© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ueber die Mechanik des Insektenkörpers [1]).

Von Prof. **V. Graber.**

I. Mechanik der Beine.

1) Fr. Dahl, Beiträge zur Kenntnis des Baus und der Funktionen der Insektenbeine. Inaug.-Dissert. mit 3 Tafeln. Berlin, Nikolai 1884. — 2) Tuffen West, The foot of the Fly, its structure and action etc. Transactions Linn Soc. XXIII. 1862. — 3) Rambouts, de la faculté, qu'ont les mouches de se mouvoir sur le verre — Extrait des archives du Musée Teyler; ser II. p. 4 1883. — 4) H. Dewitz, Ueber die Fortbewegung der Tiere an senkrechten glatten Flächen vermittelst eines Sekretes. Pflüger's Arch. f. d. ges; Phys. Bd. XXXIII mit 3 Taf. — 5) Derselbe unter dem gleichen Titel im Zool. Anzeiger 1884, Nr. 172. — 6) G. Simmermacher, Untersuchungen über Haftapparate an Tarsalgliedern von Insekten. Zeitschr f. wiss. Zoologie. 10. Bd. 1884. S. 481 - 556. mit 3 Tafeln.

Trotz der vielseitigen und z. T. auch sehr eingehenden Untersuchungen, welche von jeher über die verschiedenen mechanischen Einrichtungen und Vorgänge des Insektenorganismus angestellt wurden, gibt es doch noch immer, was bei der Mannigfaltigkeit der betreffenden Bildungen und der oft ganz immensen Schwierigkeit ihrer anatomischen Analyse und physiologischen Deutung, auch nicht wunder nehmen darf, eine Menge von Problemen, die noch gar nie bearbeitet wurden und auch von veralteten Irrtümern, die der Rektifizierung mit Hilfe der vervollkommneten Untersuchungsmethoden harren. Referent selbst war bei der Ausarbeitung seines Insektenbuches, ungeachtet letzteres einen mehr populären Zweck verfolgte, auf das eifrigste bemüht, speziell auf dem Gebiete der Insektenmechanik so viele neue Untersuchungen anzustellen, als es die sehr beschränkte Zeit überhaupt gestattete.

Mit aufrichtiger Freude muss nun Ref. konstatieren, dass seit dem Erscheinen jenes Buches und z. B. wie manche Autoren anerkennen, angeregt durch dasselbe gerade über das in Rede stehende Gebiet eine Reihe wichtiger Studien gemacht wurden, und er betrachtet es als eine höchst angenehme Pflicht, soweit seine Zeit hinreicht, über die allerbedeutendsten Ergebnisse derselben Bericht zu erstatten, wobei diesmal die auf die Mechanik der Beine bezüglichen Arbeiten zur Sprache kommen sollen.

1) Als Grundlage für die Betrachtung des Mechanismus der Insektenbeine kann am besten die sub 1 angeführte, unter Leitung des

---

1) Zwar brachten wir in Nr. 14 dieses Bandes unserer Zeitschrift einen Aufsatz von Herrn Professor Emery in Bologna, welcher teilweise bezüglich des behandelten Gegenstandes mit diesem sich deckt. Nichtsdestoweniger glauben wir, dass auch dieser zweite Artikel, welcher den Gegenstand noch eingehender behandelt und manche neue Gesichtspunkte enthält, unsern Lesern willkommen sein wird.

