

Dr. Kazimierz Gajl

EXTRAIT DU BULLETIN DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE  
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES. SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES  
OCTOBRE - DÉCEMBRE 1917

# DER FALLSCHIRMFLUG EINIGER INSEKTEN

VON

M. SIEDLECKI



*Janina Margotówna*  
*instytut...*



5979

7 pl.  
do

S. 1450

20. VII. 47

JW

CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITE  
1918

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1878 PAR  
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:  
S. A. I. ET R. CHARLES ÉTIENNE, ARCHIDUC D'AUTRICHE.

VICE-PROTECTEUR:

*Vacat.*

PRÉSIDENT:

*Vacat.*

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

- a) Classe de Philologie.
- b) Classe d'Histoire et de Philosophie,
- c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie le «Bulletin International» qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. Le Bulletin publié par les Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie réunies, est consacré aux travaux de ces Classes. Le Bulletin publié par la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles paraît en deux séries. La première est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série contient les travaux qui se rapportent aux Sciences Biologiques.*

Publié par l'Académie  
sous la direction de M. Vladislas Kulczyński,  
Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

28 czerwca 1918.

Nakładem Akademji Umiejętności.

Kraków, 1918. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

EXTRAIT DU BULLETIN DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE  
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES. SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES  
OCTOBRE—DÉCEMBRE 1917

# DER FALLSCHIRMFLUG EINIGER INSEKTEN

VON

M. SIEDLECKI



S. 979.



*Stanisław Wągora*  
*przyt. 20/11/51*

CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
1918



*Spadochronowy lot niektórych owadów. — Der Fallschirmflug einiger Insekten.*

Mémoire

de M. M. **SIEDLECKI** m. c.,

présenté dans la séance du 3 Décembre 1917.

(Planche 21 et 22).

Während meines Aufenthaltes im zoologischen Laboratorium des botanischen Gartens in Buitenzorg auf Java habe ich bei fünf Insektenarten, und zwar: bei *Phyllium siccifolium* L., *Ph. pulchri-folium* Serv., *Hymenopus coronatus* Ol., *Tessarotoma javanica* Thunb. und *Tess. papillosa* Drury, eine Fortbewegungsart bemerkt, die als Fallschirmflug bezeichnet werden kann. Bei meinen Beobachtungen und Experimenten war ich nur auf die einfachen Mittel, die mir auf Java zu Gebote standen, angewiesen; obwohl nun meine Studien gewiß nicht lückenlos sind, so habe ich mich dennoch entschlossen, sie der Öffentlichkeit zu übergeben, weil eine baldige Ergänzung der Beobachtungen bei den jetzigen Verhältnissen ausgeschlossen erscheint.

Der Schwebeflug der Insekten steht im innigsten Zusammenhange mit deren Lebensweise, welche naturgemäß besonders durch den Charakter der Pflanzenwelt bedingt ist. Bekanntlich zeichnet sich der westliche Teil von Java durch einen sehr reichen und üppigen Pflanzenwuchs aus; Gattungen, deren Vertreter bei uns nur als Stauden oder ganz kleine Sträucher bekannt sind (z. B. *Gnaphalium*, *Vaccinium* u. a.), entwickeln sich dort zu großen Sträuchern oder Bäumen. Ein weiteres Charakteristikum bildet die Mannigfaltigkeit der nebeneinander wachsenden Pflanzenarten. Wälder, in denen auf einigen Hunderten von Quadratmetern Hunderte von

verschiedenen Baumarten zu finden sind und wo man stundenlang umhersuchen kann, ehe man zwei Exemplare derselben Baumart findet, sind dort eine gewöhnliche Erscheinung.

Das Fehlen von größeren und einheitlichen Pflanzenbeständen hat zur Folge, daß monophage oder nur von einer beschränkten Zahl von Pflanzenarten lebende Pflanzenfresser meist nur zerstreut auftreten und in größerer Zahl nur an solchen Stellen vorkommen, wo sich passende Pflanzen in größerer Anzahl vorfinden.

Der üppige Wuchs der Pflanzen auf dem fruchtbaren, vulkanischen Boden und die ständige Feuchtigkeit des Bodens bringt es mit sich, daß die Tiere zum größten Teil ihren Lebensunterhalt auf den Bäumen suchen. Viele Pflanzenfresser finden ihre normale Nahrung nicht in den niedrigen Kräutern, sondern in Blättern und Früchten hochwachsender Pflanzen; der phytophagen Fauna folgen die Fleischfresser aus allen Tierklassen (1, 9, 12, 14, 17, 19, 21, 24). Bei allen diesen arborikolen Tieren kann man viele Organe und Vorrichtungen beobachten, die für deren Lebensweise als charakteristisch gelten können; man findet bei ihnen Kletter- und Haftapparate sowie Vorrichtungen zum Schwebeflug, die bis jetzt bei den arborikolen Wirbeltieren am besten untersucht worden sind.

Als Kletterapparate wirken bei den Wirbeltieren oft ganze Gliedmaßen; so z. B. dienen die langen Hände mancher Affen als große Haken. In anderen Fällen sind die Finger mit mächtigen, zum Klettern geeigneten Krallen versehen (z. B. bei einigen Eidechsen); eine noch vollkommeneren Vorrichtung bilden die mit feinen Härchen versehenen, mit Endkrallen zusammenwirkenden Haftlappchen [Haftlappen der Geckoniden (15)]; schließlich findet man auch richtige, ohne Krallen wirkende Adhäsionsapparate in Form von Haftballen [*Rhacophorus* (24, 26)].

Bei den arborikolen Insekten kommen Kletter- und Haftapparate in ähnlichen Formen wie bei Wirbeltieren vor. Bei den großen Palmenbohrern (*Protocerius*) sind ganze Gliedmaßen hakenartig umgestaltet und mit mächtigen Endkrallen ausgestattet; bei den großen Pentatomiden sind die letzten Tarsalglieder mit winzigen dichten Hafthärchen versehen und wirken mit den Endkrallen und den distalen Haftlappchen zusammen; schließlich finden sich bei verschiedenen Orthopteren (z. B. *Pseudophyllidae*) mächtige, endständige Haftpolster, die immer neben Krallen entwickelt sind.

Die für die Baumbewohner charakteristischen Vorrichtungen zum Schwebeflug sind nach zweierlei Prinzip gebaut. Den einfachsten, jedoch in seiner Wirkung nicht sehr vollkommenen Apparat bilden die in Tragflächen umgewandelten Schwimmbäute der Flugfrösche (24, 26).

Den zweiten Typus der Schwebearparate stellen Patagien, Hautfalten vor, die entweder an den Seiten des ganzen Körpers, vom Halse bis zur Schwanzspitze (*Galeopithecus*) oder nur an einzelnen Körperteilen entwickelt sind (*Pteromys*, *Sciuropterus*, *Ptychozoon* u. a.). Diese Hautfalten erhalten bei *Draco* eine Stütze durch die eingewachsenen Rippen und können in diesem Falle als platte Erweiterungen der seitlichen Teile des Rumpfes betrachtet werden (25).

Der sogenannte „Flug“ der mit Schwebearrichtungen versehenen Wirbeltiere ist meist nur ein Sprung, bei welchem der fallende Körper von den Tragflächen unterstützt, seine Fallgeschwindigkeit vermindert, so daß der Landungsschock gemildert wird.

Bei den Insekten wurde bis jetzt der Schwebeflug in solcher Vollkommenheit wie bei den Wirbeltieren nicht beobachtet. Es ist allgemein bekannt, daß der Flug gewisser Orthopteren, wie z. B. der *Phasmidae* (Redtenbacher, 6), *Acridiidae* und *Locustidae* (Du Bois-Reymond, 7) an Schwebeflug erinnert; von einigen großen Tagfaltern (z. B. *Papilio*, *Ornithoptera*) wissen wir, daß sie manchmal den Flügelschlag einstellen und sich eine Zeitlang im Gleitflug bewegen können<sup>1)</sup>. Wenn ich von diesen vereinzelt Bemerkungen absehe, finde ich in der Literatur keine weiteren Angaben über diese Art der Bewegung bei Insekten.

### 1. Tassaratoma.

Zwei Arten dieser Gattung kommen auf Java häufig vor, und zwar *Tassaratoma papillosa* und *T. javanica*. Der Bau und die postembryonale Entwicklung wurde bisher nur bei *T. papillosa*

<sup>1)</sup> Ich habe diese Art der Bewegung bei einem Exemplar von *Papilio aristolochiae* in Kandy auf Ceylon beobachtet. Dieses Tier vermochte, an einem windstillen Tag, auf steif ausgespreizten Flügeln über eine Minute in verschiedenen Richtungen ohne merkbare Flügelschläge herumzukreisen, ebenso wie es manchmal auch unser *Papilio podalirius* an ruhigen Sommertagen zu tun vermag.

eingehender beschrieben (Kershaw u. Muir, 13); soviel ich aber aus meinen Beobachtungen schließen kann, dürfte die Entwicklung und die Metamorphose auch bei *T. javanica* ähnlich verlaufen wie bei dieser Art.

Die Lebensweise der beiden Arten ist auch sehr ähnlich. Die erwachsenen Tiere leben auf Sträuchern und Bäumen, wo sie in den Blättern ihre flüssige Nahrung finden. Die Eier werden auf Blättern abgelegt, und es kriechen aus ihnen kleine, kurze und dicke Larven aus. Nach den zwei oder drei ersten Häutungen wachsen die Larven rascher, nehmen eine viel flachere Gestalt an und werden nach einer weiteren Häutung sehr dünn; sie sind dann etwa 2 cm lang und über 1 cm breit (Fig. 1 u. 3) und auf dem Rücken mit großen Stinkdrüsen versehen. In diesem Stadium verharren die Larven ziemlich lange; die dünne, abgeflachte Form des Körpers wandelt sich erst unmittelbar vor der letzten Häutung, d. i. vor dem Erlangen der vollen Reife um. Bei diesen „Flachlarven“ habe ich den Schwebeflug beobachtet<sup>1)</sup>.

