



*O powtarzalności jednorazowych działań instynktownych.
 (Na tle doświadczeń z zapoczwarczaniem się widłogonek). — Von der Wiederholbarkeit einmaliger instink-
 tiver Handlungen. (Auf Grund von Versuchen mit der Ver-
 puppung der Gabelschwänze).*

Mémoire

de M. **T. GARBOWSKI**,

présenté le 4 mai 1936. par M. H. Hoyer m. t.

(Planche 16).

A. Zur Fragestellung.

Unter instinktiven Handlungen werden im allgemeinen solche Tätigkeiten verstanden — mag man sie genetisch mit Pawłow und Watson auf einfache Reflexe oder mit Wundt auf ursprüngliche Willensakte zurückführen, — die in stammesgeschichtlich festgelegter Weise von allen Vertretern einer Tierart oder Tiergruppe, nach angeborenen, ererbten Trieben und einem im wesentlichen gleichen Schema, unter bestimmten Bedingungen oder zu einer bestimmten Zeit des Lebensverlaufes ausgeübt werden und sich trotz Mangel jedweder individueller Erfahrungen und Lernprozesse als biologisch zweckmäßig erweisen.

Sófern es nun dabei um Handlungen zu tun ist, die unter normalen Bedingungen nur einmal im Leben — wie beim Wechsel der Lebensweise während der Metamorphose — oder nur einmal im Jahre — wie beim Nestbau der Vögel — vollzogen werden, so begegnet man immer wieder der Behauptung, daß derlei Aktivitäten nicht wiederholbar sind: auch dann nicht, wenn der Zweck, dem sie dienen sollten, nicht erreicht wurde und die Umstände eine Wiederholung gestatten würden. Es wird dies vor allem



von Insekten als echten Instinkttieren behauptet, insbesondere von verwandlungsreifen Raupen; werde z. B. das Gehäuse, in welchem die Verpuppung erfolgt, vernichtet, so mache die Raupe keinen Versuch ein neues zu konstruieren, auch wenn sie ohne Schutzhülse zugrunde gehen müßte. In diesem Zusammenhang pflegt man auch darauf hinzuweisen, daß nach Vereitelung oder Mißlingen eines instinktiven Aktes die weiteren Akte einer festgelegten Handlungsreihe trotz offenerer Nutzlosigkeit ausgeführt werden, womit man den Zwangscharakter einer solchen Betätigung unterstreichen will und ihren Zusammenhang mit Reflexketten zu betonen sucht. Beispiele findet man in Menge auf experimentellem Wege bei Hautflüglern, namentlich bei brutpflegenden Akuleaten.

Andererseits liegen zahlreiche Untersuchungen neueren Datums vor, die sich auf Wasserlarven der Phryganiden (J. A. Bierens de Haan, E. Uhlmann, J. Dembowski, F. J. Gorter) und Zünsler (N. Natanson-Grodzińska) beziehen und deren weit entwickelte Fähigkeit darstellen, ihre Schutzköcher nach Beschädigung auszubessern, durch neue, aus andersartigem Material gebaute zu ersetzen und sich überhaupt selbständig Änderungen der natürlichen Lebensverhältnisse anzupassen. Da diese auffallende Plastizität des Gebarens der obigen Behauptung von der Starrheit instinktiver Aktivitäten widerspricht, habe ich beschlossen, eine Serie systematischer Versuche über das Verhalten spinnreifer Gabelschwanzraupen zu unternehmen, um den Sachverhalt klarzulegen. Zu dem Behufe habe ich durch etwa 5 Jahre mehrere Arten von Gabelschwänzen gezüchtet, so daß reichlich über 500 Raupen bei der Einspinnung unter verschiedenartig abgeänderten Umständen beobachtet werden konnten. Sie gehörten vornehmlich zur Gattung *Dicranura* Bois.: *erminea* Esp., *felina* Btlr. (*askolda* Obthr.) und *vinula* L. Es kamen dazu, als ergänzendes Vergleichsmaterial, 3 Arten der Gattung *Cerura* Schrk.: *bicuspis* Bkh., *bifida* Hbn. und *furcula* Clerck. Die Wahl fiel auf Gabelschwanzraupen gerade wegen der Eigenartigkeit und sich bei sämtlichen Arten wiederholenden Einförmigkeit des Puppengehäuses, so daß sie in dieser Beziehung in der Familie der Notodontiden und überhaupt in der Spinnergruppe eine isolierte Stellung einnehmen.

B. Versuche mit Gabelschwanzraupen bei der Einspinnung.

1. Die Spinnfähigkeit beginnt bei Gabelschwänzen wie bei den meisten Spinnerräupen gleich nach dem Ausschlüpfen, ist aber bei ihnen vor allem in den mittleren Entwicklungsstadien besonders stark entwickelt, da sie auf glatten Weiden- und Pappelblättern leben und einer Sicherung durch feine Gewebsunterlage bedürfen, um nicht durch Luftströmungen weggeweht zu werden. Im Zusammenhang mit ihrer eigenartigen Gestalt vermeiden diese Räupen jede unnötige Bewegung und sitzen stundenlang regungslos in der Mitte eines Blattes, wozu sie sich eine feine aber feste Schichte aus dicht gezogenen, sich schief überkreuzenden Fäden anfertigen und daran mit den Häkchenkränzen ihrer Bauchfüße verankern¹⁾. Das Gespinnst wird verstärkt zur Zeit der Häutungen und bei herangewachsenen Räupen, die das Blatt erheblich beschweren. Ganz große *Dicranura*-Räupen nach der letzten Häutung ruhen vornehmlich auf dünnen Zweigen oder umklammern mit den Bauchfüßen die Blattstengel. Die weit kleineren Räupen von *Cerura* sind beweglicher, wechseln häufiger den Ort und pflegen ihr Puppengehäuse auf denselben Zweigen anzulegen, auf welchen sie leben, während jene von *Dicranura* in Zuchtgläsern sich zwar oft zwischen Zweigen und Blättern verpuppen und die Gespinste teilweise an die Glaswände ankleben, gewöhnlich aber und in der Freiheit wohl immer auf die Baumstämme heruntersteigen und den Verpuppungsort in einer Höhe von 1—2 m über dem Erdboden wählen. Demgemäß besteht zumeist auch in der Form der Gehäuse ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Gattungen allerdings bloß fakultativer Natur, da *Dicranura*-Gespinste auf dünnen Zweigen schmaler sind und spindelförmig in die Länge gezogen werden (vgl. Fig. 7 und 17, Pl. 16). Wenn sich beide Gattungen in derselben Umgebung einspinnen und dasselbe Material verwenden, verschwindet zwischen ihren Gehäusen jeder Unterschied, wie dies aus Fig. 13 mit Gehäusen aus Sägespänen von *C. bicuspis* und *D. vinula* zu ersehen ist.

2. Das Verhalten der Räupen bei der Wahl des Verpuppungsortes ist bei allen Arten gleich; um so stärker sind die individuellen Unterschiede, indem die einen Räupen mit dem ersten an-

¹⁾ Vgl. T. Garbowski. Zur Ethologie und Psychologie der Asopiden. Bull. Acad. Polon. d. Sc. Sér. B. Sc. nat. II, 1935, S. 371.

getroffenen Rindenstück vorlieb nehmen, während andere Exemplare aus demselben Gelege stundenlang bis zu 2 Tagen herumirren, bevor sie sich für einen Platz entschließen. Diese Wahl fällt oft recht eigentümlich aus. Anstatt eine der Wiegen, die man zu diesem Zweck in der weichen Kiefernrinde ausschneidet, oder eine natürliche Furche zu benutzen, müht sich die Raupe ab, sich unter eine schwere Rindenplatte hineinzuzwängen und auf dem Boden des Behälters einzuspinnen, oder konstruiert das Gehäuse in unbequemster, im Freien wohl nie vorkommender Lage zwischen 2 aneinander angelehnten Platten, an der glatten, inneren Rindenseite, oder an der Querseite eines alten, harten Holzstückes, wo es am schwersten zu zernagen war.

Wovon die Raupen bei der Wahl geleitet werden, läßt sich nicht erraten. So viel ist sicher, daß sie sich nicht nach der Farbe des Hintergrundes richten. Auf jeder Unterlage, die in Betracht kommen kann, stimmt ja die Färbung des Gehäuses mit ihr überein. Es erklärt sich dies durch die Art, wie das Gespinst mit fremden Teilchen inkrustiert wird. Zu oberst befinden sich nämlich Partikelchen, welche die Raupe von der Oberfläche abgelöst hat, während die nachher abgenagten darunter zu liegen kommen, so daß die Reihe, in der sie in der Wand des Gehäuses abgelagert werden, genau der Schichtung des Untergrundes entspricht. Man ersieht dies am besten aus den in Fig. 7 u. 8 abgebildeten Zweiggespinsten der ostasiatischen *D. felina*. Nur die oberste, dünne Schichte der Zweige war dunkel und reichte nicht aus, das Gehäuse dunkel zu färben. Dasselbe mußte also mit tiefer liegenden, fein verkleinerten Teilchen der Holzschichten ausgekleidet werden. Fig. 8 zeigt, wie der Zweig bis über die Hälfte seines Durchmessers ausgehöhlt wurde und wie die regelmäßigen, abgebissenen, weißen Holzstückchen das Innere des dünnen Gehäuses mosaikartig auskleiden; nur aus der axialen Partie des Zweiges konnte eine kleine Partie dunkelbrauner Teilchen hinzukommen. Äußerlich sind solche Gehäuse gelblichbraun. Es beteiligen sich an ihrer Oberschicht gewöhnlich auch nachgedunkelte Teilchen umgebender Blätter. Ein anderes, unter 9 abgebildetes Gespinst von *felina*, dadurch besonders interessant, daß es das zweite, von demselben Tier angefertigte war, besitzt im Inneren lediglich eine weiße Sprenkelung; dem zufolge war es auch äußerlich ziemlich dunkel gefärbt. Hier war der tragende Zweig so

dünn, daß er nur eine geringe Menge von Holzstoff zu liefern vermochte, obschon er, wie die Aufnahme zeigt, von der Raupe vollständig zerbissen wurde. Ebenso düster ist ein weiteres Gehäuse gefärbt, von unten sichtbar und mit dem ersteren innig verschmolzen. Um ihre Wandung zu steifen, sind in beide viele abgenagte Blattstückchen hineingewoben worden, die ihrerseits die Schwärzung steigern (Pappel). Zahlreiche Raupen aus demselben Gelege (von Eltern, die aus dem Amurgebiet importiert wurden) verpuppten sich, wie üblich, auf Rindenstücken, wo die Gehäuse in Farbe und Oberflächenbeschaffenheit mit der Unterlage vollkommen übereinstimmen (vgl. Fig. 12). Die Anpassung der Kokons von *Dicranura* in Farbe und Skulptur geht so weit, daß sie, selbst von einem geübten Auge, nur mit Mühe entdeckt werden, wovon Fig. 11 mit einem Kokon des Hermelinspinners auf hellgelbem morschen Holz und Fig. 19 mit einem rauchbraunen Gehäuse auf zerklüfteter Rinde eines alten Baumstammes ein instruktives Beispiel geben. In beiden Fällen kommt die täuschende Ähnlichkeit der Gebilde mit dem Untergrund rein mechanisch, ohne Einsicht und Absicht der arbeitenden Tiere zustande. Vom morschen Holz reißen die kräftigen Mandibeln lange, spanartige Streifen ab, von der harten Rinde werden kleine, kantige Stücke abgebissen, daher die skulpturelle Anänelung; die Übereinstimmung in der Färbung ist selbstverständlich.

