

Über die Ursachen und Symptome der Flacherie und Polyederkrankheit der Raupen.

Von Dr. med. E. Fischer in Zürich.

(Schluss.)

Warum werden denn für die Aufzucht der Raupen und ganz besonders der Seidenspinnerraupen so peinliche strenge Vorschriften aufgestellt, weshalb wird gerade bei *Bombyx mori* L. das Auftreten von Krankheiten (Flacherie, Gelbsucht u. a.) auf irrationelles Zuchtverfahren zurückgeführt? Dies betrifft doch offenbar in hohem Maße jene Umstände, die Verson bloß als Gelegenheits-Ursachen bezeichnet. Bei dem, was Verson unter Prädisposition alles zusammenfasst, handelt es sich übrigens vielfach auch nur um erworbene (nicht um angestammte) Disposition; es verhält sich da in einem erheblichen Prozentsatze der Fälle ähnlich wie bei jenen menschlichen Krankheiten, von denen man früher und bis in die neuere Zeit hinein glaubte, es handle sich um etwas Angeborenes, gegen das man nichts mehr ausrichten könne, während jetzt durch den Erfolg bewiesen wird, dass es erworbene Leiden sind. Selbst auf dem ominösen Gebiete der Geisteskrankheiten hat sich die Theorie von der angeborenen familiären Prädisposition und ererbten Erkrankungen als nicht mehr durchweg haltbar erwiesen; in recht vielen Fällen hat die neuere Forschung ergeben, dass es sich einfach um die Folgen gewisser Schädlichkeiten oder um frühzeitige Infektion handelt. —

Es wurde bereits im I. Abschnitte gesagt, dass der gewöhnliche Durchfall durch zu saftreiches Futter erzeugt werde und bei längerem Andauern zu Flacherie und Polyederkrankheit führen könne und der unter 13 angeführte Fall dürfte diesen Vorgang ausreichend illustriert haben.

In den meisten Fällen verhält es sich aber so, dass sehr fleischige Blätter, wie z. B. Löwenzahn, Salat, Spinat und ähnliche, wie solche besonders bei den an niederen Pflanzen lebenden Arten gerne verwendet werden, selbst wenn sie nicht in Wasser gestellt sind, aber frisch zum Verbräuche gelangen, zunächst einen reinen Durchfall erzeugen. Die Raupenzüchter verwenden eben gerne frische Kräuter, denn wenn man sie herbeigeschafft hat, so will man sie auch verwenden, weil auch die Raupen mit viel größerer Lust solche frische Blätter verzehren und infolge des Saftgehaltes nach vielfacher Ansicht und Hoffnung des Züchters auch größere, mastigere Puppen und Falter ergeben könnten. Tritt nun Durchfall wider Erwarten ein, so zeigt er sich meistens so auffallend, oft sogar derart stark, dass der Züchter überrascht ist und baldigst Abhilfe schafft durch Verwendung abgewelkter, ja fast trockener Blätter. Die günstige Wirkung bleibt in der Regel auch nicht aus

und die Raupen bequemen sich, wenn vielleicht auch nach einigem Zögern, zu dieser Trockenkost; Standfuß hat bereits angeführt, dass gewisse Raupenarten in der freien Natur gewohnheitsmäßig den Hauptnerv des Blattes durchnagen und dadurch das Blatt zum Abwelken bringen, ehe sie es fressen. Wohl aus dem gleichen Grunde legen die Weibchen mancher Art ihre Eier fast nur auf magere Exemplare ihrer Nährpflanze.

In der Regel aber entwickelt sich Flacherie und Polyederkrankheit dort in ausgedehntem Maße, wo nicht gerade saftreiche, sondern eher saftarme, mehr derbblättrige Pflanzenarten verfüttert werden. Diese enthalten, selbst wenn die Zweige in Wasser gestellt werden, doch nicht so viel Wasser in den Blättern, dass ein merkbarer Durchfall entstände⁸⁾; aber gerade das Ausbleiben eines akuten Durchfalls, der eine Störung beizeiten signalisieren würde, ist hier verhängnisvoll, weil der Züchter glaubt, es gehe alles glatt von statten. In Wirklichkeit wird aber je länger je mehr das Blattplasma durch das eingedrungene Wasser verändert und verdirbt den Raupen die Verdauung und direkt oder indirekt auch noch den Stoffwechsel und präpariert so langsam und zunächst unauffällig aber sicher den Boden für Flacherie und Polyederkrankheit⁹⁾. Sehr oft bemerkt man nach einiger Zeit erst, je nach der verwendeten Raupen- und Pflanzenart und der Häufigkeit des Futterwechsels, bald mehr bald weniger leise Störungen der Darmfunktion; es ist z. B. das Exkrement nicht mehr trocken und hart, es wird bei einigen Raupen etwas größer, weicher, und zeigt namentlich die Einkerbungen etwas undeutlicher oder auch fast gar nicht mehr. Am einen Ende der ausgestoßenen Darmschlacke ist mitunter ein ganz kleines feines Fädchen zu bemerken, oder zwei und mehrere Exkremente sind bei dieser oder jener Raupe durch ein solches Fädchen miteinander verbunden, wie dies schon früher erwähnt wurde. Noch bevor es übrigens so weit gekommen, wird man bei genügender Aufmerksamkeit bei sehr vielen Raupenarten den

8) Nach den gemachten Beobachtungen lässt sich wohl sagen, dass beim akuten reinen Durchfall der hohe Wassergehalt die Hauptursache, die Plasmaveränderung die Nebensache ist, dass es sich dagegen bei der Flacherie und Polyederkrankheit umgekehrt verhält!

