

***Audeoudia haltica* Meyr. (*Pyrilidae: Phycitinae*)
in „springenden“ Teilfrüchten von *Spirostachys (Excoecaria)*
africana Sonder (*Euphorbiaceae*).**

Von W. Speyer, Zweigstelle Stade der Biologischen Reichsanstalt.

(Mit 10 Textfiguren.)

Es ist schon wiederholt beschrieben worden, daß manche Samen, Früchte, Gallen und Kokons durch Bewegungen der in ihnen versteckt lebenden Insektenlarven zum Tanzen oder Springen gebracht werden. Am bekanntesten sind die sogenannten „springenden Bohnen“ (*semillas brincadoras*, *frijol saltador*, *jumping beans*, *devil's beans*) aus Mexiko geworden, da sie wiederholt als wunderbare Sehenswürdigkeiten, in neuerer Zeit sogar als eine Art Gesellschaftsspiel (mit gedruckter Spielregel in Deutsch, Englisch und Französisch) von Mexiko nach Europa gebracht worden sind. Es handelt sich hierbei um die Teilfrüchte von *Sebastiana pavoniniana* Müller d'Arg., einer *Euphorbiacee*, deren Milchsaft von den Indianern als Pfeilgift benutzt wird.

Bereits im vorigen Jahrhundert haben sich mehrere Forscher mit den springenden mexikanischen Bohnen beschäftigt (vgl. Lucas, Riley, Buchenau und Ascherson). Die Larve im Innern der tanzenden Früchte wurde als Tortriciden-Raupe erkannt, der Falter als *Carpocapsa saltitans* Westw. beschrieben. Jetzt hat Dampf (1928), veranlaßt durch eine auf irrtümlicher Übersetzung des englischen Wortes *bean* beruhende Quarantänevorschrift der Republik Kuba, die springenden *Sebastiana*-Teilfrüchte erneut untersucht. Unter anderem konnte er feststellen, daß der Wickler nach dem Bau seiner Kopulationsorgane nicht zum Genus *Carpocapsa* sondern zu *Grapholitha* gehört und daher den Namen *Grapholitha saltitans* Westw. tragen muß. Bei Dampf findet man weitere Literatur, die sich auf springende Früchte usw. bezieht, angegeben. Dampf (a. a. O.) führt noch 4 andere Lepidopteren auf, deren Larven springende Bewegungen ausführen. Im Zusammenhange mit dem folgenden sind diese Mitteilungen von Interesse, so daß ich sie hier wiedergebe, während ich auf die springenden Insekten aus anderen Familien (Coleopteren, Cynipiden, Braconiden), die Dampf ebenfalls aufzählt, nicht näher eingehe:

1. Im Osten von Uruguay werden die Teilfrüchte von *Colliguaya brasiliensis* (*Euphorbiacee*) durch Raupen von *Grapholitha motrix* Berg zum Hüpfen gebracht.

2. In Südafrika leben die Raupen der Tineide *Scyrotis athleta* Meyr. auf den Blättern von *Rhus glauca*. Ihren Kokon bilden sie im November aus einer erhärtenden Ausscheidung. Diese Kokons fallen zu Boden und bewegen sich dort mehrere Monate lang, indem sie Sprünge bis zu angeblich 20 cm Höhe machen.

3. In Kuba lebt die Raupe von *Conchylodes diphteralis* Hb. (Pyra-
lidae) auf *Cordia callosoma*; an den Blättern der Wirtspflanze bildet sie
ihren Kokon, der — wenn er zu Boden gefallen ist — Sprünge von
mehreren Zentimetern Höhe ausführen kann.

4. Sogar die Eier von Lepidopteren, und zwar von *Saturnia pyri*
Schiff., sollen kurz vor dem Ausschlüpfen der Raupen Sprünge bis zu
 $1\frac{1}{2}$ cm Höhe ausführen.

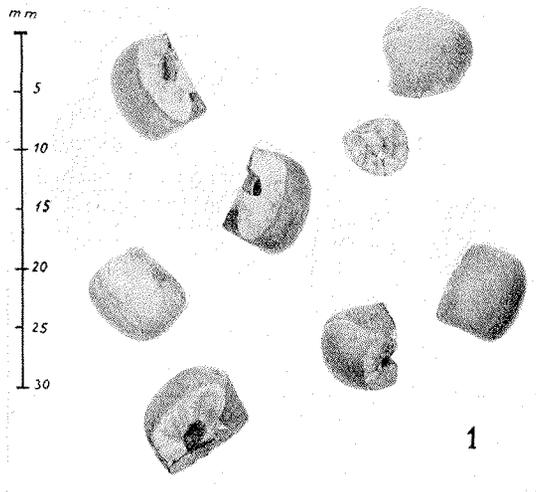


Fig. 1. Teilfrüchte von *Spirostachys africana* Sonder.

Springende Euphorbiaceen-Teilfrüchte waren aus Afrika
bisher noch nicht bekannt geworden. Als erster konnte Herr Professor
Braun 1913 in Deutsch-Ost-Afrika feststellen, daß die Teilfrüchte des
mushalaka-Baumes hüpfende Bewegungen ausführen und aus diesem Grunde
von den Kindern der Eingeborenen als Spielzeug benutzt werden. Mit
mushalaka wird sowohl *Sapium abyssinicum* Bth. wie auch *Spirostachys*
africana Sonder bezeichnet; beides sind Euphorbiaceen. Von welchem
Baum die Früchte stammten, die damals Braun vorgelegen haben, ist
nicht genau festgestellt worden. Es gelang Braun den Falter zu züchten,
dessen Raupe die Bewegungen der Früchte verursacht. (Auch die Ein-
geborenen wußten, „daß in den Früchten dudu, d. h. kleine Insekten oder
deren Larven, wohnen, die als inzi, d. h. Fliegen, daraus hervorkämen“.)
Der bald danach ausbrechende Krieg verhinderte aber eine Fortführung
der Untersuchungen; das Material ging verloren. Nach dem Kriege griff
Braun (1929 und 1932) von Deutschland aus die Frage wieder auf
und machte die deutschen Pflanzer in den ehemals deutschen Kolonien
Afrikas auf die springenden Früchte des mushalaka-Baumes aufmerksam.

Auf diese Veröffentlichungen hin erhielt Herr Professor Braun drei Sendungen springender Euphorbiaceen-Teilfrüchte aus Afrika, die er mir mit seinen umfangreichen Literatur-Notizen freundlicherweise zur weiteren Bearbeitung überließ.

