

# Über die Biologie und technische Bedeutung der Holzwespen.

Von

M. Ass und G. Funtikow †, Leningrad.

(Mit 13 Abbildungen und 6 Kurven.)

## Einleitung.

Zu vorliegender Arbeit, die laut Aufgabe des Leningrader Instituts für wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiet der Holzindustrie ausgeführt wurde, sind folgende Materiale benutzt worden:

Die Angaben des verstorbenen G. P. Funtikow, welcher im Jahre 1928 im Versuchsrevier Sieverskaja<sup>1)</sup> die Eiablage der Holzwespen beobachtete. Alle Angaben über die Anzahl der Stiche, über das Einwirken des Lichtes auf die Tätigkeit der Holzwespen, über die für das Ausführen eines jeden Stiches nötige Zeitdauer erhielt ich aus dem Material des im Frühjahr 1930 verstorbenen G. P. Funtikow.

Somit kann die vorliegende Arbeit als Fortsetzung der Untersuchungen über die Besiedelung künstlich geschwächter Bäume, die im Versuchsrevier vorgenommen worden waren, angesehen werden.

Die Beobachtungen fanden an zwei Fichtenstämmen des Versuchsreviers Sieverskaja statt, von denen der eine Stamm an seinem unteren Teile angebrannt, beim anderen der Gipfel entfernt war. Im Sommer und Winter 1930 wurden diese Beobachtungen zu Ende geführt, die jetzt eingetrockneten Stämme umgehauen und die Beschädigungen einer eingehenden Prüfung unterzogen. Im Laufe des Sommers gelang es, einige Kontrollversuche über die Ernährung erwachsener Holzwespen zu stellen.

Bei den Beobachtungen von G. P. Funtikow handelt es sich hauptsächlich um Imagines von *Sirex gigas* L. und *Xeris spectrum* L. Ich hatte dagegen mehr mit *Paururus juvencus* L. und dessen Larven zu tun. Das im Resultate der Analyse der Stämme erhaltene Material wurde im Laufe des Winters 1930—31 bearbeitet. Meinen innigsten Dank spreche ich Herrn Prof. M. N. Rimsky-Korsakow aus, nach dessen Initiative unsere Versuche gestellt wurden, für seine Hilfe und wertvollen Ratschläge.

Leningrad, Mai 1931.

M. J. Ass.

---

<sup>1)</sup> Unweit Leningrad.

Die Holzwespen, *Siricidae*, sind eine noch wenig erforschte Gruppe der Hautflügler. Jene allgemeinen Angaben, die in der Literatur über ihre Biologie angeführt werden, sind kurz, unvollständig und erfordern oft eine Nachuntersuchung.

Die Größe des durch sie verursachten Schadens und folglich ihre Bedeutung für die Forstwirtschaft wird öfters übertrieben, doch auch manchmal unterschätzt.

Während die bekanntesten Arten nach den Merkmalen der Imagines schon 1758 von Linné (26) beschrieben wurden, ist in bezug auf Morphologie und Unterscheidungsmerkmale der Larven bis jetzt noch wenig getan.

Genauer gesagt, können wir bis jetzt noch nicht die verschiedenen Gattungen zugehörnden Larven unterscheiden, und, da die Kiefer und die Fichte nicht von einer, sondern von drei verschiedenen Gattungen (s. unten) besiedelt werden, konnte bis jetzt weder nach den Beschädigungen, noch nach den Larven mit Bestimmtheit gesagt werden, mit welcher von diesen Gattungen wir in einzelnen Fällen zu tun haben. Es ist klar, daß bei solch einem Zustand unserer Kenntnisse keine Berechnung des Schadens und folglich auch keine Würdigung der forstwirtschaftlichen Bedeutung dieser Familie möglich war.

## I.

Die Siriciden sind weit verbreitet und durch eine große Anzahl von Arten vertreten. Nach F. V. Konow zerfällt die Unterfamilie *Siricini* (*Xiphydriini* werden hier nicht in Betracht gezogen), d. h. die Holzwespen im engeren Sinne in folgende Gattungen:

1. *Xeris* Costa. Hierher gehören 3 Arten, von denen eine (*spectrum* L.) über ganz Europa verbreitet ist; die anderen zwei — in Amerika.
2. *Sirex* L. 13 Arten; davon 3 europäisch, die übrigen — in Amerika, Asien.
3. *Paururus* Knw. 11 Arten, davon drei in Europa, die Mehrzahl in Amerika.
4. *Tremex* Jur. 11 Arten, davon 2 in Europa.
5. *Teredonia* Kirby. Eine Art in Amerika.

*Tremex*, als nur in Laubholz lebende Gattung, wurde bei unseren Beobachtungen nicht in Betracht gezogen. Beobachtet wurden hauptsächlich *Paururus juvencus* L., *Sirex gigas* L. und *Xeris spectrum* L. Nach W. Leisewitz (25) legt *Sirex gigas* L. seine Eier in Fichte (*Picea excelsa* LK.) ab, und ebenso in Kiefer und Tanne (*Pinus sylvestris* L. und *Abies pectinata* Dc.). *Paururus juvencus* L. siedelt ebenfalls sowohl in der Kiefer als auch in der Fichte. *Xeris spectrum* L. ist nur an der Fichte bemerkt worden. Dovnar-Zapolsky (14) führt für *Sirex gigas* — *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Larix* und sogar *Populus* und *Fraxinus* an, für

*Paururus juvencus* — ebenfalls Kiefer und Fichte. Was *Xeris spectrum* L. anbetrifft, so ist er vermerkt an *Pinus*, *Picea* und *Abies*.

Unsere Beobachtungen und Angaben stammen aus dem Versuchsrevier in Sieverskaja, wo im II. Quartal des Ontschen-Rayons zwei Fichten künstlich geschwächt waren.<sup>1)</sup> Sie wurden von Siriciden oft besucht, und — wie aus nachfolgenden Untersuchungen ersichtlich — stark besiedelt.

## II.

Die Flugzeit der Holzwespen im Versuchsrevier Sieverskaja wurde im Jahre 1928 beobachtet:

vom 12. August bis 29. August. — *Sirex gigas*.

vom 13. August bis 29.—30. August — *Xeris spectrum*.

*Paururus juvencus* erschien etwas später, und wurde vom 11. September bis zum 15. September beobachtet (augenscheinlich flog *Paururus* auch früher, vor dem 11. September, war aber in den Angaben des Beobachters nicht vermerkt). Die Angaben für 1929 sind unvollständig (*Sirex gigas* — 18. Juni, 31. Juli und 6. August, *Xeris spectrum* 21. Juni). 1930 wurde *Sirex gigas* vom 28. August bis 3. September beobachtet. Doch sind diese Angaben wahrscheinlich ebenfalls unvollständig. Wenn wir dieselben zusammenfassen, erhalten wir folgendes:

*Sirex gigas* fliegt im Versuchsrevier Sieverskaja von Mitte August bis September.

*Xeris spectrum* — von Juli bis Ende August.

*Paururus juvencus* — von Mitte August bis Mitte September.

Nach Chrystal (10), welcher seine Beobachtungen in den Wäldern von Tubney (England) gemacht, erscheint:

*Sirex gigas* etwas zeitiger — vom Juni bis zum 9. September, oder sogar (Eiwans, Südschottland) bis Anfang Oktober.

*Sirex cyaneus* Fabr. (Konow zählt diese Art zur Gattung *Paururus*) erscheint in der Regel erst Ende Juli und sogar später, in Abhängigkeit von der Witterung (1927 — von Mitte August bis Ende September).

Hartig, Bechstein, Taschenberg und andere geben für Mitteleuropa bloß annähernde Daten an. Somit fällt die Flugzeit der *Siricini* auf die zweite Hälfte des Sommers und den Herbst.

Ferner erwähnt Chrystal, daß die den Baumstamm verlassenden Insekten aus Fluglöchern schlüpfen, in denen sie sich 5 Wochen früher verpuppt hatten. Es gibt Fälle von Überwintern erwachsener Insekten, die im Stamm bis zum nächsten Frühjahr bleiben.

Brauns (6) fand, bei der Untersuchung einer anderen Art — *Sirex fuscicornis* F., ebenfalls vollkommen ausgebildete Exemplare von Holz-

<sup>1)</sup> Bei einer Fichte war der Stamm unten versengt, bei der anderen der Gipfel entfernt (Anfang August 1928).

wespen, die nicht ausgeflogen waren, ungeachtet dessen, daß es ihnen gelungen war, das Flugloch durchzunagen, manchmal auch die Rinde, so daß der Beobachter beim Entfernen derselben oft die darunter sich befindende Holzwespe mit dem Messer köpft. Wir trafen auch Weibchen und Männchen von *Paururus juveneus* an, die ihre Gänge nicht verlassen hatten. Es ist möglich, daß die Witterung für das Ausfliegen nicht günstig war, und die Insekten auf Wärme und Sonnenlicht warteten.<sup>1)</sup> Manche Individuen sterben so, ohne ausgeflogen zu sein. Chrystal (l. c.) erklärt diese Eigentümlichkeit der Holzwespen durch eine Pilzkrankung. Oft sind auch abgestorbene Exemplare vom Myzelium der Basidiomyzeten bedeckt. Aber mit Bestimmtheit können wir nicht behaupten, daß die Pilze nicht auf den, an anderen Ursachen eingegangenen Insekten, sich entwickelten. In den von uns untersuchten 463 *Paururus*-Gängen fanden wir 60, größtenteils vor dem Verpuppen abgestorbene Exemplare, was 13% der Gesamtanzahl bedeutet. Von diesen 60 Larven war in 13 Fällen der Tod durch Parasiten erwiesen. Nach den Resten eines solchen Parasiten gelang es bloß zu bestimmen, daß er den Ichneumoniden und zwar den Pimplinen zugehörte.<sup>2)</sup>

Von anderen Parasiten der Holzwespe, die bei uns vorkommen und auch in der Literatur erwähnt werden, führen wir an:

Von Ichneumoniden (dieselbe Gruppe *Pimplinae*) — *Rhyssa*.