9) Es mag vielleicht befremden, dass nach den bisher gebrachten Ausführungen die Flacherie und die Polyedrosis durch die gleichen äußeren Einflüsse, also durch die gleichen primären Ursachen herbeigeführt werden sollen. Da aber, wie ich schon im Schlusssatze des III. Abschnittes andeutete, nach den beim Seidenspinner und 1913 bei von mir gezüchteten Argynnisraupen (*A. paphia* L. und *A. pandora* Schiff.) von Direktor Bolle gemachten Beobachtungen die Flacherie und die Polyederkrankheit sich gegenseitig ausschließen, indem bei echter Flacherie niemals auch Polyeder auftreten, so liegt nach Direktor Bolle die Vermutung nahe, dass die echte Flacherie nur eine besondere Form der Polyederkrankheit sein könnte. Diese sehr interessante und wichtige Frage ist jedenfalls noch weiterer Aufklärung wert!

aromatisch-süßlichen Flieder- oder Holundergeruch schon wahrnehmen können, falls man dafür sorgt, das er sich etwa im Zeitraume von 2—4 Stunden nicht verflüchtigen kann.

Werden nun die Raupen weiter mit in Wasser gestelltem und nicht oft genug erneuertem Futter versehen, oder länger noch in Glas- und Blechgefäßen gehalten, oder tritt gar Regenwetter ein, so bekommt der anfänglich aromatische Geruch einen etwas stechenden Charakter und kann sogar bald widerlich werden. Jetzt ist die Gefahr sehr nahe und verrät sich wohl meistens bei einzelnen Raupen durch Unruhe oder Unlust zum Fressen; sie sitzen oft auffallend lange am gleichen Fleck, oder sie beginnen in bisher nicht gewöhnter Weise sich mehr in die Höhe zu begeben, an die Wände und den Deckel des Behälters, oder sie halten sich noch an den Pflanzenstengeln auf, machen aber dort etwas lange Ruhepausen und ziehen während denselben Kopf und Brustfüße nicht oder nicht kräftig genug ein, wie das eine gesunde Raupe bekanntlich zu tun pflegt, oder die Brustfüße sind wenigstens in einer etwas gelockerten, fast nachlässigen Haltung, der Kopf ein bißchen vorgeschoben; die Raupe macht einen geradezu „nachdenklichen“ Eindruck, „sie studiert“, wie ich mich jeweilen auszudrücken pflege, und diese nachdenkliche Haltung ist unter allen Umständen bedenklich!

Zu den Arten, die bei Aufzucht in Gefangenschaft (in Gefäßen und Kästen) hierin Schwierigkeiten bieten, gehören unter vielen anderen außer *Parnassius apollo* L. auch *Papilio machaon* L., sodann die *Deilephila*-Arten (Schwärmer), die Saturniden und Arctiiden (Bärenspinner)¹⁰⁾.

Ab und zu bekommt man zwar sogar ein kleines Loblied auf das Wasserverfahren zu hören, bei dem die Zucht von Anfang bis zum Ende (sogar mehr als eine Generation hindurch) ohne Anstand verlief. Aber häufiger als diese Lobpreisungen sind die Klagelieder über das Einfrischen und über die Zuchtergebnisse in Glaszylindern, und man würde wohl noch viel mehr über dergleichen Misserfolge erfahren, wenn die Züchter die schlimmen Resultate nicht so oft in stiller Resignation für sich behielten, während, was ja psychologisch nur allzu begreiflich ist, andererseits die meisten bei der genannten Methode erzielten Glücksfälle als Beweise des Gegenteils mit besonderer Vorliebe bekannt gemacht werden. Aber es wird bei diesen letzteren Fällen nur zu oft übersehen, unter welchen besonderen Umständen die Zucht bei oder trotz dem beständigen Einfrischen der Nahrung verlief. Pflanzeln mit von Natur aus harten, spröden, saftarmen Blättern, wie etwa Buche, Birke, Hasel, Birne,

10) Es wird wohl seine guten Gründe haben, wenn in neuester Zeit K. V o r - brodt („Die Schm. d. Schweiz“, Bern 1913) z. B. für herangewachsene Bärenraupen stark gewelkte, für die jungen sogar völlig dürre Blätter als Nahrung empfiehlt!

Eiche u. dgl. m. nehmen ohnehin sehr wenig Wasser auf und die Zersetzbarkeit des Plasmas ist zufolge der derben Beschaffenheit in der Regel wohl gar nicht in dem Maße möglich, wie bei weich- und dickblättrigen Pflanzen. Schon bei Weiden, Linden und Pappeln zeigt sich bereits eine auffallende Empfindlichkeit und die mehr oder weniger krautartigen Gewächse — von dem schon genannten Sedum gar nicht zu reden — können durch Einstellen in Wasser für die Raupen zu wahren „Giftpflanzen“ werden.

Um nur einen eklatanten Gegensatz als Beispiel zu nennen:

Die Raupe der Wintergeneration von *Charaxes jasius* L. lässt sich mit den lederigen Blättern des Erdbeerbaumes sehr gut züchten, selbst wenn die Zweige 2—3 Wochen in Wasser stehen. Die Wasseraufnahme ist aber allerdings eine merkwürdig geringe und diese Blätter vermögen sich auch ohne Einfrischen lange Zeit frisch zu erhalten. Aber es möge jemand versuchen, z. B. Raupen von Schwärmerarten oder etwa von *Paramois cardui* L. (mit Disteln gefüttert), von Saturniden u. a. mit in Wasser gestelltem und nur jeden zweiten oder dritten Tag erneuertem Futter zu erziehen; er wird jedenfalls, sofern er diese Methode stets anwendet, mehr negative Resultate als positive Erfolge zu verzeichnen haben und nicht selten arge Enttäuschungen erleben.

Übrigens ist es mit den Zuchten der meisten Lepidopteroptilen eine eigene Sache; im großen und ganzen sind sie vollauf befriedigt und froh, wenn sie die Raupen und Puppen so weit bringen, dass sie schließlich wenigstens eine Anzahl Falter, wenn vielleicht auch nur 50 oder gar 10% erhalten, die sie als Sammlungs- oder Tauschobjekte verwenden können. Seltener gelingt es dabei, die Zucht verlustlos zu Ende zu führen oder solche Falter durch Paarung erfolgreich weiter zu züchten, und wo dies nötig oder wünschenswert erscheint, wird seit langem schon die Zucht der Raupen unter Stoffbeutel auf lebenden Freilandpflanzen dringend empfohlen. Der Grund, warum bei diesem Zuchtverfahren denn auch viel gesündere, robustere Falter unter weit geringeren Verlusten resultieren als bei der Kastenzucht, selbst wenn diese in der Freiluft erfolgt, dürfte auf der Hand liegen.