Die 1. Sendung stammte von Herrn C. Hennings (Tununguo-Farm bei Ngerengere im Tanganyika-Territorium, früher Deutsch-Ost-Afrika). Es waren Teilfrüchte vom mushalaka-Baum, die in Stade am 21. 6. 1932 eintrafen. Nach der im Botanischen Museum in Berlin-Dahlem durchgeführten Bestimmung gehören die Teilfrüchte zu *Spirostachys (Excoecaria) africana* Sonder (Zucht Stade Nr. 19).

Die 2. Sendung hat die gleiche Herkunft, aber sie enthielt viel mehr Teilfrüchte als die 1. Sendung. Die Früchte waren am 16. 11. 1932 abgesandt und trafen hier am 12. 12. 1932 ein (Zucht Stade Nr. 110).

Die 3. Sendung stammte von Dr. G. Boß aus Swakopmund (ehem. Deutsch-Südwest-Afrika); sie war abgeschickt am 6. 2. 1933 und traf in Stade ein am 1. 3. 1933. Die Sendung enthielt ebenfalls springende Teilfrüchte von *Spirostachys africana* Sonder. Die Eingeborenen in Süd-West-Afrika bezeichnen aber den Baum mit dem Worte tambuti (Zucht Stade Nr. 37)¹⁾.

Die aus den west- und ostafrikanischen Teilfrüchten gezogenen Schmetterlinge gehören nach der Bestimmung von E. Meyrick (i. lit.) der gleichen Art an: *Audeoudia haltica* Meyr. (Pyräl.).

Gestalt der Früchte und Teilfrüchte von *Spirostachys africana*²⁾.

Spirostachys africana besitzt eine dreifächerige (selten zweifächerige) Frucht, die bei der Reifung durch Spaltung der Innenwände explosionsartig in 3 (2) Teilfrüchte (Fig. 1) zerfällt, die ihrerseits längs der Mittellinie der gewölbten Außenwand mehr oder weniger vollständig aufplatzen. Die Teilfrüchte der Euphorbiaceen führen die Bezeichnung „Kokken“. Im Innern jeder Kokke befindet sich 1 Samen. Bei der Loslösung der Teilfrüchte bleibt die sogenannte Mittelsäule (s. Fig. 2) der Frucht in Verbindung mit dem Fruchts蒂el stehen. Den flügelartigen Verbreiterungen dieser Mittelsäule entsprechen die Vertiefungen auf den Innenflächen der Kokken (b auf Fig. 3). In diesen Vertiefungen, die zusammen etwa herzförmig aussehen, ist die Wandung der Kokken besonders dünn und wird

¹⁾ Dr. Reichhoff-Berlin teilte in einem an Prof. Braun gerichteten Brief am 23. 9. 1929 mit, daß er ebenfalls in Deutsch-Südwest-Afrika hüpfende Samen gesehen hat, aber nur gegen Ende der Regenzeit, d. h. März—Mai.

²⁾ Ich folge hier — z. T. wörtlich — einer mir vom Botanischen Garten und Museum in Berlin-Dahlem durch Herrn Dr. R. Mansfeld freundlichst zur Verfügung gestellten Beschreibung.

leicht durch Kalilauge zerstört, während die Kokkenwandung im übrigen stark verholzt und widerstandsfähig gegen Chemikalien ist.

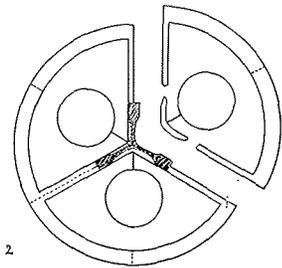


Fig. 2. Schematischer Querschnitt durch die dreifächerige Frucht von *Spirostachys africana*. Die eine Teilfrucht (= Kokke) hat sich abgelöst. Die Mittelsäule ist schraffiert. Die Stellen, in denen die Frucht bzw. jede Teilfrucht auseinanderplatzt, sind punktiert. In jeder Teilfrucht befindet sich eine Samenanlage. (Nach freundlichst zur Verfügung gestellten Skizzen von Dr. Mansfeld, Berlin-Dahlem.)

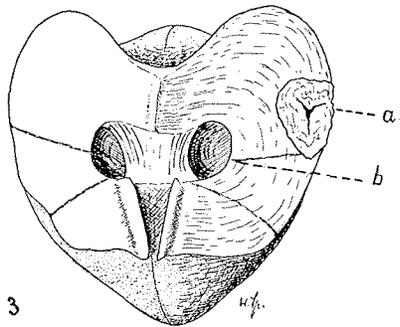


Fig. 3. Teilfrucht von *Spirostachys africana*. a = Schlüpfloch v. *Audeoudia haltica*, b = Öffnungen, in denen vor der Loslösung der Teilfrucht die Flügel der Mittelsäule lagen.

Die Bewegungen der *Spirostachys*-Teilfrüchte.

Die Kokons der oben erwähnten südafrikanischen Tineide *Scyrotis athleta* sollen Sprünge bis zu 20 cm Höhe ausführen. Hiermit verglichen sind die Bewegungen der *Spirostachys*-Teilfrüchte sehr geringfügig. Ich sah sie niemals höher als $1\frac{1}{2}$ cm springen, meist hüpfen sie nur 1—3 mm hoch, und manchmal bewegten sich die Kapseln nur ruckartig auf der Stelle. Die Sprünge werden nicht regelmäßig in einem bestimmten Winkel zur Unterlage ausgeführt. Die Sprungrichtung hängt davon ab, ob die Teilfrucht auf ihrer gewölbten Außenfläche schaukelt oder ob sie auf einer der beiden ebenen Innenflächen festliegt. Auch die Lage der Raupe im Augenblick des Sprunges ist für die Sprungrichtung von Bedeutung. Nach dem Sprung rollen die Kapseln in seitlicher Richtung weiter, bis sie eine neue Gleichgewichtslage erreicht haben. Selbst auf glatter und ebener Unterlage werden hierdurch nur Ortsveränderungen bis zu 1 cm erzielt. Auch ohne daß ein Sprung vorhergeht, können die Kapseln schaukeln und rollen.

