

Werk

Titel: Zur Kenntnis wirtschaftlich wichtiger Tierformen. I.

Autor: Hase, Albrecht

Ort: Berlin

Jahr: 1924

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0012|log265

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Zur Kenntnis wirtschaftlich wichtiger Tierformen. I.

Über den Stech- und Legeakt, sowie über den Wirtswechsel von *Lariophagus distinguendus*.
Chalcididae. Pteromalini.

Von ALBRECHT HASE, Berlin-Dahlem.

Zur Kenntnis wirtschaftlich wichtiger Tierformen soll hier eine Reihe von Arbeiten erscheinen, die ich in letzter Zeit im Laboratorium für physiologische Zoologie der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem ausgeführt habe. Es werden darin verschiedene Fragen physiologischer und ökologischer Natur zur Behandlung kommen. Am Schlusse jeder Arbeit sollen die für die angewandte Biologie wichtigen Schlüsse besonders hervorgehoben werden. Ich glaube damit den berechtigten Forderungen der Praxis am besten zu genügen und andererseits den Zusammenhang mit der allgemeinen Biologie aufrecht zu erhalten. Gemeinsam wird allen Arbeiten sein, daß die Untersuchung nur solche Tierformen betrifft, denen eine wirtschaftliche Bedeutung — sei es als Nützling oder als Schädling — zukommt.

Vorbemerkungen. Nachstehende Abkürzungen kommen zur Verwendung und bedeuten: Lar. = *Lariophagus distinguendus* Först. (Kurdj.); Fam. Chalcididae, Gruppe der Pteromalini. Schlupfwespe. Hab. = *Habrobracon juglandis* Ashmead, Fam. Braconidae, Schlupfwespe. Sit. = *Sitodrepa panicea* L., Brotkäfer, Brotbohrer. Lv. = Larve. P. = Puppe. Vorp. = Vorpuppe (Semipupa). Kok. = Kokon. Die beigegebenen Zeichnungen 1 und 2 sind unter genauer Einhaltung der Körpermaße und Proportionen halb-schematisch ausgeführt worden, da sie so, m. E., am besten die sich abspielenden Phasen erkennen lassen. Entworfen wurden sie nach vielen Einzelskizzen. Aus technischen und ökonomischen Gründen mußte leider auf die Wiedergabe von photographischen Aufnahmen verzichtet werden. Alle Abbildungen sind Originale.

1. *Über das Ausgangsmaterial.* Im Herbst 1922 erhielt ich in lufttrocknem, steinhartem Schwarzbrot große Mengen von Brotkäfern (*Sitodrepa panicea* L.). Das Material wurde auf verschiedene Gläser verteilt und weitergezüchtet. Zu diesem Zweck stellte ich es im Zuchtzimmer neben Großzuchten vom Kornkäfer (*Calandra granaria* L.) auf. Diese Kornkäferzuchten unterhielt ich schon seit 1920, und seit dieser Zeit waren sie ständig mit der Schlupfwespe *Lariophagus distinguendus* Först. (Kurdj.), (Fam. Chalcididae; Gruppe Pteromalini) bald mehr, bald minder reich infiziert gewesen. Es war daher nicht verwunderlich, daß die ursprünglich nichtinfizierten Brotkäferzuchten auch infiziert wurden durch entwichene *Lariophagus*. Im Herbst 1923 — also genau ein Jahr nach-

dem ich die Stammzuchten der Brotkäfer erhalten hatte — war besonders ein Zuchtglas mit sehr vielen Schlupfwespen besetzt. Nach genauerer Prüfung der Verhältnisse hatte ich den Eindruck, daß Lar. in Kolonien des Brotkäfers besser gedeiht als in solchen des Kornkäfers. Welches aber der ursprüngliche Wirt ist, kann danach selbstverständlich nicht entschieden werden. Bekannt ist ja, daß Lar. die Larven und Puppen beider Käferarten als Wirte für ihre Brut wählt.

Um eine Vorstellung zu erhalten, wie stark die Brotkäferzuchten überhaupt befallen waren, ließ ich einem Zuchtglase, das insgesamt 660 g Brotmasse enthielt, je zweimal 30 g Brot entnehmen und sehr vorsichtig zerkleinern, um alles darin vorhandene Tiermaterial — Schlupfwespen wie Käfer — zu erhalten. Das Ergebnis der Auszählung beider Proben, die erste wurde am 15. September, die zweite am 18. September 1923 entnommen, stelle ich nachfolgend zusammen.

Tabelle 1.

Es enthielten:

<i>Probe 1 = 30 g Schwarzbrot.</i>	
Brotkäfer Vollkerfen	= 177
„ Larven	= 225
	zusammen = 402
Lar. Männchen, lebend	= 3
„ Weibchen, „	= 31
Lar. ♂ und ♀, tot	= 12
Lar. Larven, lebend	= 10
	zusammen = 56
<i>Probe 2 = 30 g Schwarzbrot.</i>	
Brotkäfer Vollkerfen	= 141
„ Larven	= 278
	zusammen = 419
Lar. Männchen, lebend	= 3
„ Weibchen, „	= 14
Lar. ♂ und ♀, tot	= 10
Lar. Larven, lebend	= 12
	zusammen = 39

In einfachen Zahlenverhältnissen ausgedrückt verhielt sich (rund)

in Probe 1: Lar.: Sit. = 1 : 7;
in Probe 2: Lar.: Sit. = 1 : 10.

Die Ergebnisse zeigen einmal, welche Mengen von Tieren die Zuchten überhaupt enthielten; ferner geht daraus hervor, daß Lar. nicht imstande

gewesen war, der Massenvermehrung der Brotkäfer Einhalt zu tun¹⁾.

