Soziologische Studien an Raupen und Bemerkungen über Licht- und statischen Sinn.

Von

P. Deegener.

(Mit 5 Textfiguren.)

In der Absicht, meine im vergangenen Jahre (1918) begonnenen Studien an sozialen Raupen fortzusetzen und das Material dann weiterhin zu Kreuzungsversuchen zu benutzen, hielt ich in diesem Jahre u. a. drei Arten der Gattung *Malacosoma* (*M. neustrium* L., *M. castrense* L. und *M. franconicum* Esp.).

M. neustrium war in diesem Jahre (1919) in der Mark nicht häufig. Es gelang daher nur mit einiger Mühe, so viele Gelege zusammenzubringen, wie mir für meine Versuche nötig erschienen. Sammler, die ich zur Beschaffung des sonst so leicht erhältlichen Materials in Anspruch nahm, versagten teils ganz, teils erhielt ich höchst dürftige Sendungen; und aus den Eierringeln, die ich größtenteils den freundlichen Bemühungen des Herrn Dr. Schulz verdanke, schlüpften in vielen Fällen nur wenige Raupen aus, von denen trotz sorgfältigster Pflege ein recht hoher Prozentsatz vor und während der ersten Häutung zugrunde ging. Es ist ja bekannt, daß unsere gemeinsten Schädlinge aus der Insektenwelt in manchen Jahren geradezu selten sein können. Trotz dieser ungünstigen Lage glückte es mir aber doch, schließlich etwa 1500 Raupen dieser Art großzuziehen, in Berlin keine leichte Aufgabe, weil man ständig mit der Beschaffung des Futters Schwierigkeiten hat, insbesondere bei den vielen Verkehrsstörungen des Jahres 1919, die ein planmäßiges Arbeiten oft unmöglich machten.

An dieser Stelle soll in erster Linie über die soziologischen Versuche und Beobachtungen des Sommers berichtet werden, die zu recht interessanten und unerwarteten Ergebnissen geführt haben.

A. Fritzsche berichtet in der Entom. Zeitschr. Guben (XX. 1906/07, p. 271) über *Malacosoma alpicola* Stgr., daß die jungen Raupen sich auf ihrem Eierringe so lange aufhalten, „bis alle Räupchen aus den Eiern heraus sind, was bei ungünstiger Witterung manchmal viele Tage dauert". Dann erst beginne die Wanderung zum Futter.

Da auch *M. castrense* seine Eier nicht an die Nährpflanze, sondern an jeden geeigneten trocknen Stengel oder Halm ablegt, darf man erwarten, daß sich seine Raupen ebenso verhalten werden, wie die der erwähnten verwandten Art. Mein Wunsch, dies festzustellen, ließ sich leider in diesem Jahre nicht mehr erfüllen, weil trotz des kalten Wetters die Raupen schon früher erschienen waren, als angenommen werden konnte. Ich fand alle Gelege schon verlassen, habe mir aber durch Zucht genügend Eierringe ver-

schafft, um im kommenden Frühjahre feststellen zu können, ob sich die Raupen von *castrense* wie die von *M. alpicola* oder von *M. neustrium* verhalten. Letztere, deren Gelege in der Natur ja stets an Zweigen sitzen, von denen aus kein weiter Weg zu den Blättern führt, verhalten sich jedenfalls ganz anders.

Im ungeheizten Zimmer bei einer Temperatur von 11—13° C gehalten, erschienen aus 5 Gelegen, die 5 Wochen zuvor von Apfelbäumen genommen worden waren, am 14. April morgens die ersten Räupchen. Wenngleich nicht alle Geschwister zu derselben Stunde ausschlüpften und erst am späten Abend alle Eier leer waren, verließen sie doch die Eierschale an demselben Tage. Sie blieben nur anfangs auf ihrem Gelege, schlossen sich auf ihm aber zunächst, solange ihrer noch wenige waren, nicht enger zusammen, sondern spannen jede für sich. Das Spinnen beginnt schon, sobald die Tiere die ersten Schritte tun. Daher findet man auch den Eierring immer unregelmäßig überwebt. Nun warten aber die jungen Raupen nicht, wie es von *M. alpicola* berichtet wird, bis sich ihre Geschwister aus dem Ei herausgearbeitet haben, sondern wandern isoliert, nicht geschlossen, nicht in Reihen, Kolonnen oder mit einem anderen Ausdrucke gemeinsamen Handelns vom Gelege auf den Zweig, der es trägt. Die Stufe, welche das Gelege mit der Zweigoberfläche bildet, ist so hoch wie ein Ei; sie wird durch eine Seidenstraße überbrückt, die aus gedrängt liegenden, unregelmäßig-netzig miteinander verbundenen Fäden besteht. Diese Brücke vermag eine Raupe allein herzustellen. Von den Geschwistern bald allgemein belaufen, wird sie breiter und stärker. — Wo nur wenige Raupen geschlüpft sind, bleiben sie nicht in Fühlung miteinander und gehen sehr bald auf den Zweig über, der ebenso wie das Gelege besponnen wird. Selbst die erste frei gewordene Raupe, deren Geschwister noch in den Eischalen stecken oder erst eben ihren Kopf und Vorderleib aus deren kreisförmiger Öffnung hervorstrecken, geht schon selbständig auf den Zweig über und erscheint in ihren Handlungen durchaus unabhängig von den übrigen Mitgliedern der künftigen Gesellschaft. Schon drei junge Räupchen zeigten sich imstande, das ganze Gelege zu bespinnen und eine breite Seidenbrücke von ihm zum Zweige fertigzustellen. Einzelne der morgens geschlüpften Tiere gingen schon um 11 Uhr in das ihnen gebotene junge Laub. Ich hatte den dürren Zweig, der ihr Gelege trug, mittelst einer Nadel an einem frisch begrünten Weißdornzweige befestigt. Freilich fraßen sie noch nicht. — Die ersten Anzeichen sozialer Gewohnheiten machten sich erst bemerkbar, als die Raupen der Ruhe bedurften: sie sammelten sich dann — übrigens nicht immer alle — zu einem geschlossenen Häufchen oder bildeten mehrere räumlich gesonderte Gesellschaften mit gegenseitiger enger Fühlung der Mitglieder.

In ihrer ersten Jugend haben die *M. neustrium*-Raupen einen glänzenden schwarzen Kopf, sammetschwarzen Körper fast ohne Zeichnung mit sehr langen graugelblichen Haaren. Die Segment-

ränder sind hell geringelt, die Thoraxbeine schwarz, die Pedes spurii heller. Der Kopf erscheint auffallend groß, und die Thoraxextremitäten sind verhältnismäßig viel länger und kräftiger als bei den älteren Raupen.

Die Tiere blieben am Abend des ersten Tages nicht am Laub, sondern gingen teils an dem Zweige, der das Gelege trug, teils am Gelege selbst zur Ruhe. Die Blätter wurden an diesem Tage von keiner Raupe benagt, wohl aber fand eine Kotentleerung statt. Über Nacht hielten sich die Tiere an der Unterseite des Geleges zu einem „Spiegel" zusammengedrängt. Diese Gewohnheit würde sie im Freien gegen unmittelbar auf sie fallende Regentropfen schützen können, deren Anprall vielleicht imstande wäre, sie zur Erde zu schleudern, wo sie dann dem Untergange preisgegeben sein würden. Die jungen nur 2 mm langen Raupen sind in der Tat so schwach und zart, daß man kaum begreift, wie sie in der Natur ungünstigen Einwirkungen standhalten können. Mit ihnen verglichen erscheinen z. B. die Raupen von *Phalera bucephala* L. in demselben Alter sehr viel robuster und widerstandsfähiger, ich möchte fast sagen selbständiger. Es wäre daher zu verstehen, daß sich die *M. neustrium*-Raupen durch besonderes Verhalten zu schützen wüßten. Aber die gelegentliche Beobachtung, daß sie sich zur Nacht an der Unterseite ihres Geleges zusammendrängten, beweist noch nicht, daß dies ihre Gewohnheit sei, eine Instinkthandlung, die vor Regen schütze. Ich beobachtete alle meine Familien auf dieses Verhalten hin; und da stellte sich denn heraus, daß sie keineswegs alle, noch auch die Mitglieder einer Familie, die es tags zuvor getan hatten, an jedem Abend die Unterseite des Geleges als Schlafplatz wählten. Bald fand ich sie nach Eintritt der Dunkelheit und nachts auf der Oberseite des Geleges, bald seitlich an ihm, bald oberseits und seitlich unter Freilassen einer Zone an der Unterseite. Ja, die Tiere übernachteten nicht einmal durchweg an ihrem ersten Gespinste auf dem Eierringe, sondern manche Familien blieben im Laub an der Oberseite der Blätter, während das Gelege und die Straße dorthin völlig raupenfrei gefunden wurden. Die abendliche Sammlung der Raupen an der Unterseite ihres Geleges ist also zufällig, entspricht keiner Gewohnheit, die für sie von wesentlichem Werte wäre.

Das Ausschlüpfen der Geschwister aus den Eiern erfolgte so wenig gleichzeitig, daß bei manchen Gelegen die letzten Räupchen erst im Laufe des zweiten Vormittags erschienen. Schlüpften sehr viele Raupen gleichzeitig, so drängten sie sich oft zu einer geschlossenen Masse zusammen, von der sich nur wenige gelegentlich einzeln um einige Millimeter entfernten. Wo erst 3—6 Raupen das Gelege verlassen hatten, drängten sie sich am Tage nicht zusammen, sondern spannen in der beschriebenen Weise isoliert. Immer aber sah ich die jungen Tiere schon am ersten Tage ins Laub gehen, alle ihre Wege mehr oder weniger dicht bespinnen, aber niemals fressen. Erst am 16. April begann die Nahrungsaufnahme.

Die Blätter wurden benagt, und in dem Gewebe blieb reichlich Kot hängen. Bei der geringen Größe der Tiere und der Unmöglichkeit, sie zu zeichnen, ließ sich nicht sicher feststellen, ob nur die zuerst geschlüpften gefressen hätten; man darf dies aber wohl annehmen, da alle Raupen erst nach Verlauf einer gewissen Zeit an die Nahrung gehen. Jedenfalls darf man diese erste Nahrungsenthaltung nicht so deuten, als hätten die Raupen erst das Schlüpfen aller ihrer Geschwister abgewartet; denn in diesem Falle könnten sie oft bis zum Verhungern warten, da ja häufig ein Teil des Geleges keine Raupen liefert; und während im allgemeinen innerhalb höchstens dreier Tage alle Eier eines Geleges die Raupen entlassen zu haben pflegen, sah ich an einem Eierringe, aus dem die ersten Jungen am 14. April erschienen waren, noch am 24. April einige die Eischale verlassen, ein abnormes Verhalten, das die früher geschlüpften zum Tode verurteilt haben würde, wenn sie auf das Erscheinen der Nachkömmlinge gewartet hätten. Auch das sonstige Verhalten der Tiere deutet nicht daraufhin, daß sie sozial so eng verbunden seien, um nur in vollzähliger Gesellschaft zu fressen. Und wie könnte man diesen tiefstehenden Organismen die Fähigkeit eines Urteils darüber zuerkennen, ob alle Eier leer seien oder nicht? So gut sie nach jeder Häutung mit der Nahrungsaufnahme warten, bis ihr Chitin genügend erstarrt ist, fressen auch die frisch geschlüpften Tiere nicht gleich und sind zunächst noch durch die in ihrem Darme befindlichen Dotterreste vor Hunger geschützt. Sicher konnte festgestellt werden, daß nur ein kleiner Teil der Gesellschaft am zweiten Tage ihres freien Daseins gefressen habe; die meisten ihrer Mitglieder wanderten nur spinnend umher oder ruhten. Dabei entfernten sich die Larven zunächst noch nicht weit vom Gelege, blieben auf beschränktem Raume beisammen, in der Ruhe geschlossen, in der Bewegung aber gewöhnlich ohne Fühlung miteinander.

Erst am vierten Tage nahm der Fraß größere Ausdehnung an, erstreckte sich aber überall nur auf einen oder zwei Triebe in der Nähe des Geleges, von welchen nur die älteren äußeren Blätter, nicht aber die Knospen angefressen wurden. Gewöhnlich skelettierten die Raupen die Blätter von der Fläche aus und fraßen hierbei nur selten durchgehende Löcher. Randfraß wurde noch nicht beobachtet. — Die Tierchen saßen jetzt schon auf ihrem Gewebe außerordentlich fest und wurden durch Regen und Wind nicht hinabgeworfen.

Daß weder das Licht noch der Spürsinn allein bei den Bewegungen dieser Raupengesellschaften maßgebend seien, dafür sprachen folgende Tatsachen: Die 5 Tage alten Raupen einer Primärgesellschaft waren von ihrem Gelege aus 7 cm weit auf einen Laubtrieb gewandert und hatten diesen befressen. Zu ihm führte eine dichtfädige Seidenstraße seitlich am Zweige. Diese Straßen sind dem Bedürfnisse der Raupen entsprechend nur sehr schmal und umfassen selbst die dünnsten Zweige nicht allseitig. Als die er-

wähnte Straße angelegt wurde, ließen deren Erbauer zwei am Wege befindliche Triebe, die 1½ und 2 cm vom Gelege entfernt entsprangen, unbeachtet. Da sie dem Fenster weniger nahe waren als der von den Tieren besetzte Trieb, könnte man an eine Wirkung des Lichtes denken.

Von einer zweiten Familie ruhte mittags 1 Uhr die Mehrzahl der Mitglieder auf dem Gelege. Der dem Gelege nächste Trieb war, stark befressen und dicht grau übersponnen, von den Raupen endgültig verlassen worden. Sie waren zum Fraße an dem Hauptstamme ihres Zweiges ihrer Gewohnheit gemäß einzeln empor- und auch einzeln wieder zum Gelege zurückgewandert, wobei sie stets nur der Seidenstraße folgten, die als einseitiges schmales Band dem Zweige anhaftete und zu dem ersten (dürren) dem Lichte zugewendeten Seitenzweige und von dessen mit dem Hauptstamme schleierartig versponnener Basis zum nächsthöheren laubtragenden Seitenzweige führte, der vom Lichte weggewendet war. Die Raupen mögen auch hier zuerst dem Lichte gefolgt sein; aber an der Basis des nächsten Laubzweiges sind sie emporsteigend nicht an dem heller beleuchteten Hauptstamme geblieben, sondern sind vom Lichte weg an einem Laubtriebe vorüber an den zweiten vom Lichte abgewendeten Laubtrieb gewandert. Im Laub hielten sich jetzt nur wenige Raupen auf, um zu fressen; die meisten befanden sich am Gelege und in dessen dichter besponnener Umgebung. Die Straße von dem Gelege bis zu dem zuletzt befressenen Laub war 4 cm lang und wurde nach beiden Richtungen hin fast ständig mehr oder minder stark belaufen.

Der Übertritt auf den unbelaubten Zweig lehrt, daß die nahrungsuchenden Raupen nicht sehen oder riechen, ob er Nahrung biete oder nicht; die Tatsache, daß sie an einem lichtzugewandten Zweige vorüber auf einen lichtabgewendeten liefen, zeigt, daß sie sich in der Wahl ihres Weges keineswegs ausschließlich durch das Licht bestimmen lassen.

Während ihres Wachstums bis zu einer Länge von 4 mm haben die Raupen, ohne schon eine Häutung durchgemacht zu haben, ein verändertes Aussehen gewonnen. Ihre Haare sind dunkler (gelbbräunlich) und die gelben intersegmentalen Querstreifen des Rückens sind breiter geworden. Jederseits am Körper tritt eine helle Längslinie hervor, die oberhalb der Beine von vorn nach hinten zieht. Damit beginnt die charakteristische Längsstreifung sich auszubilden.

Der Fraß der jungen Tiere wird dadurch verderblicher, als für deren Ernährung erforderlich wäre, daß sie die Blätter eines Triebes nicht restlos verzehren. Diese bleiben vielmehr, benagt und mit Gespinst überzogen, größtenteils stehen, wenn die Raupen schon auf andere Triebe übergehen. Diese Beobachtung bezieht sich auf Weißdorn.

Hinsichtlich des geselligen Zusammenhaltes der jungen *neustrium*-Raupen ist folgendes zu bemerken: Die Tiere zerstreuen sich

oft so stark, daß durchaus keine Fühlung mehr zwischen ihnen besteht; aber weil sie niemals freiwillig ihr Gespinst verlassen und dieses nur ihrem Bedürfnisse entsprechend vergrößern, sind sie doch immer auf verhältnismäßig eng begrenztem Raume zusammen, und ihr Gewebe verbindet sie dauernd zu einer Wohngemeinschaft.

Wenn sich nun auch die Raupen tagsüber auf ihrem Gewebe, auf dem sie erstaunlich festen Halt finden, oft sehr stark zerstreuen und dann jede persönliche Fühlung miteinander verlieren, sammeln sie sich doch des Abends (wiewohl nicht zu einer bestimmten Stunde, und die unter gleichen äußeren Bedingungen gehaltenen gesonderten Völkchen nicht alle zu derselben Zeit) zu einer eng geschlossenen Gesellschaft, in welcher direkt oder indirekt alle Mitglieder untereinander in Fühlung stehen. Einen objektiven Wert dieses Verhaltens weiß ich nicht anzugeben. Das Gewebe kann dann um den ganzen Zweig herum gleich dicht mit Raupen besetzt sein, die, wie schon gesagt, nicht die Unterseite bevorzugen. Weder gegen Witterungsunbilden noch gegen Feinde sind die Tiere so besser oder überhaupt während der Nacht geschützt. An eine gegenseitige Erwärmung ist nicht zu denken. Der einzige (rein subjektive) Wert dieses Verhaltens wie der Vergesellschaftung dieser und anderer sozialer Raupen überhaupt liegt in der Befriedigung ihres sozialen Bedürfnisses.

Während sich meine Raupen im Zimmer bei einer Durchschnittstemperatur von 11° (Maximaltemperatur 13° C) langsam weiterentwickelten, sich auch nicht mehr mit dem Skelettieren der Blätter begnügten, sondern sie vom Rande her befraßen[1]), waren im Freien noch keine Raupen erschienen. Ich weiß nicht, ob diese Eier später gelegt oder, was wahrscheinlicher ist, durch die kalte Witterung in der Entwicklung beeinträchtigt worden waren.

[Nebenher sei bemerkt, daß sich an einigen der von den Raupen bewohnten Weißdornzweige zahlreiche rote Milben (Trombidiiden) einstellten, die unter dem Seidengewebe an der Rinde saßen. Sie bildeten mit den Raupen eine heterotypische Gesellschaft, über deren besondere Art ich nichts aussagen kann; denn da die Zweige, an welchen die Raupen fraßen, bald und oft mit frischen vertauscht werden mußten, konnten die sehr kleinen Milben, weil mir die Zeit fehlte, nicht jedesmal mit übertragen werden und verschwanden bald ganz. — Sie pflegten übrigens ganz isoliert zu sitzen und stets zerstreut zu sein. Zwischen ihnen selbst und zwischen ihnen und den Raupen bestand kein näheres soziales Verhältnis; denn nie sah ich mehrere Milben beisammen oder deren eine am Körper einer Raupe. — Wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, handelte es sich nicht nur um sechsbeinige Jugendformen, sondern auch um achtbeinige Milben. Wahrscheinlich diente ihnen der Raum

[1]) Das den Raupen in diesem Alter dargereichte Laub vom Paradiesapfel, schon ziemlich große Blätter, wurde von der Fläche her befressen und es entstand typischer Lochfraß.

zwischen Rinde und Gespinst nur als willkommener Zufluchtsort; man sah sie aber auch gelegentlich auf der Oberfläche des Gewebes und an unbesponnenen Zweigen umherlaufen.]

Bis zum 5. Mai waren die Raupen nur wenig gewachsen und noch nicht reif zur ersten Häutung. Dieser langsame Fortschritt war wohl auf Rechnung der niedrigen Temperatur zu setzen, die im Zimmer, in welchem ich die Tiere hielt, noch erheblich höher (im Mittel 11° C) war als im Freien.

Bemerkenswert ist, daß die Raupen im Gegensatze zu *M. castrense* immer wieder zu ihrem Primärgewebe zurückkehrten, das langsam anwachsend zum eigentlichen Neste wurde. Um die Beziehungen seiner Bewohner zu ihrem Neste zu studieren, schnitt ich bei dem Wechseln des Futters den nesttragenden Zweig jedesmal dann ab, wenn sich die Raupen auf dem Nestgewebe gesammelt hatten, und brachte so die Tiere mit dem Neste an einen frischen Zweig. Das Nest wird hier im Gegensatze zu *M. castrense* ein wirklich dauernd benutztes und immer wieder aufgesuchtes Wohnnest. Mit *M. castrense* verglichen, sind die Larven von *M. neustrium* wenigstens in ihrer Jugend stationäre Raupen. In manchen Fällen führte von dem Wohnneste aus eine schmale Seidenstraße von 30 und mehr cm Länge ins Laub, die an einer größeren Anzahl von Laubtrieben vorüberzuleiten pflegte.

Die Wohnnester enthielten auch umsponnene Hohlräume, in denen sich jedoch immer nur wenige Raupen aufhielten. Die meisten saßen gedrängt neben-, nicht aufeinander an der Oberfläche des Gewebes.

Die Straßen vom und zum Neste, die nach wie vor nur schmal angelegt wurden, wenn die Fraßstelle nicht in unmittelbarer Nähe des Nestes lag, bestanden aus einer Unterlage von unregelmäßigen Seidenschleifen, die genau mit solchen Fäden übereinstimmten, die isolierte Raupen auf der Glasplatte spannen. Dies sind einheitliche ununterbrochene Fäden, die starke, ganz unregelmäßige Schlingen beschreiben. Auf diesem Unterbau lag eine dichte Schicht gerader, ziemlich paralleler Fäden, wie sie jede Raupe hinterläßt, wenn sie auf dem Gewebe geradeaus wandert, ohne die pendelnden Bewegungen zu machen, die sie nur auf noch unbesponnenen Unterlagen mit dem Vorderleibe auszuführen pflegt. Diese Straßen werden immer dicker, weil die Raupen sie fortgesetzt in beiden Richtungen belaufen und ihnen jedesmal einen neuen Faden hinzufügen.

Die Tiere kehrten nicht nach jeder Sättigung aus dem Laub in das Nest zurück, blieben vielmehr als Gros oft tagelang geschlossen oder aufgelöst auf den gerade von ihnen befressenen Blättern. Fast immer sah man einige Mitglieder der Kinderfamilie weit getrennt von der Hauptmasse isoliert umherwandern, ohne daß sie jedoch jemals das Gewebe oder die Straßen verlassen hätten. Daher fanden sie sich auch immer leicht wieder zu ihren Geschwistern zurück. Übrigens sei bemerkt, daß die Raupen, solange sie zusammenhielten, nicht eingezwingert wurden, sondern völlig

frei an großen Zweigen saßen, die in wassergefüllten Flaschen steckten.

Am 6. Mai fand die erste Häutung der am 14. April aus den Eiern geschlüpften Raupen statt. Morgens 7½ Uhr streifte die erste ihre alte Cuticula ab, um ein ganz verändertes Aussehen zu gewinnen. Zur Häutung hatten sich alle Geschwister in das Wohnnest zurückgezogen und dieses durch neues Gespinst etwas vergrößert. Am Tage vor der Häutung zeigten sie sich noch in Bewegung, verließen aber das Häutungsnest nicht mehr. Sie saßen an dessen oberer und unterer Fläche dicht zusammengedrängt; nur sehr wenige befanden sich in den inneren Räumen des Gewebes. Die Häutung betraf nicht alle Raupen zu gleicher Zeit; denn während die erste ihre Häutung schon vollendet hatte, wanderten andere noch auf dem Gewebe umher. Kein Tier war isoliert geblieben.

Während sich die schon seit längerer Zeit im Eizustande im Zimmer gehaltenen Tiere am 6. Mai zu häuten begannen, war bei den erst jetzt aus dem Freien ins Zimmer gebrachten Gelegen noch kein Anzeichen des baldigen Ausschlüpfens zu bemerken. Die Temperatur blieb unverhältnismäßig niedrig.

Die Raupen der Kindergesellschaft, die am 14. April geschlüpft war und am 6. Mai mit der Häutung begonnen hatte, waren am 7. Mai mittags 12 Uhr noch nicht vollzählig mit der Häutung fertig. Unmittelbar nach der Erneuerung der Cuticula ist ihr Kopf gelb, später grauschwarz, endlich glänzend schwarz. Sammetschwarz erscheint der Rücken des ersten Thoraxsegmentes und des letzten Abdominalsegmentes. Zwei parallele Seitenstreifen und ein Rückenstreifen, also drei Längsstreifen sowie zwei Längsfleckenreihen neben dem mittleren Rückenstreifen sind schwarz, alle durch blaßgelbe oder graugelbe Zwischenräume gesondert. Dorsal sind die Segmenteinschnitte mit Ausnahme des ersten und letzten Segmentes orangegelb. Die Haare erscheinen gelblich, vorn etwas dunkler. Die meisten gehäuteten Raupen saßen am 7. Mai mittags noch auf ihrem Neste; eine aber befand sich schon auf der alten Straße zur Nahrung 5 cm vom Neste entfernt; eine zweite folgte ihr. Auch nach der Häutung findet also, wie auch die Beobachtung der übrigen Kindervölkchen lehrte, die Wanderung ins Laub nicht geschlossen statt. Jede Raupe geht für sich zur Nahrung und wartet nicht erst ab, bis alle übrigen fähig geworden sind, mit dem Verzehren der Blätter wieder zu beginnen. Die einzeln die Straße passierenden Raupen tasteten auf dieser nach rechts und links, wichen aber auch jetzt noch niemals von ihr ab, betraten keine unbesponnenen Zweige und fanden so mit größter Sicherheit dieselbe Stelle wieder, an der sie vor der Häutung zuletzt gefressen hatten.