Die Flachlarven beider Arten zeichnen sich, wie es auch Kershaw (13) betont, durch große Lebhaftigkeit aus und vermögen sich sowohl auf rauhen Zweigen als auch auf glatten Blättern rasch fortzubewegen. Auf glatten Unterlagen sind ihnen dabei die an den letzten Tarsalgliedern entwickelten Haftapparate behilflich (Fig. 8). Diese Vorrichtung besteht aus einer sehr dichten, aus feinsten Chitinhaaren gebildeten Bürste, die besonders stark an dem vorletzten Tarsalgliede entwickelt ist. Unter dem mit zwei mächtigen Haken bewaffneten Krallengliede sind zwei seitlich gerichtete (für die Pentatomiden charakteristische) Haftläppchen vorhanden. Zum Anheften an rauhe Flächen dienen dem Tier die Klauen, an glatten Flächen bedient es sich dazu der Haftläppchen und drückt dabei die feine Haarbürste fest an die Unterlage an, so daß auch die kleinsten Unebenheiten derselben zum Anklammern ausgenützt werden. Diese Einrichtung des Haftapparates erinnert lebhaft an die Haftlappen der Geckoniden (15).

Die Gangart der Flachlarven ist sehr charakteristisch. Die vorwärtsschreitenden Tiere halten ihre Beine in den tibiofemorale

<sup>1)</sup> Lefroy (16) gibt Abbildungen von *T. papillosa* und *T. javanica*; in der Abhandlung von Kershaw (13) ist die Larve von *T. papillosa* abgebildet, die jedoch ähnlich aussieht wie die von Lefroy abgebildete Larve der *T. javanica*. Meine Zeichnungen stehen mit denen von Lefroy im Einklang.

Gelenken stark gebogen; die Tarsen werden dem Körper ziemlich stark genähert, so daß dieser hoch über die Unterlage gehoben wird. Während des Ganges wackelt der hochgehobene, flache Körper nach beiden Seiten; der Gang erscheint infolgedessen unsicher, besonders wenn sich die Tiere auf einer steil gerichteten Fläche aufwärts bewegen.

Wie bereits oben erwähnt wurde, ist der ganze Körper der Flachlarven stark in dorsoventraler Richtung abgeplattet, so daß die Tiere wie aus Papier ausgeschnitten erscheinen. Die Dimensionen des Körpers sind aus Tabelle 1 ersichtlich.

TABELLE 1.

Körperdimensionen in Millimetern	<i>T. javanica</i>	<i>T. papillosa</i>
Größte Dicke des Abdomens	2.1	3.6
Größte Breite des Körpers	14.7	15.7
Länge des Körpers (Abstand zwischen dem seitlichen Vorderrande des Thorax und dem seitlichen Hinterrande des Abdomens)	22.3	24.1
Dicke des Abdomenrandes	0.3	0.3

Bei *T. javanica* (Fig. 1) bildet der Thorax ein unregelmäßiges Viereck mit abgerundeten seitlichen Vorderwinkeln. Diese leicht gewölbten Seitenränder bestehen fast ausschließlich aus einer doppelten, der dorsalen und der ventralen Chitinlage. Die dem hinteren thorakalen Teile entsprossenden Flügelscheiden schmiegen sich dicht an die abdominalen Ringe.

Bei den Flachlarven der *T. papillosa* (Fig. 3) ist der Kopf in den stark ausgeschnittenen Vorderrand des Halsschildes tief eingesenkt; sonst ist die Lagerung der Körperteile ähnlich wie bei der vorigen Art.

In dem stark abgeflachten Abdomen sind alle inneren Organe sowie auch die großen larvalen Stinkdrüsen nahe an der Körperachse gelagert; sogar die dorsoventralen Muskeln liegen nahe an der Mittellinie. Die Seitenränder des Abdomens sind infolgedessen sehr dünn, da sich zwischen der dorsalen und der ventralen Hautschichte nur eine dünne Lage von Fettgewebe befindet. Der axiale Teil des Körpers bildet eine feste Stütze, mit der die abge-

flachten Seiten des Körpers gleichsam wie dünne Tragflächen verbunden sind.

Die Lagerung dieser Tragflächen ist am besten zu erkennen, wenn man die Flachlarve nach Abtrennung der Beine von der Seite beobachtet (Fig. 2 a und 4 a). Fast alle inneren Organe sind unterhalb der Tragfläche verlagert; der Schwerpunkt des ganzen Körpers muß sich also auch unterhalb derselben befinden<sup>1)</sup>.

Das Abdomen ist analwärts stark verdünnt, so daß die letzten Hinterleibsringe fast ebenso dünn wie die flachen Seitenränder erscheinen. Die steife und dickere Körperachse ist also auch hinten von einer dünnen, leicht gewölbten Tragfläche umrahmt (Fig. 2 b und 4 b).

Die Larven, die sich auf dünnen Zweigen oder Blättern aufhalten, haften daran nicht fest. Ein leichter Schlag gegen den Zweig oder ein leichtes Schütteln der Blätter genügt, um die Tiere zum Fallen zu bringen; offenbar wirken die Haftorgane nicht sehr kräftig.

Wenn man die Larven mit einem langen Stäbchen leicht berührt, scheiden sie gewöhnlich zuerst ihr Sekret aus den Stinkdrüsen aus (Kershaw, 13), lösen sich aber dann von ihrer Unterlage ab und lassen sich fallen. In diesem Momente ist der Fallschirmflug zu beobachten.

Um diese Bewegungsart bequem zu beobachten, übertrug ich die Larven vorsichtig auf meine schräg nach oben gehaltene Hand; die Tiere kletterten wackelnden Ganges bis auf die Fingerspitzen hinauf und ließen sich nach einigem Hin- und Herwandeln fallen.

Während des Fallens nahm der Körper eine horizontale Lage ein; die Bauchseite war immer nach unten gekehrt, der hintere Teil des Abdomens leicht nach oben gebogen. Die Hinterbeine wurden ziemlich weit nach hinten gespreizt.

Das Tier fiel in genau senkrechter Richtung, seine Fallgeschwindigkeit wurde jedoch so sehr vermindert, daß das Auge dem fallenden Tiere leicht folgen konnte. Die Flachlarven fielen zu Boden gleichsam wie ein gleich großes Stückchen von dünnem Zeichenkarton.

Das Tier fiel immer auf die Beine und bewegte sich sofort wie gewöhnlich wackelnden Ganges weiter; offenbar wird durch die

<sup>1)</sup> Bei *Tessarotoma* sind also alle Bedingungen zur „mechanischen Erhaltung des Gleichgewichtes“ während des Falles vorhanden. Vgl. Bethe (Biol. Zentrbl. 1894).

Fallschirmvorrichtung jede schadenbringende Erschütterung vermieden. Den Fall dieser Tiere können wir also mit Recht als Fallschirmflug bezeichnen. Da während des Herabfallens die Flugbahn immer senkrecht bleibt, können die Tragflächen dieser Tiere als Fallschirmvorrichtungen gedeutet werden, die jedoch einen Drachenflug oder Gleitflug nicht gestatten.

Die durch Erweiterung der Seitenteile des Körpers gebildeten Tragflächen sind sehr wohl geeignet, den Fallschirmflug zu ermöglichen. Bei *T. javanica* sind sowohl die thorakalen als die abdominalen Anhänge leicht gewölbt. Bei dieser durch ihren großen und breiten Thorax ausgezeichneten Art ist auch der Schwerpunkt des ganzen Körpers kopfwärts verschoben; dementsprechend befinden sich die stark gewölbten und breiten Tragflächen am Vorderkörper (Fig. 1 u. 2 a). Bei *T. papillosa* dagegen, bei welcher im Vergleich mit der vorigen Art der Vorderkörper leichter gebaut und der Schwerpunkt nahe an der Mitte des Körpers gelagert ist, wird der breiteste Teil der Tragflächen durch Erweiterung des Abdomens gebildet (Fig. 3).

Die Flachlarven der Tassaratomen zeichnen sich durch Beweglichkeit sowie durch eine von weitem gut sichtbare, feurigrote Färbung des Körpers aus. Auf Blättern und Zweigen sind diese Tiere sehr leicht wahrzunehmen; sie scheinen also Gefahren, besonders von Seiten der insektenfressenden Feinde stark ausgesetzt zu sein. Auf ihrem Rücken besitzen diese Larven große Stinkdrüsen; es liegt also die Vermutung nahe, daß die lebhaft rote Färbung dieser Tiere bei gleichzeitigem Vorhandensein der Stinkdrüsen als sogenannte „Warnfärbung“ wirkt, durch welche das Tier vor seinen Feinden „geschützt“ wird.

Es ist jedoch bekannt, daß viele gefräßige Insektenfresser stark riechende oder gewöhnlich als „giftig“ angesehene Beute nicht verschmähen und daß die sogenannte „Warnfärbung“ als Schutzmittel oft versagt (Werner 29, 30)<sup>1)</sup>. Ich habe bereits früher be-

<sup>1)</sup> Das Manuskript dieser Mitteilung war bereits geschlossen, als ich die Arbeit von F. Heikertinger: „Über einige Versuche mit *Lytta vesicatoria* L.“ (Biol. Zentrbl. September 1917) erhielt, in welcher der Verfasser die sogen. „Schutzmittel gegen Feinde“, welche in Form von „giftigen oder übelriechenden Stoffen“ im Tierreiche vorkommen, einer sachlichen, scharfen und durchaus richtigen Kritik unterzieht. Die Ausführungen des Verfassers stehen in vollem Einklang mit meinen früheren (24) und auch in der vorliegenden Mitteilung enthaltenen Erörterungen.

schrieben („Jawa“—24), daß sogar die „Schreckstellung“ mit gleichzeitiger Ausscheidung von stark riechenden Stoffen die Raupen des *Papilio demolion* vor der Gefräßigkeit der Mantiden nicht schützt. Am besten schützt sich das Tier vor seinen Feinden, indem es sich entweder gut versteckt oder rasch entflieht.

Die epiphyllie Lebensweise läßt sich mit gutem Verstecken nicht leicht in Einklang bringen; der Fallschirmflug ist dagegen sehr wohl geeignet, diesen flügellosen Tieren eine rasche Flucht zu ermöglichen.

Die flachen Larven der Tessaratomen zeichnen sich, wie bereits oben betont wurde, durch lebhaftige Bewegungen aus und kriechen munter auf Blättern und Zweigen umher. Nach dieser Periode der Wanderung beginnen sie jedoch sich intensiv zu ernähren, werden allmählich zu trägen Tieren und nehmen auch gleichzeitig eine plumpe Gestalt an. Der Fettkörper und die Anlagen der Genitalorgane fangen an sich mächtig zu entwickeln; infolgedessen erscheint das Abdomen aufgebläht, die flachen Ränder werden dick und stumpfkantig.