Red. d. Biol. Centralbl.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

um die Pflege der Zoo-Physiologie hochverdienten Prof. Möbius entstandene schöne Arbeit von Dahl dienen, da sich dieselbe fast über sämtliche hier in Betracht zu ziehenden Verhältnisse verbreitet. D. hebt zunächst einige beachtenswerte Punkte bezüglich der Stellung und Zahl der Insektenbeine hervor. Im Gegensatz zu den höhern Wirbeltieren, wie den Säugern und Vögeln, bei welchen die Fuß- oder Stützpunkte der Beine gerade unter dem zu tragenden Rumpf oder nahe an den Seiten desselben liegen, sind bekantlich die Insektenbeine vielfach und analog wie bei gewissen niederen Wirbeltieren d. i. den Reptilien und Amphibien, stark nach außen gekehrt, was für die Erhöhung der Gleichgewichtserhaltung oder Stabilität von Wichtigkeit ist. Als ganz besonders vorteilhaft erweist sich aber diese Schrägstellung der Insektenbeine für das Klettern. Während nämlich u. A. den Säugern, da ihre Vorder- und Hinterkrallen stets nach derselben Richtung d. i. gegen die Kopfseite gekehrt sind, das Abwärtsklettern in der Regel sehr schwer fällt, ist es für die Insekten ziemlich einerlei, ob sie auf einer vertikal stehenden Fläche mit dem Kopf nach oben, unten oder auch seitwärts hinlaufen, denn sie hängen, wie man leicht beobachten kann, immer an zwei oder auch an drei samt den Krallenspitzen nach oben gerichteten Beinen. Was die Sechszahl der Insektenbeine betrifft, so betrachtet sie D. ganz mit Recht als ein sehr günstiges Minimum, indem dieselbe zumal für das Klettern vollständig ausreicht, aber, ohne die Lokomotionsfähigkeit zu beeinträchtigen offenbar nicht weiter vermindert werden darf. Eine Reduktion in der Zahl der zur Ortsbewegung verwendbaren Beine resp. eine partielle Verkümmerung derselben kommt nur ganz ausnahmsweise bei solchen Insekten wie z. B. bei gewissen Tagschmetterlingen vor, welche die Beine lediglich beim Ausruhen vom Fluge als Fixierungswerkzeuge gebrauchen. Sehr eigentümlich ist u. A. das Verhalten gewisser Mücken z. B. *Culex pipiens*, die beim Sitzen und Gehen die Hinterbeine in die Höhe halten und, ähnlich wie beim Flug, als Balancierstange verwenden. Uebergehend auf den mechanischen Bau der Insektenbeine, so ist es ein Hauptverdienst Dahl's dass er als der Erste gewisse schon traditionell gewordene irrtümliche Anschauungen über die Muskulatur dieser Gliedmaßen und speziell des Endabschnittes derselben beseitigt. Das Bein der Insekten und der Arthropoden (Krebse, Spinnen etc.) überhaupt ist, mechanisch betrachtet eine mehr oder weniger starrwandige (durch Ausstülpung vom Stamm her entstandene) Chitinröhre, die sich, und zwar ganz analog wie die Wirbeltierextremität in mehrere vom Stamm gegen das Ende sich meist verjüngende und in der Regel winklig gegen einander gebrochene Stücke, Hüfte, Schenkelring, Schenkel, Schiene und mehrteiligen Fuß oder Tarsus gliedert. Was nun die die einzelnen Beinabschnitte gegen einander bewegenden Muskeln anlangt, so wusste man zwar schon früher, dass die Zahl derselben weit geringer

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

als bei den Wirbeltieren ist. D. zeigte aber, dass noch wenige aktive Bewegungsvorrichtungen vorhanden sind, als bisher hauptsächlich auf grund der alten Strauss-Dürkheim'schen Darstellung allgemein angenommen wurde, indem insbesondere die Streckung gewisser Fusteile nur passiv, d. i. durch die Federkraft der aus ihrer Gleichgewichtslage gebrachten elastischen Gelenkhäute erfolgt. Das Detail ist kurz folgendes. Im obersten Beinabschnitt, der Hüfte, finden sich drei Muskeln zur Beugung und einer zum Strecken des nächstfolgenden Gliedes d. i. des Trochanters, wobei ein Beuger aber vom Stamm selbst ausgeht, also wenn Ref. diese von Langer, Lucae u. s. f. gebrauchte Bezeichnungsweise hier einführen darf, ein sogenannter zweigelenkiger Muskel ist. Im zweiten bekanntlich meist sehr kurzen Beinstück, dem Schnabelring (Trochanter), ist nur ein einziger an der Schenkelbasis angreifender Muskel, der weder allein zum Abziehen (Strauss-Dürkheim) noch (Burmeister) ausschließlich zum Heben des Beines dient, sondern nach D. ein Einwärtsroller oder Pronator ist, der insbesondere bei Insekten mit relativ wenig drehbarer Hüfte, wie z. B. bei den Laufkäfern, große Bedeutung erlangt. Das Auswärtsrollen wird dagegen durch die Elastizität der durch die Pronation angespannten Gelenkhaut besorgt. Der dritte Abschnitt, der Schenkel, (Femur) besitzt zunächst zwei Muskeln zur Fortbewegung des folgenden Beingliedes d. i. der Schiene, nämlich einen Beuger, der namentlich bei springenden Insekten oft kolossale Dimensionen annimmt, und einen Strecker. Außerdem befindet aber sich im Schenkel noch ein dritter Muskel, der unser besonderes Interesse verdient. Er entspringt am obern Ende des Schenkels und spitzt sich ungefähr in der Mitte desselben zu einer dünnen aber äußerst derben Sehne zu, die durch die Schiene und alle Fußglieder hindurchgeht und sich unter später zu beschreibenden Verhältnissen an der Ventralseite der Krallen, zu deren Beugung sie dient, ansetzt. Ref. möchte beisetzen, dass sich dieser Muskel der Insekten von dem sonst sehr analogen Endglied — resp. Krallenbeuger der Wirbeltiere (M. flexor digit. comm. profundus) u. A. dadurch wesentlich unterscheidet, dass sein Ursprungspunkt um einen Beinabschnitt höher hinauf gerückt erscheint, insoferne ja der Wirbeltierkrallenbeuger unten von der Schiene ausgeht, und dass dadurch von andern Verhältnissen, wie der Mitbewegung der folgenden Abschnitte, abgesehen, die Schiene der Insekten mehr entlastet wird und auch sich schlanker gestalten kann, als wenn der in Rede stehende Muskel von ihr ausginge. Die schon eingangs erwähnte relativ große Dürftigkeit in der Muskelausstattung des Insektenbeines zeigt sich ganz besonders am Endabschnitt oder Fuß (Tarsus), der mit Einrechnung der für sich beweglichen Krallen häufig nicht weniger als sechs (Zehen-) Glieder enthält. Während nämlich wie Ref. kurz in Erinnerung bringen will, bei gewissen Wirbeltieren z. B. den Vögeln, jedes Zehenglied einen besonderen Beugemuskel