Da ich wieder über reiches Material der Schlupfwespe Lar. verfügte, so setzte ich Untersuchungen daran fort, die ich früher begonnen hatte, dann aber zunächst abzubrechen gezwungen war. Die vorliegende Arbeit ist gleichsam die Fortsetzung der unten genannten Veröffentlichung²⁾.

Über den Wirtswechsel von Lariophagus distinguendus. Unter den gewöhnlichen Bedingungen greift die Wespe Brot- bzw. Kornkäferlarven und -puppen an, die sich in den Getreide- (Brot-) Massen befinden. Der Stechakt ist unter diesen Umständen kaum oder nur sehr unvollkommen zu beobachten. Versucht wurde deshalb, die Weibchen zum Stechen zu veranlassen durch Vorlegen von Brotbohrerlarven, die isoliert worden waren. Die Versuche fielen leider zu 90% negativ aus — bis jetzt —, womit nicht gesagt sein soll, daß andere Beobachter mehr Glück haben könnten. Warum Lar.-Weibchen die isolierten Sit.-Larven so ungern angreifen, ist mir noch unklar. Da kam ich auf den Gedanken, den Lar.-Weibchen — die sich sehr gut in kleinen Glasschalen halten — die Larven einer anderen Schlupfwespe vorzulegen, und zwar reife Larven der Braconide Habrobracon juglandis (Ashm.), von welcher ich ebenfalls sehr große Mengen zur Verfügung hatte. Die Larven von Hab. spinnen sich in Kokons ein und machen darin ihr Vorpuppen- und Puppenstadium durch³⁾. Der Kokon sollte gewissermaßen die Getreidekornschale bzw. die umhüllende Brotkruste darstellen, welche die Larven vom Korn- bzw. Brotkäfer umgibt. Zu meiner großen Überraschung gelang

der Versuch über alles Erwarten gut, d. h. die *Pteromaline Lar. dist. greift die spinnreifen und die bereits eingesponnenen Larven, die Vorpuppen und die Puppen* (wenn sie sich eben zu verfärben beginnen) der Braconide Hab. jugl. an, sie sticht dieselben an und belegt sie mit Eiern.

Diese bisher unbekannte Tatsache setzte mich in den Stand, in sehr bequemer Weise den Stech- und Legeakt von Lar. in allen Einzelheiten zu verfolgen. Ein rein äußerlicher Umstand begünstigte die Beobachtungen noch besonders. Die von Natur durchscheinenden Hab.-Kokons ließ ich auf Glas festspinnen. So war nicht nur von allen Seiten, sondern auch in der Durchsicht eine Beobachtung möglich. Die Bewegungen des Legebohrers der Lar.-Weibchen innerhalb der Hab.-Kokons waren deshalb in überaus günstiger Weise zu beobachten. Besonders überrascht hat mich auch die Leichtigkeit, mit welcher die Versuche gingen. Es handelt sich also nicht um Zufälligkeiten. Ich hatte z. B. 40 Lar.-Weibchen isoliert gehalten und jedem Tier 3—5 spinnreife Hab.-Larven vorgelegt, so daß im ganzen 135 Hab.-Larven zu diesem Zweck benutzt wurden. Von den 40 Lar.-Weibchen wählten nicht weniger als 33 Tiere diese Form für ihre Brut als Wirt. Von den 135 Hab.-Larven wurden 59 Stück, d. h. rund 43%, angestochen. Man muß angesichts einer derartigen prozentualen Menge sich ernstlich die Frage vorlegen, ob nicht die Larven der Braconide Hab. jugl. (und verwandte Arten) in die Liste der Wirte von Lar. dist. eingereiht werden müssen. Das Ergebnis einer anderen Versuchsreihe, das ich unten mitteile, stützt meine Vermutung.

In 10 verschiedenen Schalen (1—10) legte ich je einem Lar.-Weibchen verschieden alte Larven bzw. Puppen vor; im ganzen kamen, wie die Aufstellung ergibt, 50 Hab. zur Verwendung, die sich auf die 10 Lar.-Weibchen, wie Tabelle 2 zeigt, verteilten.

Auf Einzelheiten dieser Versuchsreihe komme ich noch weiter unten zurück. Eines ist sicher: die Frage des Wirtswechsels und die Leichtigkeit, mit der sich dieser vollzieht oder vollziehen kann, bedarf noch einer weiteren experimentellen Untersuchung. Auffällig war mir noch zweierlei: erstens, wie schnell Lar. die ihm vorgelegten Hab.-Lv. angreift, und zweitens, daß Hab.-Lv. auch dann zuerst angegriffen werden, wenn Sit.-Lv. zugleich mit vorgelegt wurden. Die soeben mitgeteilten

¹⁾ Allein die in dem einen Zuchtglas enthaltenen Brotkäfer schätze ich auf rund 8500 und die Lar. auf etwa 900 — entsprechend den in Proben 1 und 2 enthaltenen Mengen.

²⁾ HASE, A.: Beiträge zur morphologischen und biologischen Kenntnis der Schlupfwespe (*Lariophagus distinguendus* (Först.) *Kurdj.* Sitzber. d. Ges. naturforsch. Freunde, Berlin, Jg. 1919; Nr. 10 (mit Lit.-Verz.).

³⁾ Betreffs der Biologie von *Hab.* verweise ich auf folgende Arbeit: HASE, A.: Biologie der Schlupfwespe (*Habrobracon brevicornis* Wesmael) Braconidae. Arb. a. d. Biolog. Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft. Bd. 11, H. 2, 1922. — Auch hier sei ein nomenklatorischer Irrtum berichtet: Die von mir *Hab. brev.* Wesm. genannte Form ist nicht diese Art, sondern die naheverwandte *Hab. juglandis* Ashmead.

Tabelle 2.