Dr. Horn, Dahlem, dem wir einen Teil unseres Materials zur Verfügung stellten, hielt die Kapseln zuerst auf trockenem Sand, und beobachtete hierbei die Sprungbewegungen. Als er sie später auf feuchten Sand legte, hörten die Bewegungen schnell auf. In diesem Ruhezustand blieben die Kapseln den Winter über. Etwa im April wurden die Teil-

früchte wieder auf trocknen Sand und in die Sonne gelegt, worauf die Bewegungen wieder begannen. Horn schließt daraus, daß die Raupe ein Bedürfnis nach Feuchtigkeit hat (Meyrick 1933, S. 164). In unseren Zuchten lagen die Teilfrüchte im allgemeinen in den Morgenstunden vollkommen still. Erst mit der zunehmenden Erwärmung des nach Westen und Norden gelegenen Laboratoriums (im Winter bei Ofenheizung gegen 9, im Sommer gegen 10 Uhr) begannen die Bewegungen. Wir hielten die Kapseln in großen Glas-Doppelschalen, die mit schwach feuchtgehaltenem Fließpapier ausgelegt waren. Die Bewegungen dürften demnach weniger durch Trockenheit oder Feuchtigkeit als vielmehr durch Wärmereize ausgelöst werden. Unmittelbar von den Sonnenstrahlen konnten unsere Zuchten nicht getroffen werden. In unserer Zucht 19 (Ostafrika) sprangen die Kapseln von ihrer Ankunft am 21. 6. bis zum 6. 7.; in der Zucht 37 (Süd-West-Afrika) vom 1. 3. bis Ende März; in der Zucht 110 (Ostafrika) vom 12. 12. bis 24. 12. sehr lebhaft, danach wesentlich schwächer; Anfang Februar bis Ende März lagen sie völlig ruhig, von Anfang April bis Ende Mai waren sie wieder lebhafter.

Die klimatischen Daten von Ngerengere, woher unsere ostafrikanischen Teilfrüchte stammen, konnte ich nicht ermitteln. Dagegen fand ich im Deutschen Kolonial-Lexikon von Schnee (1920) die durchschnittlichen Regenmengen von Daressalam an der Küste und von Kilossa, das etwa 2 Breitengrade weiter landeinwärts gelegen ist. Etwa auf dem halben Wege zwischen diesen beiden Orten liegt Ngerengere, nicht weit von der Station Morogoro entfernt. In der Zeitschrift „Der Pflanzler“ finden sich als Beilage meteorologische Berichte zahlreicher Stationen. Leider sind die Daten von Morogoro unvollständig; sie reichen vom April 1910 bis zum Januar 1912 (einschließlich). Oktober bis Dezember 1911 sind in Morogoro die Niederschlagsmengen nicht aufgeschrieben worden. Trotzdem ist zu ersehen, daß das Klima von Morogoro (und damit auch von Ngerengere) etwa die Mitte zwischen dem von Daressalam und Kilossa hält. Wir haben demnach dort eine jährliche Regenmenge von etwa 900 mm zu erwarten. Die größten Regenhöhen werden in den Monaten März bis Mai gemessen werden, Juni und August sind mit 0 bis 30 mm am trockensten (der Juli hat etwas mehr Regen), vom November an steigen die Regenmengen wieder an. Es scheint, daß im Dezember ein kleineres zweites Maximum der Niederschlagsmengen liegt. Vergleichen wir hiermit das Benehmen unserer Raupen, so zeigt sich, daß die Raupen der Zucht 19 allerdings in der trockensten Jahreszeit¹⁾ ihres Heimatortes bei uns sprangen (Ende Juni bis Anfang Juli), die Raupen der Zucht 110 sprangen dagegen hauptsächlich gerade in den

¹⁾ vgl. Anmerkung auf S. 165 (Mitteilung Dr. Reichhoff).

Niederschlagshöhe in mm.

	Daressalam mehrfähriger	Kilossa Durchschnitt	Morogoro		
			1910	1911	1912
Januar	88	136		87,4	29,2
Februar	54	128		5,9	?
März	123	128		194,1	?
April	300	159	326,9	270,8	
Mai	193	63	55,9	118,5	
Juni	30	9	0	0	
Juli	43	19	13	12,8	
August	29	16	0	0,9	
September	30	15	12,9	1,8	
Oktober	33	24	18,5	—	
November	75	60	23,6	—	
Dezember	94	75	81,7	—	
Summe	1093	832			

feuchten Monaten. Es kann hier fern der Heimat der *Audeoudia* naturgemäß schwer entschieden werden, inwieweit das vermutlich erblich fixierte jahreszeitliche Auftreten der Sprungbewegungen durch die Versuchsbedingungen gestört worden ist. Sicher aber wird sich in unserem kälteren Klima der gesamte Entwicklungsablauf verlangsamen. Aus den

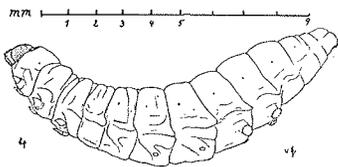


Fig. 4. Erwachsene Raupe von *Audeoudia haltica*.

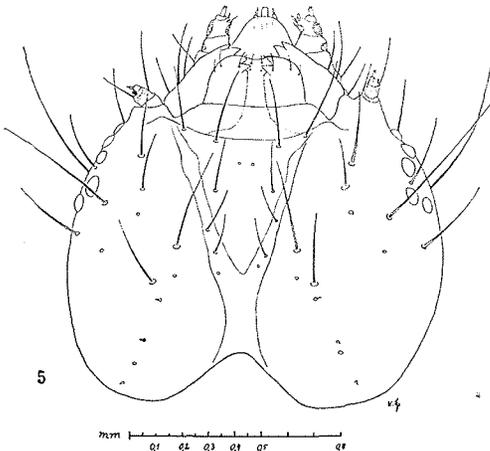


Fig. 5. Kopf der Raupe von *Audeoudia haltica*.

schriftlichen Mitteilungen des Einsenders aus Ostafrika ist zu schließen, daß dort *Spirostachys africana* zweimal im Jahre Früchte ansetzt, etwa im März und im September. Unsere Zucht Nr. 19 könnte demnach Frühjahrsfrüchte enthalten, die Zucht Nr. 110 dagegen Herbstfrüchte. Ob der Falter jährlich in 2 Generationen auftritt, ob ein sogenanntes Überliegen der Raupen bzw. Puppen stattfindet, ist noch nicht bekannt.

Um erklären zu können, wie die Bewegungen der Teilfrüchte verursacht werden, muß zunächst ihr Motor, d. h. die Raupe von *Audeoudia haltica* beschrieben werden.

Beschreibung der Raupe von *Audeoudia haltica*.