Auch der von *Trost*¹⁾ mitgeteilte, vielbesprochene Fall, wo ein an einem Straßenflocke gefundenes, holzhartes Gehäuse von *C. bifida* in Farbe und Form ein angeschleudertes und ausgetrocknetes, flach gewölbtes, ovales Stück Straßenkotes genau nachahmte, erklärt sich auf dieselbe einfache Weise; der auf dem Pflock befindliche Kot mußte in die oberste Schichte der Inkrustation gelangen²⁾. Es geht aus dem oben Gesagten hervor, daß

¹⁾ Alois *Trost*. Beitrag zur Lepidopterenfauna der Steiermark. Mitth. d. Naturw. Ver. f. Steiermark, Jg. 1904, S. 111.

²⁾ P. *Bachmetjew* (Experimentelle entomologische Studien vom physikalisch-chemischen Standpunkt aus. II Bd., Sophia 1907) zählt den Fall unpassender Weise zu „Tatsachen des Einflusses des Lichtes und der Farbe der Umgebung“ (S. 519).

Die Färbung der Gespinste kann natürlich unter Einfluß von Licht, Luft, Austrocknung und Feuchtigkeit Veränderungen erfahren. *Harry Federley*, der sich mit Gespinsten von Gabelschwänzen und namentlich *Saturnien* experimentell beschäftigte, hat darauf hingewiesen, daß diese Ge-

die Färbung der Gehäuse von der Beschaffenheit des Baumaterials und von äußeren Einflüssen abhängt, daß sie also kein systematisches Merkmal abgeben kann, wie dies noch immer behauptet wird; wenn die Kokons von *C. bifida* als braungrau und jene von *furcula* als gelbbraun beschrieben werden, so dürfen derlei Angaben auf sporadischen Beobachtungen beruhen. Denn selbst dann, wenn sich die betreffenden Sekrete der Raupen voneinander spezifisch unterscheiden sollten, müßte die Farbe der äußeren Baumaterialien aus quantitativen und strukturellen Gründen für die Gesamtwirkung entscheidend bleiben.

3. Die erste Anlage des Fasernetzes, welches als Stützgerüst beim Bau des Puppengehäuses dienen soll, geschieht in verschiedener Weise, je nachdem sich die Raupe am Baumstamm oder an dünnen Endzweigen einspinnt. Im ersteren Fall zieht sie Primordialfäden, die je nach dem Relief der Unterlage die Grenzen der künftigen Puppenzelle weit überschreiten und manchmal in der Längsachse ein Areal von 6 cm und mehr überspannen. Am fertigen Gebilde sind die hellen Randpartien des so entstandenen weitmaschigen Spinnwebes oft deutlich zu sehen (Fig. 1). Die Hauptsträhne laufen parallel zueinander und an Berührungs- oder Kreuzungsstellen kleben die Fäden zusammen, und auch feiner, bei der Arbeit abgelöster Detritus bleibt darauf hängen. Auf dieser Stufe primitiven Maschenwerkes befinden sich die Gespinste vieler Erdraupen, z. B. von *Deil. celerio*. Bei Gabelschwänzen werden schon jetzt einige Maschen membranartig ge-

bilde durch Befeuchtung stark nachdunkeln (Über die Färbung einiger Lepidopteren-Kokons und ihre Ähnlichkeit mit der Umgebung. Meddel. of Soc. pro Fauna et Flora Fennica. Heft 1909/10, Helsingfors, S. 91—99). Meine experimentell hervorgerufenen Gespinste aus reinem Leim dunkelten mit der Zeit sehr stark nach: ob unter Einfluß von Feuchtigkeit, bleibt unentschieden (vgl. Fig. 15). Wichtiger ist meine zuerst an *D. vinula* mehrmals gemachte Beobachtung, daß hellgefärbte Holzteilchen, die die Raupen an frisch gesponnene Leimfäden klebten, bereits nach einigen Stunden einen dunklen Ton annahmen und früheren Inkrusten ähnlich wurden, was von der Art der Sekrete abzuhängen scheint.

Neben Poulton und Petersen hat sich namentlich O. Wiener mit dem Einfluß der Belichtung eingehend beschäftigt (Farbenphotographie durch Körperfarben und mechanische Anpassung in der Natur. Ann. d. Physik u. Chemie v. Wiedemann, Bd. 55, 1895) und den rein mechanischen Charakter von derlei Anpassung zuerst vom physikalisch-chemischen Standpunkt nachgewiesen (S. 233).

geschlossen; dies geschieht entweder rein mechanisch, indem sich der klebrige Leimstoff zwischen den fester angezogenen Faserzügen zu dünnen Häutchen von selber ausspannt oder werden einzelne Maschen von der Raupe aktiv mit Leimlamellen ausgefüllt. Da das Netzwerk längere Zeit eine halbweiche Konsistenz behält und sehr dehnbar ist, kriecht die Raupe mit dem Vorderteil oder mit dem ganzen Körper darunter, verstärkt allmählig, unter emsiger Arbeit, die mittleren Partien und inkrustiert sie mit abgeissenen Holzteilchen. Dabei dreht sie den Kopf samt den Thorakalsegmenten fortwährend um, da sie beim Ankleben die Mundwerkzeuge nach oben und außen wenden muß. Der kegelförmige Zapfen mit den Ausführungsgängen der Spinnrüden auf der Unterseite der Unterlippe befindet sich dabei anhaltend in zitternder Bewegung und bildet unzweifelhaft ein sehr feinfühliges Tastorgan, das für die Orientierung der Raupe bei der Arbeit weit wichtiger ist als die Ozellen, zumal das Spinnen auch bei Nacht und im Dunklen in demselben Tempo fortschreitet. Aus Fig. 4 und 5 können wir die wesentlichsten Stadien desselben entnehmen. Die einzelnen, oft radiär verlaufenden Faserstränge werden mehrmals mit Leimstoff überzogen und verdickt und mittels breiter querer Leimbrücken alveolare, rundliche oder oblonge Felder abgegrenzt, die mit Trabekeln 2. und 3. Ordnung versehen und durch Leimlamellen geschlossen werden. Darauf werden sie mit fremden Stoffen gedichtet und weitere Gewebsschichten unterbreitet. In Fig. 2 mit einem sekundären Restitutionsgewebe von faseriger Struktur sieht man mehrere solche Alveolen noch in offenem Zustand.

Die Dicke des Kokons ist sehr verschieden. Bei Gespinsten unter grünen Blättern bleibt er dünnwandig und durchsichtig und erinnert stark an die braunen, häutigen Puppengehäuse mancher Pflanzenwespen. Bei Holzkokons sind die Wände immer hart und sehr widerstandsfähig. Gewöhnlich sind sie am oberen Ende, wo der Falter unter reichlicher Absonderung eines speichelartigen Sekretes den Leimstoff des Gehäuses auflösen muß, um auszuschlüpfen, dünner, aber bei weitem nicht in solchem Grade, daß sie, wie angegeben wird, das Tageslicht durchlassen und den Falter orientieren könnten; das Schlüpfen geht auch in völliger Dunkelheit ganz glatt von statten. In Fig. 18 haben wir das stärkste Gehäuse vor uns, das ich je erhalten habe. In den seit-

lichen Partien haben seine Wände 5—8 mm Durchmesser; davon mißt die innere, dicht geleimte Schichte gegen 3 mm, die äußere ist weit lockerer zusammengefügt und zerbröckelt leicht beim Durchsägen.

Soll sich die Raupe an dünnen Zweigen einspinnen oder auf ganz ebener, glatter Unterlage, wo sie keine benachbarten Objekte findet, um Hilfsfäden anzuknüpfen, wie dies z. B. zwischen einem Zweig und dem Boden des Zuchtbehälters möglich ist, dann pflegt sie zunächst einige Fäden um die Mitte ihres eigenen Körpers zu ziehen. Es entsteht auf diese Weise eine Schlinge, ähnlich jener, die bei Pieridenpuppen allgemein bekannt ist. Dieses Gebahren scheint eine Eigenheit aller Lepidopterenraupen zu sein, da ich einen ganz analogen Vorgang auch bei der Verpuppung der Pterophoriden und bei der Noktuide *Rivula sericealis* Scop. des öfteren beobachten konnte¹⁾. Alsdann wird die ursprüngliche Fadenschleife zu einem breiten Gurt, der zunächst große Lücken in Form ovaler oder runder Fenster besitzt, die allmählich mit Gewebe ausgefüllt werden. Die Raupe sitzt darunter und ergänzt es nach und nach zu einem spindelförmigen Gehäuse, wie ich dies insbesondere an *C. bifida* verfolgt habe.

Der fertige Kokon wird von innen mit einer dünnen Faserschicht ausgekleidet, die je nach dem Baumaterial verschieden beschaffen ist. Darin überliegen die Puppen zuweilen mehrere Winter. Der Prozentsatz 2-jähriger Puppen ist bei *Dicranura* recht erheblich. Von einer Zucht des Hermelinspinner aus dem J. 1931 schlüpfen 2 Nachzügler (♀ und ♂) erst 1935 aus und schienen an Lebenskraft nichts eingebüßt zu haben.

4. Der Bauinstinkt der Raupen ist mit der Vollziehung der einzelnen Etappen ihrer Arbeit nicht erschöpft. Schäden, die durch Ausschneiden von Öffnungen in den Gehäusen zugefügt werden,

¹⁾ Auch die Art des Spinnens dürfte bei sämtlichen Raupen gemeinsame Züge aufweisen. Gabelschwänze verschließen polygonale Maschen des Gespinstes in der Weise, daß sie an den Ecken diagonale Fäden ziehen und so die Öffnung der Masche einengen; weitere Fäden füllen sodann als feines Netz die Abstände zwischen jenen Diagonalen und dem früheren Maschenumfang. Genau so verfahren aber auch kleine Arten von Geometriden, z. B. *Larentia silacea* Hb. (Vgl. gute Aufnahmen der Gespinstzellen mit Zwischengewebe bei Aug. Ochmann in der Intern. Entom. Ztft. (Guben) 26 Jg. 1932, S. 295, Taf. II, Fig. 2, T. IV, Fig. 4 und 27 Jg. 1933, S. 251, Taf. II, Fig. 1).

werden nicht nur während der Konstruktion sofort ausgebessert, sondern auch an fertigen Gehäusen, selbst dann, wenn die eingeschlossene Raupe bereits mehrere Tage geruht hat. Und wenn ein im Entstehen begriffenes Gehäuse der Raupe genommen oder die Raupe aus einem bereits fertigen entfernt wird, dann macht sie sich daran, ein neues herzustellen, obwohl ihr dies nur unter günstigen Umständen gelingen kann. Einige Beispiele mögen das Verhalten der Raupen bei den Rekonstruktionsarbeiten illustrieren.