Gegenüber diesen Tatsachen können Ausnahmen nicht sehr ins Gewicht fallen und sind nicht imstande, die Regel als ungültig darzutun; auf ihre besonderen Gründe wird im folgenden noch zurückzukommen sein.

Der Umstand übrigens, dass nach den neueren Beobachtungen verschiedener Forscher die Polyederkrankheit als eine enorm verbreitete sich herausstellte und dass sie auch bei den Raupenzuchten so oft und so leicht losbricht, wenn die auslösenden äußeren Ursachen, wie unrichtige Ernährung, Witterungsextreme etc. in Aktion treten, legt m. E. die Annahme sehr nahe, dass die Polyeder, die

ich für den Infektionsstoff halte, ebenso sehr verbreitet ja vielleicht ubiquitär sind und dass sie sehr wahrscheinlich in vielen Raupen und anderen Insekten zunächst nur als harmlose Parasiten (in einem Latenzstadium) sich aufhalten und erst bei Störungen der Verdauung oder des Stoffwechsels aktiv zu werden beginnen und sich vermehren, andererseits aber durch verbesserte Lebensbedingungen sogar wieder in Schach gehalten werden können, wie u. a. schon mein erwähnter *jasius*-Fall zeigte und wie ich in letzten Jahren wiederholt durch Kontrollversuche nachweisen konnte. Escherich ist auf Grund seiner mikroskopischen Feststellungen zu einer ähnlichen Auffassung gekommen und spricht von einem latenten Stadium der Polyederkrankheit, deren Verlauf auch nach seiner Überzeugung sehr von äußeren Einflüssen abhängig ist.

Gegen die oben ausgesprochene Annahme können positiv ausgefallene Impfversuche nicht sprechen, weil eine Stichimpfung eine viel zu grobe Infektionsform darstellt, bei der die natürlichen Schutzmittel des Organismus direkt umgangen werden. Ich erinnere u. a. z. B. an das Meerschweinchen, das höchst selten „spontan“ an Tuberkulose erkrankt, aber nach Impfung ihr sehr leicht zum Opfer fällt! — Für die gemachte Annahme spricht ferner das vielfach negative Resultat bei Infektionsversuchen mit infiziertem Futter. Diese gerade zeigen, dass die bloße Anwesenheit der Polyeder im Darne noch nicht genügt, sofern man nicht die Methode Bolle's anwendet und schon die ganz jungen, eben dem Ei entschlüpften Räumchen 3 Tage lang mit infiziertem Futter ernährt, gegen das ihre zarten Verdauungsorgane offenbar noch nicht genügend resistent sind.

Es ist daher nach den vorgebrachten Tatsachen nicht richtig, wenn jedesmal dort, wo Polyeder in geringer Zahl entdeckt werden, auch schon von Polyederkrankheit gesprochen wird; Infektion ist noch nicht gleichbedeutend mit Erkrankung, und wie bei anderen infektiösen Zuständen kann es sehr wohl auch unter den Raupen viele Individuen geben, die bloß sogen. Polyederträger sind.

Da die Entwicklung der Raupen in der Natur sowohl wie bei der Zucht zu einem großen Teil nicht unter optimalen Lebensbedingungen verlaufen kann, so ist es verständlich und auch durch die Erfahrung genugsam erwiesen, dass noch eine Anzahl anderer äußerer und innerer Krankheitsursachen bestehen, die im folgenden noch berührt werden sollen.

Im unmittelbaren Anschlusse an die soeben besprochene Nahrungsalteration durch „Verwässerung“ und anderweitige Zersetzung des Blattplasmas ist zunächst auch des Standortes der vom Züchter zur Ernährung der Raupen gewählten Pflanze zu gedenken, eines Umstandes, der gewiss viel zu wenig beachtet wird. Die

physico-chemische Beschaffenheit des Bodens, aus dem diese Pflanze gerade ihren Nahrungsbedarf zu entnehmen genötigt ist, ist auf das Gedeihen der Raupen nicht ohne Einfluss. Da wären in erster Linie zu nennen: ungeeigneter Grund, Stagnation des Bodenwassers, Einsickern von Wasser, das nachteilige oder im Überschuss in ihm gelöste Stoffe enthält, ferner zu reichliche Düngung mit Jauche, Kunstdünger, Chilisalpeter u. dgl. m., wie solche heutzutage vielfach im Übermaße verwendet werden; die Toleranzgrenze wird dabei nur allzuleicht und ohne Bedenken, nicht aber ohne Schaden, überschritten. Naturgemäß kommt es dabei auch auf die Pflanzenart an; Coniferen, Möhren u. a. ertragen bekanntlich Düngung mit Jauche und Mist etc. recht schlecht und gehen häufig sehr bald an deren Wirkung zugrunde; aber auch manch andere Art wird durch solches Mästen und Treiben geradezu ruiniert und vergiftet. — Eine interessante hierher gehörende Beobachtung hatte ich in letzten 5 Jahren zu machen Gelegenheit: so oft ich von einem bestimmten stattlichen Weidenbaume, der in einer etwas eingesenkten Stelle des Bodens stand, Blätter für Raupenzucht verwendete, erkrankte stets eine nicht geringe Zahl derselben, ganz gleichgültig, welcher Spezies sie angehörten, selbst wenn ich täglich 2—3mal frische, gesund aussehende Zweige davon anwendete. Von der ganz gleichen Weidenart fand sich ein fast ebenso großes Exemplar in 8 Minuten Entfernung davon auf einem anders beschaffenen Untergrunde und niemals verursachten die Blätter dieser Pflanze bei den Raupen nennenswerte Störungen; im Gegenteil, die durch die zuerst genannte Pflanze erzeugten Schädigungen konnten durch diese zweite sogar wieder rückgängig gemacht werden, wenn ich noch beizeiten eingriff. Bei der ersten Pflanze musste also irgend etwas nicht in Ordnung sein und allem Anscheine nach lag die Ursache in der Beschaffenheit des Bodens. Ich konnte ermitteln, dass unter der Humusschicht und auf der einen Seite eine dicke Lehmschicht liegt, die offenbar das eindringende Wasser zur Stagnation zwingt und dadurch wahrscheinlich Wurzelfäule o. dgl. bedingt hat. Aufgefallen ist mir, dass die Blätter jenes Weidenbaumes jeden Sommer, etwa von Mitte Juni an zum großen Teil eine weißlichgelbe Verfärbung zu beiden Seiten der Mittelrippe zu zeigen beginnen und die Untersuchung ergab, dass dort auf der Unterseite zahllose Milben sich angesammelt hatten, und das ist ohne Zweifel ein Anzeichen dafür, dass die Blätter in physischer und chemischer Hinsicht nicht richtig beschaffen sind, also eine Schwäche aufweisen und den Schmarotzern keinen Widerstand zu bieten vermögen, denn eine gesunde Weide wird nicht von dergleichen Ungeziefer befallen. Anscheinend liegt die Sache so, dass infolge ungünstiger Ernährungsverhältnisse der Pflanze die äußere Zellschicht der Blätter nicht derb genug wird. Es dürfte sich im vorliegenden Falle wohl