Große Schlupfwespen mit langem Bohrstachel. Die Weibchen durchbohren die über der Siricidenlarve befindliche Holzschicht und legen ihre Eier in die Larve ab.

Auf *Sirex gigas* L. parasitieren *Rhyssa amoena* Grew.

„ *persuasoria* L.

Beide parasitieren (nach Kleine, 23) ebenfalls auf Larven des Holzbockes *Cerambyx*. Werden im Versuchsrevier Sieverskaja oft angetroffen.

Auf *Sirex fuscicornis* F. parasitieren *Thalessa (Rhyssa) superba* Kriechb.

„ *clavata* Fabr.

nach Brauns (6) „ sp. (nov.?)

Auf *Sirex gigas* L. parasitiert ebenfalls eine interessante Gallwespe *Ibalia leucospoides* Hohenw., die von uns im Versuchsrevier Sieverskaja von Mitte Juni bis Ende Juli beobachtet wurde. Es wurde angenommen, daß diese Gallwespe in Rußland ziemlich selten ist und das Areal ihrer Verbreitung blieb unaufgeklärt. Wir fanden in der Literatur Angaben über deren Vorkommen in Detskoje Sselo (12. August 1900, Leningrader

<sup>1)</sup> Auf diese Weise werden die Insekten mit den Stämmen oft in Gegenden gebracht, wo sie früher nicht vorkamen. Der Autor dieser Zeilen fing 1928 *Paururus juveneus* auf der Insel Kildin an der Murmanküste (im Barentzmeer, etwas südlicher 70° N. Br.), wohin sie mit dem augenscheinlich aus Karelien angeschwemmten Bauholz kamen. Derselbe *Paururus* ist auch nach Neuseeland (Chrystal, 1911) von Einwanderern verschleppt worden.

<sup>2)</sup> Allem Anschein nach hatten wir mit *Ephialtes* zu tun.

Gebiet) und in Toropez (vorm. Pleskauer Gouv.) 12. Juni 1900 (2). Sie wurde ebenfalls von Silantjew im Park des Forstinstitutes bei Leningrad (29) 1898 gefunden.

Auf *Sirex (Paururus) cyaneus* sind dieselben *Ibalia leucospoides* und *Rhyssa persuasoria* (Chrystal [11]) beobachtet worden.

Von wissenschaftlichen Instituten Englands ist vorgeschlagen worden, diese Parasiten zwecks Akklimation in Neuseeland einzuführen, wo die von Kolonisten eingeschleppte blaue Holzwespe (*Paururus juvencus*) sich in der letzten Zeit stark vermehrt und die Bestände der aus Amerika stammenden *Pinus radiata* Don beschädigt hat.

Augenscheinlich haben die hier aufgezählten Parasiten keinen bestimmten Wirt und können auf verschiedene Verteter der *Siricini* übergehen.

### III.

Gänzlich unerklärlich bleiben die schon längst bemerkten Größenschwankungen unserer Insekten (Bischoff [4]). Wir fanden im Holz nebeneinander Gänge verschiedener Größe und Durchmessers; beim Verfolgen derselben bis zum Anfang kommt man zur Überzeugung, daß sie von einem gemeinsamen Bohrstich herrühren, d. h. alle entsprechende Eier von einem und demselben Weibchen gelegt waren (s. Abb. 17 der Larvengänge, Fig. VI). Nach dem Durchmesser zu urteilen (ich unterlasse die auf Grund von Messungen gemachte Berechnung) war die eine aus einem Flugloch geschlüpfte Holzwespe 17 mm, die andere 9—10 mm lang, obgleich sie unter anscheinend analogen Entwicklungsverhältnissen lebten, was der Erklärung von Judeich und Nitsche (19) widerspricht, da sie einen Einfluß einer Unterernährung voraussetzen. Unter unseren Bedingungen variierten die Weibchen von *Paururus juvencus* in ihrer Körperlänge zwischen 12 und 30 mm, die Männchen von 5—15 mm.

*Sirex gigas* variiert etwas weniger. Nach Chrystal erreicht *S. gigas* eine Größe von 18, 24 bis 35, 36, 38 mm.

*Sir. (Paururus) cyaneus*-Männchen variieren von 10 bis 18, 20 mm, die Weibchen von 10—24 mm.

Ob ein erwachsenes Insekt Nahrung zu sich nimmt, bleibt noch unangeklärt.

Hartig zitiert einen älteren Autor (Jordans), welcher gesehen haben will, daß eine jagende Holzwespe eine Nonne (*Lymantria monacha*) ergriff.

Bechstein (3) hält Holzwespen ebenfalls für Räuber, die sich von kleinen Insekten, z. B. Fliegen nähren. Thiersch erwähnt eine gemischte Nahrung, sowohl Harztröpfchen als auch kleine Insekten. Hartig und Chrystal bezweifeln aber die angeführten Angaben, indem sie annehmen, daß Holzwespen keine Räuber sind. Wir haben den Bau der schwach entwickelten Freßwerkzeuge der Holzwespe untersucht und kamen zu gleichem Schluß. Enslin (15) unterstreicht ebenfalls, daß die Mund-

werkzeuge der Siriciden stark reduziert seien. Verhältnismäßig gut entwickelt sind die Mandibeln. Von der ersten Maxille ist nur ein eingliedriger *Palpus maxillaris* übrig geblieben, der von langen Härchen besetzt ist; die übrigen Teile sind schwach entwickelt. Ebenfalls in ein behaartes pinselförmiges Organ sind Zunge und *palpus labialis* verwandelt. Aus dem Bau dieser Organe können wir schließen, daß die Siriciden Pflanzensäfte ablecken.

Die Härchen sind als Riech- und Tastorgane zu bezeichnen. Ihr größter Teil dient schließlich ebenfalls dem Ablecken der Nahrung, falls eine solche genommen wird. Im Sommer 1930 versuchten wir *Sirex gigas* und *Paururus juvencus* zu füttern; paarmal erhielten sie Harze verschiedener Konsistenz, Zucker und Zuckerwasser. Kein einziges Mal wurde selbst ein Versuch zur Nahrungsaufnahme beobachtet. Danach wurde ihnen Zuckerwasser in aparten Tröpfchen auf die Antennen gestrichen. Die Antenne wurde in allen Fällen sofort durch die Vorderbeine zu den Kiefern herabgebogen und zwischen den letzteren zur Reinigung durchgezogen; aber die Zuckertröpfchen wurden, obwohl sie nun an den Mundrand gelangten, nicht kleiner, d. h. vom Insekt nicht aufgesogen und für gewöhnlich entweder durch die Vordertarsen, oder beim Herumkriechen, nach einigen Stunden abgestreift. Es ist selbstverständlich, daß die Frage somit nicht endgültig aufgeklärt ist, es ist aber nicht ausgeschlossen, daß die Holzwespen im Imagostadium überhaupt keine Nahrung zu sich nehmen.

### Abhängigkeit des Bohrens von äußeren Bedingungen.

Hartig weist darauf, daß *Paururus juvencus*-Weibchen nach Sonnenuntergang fliegen, d. h. ihre maximale Aktivität auf den Abend fällt. Scheidter beobachtete dasselbe hinsichtlich *S. augur* und *S. noctilio*. Nach Chrystals Beobachtungen legt *S. gigas* ihre Eier mit Vorliebe in der Mitte des Tages ab, und *S. cyaneus* (*Paururus*) angefangen von 10 Uhr morgens und bis „Anfang des Abends“ (d. h. wahrscheinlich bis gegen 4—5 Uhr), oft ohne Unterbrechung. Unsere Beobachtungen werden unten graphisch angeführt (s. Kurve, Abb. 1.) Aus ihnen ersieht man, daß *S. gigas* wirklich die Tagesstunden für Stiche und Eiablage bevorzugt. Die Mehrzahl von Stichen fällt auf 2 Uhr tags (s. Kurve, Abb. 2).