Ich sah übrigens wiederholt Raupen, die allein zu den Blättern gewandert waren, wieder umkehren, ohne gefressen zu haben. Ob sie ohne Gesellschaft von ihresgleichen sich weniger leicht zur

Nahrungsaufnahme entschließen? Sicher wurde beobachtet, daß alle 5 oder 6 Raupen eines Völkchens ohne das Laub benagt zu haben, zum Häutungsneste zurückkehrten. Auch am folgenden Tage schlossen sich alle Raupen, die ins Laub gewandert waren, ohne gefressen zu haben, der Gesellschaft wieder an, die dichtgedrängt auf der Oberfläche des Häutungsnestes saß. Am 8. Mai mittags hatten alle Geschwister dieses Völkchens die am 6. Mai begonnene Häutung überstanden und wurden unter dem Einflusse direkter Sonnenbestrahlung zwar sehr lebhaft, verließen aber, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, das Nest nicht. Erst am 9. Mai wanderte ein großer Teil dieser Gesellschaft ins Laub, um nunmehr auch wirklich zu fressen.[2]) Nur wenige Tiere befanden sich noch im Neste, aber eine ziemlich große Gruppe ruhte an einem dürren Zweigchen neben der Seidenstraße, die vom Neste ins Laub führte. Zwischen Nest und Laub fand ein lebhaftes Hin- und Herwandern statt. Die einander begegnenden Raupen nahmen, obwohl sie einander auf der schmalen Straße berühren mußten, keine merkliche Notiz voneinander oder stutzten nur ganz vorübergehend, um dann jede in ihrer alten Richtung weiter zu wandern. Nahe dem Neste bildete sich dann noch eine vierte kleine Gruppe, die an den Blättern nagte. Um ein ungefähres Bild der Gruppierung innerhalb dieser Gesellschaft zu geben, erwähne ich noch, daß das Häutungsnest von der ersten fressenden Gruppe 6 cm, die zweite von der dritten ruhenden Gruppe 7 cm, die dritte von der vierten fressenden Gruppe $6\frac{1}{2}$ cm entfernt war. Bis mittags 12 Uhr hatten dann alle Raupen das Nest verlassen und fraßen in zwei Teilgesellschaften an zwei verschiedenen Laubtrieben, zu welchen ihre alten Straßen sie geleitet hatten. Die zuvor gesonderten vier Gruppen hatten sich also zu zwei Gesellschaften zusammengezogen. Nur vereinzelte Raupen beliefen die alte Straße zwischen Häutungsnest und Laubtrieben und betraten dabei vorübergehend auch das Nest selbst. — Zu derselben Zeit fand ich natürlich andere Gesellschaften in anderer Gruppierung und z. T. geschlossen am Laub, z. T. im Neste usw., worüber im einzelnen zu berichten zu weit führen würde. Es kommt ja nur darauf an, ein Bild des sozialen Verhaltens dieser Tiere zu geben.

Um festzustellen, bis zu welchem Grade sich die Raupen als abhängig von ihren Geweben erweisen, setzte ich isolierte Tiere auf unbesponnene Blätter. Hier benahmen sie sich recht hilflos, fielen immer wieder und vermochten sich nicht festzuhalten, also auch nicht in normaler Weise sicher zu laufen, natürlich auch nicht zu fressen. Auf ihr Gewebe zurückgebracht, konnten sie sich dagegen sofort halten und in der gewohnten Weise schnell laufen. Die versuchte Isolierung dieser Raupen gelang daher in so jugend-

[2]) Die Raupen einer anderen Gesellschaft, die sich erst am 7. Mai gehäutet hatten, fraßen schon am 9. Mai. Wovon solche Verschiedenheiten im Verhalten zweier unter ganz gleichen Bedingungen gehaltenen Familien abhängen, ist nicht leicht zu ermitteln.

lichem Alter noch nicht, und es mußte abgewartet werden, bis sie ein etwas selbständigeres Alter erreicht hatten. Über diese Isolierungsversuche wird unten noch berichtet werden.

Um 12½ Uhr mittags wurde die Seidenstraße einer Gesellschaft auf eine Strecke von 2 cm unterbrochen. Alle auf- und abwärts wandernden Raupen stutzten an der Lücke und kehrten um, nachdem sie längere Zeit umhergetastet hatten. Keine entschloß sich, die Unterbrechung zu überschreiten. Um 1 Uhr begann eine starke Abwärtswanderung der Raupen aus dem Laub zum Neste; aber alle entschlossen sich an der Lücke zur Umkehr, obwohl dort vorübergehend eine reiche Ansammlung der Tiere stattfand. Bis zum Abend blieb so das Gros der Gesellschaft geradezu vom Neste abgesperrt; und die Raupen, die sich zwischen der Unterbrechung und dem Neste befanden, blieben von der Hauptmasse abgeschnitten, die sich zur Nachtruhe auf dem Zweige selbst da sammelte, wo der von ihr vorzugsweise befressene Laubtrieb entsprang. Die Raupen der übrigen Sympaedien hatten sich dagegen durchweg zur Nachtruhe auf ihren Nestern gesammelt. Eine lebhafte Abwanderung der Mitglieder der Versuchsgesellschaft deutete darauf hin, daß diese es auch vorgezogen haben würden, auf ihrem Neste zu übernachten; aber entweder fanden die Raupen den Weg dorthin nicht mehr, oder wagten die Lücke nicht zu überschreiten. Die diesseits der Unterbrechung verbliebenen Mitglieder der Gesellschaft übernachteten auf ihrem Neste. Bis 4 Uhr nachmittags versuchten sie noch ins Laub zu gelangen; von dieser Stunde ab wurden nur noch abwärts wandernde Raupen beobachtet, bis die beiden gesonderten Gruppen zur Ruhe kamen. — Da sich die Tiere an dem dichten Nestgewebe vielleicht fester anklammern können, läge die Vermutung nahe, daß sie auf ihm vor dem Abstürzen sicherer seien; aber vielleicht gibt ihnen die große Oberfläche des Nestes nur bequemere Gelegenheit, sich ihrer Gewohnheit gemäß in der Ruhe eng zusammenzudrängen.

Wie wenig berechtigt es wäre, aus diesem einen Versuche allgemeine Schlüsse zu ziehen, lehrt folgende Tatsache. Derselbe Versuch, über den soeben berichtet worden ist, wurde mit einer zweiten Gesellschaft wiederholt. Ich trage über den ersten Versuch hier noch nach, daß die Unterbrechung vom 9.—11. Mai nicht übersponnen wurde, und daß beide Gruppen, von denen die Nestgruppe nur 7 Personen stark war, keinen Versuch machten, sich wieder zu vereinigen. Die Unterbrechung der Straße hatte also in diesem Falle zu einer langdauernden vollständigen Scheidung geführt. Am 11. Mai schnitt ich 9¼ Uhr morgens von dem Neste einen schmalen Seidenstreifen ab und verband durch ihn die beiden Enden der unterbrochenen Straße, indem ich das Seidenband an die Rinde andrückte. Diese Brücke wurde von den abwandernden Raupen sofort betreten; aber nur eine überlief sie ganz, die anderen kehrten auf ihr wieder um. Andere nestwärts laufende Raupen betasteten die Brücke, betraten ihren Anfang, kehrten aber eben-

falls wieder um, als sei ihnen der Weg nicht geheuer. Eine der *neustrium*-Gesellschaft beigegebene *castrense*-Raupe überlief allein die Brücke und kehrte erst kurz vor deren anderem Ende um. Es währte noch längere Zeit, bis die künstliche Brücke glatt überlaufen wurde; aber der Übergang war, seitdem sie gelegt worden war, nicht mehr, wie zuvor, absolut gesperrt.

Ich unterbrach nun die an einem Weißdornzweige dahinlaufende Straße einer zweiten *neustrium*-Gesellschaft, und in diesem Falle zeigten die Tiere ein ganz anderes Verhalten. Anfangs stutzten auch sie an der Lücke; dann aber wurde diese bald von einigen Raupen überwandert und übersponnen und jetzt wie zuvor ohne jede Stockung von allen wandernden Raupen benutzt.

Dieses verschiedene Verhalten der Raupen zu erklären, ist nicht leicht. Daß die Straße der ersten Gesellschaft anstieg, die der zweiten wagerecht verlief, kann wohl zur Erklärung nichts beitragen. Hatte die eine Gesellschaft Mitglieder, die über mehr Initiative verfügten, weniger sklavisch an ihre Wege gebunden waren und so der dummen Herde sofort die Straße wieder gangbar machten?

Isolierungsversuche mit sozialen Raupen.

Die Isolierungsversuche wurden vorgenommen, um zu ermitteln:

1. Ob die sozialen Raupen auch, aus ihrer Gesellschaft herausgerissen, allein zu existieren vermögen, was sie nach dem Erlöschen des sozialen Triebes ja alle können.
2. Ob nach länger dauernder Isolierung der soziale Instinkt erlischt und dann die zu ihrer Gesellschaft zurückversetzte Raupe sich dieser wieder anschließt oder nicht.

Am 7. Mai 12¾ Uhr wurde eine Anzahl frisch gehäuteter (1. Häutung!) *M. neustrium*-Raupen in folgender Weise behandelt: Ich schnitt das besponnene Blattstück, auf dem das Tier saß, vorsichtig heraus und befestigte es an dem Blatte eines frischen Triebes. Jeder Trieb mit je einer Raupe wurde in einen 11,50 × 8,50 × 4,50 cm großen Pappkasten mit Schleier- und Glasfenstern gebracht und an das geöffnete Fenster oder auf den Balkon gestellt. Am 9. Mai waren sämtliche Raupen eingegangen. Sie erwiesen sich in diesem Alter als höchst unselbständig und ganz hilflos und schienen unmittelbar nach der Häutung (normaler- oder abnormerweise?) nicht spinnen zu können. Ich setzte sie, um dieses Unvermögen einwandfrei festzustellen, auf eine Glasplatte, auf deren glatter Fläche sie, ohne einen Seidenfaden zu produzieren, vergebens Fuß zu fassen bemüht waren. Eine am 9. Mai auf die Glasplatte gebrachte Raupe begann, anfangs unfähig sich anzuklammern, sofort mit dem Bespinnen der glatten Unterlage und vermochte dann auch sich an ihrem Gewebe festzuhalten und sicher zu laufen, ohne beständig umzufallen. Sie bespann tastend und suchend einen kleinen Platz, auf dem sie mit der gewohnten Sicher-

heit umherlief und von dem sie nicht abfiel, wenn die Platte umgekehrt und mit einem Bleistifte so stark beklopft wurde, daß sie laut klang.

An demselben Tage wurden 4—5 mm lange gehäutete *neustrium*-Raupen in derselben Weise isoliert, sorgfältig gepflegt und häufig mit frischem Futter versehen. Sie berührten aber die Nahrung nicht, ja verließen nicht einmal das Blattstückchen, mit dem sie auf das frische Laub übertragen worden waren. Am 12. Mai waren auch sie sämtlich eingegangen.

Am 12. Mai abends 6 Uhr wurden wieder neue *neustrium*-Raupen isoliert. Außerdem brachte ich in drei besondere Kästen jedesmal zwei Raupen zusammen und sorgte dafür, daß die Paare gleichen Geschlechtes wären.[3]) Die paarweise isolierten Raupen beliefen und bespannen das ihnen dargereichte Futter und kehrten immer wieder zueinander zurück. Ihr Verhalten war dem in der Gesellschaft ganz gleich. Sie fraßen und wuchsen normal.

Es ist gewiß recht auffallend, daß bisher alle isolierten Raupen auf der Nahrung, ohne zu fressen, eingingen. Daraufhin könnte man zu der Vermutung kommen, daß sie doch in höherem Grade von der Gesellschaft abhängig seien, als es den Anschein habe. Das wäre um so überraschender, als doch jede Raupe alles kann, was zur Erhaltung ihres Lebens nötig ist. Man sieht sie ja auch in der Gesellschaft oft allein fressen oder ohne jeden Konnex mit ihren Geschwistern allein an einem Blatte ruhen. Sollte hier etwas ähnliches im Spiele sein können wie bei den Ameisen, deren Arbeiter

[3]) In der Deutsch. Entomol. Zeitschr. (1919, p. 213) regt P. Schulze dazu an, demselben Geschlechte angehörige Raupen aus verschiedenen Nestern zusammenzubringen und deren Verhalten zu studieren. Dieser Versuch kann nur den Sinn haben, festzustellen, ob bei dem sozialen Connex dieser Tiere sexuelle Momente mitwirken. Ich habe bei *M. castrense*, *M. neustrium* und *Phalera bucephala* L. diese Versuche mit dem erwarteten negativen Erfolge gemacht; nicht, weil ich mir von ihnen etwas versprochen hätte, sondern nur um der erhaltenen Anregung stattzugeben und nicht nur mit theoretischen Erwägungen die Vermutung abzuweisen, daß sexuelle Affinität im Spiele sein könne. Träfe letzteres zu, so würde man zwar begreifen, wenn sich um ein Weibchen mehrere Männchen oder um ein Männchen mehrere Weibchen scharten, nicht aber, weshalb x Männchen mit x Weibchen eine Gesellschaft bilden sollten. Der sexuellen Affinität geschieht Genüge durch Vergesellschaftung mit einem oder mehreren Tieren des anderen Geschlechtes. Schließen sich aber viele Weibchen und viele Männchen zusammen, so ist, was sie verbindet, nicht mehr der Geschlechtstrieb allein. Denn diese Gesellschaft geht in ihrer Zusammensetzung über die Befriedigung bloßer sexueller Affinität schon hinaus, ist nicht mehr nur, wenn überhaupt, Mittel zu deren Befriedigung. In der Tat ist denn auch bei zwei Raupen oder bei einer ganzen Gesellschaft von Larven gleichen Geschlechtes das soziale Verhalten in nichts von dem solcher Gesellschaften verschieden, die beide Geschlechter enthalten. Bei den ganz jungen Raupen darf man ohnehin kaum schon eine sexuelle Wirkung der Tiere aufeinander annehmen; und wenn sich diese bei den ältesten Raupen am kräftigsten bemerkbar machen müßte: warum zerstreuen dann gerade diese sich bei denjenigen Arten, bei welchen der soziale Trieb nicht die ganze Larvenperiode beherrscht?

ohne Königin und ohne Brut vorzeitig sterben? Bevor man zu dieser Annahme greift, die bei den Raupen doch wenig begründet und recht gewagt erscheint, tut man wohl besser, folgendes zur Erklärung heranzuziehen: auch von den Raupen, die ungestört in ihren Gesellschaften lebten, ging ein in manchen Fällen sehr hoher Prozentsatz der Mitglieder vor, während und nach der ersten Häutung aus mir unbekannten Ursachen zugrunde. Man darf vielleicht annehmen, daß die isolierten Raupen auch in ihrer Gesellschaft gestorben wären. Dafür sprechen auch die Ergebnisse fortgesetzter Isolierungsversuche.

Die am 12. Mai in Einzelhaft gebrachten Raupen hatten am 13. Mai morgens 8 Uhr noch nicht gefressen, liefen z. T. (suchend?) umher, gingen dabei auch auf die Zwingerwand über und benahmen sich anders als die isolierten Paare. Es schien ihnen etwas zu ihrem Wohlbefinden zu fehlen. Dennoch entschlossen sie sich noch im Laufe des Vormittags zur Nahrungsaufnahme.

Auf einem Weißdornzweige waren zwei Raupen nach der ersten Häutung zufällig zurückgeblieben, nachdem die übrige Gesellschaft für andere Versuche transloziert worden war. Sie hatten sich eng aneinander angeschlossen und tagelang zusammen gelebt, als genüge ihnen die Gesellschaft einer Schwester. An demselben Zweige wurden zwei Gelege von *M. neustrium* befestigt. Die aus diesen ausgeschlüpften Räupchen wanderten ins Laub und schlossen sich den beiden viel älteren Raupen dauernd an, die auch ihrerseits stets die Gesellschaft der jungen Räupchen suchten, um mit ihnen zu leben, als stammten sie aus demselben Gelege.

Am 13. Mai wurden einige *castrense*-Raupen unter denselben Bedingungen isoliert, wie für die *neustrium*-Raupen angegeben worden ist. Sie zeigten sich wie die verwandte Art recht ungeschickt und fielen z. Z. wiederholt von ihrer Futterpflanze (*Euphorbia cyparissias*). An das gemeinsame Gespinst gewöhnt, das ihnen ein festes Anklammern ermöglicht, sind sie natürlich auf unbesponnenen Flächen zuerst unbeholfen. Auch sie verweigerten nach der Isolierung anfangs (bis zum folgenden Tage) die Nahrungsaufnahme, ein Verhalten, das bei paarweise isolierten Raupen dieser Art nicht beobachtet wurde.

An den folgenden Tagen isolierte ich weitere *neustrium*- und *castrense*-Raupen. Ihr Verhalten war immer dasselbe: anfänglich Nahrungsverweigerung der in Einzelhaft befindlichen Tiere; mit dem der übrigen Gesellschaft übereinstimmendes Benehmen der isolierten Paare. Alle wurden sorgfältig gepflegt, stets mit frischem Futter versorgt, der Sonne ausgesetzt, die beide Raupenarten sehr lieben, usw. und gediehen genau so gut wie die Mitglieder der Gesellschaften, denen sie entnommen waren, wuchsen wie diese und häuteten sich zu derselben Zeit. Alle isolierten Raupen blieben jetzt nicht nur am Leben, sondern überstanden auch die Häutungen, zu denen sich die Geschwister besonders eng zusammenzudrängen pflegen, allein ohne Schaden. Das beweist gegen die

früheren Versuche, daß jede dieser sozialen Raupen auch allein zu leben vermag, wenn sie dazu gezwungen wird, daß sie der Mitwirkung ihrer Geschwister nach keiner Richtung hin notwendig bedarf.

Am 29. Mai wurden die seit dem 12. Mai isoliert gehaltenen *neustrium*-Paare rot gezeichnet und teils zu der eigenen, teils zu einer fremden artgleichen Kinderfamilie gesetzt. Sie unterschieden sich in ihrem Verhalten durch nichts von den übrigen Raupen. Dieselbe Erfahrung machte ich mit den *castrense*-Raupen. Ebenso wurden die in Einzelhaft gewesenen *neustrium*- und *castrense*-Raupen zu verschiedenen Völkchen zurückversetzt: fast alle schlossen sich der Gesellschaft so an, als wären sie nie von ihr getrennt gewesen. Demgegenüber war es wohl nur ein Zufall, daß eine der gezeichneten *neustrium*-Raupen anfangs isoliert blieb, sich nicht sofort der Gesellschaft anschloß, wohl aber deren Nest und Straßen belief.

Die sozialen Instinkte der Raupen erlöschen also nicht bei der Isolierung. Dasselbe zeigte sich auch dann, wenn die abgesonderten Tiere noch länger von ihrer Gesellschaft getrennt geblieben waren.

Am 30. Juli morgens isolierte ich Raupen von *Phalera bucephala* und hielt jede bei guter Pflege in einem besonderen kleinen Zwinger. Sie entwickelten sich durchaus normal und häuteten sich zu denselben Zeiten wie ihre gleichaltrigen Geschwister in den Gesellschaften. Nach der Häutung wurde am 9. August eine der isolierten Raupen, die 4,60 cm lang war, gezeichnet und zu ihrem Völkchen zurückgesetzt. Der Anschluß erfolgte sofort. Als die gezeichnete Raupe die Haare einer anderen berührte, schlug diese mit dem Vorderleibe nach hinten; und nun ließ die gezeichnete Raupe ein merkwürdiges Zucken ihres Körpers sehen, das den ganzen Zweig, auf dem sie saß, erschütterte. Dieses wiederholte Zucken wurde von anderen ferner und (während der Nahrungsaufnahme) isoliert sitzenden Raupen beantwortet, welche die Erschütterung des Zweiges gefühlt (und erkannt?) haben mußten. Durch künstliche Erschütterungen des Zweiges war ich nicht imstande, solche Bewegungen bei den Raupen hervorzurufen. – Die gezeichnete Raupe setzte sich schließlich, nachdem sie mit den anderen das Zucken eingestellt hatte, so an eine stehengebliebene Blattmittelrippe, daß sie in ganzer Länge mit einer dort ruhenden Schwester in Fühlung geriet. Sie blieb weiterhin ebenso wie die anderen nach 14 Tagen oder 3 Wochen zurückversetzten Raupen mit den übrigen bis zur Verpuppung vergesellschaftet. Alle diese Raupen benahmen sich ebenfalls so, als wären sie niemals von der Gesellschaft getrennt gewesen.

Mischung artgleicher, artverschiedener und gattungsverschiedener Raupensympaedien.

Wenn Mischungsversuche artgleicher oder artverschiedener Raupengesellschaften zu einwandfreien Ergebnissen führen sollen, dürfen sie niemals im Zwinger vorgenommen werden; denn dort haben die Tiere die unbedingt erforderliche Bewegungsfreiheit

nicht. Lassen sich die Versuche nicht im Freien ausführen, so müssen doch die Futterpflanzen ganz frei im Arbeitsraume stehen und es den Tieren jederzeit gestatten, nach beliebigen Richtungen fortzuwandern; und Zweige oder Pflanzen müssen stets in frischem Zustande so reichlich zur Verfügung stehen, daß der Hunger nicht Gesellschaften zusammenzwingen kann, die ohne Zwang niemals entstehen würden. Berichte über kombinierte Gesellschaften, die ohne Berücksichtigung dieser selbstverständlichen Forderungen entstanden sind, haben keinen Wert.

Ich habe die Raupen von *M. neustrium* in jeder noch sozialen Altersstufe miteinander vermischt, immer mit demselben Ergebnisse: die eben dem Ei entschlüpften Räupchen mischen sich ohne weiteres mit denen aus einem zweiten, dritten und vierten Gelege, wie sich Sympaedien jedes Alters, wobei 2—6 Gesellschaften kombiniert wurden, zu einer einheitlichen Sekundärgenossenschaft zusammenschließen, ohne daß zwischen Geschwistern und fremden Raupen ein Unterschied gemacht würde.

Aber nicht nur Sympaedien gleich- oder nahezu gleichaltriger Raupen mischen sich. Der Altersunterschied spielt so gut wie gar keine Rolle, und die jüngsten Raupen schließen sich mit den ältesten, die man gerade zur Verfügung hat, ohne irgendwelche Schwierigkeiten zusammen. In solchen Sekundärgesellschaften zweier oder dreier ungleichaltriger Kindervölkchen bilden die gleichaltrigen Geschwister nicht etwa enger verbundene Gruppen; vielmehr bleiben alle regellos durcheinandergemischt, und nur zur Häutung finden sich natürlich die gleichaltrigen Tiere familienrein zusammen. Werden ältere Raupen zu jüngeren gesetzt, so nehmen sie deren Gewebe sofort an und umgekehrt. Wie die Kombination auch ausgeführt werde, immer entsteht eine vollkommen einheitliche, zusammenhängende und in sich nicht gegliederte Gesellschaft, die nur durch ihre Zusammensetzung von dem Primärsympaedium verschieden ist.

Die in den Mischgesellschaften natürlich zu verschiedenen Zeiten stattfindenden Häutungen bedingen keinerlei Störungen. Die gerade häutungsreifen Tiere ziehen sich jedesmal in das Nest zurück, um hier, ganz ungestört von der übrigen Gesellschaft, ihre Cuticula abzuwerfen und sich nachher wieder unter die anderen Raupen zu mischen, als wäre der ungleichzeitige Eintritt in die Häutungsperiode für die Gesellschaft normal. Wenn den kombinierten neue, dem Freileben entnommene Kinderfamilien oder einzelne Raupen hinzugefügt werden, findet der Anschluß in derselben Weise statt; kurz, jede versuchte Mischung der artgleichen Sympaedien von *M. neustrium* gelang.

Ich habe durch Versuche des Jahres 1918 nachgewiesen, daß auch die Sympaedien von *M. castrense* sich ohne Mühe kombinieren lassen (Sitzgsber. Ges. Nat. Frde. Berlin 1919, Nr. 1. — Deutsche Entomol. Zeitschr. 1919, I, p. 70). Einige andere, die früheren bestätigende Versuche mögen an dieser Stelle noch mitgeteilt sein.

Bei dem Bestreben, die Raupen des Wolfsmilchspinners an Eiche zu gewöhnen, sah ich gelegentlich die Mitglieder eines Sympaediums 1 von Wolfsmilch an der diese enthaltenden Vase abwärts und auf das Fensterbrett, von dort auf eine benachbarte hohe Vase, die einen Eichenzweig mit einer *castrense*-Gesellschaft 2 trug, überwandern. Dabei stießen sie zum Teil auf die Mitglieder der Gesellschaft 2. Ich ließ die Seidenverbindung zwischen Eiche und Wolfsmilch absichtlich bestehen, um zu sehen, ob sich die beiden Völkchen freiwillig dauernd miteinander verbinden würden. Die *castrense* 1 mischten sich größtenteils mit den *castrense* 2, die sie ruhend angetroffen hatten, und kamen bei diesen selbst zur Ruhe. Die Gesellschaft 2 reagierte auf diesen Zuwachs überhaupt nicht und wurde schließlich von der sehr volkreichen Gesellschaft 1 fast ganz bedeckt und rings umschlossen.

In dieser Weise mögen gelegentlich auch im Freien kombinierte Gesellschaften ungleich- oder gleichaltriger Raupen entstehen, die man da, wo die Tiere sehr häufig sind, nicht selten antrifft.

Die Zuwanderung der Familie 1 nahm längere Zeit in Anspruch. Etwa 12 zu ihr gehörige Nachzügler befanden sich noch in ihrem Neste auf der Wolfsmilch und liefen unruhig und ohne Fühlung miteinander umher. Zwischen der größeren Gruppe der auf die Vase und Eiche übergegangenen Raupen einerseits und den Nachzüglern auf der Wolfsmilch andererseits fand ein lebhaftes Hin- und Herwandern statt. Dabei zeigten sich vorübergehend auf dem Wolfsmilchneste 30—40 Raupen. An der Seidenbrücke, die vom Fensterbrette zur Wolfsmilch führte, kehrten viele rückwandernde Raupen um, und es entstand auf dem Fensterbrette eine Kreisbewegung im Gänsemarsche wandernder Raupen. Nachdem Mittags gegen 1 Uhr die Wanderung der Gesellschaft 1 begonnen hatte, kamen die Tiere erst $6^1/_4$ Uhr mit dem Völkchen 2 zur Ruhe und bildeten jetzt auf dem Eichenzweige eine regellos gemischte sehr volkreiche Gesellschaft, die endgültig bestehen blieb.

