zur Ovarialtransplantation bei Schmetterlingen. Zool. Anz. Bd. 35.

Schultz, W., 1913. Vorschläge zum Studium der somatischen Vererbung. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 37.

Schulze, P., 1918. Sitzungsbericht vom 12. Juni 1917. Deutsche Ent. Zeitschr., Sitzungsberichte S. 173—177.

Tafelerklärung.

Tafel I, Fig. 1—5.

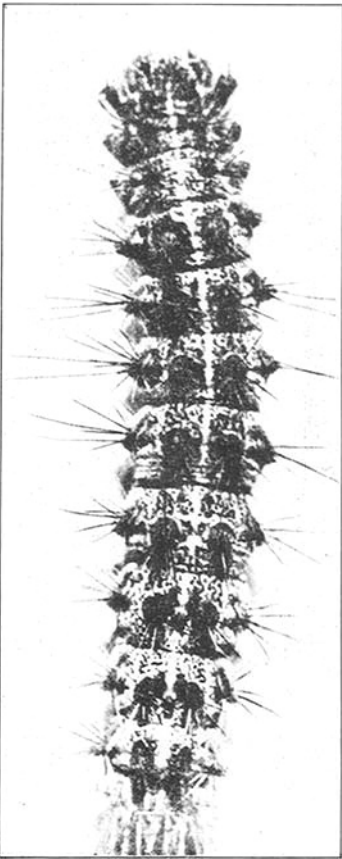
(1—3 aufgenommen mit Leitz Mikrosommar 80,
4 und 5 aufgenommen mit Leitz Mikrosommar 64.)

- Fig. 1. Erwachsenes Tier der Gelbrasse, nicht nigristisch; aus transpl. ♀ Nr. 5 (VIII₈ schwarz).
- Fig. 2. Erwachsenes Schwarzstreiftier; aus Kontrollzucht Nr. 167.
- Fig. 3. Erwachsene nigristische Raupe der Gelbrasse; aus transpl. ♀ Nr. 5 (VIII₈ schwarz).
- Fig. 4. Verlust der rechten Mittel- und Seitenwarzen sowie der Trichterwarze auf Segment 9; aus transpl. ♀ Nr. 2 (VI₈ schwarz).
- Fig. 5. Verkümmern der Mittelwarzen auf dem 8. (Genital-) Segment; gleichfalls aus transpl. ♀ Nr. 2 (VI₈ schwarz).

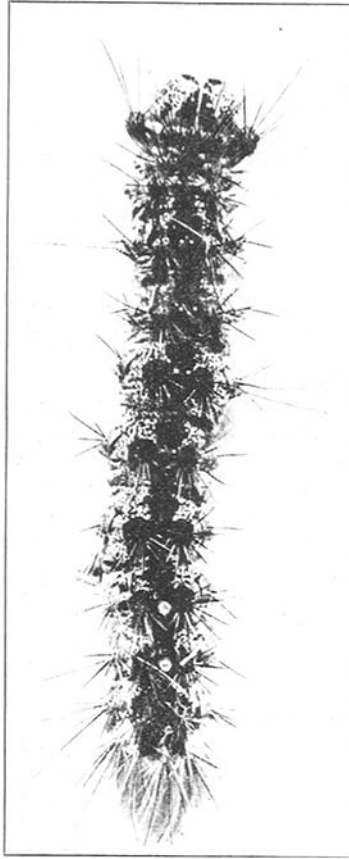
Tafel II, Fig. 6—16.

(Sämtlich aufgenommen mit Leitz Mikrosommar 64.)

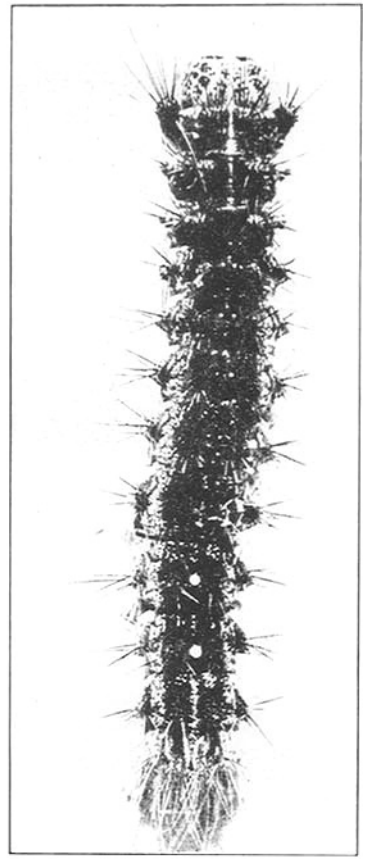
- Fig. 6 und 7. Zwei Schwarzstreiftiere vor der dritten Häutung, 6 kurz vor der Häutungsruhe, 7 jünger; aus Kontrollzucht 159.
- Fig. 8. Vorzügliches Gelbtier vor der dritten Häutung; aus transpl. ♀ Nr. 1 (IV₂ schwarz).
- Fig. 9. Weniger gutes Gelbtier vor der dritten Häutung; aus transpl. ♀ Nr. 5 (VIII₈ schwarz).
- Fig. 10. Zweifelhaftes Normaltier vor der dritten Häutung; aus transpl. ♀ Nr. 9 (V₄ gelb).
- Fig. 11. Einwandfreies Normaltier vor der dritten Häutung; aus transpl. ♀ Nr. 3 (II₁ schwarz).
- Fig. 12. Schwarzstreiftier vor der zweiten Häutung; aus Kontrollzucht Nr. 157.
- Fig. 13. Vorzügliches Gelbtier vor der zweiten Häutung; aus transpl. ♀ Nr. 1 (IV₂ schwarz).
- Fig. 14. Zweifelhaftes Normaltier vor der zweiten Häutung; aus transpl. ♀ Nr. 12 (VIII₈ gelb).
- Fig. 15. Zweifelhaftes Normaltier vor der zweiten Häutung; aus Kontrollzucht Nr. 156.
- Fig. 16. „Umkehr“ des Gelb auf Segment IV. bei einem erwachsenen Gelbtier; aus transpl. ♀ Nr. 5 (VIII₈ schwarz).