ebenso verhalten wie bei der Blattläusesucht, die nach meinem Dafürhalten auch nur dort auftritt, wo Pflanzen oder Pflanzenteile (Zweige) zufolge unzulänglicher Verhältnisse (schlechte Ernährung, Luft- und Wassermangel, Störung durch wiederholtes Zurückschneiden u. s. w.) geschwächt sind und dem Sauger der Blattläuse keine derbe Oberhaut mehr als Panzer entgegensetzen können. Die mit meinen Argynnisstudien aufs engste verbundenen Violazuchten haben mir hierin seit Jahren interessante Aufschlüsse gegeben und auch gezeigt, dass da nicht Seifenlauge und „Insecticid“ die richtigen und wahren Hilfs- und Heilmittel sein können.

Auch bei der Nährpflanze des Seidenspinners, dem Maulbeerbaum, dürften zufolge der häufigen Entblätterung schädliche Wirkungen verschiedener Art für die Pflanze wie für die Raupen resultieren. Schon in meiner Arbeit von 1906 habe ich auf die diese Frage berührende Arbeit von Miyoshi und Suzuki in Japan hingewiesen, die Verson allerdings nicht respektiert zu haben scheint. Suzuki hat gezeigt, dass das häufige Entblättern zu einem Verhungern der Wurzeln und dieser Hungerzustand umgekehrt wieder zu einer schlechten Beschaffenheit der nachfolgenden Blattriebe (Schrumpfkrankheit) führt. Dass ein ab und zu vorgenommenes Zurückstutzen für manche Pflanze verjüngende Wirkung hat, ist ja bekannt genug; oft wiederholtes Stutzen oder Blätterpflücken ist aber einfach gleichbedeutend mit einer Schädigung, die sich früher oder später so oder so rächt, denn Blätter und Zweige sind wirklich nicht bloß zur Zierde da, wie die Laien vielfach meinen.

Sicherlich liegen die Verhältnisse oft so, dass es wohl richtiger wäre, die primären Ursachen der Raupenkrankheiten mehr bei der Pflanze, bei ihren Wurzeln und in ihrem Nährboden zu suchen, als bei den Raupen selber, und dies sollte der Züchter besonders dann nie vergessen, wenn er die Raupen mit oder auf Topfpflanzen züchtet.

Von den externen Krankheitsursachen wären ferner zu nennen die verschiedenen Witterungsextreme, wie Kälte, Frost, Hitze, andauernde Trocken- oder Regenzeit. Es erübrigt sich wohl, hier darauf einzugehen, zumal es schon in meiner früheren Arbeit geschehen ist. Erwähnt sei nur, dass in regnerischen und dazu noch kühlen Sommern die Polyederkrankheit und die Flacherie ganz besonders häufig im Freien auftreten und vielen Raupen verderblich werden. So fand ich in den verregneten Sommern 1912 und 1913 auffallend viele polyederkranke Raupen, ganz besonders von *Pyra-meis carlui* L. und sogar von *Vanessa urticae* L. Ungünstige Witterung kann aber auf sehr verschiedene Weise zur Dezimierung der Schmetterlinge führen, was bei Beurteilung solcher in der Natur konstaterter Fälle zu beachten ist. So geschah es z. B. einmal in früheren Jahren, dass *Papilio machaon* L. (der bekannte Schwalben-

schwanz) in Deutschland fast ausstarb; dies kam aber lediglich daher, dass gerade zur Flugzeit der I. Generation, d. h. im Mai und Juni, fast beständig Regenwetter herrschte. Die Falter konnten daher nicht fliegen und sich nicht begatten und mussten unverrichteter Dinge ihr Leben beschließen. Erst nach einigen besseren Jahren erholte sich die Art wieder, wohl zumeist durch Zuflug von außen. Ganz anders verhält es sich, wenn die Regenzeit in das Raupenstadium fällt; die Raupen gehen dann zumeist an Krankheiten zugrunde und können in manchen Jahren fast ganz aussterben. Eine interessante Beobachtung über Witterungseinflüsse auf die Polyederkrankheit hat neuerdings Escherich gemacht; er stellte fest, dass bei polyederkranken Raupen von *Lymantria monacha* L., die einige Stunden den Sonnenstrahlen ausgesetzt wurden, die Polyeder sich rasch vermehrten. Das Sonnenlicht vernichtete also die Parasiten nicht, sondern schwächte offenbar die Raupen und erhöhte die Disposition. Von besonderem Interesse ist auch der von H. Angst (Schwz. Bienen-Ztg. 3, 1913) erbrachte Nachweis, dass die Nosemakrankheit der Bienen durch das disponierende Zusammenwirken unzulänglicher Ernährung und einer Durchkältung veranlasst wird.