Für *Paururus* haben wir keine genügende Anzahl von Beobachtungen, wovon die rein zufälligen Senkungen der Kurve abhängen. Bei einer größeren Anzahl vermerkter Stiche würde sich die Kurve wahrscheinlich ausgeglichen haben (in ihrem Teile für 5—6 Uhr abends) Im allgemeinen aber sieht man, daß die Kurve länger ist; es wurden sogar Eiablagen von 3 Uhr nachts beobachtet. *Xeris spectrum* wählt mit Vorliebe dieselbe Zeit, wie *Sirex gigas*, wenn man die Senkungen der Kurve (s. Abb. 3) nicht beachtet (s. oben *Paururus*). Die von uns behandelte Frage steht

in direktem Zusammenhange mit der Lichteinwirkung (Belichtungsstärke) auf die Energie der Weibchen während der Eiablage.

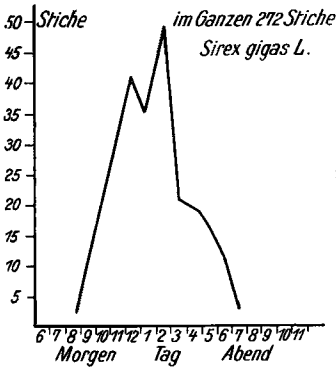


Abb. 1.

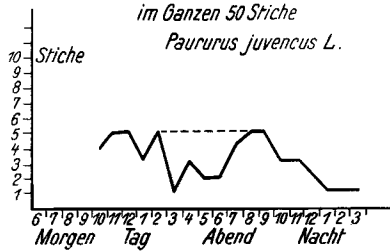


Abb. 2.

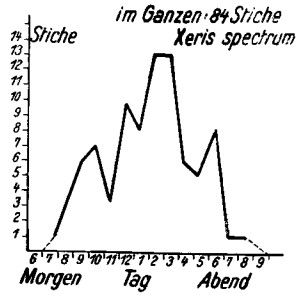


Abb. 3.

Die Kurven zeigen die Anzahl der ausgeführten Stiche für verschiedene Stunden des Tages.

Fraglos steigern Licht und Wärme die Legetätigkeit der Holzwespen, obgleich nach unseren Beobachtungen und laut literarischen Angaben die Eiablage auch bei Regenwetter stattfinden kann (s. Kurve, Abb. 4).

Die Mehrzahl der Autoren ist darin einig, daß die Eier in trockene, abgestorbene oder geschwächte Bäume gelegt werden (Bechstein, Chrystal, Klug, Nitsche). Brauns (6) bemerkt in bezug auf *S. fuscicornis*, daß in abgestorbenen, aber noch stehenden Stämmen die Entwicklung 3 Wochen früher zu Ende ist, als in vor einem Jahr gefällten Bäumen. In diesem Falle schlüpfen die Weibchen später aus, als die Männchen. Nitsche, obgleich er einzelne Fälle physiologischer Schädigung durch Siriciden erwähnt, hält eine solche für nicht genügend bestätigt. Ein technischer Schaden ist daher fraglos (s. unten). Bei unseren Ver-

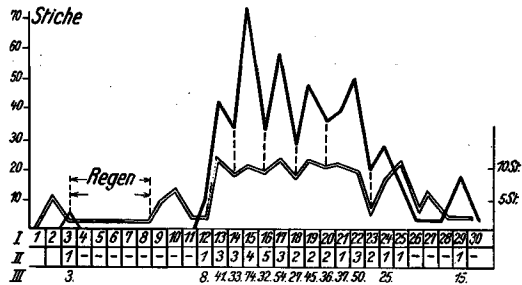


Abb. 4. Die doppelte Kurve zeigt die Zahl der Sonnenstunden vom 1. August bis zum 30. August (erste Reihe unten). Die schwarze Kurve zeigt die Anzahl der an diesem Tage vollführten Stiche (die Ziffern sind in der 3. Reihe unten angeführt). Aus der 2. Reihe ersieht man die Anzahl der sich beteiligten Insekten.

suchen wählten *Paururus* und *Sirex* mit Vorliebe die in ihrem Unterteil angebrannte Fichte, und legten fast gar keine Eier in die nebenan stehende Fichte ab, bei welcher der Gipfel entfernt war. Wahrscheinlich hat die letztere eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen die Feinde noch nicht verloren.

Wie die Holzwespen die Stiche ausführen, ist schon oftmals in der Literatur beschrieben worden. Während des Stechens gelang es uns nicht, jene „kurzen stoßartigen Körperbewegungen“, von welchen Rudow (28) spricht, zu beobachten. Die Wespe stellt sich, nachdem der Platz für den Stich gewählt ist, auf hoch gestemte und weit gespreizte hintere und mittlere Beine. Indem der Bohrstachel die beiden Hälften der Scheide auseinander schiebt, stellt er sich vertikal (senkrecht zur Körperachse), wonach das Insekt zu bohren beginnt. Die Tiefe des Bohrloches ist verschieden. Nicht immer tritt der ganze Bohrstachel ins Holz hinein, wie das wahrscheinlich bei *Xeris spectrum* und oft bei *Sirex gigas* der Fall ist. *Pawrurus juveneus* macht oft Stiche (mit abgelegten Eiern), die nicht tiefer als 8 mm sind, so daß bei einer 6 mm starken Rindenschicht auf das Bohrloch im Holze 2—3 mm zukommen. Wir müssen bemerken, daß unsere Beobachtung sich auf ein verhältnismäßig großes Weibchen bezieht, dessen Legeröhre also ziemlich lang war. Wie bekannt, ziehen die

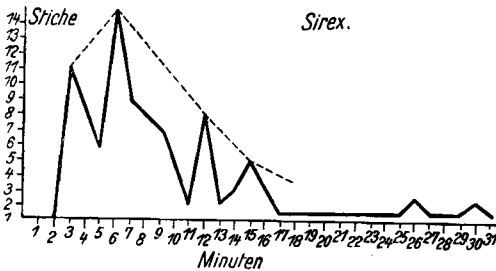


Abb. 5.

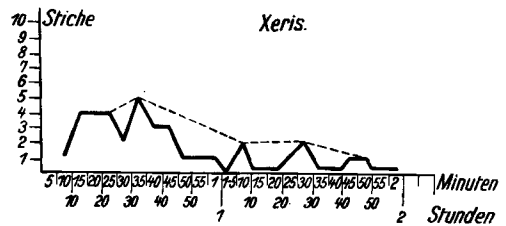


Abb. 6.

Abb. 5 und Abb. 6 geben die Kurven für die Dauer der Stiche des *Sirex gigas* und des *Xeris spectrum* an. Punktirt ist die ideale Kurve angegeben.

Holzwespen oft nach vollführter Bohrung die Legeröhre, ohne Eier abgelegt zu haben, aus dem Bohrloch heraus. Solche „fruchtlose“ Stiche kann man nach der kurzen Dauer des Stichprozesses unterscheiden. Wir haben uns ebenfalls die Frage der Dauer des Bohrens gestellt. Die Leistung (Arbeit) der Siriciden wurde chronometriert und wir erhielten so die unten angeführten Angaben. Leider verfügen wir über solche bloß in bezug auf *Sirex* und *Xeris*. *Sirex gigas*, wie aus der Kurve (s. Abb. 5) zu ersehen ist, braucht für die Mehrzahl der Stiche verhältnismäßig wenig Zeit, 3 bis 5 Minuten. Paarmal wurden ungewöhnlich langdauernde Stiche beobachtet, welche 26—30 Minuten dauerten. Chrystal beobachtete ebenfalls bei *S. cyaneus* Stiche, welche von 30 Minuten bis zu 1 Stunde dauerten (er bezeichnet dieselben als „ungewöhnlich“, Abb. 5 u. 6).

Unsere Beobachtungen an *Xeris spectrum* gaben für einzelne Fälle eine Dauer von 1 Stunde 10 Minuten, 1 Stunde 30 Minuten, 1 Stunde 45 Minuten, 1 Stunde 50 Minuten (s. Kurve, Abb. 6). Die meisten *Xeris*-Stiche dauern nicht länger als 35 Minuten. Es ist möglich, daß die Dauer



eines Stiches in direktem Zusammenhang mit der Menge der in dieser Zeit abgelegten Eier steht. Manchmal kann das Weibchen lange ihren Stachel aus dem Bohrloche nicht herausziehen, doch sind in solchen Fällen ihre diesbezüglichen Bemühungen wohl bemerkbar. Bei *Sirex gigas* schwankt die Anzahl der bei jedem Stiche abgelegten Eier von 1—8, im Durchschnitt 4—5 Eier. Die Angaben Enslins (15) und Judeich und Nitsches (l. c.), welche von einer Ablage nur eines Eies bei jedem Stiche sprechen, können somit nicht bestätigt werden. Bei *Paururus juvencus* ist es oft der Fall, doch kann man auch bei ihm oft, wie schon darauf hingewiesen wurde, ein System multipler Larvengänge auffinden, die von einem gemeinsamen Stiche ausgehen. Auf den Abbildungen der Stiche, welche Chrystal anführt, sehen wir ebenfalls mehrere Larven bei nur einem Bohrstich von *Sirex cyaneus*.