Die Dimensionen des vergrößerten Körpers ergeben sich aus Tabelle 2.

TABELLE 2.

Dimensionen des Körpers in Millimetern	<i>Tessaratoma javanica</i>
Größte Dicke des Abdomens	8·6
Größte Breite des Körpers	15·7
Länge des seitlichen Körperandes	25·6

Bei den Flachlarven ist das Verhältnis der größten Dicke des Körpers zu seiner Breite gleich 1:7; bei denselben Tieren ist es nach beendigter Wachstumsperiode gleich 1:2, bei unveränderter Körperlänge.

Für solche dicke Larven von *Tessaratoma* ist eine Fallschirmbewegung nicht mehr möglich. In dieser Lebensperiode sind diese Tiere aber nicht so lebhaft wie früher; sie verlieren auch gleichzeitig ihre feurigrote Färbung, der Thorax wird braun, das Abdomen graulich-fleischfarben, die Körperländer lichtbraun. Solche Tiere sind nicht so leicht (für das menschliche Auge) zwischen

den Blättern zu entdecken wie die Flachlarven. In diesem Stadium werden die Tiere schließlich unbeweglich und verwandeln sich nach der letzten Häutung in erwachsene geflügelte Imagines.

Die Fallschirmbewegung der Flachlarven der Tassaratomen kann für diese epiphyllen Tiere von großer Bedeutung sein, indem sie den Tieren ein rasches Herabfallen von den Bäumen oder Sträuchern, ohne Beschädigung des Körpers gestatten. Sowohl die Gestalt dieser Tiere als auch ihre Bewegungsweise könnten als Ausdruck einer weitgehenden Anpassung an die Lebensbedingungen angesehen werden. Einen kausalen Zusammenhang zwischen der Abflachung des Körpers und der epiphyllen Lebensweise zu finden ist aber zur Zeit nicht möglich. Wie aus den Untersuchungen von Kershaw (13) bekannt ist, schlüpfen junge Tassaratomen aus den Eiern als sehr kleine, fast kugelförmige Larven aus. Nach mehreren Häutungen werden sie viel größer, sind aber dann sehr stark abgeflacht und gehen in das Stadium der Flachlarven über. Erst dann kommt die Periode des Wachstums der inneren Organe, es findet eine Anhäufung von Reservestoffen statt, und schließlich erfolgt die endgültige Metamorphose. Im Leben der Tassaratomen sind also vier Perioden zu unterscheiden: 1) Stadium der kleinen, plumpen Larven, 2) Stadium des raschen Wachstums der äußeren Körperhülle (Flachlarven), 3) Periode des Wachstums der inneren Organe, 4) Imagostadium. Die chitinöse Körperhülle eilt also in der Entwicklung der Bildung und dem Wachstum der inneren Organe voran. Es wird zuerst ein geräumiges, äußeres Skelett gebildet, das allmählich durch die wachsenden Organe ausgefüllt wird. In dem Stadium, in dem das geräumige Chitinskelett bereits gebildet ist, erscheint *Tassaratoma* als Flachlarve.

Diese ungleichmäßige und zeitlich getrennte Ausbildung einzelner Körperteile bildet eine Eigentümlichkeit der Entwicklung von *Tassaratoma*; in ursächlichem Zusammenhang scheint sie mit den Lebensbedingungen dieser Art nicht zu stehen.

## 2. Phyllium.

Von dieser so gut und allgemein bekannten Gattung konnte ich nur an zwei Arten: an *Phyllium siccifolium* L. und *Ph. pulchrifo-*

*lium* Serv. genauere Beobachtungen anstellen. Nur an Weibchen und an Larven beider Geschlechter ist der Fallschirmflug zu beobachten; die Männchen bedienen sich ihrer großen, membranartigen Flügel.

a) *Ph. mulchriifolium* kriecht bekanntlich aus dem Ei als eine große, sehr flache, flügellose, rotbraun gefärbte Larve aus. Nach mehreren Häutungen wächst diese Larve recht beträchtlich, und gleichzeitig verändert sich ihre Farbe und Gestalt; ob der Farbenwechsel mit der Ernährung im Zusammenhang steht (2), wird in neuerer Zeit bezweifelt (5).

Diejenigen Larven, die sich zu Weibchen entwickeln sollen, wachsen schnell und werden bald sehr dünn und flach; nur ihr axialer Teil, in dem sich die inneren Organe befinden, ist ein wenig dicker (Fig. 14). Die abgeflachten Seiten des Körpers bestehen fast allein aus dem dorsalen und dem ventralen Chitinplatte, zwischen denen sich außer der Hypodermalschicht noch eine sehr dünne Lage von Fettgewebe befindet.

Das erste Paar der mächtigen Schreitbeine hat an den Schenkeln große, blattartige Erweiterungen; ähnliche, nur viel kleinere Gebilde befinden sich an einer Seite der vorderen Tibien. An dem zweiten Extremitätenpaar sind die femoralen Teile zu einem großen, unregelmäßigen Viereck erweitert und die Tibien mit seitlichen flachen Anhängen versehen. Ähnliche, nur viel kleinere Erweiterungen finden sich an den Hinterbeinen.

Nach der letzten Häutung erscheint das Weibchen am Rücken mit mächtigen, derben und häutigen, bis zum achten Abdominal-segmente reichenden Flügeldecken ausgestattet. Diese Vorderflügel werden immer auf dem Rücken zusammengelegt gehalten und bedecken nur teilweise das stark erweiterte Abdomen (Fig. 17).

Die Larven, aus denen sich die Männchen entwickeln sollen (Fig. 15), sind viel kleiner als die weiblichen und haben viel schlankere Extremitäten. Die Anlagen der beiden Flügelpaare sind dicht an den papierdünnen Körper angeschmiegt.

Das Männchen (Fig. 16) ist viel kleiner als das Weibchen und zeichnet sich durch schlanke Gestalt aus.

b) *Ph. siccifolium*. Das Weibchen (Fig. 11) ist nicht so stark abgeflacht und zeigt einen viel mehr gedrungenen Bau als das Weibchen der vorigen Art; sein Abdomen ist weniger erweitert und zeigt tiefe Einschnitte zwischen den einzelnen Leibesringen.

Die Beine aller Paare haben nicht sehr große Erweiterungen der femoralen Teile; die Tibien sind nur an den Vorderbeinen mit seitlichen Anhängen versehen. Das erste Flügelpaar ist mächtig entwickelt; es reicht bis zum achten Abdominalringe und bedeckt fast vollständig den Hinterleib, so daß nur ein schmaler Saum seitlich hervorragt.

Das Männchen von *Ph. siccifolium* (Fig. 12) ist sehr schlank; es weist nur in der Mitte des Abdomens eine Erweiterung auf<sup>1)</sup>.

Der Unterschied im Bau und in den Proportionen des Körpers beider Arten von *Phyllium* sind aus der nachstehenden Tabelle 3 ersichtlich.

TABELLE 3.

Dimensionen des Körpers in Millimetern	Ph. pulchrifolium				Ph. siccifolium	
	♀	Larven		♂	♀	♂
		♀	♂			
Größte Breite des Abdomens	40·0	33·2	23·0	19·5	30·0	12·7
Länge des Abdomens vom ersten bis zum vorletzten Gliede	44·8	33·1	27·5	35·2	41·7	28·5
Größte Dicke des Körpers	8·8	6·6	3·4	3·5	10·4	2·3
Verhältnis der Körperbreite zur Körperlänge	1 : 1·1	1 : 1·0	1 : 1·2	1 : 1·8	1 : 1·3	1 : 2·2
Verhältnis der Körperbreite zur Körperdicke	5 : 1	5 : 1	6 : 1	5 : 1	3 : 1	6 : 1
Verhältnis der Länge des Abdomens zur Körperdicke	5 : 1	5 : 1	8 : 1	10 : 1	4 : 1	12 : 1

Die flachen, seitlich erweiterten Körperseiten sowie die mit blattartigen Anhängseln versehenen Beine wirken bei den Phyllien als Tragflächen, die sowohl den Fallschirmflug als auch in manchen Fällen eine Art von Gleitflug gestatten.

Die Phyllien, besonders deren Weibchen und größere Larven, sitzen gewöhnlich an den Rändern der Blätter ihrer Futterpflanze und nagen an der saftigen Kante; auf der glatten Oberfläche des Blattes halten sie sich mittels ihrer Haftapparate fest. Diese an allen

<sup>1)</sup> In Fig. 12 sind die Flügeldecken emporgehoben und nicht in ihrer natürlichen Lage dargestellt, da es sich darum handelte, die schlanke Gestalt des Körpers zu zeigen.

Füßen gleichartig entwickelten Haftapparate (Fig. 9) bestehen aus kleinen Haftpolstern, die sich an allen Tarsalgliedern befinden, sowie aus einem großen, an die Haftballen der Frösche erinnernden Haftlappen, der zwischen den Krallen weit nach vorne hinausragt. Wenn auch in ihrem Bau hoch differenziert, scheinen diese Haftapparate nicht genügend wirksam zu sein, um das Gewicht der großen Weibchen und der älteren Larven an glatten Blättern zu tragen. Die Phyllien halten sich auch nicht sehr fest an der Unterlage, so daß ein ganz leichtes Anklopfen gegen den Zweig oder Schütteln genügt, um diese „wandelnden Blätter“ zum Fallen zu bringen. Oft sieht man auch, daß die Tiere, die sich überhaupt nur träge bewegen und anscheinend unbeholfen sind, ohne sichtbare Ursache von den Blättern oder Zweigen herabfallen.