Schale 1	enthält: =	spinnreif; noch weiß aussehend	angestochen wurden
2	5 Hab. Lv.		5
3	4 Hab. Pp.		1
4	5 Hab. Vorp.		—
5	5 Hab. P.	eben sich färbend	—
6	10 Hab. Lv.	bereits eingesponnen	7
7	3 Hab. Lv.	spinnreif	3
8	4 Hab. Lv.	spinnreif	4
9	8 Hab. Lv.	spinnreif	6
10	3 Hab. Lv.	spinnend	2
10	3 Hab. Lv.	spinnreif	3

zusammen 50 Hb., davon angestochen 31 Stück = 62%.

Tatsachen sind im Hinblick auf das Problem der *Mono-* und *Polyphagie* der Schlupfwespenlarven von besonderem Interesse. An dieser Stelle soll darauf jedoch nicht näher eingegangen werden. Ich verweise vielmehr auf meine soeben erschienene, unten angeführte Arbeit, in der ich mich mit dem letztgenannten Problem auseinandersetze¹⁾.

Ich fasse kurz zusammen: Da die Lar.-Weibchen ungemein leicht die Jugendstadien der Braconide Hab. jugl. angreifen, so war infolge dieses Wirtswechsels eine besonders günstige Gelegenheit gegeben, den Stech- und Legeakt dieser Pteromaline in allen Einzelheiten zu verfolgen, zumal die Kokons von Hab. gut durchsichtig sind, wenn man sie auf Glas festspinnen läßt.

Über den Stech- und Legeakt von Lar. dist.

Die nachfolgenden Ausführungen gründen sich in erster Linie auf Beobachtungen über das Verhalten von Lar. den Jugendstadien von Hab. gegenüber.

a) Zunächst sei die Frage beantwortet, *welche Stadien von Hab. von seiten des Lar.-Weibchens angegriffen werden*. Um dieses festzustellen, habe ich Versuchsreihen angesetzt in der Weise, wie eine in Tab. 2 mitgeteilt wurde, d. h. den stechlustigen Weibchen legte ich spinnreife, aber noch nicht eingesponnene Hab.-Lv., dann bereits eingesponnene Larven, ferner Vorpuppen von Hab. mit und ohne Kokons, und ebensolche Puppen vor, letztere in verschiedenen Altersstadien. Es hat sich ergeben, daß Lar.-Weibchen Hab.-Stadien angreift: vom reifen Larvenzustand an bis zur sich färbenden Puppe. Bereits ausgefärbte Puppen, also ältere Tiere, bleiben verschont. Bevorzugt werden augenscheinlich alle die Individuen, welche sich im Kokon befinden. Mit Rücksicht auf die sonstigen Lebensgewohnheiten dieser Schlupfwespe möchte ich diesen Umstand betonen. Für gewöhnlich werden ja Käferlarven angestochen, die sich innerhalb einer schützenden Hülle (Schale des Getreidekorns, Brotkruste) befinden. Der Trieb, durch eine tote Masse hindurch den Legebohrer einzustoßen, tritt somit auch gegenüber diesem Objekt zutage. Andererseits sticht das Lar.-Weibchen auch frei liegende Hab.-Larv. und Puppen an. Das Fehlen eines Kokons ist also kein Hinderungsgrund, einen Stich zu setzen. Nicht alle vorgelegten Hab.-Individuen wurden sofort angegriffen. Vielfach beobachtete ich, daß die Lar.-Weibchen erst $\frac{1}{2}$ bis 1 Tag warten, bevor sie nach dem ersten Opfer ein zweites, drittes usw. wählen. Oder: Individuen, die als spinnreife Lv. nicht angegriffen worden waren, werden als eingesponnene Lv. oder als Vorpuppen oder Puppen noch angegriffen. Kurz, alle möglichen Variationen sind feststellbar.

Zur Eiablage kommt es sowohl an einge-

sponnenen Hab.-Exemplaren als auch an nicht-ingesponnenen.

b) *Der Stech- und Legeakt*. Wir können ungezwungen eine Reihe von Phasen unterscheiden. In jeder Phase ist das Verhalten des Lar.-Weibchens ein typisches. Bevor ich an der Hand der beigegebenen Figuren die einzelnen Phasen schildere, mache ich noch auf folgenden, mir besonders wichtig erscheinenden Umstand aufmerksam. Das Lar. dist.-Weibchen legt erst sein Ei ab, dann sticht es das für die Brut bestimmte Opfer an. Es wäre also richtiger, vom „Lege- und Stechakt“ zu sprechen als vom „Stech- und Legeakt“, wenn man den Vorgang des Stechens auf das lebende Objekt allein beziehen will. Da jedoch eine umhüllende Schicht in den meisten Fällen erst mit angestochen werden muß, so möchte ich von dem hier üblichen Sprachgebrauch „Stech- und Legeakt“ nicht abgehen. In dieser Hinsicht unterscheidet sich Lar. grundsätzlich von Hab. jugl. Letztere Art verfährt genau umgekehrt, d. h. es sticht erst das Opfer an und dann legt es die Eier ab¹⁾.

Erste Phase (Fig. 1a). Wir können sie als die einleitende bezeichnen. Das Weibchen besteigt den betreffenden Kokon oder die betreffende Larve von allen Seiten her; es läuft darüber hin, kehrt um und wiederholt dieses Gebaren oft 3–4–5 Minuten ununterbrochen. Ein stetiges Beklopfen der Kokonaußenseite mit den Fühlerspitzen (Endkeulen) geht nebenher²⁾. Die Haltung der Fühler ist dabei eine ganz typische. Fig. 1a veranschaulicht dieselbe. Die Fühler werden wie Hämmerchen mit dem Endteil *senkrecht auf das zu untersuchende Objekt* aufgesetzt, beide zugleich oder in unregelmäßigem Takte schlagend. In senkrechter Haltung — zur Oberfläche des betreffenden Kokons wohlgerichtet — befinden sich demnach folgende Fühlerteile: das Wendeglied, die zwei Ringglieder, die sechs Fadenglieder und die dreiteilige Endkeule. Die Spreizung der Fühler beträgt etwa $25^\circ - 30^\circ$ (nach Schätzung), sie ist also geringer als beim einfachen Lauf. Bemerkte sei noch, daß ab und zu während dieser Untersuchung des Wirtes die beiden letzten Beine gegenseitig oder die Flanken des Hinterleibes geputzt werden.