Um zu prüfen, ob sich diese beiden Gesellschaften bei einer Wanderung wieder sondern würden, setzte ich sie am folgenden Morgen $7^1/_2$ Uhr im Zimmer auf den Fußboden. 7^{40} Uhr hatten sich zwei Wanderzüge in Richtung auf das Fenster gebildet (cf. Skizze 1), die einander nahezu parallel liefen. Die Kolonne b gabelte sich in die beiden Kolonnen b_1 und b_2. Alle Raupen liefen anfangs in derselben Richtung, ohne daß eine umgekehrt wäre. Dann aber wurde zuerst die Kolonne b_1 rückläufig, als die Spitze der Kolonne a die Spitze der Kolonne b_2 um 20 cm überflügelt hatte. Darauf stockte die Spitze von b_2 und auch die Raupen dieser Kolonne wurden z. T. rückläufig. Inzwischen hatte die Kolonne a bis 8 Uhr 87 cm zurückgelegt und war zu einer dorthin gelegten Glasplatte gekommen, an der sie ins Stocken geriet. Die Raupen zeigten sich also hier wie ja auch im Freien von ihrer Unterlage abhängig. Die Spitze massierte sich zu einem ansehn-

lichen Haufen, von dem aus eine teilweise rückläufige Bewegung gegen den Ausgangspunkt hin einsetzte. Die Kolonne b_2 wurde jetzt deutlich als Nebenkolonne kenntlich; ihre Raupen kehrten zum Ausgangspunkte (den Resten ihres Nestes) zurück und wanderten von dort aus auf der Straße a der Hauptkolonne im Gänsemarsche nordwärts. In der Hauptkolonne nahm dann die rückläufige Bewegung zu, wurde aber zu keiner Zeit allgemein. Die langsam schwächer werdende Spitze stockte $8^{1}/_{4}$ Uhr noch immer am Südrande der Glasplatte bei s. Durch zuwandernde Raupen der Nebenkolonne b wurde aber die Spitze der Hauptkolonne wieder stärker, und die Tiere häuften sich 8^{18} Uhr am Rande der Glasplatte. Dauernd blieb nur der Spitzenteil der Hauptkolonne am stärksten. Bis dahin waren die Mitglieder beider Völkchen regellos vermischt geblieben, doch überwogen die älteren Raupen vorn. Die Straßen der Nebenkolonnen waren bis auf 8 Raupen verlassen worden; diese letzteren befanden sich ohne Fühlung miteinander auf der Rückwanderung zum Nestreste. — $8^{1}/_{2}$ Uhr ging die erste Raupe auf die Glasplatte über, kehrte aber sofort wieder um, ohne daß ihr eine zweite gefolgt wäre. Die rückläufige Bewegung nahm wieder zu, die Straße der Nebenkolonne b war ganz, das Nest fast raupenfrei. 8^{37} Uhr bevölkerte sich jedoch das Nest durch zurückkehrende Raupen der Hauptkolonne a wieder. Da sich die Tiere bis $8^{3}/_{4}$ Uhr nicht entschließen konnten, die Glasplatte zu betreten, nahm ich an, der starke Lichtreflex der Glasbruchkante stehe mit ihrem Verhalten in ursächlichem Zusammenhange, und vertauschte die Glasplatte mit einer anderen, deren

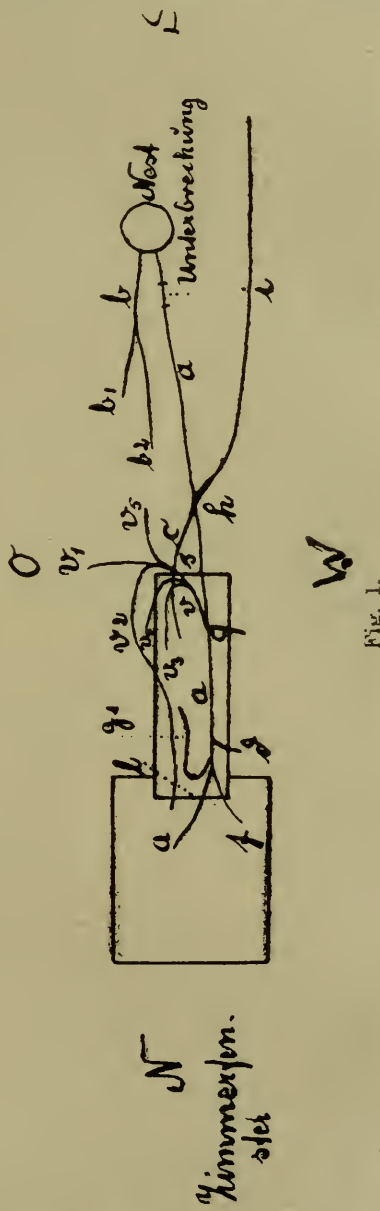

Fig. 1.

Kanten mit Xylolruß überzogen worden waren. 8^{50} Uhr strömten die Raupen 3—4 nebeneinander wieder sehr eilig vom Neste weg, die Mehrzahl auf der Straße der Hauptkolonne (a), einige wenige auch auf der Straße b. Die Spitze der Kolonne a massierte sich stark, drängte vorwärts, kam an die neue Glasplatte, stutzte und ging wieder nicht auf sie über. Vielmehr begann eine starke rückläufige Bewegung, die aber wieder nicht allgemein wurde. Auch die Raupen der Nebenkolonne b kehrten, ohne deren blinde Zweigenden überschritten zu haben, im Gänsemarsche mit gegenseitiger Fühlung (Kopf an After) zum Neste zurück.

Ich legte nun statt der Glasplatte einen Bogen weißen Schreibpapiers vor die augenblicklich nur am Orte in Bewegung befindliche Spitze. 9^{10} Uhr war das Nest von zurückgelaufenen Raupen der Hauptkolonne abermals stark bevölkert und in ihm herrschte lebhafte Bewegung, während die Spitze zur Ruhe kam. Der Zustrom zum Neste dauerte fort bis ein Drittel der ganzen Gesellschaft in ihm versammelt war. Vom Neste aus wurde auch die vorher leere Straße b wieder von einigen Raupen belaufen. Die Hauptstraße war bisher niemals ganz verlassen gewesen, doch war die Fühlung zwischen den Raupen oft unterbrochen. — 9^{20} Uhr kam die Spitze wieder in Bewegung, und eine schmale Kolonne ging ohne weiteres auf das Papier über und setzte die alte Wanderrichtung fort. An der Spitze marschierten bald 4 Raupen nebeneinander, bald 2, 3 usw. unter ständigem Wechsel der Führenden.

Die Nordkante des 33 cm langen Papierbogens lag auf einer Glasplatte (ohne berußte Kanten). Vor dem Papier bildete sich eine Zweigkolonne c, die auf den Bogen übertrat. Die Hauptkolonne a war 9^{28} Uhr am Vorderrande 1 des Papiers angelangt und stockte hier. Etwa gleichzeitig wurde die Zweigkolonne c rückläufig, und bei der Spitze bildete sich eine bald wieder umkehrende Kolonne d. 9^{43} Uhr gingen die Raupen der Spitze in gespaltener Kolonne auf die Glasplatte über. Einer dieser Kolonnenzweige (f) wurde wieder rückläufig, der andere (a) ging langsam weiter vor. Das Nest war jetzt völlig verlassen. Die Hauptmasse der Raupen befand sich auf dem Papier, z. T. als starke Zweigkolonne g_1. 9^{50} Uhr war die Spitze der Kolonne a 10 cm weit auf der Glasplatte vorgerückt und kam zum Stehen. Fast die ganze Bewegung auf der Straße a wurde rückläufig, aber zahlreiche Raupen saßen still am Orte, und es kam zu keiner allgemeinen Fortbewegung nach irgendeiner Richtung hin. Dann setzte ein schneller und starker Zug nach dem Neste hin ein, an dem aber nur die südliche Hälfte der Gesellschaft beteiligt war; das vorher ganz verlassene Nest bevölkerte sich wieder; während in der einen Nesthälfte lebhafte Bewegung herrschte, ruhten in der anderen die Raupen zu einem Haufen zusammengedrängt. Die Straße b wurde vom Neste aus wieder belaufen, aber auch diesmal nur von wenigen Raupen, die sie nicht fortsetzten. Im Gegensatze zu der vom Neste unmittelbar abgehenden Straße b wurden die von den Straßen

selbst abgezweigten Nebenwege niemals wiederholt betreten, nachdem sie einmal verlassen worden waren.

Um 10^{04} Uhr waren nur 3 Raupen auf der Glasplatte, viele aber im Neste, in welchem große Unruhe herrschte. 10^{08} Uhr begann der Wiederabmarsch aus dem Neste, als sich auf der Glasplatte keine Raupe mehr befand. Diese saßen stark massiert bei h und der ganze Weg vom Abzweigungspunkte c bis zum Neste war von ihnen besetzt. Der Abwanderungsstrom vom Neste her war 10^{14} Uhr sehr stark, die Raupen kamen in ihm nicht zur Ruhe und liefen links um die bei h massierten Tiere herum, spalteten sich und gingen auch rechts um den Haufen bei h, rissen aber dabei die ruhenden Tiere nicht mit fort, gingen vielmehr ohne sie auf den Papierbogen und brachten die dort die Straße besetzt haltenden Raupen in Bewegung. 10^{20} Uhr war das Nest fast leer. Auf dem Papier herrschte lebhafte Bewegung; die Spitze ging auf die Glasplatte über und folgte hierbei der Straße f.

Ich werde in anderem Zusammenhange (p. 140) auf diesen Versuch noch zurückkommen und seinen weiteren Verlauf mitteilen. Er wurde an dieser Stelle so ausführlich beschrieben, um zugleich eine Vorstellung davon zu geben, wie sich im Zimmer die Wanderung der Raupen gestaltet. In erster Linie aber interessiert uns hier, daß die beiden Völkchen bei allen Bewegungen und Ortsveränderungen fest miteinander verbunden blieben. Zwei *neustrium*-Raupen, die von anderen Versuchen her noch bei den *castrense* weilten, unterschieden sich in ihrem Verhalten nicht wesentlich von ihren Verwandten.

Später fand dann eine reine Scheidung beider *castrense*-Völkchen statt, denn sie waren nicht gleich alt; daher gerieten sie zu verschiedenen Zeiten in die Häutungsperiode, und während dieser hatte sich die eine Familie in ihr Häutungsnest zurückgezogen, die andere ruhte oder suchte Nahrung im Laub.

Jetzt handelte es sich darum, artverschiedene Kindervölkchen (innerhalb derselben Gattung zunächst) zu mischen. Am meisten geeignet für diese Versuche erschienen mir ihrer sehr ähnlichen Lebensweise wegen *M. castrense* und *M. franconicum*. Meine Bemühungen, diese letztere Art zu bekommen, waren nun leider erst erfolgreich, als die *franconicum*-Raupen schon über das soziale Alter hinaus waren. Ich mußte also für dieses Jahr auf die gewünschte Kombination verzichten, werde sie aber hoffentlich im nächsten Jahre versuchen können, weil ich mehrere Gelege von *M. franconicum* besitze. Die Mischung von *M. castrense* und *M neustrium* wurde aber durchgeführt, und die Erwartungen, die ich an diese Versuche geknüpft hatte, daß bei der Verschiedenheit der Lebensweise dieser beiden Arten eine Mischung nicht, sicher nicht für die Dauer zustande kommen werde, wurden durch die Tatsachen recht überraschend für mich berichtigt.

Zunächst setzte ich einzelne Raupen der einen Art zu einer Gesellschaft der anderen Art, um ihr Verhalten zu studieren. Am

11. Mai brachte ich eine erst gestern aus dem Freien eingetragene *castrense*-Raupe zu einer am Laub sich sonnenden Gesellschaft von *M. neustrium*. Die *castrense*-Raupe betastete die fremden Raupen, lief, deren Straße folgend, zu einer zweiten Gruppe, die sich an einer anderen Stelle in der Sonne gesammelt hatte, kehrte wieder um, wanderte wiederholt zwischen beiden Gruppen hin und her und versuchte, sich zwischen die fremden Raupen einzuschieben, schien aber jedesmal, wenn ihr dies gelungen war, unbefriedigt und suchte weiter, ohne sich zunächst endgültig an die *neustrium*-Raupen anzuschließen. Diese verhielten sich gleichgültig. Ich setzte dann dieselbe *castrense*-Raupe zu ihren Geschwistern zurück, die sich geschlossen auf einer Glasplatte sonnten. Sie benahm sich so, als erkenne sie sofort ihre Verwandten, schob sich zwischen sie ein und kam sogleich zur Ruhe. Bemerkt sei übrigens, daß die Raupen beider Arten nahezu gleichaltrig waren und nach überstandener erster Häutung schon gefressen hatten. Beide sind schon in diesem Entwicklungsstadium leicht voneinander zu unterscheiden. Die stärkere Behaarung kennzeichnet die *castrense*-Raupe augenfällig gegenüber der im ganzen dunkleren *neustrium*-Raupe, und erstere hat einen graublauen, letztere einen schwarzen Mittellängsstreifen des Rückens. Diese Merkmale — nicht die einzigen — genügen zu einer absolut sicheren Unterscheidung.

Zu drei gleichaltrigen Kinderfamilien von *M. neustrium* wurde je eine *castrense*-Raupe gesetzt. Letztere benutzten wohl die Straßen der fremden Art, gingen auch nie über diese hinaus, schlossen sich aber nicht an die *neustrium*-Raupen an, sondern wanderten unruhig umher; unruhig nicht aus Hunger, denn ihre Geschwister saßen ruhig ohne Nahrung auf einer Glasplatte. Wurden sie zu diesen zurückgebracht, so schlossen sie sich ihnen sofort an, drängten sich zwischen sie und zeigten ihr gewöhnliches Verhalten, das von dem Umherirren und Sich-sondern zwischen den Raupen der *neustrium*-Gesellschaften auffallend abwich. Bei Wiederholungen der Versuche zeigten die *castrense*-Raupen immer das gleiche Verhalten; doch kam es oft vor, ja war die Regel, daß sie, während ihre Geschwister regungslos ruhten, über deren Rücken hinweg, auf den ich sie hatte fallen lassen, zur Peripherie der Gesellschaft und auf das von ihr auf der Glasplatte hergestellte Gewebe liefen, hier einige Zeit isoliert umhertasteten, um dann zu der geschlossenen Gruppe zurückzukehren und ihren ganzen Leib oder nur ihren Vorderkörper zwischen je zwei Geschwister einzuschieben. In dieser engen Fühlung mit ihresgleichen verfielen sie dann in denselben Ruhezustand.

Einer ruhenden *castrense*-Gesellschaft wurden 10 gleichaltrige Raupen aus einem *neustrium*-Neste zugesetzt. Das Verhalten der *neustrium* zwischen den fremden Raupen war ganz anders als das der *castreuse* zwischen den *neustrium*; denn die *neustrium*-Raupen verrieten keine Unruhe, kein Bestreben, sich von *castrense* zu sondern. Sie zerstreuten sich zwischen den Mitgliedern der artfremden

Gesellschaft, behielten keine Fühlung untereinander, wohl aber mit den *castrense* und handelten ganz so, als ob sie stets zu dem fremden Kindervölkchen gehört hätten. Die *castrense*-Raupen fühlten sich durch die fremden Eindringlinge nicht gestört und duldeten sie ohne weiteres zwischen sich. Hier und da sah man in der sich bewegenden und wieder zur Ruhe kommenden, sich zerstreuenden und aufs engste wieder zusammenschließenden Masse zwei oder drei *neustrium*-Raupen nebeneinander. Die übrigen aber blieben von ihren Geschwistern getrennt zwischen den *castrense* und mit diesen in engster Fühlung.

Am 25. Mai wurden ältere Raupen zu folgendem Versuche benutzt: Ich setzte einige nicht an die Gesellschaft von *castrense* gewöhnte (cf. unten!) *neustrium*-Raupen von 10 mm Länge zu einer an Eiche fressenden *castrense*-Gesellschaft, deren Mitglieder höchstens 13 mm lang waren. Die *castrense*-Raupen wackelten in der ihnen eigenen „nervösen" Art; aber diese Bewegung blieb lokalisiert und dehnte sich nicht über die ganze geschlossen ruhende Gesellschaft aus. Die *neustrium*-Raupen schoben sich zwar nicht zwischen die fremden Raupen ein, vermutlich, weil sie schwächer waren als diese, blieben aber nach einigem Umherlaufen bei ihnen, wackelten mit ihnen und kamen dann sehr bald zur Ruhe. Bei Wiederholungen dieses Versuches erhielt ich immer wieder das gleiche Ergebnis.

Eine *castrense*-Raupe von 12 mm Länge wurde zu einer kombinierten Gesellschaft gesetzt, die aus mehreren artgleichen aber verschiedenaltrigen *neustrium*-Sympaedien bestand. Sie lief vom Neste und von der Gesellschaft fort, kehrte aber bald zurück und versuchte, sich zwischen die fremden Raupen einzudrängen, um schließlich in enger Fühlung mit ihnen zur Ruhe zu kommen. Nach kurzer Zeit wurde sie wieder unruhig und suchte umher.

Nach wiederholten ähnlichen Versuchen gewann ich den Eindruck, als schließe sich *M. neustrium* leichter an *M. castrense* als *M. castrense* an *M. neustrium* an. Das hängt vielleicht nur mit dem lebhafteren Wesen der *castrense*-Raupen, dem trägeren, weniger feinfühligen und „nervösen" Charakter der *neustrium*-Raupen zusammen. Jedenfalls strebten aber doch auch die einzelnen *castrense*-Raupen immer wieder nach einem Anschlusse an die fremden Raupen, nach einer Vereinigung mit der größeren Gesellschaft; und weiterhin wurde dieser Anschluß auch regelmäßig vollzogen, und die *castrense*-Raupen fraßen dann an Eiche und ruhten zwischen den fremden Raupen als hätten sie immer zu ihnen gehört. Die *neustrium*-Raupen aber schlossen sich an die *castrense*-Gesellschaften, die an Eiche gewöhnt worden waren, von vornherein wie an ihresgleichen an.

Von einer *neustrium*-Gesellschaft nahm ich ca. 70 Raupen, die auf ihrem Gewebe beisammensaßen, indem ich das Gewebe mit einer Schere abschnitt, und legte sie 11 Uhr morgens ohne Futter so auf eine Glasplatte zu einer ebenfalls aus etwa 70 Mitgliedern

bestehenden *castrense*-Gesellschaft, daß sie mitten auf den Raupenhaufen zu liegen kam. Alle Tiere gerieten am Orte in lebhafte Bewegung und mischten sich dabei regellos miteinander. $11\frac{1}{4}$ Uhr war das übertragene *neustrium*-Gewebe mit der Glasplatte fest versponnen. Die durch die Mischung aufgeregten Raupen begannen eine Wanderkolonne zu bilden und sich gegen das Licht zu bewegen. Diese Kolonne bestand aus beiden Raupenarten, doch überwog *M. castrense*. Die Glasplatte wurde nun umgedreht, und die noch kurze Wanderkolonne flutete langsam in das „Nest" zurück, um an dessen anderer Seite, die jetzt heller beleuchtet war, zwei Wanderkolonnen in Richtung nach dem Fenster zu bilden. Beide Kolonnen enthielten wieder beide Raupenarten gemischt, ohne daß irgendwo eine artreine Gruppierung zustande gekommen oder von den Tieren angestrebt worden wäre. Die Hauptkolonne drang bis zur Lichtkante der Glasplatte vor und stieß hier auf einen Weißdornzweig und einige Wolfsmilchstauden, auf die sie unter Ausbreitung nach rechts und links überging, während die Zweigkolonne rückläufig wurde und sich vom „Neste" aus der Hauptkolonne anschloß. Um 12 Uhr waren beide Raupenarten auf beiden Pflanzenarten, fraßen aber noch nicht; erst $12\frac{1}{4}$ Uhr begann eine *castrense*-Raupe die Wolfsmilchblüten zu benagen. 12^{20} Uhr wurde das jetzt raupenfreie *neustrium*-Nest weggenommen. Auf dem Gewebe der Glasplatte, das ursprünglich von *M. castrense* hergestellt worden war, befanden sich 12^{25} Uhr nur noch zwei *neustrium*- und drei *castrense*-Raupen, auf der Seidenstraße der Hauptkolonne drei *neustrium*- und eine *castrense*-Raupe. Alle übrigen saßen dicht beieinander auf den Pflanzen, ohne doch schon allgemein mit der Nahrungsaufnahme begonnen zu haben. Die Wolfsmilch war weit stärker besetzt als der Weißdorn, auch von den *neustrium*-Raupen, die hier natürlich nicht fraßen und auffallenderweise am Weißdorn ganz fehlten. Einzelne Raupen beider Arten wanderten zwischen den Pflanzen und der Neststelle hin und her. Von 12^{50} Uhr ab wurden jedoch nur noch *neustrium*-Raupen an der Neststelle und auf der Straße bemerkt. Bis $1\frac{1}{4}$ Uhr blieben dann die Tiere gemischt nur auf Wolfsmilch, wo die *castrense*-Raupen fraßen. Nur eine *neustrium*-Raupe, die jedoch nicht fraß, war auf dem Weißdornzweige zu finden.

Während dieser Vorgänge war deutlich zu bemerken, daß die *castrense*-Raupen ganz selbständig, unbeeinflußt durch die *neustrium* Raupen handelten. Letztere dagegen ließen sich durch die *castrense*-Raupen mitreißen und schlossen sich ihnen freiwillig an.

Weiterhin breitete sich die gemischte Gesellschaft auch auf ein Weißdornblatt aus; aber die *neustrium*-Raupen fraßen an diesem erst viel später ($2\frac{3}{4}$ Uhr). Dabei sonderten sie sich wohl vorübergehend von den *castrense*, gesellten sich ihnen aber nach der Sättigung wieder zu. Die Gesellschaft zeigte also dauernd eine regellose Mischung. Weißdorn und Wolfsmilch waren dann nahezu gleichstark von beiden Raupenarten besetzt. Nachdem die nicht

mehr belaufene Glasplatte entfernt worden war, überwogen $3^1/_4$ Uhr die *neustrium*-Raupen auf dem Weißdorn, die *castrense* auf der Wolfsmilch erheblich. Beide Pflanzen waren von beiden Raupenarten mit einem gemeinsamen schleierartigen Gewebe übersponnen worden. $3^3/_4$ Uhr saßen fast alle Raupen dicht gedrängt auf einem Weißdornblatte. Nur am Rande überwogen bei sonst regelloser Mischung die hier fast artreinen *neustrium*-Raupen. 3^{55} Uhr waren wieder alle Mitglieder der Gesellschaft gleichmäßig durchmischt und nirgends zeigte sich eine artliche Sonderung oder Gruppierung. Abends nach Eintritt der Dämmerung sammelten sich die zuvor von der Sonne beschienenen Tiere so, daß ein Teil der *neustrium* fast artrein auf dem Weißdorn saß; aber zwischen den *castrense*, die vorwiegend die Wolfsmilch besetzt hielten, befand sich noch mindestens die Hälfte der *neustrium*-Gesellschaft. Vom Balkon ins Zimmer gebracht, wurden die Tiere wieder unruhig und mischten sich regellos.

Am folgenden Tage morgens 8 Uhr waren beide Raupenarten nach wie vor untermischt und regellos über ihr ziemlich umfangreiches Gewebe zerstreut. Nur an der Peripherie fand ich auf Weißdorn eine fast artreine Gruppe von *neustrium*, die aber bei der ständigen Bewegung der Tiere auf dem Gespinste sehr bald wieder mit den *castrense* zusammenfloß. Während meiner Abwesenheit bis 1 Uhr befanden sich die Raupen in einem geräumigen Zwinger. Eine starke fast nur aus *castrense* bestehende Gruppe war auf dessen Glasfenster übergegangen; eine gemischte Gruppe befand sich am Weißdorn und eine artreine *neustrium*-Gruppe dicht bei der letzteren ebenfalls am Weißdorn. Weiterhin sonderten sich die Raupen fast artrein: *M. neustrium* bildete eine ganz artreine Gruppe am Weißdorn, *castrense* fraß Blüten und Blätter von Wolfsmilch, während eine andere Gruppe an der Zwingerwand ruhte; in dieser letzteren befanden sich noch einige *neustrium*-Raupen, ebenso einige auf der Wolfsmilch zwischen den *castrense*-Raupen.

Bevor wir das Schicksal dieser Mischgesellschaft weiter verfolgen, sei noch folgender Bericht eingefügt: Am 13. Mai wurden $8^1/_2$ Uhr morgens zu einer *neustrium*-Gesellschaft zwei *castrense*-Raupen gesetzt, welche schon an die Gesellschaft mit *neustrium*-Raupen gewöhnt waren. Eine *castrense*-Raupe schob sich, nachdem sie 5 Minuten umhergelaufen war, in eine Gruppe ruhender *neustrium*-Raupen ein und blieb dort einige Zeit sitzen, wurde dann aber wieder unruhig und lief umher. Die andere *castrense*-Raupe überwanderte das Gewebe, ohne sich zunächst den *neustrium* anzuschließen. Bis $9^1/_2$ Uhr machte sie wiederholte Versuche, sich zwischen die fremden Raupen einzudrängen oder auf deren Rücken zu setzen, kam aber gleich ihrer Schwester nicht zur Ruhe, und beide suchten, während sich die *neustrium* vollkommen ruhig verhielten, unruhig umher und wanderten dabei immer auf den Geweben und Straßen der fremden Art vorübergehend weit von den gesammelten *neustrium* weg. Endlich wurden die beiden *castrense*-Raupen zu ihren Geschwistern

zurückversetzt. Die erste ließ ich zwischen fressende *castrense* fallen, um zu sehen, ob sich ihr bisheriges Verhalten auf Hunger zurückführen lasse. Sie lief aber zwischen ihren Geschwistern umher, ohne zu fressen. — Die zweite setzte ich zu ruhenden *castrense*-Raupen, an welche sich vier *neustrium*-Raupen angeschlossen hatten, deren eine mitten zwischen den *castrense*-Raupen am Glasfenster des Zwingers im Gewebe saß, während die drei anderen peripherisch nahe beieinander waren, jedoch in Bewegung am Orte. Die *castrense*-Raupe wurde zwischen die drei *neustrium*-Raupen und ihre Geschwister gesetzt, kam in Fühlung mit den letzteren sofort zur Ruhe und saß dann gleich jenen unbeweglich ganz nahe der Stelle, an die ich sie gebracht hatte.

Auch nach diesen Versuchen mit schon an *neustrium* gewöhnten *castrense*-Raupen scheinen sich die *castrense* nicht den *neustrium*, wohl aber die *neustrium* den *castrense* anzuschließen, wobei sie von der letzteren Art ohne weiteres geduldet werden. Die *neustrium*-Raupen machen zwischen den *castrense*- und den Raupen der eigenen Art überhaupt keinen Unterschied.

Kehren wir nun zu der Mischgesellschaft zurück! Sie wurde aus dem Zwinger genommen und fortab in voller Freiheit weiterbeobachtet. Abends 7 Uhr waren die *neustrium* großenteils als artreine Gruppe auf Weißdorn versammelt, aber nicht eng geschlossen. Zwischen den *castrense* befanden sich noch immer einige *neustrium*. Auffallenderweise stellten von jetzt ab die *neustrium*-Raupen die Nahrungsaufnahme ganz ein, ohne daß sonst Anzeichen der bevorstehenden Häutung in die Erscheinung getreten wären. Sie kümmerten, gingen in der Größe zurück und wurden mit den *castrense*-Raupen auf frische Weißdorntriebe und Wolfsmilch übertragen. Am folgenden Tage befanden sich die *castrense*-Raupen durchweg auf Wolfsmilch; zwischen ihnen sah man nur noch wenige *neustrium*. Diese enthielten sich auch auf dem frischen Futter der Nahrungsaufnahme, waren größtenteils von den *castrense* gesondert und saßen träge am Gewebe und zerstreut auf den Blättern. Sie folgten der *castrense*-Gesellschaft nicht mehr, woraus sich ihre Absonderung erklärt. Die zwischen den *castrense* verbliebenen *neustrium* waren durchweg kräftigere und noch bewegliche Tiere; die anderen aber machten den Eindruck von Todeskandidaten und begannen am folgenden Tage von den Futterpflanzen und dem Gewebe herabzufallen. Die noch wanderfähigen hatten sich, vorher ziemlich isoliert, bis 1 Uhr den *castrense* wieder angeschlossen und saßen zwischen ihnen auf Weißdorn, fraßen aber nicht.