Wieviel Stiche kann ein Weibchen ausführen? Dank verschiedenfarbigen Merkzeichen, die mit einer Ölfarbe am Thorax der Insekten aufgetragen waren, konnten wir einzelne Weibchen, die auf die Versuchsbäume zuflogen, unterscheiden. Es gelang uns, einige von ihnen im Laufe einer Reihe von Tagen zu beobachten (ein Weibchen vom 18. August bis zum 25. August, d. h. 7 Tage lang). Die Weibchen von *S. gigas* machen 2—170 Stiche. Die letzte Ziffer bezieht sich auf das Weibchen, welches, wie gesagt, 7 Tage arbeitete. Wenn wir vom Mittelwert der Anzahl der Stiche ausgehen (85—86), so erhalten wir diesen Wert, wenn wir diese Zahlen mit der Anzahl der bei jedem Stiche abgelegten Eier (4) multiplizieren und so erhalten wir ungefähr die Anzahl der von einem Weibchen abgelegten Eier und zwar 350 (genauer 344). Wenn wir sogar annehmen, daß auf jeden Stich bloß 3 Eier zukommen, erhalten wir für ein Weibchen 258 Eier. Somit übertrifft nach unseren Angaben die Nachkommenschaft eines Weibchens bedeutend die von Enslin (l. c.) aufgestellte Ziffer. Nach seinen Worten legen die Holzwespen nicht weniger als 30 und nicht mehr als 250 Eier. Unser Mittelwert übertrifft somit das in seiner Arbeit erwähnte Maximum. Gewiß geht ein Teil der abgelegten Eier späterhin zugrunde. In bezug auf *Paururus juvencus*, welcher öfter bloß ein oder zwei Eier bei einem Stiche ablegt, muß ihre Gesamtzahl etwas vermindert werden. Wir müssen bemerken, daß zu kurze Stiche, bei denen augenblicklich keine Eiablage erfolgte, bei unseren Ausführungen ausgeschlossen wurden. Die Legeröhre erreicht in vielen Fällen oft die nötige Tiefe, aber dessenungeachtet wird kein Ei abgelegt und der Stachel wird wieder herausgezogen. Solche Stiche wurden beim Chronometrieren der Leistungsdauer der Holzwespen sofort vermerkt (s. oben und auch die Kurven).

### Die Mechanik des Stiches.

Der Bohrstachel besteht aus einem dorsalen Teil, welcher die Gonapophysen des IX. Segments darstellt, rinnenförmig und vorne geöffnet ist

(oder nach unten, wenn er sich in der Scheide befindet) und zwei ventralen Borsten, Gonapophysen des VIII. Segmentes, welche den Rändern des dorsalen Teiles so anliegen, daß ihre Rinne vorne geschlossen wird und eine Röhre bildet. Nach Chrystal (Abb. 7) befinden sich an den ventralen Borsten ihrer ganzen Länge nach Einschnitte, in welche die Ränder des dorsalen Teiles eingreifen. Enslin erwähnt die Bewegungen der Ventralborsten nach oben und nach unten, während des Bohrens. Diese Bewegung ist leicht zu beobachten, falls man den Bohrstachel mit einem schmalen Ring von einer Ölfarbe umgibt. Nach unseren Befunden sind die Bohrstacheln der Gattungen *Sirex*, *Paururus*, *Xeris* und *Tremex* nach einem Schema gebaut. Die von Chrystal angeführte Abbildung des Bohrstachels bei *S. cyaneus* unterscheidet



Abb. 7. Querschnitt durch den Bohrstachel von *S. cyaneus* (nach Chrystal).

sich etwas von unseren, steht aber in keinem Widerspruch zu den unten angeführten Angaben (s. Abb. 8).

a) Der Bau des dorsalen Teiles (pars dorsalis) von außen. — Dieser Teil besteht aus zwei längs ihrer dorsalen Naht verwachsenen Hälften und stellt in seiner ganzen Länge einen Halbzyylinder dar, der an seinem

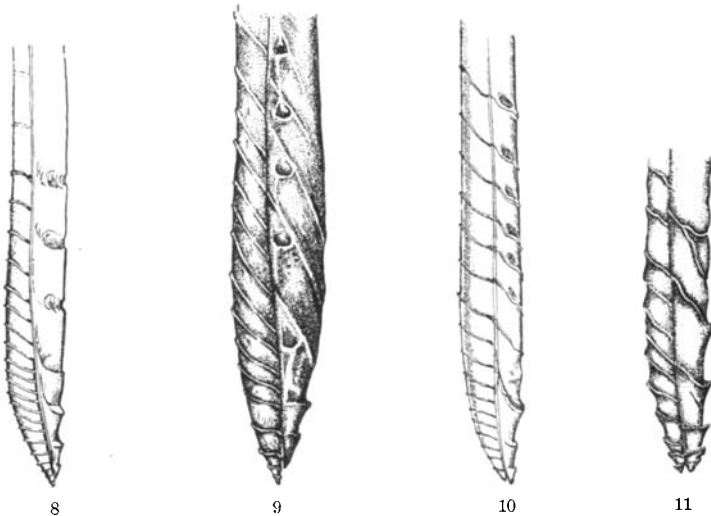


Abb. 8–11. Bohrstacheln verschiedener Siriciden. 8 *Tremex*, 9 *Xeris*, 10 *Sirex gigas*, 11 *Sirex cyaneus*. (Abb. 8–10 Original, Abb. 11 nach Chrystal).

Ende in einen halbierten Kegel ausläuft. Auf dieser Fläche sehen wir schräg aufgelegte Vorsprünge. Diese Vorsprünge werden zum Ende des Bohrstachels zahlreicher. Ein Teil von ihnen geht in ebensolche Vorsprünge an den Ventralborsten (spiculae ventrales) über. Diese Vorsprünge sind am Ende des Bohrstachels senkrecht zu dessen Längsachse gelagert. Proximalwärts wird dieser Winkel schärfer und die Vorsprünge liegen

schräger. Dieser Winkel (vom Vorsprung und der Längsachse des Bohrstachels gebildet) wird bis  $45^\circ$  angenommen, nicht mehr schärfer, und die höher gelegenen Vorsprünge sind ihm parallel.

b) Der Bau des ventralen Teiles oder der Ventralborsten (spiculae ventrales) ist etwas komplizierter. Dieses paarige Organ bewegt sich, wie schon erwähnt, nach oben und unten, die linke und rechte Borste augenscheinlich gleichzeitig. Das Ende der Borsten, die der Mitte der Ventralseite eng anliegen, stellt gleichzeitig Säge und Schaufeln dar, da die proximalen Ränder der Zähne horizontal sind und zum Entfernen des beim Bohren gebildeten Sägemehls dienen (s. die Abbildung der Borstacheln von *Sirex*, *Xeris* u. a. 8—11). Im ganzen sind zwei bis drei solcher Zähne (Abb. 12 „B“) bei verschiedenen Holzwespen vorhanden.

Proximalwärts treten die Zähne weniger hervor, indem sie allmählich in ebensolche Vorsprünge übergehen, wie die am Dorsalteile. Da, wo sie an denselben herantreten, schließen sie sich bei der Grenze des dorsalen und ventralen Teiles an ebensolche Vorsprünge des dorsalen Teiles an; sie erscheinen als deren Fortsetzung und stehen unter dem gleichen Winkel zur Längsachse des Organs (Abb. 12 „A“—„D“). Dasselbst bei der Naht (zwischen dem Dorsal- und Ventralteil) direkt über jedem Vorsprünge befinden sich übereinander eckige und fast konturlose, konvexe Ausbeulungen, chitinöse Mehlempfänger, welche ebenfalls dem Entfernen des Bohrmehls dienen (Abb. 12 „C“). Wie geht nun das Entfernen des Bohrmehls von den Schaufeln „B“ nach außen vor sich? Wenn der Stachel erst nur begonnen hat sich einzubohren, wird der ins Holz getretene Ventralteil (beide Ventralborsten) schnell herausgezogen und die in „B“ angesammelten Späne werden ausgeschüttet. Oft wird solch ein mehrmaliges Herausziehen des Stachels beobachtet. Wenn aber der Stachel ungefähr bis „D“ ins Holz eingedrungen ist (s. das Schema), können die Späne nicht so einfach ausgeschüttet werden, weil dazu ein Heben des Ventralteiles bis „D“ und sogar höher notwendig wäre, und der obere Teil (Basis des Bohrstachels) müßte auf die gleiche Länge in den Leib treten.

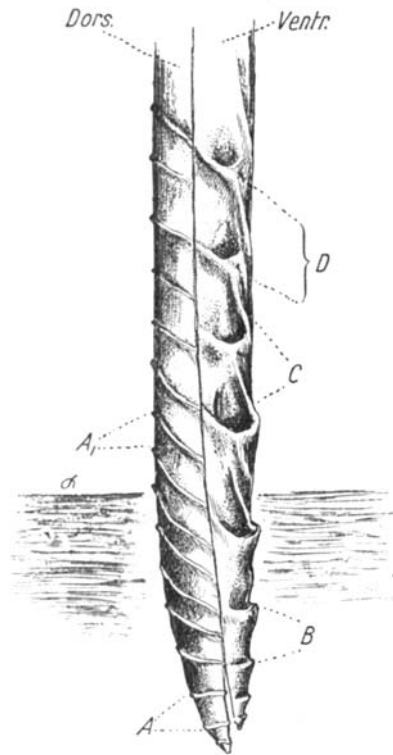


Abb. 12. Der Bohrstachel von *Paurotus juvencus* L. ins Holz eindringend. Erklärungen im Text.