Zweite Phase (Fig. 1b). Wie die vorige ist auch ihr Eintritt durch ein markantes Fühlerspiel ausgezeichnet. Die Fühler legen sich mit dem basalen Schaft und den Endteilen möglichst parallel aneinander, so daß die Spitzen der Endkeulen weitgehend sich nähern, also eine sehr enge Stelle zugleich betasten. Den Kopf biegt jetzt das Weib-

¹⁾ Vgl. HASE: 1922; a. a. O. S. 133 u. 144.

²⁾ Zur Ergänzung sei bemerkt: Am Fühler unterscheidet man den eingliedrigen *Schaft*, der am Kopf eingelenkt ist, und die *Geißel*. Letztere besteht aus folgenden einzelnen Gliedern: Wendeglied (Pedicellus), 2 Ringgliedern, 6 Fadengliedern und der Endkeule, die wiederum eine Dreiteilung eben noch erkennen läßt. Eine Abbildung findet sich in meiner früheren Arbeit über Lar.

¹⁾ HASE, A.: Über die Monophagie und Polyphagie der Schmarotzerwespen; ein Beitrag zur Kenntnis des Geruchsinnens der Insekten. *Die Naturwissenschaften*, 11. Jg. 1923.

chen tief nach unten und etwas nach hinten, wobei die Fühler in spitzen Winkel zwischen Schaft- und Wendeglied einknicken. Es resultiert schließlich eine Fühlerhaltung, wie sie die Fig. 1 b veranschaulicht. Die nun nach hinten gerichteten Fühler beklopfen in schnellstem Schlagtempo eine kleine Stelle, die sich unter dem Leib des Lar.-Weibchens befindet. Dieses vibrierende Tasten und Klopfen läßt sich am besten mit dem Vorgang des schnellsten „Trillerschlagens“ beim Klavierspiel vergleichen. Die Dauer dieses „Betrillerns“ einer bestimmten, kleinen Stelle auf der Außenseite eines Kokons beträgt nach meinen Beobachtungen bis zu fünf Sekunden. Die einmal eingenommene Fußstellung behält das Tier von nun an bei; damit

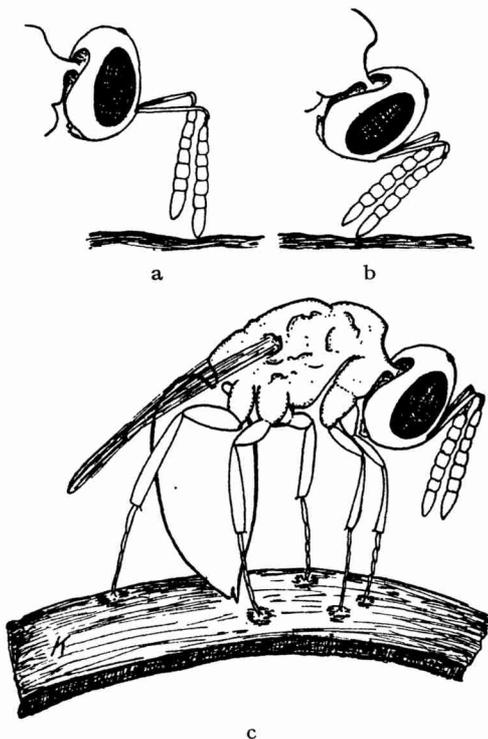


Fig. 1. Stech- und Legeakt von Lar.

- a) Fühlerhaltung während der ersten Phase.
 b) Fühlerhaltung während der zweiten Phase.
 c) Stellung des Weibchens während der dritten Phase.
 K = Kokon. Vergr. ca. 32 : 1.

ist zugleich gesagt, daß Putzhandlungen unterbleiben während des weiteren Ablaufes des Stechaktes.

Dritte Phase (Fig. 1 c). Nach der eigentümlichen „Betrillierung“ eines kleinen Fleckes hebt das Lar.-Weibchen den Kopf, zunächst unter Beibehaltung der spitzen Knickstellung der Fühler nach rückwärts. Dann stützt es sich möglichst hoch auf die Beine, biegt den Hinterleib nach vorn, bis er senkrecht zur Oberfläche des gewählten Objektes zu stehen kommt. Die Enden der Stachelscheiden — sie sind in besonderer Weise modifiziert

und mit Sinneshaaren reich versehen — treten bauchwärts hervor, so daß es aussieht, als wäre das Hinterleibsende gespalten. Bei gewöhnlicher Haltung des Leibes ist der gesamte Stechapparat von der letzten Rückenplatte völlig verdeckt. Die Enden der Stachelscheiden tasten nun, und das ist das Wesentlichste, genau auf der Stelle einige Sekunden herum, die vorher intensiv betrillert worden war. Man hat den Eindruck, als ob das betreffende Weibchen, bevor der Einstich endgültig erfolgt, mit Hilfe der Tastorgane an den Stachelscheiden die Reize, welche durch die Fühlerspitzen vermittelt wurden, nochmals nachkontrollieren wollte¹⁾. Jedenfalls werden zwei Organe benutzt, um die Beschaffenheit einer eng umschriebenen Stelle zu erkunden²⁾. Für ausgeschlossen halte ich es nicht, ja sogar für wahrscheinlich, daß auch die Spitze des Bohrers vor dem definitiven Einstich selbst mittastet. Leider entzieht sich dies der direkten Beobachtung³⁾. Oft genug kann man beobachten, daß nach dem tastenden Aufsetzen der Hinterleibsspitze der Einstich selbst zunächst noch unterbleibt. Das Weibchen biegt den Leib zurück und beginnt nun von neuem mit der genauen Untersuchung der betreffenden Stelle, wie wenn das Resultat der ersten Untersuchung nicht voll be-