Einer spinnreifen Raupe von *D. vinula* wurden am 12. VII mehrere Rindenstücke vorgelegt. Sie kroch lange an ihnen herum und begann schließlich an der Unterseite des einen von ihnen zwischen der Innenseite der Rinde und dem Boden des Zuchtbehälters zu spinnen. Abends war das Gehäuse bereits geformt, am 13. VII fertig. Um 12^h wurde es vom Boden abgelöst, wobei seine untere Wand zum großen Teil zertrümmert wurde und nur 2 Lappen davon übrig blieben. Das Rindenstück wurde umgedreht, so daß die klaffende Öffnung, etwa 12–13 mm breit bei 35 mm Kokonlänge, nach oben gerichtet war, weil sonst die Raupe herausfallen würde. Die Löcher wurden mit 3 Stückchen grünen Organtinstoffes zugedeckt. Die Raupe machte sich unverzüglich daran, die Stücke an den Rändern der zerrissenen Wand zu befestigen. Es blieb eine rundliche Öffnung von 7 mm unbedeckt und die Raupe wandte sich ihr zu. Zuerst hat sie darüber einen $\frac{1}{3}$ mm dicken Leimstrang gezogen und befestigte ihn an beiden Enden mittelst schwächerer Nebenästen, dann folgte ein zweiter ähnlicher Balken in rechtwinkliger Kreuzung, der bald γ -förmig wurde, weitere Anastomosen und Leimfädchen mehrten sich rasch in den Randpartien und nach 1 Stunde war die Lücke bis auf einige rundliche Fensterehen zugedeckt und dicht mit feinstem Holzdetritus neben größeren, bis 2 mm langen Stückchen verstärkt. Der Kopf der Raupe zieht sich ineinemfort zurück und erscheint, nach wenigen bis 45'' in der Lücke mit neuen Holzstückchen, welche sinnig an die stärksten Stränge gedrückt werden. Feine Teilchen sammelt die Raupe in größeren Mengen im Munde an und entleert sie dann auf einmal: eine Arbeitsweise, die ebenfalls zu ethologischen Eigenschaften verschiedenster Raupen zu gehören scheint, da ich selbst mehrere Erdruppen mit Erdvorräten im Munde so verfahren sah. Ohne zu rasten, verband sodann die Raupe auf der entgegengesetzten Seite des Gehäuses zwei parallel zusammenliegende Ränder der grünen Gazeflecke mit Fädchen auf einer Strecke von 13 mm, was 16' in Anspruch nahm, und so fort. Bei der Arbeit ließ sie sich durch Umdrehungen des Gehäuses nicht stören und ergriff mit den Mandibeln Materialien, die ihr mit der Pinzette gereicht wurden. Um 2^h15' fand ich sie auf dem Fußboden unter dem Fensterbrett, auf dem das Rindenstück lag; aus unbekanntem Grunde hat sie das Gehäuse verlassen und war heruntergefallen. Emporgehoben und auf die Rinde zurückversetzt, wollte sie einezeitlang in das Gehäuse nicht zurückkehren. Schließlich ging sie durch eine größere Öffnung hinein, um es durch ein anderes Loch bald

wieder zu verlassen, kroch auf der Rinde unruhig herum, versuchte in der Nähe des alten ein neues Gehäuse zu spinnen, woran sie absichtlich behindert wurde, und stieg endlich um 5^h15' durch dieselbe Öffnung in das alte hinein. Am 14. VII in der Früh fand ich den Kokon geschlossen; eine größere Bresche war mit rotem Kartonstück verklebt. In diesem wurde ein neuer hufeisenförmiger Einschnitt gemacht und das Papier klappenartig nach außen verbogen, so daß es senkrecht in die Höhe ragte. Als sich die Raupe anschickte, die auf diese Weise entstandene neue halbkreisförmige Öffnung auf die übliche Weise zuzuspinnen, wurde die Papierklappe zurückgebogen und unter einem Winkel von 40° der Öffnung genähert. Als sie dies bemerkte, schob sie den Kopf hervor, zerriß dabei die soeben angebrachten Gespinstfäden, ergriff die Klappe und zog sie nach unten, befestigte ihre Ränder mit Leim und Holzstückchen und war damit gegen 6^h fertig. Um 6^h50' wurde an der oberen Wand ein neues rundes Loch herausgeschnitten. Da sich der Kopf der Raupe gerade darunter befand, schob sie ihn hervor und untersuchte den Schaden von allen Seiten, dann zog sie sich zurück, verhaarte offenbar regungslos, da kein Geräusch des Nagens zu vernehmen war und begann nach 10' mit dem mühseligen Zuspinnen. Das letztere wird oft dadurch erschwert, daß frisch gezogene Trabekel beim Ankleben der Holzspäne oder beim Ziehen weiterer Leimsträhne zerreißen; manchmal werden sie von der Raupe absichtlich gefaßt und zurseite geschoben und das Fadennetz in etwas veränderter Weise von neuem angelegt. Es kommt auch vor, daß bei der reichlichen Abscheidung der Leimsubstanz die Mundteile der Raupe klebrig werden und daß ein gezogener Faden, dessen Dicke vom Tiere willkürlich reguliert wird, an der Unterlippe oder an einem Maxillartaster haften bleibt. Dasselbe geschieht auch mit fremden Stoffteilchen und das Tier hat Mühe sie an der beabsichtigten Stelle abzustreifen. Zuweilen sieht man mehrere Fädchen auf einmal aus der Spinwarze hervorquellen. Um 7^h55' war die untere Hälfte der Öffnung zugesponnen und zwar mittels fast paralleler Fäden, die quer über die Mitte durch ein dickes und breites Leimband gesteuert waren; um 9^h war auch die obere Hälfte mit weitmaschigem Zellennetz abgedichtet. Nachher hat die Raupe den Leim von den am stärksten aufgetragenen Stellen über die Maschen herübergestrichen und um 10^h waren alle Öffnungen verschwunden. Am 15. um 8^h früh wurden mehrere neue länglich-viereckige Fenster an verschiedenen Stellen zugleich ausgeschnitten und von der Raupe sofort in Angriff genommen; bis Mittag waren sämtliche geschlossen. Ein weiterer nachmittags ausgeschnittener Halbkreis wurde mit Hilfe streng paralleler Leimstreifen binnen 1 Stunde überdeckt. U. s. w.

Einer *Erminea* wurde ein fast fertiges Holzgespinst weggenommen und die Raupe in eine kleine Schachtel mit zerfasertem halbseidenem Stoff hineingesetzt. Es kann nicht auf die sehr interessanten Einzelheiten des Protokolls eingegangen werden. Das Endresultat war ein aus Stofffasern erarbeiteter Kokon, dessen Struktur aus Fig. 3 klar ersichtlich ist. Er besteht aus einem Geflecht ungemein dicker Leimschleifen, welche die dunkelroten Fasern des besagten Stoffes enthalten; die Fasern verlaufen parallel, ähnlich wie in Fig. 2. Die Alveolarfelder sind zum Teil offen ge-

blichen, zum Teil mit Leimmembranen verschlossen. Das Gewebe war mehrschichtig, weshalb auf der Photographie nur einige Partien scharf eingestellt sind.

Eine *Bifida* hat einen Kokon zwischen einem dünnen Zweig und dem Glasboden beinahe fertiggestellt; er wurde ihr weggenommen und die Raupe auf frische Zweige gesetzt. Jetzt versuchte sie einen neuen Kokon zwischen einem Zweig und Boden des Gefäßes zu spinnen, jedoch wegen der veränderten Lage des Zweiges ohne Erfolg. Dann wurde ihr der frühere Zweig gereicht und als sie an ihm die spärlichen Spuren des ersten Kokons entdeckte, schickte sie sich sofort an weiter zu spinnen.

Die Mannigfaltigkeit aller solchen Konstruktionen ist unbeschränkt, die Arbeitsweise läßt sich jedoch auf einige Spinnmethoden zurückführen¹⁾. Die Gehäusereparationen hat jemand mit Regenerationsprozessen und zum Teil mit morphallaktischen Umbildungen verglichen. Natürlich handelt es sich um grundsätzlich heterogene Vorgänge und ein Vergleich wäre höchstens im Sinne einer Metapher zu nehmen.

Ab und zu, wenn der erste Kokon zeitlich genug weggenommen wird, können die Raupen einen vollständigen Ersatzkokon konstruieren. Es war dies der Fall bei *D. felina* (Fig. 9) und *C. furcula*.

In Fig. 20 sehen wir eine eigentümliche Anpassungsart. Die Raupe hat zur Verpuppung eine künstliche Wiege gewählt von etwa doppelt so großem Volumen als das normale. Trotzdem hat sie sie im vollen Umfang zugesponnen: demgemäß fiel die Außenwand ganz flach aus und liegt in der Ebene der Rindenoberfläche.

5. Wie aus 4. zu ersehen ist, werden zur Ausbesserung und Vervollständigung der Gehäuse alle brauchbaren Stoffe angenommen. Auf Fig. 10 haben wir ein dreimal repariertes Gehäuse von *Erminea* vor uns, dessen vordere Wand aus grauem Packpapier bestand. Nachdem der größere Teil davon abgeschnitten wurde, hat die Raupe eine neue Wand aus dunklem Holz der Unterlage gebaut und nach neuerlicher Zerstörung der unteren

¹⁾ Selbst bei Dipterenlarven begegnet man einer verwandten Alveolarstruktur des Schleimgewebes. Larven der Mücke *Ceroplatus*, die in Zunderschwämmen (*Polyporus fomentarius*) vorkommen, spinnen ein netzartiges Grundgewebe mit rudlichen Alveolarzellen, die nachher mit Schleimlamellen überzogen und geschlossen werden.

Hälfte die Bresche mit dargereichten weißen Sägespänen zugestopft. Nach dem Ausschlüpfen konnte man sich überzeugen, daß der Kokon von innen eine gleichmäßige und gleichmäßig gefärbte Auskleidung aus abgenagtem Holzdetritus erhalten hat, mit feinem Fasernetz überzogen. Beim gleichzeitigen oder nacheinanderfolgenden Vorsetzen von Papier, Wollstoffen und Leinen, frischen und trockenen Blättern, Deckglasstücken u. dgl. kommen abenteuerlich buntscheckige Kombinationen zustande. Aber auch ganze Gehäuse werden aus lebensfremden Ersatzstoffen konstruiert wie dies auch bei gehäusetragenden Larven der Fall ist. Es genügt, spinnreife Raupen in Pappschachteln hineinzusetzen. Manche Raupen, wie z. B. eine *Furcula*, haben sich Gehäuse aus reinem Quarzsand oder aus goldenem Ziersand angefertigt. Je fremdartiger der Stoff, desto unruhiger wird die Raupe und um so länger dauert es, bis sie sich zur Konstruktion entschließt. Eine bereits dunkelviolette *Vinula*, die am 9. IX früh in eine Glasschale mit einer Sandschicht auf dem Boden hineingesetzt wurde, lief unruhig bis zum nächsten Tag abends; am 11. IX war der Sandkokon fertig und am 26 verwandelte sie sich darin zu einer gesunden Puppe. Eine andere verpuppte sich in den Falten eines an der Wand hängenden Lodenmantels.

Die Baukunst der Gabelschwänze geht indessen so weit, daß sie auch ohne jeden stofflichen Behelf sich einzuspinnen vermögen. Fig. 15 liefert ein schönes Beispiel eines ausschließlich aus Drüsensekret gebauten Gehäuses an den Wänden einer Kristallisierschale. Die Oberfläche ist runzelig und rauh, die Innenseite, unter dem Mikroskop betrachtet, zeigt einen regelmäßigen alveolaren Bau. Die runden, mit homogenen dünnen Leimlamellen ausgefüllten Alveolen sind in ein Gerüst aus gewundenen Leimfasern eingebettet. Die an das Glas anstoßenden Wände, die bei der Ablösung zerrissen wurden (Fig. 16), sind homogen, ohne ein deutliches Zellenwerk. Ähnliche Leimkokons erhält man von Raupen, die in kleine Drahtzwinger hineingesetzt werden, mit genügend engem Gitter, daß sie nicht entweichen können. Von ähnlicher Beschaffenheit sind auch, bei beiden Gattungen, die an frische Blätter anstoßenden Wände der Zweig-Kokons. Einen Übergang zu reinen Leimkonstruktionen zeigt Fig. 6 von einem *Felina*-Kokon, der nur mit geringer Beimengung feinsten pflanzlichen Detritus geleimt wurde.