Deswegen scheint es uns nicht unbegründet anzunehmen, daß die Späne auf die Vorsprünge „A“ (man erinnere sich, daß die tiefer gelegenen Vorsprünge horizontal sind) geschüttet werden. Es genügt dazu, daß die Ventralborsten etwas über die Vorsprünge „A“ gehoben werden (Abb. 13, Position II). Alle diese Bewegungen gehen in einem engen Kanal vor sich, der von dem Stachel gebohrt ist und sie von allen Seiten eng umschließt, wodurch auch ein Gelangen der Späne auf die betreffenden Vorsprünge erklärt wird. Gleichzeitig senkt sich der Dorsalteil nach unten, indem er die von den Borsten gebildete Öffnung erweitert. Danach senkt sich wieder der Ventralteil; dessen Ende bohrt im Holz in derselben Richtung weiter, indem es ebenso das Bohrmehl auf „B“ sammelt, wie es oben beschrieben.

Das früher aufgenommene Bohrmehl, das auf den Vorsprüngen „A“ und teilweise auf „A<sub>1</sub>“ lag, wird (beim Senken des Ventralteiles) in die

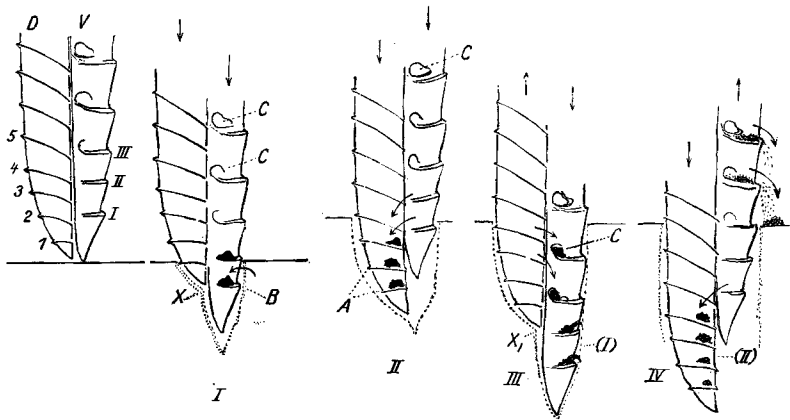


Abb. 13. Die Mechanik des Bohrens.

D = Dors. Teil,

V = die Ventralchaeten,

C = die „Bohrmehlempfänger“,

(I) u. (II) wiederholen die Position I u. II.

Vertiefungen „C“ (Position III) abgeschüttet. Diese Vertiefungen können als „Behälter der Späne“<sup>1)</sup> bezeichnet werden. Bei folgendem Senken des Dorsaltes und gleichzeitigem Heben des Ventralteiles fallen die Späne aus diesen Behältern längs den Vorsprüngen „D“ nach außen. Die Wahrscheinlichkeit dieses Prozesses wird durch folgende Tatsachen bekräftigt: 1. Durch den Bau des Stachels der Genera *Sirex*, *Paururus*, *Xeris* und *Tremex* (s. Abb. 8—12). Sie sind wie nach einem Schema gebaut. Abweichungen sind unbedeutend. 2. Die oft beobachtete abwechselnde auf- und abwärtsleitende Bewegung der dorsalen und ventralen Teile (Enslin und unsere Beobachtungen). Die Zeichnung eines Bohrstachels von *Sirex cyaneus*, welche von Chrystal gegeben ist, unterscheidet sich etwas von unseren in den Formen der Vorsprünge „A“ „A<sub>1</sub>“ und „B“,

<sup>1)</sup> oder auch „Bohrmehlempfänger“.

widerspricht aber keinesfalls unseren Ausführungen. Die beim selben Autor angeführte Zeichnung eines Querschnittes des Bohrstachels, welche wir hier wiedergeben (Abb. 7), scheint die Möglichkeit der Bewegung der Ventralborsten zu bestätigen.

Schließlich wird diese unsere Erklärung des Bohrganges noch durch das Aussehen des um das Bohrloch angehäuften Bohrmehls unterstützt, welches deutlich zu erkennen ist, falls die Wespe in glattem Holz, Brettern u. dgl. gebohrt hat. Jedenfalls aber muß man nicht vergessen, daß wir keinen direkten Beweis des beschriebenen Prozesses erhalten haben. Eine faktische Kontrolle des Vorganges ist schon dadurch erschwert, daß während der Arbeit das Ende des Bohrstachels tief ins Holz versenkt ist, wo alle Vorgänge, von denen die Rede gewesen ist, stattfinden. Wenn der durch den Stachel durchbohrte Kanal eine gewisse Tiefe erreicht hat und von dem Bohrmehl gereinigt ist, wird auf dessen Boden das erste Ei abgelegt.

### Die Eiablage.

Allmählich wird der Stachel mit mehreren periodischen Anhalten herausgezogen. „Nach der Lage der Eier im Kanal (eines über dem andern) kann man schließen, daß die nächsten (höhergelegenen, M. A.) Eier während solchen Pausen gelegt werden. Diese Pausen, während des Herausziehens sind nicht mit den Vorgängen zu verwechseln, welche während des Bohrens des noch nicht fertigen Kanals beobachtet werden“ (Chrystal). Solche Pausen haben wir oft beobachtet. Ein Weibchen von *Paururus juvencus* machte vier solcher Pausen, wonach erst der Bohrstachel vollständig aus dem Holze gezogen wurde.

„Wenn man den Bohrstachel während des Ablegens untersucht, so erweist sich, daß dessen Hohlraum (zwischen den Ventralborsten und dem Dorsalteil M. A.) (siehe A in Abb. 7) voll von Eiern ist, die nach unten geschoben werden. Der Durchmesser dieses Hohlraumes beträgt 0,27 mm, der größte Durchmesser des Eies 0,36 mm, also um 0,09 mm breiter als der Hohlraum. Augenscheinlich wird das Ei im Stachel etwas verengt, da außerdem der Hohlraum, in dem es gleitet, nicht zylindrisch ist. Das war an den Eiern zu bemerken, welche dem Stachel entnommen waren. Außerdem werden die Eier noch während ihres Gleitens im Stachel von einer das Gleiten erleichternden Flüssigkeit umgeben“ (Chrystal, l. c.) und ferner: „Es ist in allen Fällen bewiesen, daß die Eier während ihres Gleitens in der Röhre von einer besonderen weißen Hülle bekleidet sind, welche gleichfalls den Stachel von innen auskleidet. Diese Hülle ist vom Ei schwer zu lösen. Beim Mikroskopieren erwies sie sich als aus gleichartigen Plättchen bestehend, die an Kristallkörper erinnern.“ Auf schon abgelegten Eiern fand der Autor keine Spur dieser Hülle, weswegen er auch annimmt, daß sie ein Produkt der Nebendrüsen des Genitalapparates ist. Daß solche Drüsen (bei *Sirex gigas*) vorhanden sind, gibt schon Burmeister (Handb. der Ent. S. 190 pl. XXVII, fig. 10) an, indem er sie

als Gummidrüsen bezeichnet. Diese Drüsen enthalten nach seinen Angaben eine weiche, klebrige Flüssigkeit, welche das Ei umgibt und es am Substrat festheftet. Über Bau und Beschaffenheit dieser Hülle sagt Burmeister nichts (zitiert nach Chrystal). Eine das Ei während des Gleitens in der Legeröhre umgebende Flüssigkeit wird ebenfalls von Buchner (8) erwähnt. Er fand (bei allen Siriciden) interessante birnförmige Drüsen, welche ihren Inhalt in den Hohlraum des Bohrstachels ausspritzen. Der Inhalt der birnförmigen Drüsen wurde untersucht, wobei es sich erwies, daß sie von Sporen eines Pilzes (Basidiomycetes) angefüllt waren. Der Autor behauptet, daß einzelne Tropfen dieser sporenhaltenden Flüssigkeit in den gebohrten Kanal entleert werden, indem sie mit den Eiern alternieren. Der Pilz entwickelt sich, und die Larve nährt sich von der Zellulose, die durch das Myzelium des Pilzes chemisch zerlegt, an Eiweißstoffen bereichert und also leichter assimiliert wird.

Buchner fand somit eine Symbiose der Basidiomycetes mit Holzwespen und auch mit einigen im Holze lebenden Käferlarven (*Elateroidea dermestoides*); bei den Weibchen der letzteren fand er analoge Drüsen (Spritzen). Ob wir es hier wirklich mit einem Pilz-Symbionten zu tun haben, und in welchem Maße die Ernährung der Holzwespenlarven von der Entwicklung dieses Pilzes abhängt, ist eine Frage, welche noch einer eingehenden Kontrolle bedarf.