Bei ihrer Ankunft in Stade waren sämtliche Raupen be-

reits ausgewachsen, etwa 13 mm lang und 3 mm dick (Fig. 4). Ihre Körperfärbung ist wachsgelb, der Kopf (Fig. 5) gelbbraun. Die Augen sind trotz der versteckten Lebensweise der Raupe sehr gut ausgebildet. Der Prothorax trägt einige kleine gelbbraune Fleckchen, er erscheint aber im ganzen dunkler, weil der Kopf tief in ihn hineingezogen wird und durch die Rückenhaut durchschimmert. Die 3 Thoraxsegmente sowie das 1. Abdominalsegment sind ziemlich schmal; dagegen ist das Abdomen sehr viel breiter, am breitesten das 4. u. 5. Abdominalsegment. Die Raupe ist vorne und namentlich hinten stark aufwärts gekrümmt. Die Behaarung des Körpers ist äußerst schwach. Die kurzen und wenig beweglichen Thorakalbeine tragen eine plumpe Krallen (Fig. 6). Besonders auffallend sind die abdominalen Kranzfüße der Lebensweise der Raupe angepaßt. Sie tragen nur 1 Kranz von Haken; an den stark nach hinten gerichteten Nachschiebern ist der Hakenkranz hinten offen. Die Füße des 3. und 4. Abdominalsegmentes sind klein und nahezu funktionslos, dagegen diejenigen des 5. und 6. Segmentes auffallend groß und kräftig (Fig. 7). Auf einer glatten Fläche (Glasplatte) ist die Raupe nicht imstande, sich von der Stelle zu bewegen.

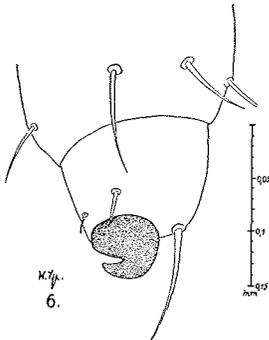


Fig. 6.
Spitze des rechten Beines
vom 1. Thorakalsegment
(Außenseite).

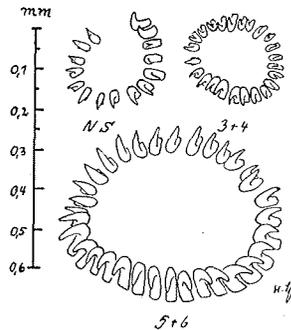


Fig. 7. Abdominalfüße der linken
Seite. 3 + 4 = am 3. u. 4. Abdominalsegment, 5 + 6 = am 5. u. 6. Abdominalsegment, NS = an den Nachschiebern.

Die Springbewegungen der Raupe.

Die Rollbewegungen der Teilfrüchte werden durch Umherkriechen der Raupen oder wälzende Bewegungen der Puppen (s. u.) hervorgebracht. Springen dagegen können nur solche Teilfrüchte, die noch von Raupen bewohnt werden. (Die gleiche Feststellung traf Dampf bei *Grapholitha salitans* und Meyrick bei *Scyrotis athleta*.) Schneidet man in eine bewohnte Teilfrucht ein kleines Beobachtungsloch, so kann man die Bewegung der Raupe genau verfolgen. (Allerdings spinnt sie das Loch im

allgemeinen schnell wieder zu.) Man kann jetzt sehen, wie geschickt die Larve im Innern der Kokke herumkriecht und dadurch die Teilfrucht zum Wackeln bringt. Gelegentlich unterbricht die Raupe ihren Weg. Sie hält sich mit den beiden letzten Bauchfuß-Paaren und den Nachschiebern an der mit Spinnfäden dicht austapezierten Teilfrucht-Wandung fest und biegt Kopf und Vorderkörper stark aufwärts und rückwärts. Nun beißt sie sich mit den Mandibeln an der Wandung fest und spannt ihre ventrale Muskulatur bis zum äußersten an. Plötzlich lassen die Mandibeln ihren Halt los und der Vorderkörper schlägt mit dem Kopf äußerst wuchtig ventralwärts gegen die Kapsel, die infolge dieses Anpralles einen kleinen Sprung macht. Nach jedem Sprung kriecht die Raupe etwas weiter (wenigstens wenn man die Kapsel fest in der Hand hält) und wiederholt dann die schnellende Bewegung.

Wir kennen ruckartige, schnellende Bewegungen von zahlreichen Insekten. In vielen Fällen wird diese höchste Anspannung der Muskeln und das plötzliche Freiwerden der angesammelten Energie durch Sperrvorrichtungen ermöglicht, die im Insektenkörper selber liegen. Das bekannteste Beispiel bilden die Elateriden. Aber auch in den Fällen, wo sich Larven kreisförmig zusammenbiegen, Kopf und Abdominalspitze miteinander verhaken und durch plötzliches Loslassen die gespannten Körperlängsmuskeln ruckartig verkürzen, wird der eigne Körper als Sperrvorrichtung benutzt. In der zuletzt beschriebenen Weise springen u. a. die Maden der Käsefliege *Piophilæ casei* L. und verschiedene Gallmücken, die Larven der Gallwespe *Neuroterus saltans* (Ascherson a. a. O., S. 56) und wohl auch die in ihrem Kokon liegende Larve der Ichneumonide *Limmeria Kriechbaumeri* Bridg. (= *Spudastica petiolaris* Thoms.). Von letzterer beschreibt Ascherson (a. a. O., S. 58) in Anlehnung an Joh. B. Bridgeman (1888—89), wie sie sich zusammenbiegt, „daß Kopf und Analende die eine, die Leibesmitte die andere Seite des Cocons berühren; dann bläst sie sich zum Bersten auf und streckt sich, los lassend, und mit fühl- und hörbarem Ruck anschlagend, plötzlich aus, wodurch Sprünge bewerkstelligt werden“. Es geht aus der Beschreibung nicht ganz klar hervor, ob sich die Larve von *Limmeria* an sich selbst oder an der Kokonwandung festbeißt. Sollte das letztere der Fall sein, so würde hier wie bei der *Audeoudia*-Raupe ein Fremdkörper — nämlich die Kapsel- bzw. Kokonwandung — als Sperrvorrichtung benutzt werden. Es ist fast zu vermuten, daß auch die Raupe von *Grapholitha saltitans* in den mexikanischen springenden „Bohnen“ die gleiche Technik anwendet, wenngleich Dampf (a. a. O., S. 442) dies nicht ausdrücklich sagt. Dampf schreibt unter Hinweis auf Lucas und Riley, daß sich die Raupe mit ihren Abdominalfüßen an der Seidentapete im Innern der Kapsel festhält und dann mit dem freien Teil ihres Körpers und be-

sonders mit dem harten Kopf gegen die Mauern ihrer Wohnung stößt. Riley (1883) zieht allerdings die ganz andersartige Technik der Käse-made *Piophilha casei* zum Vergleich heran. Ganz anders, und zwar in zwei verschiedenen Methoden erfolgen die Bewegungen der Raupe von *Grapholitha motrix*, die in den dreifächerigen Kapseln von *Colliguaya brasiliensis* J. Müller leben. Buchenau (1892, S. 277—290) gibt die von Berg gegebene Beschreibung wieder, die ich um des Zusammenhanges willen nochmals kurz wiederhole: 1. Die Raupe hält sich nur mit ihren Bauchfüßen an der Mittelsäule der Frucht fest und schwingt mit dem Vorderkörper unregelmäßig stark hin und her. Hierdurch geraten die vom Strauch abgelösten Früchte in schaukelnde Bewegung. 2. Durch Wärme, schädliche Gase und dergleichen wird die Raupe in ihrem Wohlbefinden gestört, so daß sie von einem Fruchtfach ins andere kriecht. Hierdurch gerät die Frucht in drehende und zugleich vorwärtsrollende Bewegungen.