Um festzustellen, ob die *neustrium*-Raupen auch in diesem Zustande noch die Ortsbewegungen der *castrense*-Gesellschaft mitmachen würden, veranlaßte ich die Raupen in ihrer Gesamtheit zum Wandern. Als Bahn bot ich ihnen eine 39 cm lange, 14½ cm breite Glasplatte, an die sich ein kleiner Holztisch anschloß. Dessen Platte war 25½ cm lang, 20½ cm breit und trug 7 cm von ihrer einen Kante entfernt ein 6½ cm hohes senkrechtes Holzbrett-

chen, dessen Fußkante sich an die Tischchenplatte dicht anschloß und diese jederseits um $2\frac{1}{2}$ cm überragte (vgl. Skizze 2). $3\frac{1}{2}$ Uhr setzte ich die gemischte Gesellschaft mit Teilen ihres Gewebes auf die Glasplatte. Diese Störung rief zunächst eine lebhafte Bewegung am Orte hervor, aber nur eine *castrense*-Raupe entschloß sich gleich, lichtwärts zu wandern. Das Licht fiel durch das Nordfenster des Arbeitsraumes auf die Tiere. Auf der von der ersten Raupe hinterlassenen Seidenspur folgten bald zwei andere *castrense*, diesen wieder zwei, alle aber noch mit Abstand voneinander, nicht als Kolonne mit gegenseitiger Fühlung. Bald aber schlossen die Wanderer unter Hinzutritt weiterer Raupen auf, und es entstand eine 2—3 Personen breite Wanderkolonne, in welcher auf dem Rücken einer *castrense* auch eine *neustrium*-Raupe dahergeritten kam. Innerhalb der Kolonne aber, die bei Laboratoriumsversuchen nie so schön in Fluß kommt und nie ganz das Bild gibt wie im Freien, kehrten an verschiedenen Stellen stets einige Raupen um und

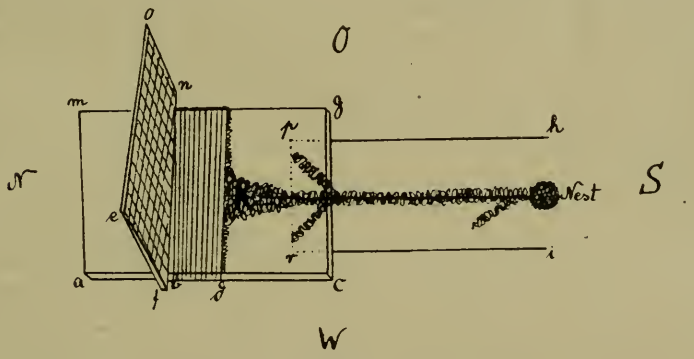

Fig. 2.

wanderten zum „Neste" zurück, während andere die so entstandenen Lücken ausfüllten. Die allein vorauslaufende Raupe, die vor der geschlossenen Kolonne einen Vorsprung von 3 cm hatte, kehrte um, verband sich mit der Kolonnenspitze, die daraufhin ins Stocken geriet; einige Spitzenraupen kehrten mit ihr um, die Kolonne aber zog lichtwärts weiter. Die Fühlung in ihr zerriß wiederholt nahe ihrem Ausgangspunkte, wurde jedoch immer wieder hergestellt. Nun entschlossen sich wieder plötzlich und ohne erkennbare äußere Veranlassung die Spitzenraupen zur Umkehr, und andere übernahmen statt ihrer die Führung. Niemals blieben dauernd alle Mitglieder der Kolonne im Fortschreiten, vielmehr wanderte ein bald größerer, bald kleinerer Teil lichtwärts, ein entsprechender anderer Teil in entgegengesetzter Richtung. Im ganzen schritt der Zug recht langsam vorwärts, weit langsamer als es im Sonnenscheine in der Natur beobachtet wurde. 3^{50} Uhr hatte er nicht mehr als 10 cm zurückgelegt. In dem Zuge befanden sich auch zwei *neustrium*-Raupen, die, obwohl sie viel träger waren;

sich doch wesentlich ebenso verhielten wie die *castrense*. Die Spitzenraupen wechselten weiterhin ständig und wurden durch andere, niemals aber durch *neustrium*-Raupen ersetzt. Dabei führten 1—4 Tiere nebeneinander. Unter ständigem Spinnen und Tasten schritt dann der Wanderzug wieder schneller vorwärts und hatte vorübergehend vorn die größte Breite, spitzte sich aber immer wieder derart zu, daß zeitweise nur eine Raupe die Führung hatte, die dann bisweilen die Spitze um einen bis zwei Zentimeter überlief. Um 4 Uhr war die Kolonne 18 cm lang, in ihrer vorderen Hälfte 3—4 Raupen breit, während die Tiere der hinteren Hälfte im Gänsemarsche oder zwei „Mann" breit marschierten. Nirgends zeigte der Zug eine Unterbrechung.

An der Holzplatte des Tischchens angekommen, bildeten die Spitzenraupen ein Knäuel. Die einen stiegen auf die Rücken ihrer Kameraden und überspannen von dort aus die einige Millimeter hohe Stufe, die das Tischbrettchen mit der ihm untergeschobenen Glasplatte bildete. Über die so hergestellte, der Stufe nicht winklig anliegende, sondern sie geradlinig überspannende Brücke folgten dann deren Erbauern alle übrigen Raupen, bildeten aber 4^{01} Uhr gleich jenseits der Seidenbrücke drei Zweigkolonnen. Als die Platte des Tischchens leicht erschüttert wurde, hielt sofort die ganze Wandergesellschaft. Die *neustrium*-Raupen blieben größtenteils unterwegs und nicht fern vom Ausgangspunkte zurück.

Als sich nach der vorübergehenden Störung der Zug wieder in Bewegung setzte (4^{10} Uhr), wurde die mittlere zur Hauptkolonne, die wie vorher an der Spitze wiederholt stockte und teilweise rückläufig wurde, ohne daß eine Ursache für das Verhalten ermittelt werden konnte. 4^{11} Uhr gelangte der Wanderzug an den Rand des von dem senkrechten Brettchen auf die Tischchenplatte geworfenen Schattens. Während der Halbschatten unbeachtet geblieben war, kamen die Raupen hier zum Stehen und sammelten sich an der Schattengrenze, waren aber dort nicht vollzählig versammelt, weil die immer wiederholte Rückkehr einiger Wanderer deren eine größere Anzahl im „Neste" zusammengeführt hatte. An der Schattenkante verhielten sich nun die stutzenden Raupen anfangs genau ebenso wie an der Stufe vor der Glasplatte zum Tischchen: die führenden Raupen stiegen ihren stillsitzenden Kameraden auf den Rücken und suchten das schattenwerfende Hindernis zu überbrücken. Das konnte natürlich in diesem Falle nicht gelingen, so sehr sich die Tiere auch bemühten, indem sie tastend den wohl vermuteten Körper zu erreichen suchten. Da sich das zuvor bei der Stufe erfolgreiche Manöver hier als unausführbar erwies, entschlossen sich die Raupen nach längeren immer wiederholten vergeblichen Versuchen von ihrer bisher eingehaltenen Zugrichtung nach Osten abzubiegen. Der Schatten wurde von keiner Raupe betreten. Die Frequenz im „Neste" wechselte inzwischen beständig, weil immer wieder Raupen von der Spitze zurückkehrten. Auf der Straße sah man sie in Gruppen oder einzeln nach beiden

Richtungen laufen, ohne daß die einander begegnenden sich wechselseitig beeinflußt hätten. Nie sah ich hierbei ein Tier auf die blind endigenden Straßen der Nebenkolonnen geraten, als wüßten sie diese von der Hauptstraße genau zu unterscheiden.

4^{47} Uhr erreichten die zögernd vorgehenden Spitzenraupen die Ostkante der Tischchenplatte. Von der jetzt am Rande des Schattens mitten auf der Tischchenplatte sitzenden Hauptmasse ging dann eine zweite Kolonne nach Westen ab, wurde vorübergehend weit stärker als die Ostkolonne, betrat aber ebenfalls den Schatten nicht, sondern hielt sich dicht an dessen Rande und kam 4^{50} Uhr am Westrande des Tischchens an. Hier stutzten die Raupen, tasteten in der Luft umher, kehrten um, liefen wieder zur Westkante und pendelten so einige Zeit unschlüssig hin und her, bis sich die Mehrzahl bei k sammelte. Von den *neustrium*-Raupen saßen um diese Zeit (5^{10} Uhr) 10 Stück im „Neste", drei Stück auf der Straße. Zwei *castrense* zogen 5^{11} Uhr im Gänsemarsche westwärts, verließen aber nach kurzem Aufenthalte das Nest wieder im Gänsemarsche, um der Straße zum Gros folgend, dieses, das jetzt vollkommen geschlossen bei k ruhte, 5^{18} Uhr zu erreichen und sich zwischen die Geschwister einzuschieben.

Wir sahen, daß bei den Wanderungen vom Neste zur Spitze und zurück alle Raupen regelmäßig nur die Hauptstraße, also den nächsten Weg benutzten und niemals auf die Seitenstraßen gerieten. Um festzustellen, ob ein Unterschied im Gewebe der Wege dies Verhalten ermögliche, wurden die Seidenstraßen genau untersucht. Sie bestanden aus einem unregelmäßigen Maschenwerke einander kreuzender längs, quer und schief zur Wanderrichtung angeordneter Fäden. Dieselbe Beschaffenheit zeigten auch die blind auslaufenden Straßen der Nebenkolonnen. Auf der Hauptstraße aber liefen, sich ungefähr in deren Mitte haltende, zahlreiche gerade parallele Längsfäden dahin, die sich auch dem unbewaffneten Auge schon deutlich als dichtest gesponnener Straßenteil erkennbar machten. Dieser axiale Straßenteil fehlte überall auf den Wegen der Zweigkolonnen. Er entstand dadurch, daß die vielen der Spitze folgenden Raupen je einen gestreckten Seidenfaden auf der Straße hinterließen, weil sie nicht unter Rechts- und Linksbewegungen des Vorderkörpers, sondern stetig geradeaus liefen, sobald sie eine hinlänglich besponnene Fläche unter ihren Füßen fühlten. Da die Haupt- und Nebenstraßen so merklich verschieden sind, können sie von den Raupen tastend unterschieden werden, und man versteht, daß diese nie auf eine Seitenstraße geraten.

Erst gegen Abend aber noch vor Sonnenuntergang entschlossen sich die Raupen trotz ihrer Abneigung gegen den Schatten diesen zu betreten und, dem Wege der Ostkolonne folgend, unter dem überstehenden senkrechten Brettchen hinweg bis zur Ecke an der Tischchenplatte vorzudringen. Dort kamen sie über Nacht an der oberen und unteren Fläche dicht gedrängt zur Ruhe und gingen am nächsten Morgen von dort aus auf die ihnen gebotene Nahrung

über. Ein Zurückwandern zum Ausgangspunkte wurde von jetzt ab nicht mehr beobachtet.

Ich habe diesen Versuch, der zwei Fragen zu beantworten bestimmt war, hier vollständig mitgeteilt und werde weiterhin wieder an ihn anknüpfen müssen, sofern es sich um den Einfluß des Lichtes auf die Wanderrichtung handelt. In diesem Zusammenhange aber interessiert uns nur das Verhalten der beiden gemischten Raupenarten zueinander.

Anfangs war ich geneigt anzunehmen, das Kümmern der *neustrium*-Raupen sei auf eine ungünstige Beeinflussung durch die *castrense*-Raupen zurückzuführen. Man konnte auch daran denken, daß der Milchsaft der Euphorbien dem Wasser, in welchem auch die Weißdornzweige steckten, eine Beschaffenheit gegeben habe, welche das Weißdornlaub in einer für die Raupen unzuträglichen Weise verändert hätte. Auf Grund weiterer Beobachtungen und Versuche kam ich indessen zu der Meinung, daß die *neustrium*-Raupen, als sie mit den *castrense* vereinigt wurden, kurz vor dem Eintritt in die Häutungsperiode standen. Bei einer gleichaltrigen *neustrium*-Familie ging gerade jetzt gegen Ende des mitgeteilten Versuches die Häutung vor sich. Nun wurden die *neustrium* von den lebhafteren *castrense* ständig mitgerissen und daran gehindert, sich ein Gewebe zur Häutung herzustellen, in dem sie ungestört blieben. Die Wiederkehr dieses mißlichen Umstandes mußte also in den folgenden Versuchen vermieden werden. Bevor ich über diese berichte, sei noch folgendes zur Charakteritik der beiden Raupenarten vorausgeschickt.

Temperament und Wesen beider *Malacosoma*-Arten zeigen auffallende Unterschiede. *M. castrense* erscheint selbständiger, lebhafter, ihre Geselligkeit ausgeprägter, enger, geschlossener als bei *neustrium*. Setzt man die Tiere, die beide Licht und Wärme sehr lieben, der direkten Sonnenbestrahlung aus, deren sie zu ihrem dauernden Wohlbefinden und Gedeihen unbedingt bedürfen, so heben die *neustrium*-Raupen ihren Vorderleib empor und strecken ihren glänzenden Kopf der Sonne entgegen; *castrense* tut dies nicht; vielmehr sind, wenn diese Raupen im Schatten oder in der Sonne ruhen, ihre Köpfe wohl alle tunlichst einander zugewendet aber nicht erhoben, sondern so gegen die Unterlage geneigt, daß man die meisten, vom Rücken her betrachtet, nicht sehen kann. Die größere Lebhaftigkeit der *castrense*-Raupen zeigt sich auch bei der Nahrungsaufnahme: sie fressen mit auffallender Eile, wenn sie sie haben können nur Wolfsmilchblüten, während *neustrium* viel bedächtiger nagt. Dies gilt im allgemeinen, schließt aber nicht aus, daß die *neustrium*-Raupen bei hoher Temperatur und an weichen Blättern auch einmal recht emsig, die *castrense* bei niederer Temperatur an harten Nährstoffen träge nagen. *M. castrense* ist für Tastreize überaus empfindlich und läßt sich bei Erschütterungen ihrer Nährpflanze im Zustande der Schreckstarre zur Erde fallen, was *neustrium* niemals tut.

Am 18. Mai wurde eine Gesellschaft von *neustrium* mit einer solchen von *castrense* kombiniert. Beide waren Primärsympaedien, ihre Mitglieder hatten soeben die Häutung überstanden, waren gleichen Alters und annähernd von derselben Größe. Die *castrense*-Raupen wurden mit Teilen ihres Gewebes auf die geschlossen im Häutungsneste ruhenden *neustrium*-Raupen gelegt. Als Futter erhielten die Tiere zunächst nur Eiche.

Die *castrense*-Raupen waren anfangs sehr unruhig und sammelten sich größtenteils artrein an einer Stelle des *neustrium*-Nestes zu einem kompakten Haufen, aus dem sie wiederholt in Klumpen abspannen. Sie wurden aber immer wieder auf das fremde Nest gebracht; schließlich ließ ich sie jedoch gewähren. Die *neustrium*-Raupen nahmen von den fremden Eindringlingen nicht die geringste Notiz, blieben ruhig auf ihrem Neste oder ließen sich bei der Nahrungsaufnahme nicht stören. Die an ihren Fäden hängenden abspinnenden Raupentrauben der *castrense* zogen sich immer wieder nach aufwärts gegen das fremde Nest hin zusammen, aber sie blieben noch in sich geschlossen und nach Verlauf von 15 Minuten befand sich ihrer keine mehr zwischen den *neustrium*-Raupen. Beide blieben einige Stunden lang artrein gesondert; *neustrium* fraß oder ruhte, *castrense* bewegte sich in lebhafter Unruhe auf seiner Nestecke. 12¼ Uhr begaben sich die *castrense* auf die Wanderung und mischten sich, als sie über das Nestgewebe liefen, mit dessen rechtmäßigen Inhabern. Es kam dann weiterhin nicht zur Bildung einer eigentlichen Wanderkolonne, weil der Konnex infolge der ständigen Berührung mit den *neustrium*-Raupen (oder aus anderen Ursachen?) immer wieder zerriß. Dennoch schlossen sich die meisten *castrense* am entgegengesetzten Nestende wieder zusammen, wurden aber hier fortgesetzt mit *neustrium*-Raupen durchmischt, die über die von *castrense* besetzt gehaltene Stelle hinweg zum Fraße zogen. Zeitweise kam eine ziemlich bunte Mischung zustande. Auch sah man jetzt einzelne *castrense* zwischen ruhenden *neustrium* eingeschoben sitzen. Die meisten *castrense* blieben jedoch in Bewegung und gingen auf ein noch unbesponnenes Eichblatt über, an welchem einige *neustrium* zu fressen begonnen hatten. Bis 1 Uhr waren dann die meisten *castrense* mit *neustrium* gemischt zur Ruhe gekommen. Einige beliefen mit *neustrium* zusammen das schon früher betretene Eichblatt, hielten sich aber doch im ganzen mehr zu ihresgleichen. Wo die *castrense* zwischen den *neustrium* ruhten, waren sie (zufällig?) stets mindestens mit einer Schwester in unmittelbarer Fühlung; daher bildeten die *castrense* zwischen den Raupen der anderen Art Gruppen von wenigstens zwei, öfter aber von 3–7 Stück. Bis 1¾ Uhr blieb das Bild zwar im wesentlichen unverändert, verschob sich aber insofern etwas, als hier und da auch eine *castrense* ganz ohne Fühlung mit einer Schwester zwischen den fremden Raupen saß.

Um 2¼ Uhr machte sich bei den *castrense*-Raupen der Hunger geltend. Drei von ihnen waren mit den *neustrium* ins Laub ge-

wandert und fraßen hier an einem Eichblatte. Andere schlossen sich an. Daß die *castrense*-Raupen Eichenlaub annahmen, war mir überraschend, aber sehr willkommen. Ich hatte zuvor Fütterungsversuche mit Birke gemacht, weil ich bei Eckstein (Die Schmetterlinge Deutschlands, II. Bd., p. 60) die Angabe gefunden hatte, Birkenaufschlag werde von diesen Raupen angenommen. Bei mir hatten sie aber vielleicht deshalb diese Nahrung verschmäht, weil sie nur junges, weiches Birkenlaub fressen mögen. Da mir aus naheliegenden Gründen sehr darum zu tun war, eine beiden Raupenarten gemeinsame Futterpflanze zu finden, kam mir das Verhalten der *castrense* sehr zustatten. Daß übrigens die Annahme von Eichenlaub für *castrense*, wenngleich für mich ganz unerwartet und neu, schon bekannt sei, entnahm ich später aus der Notiz in Ecksteins Forstlicher Zoologie (Berlin 1897, p. 487): „hat auch schon Eichensaaten befallen". — Um sicher zu sein, daß *castrense* auch ohne die Gesellschaft von *neustrium* Eichenlaub verzehre, ließ ich ein Sympaedium dieser Art auf einen Eichentrieb überwandern, wo die Raupen in der Tat das ihnen sonst fremde Futter ohne weiteres annahmen. Eine andere auf Eichenlaub gesetzte Gesellschaft zeigte ein Verhalten, das insofern erwähnt zu werden verdient, als es zeigt, daß die den *neustrium* zugesellten *castrense*-Raupen nicht durch die fremde Art zum Abspinnen in der beschriebenen Weise veranlaßt wurden. Ich übertrug das Kindervölkchen auch diesmal mit Teilen des eigenen Gewebes auf Eichenlaub: sie spannen gemeinsam in Klumpen ab und stellten dabei ein starkes Seil her, das 16 cm lang senkrecht bis zum Fensterbrette herabhing und an dem die *castrense*-Raupen lebhaft auf- und niederturnten. Sie gingen zwar größtenteils auf das Fensterbrett über, bestiegen aber später ihren Eichenzweig wieder unter Benutzung des Seidenseiles und nahmen dessen Blätter als Nahrung an. Auch (natürlich nicht eingezwingerte!) Raupen, denen Eiche neben Wolfsmilch geboten wurde, fraßen beide Pflanzen. Eiche konnte also unbedenklich als gemeinsame Nährpflanze für beide Raupenarten benutzt werden.

Kehren wir nun zu unserer Mischgesellschaft zurück! Bei einer späteren Kontrolle an demselben Tage waren die *castrense* fast artrein gesondert, aber in Fühlung mit *neustrium* und an einem Nestende in lebhafter Bewegung auf der Stelle; einige fraßen, während *neustrium* geschlossen auf der übrigen Nestoberfläche ruhte. Weiterhin umwanderten die *castrense* die Peripherie des ruhenden *neustrium*-Haufens und störten dabei eine und die andere *neustrium*-Raupe auf; aber in der geschlossenen *neustrium*-Masse befand sich keine *castrense*.

Am folgenden Tage (19. Mai) fand ich beide Arten noch miteinander assoziiert. Die *castrense* hielten mehr die Peripherie der *neustria*-Ansammlung besetzt. Eine aus 9 Personen bestehende reine *castrense*-Gruppe fraß $9^{2/3}$ Uhr an einem Eichenblatte. Bis $1^{1}/_{2}$ Uhr konnte festgestellt werden, daß die *castrense* nach der

Sättigung immer wieder zu dem *neustrium*-Neste zurückkehrten, sich mit dessen rechtmäßigen Bewohnern mischten, peripherisch zwischen ihnen saßen und über ihren Rücken hinwegliefen. Die *neustrium* hielten sich ihrer Gewohnheit gemäß sehr dicht gedrängt und nach Möglichkeit konzentrisch so angeordnet, daß sie alle den Kopf dem Zentrum der Versammlung zuwendeten. Ebenso verhielten sich die peripherisch angeordneten *castrense*-Raupen. Am Abend aber fand ich beide Raupenarten regellos untermischt; beide fraßen auch gemischt Kopf an Kopf Eichenlaub. Nie gingen alle Raupen gleichzeitig zum Fraße, verhielten sich also wie die Raupen von *Euproctis chrysorrhoea* und vermieden so eine gegenseitige Behinderung bei der Nahrungsaufnahme. Die *neustrium*-Raupen führten in der Gesellschaft oft mit dem Hinterleibsende eine schlagende Bewegung aus ähnlich der bekannten Wackelbewegung, die von beiden Raupenarten mit dem Vorderleibe gemacht wird. Die *neustrium*-Raupen saßen so fest auf ihren Geweben, daß sie durch Klopfen und Schütteln nicht herabgeschleudert werden konnten; *castrense* fiel dagegen bei solchen Manipulationen leicht herab, durch die sich also gemischte Gesellschaften bequem wieder artrein sondern lassen. Dieses verschiedene Verhalten hat natürlich seine Bedeutung und ist nicht ohne biologischen Wert. *M. neustrium* würde als Baumbewohner, von den Zweigen zu Boden gefallen, einen sehr weiten Weg zur Nahrung zurücklegen müssen; *castrense* kann sich ohne Nachteil von ihren niedrigen Futterpflanzen auf die Erde fallen lassen.

Am 26. Mai machte ich einen Versuch mit der Mischgesellschaft, der einmal die Festigkeit ihres Zusammenhaltes prüfen und ferner Aufschluß darüber geben sollte, ob die Raupen, um nach der Zerstreuung einander wiederzufinden, des Gesichtssinnes bedürfen. Über ähnliche Versuche wird in anderem Zusammenhange noch berichtet werden; und dort werden die Versuchsbedingungen genau angegeben werden. Hier genügen folgende an anderer Stelle zu ergänzende Daten.

Ein großer Teil der Mischgesellschaft wurde morgens (9^{20} Uhr) in einem lichtdichten Dunkelkasten zerstreut. Alle Raupen waren ohne Fühlung miteinander und möglichst weit voneinander entfernt. Natürlich befand sich in diesem Dunkelraume kein Futter. Der Kasten wurde geschlossen und 10^{20} Uhr zur ersten Kontrolle geöffnet. Diese verhältnismäßig kurze Zeit hatte den Tieren genügt, sich in der absoluten Dunkelheit zu drei geschlossenen Gesellschaften zusammenzufinden. Isoliert waren nur noch 7 *castrense* und eine *neustrium*. In allen drei Gruppen waren beide Raupenarten regellos vermischt und die Tiere saßen dicht gedrängt beisammen. Die erste Gruppe enthielt 13 *neustrium*, 12 *castrense*; die zweite 17 *neustrium*, 12 *castrense*; die dritte 24 *neustrium*, 13 *castrense*.

Der Rest der Mischgesellschaft, der zuvor auf dem Neste belassen worden war, wurde mit dem Gewebe (nach sorgfältiger Entfernung aller Blätter aus ihm) in denselben Dunkelkasten gelegt

und dieser 10^{17} Uhr wieder geschlossen. 2^{56} Uhr hatte sich eine der drei Gruppen zu der auf dem Gewebe befindlichen Gruppe gesellt. Die beiden anderen Gruppen hatten den Ort gewechselt, sich aber nicht miteinander vereinigt, und ruhten geschlossen. Keine Raupe war noch isoliert.

Der Dunkelkammerversuch, der um 4^{55} Uhr abgebrochen werden mußte, lehrt, daß 1. die zerstreuten Raupen der Mischgesellschaft sich nicht artrein sammeln; 2. daß die hier benutzten Raupen, um einander zu finden des Lichtes nicht bedürfen (darüber an anderer Stelle mehr.)

Ich brachte dieselbe Mischgesellschaft, von der bisher die Rede war, mit einem an Eiche gewöhnten reinen *castrense* Sympaedium zusammen, um zu sehen, wie sich die Gesellschaft bei zahlenmäßigem Überwiegen dieser letzteren Art verhalten werde, nachdem bisher *neustrium* in der Überzahl gewesen war. Die Raupen des neu hinzugefügten *castrense*-Völkchens waren so groß wie die *neustrium* und größer als die mit diesen bisher vermischt gewesenen *castrense*-Raupen. Die Kombination erfolgte ohne jede Störung. In der Sonne bildeten die drei Sympaedien eine überaus dicht gedrängte Gesellschaft. Da jede hinzukommende Raupe das Bestreben hat, sich für das Sonnenbad möglichst in den dichtesten Haufen einzubohren, wobei sie oft längere Zeit tastend den Ort des geringsten Widerstandes zu ermitteln sucht, kommt jene konzentrische Anordnung der Tiere zustande, bei welcher alle ihre Köpfe dem Mittelpunkte der Gesellschaft zuwenden. Wenn zuvor in der aus nur zwei Sympaedien zusammengesetzten Mischgesellschaft stets die *castrense* vorwiegend peripherisch saßen, so hing dies wohl ohne Zweifel damit zusammen, daß sie kleiner und schwächer waren als die *neustrium*, denen es daher immer gelang, jene auseinanderzudrängen und sich die mittleren Sitze zu erobern. Die jetzt neu hinzugekommenen *castrense* waren aber ebenso groß und stark wie die *neustrium* und saßen deshalb regellos mit dieser durchmischt. Man sollte erwarten, eine ähnliche Gruppierung bei den Mischgesellschaften aus verschiedenaltrigen artreinen *neustrium*-Sympaedien zu finden; aber hier saßen die größeren Raupen regelmäßig auf dem Rücken der kleineren wie die Henne auf ihren Küchlein.