¹⁾ Tastorgane an den Enden der Stachelscheiden sind auch von anderen Autoren beobachtet worden; in einer neueren Arbeit von KRÜGER (Beobachtungen am Mehlmottenraupenparasiten *Nemeritis canescens* Gravenhorst; zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der äußeren Anatomie der Ichneumoniden. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 7. 1921) findet sich entsprechende Angaben und Abbildungen. Bei Lar. dist. sind die Enden der Stachelscheiden mit vielen Haaren besetzt, die zweifelsohne eine Tastfunktion ausüben.

²⁾ Ich sprach absichtlich zunächst nur von „Reizen“. Um nicht mißverstanden zu werden, füge ich ergänzend hinzu, daß ich mir den Vorgang sinnesphysiologisch folgendermaßen zurechtlege. Das Weibchen beriecht zunächst den Kokon überhaupt, wobei ich, wie allgemein, die Fühler in erster Linie für den Sitz der Geruchsorgane halte. Zugleich betastet es den Kokon. Ganz intensiv berochen und zugleich betastet wird dann eine engumschriebene Stelle. Ist die Intensität der geruchlichen Reizung auf dieser Stelle stark genug, so kommen die nachfolgenden Stechhandlungen in Gang. Das Tasten, welches erste eine mehr sekundäre Rolle spielte, tritt jetzt in den Vordergrund. Es wird aber nicht mehr von den Fühlern, die nur in zweiter Linie Tastorgane sind, ausgeübt, sondern von besonderen Tastwerkzeugen, eben den Stachelscheiden. Soeben veröffentlichte DINGLER (Die Schlupfwespe, *Ephialtes manifestator* L., bei der Vorbereitung zur Eiablage. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 9, H. 1. 1923) Beobachtungen über den Stechakt von *Ephialtes*. Seine Angaben lassen meine Deutung zwanglos zu, ja sie stützen dieselbe direkt.

³⁾ Nach den Untersuchungen von JORDAN: Sinnesorgane und Funktion des Bienenstachels (Arch. f. mikr. Anat. Bd. 96, H. 2/3. 1922) ist nicht zu zweifeln, daß sich am Stachel selbst, bei den stacheltragenden Hautflüglern, Sinnesorgane in beträchtlicher Zahl finden. Es ist wohl kein Fehlschluß, wenn wir das gleiche für Lar. annehmen. Untersuchungen darüber sind in Aussicht genommen.

friedigt hätte. Ist dieses Tasten, welches ebenfalls bis zu 5 Sekunden etwa dauern kann, beendet, so hebt sich der Stachel aus der Scheide heraus, d. h. er wird sichtbar. Die Unterseite des Hinterleibes und der hervortretende Stachel stehen einige Augenblicke fast parallel oder doch nur in geringem Grade zueinander divergierend (etwa 50°). Nicht mit hervortreten die Stachelscheiden; sie bleiben — bis auf ihre Spitzen — unter den letzten Leibessegmenten verborgen.

Während dieser Vorgänge hat sich an der Fühlerhaltung und Beinsetzung nichts geändert. Die Füße sind bis zum äußersten hochgestellt. Man sieht, wie in diesem Moment des Hervortretens des Bohrers das Weibchen die ganze Körpermasse auf den Stachel lasten läßt, so weit dies eben möglich ist.

Vierte Phase (Fig. 2 a). Sie schließt sich unmittelbar an die vorhergehende an. Sobald die Stachelspitze aufgesetzt wurde, also gewissermaßen eine Verankerung erfuhr, biegt das Weibchen den soeben senkrecht gehaltenen Hinterleib in die gewöhnliche Stellung zurück, wobei die Bauchplatten der Segmente 1—5 sich entsprechend ineinander schieben. Hierdurch kommt es zu der auffälligen gestaltlichen Veränderung des Hinterleibes während des Stechaktes. Möglich ist dieses nur durch die großen morphologischen Unterschiede, welche die Rücken- und Bauchplatten der einzelnen Hinterleibsringe auszeichnet. Im Ruhezustande liegen die einzelnen Segmente derartig in- bzw. untereinander, daß der Leib eine längliche eiförmige Umrißform annimmt.

Nun beginnt das eigentliche Einstoßen des Stachels. Der Rückstoß, welcher hierbei entsteht, wird durch die Basalteile des Stechapparates aufgefangen, die ihrerseits vornehmlich durch die Bauchplatte des 5. Segmentes hierbei gestützt zu werden scheinen. Wie groß der dem Eindringen des Bohrers entgegenstehende Widerstand ist, erkennt man an dem starken seitlichen Ausbiegen des Stachels. Andererseits beweist dieser Umstand die erstaunliche Elastizität dieses Gebildes. Im Augenblick des Einstoßes hat man den bestimmten Eindruck: das Weibchen läßt die Wucht des ganzen Körpers wirken; denn die Beine sind so hoch gestellt dabei, daß sie den Körper gerade an dem Umfallen hindern¹⁾. Der erste Einstich erfordert von seiten des Weibchens die höchste Kraftentfaltung. Ist er geglückt, so dringt der Stachel weiter vor, und nun arbeitet der ganze Körper des Tieres mit. Die Füße bewirken jetzt erst dabei einen entsprechenden, rhythmisch wirkenden

¹⁾ Das Durchschnittsgewicht eines Lar.-Weibchens beträgt rund 0,7 mg. (Die Männchen sind viel leichter, sie wiegen nur rund 0,22 mg.) Das Gewicht von 0,7 mg lastet demnach auf dem Stachel. Der Durchmesser desselben wurde zu 0,025 mm und seine Länge auf 1,00 bis 1,26 mm bestimmt. Durchmesser zu Länge verhält sich also etwa wie 1 : 45. Die absoluten Maße sind je nach der Größe der Individuen Schwankungen unterworfen.