Die biologische Bedeutung des Springens der Raupe.

Oben wurde bereits gesagt, daß die Sprungbewegungen anscheinend nicht durch Trockenheit, sondern eher durch Wärme ausgelöst werden.

Die Sprungbewegungen der freilebenden oder in Gallen, Kokons und dergleichen eingeschlossenen Insektenlarven dienen im allgemeinen der Fortbewegung. Schon lange hat man sich gefragt, worin bei den springenden Euphorbiaceen-Teilfrüchten der biologische Grund für dieses Streben der Raupen nach Ortsveränderung zu suchen ist. Kollar (nach Ascherson, a. a. O., S. 57) vermutete, daß die Raupe mit der Kapsel einen ruhigen Ort zur ungestörten Verpuppung sucht. Andere nahmen an, daß durch die Springbewegungen körnerfressende Vögel abgeschreckt werden, während umgekehrt Insektenfresser die Raupen nicht in den Kapseln vermuten (Sitzgsber. Ges. Nat. Fr. Berlin 1889, S. 187). M. St. schreibt in der „Neuen Züricher Zeitung“ (10. XII. 1911) mit Bezug auf *Grapholitha saltitans*: „Besitzt die Unterlage + 30 Grad Celsius, so hüpfen die Bohnen schneller — hält sie nur + 15 Grad Celsius, merklich langsamer — bei + 8 Grad Celsius hüpfen sie, wenn überhaupt noch, dann nur sehr kurze Zeit. Ist die Unterlage feucht, dann hört das Hüpfen, auch wenn sie + 15 Grad Celsius hat, merklich schneller auf“. „Auch die Gattung, deren Teilfrüchte die Maden der *Carpocapsa* bewohnen, gehört diesen sonneliebenden Euphorbiaceen an. Fallen diese nun reif gewordenen Teilfrüchte ab mit den Maden, so werden sie gewiß häufig genug an stärkster Sonnenbestrahlung ausgesetzte Stellen an der Erde geraten und die bewohnende Made würde binnen kürzester Zeit rettungslos vertrocknen müssen, wenn sie nicht die Fähigkeit hätte, in der Teilfrucht und mit dieser sich nach vor der Sonne geschützten Stellen hin fortzubewegen und dies mehrere

Monate hindurch, so lange sie eben Raupe bleibt, und dies stets wieder zu tun, so oft sie bei einem Wechsel des Sonnenstandes von neuem in den Bereich direkter, andauernder Bestrahlung zu liegen kommt. Die springenden Bohnen werden also von der sie bewohnenden Made zum Tanzen gebracht, um aus einer für die Erhaltung der Made ungünstigen in eine für diese Erhaltung günstige Lage übergeführt zu werden.“ — Dampf (a. a. O., S. 447) schreibt: „In dem Falle des mexikanischen Insektes ist es das Wahrscheinlichste, daß die springenden Kapseln, wenn sie von der Pflanze fallen, den Angriffen von Vögeln oder anderen Unfällen angesetzt bleiben; dies vermeiden sie durch ihre beständigen Bewegungen nach irgendeiner Erdspalte oder einem anderen versteckten Ort. Es ist auch möglich, daß die Maden, die in einer trocknen Gegend, wie das nördliche Mexiko, leben, das Vertrocknen vermeiden, das durch die Sonnenbestrahlung erfolgen würde, indem sie sich in die Erdspalten setzen, in denen sie Schatten und etwas Feuchtigkeit finden.“ — Berg hält die oben beschriebenen Bewegungen der Raupe von *Grapholitha motrix* für vollkommen zwecklos, da die Früchte von *Colliguaya brasiliensis* während der ganzen Entwicklung der Raupe und noch mehrere Monate danach am Baum hängen bleiben (Buchenau 1892). Ascherson (1891, S. 57) hat vollkommen recht, wenn er sagt: „Die unleugbare Seltenheit der Erscheinung einerseits, das Vorkommen derselben bei so verschiedenen Insektengruppen (Lepidopteren, Coleopteren, Hymenopteren) andererseits gebietet die größte Vorsicht bei ihrer biologischen Deutung . . . Daß eine Schutzanpassung im weitesten Sinne vorliegt, ist wohl nicht zu bezweifeln“. Vor allem ist nur dann eine sichere Deutung möglich, wenn man die natürlichen Lebensverhältnisse der *Audeoudia haltica* (und der anderen springenden Larven) an Ort und Stelle studiert. Die mehrfach gemachte Erklärung, daß sich die Raupe durch das Springen vor Vögeln zu schützen versucht, halte ich für verfehlt. Europäische Vögel würden sich vielleicht durch die fremdartige Erscheinung erschrecken lassen; für die Vögel im Lebensraum der *Audeoudia* dürften hüpfende *Spirostachys*-Teilfrüchte eine bekannte Erscheinung sein. Viel wahrscheinlicher ist die Annahme, daß sich die Raupe durch ihre Bewegungen einer zu starken Sonnenbestrahlung oder trockner Hitze zu entziehen versucht. Hoffentlich findet ein Zoologe in Afrika selbst Gelegenheit zum Studium der springenden *Spirostachys*-Teilfrüchte.

Spinntätigkeit, Kotabgabe und Verpuppung der Raupe.