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

besitzt und außerdem zur Dirigierung des Gesamtfußes noch einige an der Fußwurzel angreifende Muskeln hinzukommen, sind zur Bewegung des Insektentarsus summa summarum nur zwei Muskeln vorhanden, und mit Rücksicht darauf, dass der kontraktile Abschnitt des einen, nämlich des schon erwähnten Krallenbeugers im Schenkel und der Bauch des andern d. i. des an der Ventralseite des ersten Tarsusgliedes angreifenden in der Schiene liegt, darf man sagen, dass im Insektentarsus gar kein Muskel sich befindet, ein Verhalten, das Ref. wie z. T. noch aus dem Spätern hervorgehen wird, auf grund eigener Nachuntersuchungen durchaus bestätigen muss. Mit bezug auf die landläufige von Strauss-Dürkheim herrührende z. T. offenbar schematische Auffassung, nach welcher dem Fußwurzel- und dem Krallenbeuger ein besonderer Streckmuskel gegenüberstände, von denen der des Krallenbeugers im Metatarsus liegen sollte, ist noch besonders zu betonen, dass der Insektenfuß gar keine kontraktilen Extensoren hat, sondern dass die Wiederausstreckung der gebeugten Krallen und übrigen Fußteile lediglich durch die Federkraft der bei der Flexion angespannten Gelenkhäute geschieht. Speziell hinsichtlich der Krallenstreckung ist aber noch einer eigentümlichen zuerst von Dahl beschriebenen Differenzierung der betreffenden Gelenkhaut, nämlich der von ihm wie Ref. glaubt, nicht recht passend als Streckplatte bezeichneter Bildung zu gedenken, über die sich in Kurzem freilich schwer eine deutliche Vorstellung geben lässt. Schneidet man, wie Ref. behufs der Orientierung über diese Verhältnisse sich zu empfehlen erlaubt, vom Endglied eines Hirschkäferfußes die Chitindecke der rechten und linken Seite weg und reinigt das Präparat durch Kochen in Kalilauge von den nichtchitinösen Weichteilen, so lässt sich (am zweckmäßigsten unter dem Präpariermikroskop) leicht folgendes erkennen. Die dünne blasse Sehne des Krallenbeugers schwillt nahe dem Gelenk zu einer dicken braunen und wie äußere Chitingebilde mit Rauhigkeiten versehenen Platte an, die aber keineswegs einen starren Fortsatz einer Kralle bildet, sondern mit dem Krallenpaar durch eine dünne Gelenkhaut knorplig verbunden ist. Diese Endanschwellung der Beugesehne ist aber eigentlich nichts anderes als der dorsale Teil einer taschenartigen ventralen Einsenkung am Ende des Fußes und die unter ihr liegende zweite Platte dieser Tasche, mit der erstern und dem ventralen Integument des Fußes durch eine dünne faltige Randhaut verknüpft, stellt, was Dahl nicht beachtet hat, eine Rinne oder Führung vor, in welcher die nach außen etwas wulstig vorspringenden Sehnenplatte sich auf- und niederbewegen kann. Da diese Platte schräg in das Lumen des Beines hineinragt, glaubt D., dass sie beim Zurückweichen infolge der Kontraktion des zugehörigen Muskels wie ein Stengel wirke, bezw. dass sie bei Erschlaffung des Muskels durch den Druck der verdrängten Blutflüssigkeit wieder zurückgeschoben würde und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dadurch die Streckung der Krallen bewirke resp. unterstütze, wozu Ref. nur bemerken will, dass an seinem Präparat auch nach Eröffnung des Fußes also nach Eliminierung der erwähnten Druckkraft noch immer völlige Streckung der vorher durch künstliches Anziehen der Sehne ganz eingeschlagenen Krallen eintrat.