Gegenzug, kenntlich an dem leichten Auf- und Abschwingen des Körpers, wobei der Druck auf den eindringenden, nach und nach in seiner ganzen Länge hervortretenden Stachel verlegt wird. Nicht verändert wird während der Phase die Grundstellung der Füße, wohl aber die der Fühler. Der Kopf hebt sich wieder etwas und die Fühler nehmen die rechtwinklige Knickstellung ein, wie es die Fig. 2 a zeigt. Langsam abwechselnd oder zusammenschlagend bewegen sie sich auf und ab,

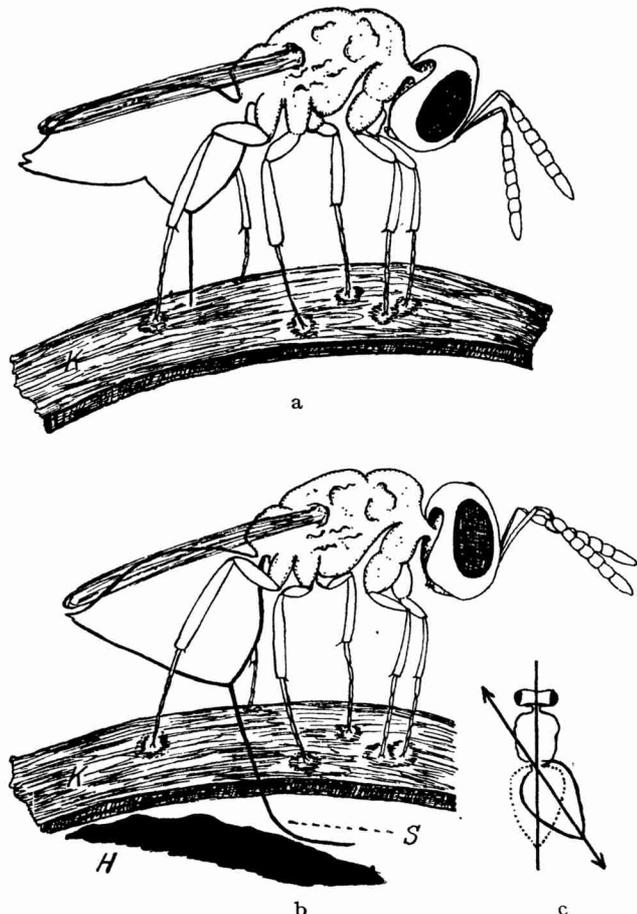


Fig. 2. Stech- und Legeakt von Lar.

- a) vierte Phase.
b) fünfte Phase.
c) Stellung des Hinterleibes während der fünften Phase, von oben gesehen.
K = Kokon; H = Hab.; S = Stachel (Legebohrer).
Vergr. ca. 32 : 1.

ohne jedoch das Objekt selbst zu berühren. Einige Tiere habe ich auch beim Stechakt beobachtet, die während dieser Zeit die Fühler steil nach oben richteten, wobei Schaft, Wendeglied und die Fadenglieder eine gerade Linie bildeten. Diese Haltung der Fühler ist aber eine ungewöhnliche. Wie stark während dieser Phase des Ausstoßens bzw. Eindringens des Legebohrers der ganze Stechapparat

arbeitet, ist an dreierlei zu erkennen: erstens an den zuckenden und zitternden Bewegungen der Flanken des Hinterleibes, zweitens an dem abwechselnden Hervortreten und Zurückziehen der Stachelscheidenenden, und drittens an dem schnellen Auf- und Abgleiten der zwei, an der Spitze fein gezähnten Stechborsten auf der ebenfalls vorn fein gezackten Stachelrinne¹⁾.

Fünfte Phase (Fig. 2 b und c). Sie ist dadurch charakterisiert, daß der Stachel nun völlig ausgestreckt ist. Dieser Zustand bedingt die völlige Veränderung der Form des Hinterleibes. Er erscheint dreieckig, wobei die nach unten gerichtete Spitze sich gewissermaßen im Stachel fortsetzt (*S*). Um so tief wie nur angängig, wenn gewollt, in das gewählte Objekt einstechen zu können, senkt das Lar.-Weibchen den Körper durch entsprechende Biegung im Hüft-Oberschenkel- und Oberschenkel-Schienen-Gelenk. Diese Senkung geht so weit unter Umständen, daß der Hinterrand der 5. Bauchplatte auf dem Kokon aufstößt. Besonders bemerkenswert ist folgendes: der Stachel in seiner Gesamtheit ist nicht einem starren Dolch vergleichbar, sondern einer spitzen, elastischen Sonde, deren vorderes Ende vom weiblichen Tier willkürlich gebogen werden kann. Erstaunlich ist, wie außerordentlich lebhaft diese züngelnden Bewegungen des Stachelvorderendes sind, wobei ein Umlegen der Spitze fast bis zu 90° erfolgt. Mit seinem Bohrer tastet das Weibchen die erreichbare Umgebung im Kokon gründlich ab. Trifft der umhertastende und sondierende Stachel auf den Körper einer Hab.-Larve (*H*), so wird dieser *zunächst nicht angestochen*, sondern unter Benutzung aller Spalten zwischen der Hab.-Larve und der Kokoninnenwand (*K*) wird vornehmlich die Innenseite des Kokons genau tastend geprüft, bis eine für die Eiablage günstige Stelle gefunden („herausgefühlt“ könnte man sagen) wurde. Wie schnell und geschickt diese sondierende Arbeit geleistet wird, unter Vor- und Rückwärtsgehen, unter seitlichem Ausweichen und Biegungen aller Art des ganzen Stachels, ist ganz überraschend. Das Lar.-Weibchen dirigiert den Legeapparat genau so sicher, wie es sonst z. B. seine Fühler gebraucht. Während entsprechende Kopfwendungen die Arbeit der Fühler unterstützen, geschieht es hier durch seitliche Wendungen des Hinterleibes, der aus der Längsachse um 30°–35° bis 40° zu diesem Zwecke gedreht wird (Abb. 2 c). Den Drehpunkt für den Stachel bildet dabei die Stelle, welche in der Kokonwandung steckt. Sicher ist: das Lar.-Weibchen sticht nicht wahllos geradlinig in ein Objekt ein, sondern beim Eindringen des Bohrers wird fallweise ständig in sehr zweck-