Eine für den züchtenden Lepidopterologen und ganz besonders für die moderne Erbllichkeitsforschung, zu der jetzt die Schmetterlinge immer mehr verwendet werden, eminent wichtige Frage ist die auch heute noch viel umstrittene und viel verschriene Inzucht, die ich daher hier nochmals vorbringen möchte, nachdem ich schon 1906 die vielen, besonders von Standfuß gegen die Inzucht geäußerten schweren Bedenken einerseits zu beschwichtigen und andererseits zu zeigen, versucht hatte, dass die in der Literatur immer wieder geäußerten Befürchtungen vielfach übertrieben oder überhaupt gar nicht berechtigt waren, weil die angeblichen schlimmen Folgen der Inzucht zum großen Teil nicht wirklich, sondern nur scheinbar auf Blutsverwandtschaft beruhen. Von meinem damals gegenüber diesem alten Inzest-Aberglauben eingenommenen Standpunkte brauche ich heute nicht abzugehen, denn er hat in neueren Nachforschungen durchaus seine Rechtfertigung gefunden. Dass Inzucht, wenn sie irgend weit getrieben wird, unter Umständen Nachteile bringe und sogar gefährlich werde, möchte ich durchaus nicht bestreiten, aber es kommt ganz darauf an, wieviel dabei wirklich und tatsächlich auf die nahe Verwandtschaft der Eltern geschoben werden darf und wie oft die Inzucht bloß „falsche Tatsachen vorspiegelt“!

Schon in meiner früheren Arbeit habe ich darauf hingewiesen, dass viele der vermeintlichen Inzuchtfolgen nichts anderes sind als Domestikationsschäden, die bei den Schmetterlingszuchten durch die künstliche und verkünstelte Ernährung, durch unrichtige,

den Tieren nicht zusagende Behandlung der Eier, der Raupen und besonders auch der überwinterten Puppen erzeugt werden. Wie häufig liest man doch von Misserfolgen, von schlechtem Schlüpfen der Falter, von Verkrüppeln, Unfruchtbarkeit, schwachen Nachkommen bei Faltern, deren Puppen überwintert werden mussten. Viele Meinungen und Vorschläge werden immerfort in den entomologischen Zeitschriften für eine rationelle Überwinterung bekannt gegeben; aber niemand könnte z. B. heute schon mit Bestimmtheit sagen, wie man etwa die Puppen von *Smerinthus quercus* Schiff. oder von diesem oder jenem Spinner wirklich zweckmäßig überwintern soll. Die Ansichten sind noch vielfach geteilt, aber dass Misserfolge zumeist auf irgendwelcher unzureichenden Behandlung (zu große oder zu geringe Feuchtigkeit, zu wenig Luftwechsel, Zugluft, zu kalte oder zu warme Aufbewahrung der Puppen etc. etc.) beruhen müssen, darüber sind wohl die meisten Züchter einig. Ein anderes Beispiel: wie leicht überwintern im Freien die Falter unserer Vanessen, wie ich selber solche in alten Gebäuden an Mauern und anderwärts beobachtete, und wie unglaublich schwierig ist es, sie in der Gefangenschaft bis im April und Mai durchzubringen! Wo fehlt's da?! Ferner: die Puppen gewisser Arten, die in der Erde liegen, entwickeln sich dort gut; nimmt man sie aber heraus und legt sie auf die Erde, wie man es bei anderen Arten ohne oder doch ohne nennenswerten Nachteil tun kann, so wird regelmäßig nicht viel daraus! Es scheint also mitunter auf recht geringe Unterschiede anzukommen!

Endlich ist auch an die gemachten Erfahrungen zu erinnern, dass gewisse Arten in der Gefangenschaft nur etwa zwei Generationen hindurch sich fortpflanzen und dann einfach keine Paarung mehr eingehen und dass jedesmal, wenn man die Männchen bestimmter Arten vor der Paarung nicht tüchtig herumfliegen und herumrasen lässt, die Räumchen entweder nicht aus den Eiern schlüpfen oder doch bald nachher absterben. Die Vitalität der Keimzellen scheint sonach infolge mangelnder Muskeltätigkeit der Männchen vermindert zu werden, eine Erscheinung, die man auch bei höheren Tieren beobachtet haben will. Durch solche Fälle kann man leicht zu der Meinung verleitet werden, dass die Inzucht am Misserfolge schuld sei, während die Schuld ganz anderswo liegt.

In neuerer Zeit hat besonders Rich. Goldschmidt arge Bedenken gegenüber der Inzucht in seinen Erbliehkeitsstudien mit *Lymantria dispar* L. (Zeitschr. f. induktive Abstammungslehre, Bd. VII, Heft 1, 1912) p. 5, 8 und 38 geäußert. R. Goldschmidt ist wohl durch eigene schlimme Erfahrungen bei Inzuchtversuchen und zumal durch die von O. Brake in Dresden durchgeführten Kreuzungsexperimente mit der europäischen und japanischen *dispar*-Form, wobei unter gewissen Bedingungen Gynandromorphismus in hohem

Grade sich einstellte, zu seinen Befürchtungen geführt worden; der Autor führt p. 38 sogar an, dass er Formen kennen gelernt habe, „die nach 4 Generationen Inzucht ausstarben.“

Es ist naturgemäß noch nicht ohne weiteres zu entscheiden wie weit die von R. Goldschmidt genannten Schädigungen der Inzucht bei *dispar* berechtigt sind. Da man aber bei der Inzucht vieler anderer Nachtfalter dergleichen Erscheinungen und „schlimme Erfahrungen“ in der Regel nicht beobachtete, und das Verhalten der *Lymantria dispar* L. nach Lebensart, Geschlecht und Lokalrasse ohnehin etwas eigentümlich ist, so könnte es sich hier sehr wohl um einen besonderen Ausnahmefall handeln, der ja, wie verlautet, überhaupt noch nicht abgeklärt und immer noch der Gegenstand eifriger Untersuchungen ist. Wirkliche, auf Blutsverwandtschaft beruhende Schädigungen werden wohl nicht verallgemeinernd auf andere Arten angewandt werden dürfen, und voraussichtlich wird man hierin mehr von Fall zu Fall urteilen müssen.