### Die Larve.

Die morphologischen Unterschiede der Larven von *Paururus*, *Xeris*, *Sirex* und *Tremex* sind bis jetzt noch unbekannt (Yuasa, 34). Bischoff (4) führt Merkmale an, welche die Larven der *Xyphidriinae* von denjenigen der *Siricinae* unterscheiden: das Stigma des Mesothorax (d. h. das zweite) ist bei *Cephini* und *Siricini* ziemlich deutlich zu sehen, während es bei *Xyphidriinae* reduziert ist. Dieses Merkmal scheint nicht zuverlässig zu sein, da es innerhalb dieser Gruppen schwankt (s. die Abb. bei Yuasa, welche mit dieser Angabe nicht übereinstimmen).

Nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei gelangt die Larve in den Bohrkanaal, wo nach Chrystal die erste Häutung stattfindet. Von hier frißt sich die Larve tiefer ins Holz hinein, anfänglich längs der Faser nach oben oder nach unten. Möglicherweise häutet sie sich bald darauf hier selbst zum zweitenmal. Chrystal z. B. beschreibt für *S. cyaneus* 3 bis 4 Häutungen ganz am Anfange des Larvenganges, wobei die Exuvien 1—8 mm voneinander entfernt lagen. Nach einiger Zeit legt sich die Larve einen Weg unter einem Winkel zur Faserrichtung, in die Tiefe des Stammes durch, was bei allen Siricidenlarven immer beobachtet wird. Eingehendere Beschreibungen der Beschädigungen, welche für die Larven einzelner Vertreter dieser Gruppe charakteristisch wären, sind nicht bekannt. Bis jetzt scheinen keine Unterschiede in dieser Beziehung zu sein, so schreibt Rudow (28): „Der Gang ist mit Bohrmehl verstopft ... führt

in die Tiefe und ist verschieden gebogen ... tritt nachher zur Mitte des Stammes, aber vor einem Abweichen kehrt er zur Oberfläche und endigt einige Zentimeter von der Rinde.“<sup>1)</sup> Bei Chrystal finden wir (es handelt sich um *S. cyaneus*, d. h. *Paururus*): „Gewöhnlich biegt sich der Larvengang ringförmig um, bis er zu einer gewissen Tiefe gelangt, damit sich die Larve unweit der Oberfläche verpuppen kann. Variationen der Gangformen sind leicht möglich.“ Ähnliche Beschreibungen der Gänge finden wir bei Fabre (16), Brauns (6) und anderen Autoren, welche den Schaden und die Biologie der Holzwespen beschreiben.

Laut unseren ziemlich zahlreichen Probestücken von Beschädigungen (ca. 470 Stück) von *P. juveneus*, können wir behaupten, daß die oben gegebene Beschreibung in keiner Weise zum letzteren paßt.

### Die Larvengänge von *Paururus juveneus* L. (Abb. 14, 15, 16.)

Nachdem die Larve sich zur Mitte des Stammes gerichtet (von Punkt „B“ aus), erweitert sich ihr Gang noch einige Zeit im Durchmesser. Ungefähr 5—8 cm vom Anfang des Ganges entfernt häutet sich die Larve

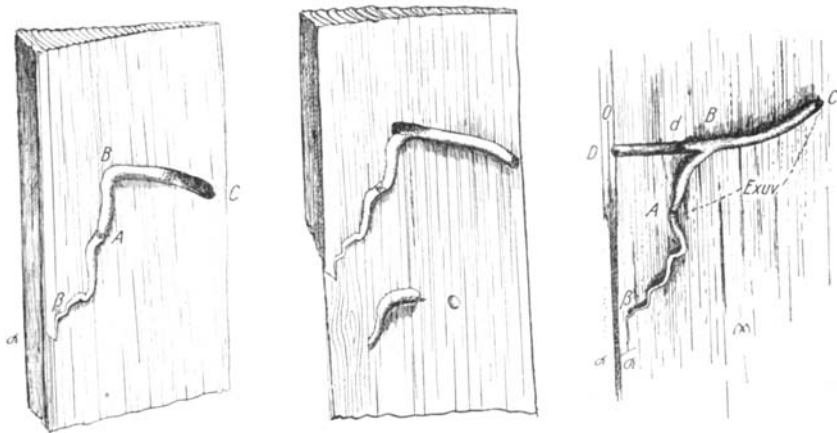


Abb. 14—16. Die Larvengänge von *Paururus juveneus* L.  
 in Abb. 14 ist die Larve im Punkte „C“, bevor sich umzukehren — gestorben,  
 in Abb. 15 fanden wir die Reste der Larve in „B“. Sie hat die Strecke CB zurückgelegt,  
 in Abb. 16 vollendeter Larvengang mit Flugloch „D“ s. Text.

immer, wonach sie sich auf einmal direkt zum Zentrum des Stammes richtet, so daß sie jetzt die Fasern in Querrichtung durchnagt (von „B“). Die Richtung des Ganges ist nicht immer horizontal; er kann in diesem Teile etwas nach oben oder unten gebogen sein. Von der Biegung an ist die Vergrößerung des Durchmessers desselben nicht mehr zu sehen. Der Gang bricht plötzlich ab. An seinem abgerundeten Ende ist ein Exuvium zu sehen („C“). Der Gang ist bis zu seinem Ende mit Bohrmehl stark

<sup>1)</sup> Die Beschreibung bezieht sich auf *S. gigas*, jedoch erwähnt der Verfasser später, daß bei *P. juveneus* die Biologie ganz ähnlich ausfällt.

verstopft (s. Abb. 14, 15, 16), wohin konnte nun die Larve gelangen? Von dem Ort angefangen, wo der Gang in die Tiefe des Stammes (senkrecht zu den Fasern) führt, sehen wir seinen Fortlauf von demselben Durchmesser in einer anderen Richtung gelegen und mit dem freien Ende mit der Oberfläche des Stammes — dem Flugloch — verbunden („D“). Als wir danach Beispiele unbeendeter Beschädigungen mit zu verschiedenen Momenten abgestorbenen Larven gefunden hatten (Abb. 14, 15), gelang es uns die Entstehung dieser auf den ersten Blick ungewöhnlicher Gänge zu rekonstruieren. Die Larve, die sich senkrecht zu den Fasern durchgenagt, hält plötzlich an. Das geschieht dann, wenn sie schon zur Verpuppung bereit ist. Jetzt häutet sie sich und kehrt sich um. Nach der Lage des Exuviums konnte man feststellen, daß die Häutung *nach* dem Umkehren vor sich geht. Nie fanden wir ein Exuvium, dessen Schwanzstachel nach vorwärts gerichtet war. Es ist möglich, daß die Häutung und das Umwenden der Larve gleichzeitig vor sich gehen, und daß die Larve sich dann von der alten Haut endgültig befreit, wenn sie sich schon umgewendet hat. Wahrscheinlich hilft der Häutungsprozeß, der von einem Feuchtwerden des Körpers (durch das Sekret der Häutungsdrüsen) begleitet wird, mechanisch dem Umwenden der Larve. Die Larve wendet sich im engen Raume, den ihr Körper einnahm, und der folglich nicht vom Bohrmehl angefüllt war, um. Wir fanden nie eine Erweiterung des normalen Ganges an dieser Stelle. Es ist interessant zu bemerken, daß in sehr engen Gängen, die nach demselben Prinzip gebaut sind und deren Durchmesser 4—5 cm nicht übersteigt, an der Stelle des Umwendens der Gang ziemlich oft erweitert ist und ein flaschenförmiges Aussehen erhält (s. Abb. 17 der Larvengänge, Fig. V). Jetzt liegt die Larve mit dem Kopfe rückwärts gerichtet vor dem Bohrmehl, welches schon einmal durch den Darm durchgelassen worden ist und den zurückgelegten Weg fest ausfüllt. Sie beginnt zum zweiten Male das Bohrmehl zu verschlucken und durch den Darm durchzulassen und bewegt sich auf diese Weise vorwärts. Das Bohrmehl bildet wie vorher, eine feste Masse hinter ihr, das abgestreifte Exuvium wird zur Wandung des blinden Endes des Ganges gepreßt (Abb. 16 „C“). Jetzt macht die Larve ihren früheren Weg, aber in umgekehrter Richtung. Es erweist sich, daß der Gang sich doch bis zu dieser Zeit etwas im Durchmesser bis zu Punkt „C“ (Abb. 16) erweitert. Aber während des Rückweges der Larve wird der Unterschied des Durchmessers wieder ausgeglichen (da sie nach der Häutung breiter wurde), und der Gang erscheint von „C“ bis „B“ gleichmäßig breit. Bis „B“ gelangt, setzt die Larve die eingehaltene Richtung fort, und nähert sich der Oberfläche des Stammes, wo sie sich verpuppt. Das letzte Exuvium fanden wir direkt hinter Punkt „D“. Der Kopf der Puppe ist nach vorne gerichtet und befindet sich oft ca. 2 cm und weniger, von der Rinde entfernt. Doch gibt es auch Abweichungen — falls die Larve sich bedeutend tiefer verpuppt. In von uns eingehend untersuchten 50 Gängen, fand das nur



zweimal statt, wobei beide Insekten nicht imstande waren, solch einen Weg zu machen und abgestorben sind.<sup>1)</sup> Gänge von so einer Form fanden wir in unserem Material öfters. Von obenerwähnten 50 Gängen waren 41 nach diesem Typus gebaut. Nur 9 besaßen die gewöhnliche schlingenförmige bis jetzt für die Holzwespen beschriebene Form. Auf die nächsten untersuchten 25 „rücklaufenden“ Gänge, fielen 6 ringförmige zu. Bald konnten wir uns überzeugen, daß wir es in allen Fällen mit dem gleichen Insekt zu tun hatten. Wie schon erwähnt, fanden wir einmal mehrere einem gemeinsamen Punkte entspringende Gänge (s. Abb. 17 der Larvengänge, Fig. I, II u. VI). Zwei davon gehörten dem rücklaufenden und einer dem schlingenförmigen Typus an. Dann fanden wir in einem der schlingenförmigen Gänge (ihre Form ist auf der Tafel der Gänge, VII—X wiedergegeben), einen gut