mäßiger Weise getastet und sondiert unter entsprechenden Biegungen des Bohrers. Der Stachel geht dahin und so tief, wie und wohin ihn das Weibchen haben will. Dieses soeben geschilderte Verhalten des Stachels konnte deshalb so gut verfolgt werden, weil das Objekt, welches den Lar.-Weibchen zum Anstechen vorgelegt wurde — Hab.-Kokons —, fast völlig durchsichtig ist, besonders dann, wenn die in Betracht kommenden Hab.-Larven sich auf Glasunterlagen festgesponnen haben.

Ich konnte infolgedessen beobachten, wie das Lar.-Weibchen den Legebohrer, wenn nötig, ein Stück zurückzieht durch entsprechendes Heben des Körpers und dann, wenn die zuerst mit der Stachelspitze getastete Stelle nicht zusagte, ihn von neuem vortreibt, aber in einer anderen Richtung, d. h. bald ist die Stachelspitze nach dem Kopf zu, bald nach der Seite, bald nach rückwärts gewendet.

Die Dauer dieser sondierenden Arbeit, d. h. der ganzen Phase, kann verhältnismäßig kurz, etwa $\frac{1}{2}$ Minute, bemessen sein; sie ist in der Regel länger, nämlich 2–2 $\frac{1}{2}$ –3 $\frac{1}{2}$ Minuten. In einem Falle dauerte sie sogar 9 Minuten ununterbrochen; dann erst erfolgte die Eiablage.

Nach beendetem Stich zieht das Lar.-Weibchen den Bohrer heraus und legt ihn sofort in die Stachelscheide zurück, so daß er den Blicken entschwindet. Der Hinterleib nimmt die gewöhnliche Form wieder an und der Stechakt ist beendet. Es werden gewissermaßen ganz schnell die letzten 3 Phasen rückwärts durchlaufen. In der Regel bildet ein Putzakt die nächste Handlung nach gesetztem Stich.

Legeakt: Es ist zu betonen: bei Lar. wird erst das Ei — wenigstens soweit meine Beobachtungen reichen — abgelegt und dann das im Kokon befindliche Wirtstier angestochen. Bei vielen andern Schlupfwespen ist es gerade umgekehrt. Wir können also zwanglos unterscheiden: 1. zwischen dem Durchstechen der Kokonwandung und dem Umhertasten des Stachels, um eine Stelle für das abzulegende Ei ausfindig zu machen, 2. zwischen dem Legeakt selbst, und 3. zwischen dem Anstechen des Wirtstieres. Durchaus nicht immer folgen diese 3 Handlungen unmittelbar hintereinander. Oft genug kann man beobachten, daß das Lar.-Weibchen zwar die Kokonwandung durchsticht und mit dem Bohrer umhertastet, aber dann weder das Wirtstier ansticht noch ein Ei ablegt. Nur ein Beispiel dafür sei erwähnt: ich habe ein Weibchen $\frac{3}{4}$ Stunden lang ununterbrochen an einem Hab.-Kokon sich beschäftigen sehen; fünfmal versuchte es die Gespinnstmassen vergeblich zu durchstechen, d. h. es wurde Phase 1–3 durchlaufen, und zehnmal stach es tatsächlich ein, d. h. durch die Kokonwand hindurch. Aber erst beim 10. Einstich kam es schließlich zur Eiablage, und zwar an einer Stelle an der Kokoninnenwand, die schon oftmals „abgefühlt“ worden war. Nach der Ablage erfolgte der Anstich der Hab.-Larve,

¹⁾ Ergänzend sei bemerkt: Nie mit in den Stichkanal werden eingeführt die Stachelscheiden, sondern nur der Stachel (d. h. der Legebohrer), der in seiner Gesamtheit gebildet wird von der unpaaren Stachelrinne und den paarigen darin „eingefalteten“ Stechborsten. Die Falze verhindern das Auseinandersperren der einzelnen Bestandteile des Stachels bei seitlichen Biegungen (s. oben).

die dabei zusammenzuckte und sich heftig krümmte. Hieraus folgt: das Lar.-Weibchen legt seine Eier in der Nähe des Wirtstieres, evtl. an dieses selbst ab, aber *nicht* in das Wirtstier. — Der Legeakt dauert rund 3–5 Sekunden. Er verläuft ganz ähnlich, wie ich ihn früher (vgl. Hase, 1922, a. a. O. S. 133 u. ff.) von Hab. beschrieben und abgebildet habe. Man sieht, bei bis zum äußersten gestreckten Legebohrer, an der Grenze des vorletzten und letzten Drittels den hinteren Eipol (Fig. 3a) — es ist das dickere Ende — erscheinen. Dort tritt das Ei aus dem zwischen den Stechborsten sich befindenden Legekanal heraus und schiebt sich, mit dem einen Ende gewissermaßen auf dem Stachel balancierend, der Stachelspitze zu. Dort angekommen erfolgt ein kurzer Ruck und das etwas klebrige Ei sitzt an der gewählten Stelle.