Am 21. Mai geriet ein *castrense*-Sympaedium der Mischgesellschaft in den Häutungszustand. Die Raupen begaben sich größtenteils ihrer Gewohnheit gemäß in das Nestinnere, fertigten aber nicht, wie es sonst vor jeder Häutung dieser Wanderraupen geschieht, ein neues Häutungsnest an, sondern vergrößerten nur das alte *neustrium*-Häutungsnest etwas. Die nicht im Häutungszustande befindlichen *castrense* blieben mit *neustrium* regellos gemischt.

Am 22. Mai wurde bei den *neustrium* der Mischgesellschaft zum ersten Male jene energische Wackelbewegung des Vorderleibes, die *castrense* so häufig ausführt, beobachtet, als sie morgens 9 Uhr der Sonne ausgesetzt worden waren. Sie gerieten in eine ungeheure

Aufregung, liefen lebhaft umher und wackelten fleißig. Letztere Bewegung wurde alsbald auch von *castrense* aufgenommen, ja die Gruppen, welche nicht in Fühlung miteinander standen, begannen sie ebenfalls auszuführen. Wenn man das Ohr näher an diese wackelnde Gesellschaft heranbrachte, hörte man deutlich ein bürstendes Geräusch, das jedenfalls von der Reibung der Raupenkörper an ihrem Gewebe herrührte. Das ganze Nest und alle von ihm ausgehenden Fäden und Straßen erzitterten unter dieser Bewegung.

Am 23. Mai hatten sich auch die *neustrium*-Raupen der Mischgesellschaft größtenteils zur Häutung in das Nest zurückgezogen, in welchem die *castrense* des einen Sympaediums schon seit dem 21. Mai saßen. Soweit es sich ohne Störung der Tiere feststellen ließ, befanden sich die beiden artverschiedenen Häutungsgesellschaften in gesonderten Innenräumen des gemeinsamen Nestes. Die andere *castrense*-Gesellschaft saß im Laub und hätte jetzt wieder ein artreines primäres Kindervölkchen gebildet, wenn sich zwischen ihr nicht noch einige *neustrium* befunden hätten, die noch nicht häutungsreif waren.

Bis zum 25. Mai zeigte die Mischgesellschaft folgendes Bild: Die *neustrium*-Raupen befanden sich in Häutung im Neste; ebendort aber gesondert von ihnen und in einem anderen Nestteile saßen die Raupen des einen *castrense*-Sympaediums. Das zweite *castrense*-Völkchen hielt sich nicht auf dem Neste, sondern dauernd auf den Blättern und war somit familien- und artrein aus der Mischgesellschaft ausgeschieden. Dabei fällt auf, daß die *castrense* zuvor stets nach dem Fressen und zur Ruhe mit den *neustrium* zusammen das Nest aufsuchten, dieses jetzt aber mieden, wie sie ja in der Freiheit nie zu ihrem Häutungsneste zurückkehren.[4]) Sie scheinen also in Gesellschaft mit *neustrium* etwas von deren Sitten angenommen zu haben, um sofort zu ihrer alten Gewohnheit zurückzukehren, sobald die Beeinflussung durch die andere Raupenart ausgeschaltet worden ist.

---

[4]) In meiner Abwesenheit hatte einmal ein *castrense*-Völkchen seinen Wolfsmilchstrauß kahl gefressen und war auf dem Fensterbrette 90 cm weit westwärts gewandert. Als die Tiere an der senkrechten Seitenwand des Zimmerfensters emporstiegen, fing ich etwa die Hälfte der Gesellschaft so ein, daß ich sie auf frische Wolfsmilch übergehen ließ. Dann wurde der Strauß mit den Raupen unmittelbar neben das alte Gewebe (kein Häutungsnest!) gestellt, von dem aus eine Seidenbrücke auf das Fensterbrett führte. Die auf der Straße des Fensterbrettes befindliche Gesellschaft sammelte sich nun bald auf dem alten Gewebe und der frischen Wolfsmilch und vereinigte sich hier mit ihren anderen zuvor eingefangenen Mitgliedern. Diese Tatsache beweist, daß die Raupen auch in ihr altes Gewebe zurückkehren können und dieses nicht unter allen Umständen scheuen. Allerdings handelte es sich in diesem Falle nicht um ein Häutungsnest; und die Raupen handelten infolge eines Eingriffes. Sie scheinen die ausgesprochene Tendenz zu haben, immer dahin zu gehen, wo sie die meisten von ihresgleichen finden. Die Straße war nach kurzer Zeit völlig raupenfrei.

Am 25. Mai waren die *neustrium* früher als die *castrense* mit der Häutung fertig und zeichneten sich jetzt gegenüber ihrem früheren Aussehen durch graublaue Köpfe mit den ihnen eigenen schwarzen Flecken aus, die Augen vortäuschen können. Sie wanderten zu den *castrense* aufs Laub, mischten sich sofort mit ihnen und alle fraßen gemeinschaftlich. Einige *neustrium* zogen sich zur Ruhe auf das Nest zurück und mit ihnen wanderten auch wieder einige *castrense* dorthin. Daß diese letzteren nicht frisch gehäutete Exemplare der Nestgesellschaft sein konnten, ließ sich leicht feststellen, weil die langen Haare der neuen Cuticula noch nicht gestreckt sind und die Behaarung dann wollig oder gelockt erscheint und die Köpfe noch ein helles und wachsartiges Aussehen haben. Im Laufe des Tages wurden dann auch die *castrense* mit der Erneuerung ihrer Cuticula fertig, erschienen an der Nestoberfläche und mischten sich mit den übrigen Raupen. Nach der Häutung war die Mischung beider Raupenarten schon eine ganz freiwillige, nicht mehr wie früher wenigstens bis zu einem gewissen Grade erzwungen. Ermutigt durch diese Resultate trat ich nunmehr an die Prüfung der Frage heran, ob die Mischgesellschaft sich dauernd mit einer gattungsfremden sozialen Raupe kombinieren lasse.

Eine 15 mm lange Goldafterraupe (*Euproctis chrysorrhoea* L.) wurde mitten auf die ruhende Mischgesellschaft gesetzt. Sie betastete die fremden Raupen, die sich nicht stören ließen und unbeweglich sitzen blieben, um dann vom Neste fort ins Laub zu wandern und zu fressen; dabei benutzte sie die Seidenwege der fremden Gesellschaft.

Am Nachmittage desselben Tages (25. Mai) hatte ich 8 *chrysorrhoea*-Raupen an Blätter desselben Zweiges gesetzt, an dem die Mischgesellschaft fraß, doch so, daß sie von den fremden Raupen möglichst weit entfernt waren. Zwei der gesättigten Goldafterraupen begaben sich auf das Nest und saßen dort friedlich zusammengedrängt mit drei *neustrium*-Raupen, während sich die übrige Mischgesellschaft im Laub gesammelt hatte. Am Morgen des 26. Mai fand ich drei Goldafterraupen, unter sich ohne Fühlung, mitten zwischen den dichtgeschlossenen *neustrium* und *castrense*, vier andere Goldafterraupen geschlossen mit zwei *neustrium* in einiger Entfernung von der Hauptgruppe, alle am Nestgewebe. Eine halbe Stunde später (7^{40} Uhr) saßen drei *chrysorrhoea* in Fühlung miteinander peripherisch in der Hauptgesellschaft auf dem Mischneste in Fühlung mit *neustrium* und *castrense*; eine *chrysorrhoea* befand sich mitten auf der Mischgesellschaft; 5 *chrysorrhoea* ruhten geschlossen mit zwei *neustrium* auf einem entfernteren Gewebsabschnitte; eine *chrysorrhoea* sah ich mit *neustrium* und *castrense* auf der stark besetzten Seidenstraße, die ins Laub führte.

Die Goldafterraupen hielten sich, wenn sie ruhten, fortgesetzt gern zu den beiden Ringelspinnern, gingen aber allein zum Fressen ins Laub. Sie verursachten unter den fremden Raupen nicht die geringste Störung und lebten mit ihnen im besten Einvernehmen,

ohne aber ihre besonderen Gewohnheiten aufzugeben. Die Nacht verbrachte die ganze Gesellschaft in üblicher Weise eng geschlossen und bunt gemischt.

Am Morgen des 27. Mai fand ich *chrysorrhoea* mit *neustrium* regellos untermischt und so auf dem Neste zwischen diesen verteilt, daß keine Goldafterraupe mit einer anderen in unmittelbarer Fühlung stand. Die *chrysorrhoea* scheinen die Assoziation mit den *Malacosoma*-Raupen wie die Vergesellschaftung mit ihresgleichen zu empfinden.

Bis zum 29. Mai hatte die Mischgesellschaft ein sehr großes gemeinschaftliches Nest gesponnen, in welchem tagsüber stets lebhafte Bewegung herrschte, auch wenn seine Bewohner ruhten oder sich sonnten. Wie die *neustrium* schlägt auch die *castrense*-Raupe mit dem Hinterleibsende nach rechts und links, aber in anderer Weise als mit dem Vorderleibe. Durch diese „Schwanzschläge" scheinen die Tiere Störungen von seiten anderer Raupen abwehren zu wollen, und es erfolgen dann immer nur einige wenige, während das taktmäßige Wackeln mit dem Vorderleibe oft lange Zeit von der ganzen Gesellschaft betrieben wird.

Das Nest wurde den Raupen bei dem Wechseln des Futterzweiges, der immer möglichst groß gewählt wurde, ständig belassen. Der längst kahl gefressene das Nest tragende Zweig wurde dann, wenn alle Mitglieder der Gesellschaft auf ihm versammelt waren, mit einem frischen Eichenzweige zusammen in einen Wasserbehälter gesteckt. Der Zweig war jedesmal so groß, daß er Raum genug für die Sonderung aller Primärsympaedien der Mischgesellschaft geboten hätte. Es wurde also vermieden, den Raupen irgendwelchen Zwang anzutun. Natürlich blieben sie auch nach wie vor uneingezwingert am Fenster, auf dem Balkon oder auf einem Blumentische und konnten sich jederzeit beliebig frei bewegen.

Inzwischen waren die ältesten *neustrium*-Raupen zu einer Länge von 2 - 2½ cm herangewachsen. Tagsüber und bei sonnigem Wetter hörte das Wackeln in der aus mehreren Hundert Mitgliedern bestehenden Raupengesellschaft kaum noch auf, das natürlich auch die viel kleineren im Wachstume zurückgebliebenen *castrense*-Raupen mitmachten, die viel energischer, weiter und lebhafter mit dem Vorderleibe nach rechts und links schlugen. Ja selbst eine *chrysorrhoea*-Raupe, bei welchen diese Bewegung früher beobachtet zu haben ich mich nicht entsinne, wackelte, durch die Malacosomen angeregt, recht ordentlich mit. Was diese merkwürdige Bewegung eigentlich zu bedeuten habe, ist mir noch immer nicht klar geworden; alle Vermutungen erwiesen sich bei näherer Prüfung als trügerisch.

Wie bei einer so individuenreichen Gesellschaft lebhafter und nicht ganz uniformer Raupen zu erwarten war, wechselte die Gruppierung innerhalb der Genossenschaft ständig; aber alle drei Raupenarten blieben dauernd durcheinandergemischt; von irgendwelcher Neigung, sich art- oder familienrein zu sondern war nichts

zu bemerken. Es herrschte internationaler Kommunismus, der hiermit die Möglichkeit seiner Existenz bewiesen hat — freilich nur unter Raupen!

Niemals gingen alle Raupen gleichzeitig zur Nahrungsaufnahme ins Laub; oft aber fraßen viele gleichzeitig und dicht nebeneinander an demselben Blatte. Ihr Kot rieselte ständig hernieder. Die ungleichzeitigen Häutungen brachten auch weiterhin keine Störungen mit sich. Wer sich häuten wollte, ging ins Nest oder spann sich familienweise (*castrense*) an einer anderen Stelle ein. Die nicht gerade in der Häutungsperiode befindlichen Raupen hielten sich nur an der Oberfläche des Nestgewebes auf. Die schon 2,70 cm langen Goldafterraupen suchten geflissentlich die Gesellschaft der Malacosomen, wie mir bisweilen scheinen wollte unter einiger Bevorzugung der *neustrium*-Raupen, waren aber häufig auch nur von *castrense* umgeben.

Der Mischgesellschaft war inzwischen ein kleines aus dem Grunewald stammendes Goldafternest hinzugefügt worden, daß ich mit seinen Insassen tunlichst weit von dem Mischneste entfernt an dem Eichenzweige befestigt hatte. Die erst 10 mm langen *chrysorrhoca*-Raupen hatten bald darauf ihre eigene Wohnung freiwillig vollkommen aufgegeben und sich der Mischgesellschaft angeschlossen, mit der sie, wenn sie nicht fraßen, dauernd vereinigt blieben; und doch war der Eichenzweig groß genug, daß ihn jedes Sympaedium mit gesondertem Neste hätte bewohnen können. Dieses Verhalten der Goldafterraupen macht es sehr wahrscheinlich, daß auch in freier Natur Ringelspinner und Goldafter als Bewohner derselben Laubhölzer gemeinsame Nester spinnen können Es gibt also wahrscheinlich auch in der Natur Heterosympaedien gattungsverschiedener Raupenvölkchen. Aus dieser Kombination erwächst aber keiner Art ein objektiver Vorteil. Es ist allein der soziale Trieb, der diese Tiere vereinigt hält und halten kann, weil ihre Bedürfnisse und Gewohnheiten einander nicht widerstreiten.

Die Wanderungen von *M. castrense* beruhen nicht auf einem besonderen Wandertriebe; die Tiere ziehen nur aus, wenn sie belästigt werden, oder wenn sich Nahrungsmangel geltend macht. Aber sie scheinen sich doch, unabhängig von diesen Veranlassungen, nicht dauernd in demselben Neste wohlzufühlen und haben die Tendenz, es auch dann nach einiger Zeit zu verlassen, wenn seine nächste Umgebung noch hinreichend Nahrung bietet, und wenn sie nicht durch Störungen verjagt werden. Darauf ist doch wohl die Tatsache zurückzuführen, daß die *castrense*, die in der Gesellschaft von *neustrium* und auf Eiche stabiler geworden waren, dann, wenn sie zahlreich waren, immer Teilgesellschaften in einiger Entfernung vom Neste bildeten. Ich sah aber diese Gesellschaften (von der Häutungsperiode abgesehen) niemals ganz artrein, weil ihnen immer *neustrium* oder *chrysorrhoea* wenigstens in einigen Exemplaren beigesellt blieben; ebensowenig waren jemals alle *castrense* einer Mischgesellschaft fern vom Hauptneste, vielmehr

fand ich sie immer in größerer Anzahl den das Hauptnest bevorzugenden *neustrium* beigesellt, zwischen denen sich auch mehr Goldafterraupen aufzuhalten pflegten. Letztere ruhen allem Anscheine nach ebenfalls am liebsten auf dem Hauptneste und sind als Baumraupen wie die *neustrium* und im Gegensatze zu den nomadisierenden *castrense* stationäre Tiere.

Um ganz sicher zu sein, daß die *castrense*- und *neustrium*-Raupen sich auch ohne jeden Zwang aneinander anschließen, wenn sie auf der gleichen Nahrung einander zufällig begegnen, wählte ich folgende Versuchsbedingungen: von einer aus zwei Sympaedien gemischten artreinen *castrense*-Gesellschaft befand sich ein Kindervölkchen in der Häutung. Die Mitglieder der anderen Kinderfamilie saßen auf der Oberfläche des Gewebes gesammelt. Auf das entfernteste Ende des nesttragenden Eichenzweiges wurde ein *neustrium*-Sympaedium übertragen. Der Erfolg war, daß sich alle Raupen zu einer Mischgesellschaft miteinander vereinigten.

In dem Mischvolke *neustrium-castrense-chrysorrhoea* waren bis zum 3. Juni die Goldafterraupen soweit herangewachsen, daß sie ihren sozialen Instinkt verloren. Um die Raupen nicht immer im Zimmer zusammensuchen zu müssen, wurde die ganze Gesellschaft mit einer halbkugeligen Drahtglocke von 55 cm Durchmesser bedeckt, die ihren Mitgliedern noch immer weitgehende Bewegungsfreiheit ließ. Unter diese wurde außer Eichenzweigen auch ein Glas mit Wolfsmilch gesetzt. Die *castrense* kehrten nun wider Erwarten nicht zur Wolfsmilch, im Freien ihrer bevorzugten Nahrung, zurück, sondern verblieben auf dem Eichenlaub. Einige *neustrium* aber sah ich vorübergehend an den Blüten der Wolfsmilch nagen.

Um festzustellen, ob die *neustrium*-Raupen an Wolfsmilch gewöhnt werden können, zwingerte ich ein Sympaedium dieser Art ein und gab ihm nur diese Nahrung. Sie wurde aber beharrlich verschmäht. Es schien sich daher bei den älteren *neustrium*-Raupen nur um eine gelegentliche Leckerei gehandelt zu haben, zumal keine von ihnen dauernd die Wolfsmilch der Eiche vorzog.

Weiterhin sah ich dann eine Gruppe von zunächst 17 *castrense*-Raupen der Mischgesellschaft unter der Drahtglocke an Wolfsmilch fressen. Die Mehrzahl aber verblieb noch auf der Eiche bis zum 6. Juni. Dann schien jedoch den *castrense*-Raupen die ausschließliche Ernährung mit dem jetzt schon härteren und saftärmeren Eichenlaub nicht länger zu bekommen. An den alten Eichblättern sah ich häufig Skelettierungsfraß, während die jungen bis auf die stärkeren Rippen ganz verzehrt wurden. Den *castrense*-Raupen, die bisher nur Wolfsmilch erhalten hatten, wurde neben dieser Nährpflanze ein Zweig mit hartblättrigen Eichenkurztrieben geboten, aber von ihnen ganz unberührt gelassen. Da nun die *castrense* das junge Eichenlaub sehr leicht und gern und auch für die Dauer angenommen hatten, bot ich an Eiche nicht gewöhnten Tieren einen weichblättrigen jungen Eichentrieb dar, der dann auch sofort angenommen und in kurzer Zeit völlig verzehrt wurde.

Die bis dahin nur mit Eiche ernährten *castrense*-Raupen der Mischgesellschaft begannen jetzt zu kümmern, blieben im Wachstum zurück und viele starben ab, während die mit Wolfsmilch gefütterten aufs Beste weitergediehen. Die Wolfsmilch, die ich einigen an Eiche gehaltenen *castrense*-Familien angeboten hatte, wurde zwar nicht sofort angenommen, schließlich aber doch verzehrt. In den Mischgesellschaften *neustrium-castrense* sammelten sich die letzteren allmählich auf Euphorbia, blieben aber noch immer mit einigen *neustrium* gemischt, die z. T. an Wolfsmilchblüten nagten.

Nicht lange, nachdem die Bevorzugung der Wolfsmilch die *castrense*-Raupen von den *neustrium* geschieden hatte, verloren die Tiere mit der letzten Häutung den sozialen Instinkt und Zusammenhalt. Die Versuche mit den Mischgesellschaften haben gelehrt, daß die Vergesellschaftung der beiden Malacosomen miteinander und mit *Euproctis chrysorrhoea* nicht nur für kurze Dauer möglich ist, sondern solange bestehen bleibt, wie allen diesen Raupenarten ein ihnen allen zusagendes gemeinsames Futter gereicht werden kann. Ob diese Tiere ihre eigene von einer fremden Art unterscheiden können, muß noch in Zweifel gelassen werden. Sicher ist, daß sie von dem bei den Ameisen, ja selbst bei jungen Spinnen[5]) und Zecken[6]) so ausgesprochenen „Nationalgefühle" nichts besitzen, ein Mangel, den sie mit unerwartet vielen Menschen gemeinsam haben.[7])

Der soziale Wert des Gesichtssinnes.

An sich könnte man wohl daran denken, daß der augenfällige Zusammenhalt in einer Raupengesellschaft dadurch aufrecht erhalten werde, daß die Tiere einander sehen. Bei näherer Prüfung aber wird man kaum noch geneigt sein, dem Gesichtssinne irgendwelche soziologische Bedeutung zuzuerkennen.

[5]) Deegener, Tiersoziologische Beobachtungen und Versuche. Sitz.-Ber. Ges. Nat. Frde. Berlin 1919, Nr. 1.

[6]) P. Schulze, Über den Geselligkeitstrieb der Zeckenlarven. Deutsch. Entomol. Zeitschr. 1919. Sitzgsber. v. 10. II. 1919. p. 212.

[7]) In der Entomol. Zeitschr. Intern. Ver. (XII. Jahrg. Nr. 19, 1899) wirft Pauls die Frage auf, ob die Raupen Verwandtschaftssinn besitzen. Er hatte gleichaltrige Angehörige zweier Nester von *Vanessa io* L. miteinander gemischt und dann beobachtet, daß sich die Raupen wieder in zwei Gesellschaften sonderten. Die Vermutung, diese Spaltung sei familienrein vor sich gegangen, lag wohl nahe; aber weil die Tiere nicht gezeichnet waren, blieb die Frage offen. Obwohl seit Pauls' Anregung zur experimentellen Verfolgung seiner zufälligen Beobachtung 20 Jahre vergangen sind, hat meines Wissens noch niemand die so leicht durchzuführenden Versuche angestellt. Ich selbst wurde auf Pauls' Mitteilung erst aufmerksam, als meine früheren und die hier veröffentlichten Beobachtungen schon zu dem Ergebnisse geführt hatten, daß von einem Verwandtschaftssinne der von mir studierten geselligen Raupen in dem von Pauls' für möglich gehaltenen Sinne nicht die Rede sein könne. Was aber für die Spinnerraupen gilt, braucht nicht auch für die geselligen Tagfalterraupen zuzutreffen. Ich werde daher die nächste sich bietende Gelegenheit benutzen, auch die *V. io*-Raupen auf ihren Familiensinn hin zu prüfen.

Die Raupen besitzen an jeder Kopfseite 5—6 Augen von sehr einfachem Bau, die so ausgestattet sind, daß sie recht geringe Unterschiede in der Lichtstärke wahrzunehmen vermögen. Die Goldafterraupen laufen, wie die vieler anderer Schmetterlingsarten, wenn man sie auf einer hindernisfreien Unterlage unbeeinflußt kriechen läßt, zunächst fast alle nach der Lichtseite. Aber sehen sie auch Farben? Sie werden neuerdings für völlig farbenblind gehalten. Sind sie zu Bildwahrnehmungen fähig? Möglicherweise; dann aber sehen sie kaum weiter als etwa 1 cm. Jedenfalls sind die Sehleistungen nicht beträchtlich, weit geringer sicher als die des Schmetterlings, dem ja viel bessere und größere Augen eigen sind. Würden die Raupen in der bekannten Weise suchend und prüfend mit dem Vorderleibe umhertasten, wenn sie ein einziger Blick ihrer Augen über die Beschaffenheit eines Gegenstandes aufzuklären vermöchte? Würden sie einander betasten müssen, um sich in Gesellschaft zu wissen, wenn ihre Augen ihnen ausreichenden Aufschluß geben könnten? Danach ist es mindestens recht unwahrscheinlich, daß das Gesicht der herrschende oder überhaupt ein wichtiger sozialer Sinn sei, daß in ihm die Fähigkeit liege, die Gesellschaft als solche zu erhalten.

Wem diese Beobachtungen und Erwägungen nicht genügen, der müßte sich durch geeignete Versuche Sicherheit verschaffen, die inzwischen von mir angestellt worden sind und zu folgenden Ergebnissen geführt haben.

Ich ließ mir einen absolut lichtdichten Kasten herstellen, dessen Leistungsfähigkeit geprüft wurde, bevor ich ihn in Gebrauch nahm. Er war 35 cm lang, 22 cm breit, 11 cm hoch, hatte also eine innere Gesamtfläche von 2794 qcm.

In diesen Dunkelkasten setzte ich $1^{1}/_{2}$ Uhr 80 Raupen von *M. castrense*, die 6 mm lang waren, derart, daß sie auf alle Flächen zerstreut wurden und möglichst weite Abstände voneinander hatten. Nahrung, auf welche die Raupen ihr Spürsinn hätte zusammenführen können, wurde nicht in den Versuchsraum gebracht. 4^{10} Uhr wurde der Kasten geöffnet. 78 Raupen saßen zu einer geschlossenen Gesellschaft gesammelt auf der Bodenfläche des Dunkelraumes; nur zwei irrten noch umher, von denen man natürlich nicht wissen konnte, ob sie gesondert geblieben waren oder sich erst später von der Gesellschaft wieder entfernt hatten.

Soviel läßt dieser Versuch nun ohne Zweifel schon erkennen, daß die Raupen einander auch ohne Benutzung der Augen zu finden wissen, man müßte denn annehmen, ihr Sehorgan sei noch lichtempfindlicher als die photographische Platte.

An demselben Tage wurden 12 Raupen eines anderen Völkchens derselben Art 5^{10} Uhr ebenso behandelt wie die 80 Tiere des vorhergehenden Versuches. Natürlich waren alle Innenflächen des Kastens zuvor mit Bürste und Lappen sorgfältig von allen hinterlassenen Seidenfäden befreit und die Bodenfläche sicherheitshalber mit trockenem Sande belegt worden. Da sich diesmal nur

12 Raupen auf dem gleichen Flächenraume zusammenfinden sollten, war die Aufgabe für sie ungleich schwieriger als für die 80 Tiere. Dementsprechend liefen auch am späten Abend desselben Tages noch alle Raupen isoliert an den Kastenwänden umher. Am Morgen des folgenden Tages aber war die schwierige Aufgabe auch von ihnen gelöst. 8 Raupen saßen in Fühlung miteinander in einer der oberen Ecken, 4 andere in der entgegengesetzten oberen Ecke. Diese letzteren waren aber in Fühlung miteinander schon wieder auf der Wanderung begriffen. Da mir dieses Resultat genügte, setzte ich die Tiere zu ihren Geschwistern zurück aufs Futter.