Oben wies ich bereits darauf hin, daß die Raupen jedes Loch in der Schale der Teilfrucht sofort zuspinnen. Stets ist die ganze Innenfläche der Kapsel mit einem dichten Gespinnst austapeziert. Nimmt man eine Raupe aus der Kapsel heraus und legt sie auf eine Glasscheibe, so

kann sie zwar nicht vorwärtskriechen, aber bei ihren vergeblichen Bemühungen bewegt sie ihren Mund dicht auf die Unterlage gedrückt hin und her und hinterläßt dabei — ebenso wie viele andere Raupen — einen Spinnfaden am Glase. In gleicher Weise wird das Austapezieren der Kapsel erfolgen. Kurz vor der Verpuppung frißt die Raupe an beliebiger Stelle ein annähernd kreisförmiges Loch (1,5 : 2 mm) in die Wandung der Teilfrucht und spinnt es unter Benutzung von Nagespänen wieder zu. Darauf spinnt sie sich einen sehr lockeren Kokon, dessen Inneres durch 2 reusenartige Gespinstklappen gegen eine kleine Erweiterung vor dem vorgebildeten Schlüpfloch in der Schalenwand abgetrennt ist. — An der Kokonwandung findet man auch einige Kotbrocken. In allen Monaten vorher sucht man vergeblich nach Kot oder nach Überresten des zerstörten Samens. Auch Dampf (a. a. O.) bemühte sich bei *Grapholitha saltitans* um eine Erklärung für diese eigenartige Tatsache und schließt sich Ramirez (1894) an, der die annähernd herzförmige Figur auf den Teilfrüchten von *Sebastiana pavoniniana* (vgl. Fig. 3) als Bohrlöcher der Raupe deutet: Wenn die Raupe von einem Fach der Frucht in das andere kriecht, soll sie diese Bohrlöcher herstellen und dann mit einem mehrschichtigen durch Sekrete verstärkten Seidengespinst schließen. Der Kot würde also in der zuerst bewohnten Teilfrucht zurückbleiben. Diese Erklärung scheint vor allem auf die Lebensweise der *Grapholitha motrix* und auf ihre Wirtspflanze zu passen (s. o.). Teilfrüchte von *Sebastiana pavoniniana*, die von *Grapholitha saltitans* bewohnt waren (ich verdanke sie Herrn Dr. Horn in Dahlem), besitzen in der Tat einen gespinstartigen Verschluß der herzförmigen Figur. Wenn die Raupe von *saltitans* aber wirklich ebenso wie *Grapholitha motrix* von einem Fach in das andere kriecht, dann hat sie hierzu die natürlichen Öffnungen bzw. schwachen Stellen (b auf Fig. 3) der Frucht benutzt und nachträglich versponnen. Für *Audeoudia haltica* kann diese Erklärung nicht zutreffen, denn die Raupe bringt anscheinend ihr ganzes Leben in ein und derselben Teilfrucht zu, die Löcher b in der Kapselwand sind m. E. von unverändertem, wenn auch sehr dünnem pflanzlichen Gewebe verschlossen, allerdings außerdem wie der gesamte Innenraum der Kapsel übersponnen. Das dicke Abdomen der Raupen führt zu der Vermutung, daß die Raupen den gesamten Kot im Enddarm aufspeichern, um ihn erst vor der Verpuppung abzugeben (wie dies von vielen Hymenopterenlarven bekannt ist). Der Darm der erwachsenen Raupen ist aber, wie ich bei Präparationen feststellte, vollkommen frei von festen Kotteilen. Der Kropf ist groß und von einer gelbbraunen weichen Masse angefüllt. Der Mitteldarm ist völlig leer bis auf das allerletzte Stückchen, in dem sich eine geringe Menge einer graugrünligen Flüssigkeit befindet. Der Enddarm enthält ähnlich wie der Kropf eine weiche dunkelbraune

Masse. Vom Enddarm ist kurz vor dem After noch ein besonderer kleiner Abschnitt abgetrennt, der ebenfalls einen braunen Inhalt hat. Bei der Herstellung des Kokons werden, wie bereits gesagt, auch Kotbrocken verarbeitet. Diese stammen von der Fraßtätigkeit an der Kapselwand zur Herstellung des Schlüpfloches und sind zwar größtenteils hell und trocken, z. T. aber auch dunkel und etwas feucht. Der Darm hat dann also auch die bei der Präparation festgestellten weichen braunen Massen abgegeben. Es ist hiernach immer noch rätselhaft, wo der aus der Hauptfraßzeit der Raupe stammende Abfall bleibt. Auch die Kopfkapseln und Hautreste der früheren Raupenstadien sucht man vergeblich in der Höhlung der Teilfrüchte.

Um Klarheit zu gewinnen, halbierte ich einige Teilfrüchte, deren Raupen noch keinen Kokon gesponnen hatten, und weichte sie in heißem Wasser auf. Bei der folgenden Untersuchung konnte man an den Schnittflächen erkennen, daß die Kapselwand außen eine dünne Epidermis besitzt, der eine 0,3 mm dicke radiär gestreifte, verholzte Schicht folgt. Letztere ist innen von einer horizontal geschichteten dünneren Zelllage bedeckt, an dem m. E. Fraßspuren zu erkennen sind. Diese Zellschicht aber ist von dem Hohlraum der Kapsel durch einen etwa 0,03 mm dicken bräunlichen Mantel abgeschlossen, der mit einiger Vorsicht als Ganzes abgehoben werden kann. Der Mantel besteht aus einem wirren Fadengeflecht, das durch eine hellbräunliche Masse fest verkittet ist und kleine Fremdkörper eingeschlossen hält. Die Fasern machen den Eindruck von gequollenen Seidenfäden, wie diese lösen sie sich in heißer Kalilauge auf, aber bleiben in Kupferoxydammoniak unverändert (im Gegensatz zu Baumwolle und anderer unverholzter Zellulose). Gesunde, nicht von Raupen bewohnt gewesene Teilfrüchte von *Spirostachys africana*, die mir Herr Dr. Mansfeld vom Botanischen Museum in Berlin freundlicherweise zur Verfügung stellte, sind in ihrem Innern nicht von dem eben beschriebenen braunen Mantel ausgekleidet. — Ich ziehe daraus den Schluß, daß die Raupe sich in der Hauptsache von den vollaftigen, öl- und eiweißreichen jungen Samenanlagen ernährt, die bis auf geringe Reste verdaulich sind. Der dünnbreiige Kot wird von der Raupe auf der übersponnenen Kapselwandung verschmiert, wo er in dem heißen Klima schnell trocknet und wiederum übersponnen wird. Auch die Häutungsreste werden vermutlich mit in diesen Mantel eingebacken; ich habe sie allerdings nicht finden können. Der zwar etwas lockerere Gespinnstmantel, der die von *Grapholitha saltitans* bewohnten *Sebastiana*-Teilfrüchte auskleidet, macht mir sehr den Eindruck, als ob auch in ihn Kot, der ursprünglich dünnbreiig gewesen sein mag, hineingearbeitet worden ist.

Beschreibung der Puppe.