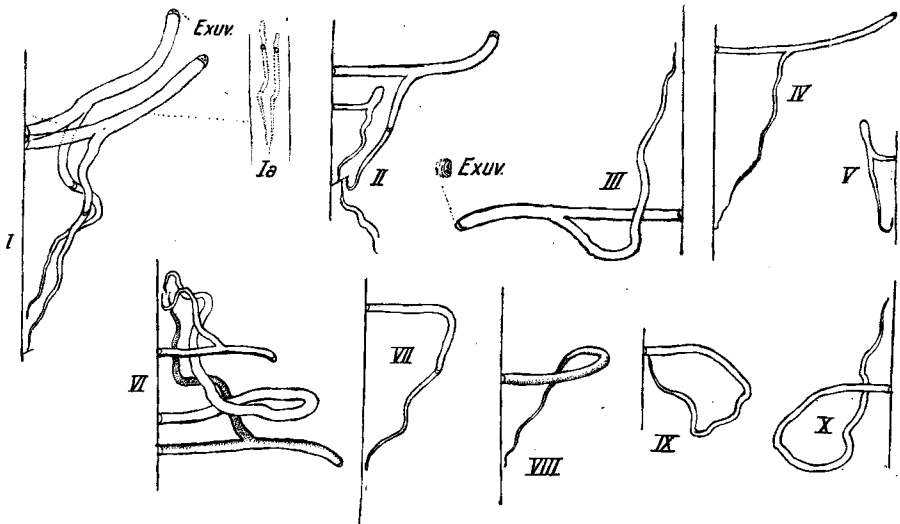


Abb. 17. Verschiedenartige Larvengänge der Holzwespe *Paururus juvencus*. Alle Gänge der „rücklaufenden“ Form — sind genau in vertikaler Fläche genagt, (Fig. I, II, III, IV, V) so daß beim einspalten des Holzes längs den Fasern — der ganze Gang sichtbar wird. Von den „schlingenförmigen“ Gängen liegen die meisten in verschiedenen Flächen (VII, VIII, IX, und X).

erhaltenen *Paururus juvencus* ♂, und in den rücklaufenden — ein Weibchen derselben Art. Jetzt fragt es sich, ob wir in den rücklaufenden Gängen nur zufällig immer Weibchen fanden (wir hatten 4 solche Fälle), oder ob wir es hier mit einem biologischen geschlechtlichen Dimorphismus zu tun haben.<sup>2)</sup> Der Umstand, daß die schlingenförmigen Gänge seltener angetroffen worden, bekräftigt unsere Voraussetzung, da bei den Siriciden die Weibchen, wie bekannt, quantitativ stark prävalieren. Laut unserem Material verhält sich die Anzahl der schlingenförmigen Gänge zu derjenigen der

<sup>1)</sup> Dem einen blieben noch 4 cm nach.

<sup>2)</sup> Es kann sein, daß eben während des Rückganges der Larve — die Letztere, aus dem — schon einmal verdaulichem — Bohrmehl, die zu dieser Zeit gereiften Sporen der Basidiomyceten sammelt, die Buchner in den „Spritzdrüsen“ der erwachsenen Weibchen fand.

rücklaufenden wie 2 : 10. Man könnte meinen, daß die Larven von *Paururus juvencus*, unabhängig von ihrem Geschlecht, verschiedenartige Gänge nagen, und könnte vielleicht auch schlingenförmige Gänge mit abgestorbenen Weibchen finden; ein Auffinden von 4 Weibchen und 1 Männchen erlaubt noch nicht ganz bestimmte Schlußfolgerungen zu machen. Selbstverständlich verlangen unsere Voraussetzungen eine direkte Kontrolle und genaue Beobachtungen. Wir wollen noch bemerken, daß falls die Larven wirklich verschiedenartige Gänge aus anderen, uns bis jetzt unbekanntem Gründen besitzen, die Gänge auch verschiedene Zwischenformen aufweisen müßten, und es wäre zwischen diesen zwei Formen von Gängen keine so scharfe Grenze vorhanden.

Der Gedanke eines möglichen Unterschiedes der Gänge verschiedener Geschlechter ist nicht neu. Chrystal fand, daß die Puppen von Männchen von *Sir. (Paururus) cyaneus* näher der Oberfläche gelegen sind als die Puppen von Weibchen.

Er erklärt das durch den Umstand, daß die Larven der Männchen sich nicht so lange nähren und nicht so tief in das Holz eindringen. N. Stark beschreibt eine analoge Erscheinung, die er bei den Bockkäfern *Saperda scalais* L., *Callidium sanguineum* L. und *Acanthocinus aedilis* L. und auch bei *Pissodes pini* L. (30) beobachtete. Sowohl Larven als auch Puppen der Weibchen wurden tiefer gelegen gefunden, als die der Männchen. Nach Ratzeburg legen die *Sirex*-Larven vor ihrer Verpuppung einen geraden Gang zur Oberfläche, kehren dann um, säubern ihn vollständig von Bohrmehl und vertiefen sich dann wieder bis zum Puppennest, wo sie sich verpuppen. Dieses Wiederentfernen der Larven in tiefer gelegene Teile ihrer Gänge entspricht nicht der Tatsache. Außerdem müßte sich die Larve in solch einem Falle zweimal wenden, da sie sonst mit dem Kopfe rückwärts gerichtet sich verpuppen würde.

Nach unseren Beobachtungen legen die Imagines nach dem Verlassen ihrer Puppenwiegen keinen Bogensektor oder keinen kreisförmigen Weg zurück, wie das Fabre (16) beschreibt.

### Der Schaden.

Die größte wirtschaftliche Bedeutung hat die blaue Holzwespe, *Paururus juvencus*, da sie öfter vorkommt und die Stämme der Kiefer und Fichte dicht besiedelt. Rudow behauptet dagegen, daß *Paururus juvencus* nie in größerer Menge einen Baum besiedelt. In unserem Versuche aber war die 1928 angebrannte Fichte im Jahre 1930 von 452 *Paururus juvencus*-Larven beschädigt (Abb. 18). Augenscheinlich ziehen die Insekten geschwächtes Holz vor. Trockene oder verfaulte Stämme werden dagegen gemieden. Fälle eines Überfallens stärkerer Stämme sind wiederholt vermerkt worden (Nitsche u. a.).

Der Entwicklungszyklus des Schädlings dauert 3—4 Jahre. Chrystal führt für *S. cyaneus* folgende Tabelle an (für England):

Jahr	Monat	Stadium
1926 . . . .	August, Mitte September	Eiablage
	Mitte September, Oktober	Eier, Junge Larven
	Oktober—Dezember	Larven 1—2 mm
1927 . . . .	Januar—Juni	Larven, die $\frac{1}{3}$ ihrer Länge erreicht haben
	Juli—Dezember	Larven $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ ihrer Länge
1928 . . . .	Januar—Juli	Larven $\frac{1}{2}$ ihrer Länge; ausgewachsen
	Juli	Puppen
	August	Imagines

Die Mehrzahl der Autoren gibt dieselbe Dauer von 3—4 Jahren an. Dieser Umstand hat große Bedeutung, da die Larven oft fortsetzen sich in schon gebrauchtem Holze, welches von außen unbeschädigt erscheint zu entwickeln. Erwachsene Insekten erscheinen in Häusern aus Balken, Dielen, Fachwerken (Doubleday 13, Judeich und Nitsche 19). Oft nagen sie dabei verschiedene Metallbekleidungen durch (Kollar 20).

Die Länge der Gänge von *P. juveneus* ist verschieden. Hartig sagt, daß die Gänge oft 2 sogar  $2\frac{1}{2}$  Fuß lang sind. Nach Chrystal haben die Larven von *S. cyaneus* Gänge von 6,8 bis 10,2 Zoll (d. h. 17—25,5 cm). Die maximale Länge der untersuchten Gänge beträgt 1 Fuß.

In unserem Material hatten wir 50 Gänge von *Paururus juveneus* gemessen (das Material konnte wegen Zeitmangels nicht vollständig ausgenutzt werden). Uns interessierte nicht die Länge des Larvenweges, sondern die Tiefe des Eindringens des Ganges in den Stamm, was praktisch von größerer Bedeutung ist.