Dahl gibt nun weiter eine zwar kurze aber ungemein instruktive Uebersicht der z. T. höchst merkwürdigen Modifikationen, die das Insektenbein als Bewegungs-, als Fang- und Reinigungsorgan zeigt. Ein ganz besonderes Interesse verdienen aber die grade in jüngster Zeit zum Gegenstand lebhafter und nicht sehr erquicklicher Streitigkeiten gemachten Haftvorrichtungen, über die Ref. denn auch im nächsten Artikel z. T. auf grund eigener zur Klärung der Ansichten unternommener Untersuchungen etwas eingehender berichten wird.

Dahl behandelt zunächst die die Bewegung in der Erde betreffenden Beinmodifikationen. Dieselben beruhen im Anfang auf einer starken Entwicklung der Schiene, die behufs leichterer Wegräumung der Erde und zum bessern Anstemmen meist mit rechenartigen Borstenkränzen versehen ist, während der Fuß, welcher für solche Leistungen zu muskelschwach ist, entweder der Verkümmerung unterliegt, oder wie z. B. beim Palmbohrer (Calandra palm.) in eine besondere Rinne der Schiene eingeklappt werden kann. Gewisse an den Grabfuß erinnernde Schienenfortsätze bei nichtgrabenden Imagines z. B. bei Bibio wären aus dem Umstand zu erklären, dass ihre Larven graben. Dagegen glaubt D., dass das gelegentliche Fehlen der Schienensporen bei grabenden Insekten durch andere Einrichtungen kompensiert werde, wie denn beim Kampf ums Dasein doch stets nur die Summe aller erhaltungsmäßigen Eigenschaften einander das Gleichgewicht halten müssen. — Bezüglich anderweitiger lokomotorischer Anpassungen sind namentlich die für die Bewegung auf dem Wasserspiegel hervorzuheben. Es handelt sich hiebei um zweierlei Prinzipien nämlich erstens um die Anwendung mit Luft gefüllter Hohlräume und dann um den Widerstand, den trockne und etwas eingefettete Körper der Befeuchtung mit Wasser entgegensetzen. Ersteres Prinzip kommt u. A. beim Taumelkäfer (Gyrinus) zur Anwendung, dessen von mächtigen Tracheensäcken erfüllte Schienen und Tarsen wirkliche den Körper tragende Flöße vorstellen. Auf dem andern Prinzip dagegen beruhen die eleganten Bewegungen der Wassertreter (Hydrometra u. Velia). Die langen Beine dieser Wanzen sichern zunächst ihre möglichst gleichmäßige Belastung und geben ferner im Verein mit der dichten Behaarung der Füße eine große Berührungsfläche. In analoger Weise wird das Dahingleiten auf dem Wasser bei gewissen Fliegen, den Dolichopoden und Ephydrinen durch einen langen gefiederten Anhang zwischen den Haftlappen erleichtert.

Indem die Klettereinrichtungen der Insektenbeine später bei Besprechung der Haftorgane zur Behandlung kommen, mögen hier zu-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nächst noch jene rein mechanischen Anpassungen, welche als Reinigungswerkzeuge dienen, Erwähnung finden. Dahin gehören vor Allem gewisse bürstenartige Ueberzüge an den Endteilen der Füße, die zur Reinigung des ganzen Körpers von Blumen- oder anderem Staub dienen und welche z. T. schon von älteren Entomologen wie Réaumur, De Geer, Ratzeburg u. A. als solche erkannt wurden. Besonders interessant sind aber die speziell zum Durchziehen und Scheuern der benetzten oder beschmutzten Fühler vorhandenen Differenzierungen der Vorderbeine, welche z. T. zwar auch schon von früheren Forschern entdeckt aber nicht immer richtig gedeutet wurden. Die Einrichtung besteht u. A. aus einer Art behaarter ösenartiger Zange, durch welche der Fühler durchgezogen wird. Das Interessanteste an der der Sache ist aber der Umstand, dass man es hiebei nicht mit homologen d. h. an der gleichen Beinstelle auftretenden Differenzierungen zu thun hat, in dem dieselben bald am ersten Fußglied, bald an der Schiene vorkommen. Am ersten Ort findet sich das Reinigungsorgan u. A. bei den Blumenwespen, bei denen ein mit einem halbkreisförmigen Ausschnitt versehenes Fußglied den einen Schnabel der Zange und der mit einer sichelartig ausgeschnittenen Haut versehene Schienensporn den andern Schenkel bildet. Am letztern Ort, d. i. an der Schiene liegt dagegen das Organ u. A. bei den Schmetterlingen, wobei der vorerwähnte Sporn gegen die Mitte der Schiene hinaufrückt und u. A. von H. Landois ganz unrichtigerweise mit den Trommelfelldeckeln am tibialen Ohr der Heuschrecken verglichen resp. als ein auf ein Gehörorgan deutendes Gebilde erklärt wurde. Aehnlich [ob aber homolog oder konvergent steht in Frage] verhält sich das Organ bei gewissen Käfern z. B. den Carabiden, wo es bereits von Latreille entdeckt worden, nur wandelt sich hier der Schienenausschnitt zu einem förmlichen Spalt um. Eine dritte, den Kurzflüglern z. B. *Lathrobium* zukommende und recht hübsche einschlägige Einrichtung besteht darin, dass das Bein ober und unter der Kniebeuge, durch welche der Fühler gezogen wird, mit Ausschnitten und Borstenbeinen versehen ist; hier indess sowie bei den früher genannten Bildungen kommen mancherlei und z. T. zu interessanten Vergleichungen Anlass gebenden Abweichungen und Uebergänge vor.