Wenn man auf einen kleinen, mit wenigen Blättern versehenen Zweig einige Weibchen und große Larven setzt und wenn hernach zwei Tiere an einem und demselben Blatt fressen, so stoßen sie oft gegeneinander oder, wie es bereits Lister richtig beobachtet hat, ein Tier fängt an, den Rand des Abdomens seines Nachbarn zu benagen. Das angefressene Tier fällt sofort vom Blatte herab. Ebenso benimmt sich das Tier, wenn man den Rand des Abdomens mit einer Pinzette leicht und vorsichtig zusammendrückt. Während des Falles dienen die abgefachten Körperteile als Tragflächen beim Fallschirmflug; die Flugart variiert aber bei verschiedenen Arten sowie bei deren Larven.

a) Die Larven von *Ph. pulchrifolium* (Fig. 14 u. 15), u. zw. sowohl die männlichen als auch die weiblichen, haben trotz ihrer verschiedenen Dimensionen die gleiche Bewegungsart. Beim Herabfallen werden die an den Beinen entwickelten blattartigen Anhängsel schief zur Körperachse gestellt und in dieser Lage festgehalten. Auf diese Weise wirken auf beiden Seiten des Thorax je drei schief gestellte, leicht gewölbte Tragflächen; das vordere Paar dieser Tragflächen ist am stärksten, das hintere am wenigsten zur Körperachse geneigt (Fig. 13 a). Das Hinterende des Abdomens wird leicht nach oben gebogen; dieser Körperteil bildet in seiner Gesamtheit eine große Tragfläche.

Die erweiterten femoralen Teile der Vorderbeine ragen bis zur Hälfte ihrer Länge vor den Kopf hinaus. Dieser Körperteil und der Thorax sind leicht nach oben gehoben; infolgedessen liegt der Vorderteil des dünnen Abdomens unter der Ansatzlinie der Beine,

sein hinterer Teil jedoch wird bis zum gleichen Niveau mit den Beinen nach oben gebogen. Der Schwerpunkt einer solchen Larve muß, wie aus Fig. 13 a ersichtlich ist, im Vorderteil des Körpers gelegen sein, solange der Geschlechtsapparat noch unentwickelt ist.

Die Fallrichtung scheint am häufigsten senkrecht zu sein; die Fallgeschwindigkeit ist derart vermindert, daß man mit bloßem Auge diese Verlangsamung des Fallens auch dann verfolgen kann, wenn die Larve von geringer Höhe fällt. Wenn man die Larve neben einem schweren Körper, z. B. einem Stein auf einer glatten Unterlage ruhig sitzen läßt und dann durch rasches Umwenden sowohl den Stein als das Tier zu gleicher Zeit herunterwirft, sieht und hört man immer den Stein um einen Bruchteil einer Sekunde früher auf den Boden aufschlagen. Je größer die Höhe, von der die Larve herabfällt, desto merkbarer ist die Verminderung der Fallgeschwindigkeit, immer ist jedoch die Fallrichtung fast senkrecht.

Fällt das Tier von größerer Höhe (2—4 m), so kann man oft auch eine andere Bewegungsart beobachten. Die Larve gleitet nämlich durch die Luft, indem sie eine weite Schraubenlinie beschreibt. Der Kopf ist nach vorne gerichtet, die Körperachse wagerecht gelagert; das Tier berührt den Boden sehr sanft, indem es unter einem spitzen Winkel landet.

Die Fallgeschwindigkeit ist bei dieser Bewegung noch stärker vermindert als beim Herabfallen in senkrechter Richtung; fällt das Tier von einer Höhe von etwa 2 m herab, so macht es höchstens nur einen Umkreis in der Luft.

Der Weg, den die auf solche Weise gleitenden Larven beschreiben, wechselt sehr erheblich. Bringt man eine und dieselbe Larve von derselben Höhe mehrmals zum Fallen, so macht sie einmal einen weiten, ein andermal einen engeren Kreis in der Luft, oder fällt sogar fast senkrecht zu Boden. Aller Wahrscheinlichkeit nach vermag die Larve, durch geeignete Einstellung der Tragflächen die Fallrichtung zu ändern.

b) Die Weibchen von *Ph. pulchrifolium* haben ein wenig längere thorakale Körperringe als die weiblichen Larven; infolgedessen erscheinen auch die Extremitäten weiter nach vorne verschoben. Die Vorderflügel sind, wie bereits erwähnt, als derbe häutige Gebilde entwickelt. Infolge der Entwicklung des Genitalapparates und des Fettkörpers ist das Abdomen massiver und besonders an der Bauchseite stärker gewölbt als bei den Larven

(vergl. Tabelle 3). Der Schwerpunkt des Körpers scheint noch weiter unter den Tragflächen zu liegen (Fig. 13 b).

Der Fallschirmflug eines solchen Weibchens ist von dem oben beschriebenen Fluge seiner Larve nicht wesentlich verschieden. Die Flugbahn ist gewöhnlich senkrecht; nur sehr selten kann man einen Gleitflug auf einer weiten spiralen Bahn beobachten. Die häutigen, derben Vorderflügel werden weder während des Fallschirmfluges noch während des Gleitfluges benutzt; das Weibchen bedient sich ausschließlich seiner an den Beinen und am Abdomen entwickelten Tragflächen.

c) Die Männchen von *Ph. pulchrifolium* und *Ph. siccifolium* sind mit breiten, membranartigen Hinterflügeln versehen und können sehr gut, wenn auch gewöhnlich nur langsam fliegen; ihr erweitertes Abdomen dient dabei als Steuervorrichtung (Fig. 12 u. 16).

d) Die Weibchen von *Ph. siccifolium* haben, wie aus Fig. 11 und Tabelle 3 ersichtlich ist, eine mehr gedrungene Gestalt, große Flügeldecken, aber viel schwächer entwickelte Tragflächen an den Beinen und am Abdomen als die vorher beschriebene Art.

Ein von einer größeren Höhe (2—3 m) zum Fallen gebrachtes Weibchen öffnet plötzlich die derben, häutigen Vorderflügel und hält sie unbeweglich, nur straff gespannt über dem zweiten und dritten Beinpaare. Die bei dieser Art stark entwickelten Vorderflügel, die zum Flattern ungeeignet zu sein scheinen, werden als Tragflächen bei dem Fallschirmfluge benutzt.

Mit ausgebreiteten Vorderflügeln fällt ein Weibchen von *Ph. siccifolium* in senkrechter Richtung mit stark verminderter Geschwindigkeit zu Boden. Das Abdomen wird dabei dorsalwärts gebogen (Fig. 13 c); die verbreiterten femoralen Glieder und die gewölbten, regungslos gehaltenen Vorderflügel sind leicht gegen die Körperachse geneigt.

Die Fallrichtung ist immer senkrecht; ein Gleitflug wurde niemals beobachtet.

Der Bau der Flugapparate ist bei allen oben beschriebenen *Phyllium*-Formen im wesentlichen ganz gleich. Die Tiere besitzen je zwei Systeme von Tragflächen: das eine bilden die erweiterten Beine, das andere die abgeflachten Seiten des Abdomens; bei *Ph. siccifolium* gesellen sich dazu die Tragflächen der steifen Flügel.

Das erste Beinpaar hat am mächtigsten entwickelte Tragflächen und ist auch am wirksamsten; es ist gewöhnlich weit nach vorne ausgestreckt; die zwei weiteren Paare haben keine so große Bedeutung. Die femoralen Erweiterungen der Beine bilden unregelmäßige Vierecke, in deren Diagonale die Muskeln und andere innere Organe des Beines gelegen sind und eine Art steife Achse für die ganze Beinfläche bilden. Dieser steife Teil ist am Thorax befestigt. Diese Lagerung erleichtert eine Verschiebung der Tragflächen in verschiedenen Richtungen (Fig. 14 u. 17). Beachtenswert ist dabei, daß die Tragflächen an den Beinen leicht gewölbt sind, was ihre Wirkung bedeutend steigern muß.

Die inneren Organe sind im axialen Teile des Abdomens gelagert; der sternale Teil desselben ist stärker aufgebaucht, der dorsale dagegen fast ganz flach. Der Schwerpunkt befindet sich, wie oben erwähnt wurde, unter den Tragflächen, was wesentlich zur Stabilität der Lage des Körpers während des Fluges beiträgt. Wirft man ein *Phyllium* oder dessen Larve hoch in die Luft oder läßt man das Tier mit dem Rücken nach unten gekehrt, von größerer Höhe fallen, so wendet es sich mit dem Bauche nach unten um und fällt immer auf die Beine (vergl. Bethe 3).

Wir haben bereits oben bemerkt, daß sowohl die männlichen als auch die weiblichen Larven von *Phyllium pulchrifolium* zum Fallschirmfluge befähigt sind, da in diesen Stadien vorwiegend nur Größenunterschiede zwischen beiden Geschlechtern bestehen, die Proportionen des Körpers aber fast gleich erscheinen (Tabelle 3). Fast identisch ist in beiden Geschlechtern das Verhältnis der Breite zur Dicke und das der Breite zu der Länge des Abdomens; ein nur geringer Unterschied besteht zwischen dem Verhältnis der Länge zur Dicke des Hinterleibes. Diese Ähnlichkeit des Körperbaues bleibt nur bis zur letzten Häutung erhalten, worauf das Männchen eine schlanke Gestalt und Hinterflügel bekommt.

Die Lebensweise der Larven beider Geschlechter ist gleich; jedoch nach der endgültigen Metamorphose bleibt die Lebensweise und Bewegungsart des flugunfähigen Weibchens unverändert, wogegen das erwachsene Männchen viel reger ist und sich seiner neuen Flügel bedient. Zwischen der Lebensweise und der Form des Körpers der Phyllien besteht also, wie es scheint, ein inniger Zusammenhang.

Der Fallschirmflug dürfte allem Anscheine nach im Leben der Phyllien eine nicht unwichtige Rolle spielen. Diese „wandelnden Blätter“ sind, wie gewöhnlich die Phasmiden, wenig bewegliche Tiere; besonders träge sind die mit großen Eierstöcken beladenen Weibchen, die nur schwer und unbehilflich an den Blättern und Zweigen umherkriechen. Diese dicken und fetten Insekten stellen gesuchte Bissen für verschiedene Eidechsen, Schlangen, Vögel und besonders Mantiden dar. Die blattähnliche Gestalt und die Färbung scheint ihnen nicht viel zu nützen; ich habe mich durch Experimente mit Mantiden überzeugt, daß sich diese Raubinsekten durch die „schützende Ähnlichkeit“ der Phyllien durchaus nicht täuschen lassen.