Mit den Raupen von *Phalera bucephala* mußte dieser Versuch etwas anders gestaltet werden, weil sich diese Raupen wohl auf der Nahrung vergesellschaften, unter der Wirkung des Hungers aber zerstreut umherwandern. Ich legte also in den Dunkelkasten einen 74-blättrigen Eichenzweig und zerstreute 19 Raupen so auf ihm, daß jede auf einem anderen Blatte und von der Nachbarin möglichst entfernt saß. $11^{3}/_{4}$ Uhr vormittags wurde der Dunkelkasten geschlossen und 2^{10} Uhr wieder geöffnet. Zu dieser Zeit hatten sich erst drei Raupen zusammengefunden; die übrigen waren noch isoliert geblieben, hatten aber z. T. den Eichenzweig verlassen und liefen an den Kastenwänden umher. Der Kasten wurde nach kurzem Einblicke sofort wieder verdunkelt und um 5 Uhr nachmittags zum zweiten Male kontrolliert. Diesmal hatten sich schon 6 Raupen zu einer Gesellschaft vereinigt, die dicht geschlossen an der Unterseite eines Eichblattes ruhte. Alle übrigen waren noch isoliert. Nach Feststellung des mitgeteilten Ergebnisses wurde der Dunkelraum gleich wieder geschlossen und erst am folgenden Morgen 7 Uhr wieder geöffnet. Außer der schon seit gestern Abend bestehenden Gesellschaft von 6 Raupen hatten sich zwei weitere Gruppen gebildet, deren eine 4, die andere 2 Mitglieder zählte. Der Rest der Raupen war, wie ich jetzt feststellen konnte, deshalb isoliert geblieben, weil sich diese Tiere gerade in der Häutungsperiode befanden, in der sie ja nicht wanderfähig sind, und daß die einen sich häuteten, die anderen noch nicht, hing damit zusammen, daß die 19 Raupen mehreren ungleichaltrigen Primärgesellschaften (Sympaedien) entnommen waren.

Der Eichenzweig mit den Raupen wurde nun ans Licht gestellt. Nachdem die isolierten Raupen ihre Häutung überstanden hatten, sah ich sie durchweg Anschluß an die übrigen Raupen suchen und finden. Ich verteilte sie jetzt $6^{1}/_{4}$ Uhr abends auf einen anderen Eichenzweig mit 50 Blättern und ließ diesen am Lichte freistehen. Inzwischen waren einige andere Raupen in den Häutungszustand geraten und wurden mit ihren Blättern auf dem neuen Eichenzweige befestigt. Nachdem sie die Häutung vollendet hatten, bei welcher zwei von ihnen zugrunde gingen, hatten sie sich wie folgt gruppiert: a) zwei frisch gehäutete Raupen; b) zwei frisch gehäutete Raupen; c) drei Raupen; d) vier Raupen; e) sechs Raupen. Isoliert war also keines der Tiere geblieben. Am Abend

desselben Tages war die Gruppierung: 3, 3, 4, 7 Raupen; am folgenden Morgen hatten sie sich noch enger zusammengezogen, um abends eine einzige Gesellschaft zu bilden.

Dieselben Raupen wurden nun auf einen frischen 51-blättrigen Eichenzweig möglichst gleichmäßig zerstreut und nachmittags 2½ Uhr in den Dunkelkasten gebracht. Die Raupen waren bei diesem Versuche 20 - 27 mm lang. 6½ Uhr abends fand ich sie in folgender Gruppierung: 5 Raupen vergesellschaftet an der Kastenwand; 4 zusammen an einem Blatte, 2 andere an einem zweiten Blatte, sechs noch isoliert. Am Morgen des folgenden Tages war keine Raupe mehr allein. Die kleinste Gruppe bestand aus zwei in der Häutung befindlichen Tieren, die größte aus 7 Mitgliedern.

Nachdem die *Ph. bucephala*-Raupen die letzte Häutung durchgemacht und damit das Spinnvermögen verloren hatten, wurden sie 1¼ Uhr nachmittags in dem Dunkelkasten in der üblichen Weise auf einen Eichenzweig zerstreut und 7 Uhr abends kontrolliert. Sie bildeten drei Gruppen aus 9, 5 und 3 Mitgliedern.

Damit haben auch diese Raupen bewiesen, daß sie (auch unabhängig vom Spinnvermögen) einander in absoluter Dunkelheit zu finden wissen, ihrer Augen also zu diesem Zwecke nicht bedürfen. Ich verweise an dieser Stelle auf den p. 121 mitgeteilten Dunkelkastenversuch mit einer Mischgesellschaft von *Malacosoma neustrium* und *M. castrense*.

Wie früher schon und jetzt mit mehr Recht habe ich auch auf Grund bereits publizierter Versuche dem Geruche die Bedeutung eines sozialen Sinnes abgesprochen. Um nun zu prüfen, ob nach Ausschaltung des Gesichts- und Tastsinnes nicht doch vielleicht der Spürsinn suchende soziale Raupen zu ihrer Gesellschaft führen könne, habe ich folgende Versuche gemacht.

Die beiden größten Flächen einer Deckgläschenschachtel von 44 × 29 × 17 mm Größe waren durch eine doppelte Wand feinsten Schleierstoffes ersetzt worden. Die beiden Wände jedes dieser Stoffenster waren 2 mm voneinander entfernt. Durch sie hindurch war ein Tasten der Raupen unmöglich; aber natürlich ließen die Schleierwände den Geruch der Tiere durch ihre zahlreichen Löcher hindurch. In diese Schachtel, die ich weiterhin kurzweg als Schleierschachtel bezeichnen werde, schloß ich 20 von etwa 100 *M. castrense*-Raupen desselben Kindervölkchens ein. Die übrigen ca. 80 Raupen zerstreute ich in dem Dunkelkasten und setzte mitten auf dessen Bodenfläche die Schleierschachtel mit den 20 Raupen. 7¼ Uhr abends wurde der Dunkelraum geschlossen.

Wenn die 80 Raupen sich um die Schleierschachtel gesammelt hätten, wäre es wahrscheinlich gewesen, daß der Geruch der in der Schachtel zusammengedrängten Tiere, sie dorthin gelockt habe. Die isolierten Raupen sammeln sich ja gern unter Anschluß an eine geschlossene Gesellschaft; mit dieser Gewohnheit rechnete der Versuch.

Am folgenden Morgen um 7 Uhr hatten sich etwa 35 Raupen außen an derselben Schleierwand gesammelt, an der die 20 Raupen innen saßen. Eine kleine Gruppe (12 Tiere) befand sich am Boden in einer Ecke des Dunkelkastens; eine Gruppe mit 31 Mitgliedern an der Decke des Kastens in einer Ecke. Hiernach wäre es möglich, daß sich ein Teil der Tiere durch den Geruch hätte leiten lassen, um sich der Schleierschachtelgesellschaft so eng wie möglich anzuschließen. Aber warum hatten die übrigen Raupen das nicht auch getan? Der Versuch mußte jedenfalls noch recht oft wiederholt werden.

Am 7. Juni wurden 16 *castrense*-Raupen nach der vorletzten Häutung in die Schleierschachtel gesteckt, der Rest der Gesellschaft, 35 Raupen, in dem Dunkelkasten zerstreut, dieser 4^{25} Uhr nachmittags geschlossen. Am 8. Juni morgens hatten sich die 35 Raupen zu drei Gesellschaften miteinander vereinigt, die sämtlich an den Deckenwinkeln des Dunkelkastens saßen. Keine Raupe war isoliert geblieben, keine saß an der Schleierschachtel. Die erste Gruppe bestand aus 6, die zweite aus 12, die dritte aus 17 Raupen.

Diese Versuche wurden mit verschieden volkreichen Gesellschaften von *M. castrense* und *M. neustrium* noch häufig, aber immer mit demselben negativen Erfolge wiederholt. Der erste mitgeteilte Fall blieb der einzige, in welchem sich die Raupen außen an der Schleierschachtel gesammelt hatten. Es war also nur ein Zufall. Wir dürfen es demnach für sehr unwahrscheinlich halten, daß die Raupen durch den Geruch zueinander geführt werden, zumal wir durch andere Versuche wissen, daß ihr Spürvermögen recht dürftige Leistungen aufweist. Während bei den spinnenden Raupen die hinterlassenen Seidenfäden das gegenseitige Finden sehr erleichtern dürften, beweisen doch die nicht mehr spinnenden *Phalera bucephala*-Raupen, daß für diesen Zweck Seidenwege nicht unentbehrlich sind. Wir kommen also auch auf Grund dieser Versuche, bei welchen Tastsinn und Gesicht ausgeschaltet waren, zu der Überzeugung, daß der Tastsinn der eigentlich soziale, wie überhaupt der vorherrschende Sinn dieser Tiere sei. Dasselbe gilt wohl auch für die Blattwespenlarven, sofern sie sozial mit gegenseitiger Fühlung ihrer Mitglieder leben. Doch werden dies erst Versuche zu entscheiden haben.

An dieser Stelle sei übrigens darauf aufmerksam gemacht, daß der morphologische Beweis für die Natur der Raupenhaare als Sinneshaare schon seit Jahren vorliegt. W. A. Hilton faßt die Ergebnisse seiner Untersuchungen am Schlusse seiner Arbeit „The body sense-hairs of Lepidopterous larvae" (Amer. Naturalist, Vol. XXXVI, 1902) wie folgt zusammen:

„Lepidopterous larvae are clothed whit hollow hairs, each of which is supplied by a bipolar nerve cell, a process of which penetrates a short distance into the hair and probably terminates before reaching the tip. In most species all body hairs are sensory; large

hairs are supplied by large bipolar nerve cells, and small ones by smaller bipolar cells. Nerves from bipolar sensory nerve cells go to the central nervous system, run to the ganglia, leaving at once to follow on the outside of the connectives cephalad, forming a wellmarked sensory tract. Almost the only sensory termination of nerves on the body of insects is by means of hairs."

Über den Einfluß des Lichtes und des statischen Sinnes auf die Ortsbewegungen der Raupen und über die Unterscheidung ihrer Straßen.

Es kann keinem Zweifel unterworfen sein, daß viele Raupen heliotropisch sind, d. h. die Neigung besitzen, dem Lichte zuzulaufen. Ich kann aber auf Grund meiner Erfahrungen nicht behaupten, daß sie wie eine in Gang gesetzte Maschine oder wie ein Automat mit stets gleichbleibender Notwendigkeit dem Lichte entgegen wandern müßten. Ich möchte mich nicht so ausdrücken, daß der Reflexmechanismus durch andere Einwirkungen mechanisch umgestellt werden könne, sondern lieber sagen, daß eine neue Erfahrung, eine neue Reizwirkung den psychischen Zustand umstimmt und so ein verändertes Verhalten bedingt; denn ich will nicht in den gewiß unbegründeten Verdacht geraten, zu denen zu gehören, die sich einbilden, das organische Geschehen restlos als physikalische Abläufe erklären zu können. Die Zukunft gehört, wie sehr sich auch die Gegenwart dagegen sträuben möge, dem Psychismus, nicht dem Mechanismus.

Wenn Raupen auf der von ihnen zuerst eingeschlagenen Bahn auf unbehinderter Fläche immer zuerst lichtwärts laufen, so bedeutet das für den Reflexphysiologen, daß sie zum Lichte wandern müssen auf Grund einer bestimmten Struktur ihres sensorischen und motorischen Apparates; es kann aber bedeuten, daß die Raupen eine angeborene Vorliebe für das Licht haben, eine Neigung also, eine psychische Disposition, einen Charakterzug, der dieses ihr Handeln bestimmt, wie wir unser Handeln durch unseren Charakter bestimmt sehen. Operari sequitur esse. Wir können uns selbst nicht als Reflexmaschinen, unseren Charakter nicht als Ausdruck unserer maschinellen Struktur verstehen. Wenn nun eine Raupe durch eine erkennbare oder nicht kontrollierbare Ursache veranlaßt wird, plötzlich umzukehren und ihren eigenen Weg in entgegengesetzter Richtung zu verfolgen, so muß die Ursache dafür entweder ihren mechanischen Apparat umgestellt oder als Reiz oder Motiv ihr Streben (ihren Willen als nicht mechanischen Faktor) verändert, ihre Vorliebe für das Licht durch ein momentan vorherrschendes Bedürfnis unwirksam auf ihr Handeln gemacht haben. Es wird nicht ganz leicht sein, mechanistisch verständlich zu machen, wie dieselbe fortwirkende äußere Ursache das Tier bald zum Fliehen, bald zum Aufsuchen des Lichtes treiben, also ein Hin- und Herpendeln veranlassen könne, wenn man bei dem

Versuche, so zu erklären, nicht ganz von den uns bekannten organischen Strukturen absehen und nicht willkürlich einen hypothetischen Mechanismus konstruieren will, der das leisten könnte. Bei den Wanderkolonnen von *M. castrense* sieht man, weniger im Freien als wenn man die Tiere im Zimmer beobachtet, in der Tat die Raupen hin und her pendeln, wobei sie lichtwärts und vom Lichte fortlaufen; man weiß nicht, warum eine lichtwärts strebende Raupe plötzlich umkehrt, warum die an einem Schatten stutzenden Raupen diesen nicht oder erst nach sehr langem Zögern betreten, oft lieber, um den Eintritt in den Schatten zu vermeiden, vom Lichte weglaufen. So fein auf verschiedene Lichtintensitäten bald in der einen, bald in der anderen Weise reagierende Maschinchen kennen wir noch nicht, wohl aber jeder aus eigenster Erfahrung wenigstens seinen Organismus, der schon einem Blicke gehorcht. Die Analogie mit dem uns bekannten psychischen Geschehen im eigenen Organismus liegt sehr viel näher als die mit der Maschine. Verstehen wir ein Tier nicht viel besser unter Vergleich mit unseren eigensten uns intim bekannten psychischen Zuständen als im Vergleiche mit einem mechanischen Apparate? Am besten verstehen wir noch immer das, was wir selbst sind, wie dunkel uns unser eigenes Wesen auch erscheinen möge. Ist nun der Tierkörper in seinem ganzen Aufbau nicht dem unseres eigenen Leibes unvergleichlich viel ähnlicher als dem eines toten Mechanismus? Trägt nicht jeder Organismus den unverkennbaren Stempel des Gewordenseins, der Mechanismus das Gepräge des Gemachtseins? Dem tieferen Blicke genialen Schauens hat sich im Tiere nur immer unser eigenstes Wesen gezeigt; und keine scharfe Selbstbeobachtung hat jemals das Beobachtende wie das Beobachtete als ein maschinelles Wesen zu erfassen vermocht. Der Organismus bedient sich wohl der Mechanismen und schafft sie für seine Bedürfnisse, aber er ist nie und nimmer selbst nichts weiter als eine Maschine. Soviel an dieser Stelle weniger zur Begründung als zur Kennzeichnung meines Standpunktes, mit dem ich mich in auserlesenster Gesellschaft weiß – freilich nicht in der mancher Tagesgrößen.

Zu unserem Thema lehrt der folgende Versuch zweierlei: erstens, daß die Raupen nach der Ruhe von vornherein ihren Weg vom Lichte weg wählen können, und zweitens, daß ihre Abneigung, alte Straßen wieder zu benutzen, von der in einer früheren Publikation[8]) die Rede war, sie nicht unter allen Umständen beherrscht. Der aus Glasplatte und Holztischchen mit senkrechtem Brette bestehende Apparat, der zu dem p. 114 mitgeteilten Versuche benutzt wurde, kam hier wieder zur Verwendung, doch wurde er so gedreht, daß seine bisherige Schattenkante zur Lichtkante wurde (Skizze 3). Die *castrense*-Raupen wurden mittags 1 Uhr bei m auf ihr dort hinterlassenes Gewebe gesetzt, von dem sie zuvor nach dem Lichte hin auf die Nährpflanze übergegangen waren. Da sie

[8] Deutsche Entomol. Zeitschr. 1919, H. I/II.

lichtwärts zu wandern pflegen, mußte erwartet werden, daß sie von m aus rückläufig ihre alte Straße verfolgen würden. Verhielten sie sich dieser Erwartung gemäß, so müßte ihr im Freien beobachtetes Verhalten, daß alle (auch die Nachzügler) nie die zuführende, sondern stets die abführende Straße verfolgen, auf etwas anderem beruhen als auf der Fähigkeit, diese Straßen tastend zu unterscheiden.

Die Raupen liefen in ihrer gewöhnlichen Weise unter Verfolgung ihrer alten Straße zunächst bis x; aber eine stärkere Kolonne schlug den Weg nach n und von dort an der Lichtkante entlang nach o ein, suchte also einen vorher nicht betretenen Weg. Auch die x-Kolonne ging von x aus nicht auf die Tischchenplatte über, zu deren Mitte sie ihre alte Straße hätte führen müssen, sondern blieb an der Kante, um in Richtung auf g vorzugehen, obwohl Platte und Kante gleich hell beleuchtet waren. Nach 10 Minuten, also bei sehr langsamer Wanderung, war die Kolonne x

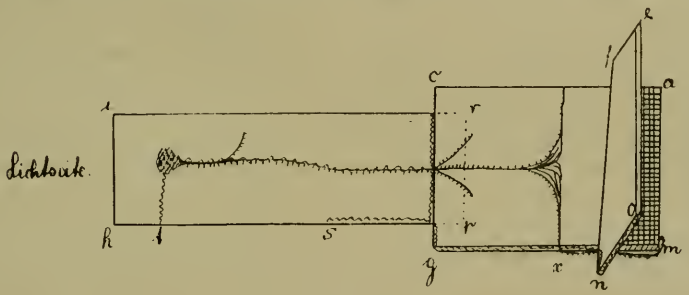

Fig. 3.

an der Ecke g angelangt, während die Kolonne no bei o rückläufig wurde. Bei g fand dann eine längere Stockung statt, und die Raupen liefen zwischen x und g hin und her, ebenso zwischen n und o. Bis $1\frac{3}{4}$ Uhr entschloß sich keine Raupe, die auf der Tischchenplatte befindlichen alten Straßen und Gewebe zu betreten, und alle sammelten sich endlich wieder bei m, wo sie bis 3 Uhr geschlossen an der Unterseite der Platte ruhten.

Dieser Versuch bestätigt das Verhalten der Tiere im Freien: sie scheuen sich davor, die alte Straße zurückzuverfolgen, wenn sie einmal endgültig verlassen worden ist. Sie werden aber durch ihren positiven Phototropismus nicht gezwungen, ausschließlich zum Lichte zu laufen; denn sie kehren ja häufig freiwillig um und wandern dann vom Lichte weg, wie das jede Beobachtung dieser Tiere im geschlossenen Raume[9]) zeigt. Diesmal hatten sie sich trotz ihrer ausgesprochenen Lichtliebe ganz nach Art lichtscheuer Organismen zur Ruhe wieder an die im tiefsten Schatten des senkrechten

[9]) Hierbei ist zu bemerken, daß die Fenster des Versuchsraumes stets geöffnet blieben.

Brettchens gelegene Ecke m zur Ruhe zurückgezogen und saßen dort sogar an der dunkleren Unterseite der Tischchenplatte.

Um 3 Uhr lief eine einzelne Raupe zum Punkte k der Skizze 2 (p. 115), kehrte dort um, lief wie suchend umher, ging dann nach n und konnte nicht weiter beobachtet werden, weil mich leider eine Vorlesung zur Unterbrechung der Kontrolle zwang. Nach dieser Pause konnte auf das Verhalten der Raupen nur noch aus ihren Seidenstraßen geschlossen werden. Um 6 Uhr abends saßen sie wieder geschlossen an der Unterseite der Ecke m. Die Untersuchung der Glasplatte ergab aber folgendes: die ganze Stufe zwischen Glasplatte und Tischchen an der Kante cg war mit einer Seidenbrücke übersponnen, doch führte nur eine Straße an der Kante hp entlang bis s und die alte Straße war über ihren Anfangspunkt, d. h. die Stelle, an der die Reste des übertragenen Nestes lagen, hinaus fortgeführt worden und reichte bis zum Punkte t der Kante hp. Da diese Fortsetzung keine dichter gewebte Achse enthielt, trug sie den Charakter des Weges einer Nebenkolonne. Die Raupen waren also in meiner Abwesenheit an der Kante der Glasplatte entlang bis s gelaufen und dann wieder umgekehrt, hatten die Stufe zwischen Holz- und Glasplatte an vielen Stellen überbrückt und schließlich doch ihre alte Straße zum Neste wieder eingeschlagen, diese bis t vom Neste aus fortgesetzt. Von t aus rückläufig sind sie zur Neststelle und dann vom Lichte fort auf ihrer alten Straße zur Ecke m zurückgekehrt, an deren unterer Fläche ich sie antraf.

Daraus ersehen wir, daß die *castrense*-Raupen unter gewissen Umständen in der Tat ihre alten Straßen wieder betreten. Nun beweist dieser Versuch, wie viele ähnliche, zunächst nur, daß sie hiermit von ihrer Gewohnheit abgehen, aber noch nicht, daß sie die alten Straßen als solche erkennen oder ihre Richtung unterscheiden können. Um dies nach Möglichkeit zu entscheiden, wurden Versuche, die bei der Trägheit der Raupen im Zimmer ständig mißlangen, im Freien gemacht.

Eine *castrense*-Familie setzte ich auf unbewachsenen Sand, der von der Sonne beschienen und von einer schlechtwüchsigen einsamen Kiefer so beschattet wurde, daß Sonnen- und Schattenflecke abwechselten. Die Stelle wählte ich deshalb, weil die Raupen zeigen sollten, ob sie auch hier dem Schatten aus dem Wege gingen. Ich bemerke gleich im voraus, daß die Tiere gar keine Notiz davon nahmen, wenn sie von beschatteten Flächen auf direkt besonnte übergingen oder umgekehrt. Dazu sei übrigens bemerkt, daß ich auch im Zimmer manche Raupen den Schatten ganz unbeachtet lassen sah. Ich setzte bei einem Versuche 31 *castrense*-Raupen von 15 mm Länge an die vom Lichte abgewendete Kante des Tischchens mit dem senkrechten Brettchen. Drei Einzelraupen durchliefen ohne zu zögern den Schatten und wanderten an dem senkrechten Brettchen umher. Eine von ihnen kehrte zu der bis dahin ruhenden Gesellschaft zurück, die jetzt lichtwärts wanderte,

an dem Rande des Schattens aber stutzte, umhertastete und umherlief, ohne den Schatten selbst zu betreten, nach rechts und links auseinanderging um schließlich an der linken, von dem schieffallenden Schatten nicht mehr getroffenen Tischbrettkante unter Umgehung des Schattens lichtwärts zu wandern. Wenn die Tiere im Freien über die Schattenflächen durchweg ohne Zögern hinüberliefen, so mag der Schatten weniger tief, die Lichtstärke weniger verschieden gewesen sein als bei den Versuchen im Zimmer. Daß aber auch dieser starke Schatten nicht für alle ein absolutes Hindernis war, zeigten die drei erwähnten Raupen.

Der Versuch im Freien begann mittags 12 Uhr. Die sofort gebildete Wanderkolonne nahm ihren Weg nicht in Richtung auf die Sonne, sondern nach NW. Auf ihren Weg legte ich eine Glasplatte, auf die sie ohne Zögern übertrat. Am Ausgangspunkte war, wie in der Regel, eine Gruppe von Nachzüglern zurückgeblieben. Eine Zweigkolonne wurde am Rande der Glasplatte rückläufig und schloß sich der Hauptkolonne an, die nach ihrem Übergange auf die Glasplatte nach NNW abwich und an der Ecke a (Skizze 4) wieder auf den Sandboden übertrat. Das Abweichen von der Zugrichtung wurde vielleicht durch den ziemlich lebhaften Wind bewirkt, der es den Raupen schwer machte, sich auf der glatten Fläche zu halten, von der auch in der Tat zwei fortgeweht wurden. Da sich inzwischen die Nachzügler von A aus in Bewegung gesetzt hatten, ließ ich erst die ganze Gesellschaft die Glasplatte passieren, bevor ich sie fortnahm, um sie der Kolonne, die nach NNW fortwanderte, ein zweites Mal in den Weg zu legen, diesmal aber so, daß die Spitzenraupen sie an der Ecke a betreten mußten. Im Freien bemerkte ich diesmal so wenig wie früher in der Wanderkolonne das fortgesetzte Stocken und Zurücklaufen wie im Zimmer. Nur selten kehrte eine einzelne Raupe um; die Tiere waren viel weniger unschlüssig und bedeutend lebhafter, wackelten auch auf der Wanderung viel; keine kehrte bis zum Ausgangspunkte a zurück. Der letzte Nachzügler passierte die Glasplatte noch in ihrer ersten Lage um $12\frac{1}{4}$ Uhr, $\frac{1}{2}$ m hinter den übrigen Raupen zurück. Auch diesmal wieder verirrte sich kein Tier auf die Straße der Nebenkolonne z. Die Spitze der wandernden Raupen kam nun zum Punkte a, und zwei gingen ohne weiteres auf ihrer alten Glasstraße weiter, obwohl sie diese jetzt in umgekehrter Richtung be-

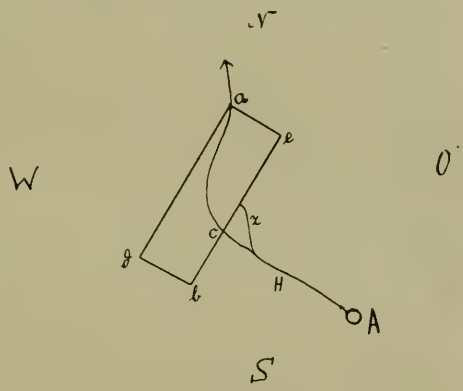

Fig. 4.

liefen. Eine dritte folgte; alle aber kehrten am Punkte c wieder um und sammelten sich unter vielem Wackeln vor der Glasplatte. Sie hatten also allem Anscheine nach gar nicht bemerkt, daß sie eine Seidenstraße in umgekehrter Richtung beliefen; aber daß diese blind auslief, machte sie stutzig, wenn ihr Verhalten sich nicht daraus erklärt, daß sie auf die Sandfläche übertreten mußten. Nach kurzer Zeit gingen 13 Raupen im Gänsemarsche von a nach c über das Glas, andere folgten, aber alle stockten wieder vor dem Übergange auf den Sandboden, wackelten lebhaft und kehrten um. Dann folgte das übliche Hin- und Herlaufen. Da sie nicht am Anfange sondern am Ende der Straße stutzten und zurückliefen, konnte nicht die Umkehrung ihrer Straße daran schuld sein; also wurden sie wahrscheinlich durch den Übertritt auf den Sand verwirrt. Ich legte eine ganz dünne trockene Kieferwurzel an das Ende der Glasstraße, um den Raupen das Weiterkommen zu erleichtern, aber sie nahmen diese Brücke nicht an. Es brachte sie demnach doch möglicherweise das plötzliche Aufhören des Seidenweges zur Umkehr. 12^{49} Uhr verließen endlich einige Raupen, die bis zur Ecke b gelangt waren, die Glasplatte und gingen auf hier sehr spärlich bewachsenen Boden über, kehrten aber sofort wieder um. Die Hauptmasse saß inzwischen heftig wackelnd vor der Glasplatte, als warte sie aufgeregt den Erfolg der Wegsucher ab. Einige liefen auch auf ihrer Straße dahin zurück, wo vorher die Glasplatte gelegen hatte, kehrten dort aber wieder um, weil die Straße jetzt durch die Entfernung dieser Platte unterbrochen war. 12^{55} Uhr setzte dann ein sehr energischer Weitermarsch ein, und diesmal ging die Spitze flott über die Ecke b hinweg auf den Erdboden, während der Rest gruppenweise im Gänsemarsche folgte. Der letzte Nachzügler verließ die Glasplatte $1^{1}/_{4}$ Uhr.