Ref. kommt nun zur Besprechung jener eigentümlichen ausschließlich auf die Tarsen beschränkten Haftvorrichtungen der Beine der Insekten, womit diesen Tieren teils das Klettern an vertikalen oder überhängenden glatten Flächen teils — was aber nur die Männchen derselben betrifft, — das feste und ohne Intervention von Klammerwerkzeugen wie Krallen etc. erfolgende Anhaften am Weibchen ermöglicht wird. Bedenkt man, dass es, und zwar selbst bei Anwendung des Mikroskopes kaum möglich ist, eigentlich zu sehen und zu beurteilen, worin denn das Haften eines Fliegen- oder eines Dyticusfußes seinen Grund habe, so wird man es ganz begreiflich finden,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dass es die Entomologen schon von alters her an Versuchen zur Erklärung dieser Erscheinung nicht fehlen ließen. Sehen wir von einigen ganz mystischen Deutungen wie z. B. von der smoky substance Hockes (Micrografia, 1667) ab, so waren es von jeher im Grunde genommen nur zwei Anschauungen, die man kurz als Kleb- und Saugtheorie bezeichnen kann. Erstere findet sich bereits in Henry Power's Experimental Philosophy London 1664 ausgesprochen, erhielt aber erst viel später (1844) durch Blakwall's Beobachtungen, dass gewisse Insekten beim Laufen über Glas Spuren einer Flüssigkeit hinterlassen, eine thatsächliche Grundlage. Einer Erwähnung der Saugtheorie hingegen begegnen wir zuerst (1788) bei Gilbert White[1]), der aber zur Unterstützung des durch Luftdruck bewirkten Haftens der Fußlappen zugleich auch die Absonderung einer klebrigen Flüssigkeit annimmt. Nachdem die Untersuchung der betreffenden Einrichtungen lange Zeit fast völlig vernachlässigt worden war, sind nun in neuester Zeit hierüber mehrere Arbeiten erschienen, unter denen die eingangs zitierten von Tuffen West (2), H. Dewitz (4 u. 5 vergl. Nr. 14 dieses Blattes), Simmermacher (6) und Dahl (1) die namhaftesten sind. Leider weichen die Angaben und Anschauungen dieser Forscher und zwar, wie sich zeigen wird, z. T. infolge allzu flüchtiger Analyse der betreffenden Gebilde, so weit von einander ab, dass es äußerst schwer hällt, den der Sache ferner stehenden Leser in Kurzem entsprechend zu orientieren, zumal sich Ref. nicht auf das Detail sondern nur auf die allerwesentlichsten von den betreffenden Autoren im Allgemeinen nicht präzis genug hervorgehobenen Fragepunkte einlassen kann. Indem Ref. kurz vorausschickt, dass Tuffen West und Simmermacher der Luftdruck- und Dewitz der Klebtheorie huldigen, während Dahl in gewissem Sinn eine später näher zu bezeichnende Mittelstellung einnimmt, wollen wir uns zunächst über die für die erstgenannte Theorie vorgebrachten Thatsachen orientieren, wobei wir uns füglich, da Tuffen West vorwiegend nur eine Beschreibung der äußern Verhältnisse der tarsalen Haftanhänge gibt, auf Simmermacher's Arbeit allein beschränken können. — Die meiste Berechtigung hat die Luftdrucktheorie offenbar für gewisse sexuelle Haftorgane nämlich für die mehr oder weniger verbreiterten Tarsen der Männchen der Dyticiden, über welche S., soweit es die äußern Verhältnisse anlangt, eine auch in phylogenetischer Beziehung wichtige sehr ausführliche vergleichende Darstellung gibt. Die Vordertarsen der genannten Schwimmkäfer z. B. von *Dyticus*, *Acilius* u. s. w. tragen auf beweglichen Stielen eingelenkte z. T. fast stecknadelkopfgroße, schüsselartige, sehr elasti-