In einen 1 m 20 cm langen und etwa 40 cm breiten Käfig setzte ich auf dicht belaubten frischen Zweigen ein Weibchen von *Ph. siccifolium*. Das Tier war so gut zwischen den Blättern versteckt, daß ich selbst es nur mit Mühe dort entdecken konnte. Von der anderen Seite des Käfigs ließ ich eine *Mantis* vorsichtig hinein. Das wandelnde Blatt wurde immer (bei dreimaligem Experimente) bald erkannt und verzehrt, so daß nur die häutigen Vorderflügel, die harten Beine und der Kopf übrig blieb. Einmal verfloß nur eine halbe Stunde zwischen dem Einlassen des Räubers und der Entdeckung der Beute, ein anderes Mal vergingen  $1\frac{1}{2}$  Stunden, ein drittes Mal  $3\frac{1}{2}$  Stunden. Auch in einer großen (80 cm langen, 30 cm breiten) Schachtel, deren eine Wand aus durchsichtigem, grünem Papier bestand, und deren Innenwände mit grünem Papier belegt waren, fand die *Mantis* in zwei Fällen das *Phyllium* auf den Zweigen und fraß es auf.

Trotzdem sich der vorsichtig heranschleichende Feind schon in nächster Nähe befand und zum tödlichen Schlage bereit war, verhielt sich das Weibchen von *Phyllium* ganz ruhig. Langsam und in gewöhnlicher Weise nagte es an einem Blattrande und schien den Feind weder mit den kleinen Augen noch mit den kurzen Fühlern wahrgenommen zu haben.

Wir haben bereits oben bemerkt, daß ein leicht berührtes, erschüttertes oder leicht am Abdomen gezwicktes *Phyllium* sich sofort von seiner Unterlage löst und herabfällt. Allem Anschein nach lassen sich die Phyllien erst im letzten Momente fallen, sobald sie durch Annäherung des Feindes erschüttert oder berührt, oder aber am Rande des Abdomens erfaßt werden. Dafür spricht auch der Umstand, daß man nicht selten Exemplare von Phyllien findet, die an den Seitenrändern des Abdomens deutliche Fraßspuren zeigen. Der Fallschirmflug wäre also eine Schutzbewegung, die dem flügellosen Tiere im Augenblicke der höchsten Gefahr die Flucht ermöglicht.

Wir haben bereits oben erörtert, daß die Phyllien entweder in senkrechter Richtung fallen oder auf einer spiralen Bahn zu Boden gleiten. In allen Fällen entfernt sich das Tier zwar rasch von dem Blatte, an dem es saß, fällt aber nicht weit von der Futterpflanze zu Boden. Es ist bekannt, daß das *Phyllium* nicht ausgesprochen polyphag ist, sondern nur an wenigen Pflanzen, mit Vorliebe an *Psidium guyava* weidet (6, 32 u. a.). In tropischen Gegenden, besonders auf Westjava, findet man aber, außer Pflanzenkulturen fast nie größere Bestände einer und derselben Pflanzenart. Der Fallschirmflug, der die Flucht ermöglicht, macht die Rückkehr des Tieres in seine gewöhnlichen Existenzbedingungen nicht schwer, da es sich nicht weit von der Futterpflanze entfernt und sich das Suchen neuer Weideplätze erspart.

Die Phyllien werden wegen ihrer Gestalt und Färbung allgemein als schönste Beispiele der „schützenden Ähnlichkeit“ und der „Schutzfärbung“ angeführt. Aus den oben angeführten Beobachtungen ist nun ersichtlich, daß die blattähnliche Form als Vorrichtung zum Flug von Bedeutung ist. Der Farbstoff wurde von Becquerel (2) als ein chlorophyllähnlicher Stoff beschrieben; es ist jedoch nicht unwahrscheinlich, daß er ein Produkt des ursprünglich roten Farbstoffes der Larven sein kann, ähnlich wie es Przibram bei *Sphodromantis bioculata* beschrieben hat (20). Für die letzte Annahme spricht das Vorkommen von gelben oder braungelben Exemplaren von *Phyllium* neben grünen auf denselben Futterpflanzen. Die grüne Farbe kommt sowohl bei den blattähnlichen Weibchen als auch bei den schlanken Männchen vor; ihre Entstehung scheint also von den Gestaltungsvorgängen dieser Tiere unabhängig zu sein.

Die beiden Eigenschaften, Farbe und Gestalt, die zusammen die „schützende Ähnlichkeit“ der Phyllien hervorbringen, scheinen sich bei diesen Tieren voneinander unabhängig entwickelt zu haben. Nach meiner Ansicht (24) und im Einklang mit den Ausführungen von Werner (29, 30) erscheinen die Versuche, den Ursprung der „schützenden Ähnlichkeit“ bei den Phyllien mittels einer Ursache oder einer einheitlichen Reihe von Faktoren, zu erklären, aussichtslos.

Obwohl die Ursachen der Entstehung der flachen Form der Phyllien unaufgeklärt bleiben, muß dennoch die Bewegungsweise,

die mit der flachen Gestalt dieser Tiere im Zusammenhang steht, als Ausdruck einer weitgehenden Anpassung an die arborikole Lebensweise betrachtet werden.

### 3. *Hymenopus corcnatus* Ol.

Dieses von Koningsberger (14) als „wandelnde Blume“ bezeichnete Tier, wurde von vielen Autoren (Shelford 23, Moulton 18, Lefroy 16 und vielen anderen) als eine der interessantesten Formen aus der tropischen Insektenwelt beschrieben; seine Biologie und die postembryonale Entwicklung wurde mehrfach studiert.

Ein erwachsenes, geflügeltes Weibchen von *Hymenopus* legt gewöhnlich auf einem breiten Blatte und in einer schaumigen Masse eine größere Anzahl Eier (100—200), die gewöhnlich ein etwa 1·2 cm breites, 0·5 cm hohes und 4—6 cm langes Band bilden. Die abgelegte Eiermasse ist anfangs gelblichweiß und wird nach Erstarren und Austrocknen der Oberfläche hell bräunlichfleischfarben<sup>1)</sup>. Aus diesen Kokons kriechen kleine, feuerrote Larven mit blauschwarzen, metallisch glänzenden Köpfen und Beinenden aus. Diese Larven, die, wie bereits Shelford (23) richtig bemerkt, an die Larven der Wanze *Eulyes amoena* erinnern, sind sehr lebhaft, raubgierig und gefräßig; sie leben von verschiedenen kleinen Insekten, fressen aber auch oft einander auf. Auf der Suche nach Nahrung wandern sie auf Zweigen und Blättern der Sträucher oder Bäume, auf denen sich die Kokons befanden, umher und kommen in die Nähe blühender Blumen. Nach zweimaliger Häutung werden sie viel größer und ihre Farbe verändert sich wesentlich. Shelford (23) und Koningsberger (14) geben an, daß die Farbe der älteren Larven von *Hymenopus* sich stets nach der Farbe der Blu-

<sup>1)</sup> In der neuen Auflage von Brehm's Tierleben befindet sich, in dem von Heymons (4) bearbeiteten Bande über die Insekten, eine von Morin gemalte Tafel mit *Hymenopus*. Die auf dieser Tafel dargestellte Eiermasse hat eine ganz andere Gestalt und Farbe als in der Natur. In meinem Buche über Java (24) befindet sich eine photographische Abbildung eines eierlegenden Weibchens dieser Art; der lange, feingerippte, schaumige Kokon ist dem von Morin abgebildeten gar nicht ähnlich.

Koningsberger (14) gibt an, die Eier von *Hymenopus* seien: „tot een ronde, bruine, sponsachtige Massa vereenigt“; ein solches Aussehen haben die Eierballen verschiedener Arten von *Mantis*, jedoch nicht die von *Hymenopus*.

men, an denen sie leben, richte; nach Koningsberger (14) können die Larven weiß, gelb, blau oder rosarot sein, je nach der Farbe der Blumen ihrer nächsten Umgebung. Während meines Aufenthaltes auf Java habe ich nur weiße und rosenrote Larven mit einem grünen Querstreifen am Metathorax und leichten braunen Längsstreifen am Abdomen erbeutet oder gezüchtet.

Ältere Larven sind sehr gefräßig; ihre Lieblingsbeute scheinen Fliegen zu sein, ähnlich wie es Fabre für die verwandte *Empusa* angibt (8). Die Fliegen werden mit größter Geschicklichkeit oft in der Luft, beim Vorüberfliegen erhascht<sup>1)</sup>, oder die Larven schleichen vorsichtig an die ruhig sitzende Fliege heran, bis ein Ergreifen mit den nie fehlgreifenden Fangbeinen möglich wird.

Ich habe die Larven von *Hymenopus* oft stundenlang regungslos im Käfige sitzen gesehen. Wenn Fliegen oder andere Insekten in der Nähe einer lauernden Larve vorüberflogen oder vorüberkrochen, wurden sie von derselben meistens erhascht. Ebenso oft habe ich auch beobachtet, daß eine *Hymenopus*-Larve selbst auf die Jagd ging und die erspähten Insekten nach Art und Weise der Mantiden angriff. Eine so unbewegliche Lebensweise, wie sie bei *Gongylus* (Williams 33) oder bei *Empusa* (Fabre 8) beschrieben wurde, führen die Larven von *Hymenopus* nicht; im Gegenteil, diese Tiere vermögen oft sehr rasche Bewegungen auszuführen und können sogar auf eine Entfernung von 20 bis 30 cm springen, wie Heymons (4) richtig angibt.

Die von mir in Käfigen und Gläsern gehaltenen weißen Larven wurden vor den Häutungen unbeweglich und hörten auf zu fressen. Ihre blendend weiße Farbe bekam zuerst einen leichten Stich ins Rosenrote und verwandelte sich nach zwei Tagen in ein schönes Rosa; die abgeflachten Schenkel färbten sich dabei besonders intensiv. Dieser Farbenwechsel vollzieht sich auf ebensolche Weise bei den auf grünen Blättern gehaltenen Tieren, als auch bei Individuen, die unter einem großen Glassturze auf weißer Papierunterlage gezüchtet wurden. Aus seiner rosigen Chitinhülle kommt das Tier nach der Häutung wiederum in seiner ursprünglichen Farbe hervor.

<sup>1)</sup> Ich ließ in einen Käfig, in dem sich eine seit zwei Tagen hungernde *Hymenopus*-Larve befand, mehrere Fliegen auf einmal hinein. Mit einem plötzlichen Ruck erhaschte die Larve auf einmal zwei vorüberfliegende Fliegen, je eine mit jedem der Fangbeine.

den Zweigen ab. Sobald das Tier zum Fallen gebracht wurde, war in allen Fällen dieselbe, äußerst charakteristische Lagerung der Körperteile zu beobachten (Fig. 5 a, b, c).