Raupen von *Cerura*, die bei der Einspinnung durch anhaltende Insulte und Wegnahme ihrer Gespinste gestört wurden, können sich in engen Glasröhren verpuppen, wobei nur wenige Fäden gezogen werden und nur ein dürftiges Maschenwerk die Ausflugsseite abschließt.

6. Bei anhaltenden Störungen oder nach zu erheblicher Zerstörung der Gewebe verläßt die Raupe den im Bau begriffenen Kokon und macht, unter Anzeichen von Unruhe, Versuche einen neuen anzulegen, sofern sie nicht zu sehr erschöpft ist. Auf der Suche nach geeignetem Platz können sie ausgedehnte Explorationen unternehmen, wie sie im natürlichen Leben niemals vorkomen oder gar ganz instinktwidrig ins Wasser gehen. Dies geschah mehrmals auch bei Raupen, die noch nicht gesponnen haben, wenn sie auf eine Glasplatte gesetzt wurden, welche mitten in einer mit Wasser gefüllten Blechpfanne eine Art flacher Insel bildete. Nach langem fruchtlosem Herumirrem beginnen die eingekerkerten Raupen ab und zu den Glasboden mit geschlängelten Spinnfäden zu überziehen und Gürtelschleifen anzulegen, aber nur einmal ging eine Hermelinraupe zur Herstellung eines richtig gewölbten Gehäuses über. Eher steigt sie ins Wasser hinab und wandert auf dem Boden der Pfanne zum gegenüberliegenden Blechrande. Öfters fällt sie zuerst zufällig ins Wasser, wenn die Ränder der Platte benetzt und schlüpfrig werden. Zurückversetzt, brauchen die Raupen oft keiner weiteren Überlegung, um übers Wasser davonzulaufen.

7. Eigene, einmal verlassene Gehäuse oder fremde Kokons werden im Gegensatz dazu, was von *Catachysta* und Phryganidenlarven angegeben wird, nur in Ausnahmefällen und unwillig wiederbezogen. Besonders interessant ist das Verhalten von *Molanna*-Larven, welche fremde Köcher auf mehrfache Weise umodeln, wenn deren Dimensionen ihrer Körpergröße nicht genau angefaßt sind¹⁾. Allerdings können auch Gabelschwänze gezwungen werden, sich sogar in Gespinsten anderer Spinnerarten zu verwandeln.

¹⁾ Vgl. J. Dembowski. Über die Plastizität der tierischen Handlungen. Beobachtungen und Versuche an *Molanna*-Larven. Zool. Jahrb. Abt. f. allg. Zool. u. Physiol. Bd. 53, 1933, S. 270. Ungefähr dasselbe auch in Acta Biologicae exper. Vol. 8, Varsovie 1933.

Als Beispiel diene eine *Erminea*, die sich am 10—11. IX in einem geräumigen Glas auf Pappelzweigen zwischen 2 Blättern eingesponnen hat. Das Gespinnst war wenig opak und längs der beiden Blattflächen abgekantet, wie solche, die in einem Drahtgerüst angelegt wurden. Am 12. war es noch weich und etwas klebrig. Abends wurde die Raupe durch einen schmalen Einschnitt herausgezogen und in ein daneben mit Nadeln befestigtes Gespinnst von *Las. quercus* L. hineingesetzt. Am 13. saß sie in der Nähe und machte unbestimmte Spinnversuche, die noch lange Zeit fortgesetzt wurden. Da wurde sie neuerlich in den *Quercus*-Kokon hineingebracht und mit einem gewölbten und beschwerten Pappelblatt zugeeckt. Am 19. IX war der Kokon schön gewölbt und geschlossen. Mit einer zweiten Raupe derselben Zucht verlief dagegen der Versuch negativ. Der am 3. IX fertiggestellte Kokon war etwas durchsichtig, aber ziemlich hart. Erst am 11. wurde ihm die ganze Decke abgenommen. Die Raupe war ganz weichelrot, die beiden gezackten, früher weißen Paradorsallinien waren rosarot verfärbt, beiderseits dunkel beschattet, mit ölgrünen Tönen, das Pronotum bläulichgrün. Sie bewegte sich noch lebhaft, untersuchte sogleich, was vorgefallen, verblieb aber in ihrer engen Wiege, aus welcher sie leicht herausfallen konnte. Da wurde sie mit einem ähnlich geöffneten Kokon von *L. quercus* zugedeckt. Erst dann kroch sie heraus und umkreiste die verlassenen Kokons unentschlossen. Nachher begann sie mit vagen Spinnversuchen; als Hilfsmaterial erhielt sie ein Häufchen winziger, eckiger Stückchen steifen Papiers, die ihr jedoch nicht zusagten. Am 12. Abends wurde ihr altes Gehäuse daneben gelegt, mit der Öffnung nach unten. Am nächsten Tag irrte sie noch immer herum und wiederholte ihre vagen Spinnversuche. Daraufhin wurde sie auf Sand gelegt und mit Wattebüschchen umgeben. Am 26. lag sie unter Watte, grau verfärbt, wenig beweglich; auf Berührungen reagierte sie durch schwache Zuckungen. Wenige Tage später fand ich sie als normale, männliche Puppe.

Ähnlich verhält es sich mit *Cerura*-Raupen. Eine seit 4 Tagen spinnreife und durch mehrere Versuche erheblich geschwächte Raupe von *bifida*, deren Bauchfüße nicht mehr zum Kriechen tauglich waren und zusammenschrumpften, erhielt 2 leere *Bifida*-Kokons zur Verfügung. Da sie keinen Versuch machte hineinzukriechen, wurde sie mit dem Hinterteil hineingezwängt. Indessen wußte sie sich trotz Schwäche zu befreien, kam heraus und versuchte noch zwischen Blättern und Zweigen umherzuirren. Abends wurde sie abermals in den fremden Kokon hineingelegt, diesmal mit dem Kopfe. In dieser Lage verblieb sie in ihm, mit der verbogenen Gabel gegen die Ausflugsöffnung gerichtet und konnte nur noch um die Achse Umdrehungen ausführen. 5 Tage später hat sie sich in eine normale Puppe verwandelt. Man kann vermuten, daß sie nur deshalb in dem fremden Kokon geblieben war, weil sie wirklich nicht mehr fähig war, ihn zu verlassen.

Dem gegenüber verdient der folgende Fall mit *D. vinula* eine besondere Erwähnung. Ein am 3. IX verfertigtes Gehäuse wurde erst nach 8 Tagen, den 9. um 11^h am Ausflugspol geöffnet. Bald kroch die Raupe heraus, begann in der Krystallisierschale zu wandern und Fäden zu ziehen. Da wurde sie auf ein Rindenstück mit 2 verlassenen Gehäusen von *felina* und

erminea gesetzt. Sie umkreiste sie und untersuchte recht emsig. Als ich ihr den Kopf in ein Ausflugsloch hineinsteckte, bemühte sie sich selbst hineinzugelangen unter so starken Kontraktionen, daß sie die Körperringe fast senkrecht darüber erhob, um sich hineinzuwinden, was sie erst nach einer Viertelstunde zuwege brachte. Drinnen hat sie sich bald umgedreht und lag mit dem Kopfe gegen die Öffnung gerichtet. Offenbar hat sie das Gehäuse als zu klein gefunden, denn unverzüglich begann sie es unter Anwendung von abgenagten Holzstückchen zu verlängern. Sie arbeitete mit großem Eifer und hat bald eine Art rundliche Verwölbung hinzugebaut, die durch ihre hellere Färbung von dem Gehäuse selbst abstach. Sie ist jedoch siebartig durchbohrt geblieben, da es der Raupe zweifellos an Leimsekret gebrach, um die Maschen des Leimgespinstes zu verschließen (Fig. 14). Der geschilderte Ausnahmefall ließe sich dadurch erklären, daß die Raupe unmittelbar vor der Verwandlung stand und der intensive Trieb zur Verpuppung die Abneigung gegen den Gebrauch fremder Gehäuse überwunden hat.

In auffallender Übereinstimmung mit dieser Eigenschaft der Gabelschwänze stehen die neuesten Beobachtungen meines Schülers H. Liche an Speckkäferlarven, welche, aus ihren Bohrlöchern in Flaschenkorken herausgenommen, bereits nach wenigen Minuten zurückkehren und zwar eine jede zu dem von ihr selbst gebohrten, selbst dann, wenn die Löcher mit Papierstreifen verdeckt wurden ¹⁾.

7. Die Raupen wiederholen demnach ihre Instinkthandlungen, so lange dies ihr physiologischer Zustand und der Vorrat an Spinnsekreten zuläßt. Mit der Erschöpfung ihrer anfangs prall gefüllten Spindrüsenschläuche und dem Nahen der Metamorphose wächst ihre Unruhe. Nur deshalb bleiben die zu spät angebrachten Öffnungen, wie die in Fig. 17 abgebildete in der Wand eines *Felina*-Kokons, unverschlossen. Dies gilt von allen Raupen und individuelle Unterschiede, die sie in dieser Beziehung aufweisen, dürften zum großen Teil auch auf den Kräftezustand der Raupen zurückzuführen sein, welcher sehr verschieden sein mag, je nachdem die Raupe sogleich einen passenden Verpuppungsort gefunden hat oder sich durch tagelanges Herumirren abhetzte.

F a b r e ²⁾ berichtet zwar von einer *Sat. pyri* L., daß die Raupe

¹⁾ Hellmut Liche, Beiträge zur Ethologie der Dermestiden. Bull. Acad. Pol. Sc. Sér. B, Sciences Nat., II, Mars 1936.

²⁾ J. H. Fabre, Souvenirs Entomologiques. Sér. 4, Paris 1921, S. 48, vgl. auch Sér. 6, 1922, S. 345 (über den Prozessionsspinner, dessen Raupen einen breiten Ausschnitt in ihrem Gespinstnest nicht unmittelbar ausgebesert haben.

nach dreimaligem Abschneiden der Ausflugsreue an ihrem birnenförmigen Kokon den Schaden nicht reparierte, obwohl ihre Spinnrüden noch nicht erschöpft waren und behauptet: *l'industrie de l'insecte ne revient pas sur ce qu'il a déjà fait*; doch konnten hier — die Richtigkeit des anatomisch-physiologischen Befundes vorausgesetzt — viele andere Momente individueller Natur störend eingegriffen haben.

C. Zusammenstellung tatsächlicher Befunde.

1. Von den beiden sehr nahe stehenden Gattungen *Dicranura* und *Cerura* stellt die erstere eine in Bezug auf die Einspinnungsweise mehr spezifizierte, fortgeschrittenere, also stammesgeschichtlich jüngere Formengruppe dar als die letztere, bei welcher das Puppengehäuse deutlichere Beziehungen zu anderen Artenkreisen aufweist.

Das Gehäuse ist bei *Cerura* weniger hart, wird des öfteren auf jungen, wenig verholzten Zweigen, zuweilen unter Zuziehung von grünen Blättern angelegt. Es ist in der Hauptachse verlängert und an beiden Enden in der sonst üblichen Weise zugespitzt. *Dicranura* besitzt ein oval abgerundetes, dickwandiges, sehr hartes, typisches Holzgehäuse und auch der Ort seiner Anlage auf den Baumstämmen ist genauer bestimmt, ähnlich wie etwa bei *Hybocampa milhauseri* F.