1) Geschichte der gemeinen Stubenfliege von dem Herausgeber des Neuesten aus dem Reich der Pflanzen, herausgegeben von J. Ch. Keller, Maler in Nürnberg.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sche Chitingebilde, die dem äußern Habitus nach ganz gewiss an unzweifelhaft als Saugnäpfe wirksame Gebilden der Kopffüßler und gewisser Würmer erinnern und die auch von allen oben genannten Autoren, wie es scheint nur mit Ausnahme von Dewitz, als solche angesehen werden. Der exakte Beweis, dass hier der einseitige Luftdruck das wesentliche Agens ist, wurde indess noch nicht geliefert. Der ausgezeichnete Experimentator Plateau[1]) hat uns u. A. wohl gezeigt, dass die in Rede stehenden Organe das 12—15fache des Körpergewichts der betreffenden Käfer zu tragen vermögen, wir wissen aber nicht, was die tragende Kraft ist. Das entscheidende Experiment dürfte bei der Größe gewisser Dyticidensaugnäpfe wohl auszuführen sein. Man müsste nur nach Entfernung aller kleinen Saugnäpfe die großen (resp. nur eine) an der Seitenwand durchbohren, und dann (natürlich am lebenden Tier!) ihre Haftkraft prüfen. Aber auch auf die zweite Fundamentalfrage, wie nämlich der einseitige Luftdruck, der höchst wahrscheinlich die Hauptursache des Haftens der Dyticidenfüße ist, erzeugt wird, ist noch keine allseitig befriedigende Antwort gegeben. Bei den oben erwähnten echten Saugnäpfen der Weichtiere, der Würmer, der Stachelhäuter u. s. f. ist die Sache sehr leicht erklärt. Der Saugnapf oder die als solche funktionierenden Körperstelle wird, aber auch hier meist unterstützt von einer schleimigen Absonderung, luft- resp. wasserdicht an die Haftfläche angedrückt, worauf durch Kontraktion der in den Wänden des Saugnapfes selbst oder wenigstens an dessen Grund (Stachelhäutersaugfüße) angreifenden Muskeln der Binnenraum desselben erweitert und so der äußere Ueberdruck erzeugt wird. Nach der Darstellung Simmacher's gewinnt es nun den Anschein, als ob der Mechanismus der Dyticidensaugnäpfe insofern ein analoger wäre, als er von Muskeln spricht, die sich an die Stiele der Saugnäpfe ansetzen und eine willkürliche Bewegung derselben (in welchem Sinne und zu welchem Zweck ist allerdings nicht gesagt) ermöglichen sollen. Es heißt nämlich S. 487: „Die Bewegung der Tarsen wird vermittelt durch einen kräftigen Muskel, welcher den ganzen Fuß parallel seiner Längsachse durchzieht, am Chitinpanzer eines jeden Tarsalgliedes festsitzt und aus einzelnen Muskelfibrillen besteht .... Diese Muskeln setzen sich sowohl an dem (innern) Ende der einzelnen Stielchen, wie an der allgemeinen Wand des Chitinpanzers an und können erstere regieren.“ Ref. könnte hier auf die überaus unklare Fassung bezüglich des Ursprungs und der Insertion der fraglichen Muskeln hinweisen, hält dies aber insofern für überflüssig, als nach seiner eigenen Untersuchung, jene Gebilde, die S. als Muskel erklärt und in ganz unkenntlicher Weise abbildet, gar keine Muskeln sondern Drüsenzellen mit einem

1) Un mot sur le mode d'adherence des mâles de Dyticides aux femelles etc. Ann. de la Soc. entom. de Belgique XV. 1871—1872 p. 105.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