Unmittelbar hintereinander, d. h. ohne Pause, werden mehrere Eier nicht abgelegt, und mehr als 5 Eier habe ich bis jetzt nie in einem Kokon angetroffen. Einmal fand ich auch an einer Hab.-Larve, die noch kein Kokon gesponnen hatte, 5 Lar.-Eier, die alle von demselben Weibchen stammten, obwohl mehrere Hab.-Larven diesem Lar.-Weibchen gleichzeitig zur Verfügung standen. Es sucht also ein Lar.-Weibchen denselben Kokon gegebenenfalls mehrere Male auf. Auch wird der von einem Lar.-Weibchen bereits belegte Kokon von einem anderen Weibchen nochmals belegt. In einem Kokon könnten sich also Larven verschiedener Eltern befinden.

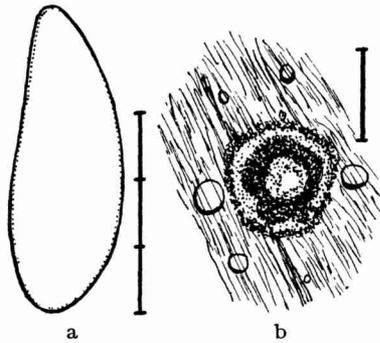


Fig. 3.

- a) Ei von Lar. M. S. = $\frac{3}{10}$ mm, Vergr. 100 : 1.
b) Stichstelle in der Haut einer Hab. Larve. M. S. = $\frac{1}{20}$ mm; Vergr. 280 : 1. Neben der Stichstelle einige Fetttröpfchen.

Über die Stichwirkung. Sie ist für die Hab.-Larve stets tödlich. In einem, spätestens 2 Tagen stirbt das betreffende Tier ab. Die Stichstelle oder die -stellen — denn eine Larve kann mehrmals gestochen werden — sind oft in charakteristischer Weise verfärbt (Fig. 3b). Um einen ganz hellen zentralen Punkt, der wohl als der sich nicht völlig wieder schließende Stichkanal anzusprechen ist, sieht man hellere und dunklere, stets braune Ringe. Die Deutung möchte ich wie folgt geben: von der Stichstelle aus verbreitet sich das eingeführte Gift durch

Diffusion in die nächste Umgebung. Die dadurch bewirkten chemischen Umsetzungen sind an der beschriebenen eigentümlichen, ringförmigen Verfärbung kenntlich; d. h. die durch das Gift bewirkten Umsetzungen verlaufen allem Anschein nach rhythmisch. Ob die Pulswelle mit diesen rhythmisch verlaufenden Veränderungen in Zusammenhang gebracht werden darf? Ich möchte den Gedanken zunächst nur festhalten. Bevor nicht eingehende Untersuchungen vorliegen, soll er als Vermutung gelten. Allmählich greift die braune Verfärbung auf den ganzen Körper über und erscheint dann nicht mehr zonar begrenzt, wie an der Stichstelle selbst, wo die Reaktionen am heftigsten verlaufen. Eine deutliche und wohl abgegrenzte Braunfärbung zeigt aber vielfach das Rückengefäß. Nach empfangenem Stich werden die Hab.-Larven — ebenso wie die Vorpuppen oder jungen Puppen, wenn sie zum Opfer fielen — auch im ganzen merkwürdig verändert. Die ganze Körperoberfläche erscheint „naß“. Viele der gestochenen Larven „zerfließen“ direkt, und es bleibt schließlich eine dickere, braune Masse in einer wasserhellen Flüssigkeit nur übrig. Auch erscheinen die Kokons, die ja sonst ganz trocken und steif sind, wenn sie angestochene Hab.-Larven enthalten, wie benetzt, und die Kokonwand verklebt schließlich mit der abgestorbenen Larve. Sicher ist: im Gegensatz zu Hab. jugl., welcher den für seine Brut bestimmten Wirt (Mehlmottenraupen) nur lähmt, sticht Lar. diesen Wirt tot.

Weiter soll hier auf diese Dinge nicht eingegangen werden. Jedenfalls bedarf es noch vieler Arbeit, bevor man ein abschließendes Urteil über die Wirkung des Giftsekrets der verschiedenen Schlupfwespenarten auf ihre Wirte abgeben kann.

Über die Eier. (Fig. 3a.) Frisch abgelegt sehen sie weiß aus; später, mit fortschreitender Entwicklung der Larven, wird der Inhalt trüblich im Aussehen. Das Hinterende ist dicker als das auffällig spitze Vorderende. Die Größe beträgt: Länge = 0,40 bis 0,47 mm; Durchmesser = 0,15 bis 0,18 mm. Die Oberfläche ist etwas klebrig. Außer normalen Eiern kommen auch *taube Eier* zur Ablage. Sie sind, soeben abgelegt, von den normalen nicht zu unterscheiden. Nach kurzer Zeit jedoch schrumpfen sie ein und ergeben natürlich nie eine Larve. Die Entwicklungszeit der Eier dauert bei Zimmertemperatur (17–22°) meist 1–1½–2 Tage. Nach dieser Zeit schlüpft die sehr zarte, glashelle Larve aus und beginnt umherzukriechen. — Ob Lar. dist. auch unbefruchtete und doch entwicklungsfähige Eier ablegt, d. h. ob Parthenogenese auftritt, bedarf noch der Untersuchung.

6. Einige *Beobachtungen allgemeiner Natur* füge ich noch an, da sie zur Beurteilung des Verhaltens dieser Schlupfwespe nicht unwesentlich sind. Ein im Stech- bzw. Legeakt begriffenes Weibchen läßt sich wenig durch äußere Einflüsse stören. Löst man beispielsweise während des Stechaktes den