2. Beschädigte, an verschiedenen Stellen geöffnete, aufgeschnittene oder während der Entstehung stellenweise zerstörte Kokons werden von den Raupen sofort und jedesmal ergänzt und geschlossen. Eine *Erminea*- Raupe war imstande an ihrem Kokon 17 mal Schäden, darunter einige von recht bedeutender Flächengröße, zu reparieren.

3. Zu den Reparaturen werden allerlei fremde Stoffe, Gewebe, Papier, Blätter, sogar Glasstücke ohne Schwierigkeit als Baumaterial angenommen. Die Farbe und die Oberflächenbeschaffenheit der verwendeten Stoffe spielen dabei entschieden keine Rolle, wie dies von einzelnen Beobachtern behauptet wurde.

Demgemäß hat auch das Licht auf die in der Norm protektive Färbung der Kokons keinen unmittelbaren Einfluß.

4. Im Bedarfsfalle kann das Puppengehäuse aus nie verwendeten Stoffen, z. B. ausschließlich aus Quarzsand angefertigt werden, wie dies bei einer Raupe von *C. furcula* geschehen ist.

5. In Ermangelung jedweden Materials, z. B. in glattwandigen Krystallisierschalen oder auf Spiegelglasplatten, können Schutzhülsen aus reinem Spinnrüseusekret geleimt werden (*Dicr. felina* und *erminea*).

6. Bei fortgesetzten oder zu intensiven Störungen wird ein im Entstehen begriffener oder fertiggestellter Kokon von der Raupe verlassen und ein neuer an einer geeigneteren Stelle angelegt.

7. Im Gegensatz zu anderen Insektenlarven, wie *Cataclysta* (Zünsler), *Molanna* (Köcherfliegen), *Anthrenus* (Käfer), kann man nur in seltensten Fällen eine Gabelschwanzraupe dazu bewegen, ein eigenes verlassenes oder fremdes, fertiges Gehäuse (z. B. nach Ausschlüpfung des Spinners) zu beziehen. Hineingelegt, kriecht sie schleunig heraus, zerbeißt auch Bindfäden oder Papierstreifen, mit welchen die Ränder eines frischen, aufgeschnittenen Kokons zusammengehalten werden, um sich zu befreien.

8. Bei entsprechenden, experimentellen Eingriffen können die Raupen gezwungen werden, die Art und Richtung ihrer Bewegungen in ganz instinktwidriger Weise abzuändern. Arten, die zur Verpuppung von den Baumkronen herabsteigen, um sich etwa ein bis anderthalb Meter über dem Erdboden auf dem Baumstamme einzuspinnen, steigen vom Fußboden auf glatten Zimmerwänden bis zum Plafond, nach einem geeigneten Platze spähend. Im Bedarfsfalle entschließt sich die Raupe ins Wasser zu gehen, um sich aus einer ungünstigen Situation zu befreien und auch dieser Versuch kann wiederholt werden.

9. Somit ist die von uns gestellte Frage nach der Wiederholbarkeit instinktiver Handlungen positiv zu beantworten.

Jene Handlungen können und werden solange wiederholt, als der physiologische Zustand des Organismus und seine einzelnen Organe dies zulassen. In unserem Falle handelt es sich einerseits um die tiefgreifenden, mit Histolyse verbundenen Umwandlungen, die sich im Organismus einer reifen Raupe in einem bestimmten Tempo abspielen, andererseits um den Zustand der Spinnrüsen, deren Sekretionsfähigkeit und Sekretgehalt erschöpft wird. Dadurch werden schließlich nicht nur einer Erneuerung von Spinnversuchen, sondern überhaupt der Bewegungsfähigkeit einer Raupe endgültige Grenzen gesetzt. Sie wird eben zu einer ruhenden Puppe.

10. Wie überall, so auch im Verhalten der Raupen vor der Verwandlung machen sich individuelle Unterschiede bemerkbar,

welche ebenfalls in inneren physiologischen Unterschieden eine natürliche Erklärung finden und den Beobachter außer Stand setzen, trotz der Existenz eines angestammten, artlich charakteristischen Verhaltensschemas, vorauszusehen, wie sich ein bestimmtes Exemplar in einer gegebenen Situation benehmen wird. Jene Vieldeutigkeit der Reaktion hat allerdings recht eng gezogene Rahmen.

D. Theoretische Deutung.

1. Die festgestellte Wiederholbarkeit biotypisch einmaliger Handlungsprozesse, wie die mehrmalige Anfertigung eines Puppengehäuses oder wenigstens die Vornahme wiederholter Versuche in dieser Richtung und die ihnen ethologisch gleichzusetzenden Reparaturen beschädigter Schutzhülsen in verschiedenen Stadien des larvalen Lebens, legen eine weitgehende Plastizität instinktiver Handlungen an den Tag. Es erhebt sich nunmehr die Frage, ob diese Fähigkeiten der Insektenlarven zu dem alten, auf die Stoiker zurückführbaren¹⁾ und allgemein gebräuchlichen Instinktbegriff tatsächlich im Widerspruch stehen und, wie dies in letzter Zeit namentlich von Loeser und nach ihm von Dembowski mit besonderem Nachdruck behauptet wurde, den Begriff selbst als unhaltbar erweisen. Andere hervorragende Forscher, wie z. B. Bierens de Haan, beschränken sich darauf, die instinktiven Handlungen, offenbar nach Analogien zu der menschlichen Psychologie, mit Wundt auf automatisierte Willenshandlungen zurückzuführen, ihnen also einen sekundären Charakter von Erwerbungen zuschreiben, die Kategorie selbst aber aufrechterhalten. Dann wären alle diejenigen, die sie genetisch von Reflexbewegungen ableiten oder gar als besonders komplizierte Reflexketten auffassen, im prinzipiellen Irrtum.

2. Indessen liegt der Grund dieser Unstimmigkeiten klar zutage. Er besteht in einer ungebührlichen Betonung des Automatischen, wie sie unter anderen in den grundlegenden Arbeiten von A. Bethe über das Nervensystem der Arthropoden zu finden war, und in der sich daraus ergebenden falschen Vorstellung einer maschinellen Starrheit ihrer Reaktionen, welche in besonders greller Weise in der bekannten Monographie F. Dof-

¹⁾ Im Sinne ihrer *δρμή* als eines rein triebhaften Handelns der Tiere, ohne Beteiligung der Vernunft (*νοῦς*) wie beim Menschen.

leins über den Ameisenlöwen zu einem verzerrten Bild seines Verhaltens im Sinne einer Reflexmaschine geführt hat.

So definiert Loeser die instinktive Handlung als eine vererbte, automatische, zweckmäßige, äußere Handlung¹⁾. Instinktive Tätigkeiten würden demnach, ähnlich wie die inneren, intraorganischen Reflexreaktionen, stets einen stereotypen, streng monomorphen Verlauf nehmen und ein Instinktwesen wäre einem Automatenkasten vergleichbar, aus welchem nach Einwurf einer bestimmten Münzsorte stets ein Gegenstand derselben Art herausfällt. Bei einer solchen Fassung der Sachlage denkt man gewöhnlich an den auf einen entsprechenden mechanischen Reiz folgenden Patellarreflex und bringt sämtliche instinktive Handlungen in dieselbe Kategorie von Aktivitäten. Nun aber, abgesehen davon, daß selbst bei einem einfachen Patellarreiz ein strenger Monomorphismus der Reaktion schwerlich denkbar ist, ist wohl von keinem Anhänger der Instinktlehre dem sogenn. äußeren Verhalten der Tiere eine absolute Stereotypie zugeschrieben worden. Unter dem Eindruck neuer, sehr interessanter Beobachtungen und Versuche mit den vielseitigen Reparatur- und Regulationsfähigkeiten bei *Molanna angustata* Curt. hat sich Dembowski nicht nur den Ansichten Loesers angeschlossen, sondern scheint noch weiter zu gehen, indem er behauptet, sämtliche Punkte der mit großer Sorgfalt ausgearbeiteten Instinktdefinition von Ziegler seien durch die Plastizität der Baukunst bei jenen Larven widerlegt. Dembowski's umfangreiche Ausführungen sind jedoch letzten Endes nur gegen die für jedwede instinktive Handlung angeblich postulierte Starrheit gerichtet und gerade für Ziegler trifft dieser Einwurf nicht zu. Ziegler, der sonst bei der Bewertung intellektueller Eigenschaften und des Denkvermögens höherer Tiere ganz unkritisch vorging und zu irrümlichsten Schlüssen gelangte, indem er an korrespondierende Hunde und wurzelziehende Pferde allen Ernstes geglaubt hat, war gerade weit davon entfernt, bezüglich instinktiver Aktivitäten eine derartige, inadäquate Starrheit zu behaupten und handelnde Tiere für Automate zu halten. Er sagt vielmehr ausdrücklich, die in-

¹⁾ J. A. Loeser, Die Unhaltbarkeit des tierischen Instinktbegriffs. Sitz.-Ber. d. Ges. Naturforsch. Freunde zu Berlin, Jhrg. 1930, S. 1—39 und 163—180. Vgl. S. 4.

stinktive Handlungsweise unterscheidet sich von einer verstandesmäßigen dadurch, daß sie bei allen normalen Individuen derselben Spezies oder Rasse »im wesentlichen gleich« ist, während Handlungsakte auf intellektueller Basis je nach den vorhergehenden Erfahrungen oder Übungen verschieden verlaufen ¹⁾.

Dem organischen Leben ist jede Starrheit, jede mechanistisch verstandene Stereotypie so grundsätzlich fremd, daß schon auf der untersten Stufe primitiver Reflexe unplastische Mechanismen völlig versagen würden. Bierens de Haan ²⁾ bemerkt mit Recht, kein Reflex sei rein automatischer Natur. Keiner wird eindeutig vollzogen, wie die Bewegungen in einem Uhrwerk von unverrückbarer Koordination. Jeder Lebensmoment ist räumlich und zeitlich anders bedingt und ein inadaptiver organischer Mechanismus, außerstande Richtung zu gewinnen, müßte sofort stecken bleiben und zugrunde gehen. Eine organismische Maschine wäre nicht einmal begrifflich denkbar, höchstens als eine kontradiktorische Fiktion, weil eine maschinelle Struktur prinzipiell eindeutig, während eine jede organismische Funktion im Prinzip variabel ist. Und biologisch genommen, fällt Lebendes und Anpassungsfähiges begrifflich zusammen. Was aber von einfachen Reflexen gilt, bezieht sich umso mehr auf Instinkthandlungen, wo man sich auf die Tatsache ihrer Vielgestaltigkeit berufen kann. So gesteht z. B. Reuter in seinem bedeutenden Werk über Instinkte ³⁾, daß die Fähigkeit der Larven, Schutzhüllen aus künstlichen Ersatzstoffen zu verfertigen, an sich zu beweisen scheint, daß sie »kein Resultat reiner Reflextätigkeit« sein könne. Vor allem ist die Variabilität des instinktiven Verhaltens stets unvergleichlich größer und vielseitiger als bei Reflexen.

3. Andererseits bietet uns das weite Gebiet der Instinkte keineswegs ein Bild behavioristischer Anarchie. Es treten uns vielmehr überall deutlich abgegrenzte Verhaltenstypen entgegen, die als systematische Unterscheidungsmerkmale verwendet werden können, da man Tiere nach ihren ethologischen

¹⁾ Heinrich Ernst Ziegler, Der Begriff des Instinktes einst und jetzt. III Auflage, Jena 1920. Vgl. S. 94.