Deswegen wurde der Abschnitt „BC“ (siehe Abb. 16) nur einmal gemessen, obgleich die Larve ihn zweimal zurücklegt. Schlingenförmige Gänge wurden sowohl in die Tiefe als auch in die Breite gemessen; d. h. es wurde die Entfernung von der Oberfläche des am tiefsten gelegenen Punktes des Ganges bestimmt. Danach wurde das Volumen der Gänge in Millimeter berechnet, für die Abschnitte „CD“ und „BA“ zuerst apart, dann wurden die Resultate addiert. Der erste Abschnitt wurde als ein Zylinder angenommen, der zweite als Kegel. Fehler, welche sich aus einer Biegung der zu berechnenden Formen ergaben, wurden nicht in Betracht gezogen.

Maximallänge „C—D“ 110 mm	Maximallänge „BAa“ 180 mm	Maximaler Durchmesser des Ganges 4,5 mm
Minimallänge „C—D“ 28 mm	Minimallänge „BAa“ 35 mm	Minimaler Durchmesser des Ganges 1,5 mm
Im Durchschnitt: 75 mm (Aus 50 Messungen)	107,5 mm (Bezeichnungen wie auf Abb. 18)	3 mm

Abschnitt CD-Tiefe des Eindringens des rücklaufenden Ganges. Durchschnittsvolumen des Ganges — 737,3 mm<sup>3</sup>.

Im ganzen verzehren 100 Larven von Holzwespen 659,15 cm<sup>3</sup> Holz. Die Tiefe des Eindringens der schlingenförmigen Gänge (gemessen, wie oben erwähnt), gibt einen niedrigeren Wert — er übersteigt nicht 3,7 cm. Das besagt, daß der Gang, obgleich er ziemlich lang ist, doch parallel der Stammesoberfläche und nicht weit von derselben sich befindet.

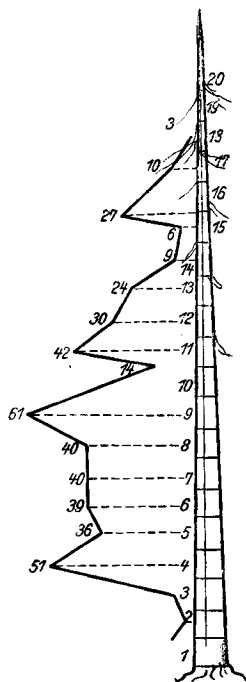


Abb. 18.  
Die Besiedlung eines  
Fichtenstammes.

Die Beschädigungen durch *P. juvenicus* umfassen den Stamm ziemlich gleichmäßig von allen Seiten<sup>1)</sup> und erreichen eine bedeutende Höhe, bis 18 m an unserer Fichte (Abb. 18). Durch diese zwei Faktoren wird der technische Schaden, der durch diese Insekten verursacht wird, noch ver-

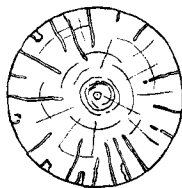


Abb. 19.  
Schematischer Querschnitt  
durch den Stamm der be-  
schädigten Fichte.  
12mal verkleinert.

stärkt. Falls die Gänge bloß einseitig z. B. von der südlichen Seite sich befinden würden, wäre der übrige Teil des Stammes noch technisch zu gebrauchen. Tatsächlich aber können am ganzen Stamme (bis zu 18 m Höhe inkl.) Larvengänge bis zu einer Tiefe von 11 cm gehen (Abb. 19). Sogar bei weniger intensiver Besiedelung des Stammes und geringerer Durchschnittstiefe der Gänge, muß man annehmen, daß 7,5 cm des Stammes jederseits verdorben sind. Somit bleiben an einem 30 cm starken Fichtenstamm bloß 15 cm seines Durchmessers, d. h. von solch einem Stamm kann man höchstens die Hälfte zu erstklassigen unbeschädigten Brettern verarbeiten.

<sup>1)</sup> Die Beschädigung unseres Stammes zerfiel in folgende Sektoren: nördlich — 108 Fluglöcher, südlich — 130, östlich — 91, westlich — 104.

## Literatur.

1. André, Ed., *Spécies des Hyménoptères d'Europe et d'Algérie* T. I, 1873—81.
2. Belesin, W. J., *Materialien zur Kenntnis der Cynipiden*. Ber. Entom. Ges. Stawropol III, 1927 (russisch).
3. Bechstein, I. M., *Forstinsektologie*. Gotha 1818.
4. Bischoff, H., *Biologie der Hymenopteren*. Berlin 1927.
5. Bodenheimer, F. S., *Materialien zur Geschichte der Entomologie bis Linné*. Berlin 1929, Bd. II, S. 224—25.
6. Brauns, S., *Über *Sirex fuscicornis* F.* Ent. Nachricht. VII. Stettin 1881.
7. Brischke, C., u. G. Zaddach, *Beobachtungen über die Arten d. Blatt- u. Holzwespen 1862—85*.
8. Buchner, P., *Holznahrung und Symbiose*. Berlin 1928.
9. Costa, A., *Prospetto degli Imenotteri Italiani Part III. (Tenthred. e Siriciden.)* Napoli 1894.
10. Chrystal, R. N., *The *Sirex* Wood-Wesps and their Importance in Forestry*. Rg. 219—249. *Bullet. of Entomol. Research* Vol. XIX, p. 3. London 1928.
11. — —, and Myers, J. G., *Natural Enemies of *Sirex cyaneus* F. in England and their Life-History*. *Bullet. of Entomol. Research* Vol. XIX, Part I. London 1928.
12. Dalla Torre, K. W., *Catalogus Hymenopterorum Vol. I, *Tenthredinidae-Uroceridae**. Leipzig 1894.
13. Doubleday, E., *Note of the larva of *Sirex gigas* L.* *Proc. Zool. Soc.* 1849.
14. Dohnar-Zapolsky, D. P., *Bestimmungstabellen der Larven der Blatt- und Holzwespen*. Rostrow a. Don 1929 (russisch).
15. Enslin, E., *Die Blatt- und Holzwespen. Die Insekten Mitteleuropas insbesondere Deutschlands Bd. III*. Berlin 1913.
16. Fabre, J. H., *Souvenirs entomologiques*. Paris 1879.
17. Hartig, Th., *Die Aderflügler Deutschlands Bd. I, 1837. Die Familien der Blatt- und Holzwespen nebst einer allgemeinen Einleitung zur Naturgeschichte der Hymenopteren* 1860.
18. Harris, Moses, *Exposition of the British Insects*. London. Martins Edition 1792.
19. Judeich, J. F., und Nitsche, H., *Lehrbuch der Mitteleuropäischen Forstinsektenkunde Bd. I*. Wien 1895.
20. Kollar, V., *Über das Insekt *Sirex juvencus*, welches den Franzosen während des Feldzuges in der Krim die Bleikugeln durchgebohrt hat usw.* *Sitzungsber. Zool. bot. Ber.* Bd. VI. Wien 1857.
21. Konow, Fr. W., *Systematische und kritische Bearbeitung der Siriciden Tribus *Siricini**. Wien, *Entomol. Zeit.* XVII, 1898.  
— — *Fam. *Lydiidae, Siricidae, Tenthredinidae**. Wytzman. *Genera Insectorum* 1903.
22. Kleine, R., *Die Schmarotzerwespen der Cerambyciden und Buprestiden*. *Entom. Blätter* 5. Nürnberg 1909.
23. Klug, F. R., *Monographia Siricium Germaniae atque generum illis adnumeratorum*. Berlin 1803.
24. Leisewitz, W., *Versuch einer Zusammenstellung der Holzwespen nach ihren Wirtspflanzen*. *Forstl. Natur. Zeitschr.* VII, 1898.
25. Linné, K., „*Systema Naturae*“. 1858.
26. Ratzeburg, J. Th., *Die Forst-Insekten oder Abbildungen und Beschreibungen usw. Dritter Teil*. Berlin 1844.
27. Rudow, F., *Lebensweise der Holzwespen Siriciden*. *Intern. Ent. Zeitschr.* III. Guben 1909.

29. Silantjew, A., Verzeichnis der Gallwespen der Parkanlage des Forstinstitutes. Mitteil. Forstinst. Petersburg I, 1898 (russisch).
30. Stark, N. K., Sur la répartition dans le bois des sexes chez les larves de quelques Longicornes. Plant Protection 2—3, 1926 (russisch).
31. Taschenberg, E. H., Schlüssel zur Bestimmung unserer Blatt- und Holzwespen. Zeitschr. f. d. ges. Naturwissensch. X, 1857.
32. Wachtl, F. A., Die stahlblaue Fichten- und violette Kiefernholzwespe, *Sirex juvencus* L. u. *S. noctilio* Fabr. 1881.
33. Westwood, J. A., Introduction to the Modern Classification of Insects Vol. II.
34. Yuasa, Hachiro, A Classification of the Larvae of the *Tenthredinidae*. Illinois Biol. Monographs Vol. VII, 1922.