Von der Seite sieht man an einer fallenden Larve, daß sich ihr Kopf und Abdomen sehr nahe beieinander befinden (Fig. 5 a). Von vorne sieht man, daß die Tragflächen mit ihren distalen Enden leicht nach oben gerichtet sind (Fig. 5 b). Von oben sieht man, daß die Tragflächen ein regelmäßiges Kreuz bilden, über dessen Mitte sich der zusammengedrückte Körper befindet (Fig. 5 c).

Das Tier fällt in senkrechter Richtung zu Boden, wobei sich aber seine Fallgeschwindigkeit sehr wesentlich verringert.

Während des Fallens hält das Tier seine Vorderschenkel leicht nach unten gebogen (Fig. 5 u. 7); es fällt leicht und elastisch auf die Tarsen und setzt unmittelbar nach der Landung seine Wanderung zu Fuß fort. Offenbar ist also die Erschütterung des Körpers bei der Landung ganz unbedeutend.

Die recht auffallende Lagerung der größeren Körperteile über dem Mittelpunkt, von dem die Tragflächen wegragen (Fig. 5 a, b, c u. 7), hat auch eine Verschiebung des Schwerpunktes des ganzen Körpers über die Ansatzstelle der Tragflächen zur Folge. Es erscheint recht auffallend, daß bei solcher Lagerung des Schwerpunktes nicht ein Umdrehen des Tieres während des Fallens mit dem Kopfe nach unten erfolgt. Wahrscheinlich besitzen die Larven die Fähigkeit, während des Falles sowohl die Lagerung der Tragflächen als auch die Verschiebung des Schwerpunktes durch entsprechende kleine Bewegungen der Körperteile zu regulieren, so daß ein genügender Grad von Stabilität in der Luft erreicht wird. Bei der *Hymenopus*-Larve ist also sowohl ein „Gewichtssteuer“ als auch ein „Drucksteuer“ im Sinne von Stellwag (26 a) entwickelt.

Das Emporheben des Hinterleibes, welches bekanntlich bei vielen Insektenarten, besonders bei den Gottesanbeterinnen, sehr oft vorkommt (Werner, 27), bewirkt bei der *Hymenopus*-Larve eine Verschiebung des Schwerpunktes des Körpers und schützt zugleich die inneren Organe bei der Landung aus der Luft vor Erschütterung. Sobald das Tier nach der letzten Häutung Flügel bekommt und sich der Fallschirmvorrichtung nicht mehr bedient, verschwindet auch diese Lagerung des Abdomens; vom ganzen Fallschirmapparate bleiben nur noch die verkleinerten Anhänge an den Schenkeln bei Imago bestehen.

Es wurde bereits oben erwähnt, daß die Larven von *Hymenopus* eine ziemlich bewegte Lebensweise führen. Ihre blumenähnliche Gestalt kann schwerlich als wirksame „Schutzvorrichtung“ aufgefaßt werden, besonders da, wie viele Forscher richtig hervorheben (Ridley, Poulton und viele andere), die Bewegung der Tiere dieselben mehr den Gefahren aussetzt als sogar ihre Färbung. Eine rasche Flucht, ein sicherer Sprung erscheint immer als bestes Rettungsmittel. Die Fallschirmvorrichtung, welche eine flügellose Larve vor Erschütterung beim Herabfallen schützt, bildet die wertvollste Ergänzung des Sprungapparates und hat zweifellos eine große Bedeutung für diese arborikolen Tiere.

---

#### Allgemeine Bemerkungen.

Den Fallschirmflug haben wir nur bei arborikolen Insekten beobachtet; wie aus obigen Bemerkungen ersichtlich ist, scheint diese Bewegungsart in innigem Zusammenhang mit den Lebensbedingungen der betreffenden Tiere zu stehen.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der Fallschirmflug nur eine vollkommeneren Art einer anderen Bewegung darstellt. Es ist allgemein bekannt (Werner 27), daß viele Tiere sich durch Herabfallen oder Abspringen von den Zweigen ihren Feinden entziehen. Handlirsch (10, 11) und nach ihm Abel (1) glauben, daß bei den fossilen Urinsekten das rasche Abspringen bei der Flucht vor den Feinden zur Ausbildung des Flugvermögens beigetragen hat. Die Ausbildung des Fallschirmfluges dürfte auf ähnliche Weise zu erklären sein.

Die Fallschirmapparate sind aber bei den oben beschriebenen Insekten recht verschiedenartig. Bei *Tessarotoma* stellen die vom Kopf bis zum After reichenden Tragflächen Erweiterungen der thorakalen und der abdominalen Körperseiten dar. Bei den Phyllien sind nur die abdominalen Körperteile seitlich als Tragflächen ausgebreitet; am thorakalen Teile sind dagegen die Extremitäten für die Fallschirmvorrichtung von Bedeutung. Bei den Weibchen von *Ph. siccifolium* kommen noch die steifen Vorderflügel hinzu; *Hymenopus* endlich bedient sich nur der verbreiterten Schenkel.

Bei verschiedenen Insektenarten werden die Fallschirmapparate von verschiedenen, untereinander nicht homologen Körperteilen gebildet.

---

Eine Vergleichung der Fallschirmvorrichtungen der Insekten mit entsprechenden Apparaten der Wirbeltiere zeigt, daß diese Apparate in bezug auf ihre Ausbildung und Lagerung in beiden, so sehr verschiedenen Tierklassen doch nicht grundsätzlich verschieden sind. In beiden Tierklassen sind die Tragflächen entweder als seitliche Flugmembranen oder als ausgebreitete Häute an den Extremitäten ausgebildet. In Tabelle 4 haben wir die Fallschirmvorrichtungen bei einigen Vertretern der Fallschirmtiere zusammengestellt. Ein Kreuz bedeutet das Vorhandensein, ein 0 das Fehlen des betreffenden Organs.

TABELLE 4.

Tierart	Tragflächen umgeben den ganzen Rumpf	Tragflächen nur an bestimmten Stellen des Rumpfes	Tragflächen an verbreiterten Extremitäten	Steif gehaltene Flügel als Tragflächen
<i>Tessaratoma</i>	+	0	0	0
<i>Ph. pulchrifolium</i> ♀ <i>Phyllium</i> -Larven	0	+	+	0
<i>Ph. siccifolium</i> ♀	0	+	+	+
Larve von <i>Hymenopus</i>	0	0	+	0
<i>Galeopithecus</i>	+	0	0	0
<i>Draco</i>	0	+	0	0
<i>Rhacophorus reinwardtii</i>	0	0	+	0

Aus obiger Tabelle ist ersichtlich, daß die Lokalisation der Tragflächen an dem Körper bei *Tessaratoma* einerseits und *Galeopithecus* andererseits im wesentlichen ganz ähnlich ist. Das Prinzip des Fallschirmapparates bei *Rhacophorus reinwardtii* Boie ist dem der Fallschirmvorrichtung von *Hymenopus*-Larven nicht unähnlich.

Eine so hoch komplizierte Vorrichtung mit mehreren Tragflächen wie die bei *Phyllium* vorkommende findet sich bei den Wirbeltieren nicht wieder; dagegen ist ein so einfacher, aber in seiner Wirkung vollkommener Apparat wie die Flughäute des fliegenden Drachen bei den Insekten nicht zu beobachten.

Die grundsätzliche Ähnlichkeit im Bau der Fallschirmapparate ist zwar ganz klar, sie beruht jedoch nicht auf Homologie der

betreffenden Organe. Wir wollen aber diese Ähnlichkeit besonders hervorheben, weil damit die Erörterungen von Branca (3) nicht im Einklang stehen. Der genannte Verfasser glaubt, daß das Flugvermögen von den Landtieren auf zweierlei, diametral verschiedenen Wegen erworben wurde. Die Wirbeltiere haben, gleichzeitig mit der Entwicklung der Flugapparate, das erste Paar der Schreitbeine verloren; die Insekten dagegen haben von dem Gehvermögen nichts eingebüßt und außerdem noch die Flugwerkzeuge erworben. „Völlig fremd“ sagt Branca „stehen sich diese beiden Wege, auf denen einerseits die Insekten, andererseits die Wirbeltiere das Flugvermögen erwarben, gegenüber und nirgends hat die Natur eine Brücke geschlagen, die von dem einen Wege hinüberführte, zu dem anderen...“ — und fügt noch hinzu, daß es keine Insekten gibt, bei denen die Beine als Flügel funktionieren könnten.

Mögen die Ausführungen von Branca in bezug auf die Flügel auch richtig erscheinen, für die Fallschirmapparate können sie — angesichts der grundsätzlichen Ähnlichkeit dieser Vorrichtungen bei den Wirbeltieren und den Insekten — nicht als zutreffend bezeichnet werden.

Diese Ähnlichkeit kann als ein schönes Beispiel von Konvergenz bei arborikolen Tieren, die zu zwei so sehr voneinander verschiedenen systematischen Gruppen gehören, hervorgehoben werden.

---

Nach allgemeiner Annahme soll bei den Wirbeltieren der Fallschirmflug die erste Vorstufe zur Erwerbung des aktiven Flugvermögens bilden. Es entsteht die Frage, ob eine solche Anschauung auch für die Insekten zutrifft?

Aus der Tabelle 4 ist ersichtlich, daß als Fallschirmapparate recht verschiedene und untereinander nicht homologe Körperteile wirken können. Diese Apparate kommen manchmal nur bei ungeflügelten Larven geflügelter Insekten vor und können als larvale Organe bezeichnet werden. In allen Fällen scheint aber ein inniger Zusammenhang zwischen den Lebensbedingungen und der Ausbildung des Fallschirmfluges zu bestehen; wir sind deshalb geneigt, diese Bewegungsart als den Ausdruck einer hochgradigen Anpassung anzusehen, die sich bei verschiedenen Arten in verschiedener Weise ausgebildet hat und nur speziellen Lebensbedingungen entspricht, nicht aber eine Vorstufe zum Flugvermögen darstellt.