²⁾ J. A. Bierens de Haan, Die tierpsychologische Forschung, ihre Ziele und Wege. Leipzig 1935. IV Kapitel.

³⁾ O. M. Reuter, Lebensgewohnheiten und Instinkte der Insekten. Übers. a. dem Schwedischen, Berlin 1913. Vgl. S. 155.

Eigentümlichkeiten nach Gruppe, Gattung und Art bestimmen kann. Trotz aller Mannigfaltigkeit läßt sich überall, für eine jede Lebensangelegenheit eine Reihe gemeinsamer Züge feststellen, die für die betreffende Art oder Gruppe charakteristisch und wesentlich sind, so daß ethologische Merkmale in dieser Hinsicht den morphologischen, embryologischen oder metamorphotischen gleichkommen. Eben diese wesentliche Gleichheit stellt Dembowski auf Grund seiner experimentellen Ergebnisse an *Molanna* in Abrede, obschon auch die Biologie, wie jede wissenschaftliche Arbeit vor allem systemisieren soll und nicht dasjenige, was die Einzelfälle voneinander trennt, sondern das, was sie vereinigt, herauszufinden hat. Es leuchtet ein, daß Stammesverwandtschaft und anatomisch-morphologische Ähnlichkeit funktionelle Übereinstimmung nach sich ziehen müssen. Auch der Mensch, auf den Dembowski in seiner Hauptstudie (S. 303) zu sprechen kommt, bildet in dieser Beziehung keine Ausnahme trotz der schier unübersehbaren Mannigfaltigkeit und Unberechenbarkeit aller seiner spezifischen Handlungsmethoden. Die Funktion hängt ferner nicht nur vom Bau des Organismus ab, sondern auch von seiner physiologischen Verfassung, von seinem Entwicklungs- und Lebensstadium, von seinem Alter und den äußeren Bedingungen, die ihn gerade beeinflussen oder einmal beeinflußt haben. Bei Schmetterlingsraupen haben wir mit bestimmten Zeiträumen zu tun, wo sie eine Gespinstunterlage anfertigen, um sich daran während der Häutungen anzuklammern und nach beendetem Wachstum mit einer ebenfalls genau bestimmten Frist, zu welcher die Puppengehäuse gebaut werden oder, wie bei der Wasserraupe von *Cataclysta*, mit einem bestimmten Zeitpunkt, wo der eine Typus der Schutzbehausung durch einen anderen, ganz abweichenden Köchertypus ersetzt wird. Bei höheren Tieren tritt ebenfalls die Abhängigkeit der allgemeinen Richtungen und Ziele ihrer Tätigkeit vom Alter, der Pubertät, dem Zustand der Reife, der Seneszenz, mit aller Deutlichkeit hervor, obwohl bei ihnen, Hand in Hand mit der Komplizierung der Daseinsverhältnisse, auch die Mannigfaltigkeit der konkreten Ziele und ihrer demgemäß gerichteten Handlungen in außerordentlichem Grade gesteigert wird.

Aus der Tatsache, daß der Umfang der Anpassungsfähigkeit mit der Organisationshöhe und der Lebensstufe zu wachsen pfllegt

und die Reaktionen auf äußere und innere Einflüsse sehr verschieden werden, darf man jedoch keineswegs den Schluß ziehen, daß die Handlungsweise, nach ihren Zielen, Richtungen und Charakter, wegen ihrer großen Veränderlichkeit nicht ererbt wird, sondern auf den sogenn. Willen aktiver Individuen zurückzuführen ist. Ein solcher Fehlschluß wäre einem anderen gleichzusetzen, der etwa die hereditäre Abhängigkeit der morphologischen Beschaffenheit von den Vorfahren bei stark variablen Arten in Frage stellen würde. Es wird freilich nicht die betreffende Tätigkeitsart an sich ererbt, sondern die betreffende, irgendwie in den elterlichen Fortpflanzungszellen enthaltene und bedingte Veranlagung, welche den sich entwickelnden Nachkommen, sei es gleich nach der Geburt, sei es in einem späteren Termin, zur Ausübung einer gewissen, mitunter sehr verwickelten Tätigkeit veranlassen wird, sofern die äußeren Umstände dies zulassen. Es handelt sich nicht darum, daß die individuellen Züge eines jeweiligen, konkreten Aktes weder direkt geerbt, noch weiter vererbt sein können, sondern um die zweifellose Erblichkeit von Tätigkeitsbereitschaften und Fertigkeiten. Nicht das ist für die von uns erörterte Frage entscheidend, ob die Reaktionen variabler oder starrer ausfallen, sondern die Tatsache, daß eine gegebene Insektenlarve ihre noch so plastischen Anpassungsfähigkeiten in der Baukunst der Gehäuse niemals betätigen würde, wenn sie auf Grund ihrer ererbten Organisation keinen Antrieb dazu erleiden könnte.

Auch der Mensch folgt in seinem Verhalten der Umwelt gegenüber fast immer seinen angestammten Trieben, die ihm oft wenig bewußt sind und deshalb als dunkel bezeichnet werden, und erst nachträglich pflegt er sich intellektuelle Motive für sein Beginnen zusammenzusuchen, während sein Handeln tatsächlich nach jenen primären Strebungen gerichtet wird¹⁾.

4. Wenn wir jetzt nach dem Faktor fragen, welchem die Instinkthandlungen ihre auffallende Mannigfaltigkeit zu verdanken haben, beziehungsweise sich so deutlich von der beschränkten Variabilität einfacher Reflexakte unterscheiden, so kann hierbei nur

¹⁾ In dem Werke über Zusammenhänge des psychischen Lebens mit der Organisation von St. Szuman und St. Skówrón (*Organizm a życie psychiczne*, Warszawa 1934) finde ich eine anders gefaßte aber gleichsinnige Kritik der von Dembowski in der *Molanna*-Arbeit gezogenen Schlüsse und gegen den Instinkt-begriff gerichteten Erwägungen. Vgl. S. 250, 251.

eines in Betracht kommen, nämlich die konszientionale Komponente. Eine unüberzählbare Menge von Indikatoren zeigt uns dies an. Wir brauchen nur das Gebaren einer Raupe, die sich auf die Suche nach einem geeigneten Verpuppungsplatz begeben hat, aufmerksam zu verfolgen, um die Überzeugung zu gewinnen, daß sie sich in ihrer Umgebung allseitig zu orientieren trachtet, daß sie die Zweige, die Rinde des Baumstammes und ihre Skulptur mit Ausnützung aller ihr eigenen Sinnesempfindungen untersucht, befühlt, beriecht, auf ihre Härte, Nachgiebigkeit und sonstige Beschaffenheit mit den Mandibeln prüft, ähnlich wie sie dies in der vorhergegangenen Periode zu tun pflegte, als sie einen Blattstengel, bevor sie auf das Blatt selbst hinüberkroch, zuerst mehrere Male mit den Kieferzangen anfaßte und ein wenig zusammendrückte, um sich erst, je nach den gemachten Befunden bezüglich ihrer Festigkeit, Frische und Saftigkeit, zu entscheiden, ob das Blatt bestiegen werden soll, ob es sie während der Häutung tragen, ihr munden oder sonst wie zusagen würde. Wir sehen, wie die Raupe den gemachten Befunden jede ihrer Bewegungen anpaßt, sensorische Befunde in volitive Regungen umsetzt und gegebenen Falls die gewählte Stelle mit einem primordialen Gespinnstnetz zu überspannen anfängt. Wir erkennen, daß die Raupe an ihrem Nervensystem nicht nur gesonderte dissimilatorische Erregungsimpulse erlebt, die lediglich entsprechende Reflexreaktionen zur Folge hätten, sondern daß sich die empfundenen Einzelerregungen zu größeren Komplexen assoziieren, woraus sich konszientional vorstellungsmäßige Ganzheiten ergeben, die als gegenständliche Gestaltungen wahrgenommen und in Beziehung zueinander gesetzt werden. Das Vorhandensein von differenzierten Ganglienzellen, Fortsätzen und einem Gewirr von Verbindungsbahnen, ihre zytologische und histologische Struktur, ihre tinktorielle Beschaffenheit u. dgl. weist darauf hin mit zwingenden Indikationen. Und wenn wir beobachten, daß eine Insektenlarve von ihren Wahrnehmungserlebnissen Nutzen zieht, indem sie bei wiederholten Reparaturen ihres Gehäuses oder Köchers gewandter zu arbeiten beginnt, oder nach mehreren Störungen ihre Schutzhülse zu verlassen beschließt, oder nach wiederholtem Begehen einer Strecke rascher ans Ziel gelangen lernt¹⁾, dann sind wir

¹⁾ Vgl. diesbezüglich meine bereits zitierte Asopidenarbeit, S. 374 ff.

berechtigt zu folgern, daß sie bei ihrem Empfinden, Wahrnehmen und Streben nicht nur auf Augenblickserregungen assoziativer Neuronalsphären beschränkt bleibt, sondern über vorstellungsartige Erinnerungsbilder sensorischer Eindrücke verfügt, die zu weiteren bewußtheitlichen Gebilden führen, das Verhalten des Insekts beeinflussen und bis auf die feinsten Teilbewegungen sinnvoll regulieren. Eine spinnende Raupe unterbricht ihre Arbeit nicht, so lange sie keinen Wechsel der Gesamtlage wahrnimmt, in unserem Fall in Form einer Bresche, die durch den Eingriff des Beobachters in der Wandung ihres Kokons entstanden ist. Dann hält sie inne, dreht sich alsbald um und schickt sich an, die Öffnung zu verschließen. Die Raupe orientiert sich also in ihrer Umgebung, übersieht somit die jeweilige Situation, bemerkt die eingetretenen oder von ihr selbst bewerkstelligten Veränderungen und ist imstande, in die Sachlage sinnvoll gestaltend einzugreifen. Sie macht Erfahrungen und ist lernfähig.

Das Gesagte dürfte genügen, um das psychische Moment der Bewußtheit als ein wesentliches Kennzeichen der Handlungen der Insekten, die stets als ein klassisches Beispiel echter Instinkt-tiere angeführt werden, ins rechte Licht zu setzen. Die bewundernswerten Fertigkeiten, welche sie *a priori* auszeichnen, sind ererbtes Gut und brauchen weder gelernt noch geübt zu werden, um mit unfehlbarer Präzision zu fungieren. Das Tier selbst weiß nichts von ihrer biologischen Zweckdienlichkeit und kennt auch nicht die Natur der Reize, welche bewirken, daß es aufhört Futter anzunehmen und das Laubwerk verläßt, oder die entscheidende Rolle sezernierender Drüsen, deren gefüllter Zustand es zum Spinnen und Leimen des Kokons verleitet. Aber es bedient sich seiner Sinne, vollführt also bewußt sein angestammtes Pensum, es empfindet und strebt, erkennt und paßt sich an: folglich handelt es, während es sonst bloß reflexive, blinde Reaktionen erleiden würde.