Die Glasplatte wurde nun abermals so umgedreht der Spitze des Wanderzuges dargeboten, daß sie im Punkte c betreten werden mußte; dies geschah wie auch das Überwandern ohne jedes Zögern, und die Raupen wichen, der Glasstraße folgend, wieder von ihrer Wanderrichtung entsprechend ab. Dieser Versuch wurde noch mehrmals mit demselben Erfolge wiederholt, auch mit anderen Völkchen, nachdem die Glasscheibe zuvor gereinigt worden war. Das Verhalten der Tiere machte es in allen Fällen ganz unwahrscheinlich, daß sie die Richtung ihrer Straßen an der Struktur des Gewebes erkennen können. Warum aber sah ich sie im Freien nie aus ihrem Neste auf der Straße fortwandern, auf der sie zu ihm gelangt waren? Daß und woran sie Haupt- und Nebenstraßen unterscheiden, sahen wir schon. Zu- und abführende Seidenwege sind aber beide Hauptstraßen. Werden deren Richtungen nicht an ihrem Gewebe unterschieden, so könnte etwas anderes die Zugrichtung der Raupen bestimmen.

Da die Raupen phototropisch sind, wird man zuerst an das Licht denken. Der Stand der Sonne könnte ihnen ihre Wege weisen.

Prüfen wir diese Möglichkeit an der Hand der bisher vorliegenden Beobachtungstatsachen!

Wenn die Tiere immer der Sonne entgegenliefen, so würde man leicht verstehen, weshalb nicht nur ihre Wanderzüge sondern auch ihre Nachzügler immer in derselben Richtung das Nest verlassen. Auch die Spitzenraupen der Zweigkolonne müssen, je mehr sie sich von der Hauptstraße entfernen, in eine ihrer Sonnenwendigkeit nicht entsprechende Richtung geraten und könnten aus diesem Grunde umkehren und sich der Hauptkolonne anschließen. Wenn man im Freien die Wanderstraßen von Nest zu Nest oft dieselbe Richtung einhalten sieht, können die Raupen immer zu derselben Tageszeit gewandert sein. Laufen die Straßen winklich geknickt, so wanderten die Tiere vielleicht zu verschiedenen Tageszeiten nach eingeschalteter Ruhepause jedesmal der Sonne zu. Soweit würde also ihr Verhalten mit unserer vorläufigen Annahme nicht in Widerspruch stehen. Daß die Raupen auch isoliert in erster Linie alle zum Lichte laufen, zeigte folgender Versuch bei jeder Wiederholung.

30 oder weniger junge *castrense*-Raupen wurden gleichmäßig auf eine kreisförmig begrenzte Glasplatte von 18,30 cm Durchmesser zerstreut. Alle liefen zuerst in Richtung auf das Fenster und fanden sich an der stärkstbeleuchteten Kante zusammen.

Daß man im Freien Raupenstraßen nach allen Richtungen laufen sieht, kann sich daraus erklären, daß die Tiere bei bedecktem Himmel ebenfalls und dann unabhängig vom Sonnenstande wandern. Man muß also direkt beobachten, wann und wohin sie im Freien laufen und hierzu am besten ein schattenloses Ödland wählen, keinen lückigen Waldbestand (den diese Art auch gern bewohnt) in welchem die Schatten der Stämme auf die Wahl der Zugrichtung von Einfluß sein können.

Ich habe nun in diesem und noch mehr im vergangenen viel günstigeren Sommer 1918 auf bestgeeigneter Ödlandfläche solche Beobachtungen gemacht und folgendes feststellen können (vgl. hierzu meine Mitteilung: Die Sympaedien von *Malacosoma castrense* L. in Deutsch. Entom. Zeitschr. 1919, H. 1/2, p. 65 u. f.): Bei sonnigem Wetter wanderte morgens zwischen 10 und 11 Uhr eine Kolonne von O nach W, eine andere (von einem anderen Völkchen) von NO nach SW; eine dritte nach Osten. Zwischen $11\frac{1}{2}$ und $12\frac{1}{2}$ Uhr wanderten Raupen nach NNW; zwischen 1 und 2 Uhr nordwärts, zwischen 2 und 3 Uhr westwärts, 2^{50} Uhr ostwärts, 11^{08} Uhr nordwestwärts, 11^{10} Uhr nordostwärts, um von 11^{54} Uhr ab in spitzem Winkel südwärts abzubiegen, 11^{56} Uhr südwestwärts und dieselben $12\frac{1}{2}$ Uhr südostwärts. Andere $12\frac{1}{2}$ Uhr südwestwärts und dieselben 1^{20} Uhr nach Westen. 1^{05} Uhr nordwärts; $11\frac{3}{4}$ Uhr nach NW usw. — Alle diese Beobachtungen wurden im Mai bei unbedecktem Himmel gemacht. Die Raupen, von denen oben berichtet wurde, liefen am 28. Mai mittags 12 Uhr

nach NW und bogen auf der ihnen vorgelegten Glasplatte wiederholt von dieser Richtung ab.

Ich glaube, die angeführten Tatsachen beweisen zur Genüge, daß eine Abhängigkeit der Wanderrichtung dieser Raupen vom Sonnenstande nicht besteht, aus ihr also auch nicht erklärt werden kann, warum die Tiere ihr Nest nie auf der zuführenden Straße verlassen. An der Hand der Laboratoriumsversuche hätte man unter Mißachtung der Tatsache, daß die Raupen auf ihrer Straße und ausschließlich auf ihr ständig auch vom Lichte weglaufen, zu der Auffassung kommen können, die Sonne schreibe ihnen ihre Wegrichtung vor. Die Laboratoriumsergebnisse sind aber durchaus nicht maßgebend für die Beurteilung des Verhaltens der Tiere in freier Natur, und man darf in diesem Punkte vorsichtiger sein, als manche Physiologen für gut befunden haben.

Bei den Versuchen mit der Glasplatte im Freien konnte festgestellt werden, daß die Raupen, wenn sie alle die Platte überschritten hatten, wohl zum Teil zu der Lücke ihrer Straße zurückkehrten, die durch das Wegnehmen der Glasplatte entstanden war, daß sie aber niemals einen Versuch machten, diese Lücke zu überspinnen, während sie doch in der Richtung des Weges der Wanderkolonne die blind auslaufende Straße immer wieder fortführten, also eine überwiegende Tendenz hatten, die eingeschlagene Wanderrichtung beizubehalten. Daß hierbei nicht das Licht richtend wirkte beweist die wiederholte Änderung der Zugrichtung, die auch bei früheren Versuchen schon beobachtet wurde. Nach Versuchen im Zimmer würde man aber leicht zu der Ansicht kommen, daß die Tiere auch in diesem Falle nur reflektorisch auf das Licht reagieren. Einen solchen Versuch teile ich hier mit:

Wie verschieden sich die *neustrium*-Raupen (möglicherweise in Abhängigkeit von der Anzahl der Mitglieder beider gesonderten Gruppen) verhalten, wenn ihre vom Neste ins Laub führende Seidenstraße unterbrochen wird, haben wir (p. 100) gesehen. Ich benutzte nun den an anderer Stelle (p. 106) mitgeteilten Versuch zu folgenden Beobachtungen (cf. Skizze 1): 7 cm vom Neste entfernt wurde die Straße a um 10 Uhr auf eine Strecke von 6 cm weggewischt und die entstandene Lücke auf dem Fußboden durch Kreidestriche markiert, die nicht bis zur Raupenstraße reichten. 30 vom Neste kommende Raupen kehrten bei der Unterbrechung um, während zunächst keine westwärts wandernden Raupen zu ihr gelangten. Die vom Neste kommenden Tiere liefen auf der Hauptstraße immer wieder bis zu der Unterbrechung, überspannen sie aber zunächst nicht. 10^{44} Uhr setzte eine starke Bewegung der auf dem Papierbogen befindlichen Raupen nach dem Neste hin ein und es bildete sich eine von den auf a bei h massierten Raupen abzweigende Nebenkolonne i aus mehr als 30 Raupen, die wie die Nebenkolonne g_1 beweist, daß die Tiere auch, ohne einer vorhandenen Straße zu folgen, vom Lichte wegwandern können. Die Kolonne i wurde nach einer Wegstrecke von 22 cm rückläufig. Bei einer 10^{55} Uhr ziemlich allgemein

werdenden Bewegung ohne einheitliche Richtung wanderten auch viele Raupen zum Neste zurück, kehrten aber nach einigem Stutzen und Tasten bei der Unterbrechung um. Die bei h gesammelt gewesenen Raupen lösten sich auf und zogen größtenteils zu den auf dem Papier befindlichen Tieren. Hier erhielt die Straße eine Breite bis zu 5 cm. Auf dem Papier herrschte allgemeine Bewegung mit steigender Unruhe und vielem Wackeln einzelner Raupen. Die Spitze ging auf die Glasplatte über und legte den Weg f an, doch kam es nicht zur Bildung eines einheitlichen, diese Richtung verfolgenden Wanderzuges, sondern die Tiere irrten auf ihren Geweben scheinbar planlos umher, bis sich wieder ruhende Gruppen bildeten. Später wurde vor einer starken nestwärts wandernden Kolonne, ohne die Raupen zu berühren, die Straße a durch eine zweite 6 cm lange Lücke unterbrochen. Erfolg: Stutzen, Umhertasten, Umkehren.

Die 30 Nestraupen begannen jetzt ($11^3/_4$ Uhr) nach x-mal wiederholter Umkehr, da sie im Neste durchaus nicht zur Ruhe kommen konnten, die Lücke zu überbrücken. Dies geschah in der Weise, daß die Tiere ihre unterbrochene Straße jedesmal ein Stückchen fortführten und dann wieder in das Nest liefen, bis um 12 Uhr endlich die Brücke vollendet war. Die Raupen gingen nun unter Benutzung der alten Straße a bis zu der zweiten Unterbrechung vor, machten aber an ihr auch anfänglich keinen Überbrückungsversuch, sondern kehrten immer wieder um. Dabei konnte man den Eindruck gewinnen, als machten die 30 Nestraupen immer wieder verzweifelte Versuche zum Gros zu gelangen. Jedenfalls waren sie bisher noch keinen Augenblick zur Ruhe gnkommen, während die Hauptmasse inzwischen öfter geruht hatte.

12^{17} Uhr waren die Nestraupen nach wiederholten Ansätzen auch der zweiten Unterbrechung Herren geworden und wanderten in Eile zum Gros, das gesammelt auf dem Papier ruhte; aber noch bevor dieses erreicht worden war, ging von ihm eine Kolonne nach dem Neste hin ab, der ankommenden entgegen, kehrte aber mit dieser um, und alle Raupen vereinigten sich mit der Hauptmasse. Diese hatte sich inzwischen aufgelöst und war in lebhafter Bewegung. $12^3/_4$ Uhr bildeten sich die Wanderkolonnen v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, von denen v_2 zur führenden wurde und um 1 Uhr zur Glasplatte gelangte, um nach kurzem Wege auf ihrer Fläche wie die ganze verzweigte v-Kolonne umzukehren. Alle Raupen sammelten sich jetzt bei q und kamen hier zur Ruhe. 1^{50} Uhr war eine starke Kolonne in Verfolgung und Fortführung der Straße i fast bis zur Höhe des Nestes südwärts gelaufen. Daß dieser Weg eingeschlagen wurde, stand möglicherweise damit in Zusammenhang, daß nestwärts von dem Abzweigungspunkte der Straße i auf der Straße a eine dritte Unterbrechung hergestellt worden war. Auch diese Lücke wurde nie von nestwärts wandernden Raupen spinnend verkleinert. 1^{55} Uhr waren die Raupen der Kolonne i südwärts schon 10 cm über das Nest hinaus- und an ihm vorübergelangt und blieben

auch noch weiter in Bewegung, wurden jedoch 20 cm südlich vom Neste, das sie nicht berührt hatten, rückläufig, sammelten sich zur Ruhe auf dem Papier und verharrten dort bis 5 Uhr. 20 Minuten später wurde der Versuch abgebrochen. Im ganzen waren die Raupen an diesem Tage bei kaltem Regenwetter sehr träge.

Wir sahen also, daß die drei Unterbrechungen in diesem Falle wie auch bei anderen Versuchen, über die zu berichten uns zu weit führen würde, stets nur von denjenigen Raupen übersponnen wurden, die zum Lichte strebten und aus dem Neste kamen. Es könnte demnach scheinen, daß nur ihr Phototropismus sie über solche Unterbrechungen ihrer Straßen hinwegführe. Daß dieser Schein trügt, sahen wir schon. — Der vorstehende Versuch lehrt zugleich, daß die Tiere selbst im Zimmer, das auf sie wie eine Höhle wirken muß, in die durch einseitige Löcher Licht fällt, spontan vom Lichte fortwandern, ohne eine alte Straße zu benutzen, und dabei weite Strecken zurücklegen können.

Zum Vergleiche mit der Lichtempfindlichkeit und dem Einflusse von Licht und Schatten auf die Bewegungsbahn der *castrense*-Raupen wurden Goldafterraupen herangezogen. 12 Raupen dieser Art von 20—27 mm Länge wurden auf das schon wiederholt benutzte Holztischchen mit dem senkrecht stehenden Brettchen gesetzt. Sechs liefen lichtwärts auf das senkrechte Brettchen los, drei durchwanderten den von ihm auf die Tischchenplatte geworfenen Schatten ganz im Gegensatze zu den meisten *castrense*-Raupen ohne Stutzen; drei zögerten einige Augenblicke am Rande des Schlagschattens, durchliefen ihn aber ebenfalls bald nach einigem unschlüssigen Umherlaufen an seinem Rande. Bei den übrigen sechs Raupen war eine Beeinflussung durch das Licht nicht zu bemerken. Sie liefen nach verschiedenen Richtungen, und zwei von ihnen kamen bald zu dem Schatten, den sie ohne Zögern durchliefen. Zwei andere folgten ihnen, während zwei vom Lichte weg und dann an der schwächstbeleuchteten Tischchenkante entlang liefen, um endlich auch auf verschiedenen Wegen durch den Schatten hindurch zu dem senkrechten Brettchen zu gelangen, das alle Raupen ohne Zaudern bestiegen, um sich auf seiner Firste unter Hin- und Herlaufen längere Zeit aufzuhalten. Damit wiederholten sie nur im kleinen das früher (Deutsche Entom. Zeitschr. 1919, H. 1/2, p. 81 e. s.) beschriebene Verhalten der Goldafterraupen an den Eisengeländern des Berliner Tiergartens. Endlich aber stiegen sie abwärts und liefen merkwürdigerweise zum größeren Teile auf die beschattete Fläche des Tischchens und über den Schatten hinweg bis zur lichtabgewendeten Kante der Platte. Nur eine stieg an der beleuchteten Seite des senkrechten Brettchens nieder und lief von dort aus zu der hellsten Kante des Tischchens, ein Verhalten, das ich von allen Raupen erwartet hatte. Ihre Neigung, lichtwärts zu wandern, die ja zweifellos besteht, erscheint hiernach nicht einmal sehr ausgesprochen, sicher nicht so stark, daß sie die Tiere allein bestimmt; und ihre Neigung, emporzusteigen

und lieber horizontal fortzulaufen als abzusteigen, hält sie zwar einige Zeit an der Firste fest, hindert aber nicht, daß die Tiere niedersteigen, wenn sie die Erfahrung gemacht haben, daß sie so nichts erreichen, nicht weiterkommen. Ein Reflexautomat müßte doch wohl in diesem Falle versagen.

Diese Beobachtungen brachten mich darauf, die Raupen auf ihr Verhalten unter Bedingungen zu prüfen, unter welchen ihr Phototropismus mit ihrer Vorliebe für das Emporsteigen in Widerstreit geraten mußte. Zu diesem Zwecke konstruierte ich folgenden Apparat: Eine Torfplatte wurde so auf eine Tischplatte gelegt, daß ihr eines Ende etwas überstand (Skizze 5); die freie überstehende Kante trug eine Stecknadel, an der sich ein aus leichtem Holze hergestellter Wagebalken von 27 cm Länge, 7 mm Breite und 2 mm Dicke befand, der in seiner genau einregulierten wagerechten Lage durch zwei Insektennadeln (n n)' erhalten wurde. Diese Wippe stand so, daß der Schenkel d b dem Lichte zu, der Schenkel d a vom Lichte weggewendet war. Der untere Rand des Zimmerfensters war 80 cm von b entfernt. Lage des Fensters nach Norden. Wurde eine Raupe auf den Punkt a gesetzt, so konnte sie nur aufwärts, und indem a sich um so mehr hob, je mehr sich das Tier d näherte, lichtwärts laufen. Sobald die Raupe dann über den Drehpunkt d hinauskam, mußte sich der Wagearm d b senken, und die Raupe lief dann abwärts und dem Fenster zu, doch so, daß es in immer steigendem Maße dem Lichte den Scheitel zu und die Augen vom Lichte wegwendete. Lief die Raupe von b nach d, so stieg sie empor, und das Licht traf anfangs Stirn und Scheitel, dann nur Scheitel und Hinterkopf; das Tier lief also aufwärts und vom Lichte fort. Von d bis a ging sie abwärts und dem Lichte zu, da bei dem Sinken von a ihre Augen in steigendem Maße vom Licht getroffen wurden.

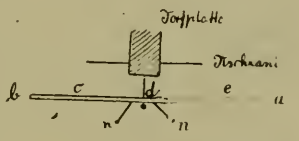

Fig. 5.

Die sehr zahlreichen Raupen, mit denen experimentiert wurde, verhielten sich verschieden. Es zeigte sich, daß zu einem genügend sicheren Ergebnisse nur gelangt werden konnte, wenn sehr viele Versuche gemacht wurden, zu denen ich dann tagelang alle freie Zeit benutzte. So ließ sich feststellen, wie sich von vielen die meisten Raupen verhielten. Ich kann nun, um den Leser zu schonen, hier unmöglich die Protokolle wiedergeben, die jeden Schritt der Tiere gebucht enthalten. Es genügt auch, zu sagen, daß 80% der 20 bis 25 mm langen Goldafterraupen folgendes Verhalten zeigten: sie liefen von a bis c und kehrten, sobald der Wagebalken stärker kippte, um, liefen dann bald in einem Zuge, bald wiederholt stutzend nach a. Von a aus wiederholten sie dasselbe Verhalten, gingen aber fast stets etwas weiter über c hinaus, bevor sie umkehrten, bis sie nach zwei, drei oder vier Hin- und Hermärschen schließlich b erreichten. 20% liefen in einem Zuge von a nach b oder verhielten sich anders, indem sie irgendwo sitzen blieben oder auf

den Träger des Wagebalkens übergingen usw. Fast alle Raupen gingen also ohne Zögern auf- und lichtwärts; sehr viele ebenso ab- und lichtwärts, fast alle ohne zu stutzen aufwärts und vom Lichte weg; die meisten (80%) kehrten bei dem Abwärtslaufen vom Lichte weg um, hatten also eine ausgesprochene Abneigung hiergegen. Aus dieser Versuchsreihe ergab sich demnach:

Die Goldafterraupen gehen am liebsten auf- und lichtwärts; in zweiter Linie aufwärts vom Lichte weg; in dritter Linie abwärts zum Lichte; am wenigsten gern abwärts vom Lichte weg. Sie gehen lieber aufwärts vom Lichte weg als abwärts zum Lichte hin, und ihre Vorliebe, aufwärts zu steigen, ist stärker als ihr „positiver Phototropismus".

Derselbe Versuch wurde mit einer beschränkten Anzahl ca. 25 mm langer *neustrium*-Raupen gemacht. Wenn ich das Ergebnis hier mitteile, muß es mit Vorbehalt geschehen, weil es mir selbst noch nicht als endgültig erscheint; denn die Anzahl der Versuche war nicht groß genug und das Verhalten der Raupen zu verschieden. Auch diese Tiere hatten zum Abwärtssteigen vom Lichte weg die geringste Neigung und gingen ungern abwärts und dem Lichte zu, also im ganzen lieber auf- als abwärts. Das Verhalten der zum Vergleiche herangezogenen *castrense*-Raupen schien mir im ganzen mit dem der verwandten Art übereinzustimmen.

Zur Nachprüfung dieser Versuche konstruierte ich die Wippe etwas anders. Der Wagebalken sollte länger sein, weniger plötzlich umkippen und möglichst wenig Schatten werfen. Es wurde also ein 46,50 cm langer, nicht glänzender Eisendraht von 2 mm Durchmesser magnetisch gemacht und im Gleichgewichte an einen Seidenfaden aufgehängt. Der Nordpol b zeigte auf das Fenster, der Südpol a wies ins Innere des Zimmers. Durch Vorversuche mit einem starken Hufeisenmagneten wurde festgestellt, daß der Magnetismus die Raupen in keinem wahrnehmbaren Grade beeinflusse. Das Ergebnis der mit zahlreichen *chrysorrhoea*-Raupen angestellten Versuche deckte sich im wesentlichen mit dem der ersten Versuchsreihe. Auffallend war es, daß diesmal genau wie bei den übrigen Versuchen die Raupen auf dem Wagebalken jene eigenartige Bewegung machten, die den Anschein erweckt, als wollten sie ihren Vorderrücken mit dem Sekrete der Trichterwarzen einreiben (vgl. Sitzgsber. Ges. Nat. Frde., Berlin 1919, Nr. 1, p. 18). Diese Bewegung wurde aber nicht bei einer bestimmten Orientierung im Raume ausgeführt. Auf das langsamere Umkippen des Wagebalkens reagierten die Raupen durch Stutzen und Umhertasten in der Luft mit dem Vorderleibe. Das Halten und Tasten erfolgte aber nicht bei allen in gleicher Entfernung vom Drehpunkte, also nicht bei gleichstarker Abwärtsneigung ihres Vorderendes. Während manche Raupen sofort stutzten, sobald sie aus der horizontalen in eine geneigte Lage kamen, gingen andere bis 6½ cm über den Drehpunkt hinaus, bevor sie reagierten. Aber sehr selten lief

einmal eine ohne zu halten vom Drehpunkte d bis b, meistens aber gingen sie von b bis a in einem Zuge. Fast alle Raupen beliefen den Draht auch dann nur oberseits, wenn sie mit dem Rücken nach unten an ihn gesetzt worden waren.

Zur weiteren Prüfung stellte ich dann meinen Apparat an einem Ostfenster auf. Hier war der Draht in seiner ganzen Länge gleichmäßig beleuchtet. Die Raupen konnten also auf dem Wagebalken nur noch statisch reagieren, da die Lichtwirkung nicht mit verändert wurde, wenn sich der Balken neigte. Die Versuchsraupen pendelten zwischen a und b hin und her, ohne jemals durch die Neigung des Wagebalkens zum Umkehren veranlaßt zu werden. Wohl aber wurde die Veränderung ihrer Lage von ihnen bemerkt, und sie reagierten auf die Neigung mit Stutzen und Tasten. Der Impuls des statischen Sinnes wird demnach in Kombination mit verschiedener Lichtwirkung verstärkt. Jedenfalls sind die von ihm allein ausgehenden Impulse bei den bekannten Versuchsbedingungen nicht stark genug, die Raupen zu einer Veränderung ihrer Laufrichtung zu bringen, wenn sich ihre Unterlage senkt und wenn diese Senkung allmählich erfolgt.

Um festzustellen, ob der statische Sinn überhaupt den Impuls zur Umkehr der Laufrichtung geben könne, wurden wiederholt jedesmal 5 *chrysorrhoea*-Raupen auf eine Pappeplatte gesetzt und diese dann so gehalten, daß ihre ganze von den Raupen belaufene Fläche gleichmäßig beleuchtet war. Diese Fläche lag dann der Fensterscheibe parallel. Alle Raupen liefen regelmäßig empor. Nun wurde die Platte schnell so gedreht, daß alle Raupenköpfe nach unten gerichtet waren. Sämtliche Raupen kehrten um und liefen aufwärts. Die Platte wurde wieder umgedreht: dasselbe Verhalten, so oft und mit wie vielen Raupen auch der Versuch gemacht wurde. Sie laufen also ohne Zweifel lieber auf- als abwärts, und die plötzliche Veränderung ihrer Lage im Raume veranlaßt sie, ihre frühere Lage wiederherzustellen. Warum handelten sie auf der Wippe am Ostfenster nicht ebenso? Warum kehrten sie nicht jedesmal vor den Endpunkten a und b um? War die Neigung des Wagebalkens nicht stark oder plötzlich genug? Ich glaube letzteres annehmen zu müssen.

Ferner konnte leicht festgestellt werden, daß die *chrysorrhoea*-Raupen auf der Pappeplatte lieber aufwärts und vom Lichte weg als abwärts und zum Lichte liefen.

Zur weiteren Sicherung der gewonnenen Ergebnisse stellte ich meinen Wagebalkenapparat wieder in das Nordzimmer und experimentierte mit künstlich blind gemachten Raupen. Es mußte erwartet werden, daß diese sich trotz des Wechsels des Lichtes auf dem Wagebalken genau ebenso verhalten würden wie die nicht geblendeten Raupen am Ostfenster bei gleichbleibender Beleuchtung des schwankenden Wagebalkens. Um die Blendung der Tiere so schonend wie möglich durchzuführen, rührte ich Xylolruß mit Butter durch und strich dieses schon bei geringer Temperatur-

erhöhung flüssige Präparat über die Augen, das ganze Untergesicht, die Stirn und Wangen in genügend dicker Schicht, um des gewünschten Erfolges sicher sein zu können. Die so geblendeten Raupen verhielten sich auf der Wippe am Nordfenster genau ebenso wie die ungeblendeten am Ostfenster. Dies war zugleich ein Beweis dafür, daß ihre Blendung vollständig gelungen war.

Die geblendeten Raupen wurden dann auch auf der Pappeplatte geprüft. Lag deren Fläche horizontal, so liefen die Tiere von deren Mitte aus nicht ihrem normalen Verhalten gemäß zum Lichte, sondern nach allen Richtungen und auch vom Lichte weg. Sie hatten ihre Lichtwendigkeit vollständig verloren und reagierten überhaupt nicht mehr auf Verschiedenheiten der Lichtstärke. Wenn nun die Pappeplatte senkrecht gehalten wurde, so liefen die Raupen empor; wurde sie so gedreht, daß die Tiere kopfabwärts saßen, so liefen sie nicht in der alten Richtung weiter, stutzten, tasteten, gingen wohl noch einige Schritte oder öfter noch eine weitere Strecke abwärts, kehrten dann aber um und stiegen empor ohne Rücksicht darauf, ob sie sich im Lichte oder Schatten befanden, dem Lichte zu- oder von ihm fortstrebten. Abermals umgedreht, sah ich die Raupen oft so lange weiter abwärts laufen, bis sie den Rand der Fläche erreicht hatten, bisweilen aber auch sofort umkehren. Letzteres geschah um so häufiger und leichter, je öfter der Versuch wiederholt wurde. Jedenfalls liefen die Raupen, auch wenn sie weitere Strecken abwärts zurückgelegt hatten, doch immer wieder empor.