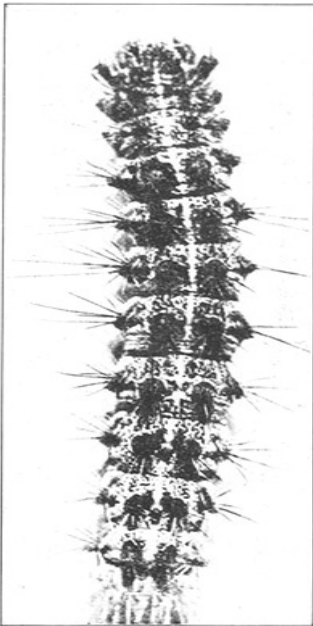
1



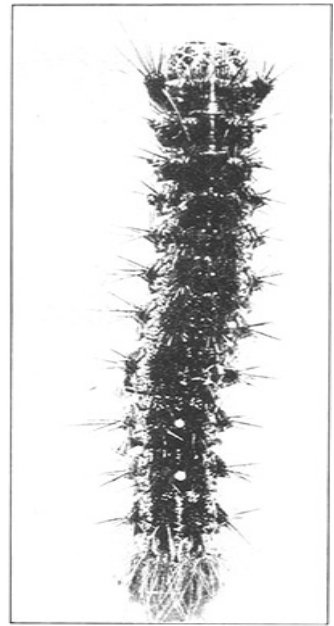
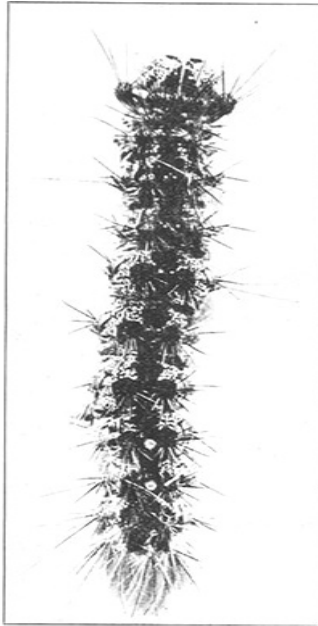
2



3

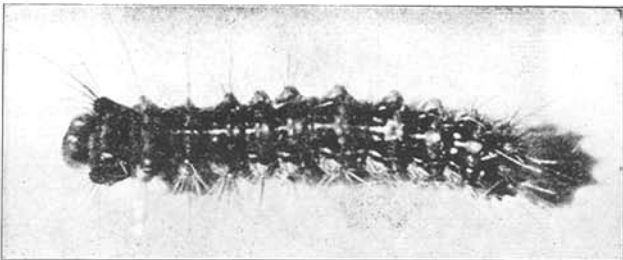


4



5

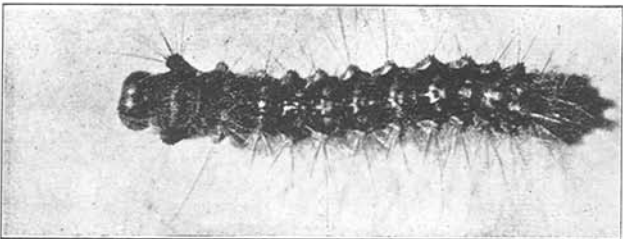
Klatt: *Lymantria*



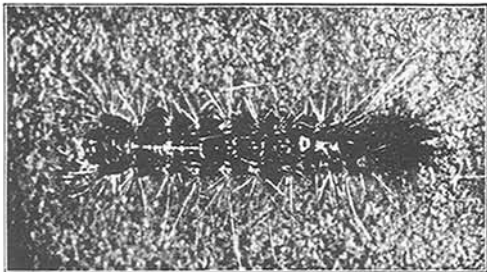
11



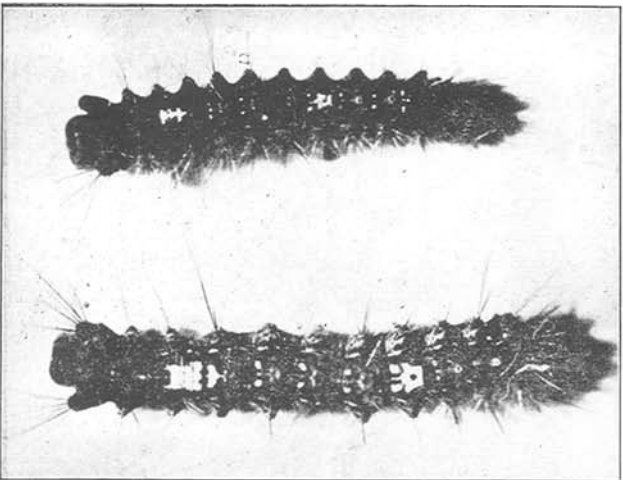
10



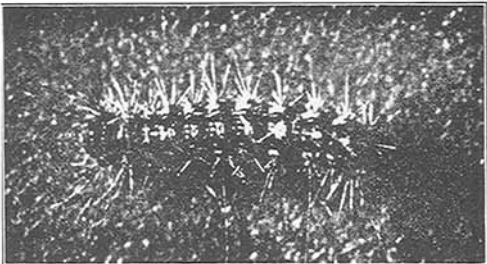
9



8



7



6