Die Benützung der steifen, unbeweglich gehaltenen Vorderflügel bei dem Weibchen von *Ph. siccifolium* als Tragflächen scheint eine sekundäre Anpassung zu sein. Bei den Phasmiden werden die Vorderflügel während des Fluges gewöhnlich nicht gebraucht, sondern unbeweglich gehalten. Das Weibchen von *Ph. siccifolium* öffnet seine stark reduzierten Hinterflügel während des Fallens und hält die derben Flügeldecken in ähnlicher Weise, wie es andere Phasmiden mit ihren Flügeldecken während des Fluges tun.

Recht auffallend ist es, daß das Weibchen von *Ph. pulchrifolium*, welches viel stärker reduzierte Hinterflügel besitzt als die vorige Art und bei dem auch die Flügeldecken viel kleiner sind, beim Herabfallen diese Vorderflügel nicht öffnet. Bei dieser Art ist der Fallschirmapparat viel stärker entwickelt als bei *Ph. siccifolium*. Bei beiden *Phyllium*-Arten erscheint der Fallschirmapparat umso vollkommener ausgebildet, je stärker die Flügel reduziert sind.

---

Den Fallschirmflug haben wir nur bei fünf Insektenarten studiert, die zu drei Gattungen gehören. Angesichts dieser kleinen Zahl der Beispiele wollen wir keine Schlüsse betreffend die phylogenetische Entwicklung dieser Bewegungsart ziehen und weder Stufen-, noch Ahnenreihen zusammenstellen. Es ist recht wahrscheinlich, daß dieselbe Bewegungsart auch bei anderen Insekten vorkommt, die entweder abgeflachten Körper oder weite Anhänge an den Beinen besitzen (z. B. Larven von *Eusthenes* oder verschiedene Phasmiden und Mantiden). Weitere Untersuchungen wären in dieser Richtung recht wünschenswert.

Krakau, Zoologisches Institut der Jagellonischen Universität.

---

#### Figurenerklärung.

- Fig. 1. Flache Larve von *Tessaratomya javanica*.  
 Fig. 2 a. Silhouette des Körpers von *T. javanica*, von der Seite gesehen. Die schwarze Linie stellt die Tragfläche vor.  
 Fig. 2 b. Silhouette des Körpers von *T. javanica* von hinten.  
 Fig. 3. Flache Larve von *Tessaratomya papillosa*.  
 Fig. 4 a u. b. Silhouetten des Körpers von *T. papillosa*, von der Seite u. von hinten gesehen.

Fig. 5. Silhouetten des Körpers einer Larve von *Hymenopus coronatus*, a — von der Seite; b — von vorne; c — von oben.

Fig. 6. Larve von *Hymenopus coronatus* unmittelbar vor einem Sprunge (nach einer Momentaufnahme).

Fig. 7. Dieselbe Larve von der Seite gesehen.

Fig. 8. Haftapparat einer Larve der *T. javanica*.

Fig. 9. Haftapparat eines Weibchens von *Phyll. siccifolium*.

Fig. 10. Haftapparat von *Hymenopus coronatus*.

Fig. 11. *Phyllium siccifolium*, Weibchen.

Fig. 12. *Ph. siccifolium*, Männchen. Die Flügeldecken sind emporgehoben.

Fig. 13. Silhouetten von *Phyllium*. a) Larve von *P. pulchrifolium*; b) Weibchen von *Ph. pulchrifolium*; c) Weibchen von *Ph. siccifolium*.

Fig. 14. Larve von *Ph. pulchrifolium* ♀.

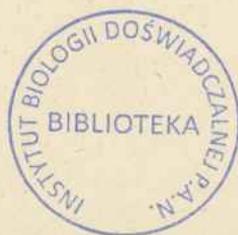
Fig. 15. Larve von *Ph. pulchrifolium* ♂.

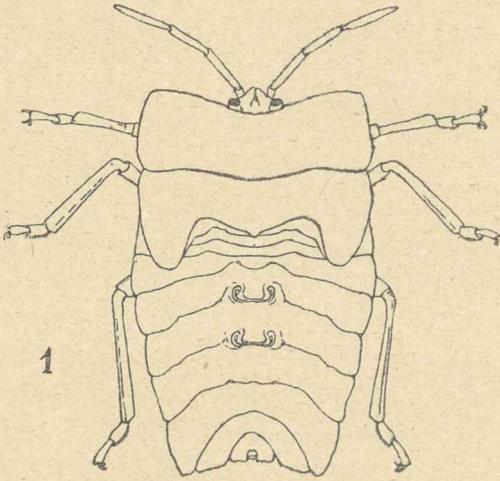
Fig. 16. *Phyl. pulchrifolium*, Männchen.

Fig. 17. *Ph. pulchrifolium*, Weibchen.

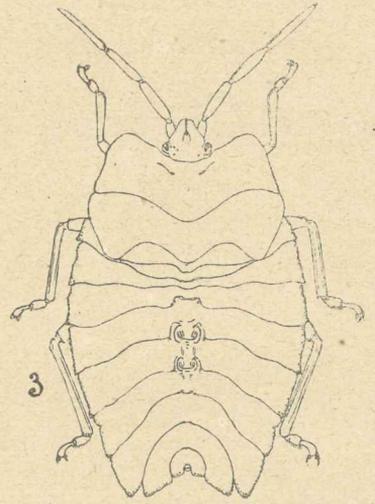
#### Verzeichnis der zitierten Literatur.

1. Abel O. Grundzüge der Paläobiologie der Wirbeltiere. Stuttgart 1912.
2. Becquerel et Brongniart. La matière verte chez les Phyllies etc. C. Rend. Ac. Sc. Paris 1894.
- 2 a. Bethe. Über die Erhaltung des Gleichgewichtes. Biol. Zentrbl. 1894.
3. Branca W. Fossile Fluginsekten und Erwerb des Flugvermögens. Abh. kön. Pr. Ak. Wiss. Berlin 1908.
4. Brehm's Tierleben. IV. Auflage. Die Vielfüßler, Insekten und Spinnenkerfe von R. Heymons. 1915.
5. Brunner v. Wattenwyl. Betrachtungen über die Farbenpracht der Insekten. Leipzig 1897.
6. Brunner v. W. u. Jos. Redtenbacher. Die Insektenfamilie der Phasmiden. Leipzig 1908.
7. Du Bois Reymond. Physiologie der Bewegung. Handbuch der vergl. Physiologie. Bd. III.
8. Fabre J. H. Les merveilles de l'instinct chez les Insectes. Paris 1913.
9. Haberlandt. Eine botanische Tropenreise. Leipzig 1893.
10. Handlirsch. Die fossilen Insekten. Leipzig 1906.
11. — Einige interessante Kapitel der Paläo-Entomologie. Verh. der zool.-bot. Ges. Wien 1910.
12. Junghuhn. Java, übers. von Hasskarl. Leipzig 1857.
13. Kershaw. Life history of *Tessaratomia papillosa*. Thunberg, with Notes on the Stridulating organs.. by F. Muir. Trans. Lond. Entom. Soc. 1907.
14. Koningsberger Dr. I. C. Java zoologisch en biologisch. Buitenzorg 1912—1915.
15. Kozicka J. Über den Bau und die Entwicklung der Haftlappen der Geckoniden. Bul. Ac. Sc. Cracovie 1913.
16. Lefroy-Maxwell. Indian Insect Life. Calcutta & Simla 1909.

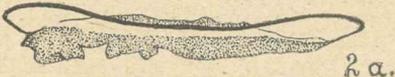




1



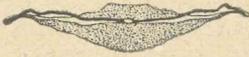
3



2a.



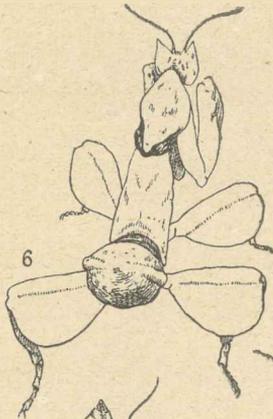
4a.



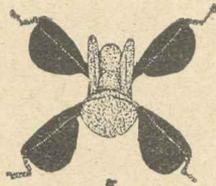
2b.



4b.



6



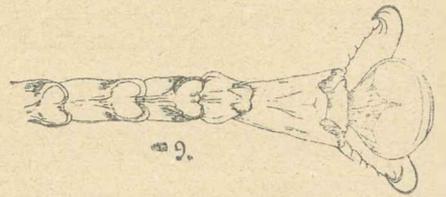
5c



8



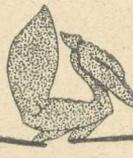
5b



9.