chitinisierten und auf das Allerdeutlichste als hohl zu erkennenden schmalen Ausführungsgänge sind[1]). Wenn aber eine Nachinnenbewegung des Saugnapfbodens durch besondere Muskeln ganz auszuschließen und wohl auch nicht anderweitige evacuirende Gewebe oder Einrichtungen im Weichkörper des Tarsus anzunehmen sind, so müssen zur Herstellung eines Saugnapfleerraums offenbar andere Kräfte wirksam sein. Als solche können angenommen werden einerseits die Elastizität des früher plattgedrückten Saugnapfs und anderseits ein von der Haftfläche weg, also ein nach außen gerichteter Zug des ganzen Haftbeins. Abgesehen davon aber, dass die Vorstellung, nach welcher das Sichfesthalten an einen Gegenstand gewissermaßen auf einer Entfernung von demselben beruhe, für uns etwas ganz Eigentümliches hat, ist diese Erklärung noch mit einer andern Schwierigkeit verbunden. Um nämlich einen äußern Ueberdruck zu erhalten ist es in diesen Fällen notwendig, dass während des Andrückens der Saugnäpfe an die Haftgäche der Inhalt derselben, sei er nun wie hier Wasser oder aber Luft, wenigstens teilweise beseitigt werde. Letzteres scheint nun allerdings an den Dyticussaugnäpfen durch die radiären von den elastischen Stützleisten gebildeten Rinnen und bei gewissen andern Formen durch die schief abgestützte Mündung der Saugbecher geschehen zu können; dem Ref. sind aber doch noch nicht alle Verhältnisse wie u. A. auch die der plattenförmigen Anhänge genügend klargestellt und er glaubt ferner, dass jedenfalls, ehe eine definitive Entscheidung möglich ist, Experimente mit künstlichen den natürlichen Saugbechern möglichst genau nachgeahmten Vorrichtungen angestellt werden müssen. Außer bei den Dyticiden hat Simmacher mehr oder weniger saugbecherartige Haare u. A. an den Vordertarsen der Männchen bei mehreren Carabiden, Cicindeliden ferner bei Necrophoras und Silpha nachgewiesen; Ref. muss aber gestehen, dass bei einigen dieser Anhänge der Nachweis, dass sie am Ende wirklich eine erweiterte Mündung haben, ganz außerordentliche Schwierigkeiten bietet. Besonders interessant sind die unzweifelhaft offenen Haarbecher gewisser Laufkäfer, insoferne das erweiterte dünnhäutige Endstück derselben wie ein Luftrohr mit einer spiralförmigen Verdickung versehen ist, die ganz dazu angethan erscheint, den zusammengedrückten Becher wieder aufzurichten. Becherartig erweiterte und offene Hafthaare kommen aber nach S. nicht nur zum sexuellen Gebrauche bei den Männchen gewisser Käfer sondern auch als Kletterorgane so z. B. bei *Hylobius*, *Timarchia*, *Lina*, *Cassida* u. s. w. vor.

---

1) Ref. möchte bei dieser Gelegenheit die Bemerkung einschalten, dass es einem angehenden Forscher wie Simmermacher, der in der feinern Insektenanatomie noch so wenig Erfahrung zeigt, nicht wohl ansteht, gegen andere verdiente Entomologen wie Dewitz, so schwere Verdächtigungen zu äußern, wie solche z. B. auf S. 507, 530 und 549 zu lesen sind.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Auffallenderweise lässt aber S. die letzteren nicht wie Tuffen West durch Luftdruck sondern bloß durch Adhäsion haftend wirken, wobei er zugleich und in Uebereinstimmung mit Dahl und Dewitz annimmt, dass diese durch das feste Andrücken der verbreiterten Haarenden an die Unterlage bewirkte Adhäsion noch durch die aus den Röhrchen tretende Flüssigkeit bedeutend verstärkt wird. An dieser Stelle möchte Ref. einschalten, dass, wie schon die oben erwähnte Anwesenheit zahlreicher Drüsen im männlichen Dyticidenfuß schließen lässt, wohl auch das Haften der betreffenden durch Luftdruck wirksamen Saugnäpfe durch ein vom Fuß abgesondertes Sekret unterstützt werden dürfte, was Simmermacher ganz positiv in Abrede stellt, indem er S. 529 sagt: „Die Befestigung der Röhrchen (der Bockkäfer) wird bewirkt durch Einlenkung wie bei den Carabiden, Dyticiden und Silphiden, so dass (!) also aus ihnen kein Sekret austritt, sondern sie lediglich als Saugapparate wirken ohne durch Feuchtigkeit unterstützt zu werden."

Die Ausmündung der tarsalen Dyticidendrüsen geschieht aber wahrscheinlich nicht durch den Stiel des Saugnapfes, der zwar an der Wurzel keineswegs wie S. behauptet, abgeschlossen ist, sondern durch die Simmermacher entgangenen kleinen runden Poren, welche in Form eines zierlichen Kranzes die Basis der chitinösen Stieltasche umgeben[1]). Indem wir nun zum Haftproblem der Kletterfüße zurückkehrend zunächst noch die wichtige Thatsache vorausschicken, dass sämtliche Autoren beobachten konnten, dass beim Klettern eine vom Fuß selbst stammende Flüssigkeit ausgeschieden wird, wollen wir noch in gedrängtester Kürze die Hauptpunkte angeben, in welchen dieselben von einander abweichen.