Bei *L. dispar* könnten aber m. E. noch einige ganz besondere Momente in Wirkung treten und wären wohl der Erwägung wert. Es könnte sich nämlich so verhalten, dass sowohl die beiden Lokalformen, die europäische und die japanische infolge der insularen Abtrennung der letzteren, als auch die beiden Geschlechter jeder Form zufolge der weit gediehenen Differenzierung, die sich in dem bedeutenden Gegensatze der sekundären Geschlechtscharaktere (Größe, Färbung etc.) kundgibt, fast wie zwei verschiedene Arten einander gegenüberstünden.

Die Paarung (Hybridation) zwischen verschiedenen Arten scheint aber nach den von Standfuß beim Genus *Saturnia* gemachten Erfahrungen die Zwitterbildung ganz wesentlich zu begünstigen!

Ferner neigt gerade unsere europäische *dispar*-Form, auch ohne dass Inzucht im Spiele zu sein braucht, erfahrungsgemäß ziemlich stark zur Zwitterbildung in den verschiedensten Formen und Graden, wie auch überhaupt solche Arten, deren Geschlechter stark dimorph sind, diese Tendenz verraten; so *Saturnia pavonia* L., *Deudrolimus pini* L. u. a. Interessant ist auch die recht oft vorkommende zwitterige Bildung zwischen der ockergelben männlichen *Arg. paphia* L. und einer in Nord- und Südeuropa nicht selten auftretenden grünlich-schwarzen weiblichen Form *ralesina* Esp. in den mannigfachsten Kombinationen.

Endlich könnte bei *dispar* eine Neigung zur Parthenogenesis bestehen, die in ihrem Wesen mit der Inzucht nicht nur in naher Beziehung stehen dürfte, sondern sozusagen „die Inzucht an sich“, oder die Inzucht in der höchsten Potenz darstellt, aber darum noch nicht unbedingt etwas Pathologisches zu sein braucht, sondern sogar etwas für die Art sehr Nützliches sein kann. Parthenogenesis hat man auch bei gewissen Nachtfaltern, z. B. beim

Seidenspinner und erst neulich sogar bei dem größten europäischen Falter, *Saturnia pyri* Schiff. beobachtet.

Will man aber die bei den genannten *dispar*-Inzuchten beobachteten „Degenerationszeichen“ auf die Inzucht selber, d. h. auf die Fortpflanzung geschwisterlicher Tiere (Inzest) zurückführen, so ist dagegen zu sagen, dass doch gerade im Brake'schen Versuche die Inzucht immerhin 9 Generationen hindurch fortgeführt werden konnte (und sie hätte wahrscheinlich noch viel weiter geführt werden können, wenn sie nicht durch den Tod Brake's einen vorzeitigen Abbruch erlitten hätte) und dass dabei die Falter zwar Zwitterbildung aufwiesen, aber nicht an allgemeiner Schwäche zugrunde gingen. Sofern aber dabei nur die braune Färbung der Männchen auf die sonst weißen Weibchen übertragen wurde, ohne dass diese sonst eine Abnahme ihrer Fortpflanzungsfähigkeit zeigten, handelte es sich überhaupt nicht um wirklichen Gynandromorphismus.

Außerdem möchte ich darauf verweisen, dass eine Schwächung des einen der beiden Geschlechter gerade durch Domestikation (Zucht im Zimmer, in Kästen, auf nicht ganz passenden lebenden Nährpflanzen, Witterungseinflüsse etc.) und dadurch ein Überwiegen des anderen Geschlechts nicht bloß in der Zahl, sondern bei weiterer Fortpflanzung alsdann auch in seinen gesamten Eigenschaften mit sich bringen kann, eben weil es das resistenterere und darum dominierende ist. Bei meinen *Argynnis*-zuchten beobachtete ich wiederholt, dass fast nur männliche Falter resultierten; das kam daher, dass die Weibchen schon im Raupenstadium infolge der künstlichen Zucht, die sie schlechter ertrugen, abstarben. Bei anderen Arten oder gegenüber anderen Einflüssen kann es sich wieder umgekehrt verhalten. Selbst in der freien Natur habe ich z. B. bei der Herbstgeneration von *Pyrameis cardui* L. (Distelfalter) beobachtet, dass alle gefundenen Raupen nur weibliche Falter ergaben, ohne dass der Grund davon hätte ermittelt werden können; vermutlich handelte es sich um Witterungseinflüsse, die auf die Eier oder jungen Räupehen einwirkten.

Im auffallenden Gegensatze nun zu diesen eben genannten nachteiligen Wirkungen der Domestikation stehen jene großen Entwicklungsvorgänge, die sich in der Natur draußen vollziehen und trotz herrschender Inzucht keinerlei Degenerationserscheinungen erkennen lassen und darum die Probe auf die Richtigkeit der vorgebrachten Ansichten darstellen; ich meine z. B. die ungeheure Vermehrung des Kohlweißlings und gerade auch des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.) in Nordamerika, nachdem sie von Europa aus höchstwahrscheinlich in nur wenigen Individuen eingeschleppt worden waren und sich zunächst in enger Blutsverwandtschaft fortzupflanzen genötigt waren.

Umgekehrt wanderte der große Tagfalter *Danaus archippus* F.

(= *plexippus* L.), „der Monarch“ von Nord- und Zentralamerika sowohl nach Australien (wahrscheinlich durch Verschleppung von Puppen in Heuballen) als auch andererseits durch direktes Überfliegen des Atlantischen Ozeans nach den Canarischen Inseln und in diesen neuen Gebieten, wo die Nährpflanze der Raupe, *Asclepias*, wächst, hat er sich zu erhalten vermocht¹¹⁾.