5d



5a



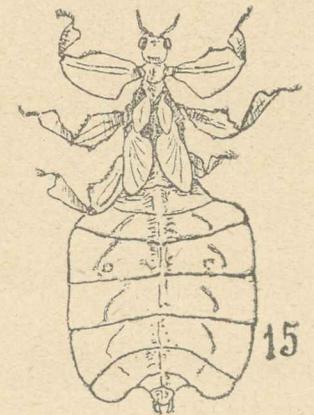
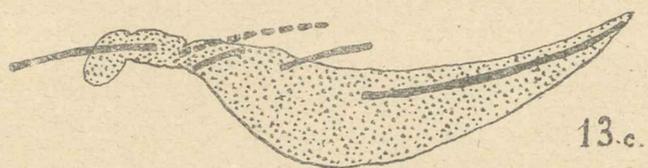
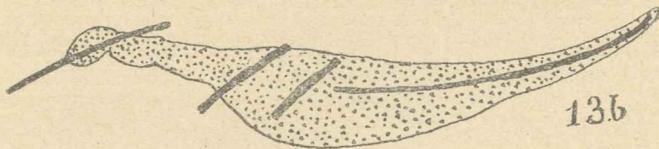
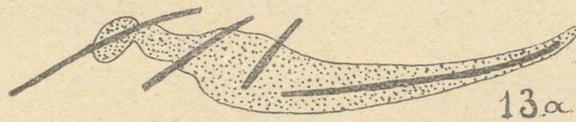
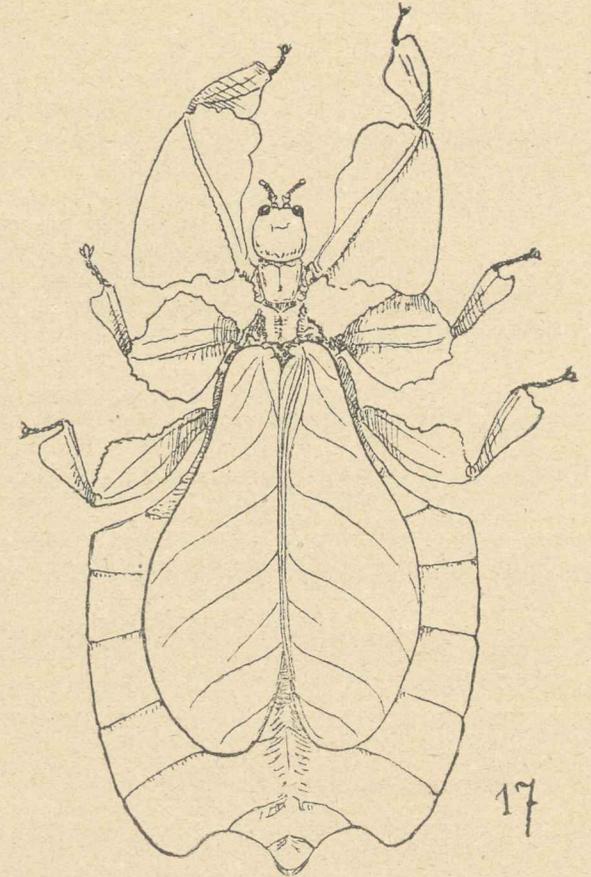
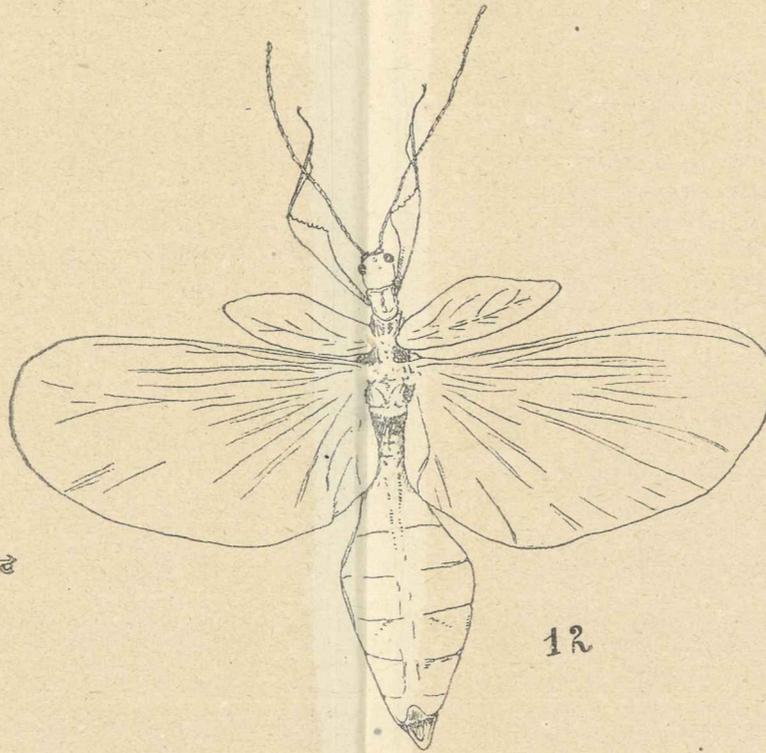
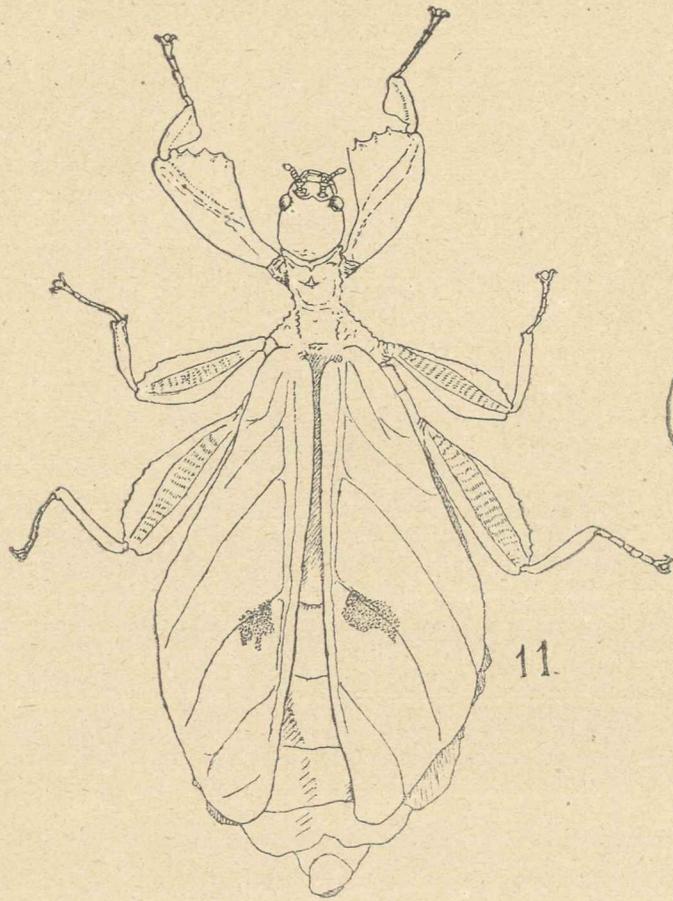
10.

M. Siedlecki.









M. Siedlecki.





17. Massart J. Un botaniste en Malaisie. Gand 1895.
18. Moulton I. C. Protective attitude of a Mantis from Borneo. Proc. London Entom. Soc. 1910.
19. Newbigin. Animal Geography. London 1914.
20. Przibram. Aufzucht, Farbenwechsel... (von) *Sphodromantis bioculata*. Arch. f. Entw. Mech. 1906.
21. Schimper. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898.
22. Sharp. Insects. Camb. Nat. Hist. London 1901.
23. Shelford. Notes on Borneo Mantisses. Zoologist 1903.
24. Siedlecki. Jawa. Warszawa-Kraków 1913.
- 24a. — Zur Kenntnis des javanischen Flugfrosches. Biol. Centr. 1909.
25. — Über die lymph. Gefäße in den Flughäuten der fliegenden Drachen. Bull. Ac. Sciences Cracovie 1915.
26. — Die Haftballen des javanischen Flugfrosches. Ebda 1910.
- 26a. Stellwaag. Wie steuern die Insekten während des Fluges? Biol. Zentrbl. 1916.
27. Werner Fr. Gibt es phylogenetisch bedeutungsvolle Bewegungen? Biol. Zentrbl. 1909.
28. — Studien über Konvergenzerscheinungen. Biol. Zentrbl. 1893.
29. — Das Ende der Mimikryhypothese. Biol. Zentrbl. 1907.
30. — Nochmals Mimikry und Schutzfärbung. Ebda 1908.
31. — Amphibia u. Reptilia. Brehm's Tierleben. IV. Aufl.
32. Willis. Ceylon. Colombo 1907.
33. Williams Charles E. Notes on the life history of *Gongylus gongyloides*. Proc. Lond. Entom. Soc. 1904.









BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE  
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.  
SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES.  
DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

C. Bassalik. Über die Rolle der Oxalsäure bei den grünen Pflanzen. I. Die Zersetzung der Oxalsäure bei <i>Rumex acetosa</i> .	Octobre 1916
S. Jacek. Untersuchungen über den Stoffwechsel der rhabdocölen Turbellarien . . . . .	Octobre 1916
S. Minkiewicz. Crustaceen der Tatrassen . . . . .	Nov.—Déc. 1916
S. Borowiecki. Über Arhinecephalie . . . . .	Nov.—Déc. 1916
L. Popielski. Physiologische Eigenschaften d. $\beta$ -Imidazolyl-äthylamins . . . . .	Nov.—Déc. 1916
A. Beck. Über doppelsinnige Nervenleitung . . . . .	Janv.—Mars 1917
J. Lilpop. Mikroskopisch-anatomische Untersuchungen der Mineralkohlen . . . . .	Janv.—Mars 1917
J. M. Dobrowolski. Einfluß der Blätter auf die Richtung der Internodien . . . . .	Janv.—Mars 1917
L. Kaufman. Metamorphosis of <i>Amblystoma</i> . . . . .	Janv.—Mars 1917
S. Kopeč. Experiments on metamorphosis of insects . . . . .	Janv.—Mars 1917
J. Jarosz. Fauna des Kohlenkalks, Brachiopoden, II. Teil .	Janv.—Mars 1917
E. Godlewski. Keroplasmarelation bei der Eireifung und in den ersten Entwicklungsphasen der Echinodermenkeime	Avril—Juin 1917
J. Wołoszyńska. Neue Peridineen-Arten, nebst Bemerkungen über den Bau der Hülle bei <i>Gymno-</i> und <i>Glenodinium</i>	Avril—Juin 1917
J. Wołoszyńska. Beitrag z. Kenntnis d. Algenflora Litauens	Avril—Juin 1917
J. Kinel. Das Weibchen von <i>Grammotera ingrica</i> Baeckman	Avril—Juin 1917
J. Zaćwilichowski. Die Entwicklung der Lymphherzen beim Molch ( <i>Molge vulgaris</i> L.) . . . . .	Avril—Juin 1917
S. Małaczyńska. Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Hautdrüsen des Flußkrebses . . . . .	Juillet 1917
E. Janczewski. Mouvements des grains d'amidon dit statolithique	Juillet 1917
K. Ruppert. Über Umwandlung der Scheide in ein Laubblatt bei <i>Philodendron squamiferum</i> . . . . .	Juillet 1917
L. Popielski. $\beta$ -Imidazolyläthylamin und die Organextrakte . . . . .	Juillet 1917
Sz. Wierdak. Über epiphyllie Infloreszenzensprosse bei <i>Siegesbeckia orientalis</i> L. . . . .	Juillet 1917
F. Terlikowski. Über den Einfluß von OH'- und H'-Ionen auf die Entwicklung des Wurzelsystems des Weizens . . . . .	Juillet 1917

## Avis.

Le «*Bulletin International*» de l'Académie des Sciences de Cracovie (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles) paraît en deux séries: la première (A) est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série (B) contient les travaux qui se rapportent aux Sciences Biologiques. Les abonnements sont annuels et partent de janvier. Prix pour un an (dix numéros): Série A... 8 K; Série B... 10 K

Les livraisons du «*Bulletin International*» se vendent aussi séparément.

Adresser les demandes à la Librairie «G. Gebethner & Cie»  
Rynek Gł., Cracovie (Autriche).

---