Die elfenbeingelbe glatte Puppe (Fig. 8) ist 6—7 mm lang, ihre

6 Stigmenpaare sind hellbraun. Mit fortschreitendem Alter der Puppe werden zuerst die Augen und dann die Extremitätenanlagen dunkelgrau bis braunschwarz. Während bei der Raupe die hintere Hälfte des Abdomens am umfangreichsten ist, besitzt die stark vornüber geneigte Puppe ihren größten dorsoventralen Durchmesser im 1. und 2. Abdominalsegment. Bei Bewegungen der Puppe verändern die letzten 5 Abdominalsegmente nur wenig ihre Lage zueinander, sondern sie biegen sich als Ganzes winkelig vom Vorderkörper ab. Diese zumeist seitlich, selten dorsal gerichteten Bewegungen werden zwar langsam aber recht energisch ausgeführt. Hierdurch entstehen Verlagerungen des Schwerpunktes, so daß die Puppe (und mit ihr die Teilfrucht) langsam hin- und herrollt, aber trotzdem im ganzen auf der Stelle bleibt.

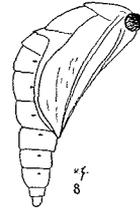


Fig. 8.
Puppe von
Audeoudia
haltica. Vergr.
etwa 13 fach.

Ausschlüpfen der Falter.

Die Ruhezeiten der mit dem Kopfteil zum vorgearbeiteten Schlüpfloch hin orientierten Puppen sind verschieden lang, und die Falter schlüpften in den verschiedensten Monaten. In der Zucht 19 (Ostafrika) zeigte am 7. 7. 1932 die erste Teilfrucht das vorgebildete Schlüpfloch, am 9. 7. die zweite und am 16. 8. die dritte. Aus der ersten Teilfrucht schlüpfte der Falter am 9. 8 (also nach 32 Tagen), aus der zweiten am 27. 7. (nach 19 Tagen) und aus der dritten am 6. 9. (nach 21 Tagen). In Zucht 110 (Ostafrika) zog sich das Ausschlüpfen der Falter vom 15. 4. bis zum 22. 8. 1933 hin, also über einen Zeitraum von über 4 Monaten. Insgesamt schlüpften 56 Falter. Noch im März 1934 enthielten einige Teilfrüchte dieser Herkunft unverpuppte lebende Raupen, die allerdings einen krankhaften Eindruck machten. In Zucht 37 (Westafrika) schlüpften die 3 Falter in den letzten Tagen des Juli 1933. Die unscheinbar grauen Falter sitzen, wenn sie nicht gestört werden, vollkommen ruhig und in der typischen Stellung der Zünsler in den Zuchtschalen. Die Fühler liegen flach auf dem Rücken, oft sind sie gekreuzt (Fig. 9). E. Meyrick (1933) hat den Falter als eine bisher unbekannte Pyralide bestimmt: *Audeoudia haltica* Meyr.

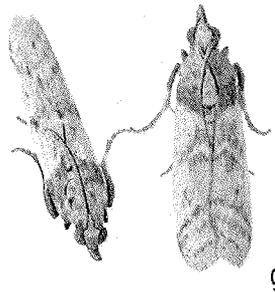


Fig. 9. *Audeoudia haltica*.
Lebende Falter in Ruhestellung.

Eiablage von *Audeoudia haltica*.

Die Gestalt der Legeröhre (Fig. 10) des Weibchens, die weder be-

sonders lang noch hart chitinisiert ist, erlaubt den Schluß, daß die Eier nicht ins Innere der Teilfrüchte, sondern vielleicht an den Fruchtknoten abgelegt werden. Die gleiche Annahme macht Lucas (1858) bezüglich der Eiablage von *Grapholitha saltitans*. Die junge Raupe müßte dann in oder längs der Mittelsäule der Frucht bis zu deren flügelartigen Verbreitungen vordringen. Von hier aus kann sie sich ohne Mühe durch die

dünnschalige, herzförmige Stelle der Teilfrüchte durchfressen. Durch den später entstehenden aus Seide und Kot gebildeten Mantel wird die kleine Eingangspforte wieder vollständig verschlossen. Untersuchungen an Ort und Stelle müssen diese Frage endgültig klären.

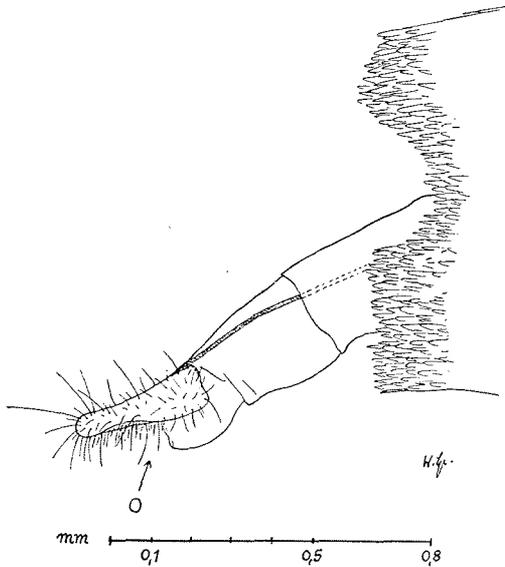


Fig. 10. *Audeoudia haltica* ♀.
Legeröhre in Seitenansicht. O = Oviporus.

Parasiten von *Audeoudia haltica*.

Schon Lucas (1858) hat aus den von *Grapholitha saltitans* bewohnt gewesenen *Sebastiana*-Teilfrüchten eine Schlupfwespe gezogen. Dampf (a. a. O.) hat keine Parasiten beobachtet. In unseren *Audeoudia*-Zuchten (Nr. 37 u. 110, also west- und ostafrikanischer Herkunft)

schlüpften insgesamt 10 Schlupfwespen, die teils zu einer neuen *Cremastus*-Art: *Cr. boops* Cushman (*Ichneumonidae*) gehören, teils wurden sie von C. F. W. Muesebeck (1933) als *Chelonus* (*Chelonella*) *audeoudiae* n. sp. (*Braconidae*) beschrieben. Beide Parasiten verlassen die Teilfrüchte durch das von der verpuppungsbereiten Raupe vorgebildete Schlüpfloch. Ob die Raupen noch zur Verpuppung kommen oder ob sie kurz vorher von den Parasitenlarven aufgezehrt werden, ist noch nicht sicher. Jedenfalls ist es ausgeschlossen, daß die Wespen ihr Opfer durch einen Stich bei der Eiablage bereits paralysieren. Lucas (a. a. O.) nimmt an, daß das Parasitenei neben das Ei von *Grapholitha saltitans* an den Stempel der *Sebastiana*-Blüte gelegt wird, da die allseitig geschlossene Kapsel ein direktes Anstechen der Raupe verhindere. Wie sich Lucas den Fortgang der Parasitierung denkt, ist mir nicht klar. Wenigstens bei *Audeoudia haltica* dürfte sich die Eiablage beider Schlupfwespen so

abspielen, daß die Raupen durch die dünnhäutige herzförmige Stelle der Teilfrucht unmittelbar angestochen (aber nicht paralytisiert) werden, wobei das Parasitenei in den Körper der Raupe versenkt wird. Den Schlupfwespen wird bei dieser Tätigkeit das Hüpfen und Rollen der Teilfrüchte recht hinderlich sein können, und es erhebt sich die Frage, ob man die biologische Bedeutung des Hüpfens nicht ausschließlich in der Abwehr von Parasiten zu suchen hat. Ebenso wie die Teilfrüchte in der Wärme am stärksten springen, entfalten auch die Parasiten bei Sonne und Wärme die lebhafteste Tätigkeit. Der Zusammenhang ist also möglich und wäre an Ort und Stelle nachzuprüfen.