Es sei ferner an die bekannte Tatsache erinnert, dass in Australien und auf Neuseeland in wenigen Exemplaren eingeschleppte Säugetiere und Vögel sich exzessiv vermehrten und dass das Kaninchen dort zu einer schrecklichen Landplage geworden ist; auch der Sperling gedeiht dort ausgezeichnet, nachdem er auf Schiffen hinübergelange. Ich möchte nicht unterlassen, hier eine Stelle aus den interessanten Reiseberichten Professor Albert Heim's zu zitieren: „Bei den meisten dieser in Neuseeland nun so verbreiteten europäischen Tiere zeigte sich, dass aus ganz wenigen Stammeltern sich enorme gesunde Völker in kurzer Zeit entwickeln konnten, sobald sie die erste Schwierigkeit der Jahreszeitenumkehr überwunden hatten. Wir in alten Ländern sind an eine andere Erscheinung gewöhnt: Wenn die Bevölkerungszahl eines Säugetieres auf etwa 300 zurückgegangen ist, so ist durch keinen Schutz mehr Rettung möglich. Schwächungen aller Art, auch durch Inzucht, treten ein, und die Art ist bald erloschen.“

Alle diese wenigen Einwanderer haben sich offenbar deshalb trotz Inzucht so ausgezeichnet erhalten, weil sie dort optimale oder ideale Existenzbedingungen vorfanden, durch welche allfällige Nachteile der Inzucht kurzweg überwunden wurden.

Diese Tatsachen finden nun noch z. T. eine experimentelle Bestätigung im kleinen durch die im folgenden zu nennenden Beobachtungen.

Es gibt nicht wenige Insekten- und besonders auch Schmetterlingsarten, die auf sehr eng und streng abgeschlossenem Gebiete schon seit alten Zeiten leben und trotzdem sich ausgezeichnet erhalten haben. Strenge Inzucht waltete gewiss auch bei vielen Haustieren und erst neulich haben W. Robertson und Chapeaurouge dies nachgewiesen und sich zugunsten des Inzuchtverfahrens ausgesprochen. Experimentelle Versuche sind auch mit Pflanzen (z. B. Mais) vorgenommen worden und ergaben, nachdem die minderwertigen Individuen ausgelöscht worden, eine gute Nachkommenschaft durch eine lange Reihe von Generationen hindurch.

11) Auch in Portugal und Großbritannien ist er schon vereinzelt eingetroffen; man vergleiche darüber: A. Seitz: „Die Groß-Schmetterlinge der Erde,“ Bd. I, p. 76/77, welchem Werke obige Notiz entnommen ist.

Wie bei jenen oben genannten, in der Natur in Nordamerika und Neuseeland vor sich gehenden Inzuchten alle schwachen Individuen naturgemäß ausgemerzt, die resistenten dagegen erhalten wurden, so kommt es auch bei domestizierten Arten ganz darauf an, dass nicht jedes beliebige Individuum zur Fortpflanzung gelangt und nicht schlechtes und gutes Material sich wahllos durcheinander mischt, sondern stets nur die vollwertigen, soweit sie ermittelt werden können, zur Inzucht verwendet werden. In beiden Fällen, in der Natur wie im Experiment, werden so nicht nur trotz der Inzucht, sondern gerade durch die Blutsverwandtschaft vortreffliche Nachkommen resultieren. Verhielte es sich nicht so, so spräche das gegen alle Vererbung und Selektionswirkung, denn durch Auslese und Vererbung werden sich doch nicht nur, wie immer befürchtet wird, die schlechten, sondern ebenso auch die guten Eigenschaften isolieren und steigern lassen.

Diese Auffassung findet ihre Verwirklichung denn ohne Zweifel auch beim Seidenspinner *Bombyx mori* L., der nun bereits etwa 5000 Jahre in Domestikation lebt und dabei gewiss zur Genüge der Inzucht unterworfen war. Dass er sich trotz derselben und aller Schädlichkeiten der Domestikation erhalten hat, ist lediglich einer mehr oder weniger unbewusst betriebenen Selektion zu verdanken, weil durch sie schon von jeher die schwachen und für Krankheit empfänglichen von der Weiterzucht so weit als möglich ausgeschaltet und so die resistenten erhalten wurden, die die verschiedenen Nachteile der künstlichen Züchtung zwar nicht durchweg, aber doch bis zu einem gewissen hohen Grade zu ertragen vermochten. Selbst mit dem Mikroskop wird beim Seidenspinner seit Dezennien die Selektion betrieben, wie ich schon in meiner früheren Abhandlung p. 539/40 für die Pebrine andeutete. Die mit *Nosema* infizierten Eier, die eben von empfänglichen, irgendwie geschwächten und disponierten Tieren stammen, werden bei jeder Zucht ausgeschaltet, die nicht infizierten verwendet man zur Weiterzucht und auf diese Weise wird durch Selektion, durch die man zunächst bloß den Schmarotzer abzuhalten beabsichtigt, die durch Domestikation, Inzucht u. dgl. erzeugte Schwächung fortwährend in erheblichem Grade ausgeglichen und so Jahr für Jahr die Spreu vom Weizen gesondert und die Widerstandskraft gegen die verschiedenen schädlichen Einflüsse auf dem nötigen Niveau erhalten. Dass beim Seidenspinner eine solche Selektion nach verschiedenen Richtungen hin waltet, wird m. E. auch bewiesen durch die absolute, oben schon genannte Sesshaftigkeit der Raupe; Individuen, die die Gewohnheit hatten, davonzulaufen, wurden schon frühzeitig ausgeschaltet und die mehr sesshaften erhielten sich und ihre für den Züchter so vorteilhafte Eigenschaft.