Auch aus diesem Verhalten der Raupen schien mir hervorzugehen, daß sie bei gleichzeitiger Lichtwirkung prompter auf statische Veränderungen reagieren, als wenn die Lichtwirkung ausgeschaltet ist; aber die statische Reaktion erfolgt auch unabhängig vom Lichtsinne.

Wenn man die Ostfensterversuche mit den Nordfensterversuchen vergleicht, könnte man meinen, für das Verhalten der Raupen am Nordfenster sei allein der Lichtsinn maßgebend gewesen. Unter dieser Voraussetzung hätten aber die Raupen ebenso bei dem Marsche aufwärts und vom Lichte weg stutzen und umkehren müssen, wie sie es auf dem Wege abwärts und vom Lichte weg taten. Wenn sich hierfür keine anderen Erklärungsmöglichkeiten finden sollten, darf man wohl annehmen, daß die Tiere auf gleichsinnigen Impuls des statischen und Lichtsinnes am stärksten reagieren werden. Geht die Raupe auf- und lichtwärts, so wirken zwei Reize gleichsinnig; geht sie abwärts und vom Lichte weg, so bestimmen sie beide Reize zur Umkehr; geht sie aufwärts vom Lichte weg, so folgt sie dem statischen Reize gegen den Lichtreiz ohne sich äußernde Konflikte; läuft sie abwärts zum Lichte, so überwiegt der statische Reiz in dem Maße, daß ein Konflikt sich in dem Verhalten des Tieres bemerkbar macht.

Es wird gewiß möglich sein, auf dem eingeschlagenen Wege zu viel exakteren Ergebnissen zu kommen. Mir blieb zu diesen

Untersuchungen nicht genügend Zeit, weshalb ich sie mehr zur Anregung hier mitgeteilt habe als um endgültige genaue Angaben über die Beziehungen zwischen statischem und Lichtsinn bei den Raupen zu machen.

Schützt das Nest vor Regen?

Die Meinung ist sehr verbreitet, das Nestgewebe schütze die Raupen vor den Unbilden der Witterung und dies sei sein eigentlicher Zweck. Dieser Zweck veranlasse die Raupen, ein gemeinsames Gewebe herzustellen und dadurch seien die sozialen den solitären Raupen gegenüber im Vorteil. Ich halte dagegen das Nest für ein Accidens der Geselligkeit, das den vielen Raupen nicht nützlicher und nicht weniger nützlich ist als der Einzelraupe ihr Gespinst oder Seidenfaden, der sie an der Unterlage bei Regen und Wind festhält. Ich sehe also in dem Neste nicht den Zweck, den zu erreichen die Raupen gesellig geworden sein könnten, nicht einen Vorteil, der sie im Kampfe ums Dasein erhielt; aber ich leugne natürlich die Vorteile nicht, die das Spinnen für alle Raupen, sie seien sozial oder solitär, mit sich bringt.

Viele Raupen sind empfindlich gegen Regen und entziehen sich seiner Einwirkung durch Aufsuchen geschützter Stellen. Da könnte man nun glauben, das gemeinsame Nest sei ein spezieller Schutzbau gegen Regen. Dann aber könnte sich sein Wert für die Raupen nur erweisen, wenn sie es bei Regenwetter auch immer aufsuchten. Ich habe nun das Verhalten meiner Raupen in dem regenreichen vergangenen Sommer daraufhin geprüft und folgendes feststellen können:

Eine Gesellschaft junger *castrense*-Raupen wurde bei Regen auf den ungeschützten Balkon gestellt. Alle Raupen, die zuvor auf der Wolfsmilch oder auf der Oberseite ihres Gewebes gesessen hatten, begaben sich an die Unterseite des Nestes. Nun muß aber bedacht werden, daß sie dort wohl den sie unmittelbar treffenden Regentropfen entzogen waren, aber durch ihr schwaches Gewebe nicht trocken erhalten werden konnten; daß sie, an ihr Gewebe angeklammert, wohl vor dem Herabfallen sicher waren, nicht aber vor dem vom Boden aufspritzenden Regenwasser, in der Tat also auch an der Unterseite ihres Gewebes naß wurden.

Übrigens verhielten sich auch im Regen nicht alle Raupen übereinstimmend. Eine *castrense*-Familie, die sich auf dem Blütenstande einer Wolfsmilchstaude befand, wurde aus dem Zimmer in den Regen hinausgestellt. Die Raupen gerieten, von den Tropfen getroffen, nicht wie auf andere plötzliche Tastreize, in Schreckstarre. Die meisten sammelten sich wohl am Gewebe, das mit ihnen naß wurde, sie also auch in diesem Falle nicht schützte; einige aber blieben ruhig auf dem Blütenstande sitzen und wurden dort bis auf die Haut naß, ohne durch ihre Haare, deren Zweck von manchen Entomologen gerade darin gesehen wird, davor geschützt zu werden. Im Freien werden diese Raupen im Regen

trotz ihrer Gewebe völlig naß, wovon sich jeder leicht überzeugen kann, der nicht nur bei schönem Wetter Ausflüge macht.

In den Regen gestellte *neustrium*-Raupen liefen oft an die Unterseite der Blätter, gingen aber nicht in ihr Nest. An den Zweigen blieben sie ruhig auf ihren Straßen sitzen und suchten weder im Neste noch an der Unterseite von Blättern und Zweigen Schutz.

Erst der auf sie fallende gefühlte Regen veranlaßte viele der Raupen, sich seiner Einwirkung zu entziehen. Die geschützt am offenen Fenster stehenden anderen Völkchen blieben immer ruhig an Ort und Stelle. Die Tiere haben also keinen Wetterinstinkt, der sie schon bei drohendem Regenfall Schutz suchen ließe.

Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

Die aus den Eiern schlüpfenden *M. neustrium*-Raupen warten nicht das Erscheinen aller Geschwister ab, bevor sie zur Nahrungsaufnahme schreiten.

Lichtwirkung und Spürsinn leiten die jungen *M. neustrium*-Raupen nicht, mindestens nicht allein, bei ihren Ortsbewegungen vom Gelege weg.

Die Raupen von *M. neustrium* sind im Gegensatze zu denen von *M. castrense* stationär, d. h. sie kehren immer wieder zu ihrem Primärneste zurück. Dieses wird bei jeder Häutung wieder benutzt.

Die Uniformität der *M. neustrium*-Raupen geht nicht soweit, daß sich alle Mitglieder eines Völkchens an demselben Tage oder zu derselben Stunde häuten.

Junge, von ihrem Gewebe auf unbesponnene Unterlagen gebrachte *neustrium*-Raupen sind hilflos.

Ganz junge *M. neustrium*-Raupen zu isolieren gelang nicht.

Eine Unterbrechung ihrer Seidenstraße kann, muß aber nicht zwei Gruppen eines *neustrium*-Völkchens für lanze Zeit dissoziieren.

Bei dem sozialen Konnex der Raupen von *M. neustrium*, *M. castrense* und *Phalera bucephala* spielt die sexuelle Affinität keine Rolle.

Paarweise gleichgeschlechtlich isolierte *neustrium*- und *castrense*-Raupen halten eng zusammen und zeigen sich durch die Absonderung von ihren Geschwistern nicht beeinträchtigt.

In Einzelhaft gehaltene Raupen von *M. castrense*, *M. neustrium* und *Phalera bucephala* entwickeln sich normal, sind also nicht notwendig auf die Gesellschaft angewiesen.

Längere Zeit isoliert gehaltene Raupen von *M. neustrium*, *M. castrense* und *Ph. bucephala* verlieren ihren sozialen Trieb nicht und schließen sich an ihresgleichen sofort wieder an.

Verschiedenen Völkchen angehörige Raupen von *M. neustrium* sind, unabhängig von ihrem Alter, solange sie sozial bleiben, miteinander mischbar. Innerhalb der gemischten Gesellschaft findet keine Gruppierung statt, die verriete, daß die Geschwister einander erkennen und miteinander enger assoziiert wären als mit den Kindern anderer gleichartiger Mütter.

Mischgesellschaften aus ungleichaltrigen *M. neustrium*-Raupen erfahren keine dauernde familienreine Dissociation durch die Häutungen.

Kindervölkchen von *M. castrense* verbinden sich freiwillig zu einer einheitlichen Sekundärgesellschaft miteinander.

Gemischte Kindervölkchen von *M. castrense* trennen sich auch auf der Wanderung nicht wieder voneinander.

Einzelne *M. castrense*-Raupen schließen sich nicht ohne weiteres an eine *neustrium*-Gesellschaft an.

Einzelne *M. neustrium*-Raupen schließen sich sofort dauernd an eine *M. castrense*-Gesellschaft an.

M. castrense duldet einzelne *M. neustrium*-Raupen, *M. neustrium* einzelne *M. castrense*-Raupen zwischen sich.

Kindervölkchen von *M. castrense* lassen sich an Eiche gewöhnen und dauernd mit *neustrium*-Völkchen kombinieren. Dabei verhalten sich die *castrense*-Raupen mehr aktiv, die *neustrium*-Raupen mehr passiv.

Mischvölker aus *neustrium*- und *castrense*-Raupen sondern sich auch bei der Wanderung nicht wieder artrein voneinander.

Die Häutungen bewirken nur eine vorübergehende artreine Sonderung kombinierter Gesellschaften von *M. castrense* und *M. neustrium*.

M. castrense und *M. neustrium* sind in ihrem Charakter nicht so uniform, daß ihre Mischbarkeit von vornherein erwartet werden durfte.

In gemischten Sympaedien von *M. neustrium* und *M. castrense* werden letztere stationär, d. h. sie benutzen wiederholt dasselbe Nest zur Häutung.

Im Dunkelraume zerstreute *M. castrense* und *M. neustrium*-Raupen sammeln sich zu gemischten Gesellschaften, nicht artrein.

Das soziale Verhältnis zwischen *M. neustrium* und *M. castrense* wird durch die Überzahl einer der beiden Arten nicht berührt.

Einzelne Raupen von *Euproctis chrysorrhoea* schließen sich ohne weiteres an eine Mischgesellschaft von *M. neustrium* und *M. castrense* an und werden in ihr geduldet.

Euproctis chrysorrhoea-Völkchen lassen sich dauernd mit *M. castrense*- und *M. neustrium*-Völkchen kombinieren.

In dieser aus drei Arten bestehenden Gesellschaft findet keine artreine Gruppierung statt (von den Häutungen abgesehen).

Ein Sympaedium von *Euproctis chrysorrhoea* kann freiwillig sein eigenes Nest aufgeben, um sich einer kombinierten Gesellschaft von *M. castrense, M. neustrium* und *E. chrysorrhoea* anzuschließen.

Dem Gesichtssinne der Raupen kommt keine soziologische Bedeutung zu.

Die Raupen von *M. neustrium, M. castrense* und *Ph. bucephala* finden sich nach völliger Zerstreuung in absoluter Dunkelheit wieder zusammen. Dieses Zusammenfinden kommt auch ohne Benutzung leitender Seidenfäden zustande (*Ph. bucephala*).

Der Spürsinn der Raupen kann nicht als sozialer Sinn bezeichnet werden.

Die *M. castrense*-Raupen wandern nicht in ausschließlicher Abhängigkeit von ihrem positiven Phototropismus.

Die *M. castrense*-Raupen können tastend ihre Haupt- und Nebenstraßen, die sich strukturell verschieden verhalten, unterscheiden.

Die *M. castrense*-Raupen erkennen die Richtung ihrer Straßen nicht an deren Struktur.

Die Wanderrichtung der *M. castrense*-Raupen im Freien läßt sich nicht aus dem Stande der Sonne erklären, also auch nicht der Umstand, daß sie ihr Nest in anderer Richtung zu verlassen pflegen, als sie es erreicht haben.

Unterbrechungen der Hauptstraße von *M. castrense* wurden nur in der Richtung vom Neste weg überbrückt.

Die Goldafterraupen gehen am liebsten auf- und lichtwärts, in zweiter Linie aufwärts vom Lichte weg; in dritter Linie abwärts zum Lichte hin; am wenigsten gern abwärts vom Lichte weg. Ihre Vorliebe, aufwärts zu wandern, scheint ihren Phototropismus zu überwiegen, der satische Sinn sie stärker zu beeinflussen als der Lichtsinn.

Das Nest ist ein Accidens des sozialen Lebens spinnender Raupen.

Das Nest schützt seine Bewohner nicht vor Regen.

Die Raupen besitzen kein Vorgefühl für kommendes Regenwetter.

Schlußbemerkungen.

Zum Schlusse habe ich mich mit einer inzwischen erschienenen Arbeit von C. Hess[10]) auseinanderzusetzen, der, wie besonders bemerkt werden muß, vorwiegend mit ganz jungen Raupen experimentiert hat, weil er vornehmlich bei solchen die zu seinen Untersuchungen geeigneten Lichtreaktionen fand. Er polemisiert in seiner sehr inhaltsreichen und höchst interessanten Schrift u. a. gegen Loeb[11]), der die Lebensweise von *Euproctis chrysorrhoea* durch drei Arten der Reizbarkeit, die Bewegung zum Lichte, einen negativen Geotropismus und Kontaktreizbarkeit bestimmt sein läßt. Loeb ist der Ansicht, daß diese Tiere durch die Schwerkraft gezwungen werden, vertikal aufwärts zu kriechen. Dagegen bemerkt Hess: „Ich habe nie eine negativ geotropische Raupenart gefunden." Ich selbst muß auf Grund meiner Erfahrungen Hess darin zustimmen, daß die Schwerkraft die Raupen keineswegs zwingt, emporzusteigen; aber eine Neigung, auch unabhängig von der Lichtstärke lieber aufwärts als in horizontaler Richtung und abwärts zu laufen, besteht entschieden. Das beweisen meine S. 145

[10]) Über Lichtreaktionen bei Raupen und die Lehre von den tierischen Tropismen, Pflügers Arch. f. Physiol. Bd. 177, 1919, p. 57 e. s.

[11]) Der Heliotropismus der Tiere, Würzburg 1890.

mitgeteilten Versuche mit geblendeten Raupen; und deren Verhalten auf dem Wagebalken am Ostfenster bei unveränderter Lichtstärke trotz der Lageveränderung ihres Körpers zeigt mindestens, daß die Raupen diese Lageveränderung ohne Mitwirkung des Lichtes wahrnehmen und auf sie reagieren; ja bei älteren Raupen überwiegt sogar allem Anscheine nach die Neigung emporzusteigen den sogenannten Phototropismus. Dunkelkastenversuche halte ich nicht für besonders günstig zur Entscheidung dieser Frage, weil die Tiere in der Dunkelheit bald träge zu werden pflegen und schnell zur Ruhe kommen. Wenn sie dann nicht an den Kastenwänden emporsteigen, ist dies noch kein Beweis für den Mangel eines Triebes hierzu. Auch sollte man im Dunkelkasten lieber geneigte als horizontale Bodenflächen wählen, also den Kasten auf eine seiner Kanten stellen, um zu etwas mehr gesicherten Ergebnissen zu kommen. Bei meinen Dunkelkastenversuchen, die andere als die hier in Rede stehenden Fragen zu beantworten hatten, sammelten sich die Raupen sowohl an der Bodenfläche als auch an den oberen Ecken (vgl. S. 129); aber letzteres Verhalten wurde weit häufiger festgestellt.

Loebs Angabe, die Raupen bewegten sich von der Wärmequelle weg, wurden durch Versuche von Hess widerlegt. Ich habe, da mich bei meinen in erster Linie soziologischen Untersuchungen diese Frage nicht unmittelbar interessierte, nach dieser Richtung hin nicht experimentiert, zumal mir die sich sonnenden Raupen verschiedener Arten niemals den Eindruck erwecken konnten, als ob sie sich in einem peinlichen Zustande des Konfliktes ihrer „Tropismen" befänden, deren einer sie das Sonnenbad zu suchen, der andere es zu fliehen zwingen soll. Diese Ungereimtheit weist auch Hess mit dem Satze zurück: „In welchen Widerstreit müßten in der Natur die Raupen fortgesetzt kommen, die so lebhaft nach dem Sonnenlicht eilen und dabei sich doch von der Wärmequelle fortbewegen sollen!" — Dankenswert ist ferner die Zurückweisung des Irrtums, auf den Loeb seinen „Stereotropismus" gegründet hat.

Schon von Loeb war behauptet worden, die *E. chrysorrhoea*-Raupen seien in dem Maße von ihrem Phototropismus beherrscht, daß sie lieber verhungerten als vom Lichte weg zum Futter gingen. Da nicht nur mir diese Angabe sehr unwahrscheinlich war, habe ich Versuche angestellt, die erst in diesem Frühjahre abgeschlossen werden können. Ich werde über sie dann besonders berichten[12]) und will an dieser Stelle nur sagen, daß unter den von Loeb angegebenen Bedingungen keine meiner aus Eiern gezogenen Raupen lieber verhungert als vom Lichte weg zur Nahrung gegangen ist. Das beweist aber gegen Loeb noch nichts, weil er nur denjenigen Raupen einen so weitgetriebenen Phototropismus zuerkennt, die eben das Überwinterungsnest verlassen und noch nicht gefressen haben. Ich werde also mit diesen Raupen die Versuche erst noch

[12]) Zeitschrift für Allgemeine Physiologie; erscheint voraussichtlich 1921.

wiederholen müssen, um mir ein abschließendes Urteil bilden zu können. (Vergl. umstehende Anm. 12.)

Ich bin nun sehr überrascht, bei Hess lesen zu müssen, daß auch bei ihm „oft" die Tiere bis zu ihrem Tode am Lichtende eines Glasstabes verharren, „auch wenn man frische Zweige . . . in ihrer nächsten Nähe anbringt, sofern nur diese Zweige nicht weiter zum Hellen hinausragen als der Glasstab." Hess sagt, die Raupen taten dies „oft". Taten sie es nicht immer unter gleichen Bedingungen? Bemerkenswert ist auch, daß sich Hess' Raupen am Zweige anders verhielten als am Glasstabe; denn am Ende des Zweiges machte ein wenn auch nur verhältnismäßig kleiner Teil der Tiere kehrt und kroch am Zweige herab wieder zimmerwärts, am Glasstab geschah dies nicht. Waren die Raupen also am Glasstabe in höherem Grade phototropisch als am Zweige?

Bei mir sind bisher am Lichtende dürrer Zweige so wenig wie an deren oberen Enden jemals Raupen aus reiner Lichtliebe verhungert. Mit Glasstäben fehlt mir freilich noch jede eigene Erfahrung. Darin aber kann ich Hess bestätigen, daß die Raupen nicht, wie Loeb will, nach der ersten Nahrungsaufnahme ihren „Phototropismus" verlieren. Mit Hess' Erfahrungen an *E. chrysorrhoea* stehen seine eigenen Beobachtungen an *Vanessa urticae* nicht recht in Einklang, da letztere, wenn sie das Futter aufsuchten, doch vom Lichte wegwandern mußten. Auch meine Raupen wußten sich in jedem Alter unter dem Einflusse des Hungers von der Bestimmtheit durch ihre Lichtliebe freizumachen. Sie werden also nicht vom Lichtstrahle wie an einem Faden gezogen, und Loeb hat sicher nicht recht, wenn er meint, das Tier müsse seinen Mundpol auch dann der Lichtquelle zuwenden, wenn es dabei aus dem Hellen ins Dunkle gelange. Ich kann Hess, der diese Ansicht bestreitet, nur beistimmen und mich darauf beschränken, auf meine Versuche hinzuweisen, die so eingerichtet waren, daß ein Schatten auf den lichtwärts verlaufenden Weg der wandernden Raupen fiel (S. 114). Nach Loeb hätten sie am Schattenrande nicht stutzen und halten dürfen. Ältere Raupen aber, die ja nach Loeb ihren Phototropismus schon verloren haben mußten, sah ich ganz nach Loebs Voraussetzung ohne irgendwelches Zögern den Schatten in Richtung auf die Lichtquelle durchlaufen; und jüngere *castrense*-Raupen zeigten sich durch die auf ihrem Wege liegenden Schattenflecke im Freien nicht im mindesten beeinflußt, obwohl sie unter anderen Bedingungen (Versuche im Zimmer) ihre unverminderte Lichtliebe sehr deutlich zu erkennen gaben. Diese Lichtliebe ist aber, wie mich meine Raupen gelehrt haben, kein sie notwendig bestimmender Tropismus, sondern eine Neigung, die viel leichter durch hinzutretende Motive überwunden werden kann, als Loeb annimmt. Wie könnten sonst lichtwärts wandernde *castrense*-Raupen spontan umkehren und in genau entgegengesetzter Richtung vom Lichte weglaufen, ohne daß sich die äußeren Bedingungen nachweisbar verändert haben, und ohne daß

durch Nahrungsaufnahme der Phototropismus aufgehoben worden ist?

Ich stimme, um dies zuvor ausdrücklich zu betonen, mit Hess darin vollkommen überein, daß die Organe und ihre Funktionen im Interesse ihrer Träger zur Entwicklung gekommen sind. Aber mir scheint doch, als ob folgende Ausführungen etwas einseitig den biologischen Wert der Lichtliebe der Raupen beurteilen: „In den ersten warmen Frühlingstagen, wenn eben die grünen Triebe zuerst an den meistbesonnten Stellen hervorkommen, kriechen die Räupchen aus den an kahle Stämme geklebten Eiern; ihre erste Bewegung gilt dem Aufsuchen des Lichtes, und lediglich der Trieb zum Lichte führt sie, wie wir gesehen haben, längs der Äste dahin, wo die noch zarten kleinen Tiere am meisten Aussicht haben, bald ihre Nahrung, junge Blätter, zu finden. Sicherlich gehen dabei viele von ihnen dadurch zugrunde, daß sie auf dürren abgestorbenen oder noch nicht mit Blättern versehenen Ästen zum Lichte kriechen und an deren Spitze verhungern; das kann uns aber an der Überzeugung von der Zweckmäßigkeit jener Reaktion nicht irremachen: müßten sie doch ohne den Trieb zum Hellen in noch viel größerer Zahl, wenn nicht gar alle, zugrunde gehen." — Die Nester der Baumraupen, von denen Hess hier ausschließlich zu sprechen scheint, sitzen mit Vorliebe an den Zweigenden, dort, wo die Eier abgelegt worden sind. Würden deren Insassen nur durch das Licht zur Nahrung geführt, so müßten die meisten von ihnen im Neste verhungern. Jeder Biologe wird mir aber aus eigener Erfahrung bestätigen, daß man unter normalen Verhältnissen im Freien Nester mit verhungerten Raupen ebensowenig findet wie an dürren oder laublosen Zweigenden verhungerte Gesellschaften. Die Ergebnisse der Laboratoriumsversuche müssen eben mit äußerster Vorsicht auf die ganz anderen Verhältnisse in freier Natur angewendet werden. Meine Laboratoriumsversuche haben mich, vielleicht weil ich in diesem Falle nicht mit Glasstäben, sondern nur mit Zweigen und Blättern und anfangs grundsätzlich nur mit naturgegebenen, dann aber auch mit anderen Unterlagen gearbeitet habe, nie eine derartige Katastrophe erleben lassen. Nun gibt es aber nicht nur Baumraupen, sondern sehr viele, die an niederen Pflanzen leben. Auch diese sind lichtliebend. Denken wir an *M. castrense* oder *franconicum*; ihre Eier sitzen als Ring an einem dürren Pflanzenstengel. Wie will man sich vorstellen, daß diese Raupen durch das Licht zur Nahrung geführt werden? Die überall gleich bestrahlte baum- und schattenlose Ödlandsfläche ist da nicht heller, wo die ersten Blättchen sprießen. Die meisten Ödlandsraupen müßten verhungern, wenn sie lediglich durch das Licht zu ihrer Nahrung geführt werden müßten, würden sinnlos jeden dürren Stengel himmelwärts ersteigen und oft schon an dem Ende des ihren Eierring tragenden Stengels zugrunde gehen. Da sie das nicht tun, werden sie nicht allein vom Lichte geleitet; ja, wir sahen, daß der Sonnenstand auf ihre Wanderrichtung gar keinen Einfluß

hat. Warum ersteigen ferner die vom Baume zur Erde gelangten jungen *E. chrysorrhoea*-Raupen niemals die grünen Pflanzen des Bodenwuchses (vgl. Deutsche Entomol. Zeitschr. 1919, H. I/II, p. 85 u. 94), wenn doch lediglich ihre Lichtliebe sie führen soll? Und könnte nicht die Lichtliebe dieser Tiere für sie auch den Vorteil haben, sie zur Wärme zu führen? Der große Einfluß der Temperatur auf Raupen ist ja hinlänglich bekannt; sie werden nicht nur durch Erwärmung lebhafter, sondern bedürfen sogar einer gewissen Temperatur, um sich überhaupt bewegen zu können. Bei niederen Temperaturen fressen sie nicht, und viele sonnen sich mit großer Vorliebe und können überhaupt auf die Dauer ohne direkte Sonnenbestrahlung nicht leben. Alle diese und manche anderen Tatsachen müßten wohl berücksichtigt werden, wenn man ein zutreffendes Urteil über den biologischen Wert der Lichtliebe gewinnen will. Es wäre immerhin möglich, daß die Laboratoriumsraupen deswegen am Ende der Glasstäbe und Reagenzgläser eingingen, weil sie ihre Lichtliebe diesmal nicht zu der gesuchten und für sie notwendigen Sonnenwärme führte; daß sie beharrlich auf Nahrungsaufnahme verzichteten, weil sie gar nicht in erster Linie Futter, sondern Wärme suchten, zu der sie im Freien nur das Licht führen kann. Meine aus Eiern gezogenen *chrysorrhoea*-Raupen schlüpften im Hochsommer, hatten es auch ohne direktes Sonnenlicht warm genug und gingen vielleicht deswegen nicht am Lichtende zugrunde, sondern wanderten vom Lichte weg zur Nahrung.

Ohne ein abschließendes Urteil über den Wert der Lichtliebe für die Raupen abgeben zu wollen, möchte ich doch betonen, daß ich die Behauptung für etwas voreilig und gewagt halte, allein das Licht führe diese Tiere zu ihrer Nahrung; und gesetzt, dies sei wenigstens mit der Fall, so erschöpft sich damit der Wert der Lichtwendigkeit für die Raupen wahrscheinlich noch nicht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Naturgeschichte

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: 86A_10

Autor(en)/Author(s): Deegener Paul

Artikel/Article: Soziologische Studien an Raupen und Bemerkungen über Licht- und statischen Sinn. 91-154