Die psychische Komponente des Bewußtseins, die sich aus der Anwesenheit orientierender Sinne und aus sichtbaren Folgen im Verhalten mit aller Klarheit ergibt, nimmt somit einen integrierenden Anteil an instinktiven Handlungen und gehört zum Wesen derselben; sie darf folglich bei ihrer Definition nicht übergangen werden. Dies ist auch oft geschehen, unter anderen

bei E. W a s m a n n ¹⁾, nach welchem die triebhaften Handlungen der Insekten von sensorischem Bewußtsein begleitet und durch sinnliches Gedächtnis gestützt werden, also Erfahrungsmomente mitwirken. Indessen halten zahlreiche Autoren, darunter Ziegler, die Berücksichtigung des Bewußtseinsfaktors als eines „subjektiven“ Merkmals für undurchführbar, mit der Begründung, es lasse sich bei Tieren nicht sicher entscheiden, wie weit ihr Bewußtsein reicht, umsoweniger, inwieweit ihr Handeln von subjektiven Zweckvorstellungen geleitet wird. Diesem Einwand ist keine größere Bedeutung beizumessen, denn zwischen Reflexen, ererbten Instinkten und individuell erworbenen, auf Erfahrung und Gewohnheit beruhenden Handlungsmöglichkeiten sind die Grenzen ziemlich fließend und dasselbe ist der Fall bei den meisten biologischen Begriffen, angefangen vom Leben selbst, was niemanden hindert, jene Begriffe wissenschaftlich zu gebrauchen. Stichhaltiger wäre ein anderer Einwand, und zwar, daß wir angesichts des gewaltigen Unterschiedes im Bau eines Supraoesophagealganglions und unserer eigenen Bewußtseinszentren keine Ahnung haben können von der Art und den psychischen Qualitäten jenes anderen Bewußtseins: wir haben hier ja mit Intuitionen zu tun und diese sind weder definierbar, noch übertragbar, sondern nur erlebbar. Glücklicherweise ist ihre absolut unvorstellbare Kenntnis gar nicht erforderlich. Es genügt auf die grundsätzliche Konformität der zytologischen Strukturelemente tierischer Nervensysteme samt ihren peripheren Perzeptionsstationen hinzuweisen, um an der Tatsache festzuhalten, daß das instinktive und sonstige Handeln auch bei einer Raupe Bewußtseinsvorgängen zugeordnet ist und daß ihr dem Beobachter nur von außen zugängliche Verhalten ganz anders ausfallen würde, wenn jene inneren Vorgänge — wie beim Pupillarreflex eines Säugers — nicht stattfänden.

In diesem Zusammenhang ist noch zweierlei zu bemerken. Erstens braucht bei der Definition der psychische Faktor nicht explicite genannt zu werden, weil in dem Begriffe (instinktive) Handlung sein Mitwirken implicite enthalten ist und Pleonasmen sind, nach einer altbewährten methodologischen Regel, zu

¹⁾ Namentlich in dessen Werk: Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. (Zoologica) II, Auflage, Stuttgart 1909. Außerdem: Instinkt und Intelligenz im Tierreich, III. Aufl. Freiburg i. Br. 1905.

vermeiden. Beim Pupillarreflex „handelt“ weder die Iris noch der Besitzer der Augen, in welchen sich die Reaktion vollzieht. Die Raupe hingegen muß sensorische Reize subjektiv empfinden, eine im Puppengehäuse ausgeschnittene Öffnung wahrnehmen und ihre Gestalt näher untersuchen, bevor sie, ihrem ererbten Trieb gehorchend, dieselbe zuspinnnt. Sie handelt eben d. h. wir müssen bei derartigen Antriebshandlungen das Strukturell-physiologische durch das Konzisionale ergänzen, welches letzteres, wie sich Loeser ausdrückt, „kausierend“ wirkt, also durch nichts andersartiges ersetzbar ist und bei höheren Organismen stark emotionell betont sein kann. Zweitens können und dürfen die durch erworbene Erfahrung bedingten Handlungen den instinktiven weder als Willens- noch als Verstandesakte entgegengestellt werden, weil sowohl das orientative, wie das Strebungsmoment den beiden Tätigkeitsgebieten innewohnt. Den Menschen nicht ausgenommen, kann man die Behauptung aufstellen, daß in jeder instinktiven Handlung ein Prozentsatz des Empirisch-erworbenen nachweisbar ist, sowie umgekehrt, an jeder sogenannten Willens- oder Verstandeshandlung eine ursprüngliche, rein instinktive Strebung sich mitbeteiligt: es wird nichts rein verstandesmäßig vollzogen.

5. Dieser Sachverhalt macht es nötig, auch gegen das einseitige Hervorkehren der individuellen Stellung zu nehmen, wie dies, im Sinne von intellektuellen und Willensmotiven einige hier besprochene Autoren zu tun pflegen. Für Loeser ist so ziemlich alles Willenshandlung, für Dembowski ist alles ein Werk selbständiger, empirisch erworbener Einsicht in die gegebene Lage und die aktuell vorhandenen Bedürfnisse.

Auch in Bezug auf die psychische Komponente darf man nicht zu hoch greifen, um sich nicht einer willkürlichen Überschätzung derselben schuldig zu machen. Der Maxime gemäß, keinen komplizierteren Erklärungsgrund anzuwenden, wo man mit einem einfacheren auskommen kann, müssen wir uns hüten, in die psychische Aktivität eines Insekts mehr hineinzulegen, als sich aus seinem Gebaren herauslesen läßt. Phrasen, denen man gerade mit Beziehung auf Gabelschwänze in dem verdienstreichen Handbuch von Hering¹⁾ begegnet, daß die Spinner „auf die

¹⁾ Martin Hering. Biologie der Schmetterlinge. Berlin 1926.

Herstellung des Gespinstes mehr oder weniger Wert legen" und „der Kokon möglichst dem Substrat, welchem er aufsitzt, angepaßt wird", sind wissenschaftlich unzulässig. Wie es sich aus unseren Beobachtungen ergibt, kann von einer Auswahl der Baupartikelchen nach der Ähnlichkeit bezüglich der Farbe und sonstiger Beschaffenheit mit der Umgebung bei der Anlage des Kokons keine Rede sein. Abgesehen von der psychologischen Unmöglichkeit wäre eine solche Zumutung schon wegen des sehr schwach entwickelten Gesichtssinnes der Raupen, die nur wenige unvollkommene Ozellen besitzen, recht unwahrscheinlich. Dieser Umstand würde auch in betreff der oft grell und „unnatürlich" ausfallenden Reparaturen beschädigter Gehäuse die Annahme ausschließen, die Raupen seien in solchen Fällen an die gerade vorhandenen Stoffe angewiesen und somit gezwungen, die Öffnungen gegen ihr besseres Einsehen mit unpassenden Inkrusten zu stopfen. Ganz anders liegt die Sache, wenn eine Larve ihren Köcher aus möglichst gleichmäßigen Steinchen oder Schalstückchen zusammenzimmert; hier wählt sie wirklich, ihre Leistung an sich folgt jedoch genau einem instinktmäßig und artlich festgelegten Schema.

Psychologisch übertriebene Deutungen führen bald zu verfehlten Verallgemeinerungen. So wurden von Loeser bei der Motivierung eines „Gesetzes der sinngemäßen Anpassung auf Reizaffekte" drei Begriffe: variabel, zweckmäßig und bewußt miteinander identifiziert und biologisch gleichgestellt. Dann wären wohl mimetische und sonstige Zweckmäßigkeiten der Organisation auf bewußte Absichten der Tiere zurückzuführen. Schon der anpassungsmäßige Farbenwechsel bei höheren Tieren, wie der Chamäleon oder ein Tintenfisch, wo das Kolorit der einzelnen Körperteile in kürzester Zeit mit den Einzelheiten der Umgebung ganz wunderbar übereinstimmt, bieten der Interpretation größte Schwierigkeiten. Und wenn die Kohlweißlingspuppen¹⁾ nur dann in ihrer Färbung und zeichnerischen Sprenkelung dem Untergrund, auf dem sie angeheftet sind, angepaßt erscheinen, wenn die Raupe sein Kolorit „gesehen" hat, so hätten wir hier — eine völlige Sicherstellung und Eindeutigkeit dieser Befunde vorausgesetzt — mit ganz ei-

¹⁾ Nach zahlreichen Untersuchungsberichten von Leonore Brecher seit d. J. 1917; namentlich 1922, 1924 (über *Pieris* und einige *Vanessen*).

genartigen physiologischen Abhängigkeiten zu tun, deren Erklärung auf physikochemischem, niemals aber auf psychologischem Wege zu suchen wäre.

6. Zusammenfassend können wir sagen, daß die Tätigkeit der Raupen beim Bau und Wiederherstellung ihrer Gehäuse nicht aus multiplen Ketten von Reflexauslösungen besteht, sondern den Charakter triebhafter Handlungen besitzt. Es sind Handlungen, nicht weil sie variabel sind, denn auch die einfachsten organischen Reflexreaktionen sind im Grunde variabel, sondern weil sie von einer konzientionalen Strebungs-komponente begleitet werden. Ihre Bewußtheit offenbart sich in einer präzisen Anpassung sämtlicher Sonderbewegungen in Bezug auf ihre qualitative und quantitative Mannigfaltigkeit an die Ergebnisse der sinnlichen Beobachtung und an die jeweils erkannte Situation. Die Tätigkeit wird fortgesetzt, so lange die Strebung andauert: die letztere erlischt mit der Erlangung des biologischen Zweckes oder infolge von innerphysiologischen Veränderungen des Verwandlungsprozesses.

Diese Handlungen gehören in die Klasse der instinktiven, weil sie trotz aller anpassungsmäßigen Variabilität ihres Verlaufes in den Rahmen eines stammesgeschichtlich festgelegten, artlich, generisch oder nach einer höheren systematischen Kategorie charakterisierten Verhaltensschema sich einfügen und unter bestimmten Umständen bei sämtlichen Individuen des betreffenden Formenkreises unter Beibehaltung aller wesentlichen Züge auftreten.

Es läßt sich im Allgemeinen sagen, daß die Variabilitätsamplitude solcher auf angestammte Triebe zurückführbarer Handlungen von der strukturell-physiologischen Beschaffenheit der Nervenzentren funktionell abhängt. Sie wächst mit der Organisationshöhe derselben. Dieser entspricht auch der Ausmaß individuell erwerbbarer Erfahrungen und Gewohnheiten: je größer er wird, um so intensiver und vielseitiger greifen diese sekundären Faktoren in das Verhalten des Tieres ein und um so gründlicher modifizieren sie das mit der Gesamtorganisation vererbte primäre, biologisch zweckdienliche Verhaltensschema.

Damit vermindert sich, in umgekehrt proportionellem Verhältnis, die Überschaubarkeit und Berechenbarkeit der einzelnen Teilakte, trotz dem biologischen Zwangscharakter ihrer Gesamt-

heit. Nichtsdestoweniger behält die im Einleitungssatz vorliegender Schrift gegebene Charakteristik instinktiver Handlungen ihre Richtigkeit und der übliche Instinktbegriff bleibt in allen Punkten bestehen, sofern er nur auf das psychologische Kennzeichen der Bewußtheit bei gleichzeitiger primordialer Unkenntnis der Zwecke nicht verzichtet. Denn es liegt darin das brauchbarste und sicherste objektive Merkmal, um die angestammten instinktiven Tätigkeiten und die durch individuelle Erfahrungen und Übungen bedingten, erworbenen Handlungsmöglichkeiten als psychologische Kategorien systematisch voneinander zu trennen.

Erklärung der Tafel 16.

Gewebsproben.

Phot. Abb. 1. Teil des primordialen Überdachungsgespinstes am Rande eines fertigen Gehäuses von *Dicr. erminea* Esp.

Abb. 2. Reparationsgewebe von *D. felina* Btlr. zum Teil mit offenen gelassenen Alveolarfenstern.