Wie durch Auswahl robuster Individuen trotz Inzest auch

andere Schmetterlingsarten mehrere Generationen hindurch gezüchtet werden können, hat vor kurzem auch H. Meyer in Saalfeld gezeigt und darüber in der Frankfurter Entomol. Zeitschr. Nr. 44, 1914, berichtet. Er nahm 1905 aus dem Freien einige befruchtete Weibchen der weißen Normalform der Nonne (*Lym. monacha* L.) und züchtete sie weiter. Im Jahre 1907 begann unter der hellen Normalform die dunkle Varietät vereinzelt aufzutreten und durch strenge Auswahl derselben für die weiteren Paarungen steigerte sich die Zahl so, dass 1910 nur noch diese schwärzliche Form *eremita* auftrat. „Frisches Blut wurde nicht eingeführt, stets Geschwisterehe und Wahl der dunkelsten Stücke.“

Während der ersten Jahre überwinterte Meyer die Eier im Freien, die 1910 erzielten Eier dagegen in einem trockenen kalten Zimmer, und dies war nach seiner Ansicht die Schuld, dass die Hälfte der Eier keine Raupen ergab, „denn die Größe und das robuste Aussehen der *eremita* zeigten nichts von Entkräftung, diese waren z. T. größer als die Urgroßeltern.“

Dieser Fall, der nur zufolge einer von Dr. G. Baader in Lollar gestellten Umfrage bekannt gemacht wurde, ist in dreifacher Hinsicht interessant und wichtig.

Zunächst ist zu beachten, dass die schwarzen Formen im allgemeinen zu den resistenteren gehören, wie sogar experimentell erwiesen ist; bei der Weiterzucht überflügeln sie die hellere Form bald und auch im Freiland scheinen sie immer mehr zu den herrschenden zu werden. Dadurch, dass H. Meyer nur die schwarze Varietät zur Weiterzucht wählte, wählte er zugleich, wenn auch unbewusst, die widerstandsfähigere und steigerte dadurch ihre Lebensfähigkeit, und so dürfte es gekommen sein, dass die Nachteile der Inzucht sowohl als auch die der Domestikation mehrere Generationen hindurch überwunden wurden. (Die Raupen wurden sogar mit in Wasser gestelltem Futter ernährt, wozu allerdings die saftarmen Blätter des Weißdorns und der Eiche verwendet wurden.) Sobald aber andererseits die Eier einmal monatelang in unnatürlicher Weise aufbewahrt wurden, zeigte sich bereits ein halber Misserfolg, den Meyer nach meinem Dafürhalten mit Recht nicht auf die Inzucht bezieht, sondern auf den langdauernden, nicht gewohnten Aufenthalt im Zimmer, wobei ein Mangel an möglichst frischer, kalter und feuchter Luft schädigend gewirkt haben dürfte.

Ein weiterer interessanter Fall sehr weit getriebener Inzucht ist aus England bekannt geworden, wo ein Schmetterling seit Dezennien so weitergezüchtet wurde, ohne dass eine merkbare Benachteiligung eingetreten wäre.

Von Wichtigkeit ist endlich die von Woutwarth bei Fliegen in 10 Inzuchtgenerationen gemachte Beobachtung. Es zeigte sich dabei zunächst eine Scheidung in schwache und kräftige,

und die Nachzucht der letzteren führte sogar zu einer qualitativen und quantitativen Steigerung der Fruchtbarkeit. Woutwarth bemerkt dazu: „Die Inzucht ist also nicht die Ursache der Entartung, sie beeinflusst nur die Trennung der guten Eigenschaften von den schlechten. Es ist also die Aufgabe des verständigen Züchters, erstere stetig auszuwählen und letztere systematisch auszuschalten.“

Diese These wird auch von Dr. N. Kramer als mit den Zuchtprinzipien der Bienenzüchter in Einklang stehend erklärt und dahin ergänzt, dass gerade die Inzuchtköniginnen sich vorzüglich bewähren und die Fortzuchtung in reiner Blutlinie die dankbare Aufgabe der Zuchtgenossenschaften sei. „Es hat sich somit die allgemeine Ansicht vom Fluche der Inzucht nur da bewahrheitet, wo die Familie oder Blutlinie von Anfang an schwächlich war.“ —

Es schien mir von Wert zu sein, auf die verschiedenen hier zur Sprache gebrachten Fragen und Tatsachen mit Nachdruck hinzuweisen und auf der einen Seite die Schäden einer unrichtigen Ernährung und der Domestikation ganz besonders hervorzuheben, da diese sehr wichtig und unserer Beeinflussung zugänglich sind; auf der anderen Seite aber sollten die vielfach schweren Bedenken gegenüber der Inzucht gemildert werden durch den Hinweis auf andere dabei mitwirkende Faktoren, die eine schädliche Wirkung der Inzucht vortäuschen. Die Hervorkehrung dieser beiden Seiten unserer Frage nach den primären Krankheitsursachen dürfte gerade in der Gegenwart von nicht geringem praktischen Nutzen sein, wo zahlreiche Experimente mit Schmetterlingen über Transmutation, Vererbung und speziell über die Mendel'schen Gesetze von verschiedenen Forschern vorgenommen werden und deren Resultate in ihrem endgültigen Werte doch ganz wesentlich davon abhängig sind, ob alle oder doch viele, oder aber nur wenige Raupen sich bis zum Falter entwickeln. Treten Krankheiten auf, so können selbst die mühsamsten Versuche zu keinem brauchbaren Ergebnis führen.

Studien zur Frage nach der Statocystenfunktion.

II. Noch einmal die Geotaxis unserer Mollusken.

Von Dr. W. Bannacke.

I. Assistent am Zoologischen Institut Greifswald.

(Mit 7 Figuren.)

Auf meine erste über das gleiche Kapitel tierischer Sinnesphysiologie in dieser Zeitschrift erschienene Veröffentlichung (1913) hin sprach mir E. Mangold in Erinnerung eigener ähnlicher Versuche an Echinodermen (cf. Ztschr. f. allg. Physiologie 9. Bd., 1909,

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): Fischer Emil

Artikel/Article: [Über die Ursachen und Symptome der Flacherie und Polyederkrankheit der Raupen. 357-371](#)