Vor allem sei erwähnt, dass S. allerdings in höchst unklarer Weise (S. 543) die Anschauung ausspricht, dass speziell die Fixierung der sogenannten Haftlappen, wie sie sich am ausgeprägtesten bei den Fliegen finden, nicht nur durch die Adhäsion und Befeuchtung, sondern zugleich auch durch Luftdruck erfolge. Nachdem aber Dahl in Uebereinstimmung mit Dewitz konstatiert hat, dass u. A. bei Vespa crabro und Locusta unter dem kletternden Fuß keine Spur eines ringsum abgeschlossenen Hohlraums zu sehen ist, kann von einer Saugwirkung der Haftlappen wohl kaum mehr die Rede sein. Die zweite Hauptdifferenz speziell zwischen Simmermacher und Dewitz ist dann die, dass Letzterer der beim Klettern ausgeschiedenen Flüssigkeit eine klebende Eigenschaft zuschreibt, während ersterer dieselbe entschieden in Abrede stellt. Nach des Ref. Meinung wären zur Schlichtung des Streites zunächst Versuche darüber anzustellen, welches Gewicht die Adhäsionskraft einer nicht klebrigen sondern

1) S. stellt die ganze Tasche des Saugnapfstieles von eckigen Löchern durchbrochen dar.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bloß befeuchteten Fläche von der Größe der Summe der Haftflächen eines Insektes zu tragen vermöge. Wenn aber auch ein nichtklebriges Adhäsionssekret ausreichte, kann ein durch die Klebrigkeit der Ausscheidung bedingtes Plus an Tragkraft ja doch von Nutzen sein. Wohl mit Fug und Recht weist Dewitz darauf hin, dass die zu ähnlichem Zwecke entleerten Sekrete gewisser Insektenlarven und weichleibiger Wirbellosen wie z. B. der Schnecken, der Hydra u. s. f. entschieden etwas klebrig sind, ohne dass die betreffenden Tiere deshalb Gefahr laufen, wenn sie an einer Stelle länger verweilen, förmlich festgeleimt zu werden. — Was endlich die Stellung Dahl's betrifft, so charakterisiert sich dieselbe einmal dadurch, dass er bei gewissen zumal sexuellen Hafthaaren z. B. auch bei Silpha wirkliche Saugwirkung anzunehmen scheint und dann noch dadurch, dass er die flüssige Ausscheidung des Kletterfußes nicht als ein Drüsensekret sondern als durch die Haut ausgeschwitztes Blut betrachtet. Abgesehen davon aber, dass das Haftsekret nach seiner eigenen Erfahrung nicht wie Blut mit Wasser, wohl aber mit Oel mischbar ist, muss diese Anschauung auch insofern entschieden zurückgewiesen werden, als an vielen jener Hafthaare, die er für geschlossen ansieht, sowohl von Dewitz als von Simmermacher deutliche zur Entleerung des Sekretes hinreichende Oeffnungen nachgewiesen sind. Insbesondere muss Ref. betonen, dass die Sohle des Locustafußes nicht, wie Dahl behauptet, aus soliden Stäbchen besteht und also wie eine Bürste haftend wirkt, sondern dass die betreffende Chitinhaut von sehr dicht stehenden Kanälen durchsetzt ist, die sich gegen die Oberfläche hin pinselartig verzweigen und im furchenartig vertieften Umkreis einer meist 6maligen Oberflächenfacette ausmünden.

Ref. schließt mit dem Wunsche, dass die mehrgenannten deutschen Fachgenossen den Gegenstand noch eingehender erforschen und dass sich zumal die gegenwärtig noch herrschenden schroffen Gegensätze zwischen Dewitz und Simmermacher bald ausgleichen mögen.

J. Cohnstein und N. Zuntz, Untersuchungen über das Blut, den Kreislauf und die Atmung beim Säugetierfötus.

(Aus d. tierphysiol. Laborat. d. landw. Hochschule zu Berlin. Arch. f. d. ges. Physiologie Bd. 34.)

Unsere Kenntnis der Ernährung und der physiologischen Lebensbedingungen des Fötus im Mutterleibe reicht kaum über das Gröbste der qualitativen Vorgänge hinaus. — Was bisher über die quantitativen Verhältnisse des fötalen Stoffwechsels, verglichen mit dem des geborenen Tieres ausgesagt wurde, beruht nur auf ziemlich unsicheren Analogieschlüssen, welche zu mehr oder weniger wahrscheinlichen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1884-1885

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Graber Veit (=Vitus)

Artikel/Article: Ueber die Mechanik des Insektenkörpers. 560-570