Zusammenfassung.

„Springende“ Teilfrüchte der Euphorbiacee *Spirostachys africana* Sonder, die aus Ostafrika (Ngorengere im Tanganyika-Territorium) und Westafrika (Swakopmund) eingesandt waren, wurden untersucht. Die Bewegungen der Teilfrüchte, deren Gestalt beschrieben und abgebildet wird, werden durch Zünsler-(Pyraliden)Raupen (*Audeoudia haltica* Meyr.) verursacht. Raupen und Puppen werden beschrieben. Die Sprünge der Teilfrüchte entstehen dadurch, daß die Raupe, während sie sich mit den Abdominalbeinen an der Kapselwand festhält, den Oberkörper aufwärts und rückwärts biegt, sich festbeißt und nun nach schärfster Anspannung der ventralen Längsmuskulatur plötzlich die Mandibeln öffnet. Sie schlägt dann heftig mit dem Kopf gegen die Wandung der Teilfrucht. Die Faktoren, die möglicherweise das Springen auslösen und die biologische Bedeutung des Vorganges werden besprochen. Die von Raupen bewohnten Teilfrüchte zeigen in ihrem Innern keinerlei Kotbrocken oder Fraßabfall. Offenbar ist der Kot dünnbreiig und dient zusammen mit einem dichten Gespinnst zur Auskleidung der Kapsel-Innenwand. Zur Verpuppung spinnt die Raupe einen mit 2 Reusenklappen versehenen Kokon, nachdem sie ein Schlüpfloch in die Kapselwand genagt und mit Hilfe von Nagespänen und Spinnfäden wieder verschlossen hat. Das Ausschlüpfen der Falter erstreckt sich über mehrere Monate. Die Eiablage konnte naturgemäß nicht beobachtet werden. Es wird aber vermutet, daß die Eier an den Fruchtknoten der *Spirostachys*-Blüten oder an die entsprechende Stelle der jungen Früchte gelegt werden. Zwei Parasiten wurden in Anzahl gezogen: *Chelonus* (*Chelonella*) *audeoudiae* Muesebeck (*Braconidae*) und *Cremastus boops* Cushman (*Ichneumonidae*). Bei Erörterung der Eiablage dieser Parasiten wird die Möglichkeit in Betracht gezogen, daß die Sprungbewegungen der Abwehr von Parasiten diene.

Schriftenverzeichnis.

- Ascherson, P., Die springenden Tamarisken-Früchte und Eichen-Gallen.
 Abh. naturwiss. Verein Bremen, XII, 1891, S. 53—58.

- Braun, K., Springende Früchte. Die Brücke zur Heimat, XXIX, Berlin 1929, p. 134—135.
- , Springende Früchte. Das Hochland. Mufindi (Tanganyika Territorium), III, 1932, p. 14.
- Buchenau, Fr., Die „springenden Bohnen“ aus Mexiko. Abh. naturwiss. Verein Bremen, XII, 1891 u. 1892, p. 47—52 u. 277—290.
- Dampf, A., Las semillas brincadoras de Mexico. Boletín mensual, órgano de la oficina para la defensa agrícola, San Jacinto, D. F., Año II, Tom. II, Tacubaya, D. F., Mexico, 1928.
- Der Pflanze. VII—IX, Daressalam, 1911—1913.
- Lucas, H., Observations sur la manière de vivre d'une nouvelle espèce de *Carpocapsa* et remarques sur les mouvements que la chenille de ce Lépidoptère imprime à des graines d'une Euphorbe du Mexique dans lesquelles elle se métamorphose. Compt. rend. Acad. Sci. Paris, XLVI, 1858, p. 685—689.
- Meyrick, Edw., Eine neue *Audeoudia* (*Pyralidae: Phycitinae*) aus Ostafrika, deren Raupe in „springenden Bohnen“ lebt. Internat. Entomol. Zeitschr. Guben, XXVII, 1933, p. 162—164.
- Muesebeck, C. F. W., Seven new species of reared *Braconidae* (*Hymenoptera*). Proc. Entom. Soc. Washington, XXXV, 1933, p. 193—200. (*Chelonus audeoudiae* p. 199 u. 200).
- Ramirez, Jos., Las semillas brincadoras. Apuntes relativos a la *Carpocapsa saltitans* y las euforbias en que vive. La Naturaleza seg. Ser., I, Mexico, 1891, p. 54—59, lam. VII, 7 fig. (zitiert nach Dampf).
- Riley, C. V., Jumping seeds and galls. Proceed. U. S. National Museum, V, Washington, 1882, p. 632—635.
- Schnee, H., Deutsches Kolonial-Lexikon, I—III, Quelle & Meyer, Leipzig [1920].
- M. St. Weshalb tanzen die springenden Bohnen? Neue Züricher Ztg., 10. 12. 1911.

Besprechungen.

Paillet, A., L'Infection chez les Insectes. Immunité et Symbiose. En vente chez l'auteur (Compte Postal Lyon 328—26) et à la Librairie Médicale et Scientifique, 6, rue de la Charité, Lyon (Rhône) 1933, gr. 8^o, 535 S., 279 Textfig. Preis fr. 100.—

In den vier ersten Abschnitten gibt der Verfasser in 13 Kapiteln eine eingehende Übersicht über die durch Protozoen hervorgerufenen Erkrankungen der Insekten, die Mykosen, die Viruskrankheiten und die Infektion durch Bakterien unter besonderer Berücksichtigung von Pathogenität und pathologischer Anatomie.

Der fünfte Abschnitt, welcher den wichtigsten Teil des Werkes enthält, schildert die Ansichten des Verfassers über die natürliche und erworbene Immunität gegenüber Bakterien: In vier Kapiteln werden allgemeine und historische Gesichtspunkte über die Immunität bei höheren Wirbeltieren und Insekten, die zellularen und die humoralen Reaktionen und die Bedeutung der Zellen und des Blutes für die Immunität bei den