Abb. 3. Grobes, sekundäres Leimgespinst von *D. erminea* mit eingewobenen feinen farbigen Stofffasern.

Abb. 4. Grundgewebe eines künftigen Gehäuses von *D. erminea* mit strahligen Längsfasern und ovalen Alveolen, mit angeklebten undurchsichtigen Rindenteilchen.

Abb. 5. Die mittlere Partie des vorigen Bildes in doppelter Vergrößerung, mit Faseranastomosen zweiter und dritter Ordnung.

Abb. 6. Stück eines zwischen Blättern angelegten, mit feinem Detritus imprägnierten Gehäuses von *D. felina*, von der Oberfläche gesehen.

Fertige Gehäuse.

Abb. 7. Ein Zweiggehäuse von *D. felina*.

Abb. 8. Ein ebensolches Gehäuse geöffnet. Man sieht den bis über die Hälfte ausgenagten tragenden Zweig, dessen zerkleinerter, weißer Holzstoff das Innere des Gehäuses austapeziert.

Abb. 9. Zweites Gehäuse von *D. felina*, mit dunklem Detritus aus trockenen Pappelblättern imprägniert; der dünne Zweig im Inneren ganz zernagt, die abgenagten Teilchen reichen nicht aus, um den Kokon von innen auszukleiden.

Abb. 10. Ein $3 \times$ repariertes Gehäuse von *D. erminea*. Die einstige Außenwand mit grauem Packpapier bekleidet, weitere Schäden mit zernagter Borke und mit Sägespänen ausgebessert.

Abb. 11. Ein *Erminea*-Gehäuse, an einem morschen, hellgefärbten Holzstück angelegt.

Abb. 12. Ein Gehäuse von *D. felina* auf glatter Tannenrinde.

Abb. 13. Zwei Gehäuse aus Sägespänen, von *Cer. bicuspis* Brkh. (links) und *D. vinula* L., das letztere mit einer angeflickten Pappwand.

Abb. 14. Ein unvollständig repariertes Gehäuse von *D. felina* und *vinula*.

Abb. 15. Ein in einer Krystallisierschale konstruiertes Leimgespinst von *D. erminea*, ohne fremdstoffliche Inkruste.

Abb. 16. Dasselbe abgelöst und von unten gesehen, mit glasartiger, zerrissener Grundlamelle.

Abb. 17. Ein auf Pappendeckel gebautes, ganz mit Pappe imprägniertes Gehäuse von *D. felina*, mit einer kleinen, halb vergitterten Öffnung.

Abb. 18. Ein dickwandiges, ausschließlich aus Rindenteilchen erbautes Gehäuse von *D. felina*.

Abb. 19. Ein auf alter, harter Rinde angelegtes Gehäuse von *D. erminea*.

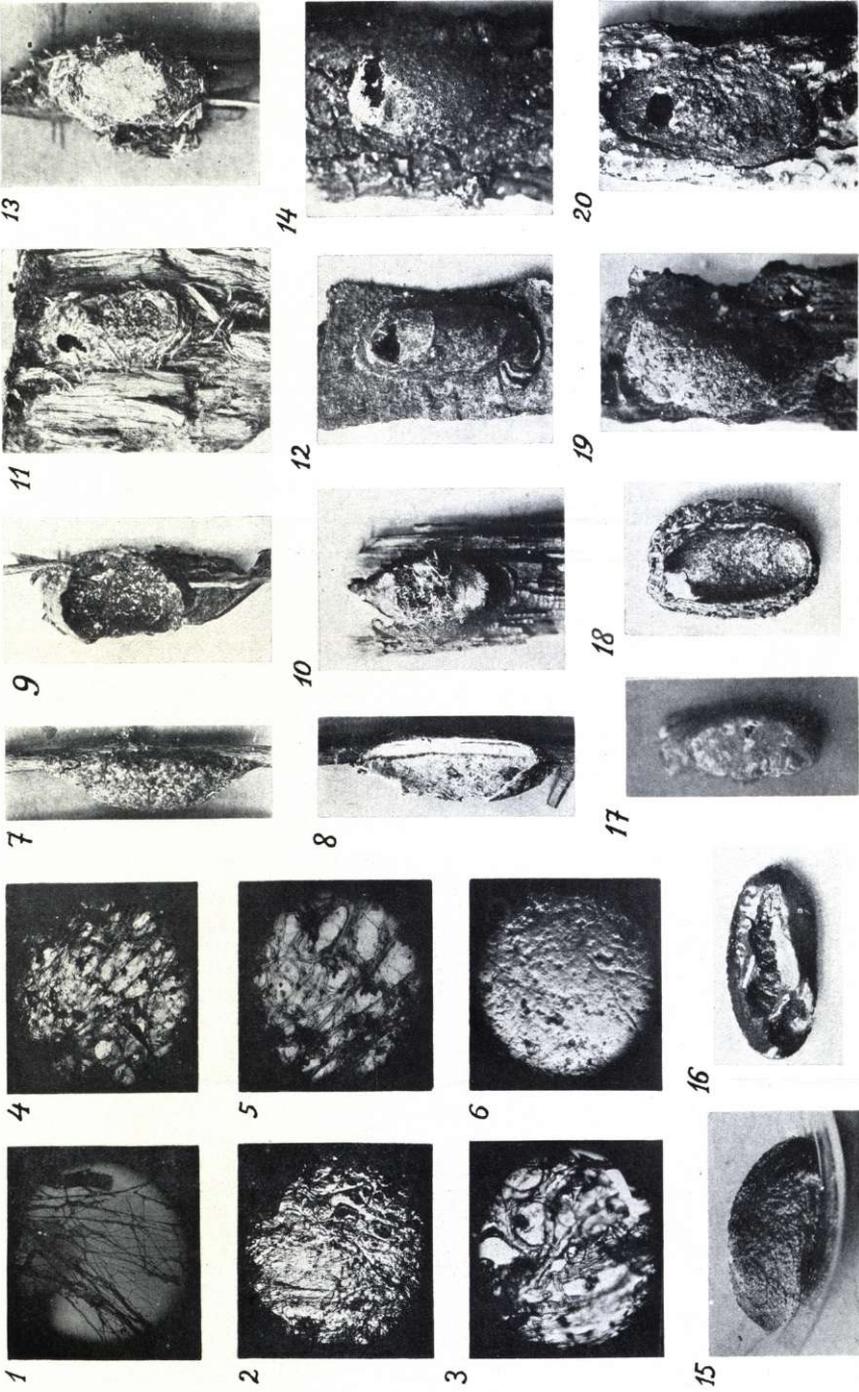
Abb. 20. Ein abnorm großes und ganz flaches Gehäuse von *D. vinula*, einer künstlich in Kiefernrinde ausgeschnittenen Wiege genau angepaßt.

Die Abbildungen 1—4 und 6 sind 7·35 ×, Abb. 5 zweimal so stark vergrößert (14·70 ×).

Die Abbildungen 7—20 sind unwesentlich verkleinert. So ist z. B. die Längsachse der unter 15 und 20 abgebildeten Puppengehäuse um etwa 3 mm kürzer als die Originalobjekte.

Aus dem Psychogenetischen Institut der Jagellonischen Universität zu Krakau.







BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES
ET DES LETTRES

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

N° 1—2 B I, 1936.

Gatty-Kostyal L. et **Tesarz J.** L'acide nucléique de l'ergot de seigle (II^e partie).

Hryniewiecki B. et **Kurtz W.** La répartition des cônes siliceux dans les cellules des Cypéracées et leur corrélation (Planches 1—2).

N° 1—2 B II, 1936.

Garbowski T. Die Rolle des Gedächtnisses bei einer blindgeborenen Katze (Planche 1).

Kolodziejski Z. † Über die Transplantation von jungen Larven des Axolotls auf ältere Tiere (Planche 6).

Słonimski P. Über Blutelemente bei dem Aalmolch (*Amphiuma means* Gard.) (Planche 5).

Studentowicz I. Der Einfluß des Lichtes auf das Verhalten des Oligochaeten *Enchytraeus albidus* Henle.

Szarski G. Contribution to the physiology of *Oligochaeta* belonging to the genus *Chaetogaster* (Planche 4).

Tur J. Sur un embryon double néoplasie (Planche 2).

Zacwilichowski J. Über die Innervation und die Sinnesorgane der Flüge von *Aphrophora alni* Fall. (Rhynchota-Homoptera) (Planche 3).

N° 3—4 B II, 1936.

Ackermann J. Methodische Untersuchung über die Bestimmung von kleinen Mengen der Lipide in den Tierorganen.

Ackermann J. Experimentelle histo-chemische Untersuchungen über den Lezithinstoffwechsel im Tierkörper. I. Teil. Über die Resorption des Lezithins im Darm (Planche 8).

Cunge M. J. Über die Cytoarchitektonik der Großhirnrinde der japanischen Tanzmaus (Planches 10—11).

Kéler S. Über die neue Mallophagengattung, *Dahlemhornia* nov. gen. (Planche 7).

Latkowski J. und **Charlampowicz B.** Über die biologische Wirkung der sog. Kurzwellen.

Liche H. Beiträge zur Ethologie der Dermestiden.

Vetulani T. Die Wiedereinführung des Waldtarpans in den Urwald von Białowieża (Bialowies) (Planche 9).

TABLE DES MATIERES.

Mai—Juillet 1936.

| | Page |
|---|------|
| J. S. MIKULSKI. The influence of alternating temperatures upon the development of the amphibians, <i>Bufo americanus</i> Le Conte and <i>Ambystoma tigrinum</i> Green . . . | 245 |
| J. ZACWILICHOWSKI. Über die Innervation und die Sinnesorgane der Flügel der Afterfrühlingsfliege <i>Isopteryx tripunctata</i> Scop. (Plecoptera) (Planche 12) | 267 |
| ST. MARKOWSKI. Über die Trematodenfauna der baltischen Mollusken aus der Umgebung der Halbinsel Hel (Planches 13—15) | 285 |
| T. GARBOWSKI. Von der Wiederholbarkeit einmaliger instinktiver Handlungen. (Auf Grund von Versuchen mit der Verpuppung der Gabelschwänze) (Planche 16) | 319 |
| F. ROGOZINSKI et Zb. GLÓWCZYŃSKI. Sur la manière dont quelques colorants liposolubles se comportent dans l'organisme animal (Planche 17) | 349 |
| J. S. MIKULSKI. The effect of constant and alternating temperatures on the survival of some developmental stages of <i>Tribolium confusum</i> Duv. (Col.) | 361 |
| J. S. MIKULSKI. On the changes of developmental velocity of some developmental stages of <i>Tribolium confusum</i> Duv. (Col.) when influenced by constant and alternating temperatures | 373 |
| H. SZARSKI. Studies on the anatomy and physiology of the alimentary canal of worms belonging to the <i>Naididae</i> family (Planche 18) | 387 |
| Z. OPOCZYŃSKA - SEMBRATOWA. Recherches sur l'anatomie et l'innervation du coeur de <i>Carausius morosus</i> Brunner (Planches 19—20) | 411 |
| B. SKARZYŃSKI. Untersuchungen über den Sterinstoffwechsel während der Entwicklung des Hühnereies | 437 |

Les abonnements relatifs au «*Bulletin International*» sont annuels et partent de Janvier. Les livraisons de ce Recueil se vendent aussi séparément.

Adresser les demandes à l'Académie ou à la Librairie »Gebethner et Wolff« Rynek Gl., Cracovie (Pologne).