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

Entomologische Blätter

Zeitschrift für Biologie und Systematik der Käfer
unter besonderer Berücksichtigung der Forstentomologie.

Herausgegeben von H Bickhardt, Cassel, unter Mitwirkung von Dr. Karl Eckstein, Professor an der Forstakademie zu Eberswalde, F. Heikertinger, Wien, Wilh. Hubenthal, Bufleben bei Gotha, R. Kleine, Stettin, Walter Möhring, Nürnberg, Edmund Reitter, kaiserlicher Rat in Paskau, H. Strohmeyer, kaiserlicher Oberförster in Münster (Els.), Rudolf Trédl, Skrad, Dr. med. L. Weber, Geheimer Sanitätsrat in Cassel.

Verlag: Fritz Pfenningstorff, Berlin W 57.

30. März 1917. | Nr. 1—3. | 13. Jahrgang.

Die Lebenserscheinungen der Käfer.

Von Geh. Sanitätsrat Dr. L. Weber.

Kapitel III.

Die Atmung.

Die Atmung der Käfer ist, wie die aller Insekten, eine Hautatmung. Wenn Blunk[1]) sagt: „*Dytiscus* atmet durch Lungen", so ist dies selbstverständlich so zu verstehen, daß die „Integumentlungen" in Gegensatz stehen zu den „Darmlungen" der Wirbeltiere. Die Atmung vermittelt die Zufuhr von Sauerstoff zu den Geweben und die Abgabe von Kohlensäure, also die Gasernährung, den Gasstoffwechsel. Da nun die Käfer im entwickelten Zustande eine starre Kutikula besitzen, so bestehen, um die Hautatmung zu ermöglichen, Einstülpungen der Oberhaut in den Körper, und zwar in einem so vollkommenem Maße, daß alle inneren Teile von den ungeheuer zahlreichen Verzweigungen dieser Einstülpungen versorgt werden und daß somit ein komplizierteres Blutgefäßsystem, durch welches der Gasaustausch in den Geweben vermittelt wird, nicht zur Ausbildung kommt. Die luftzuführenden Hauteinstülpungen heißen Tracheen, die mit ihnen in Verbindung stehenden Öffnungen an der Körperoberfläche Stigmata oder Spiracula. Solcher Öffnungen finden sich bei den Imagines in der Regel 10 Paare vor, und zwar 2 am Thorax, 1 dem Pro- und 1 dem Mesothorax zugehörig, sowie 8 am Hinterleib. Bei Käfern mit konzentriertem, weniger frei gegliedertem Hinterleib ist an diesem die Zahl der Stigmenpaare reduziert. So besitzt z. B. *Hister* nur

[1]) Blunk, Das Leben des Gelbrands (*Dytiscus* L.). Zool. Anz. 1916, Bd. 46, Nr. 9 u. 10. (Eine vorzügliche biologische Darstellung!)

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

5 Paare, das 5. liegt allerdings recht versteckt, ist aber deutlich von mir nachgewiesen[1]). Auch die Coccinelliden weisen nach Verhoeff[2]) am Abdomen nur 5 Stigmenpaare auf, hinter dem 5. Stigma treten indes noch 3 büschelartige Verzweigungsstellen am Haupttracheenlängsrohre auf. Die 2 thorakalen Paare liegen meistens verdeckt, es ist mitunter schwer zu sagen, zu welchem Thoraxabschnitt sie gehören und in den beschreibenden Handbüchern werden sie mit Stillschweigen übergangen. Escherich[3]) rechnet sie im allgemeinen zu Meso- und Metathorax, während Alt[4]) bei *Dytiscus* das 1. Stigma bestimmt dem Prothorax, das 2. dem Mesothorax zurechnet, weil es die Tracheen für die Flügel und das 2. Beinpaar liefert. Das 1. Abdominalstigma ist meist eng dem Metathorax angegliedert, mit der hinteren Metathorakalleiste, dem sog. Tritophragma, verwachsen und gewöhnlich das größte. So ist das bei Kolbe[5]) abgebildete 3. Brststigma von *Staphylinus pubescens* als dem Abdomen zugehörig zu bezeichnen, wenn es auch, wie Künneth[6]) meint, physiologische Beziehungen zum thorakalen Tracheensystem haben mag. Die meisten Käferlarven, soweit sie darauf untersucht sind, besitzen nur ein ausgebildetes Stigmenpaar am Thorax, wie schon Dufour[7]) sagt, und 8 abdominale Paare. *Carabus*[8]) besitzt als Larve 2 thorakale Stigmata, ein ausgebildetes vorn am Mesothorax und ein rudimentäres vorn am Metathorax gelegen, die *Dytiscus*-Larve ein ausgebildetes mesothorakales Stigma, während das zweite metathorakale auf dem Stadium der Anlage (des Stigmenhalses) stehen geblieben ist. Im Laufe der Entwicklung zur Imago sehen wir hier also eine Verschiebung der Stigmen nach vorn eintreten. Auch die Larven der Telephoriden besitzen, soweit unsere Kenntnis reicht, zwei thorakale Stigmen, je eins am Meso- und Metathorakalring, das metathorakale ist, wie bei *Dytiscus*, ohne den Verschlußapparat des ersteren. Die Larve von *Necrodes littoralis* besitzt ein Stigma, welches schornsteinförmig erhaben deutlich dem hinteren Abschnitt des ersten Thoraxrings angehört und ein rudimentäres mesothorakales. Bei den Larven der Cerambyciden

---

[1]) Ganglbauer glaubte nur vier Paare annehmen zu dürfen. Die Käfer von Mitteleuropa, Wien 1899, Bd. III, p. 350.

[2]) Verhoeff, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Abdomens der Coccinelliden. Arch. f. Naturgesch. 1895, Bd. I, Heft 1, p. 71.

[3]) Escherich, Die Forstinsekten Mitteleuropas, 1914, Bd. I, p. 72.

[4]) Alt, Über das Respirationssystem von *Dytiscus marginalis*. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XCIX, p. 360.

[5]) Kolbe, Einführung in die Kenntnis der Insekten, Berlin 1893, p. 501. Vgl. auch: F. Künneth, Die Stigmenversorgung des Insektenthorax. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1914, Bd. CXII, Heft 1.

[6]) l. c.

[7]) Dufour, Note sur la composition segmentaire de quelques larves de Coléoptères. Extr. des Ann. de la Soc. ent. de France, 2. Série, 1843, Tome I, 3 Trim.

[8]) Ich untersuchte die Larven von *Carabus coriaceus* (II. Stadium) und *Carabus catenulatus* (III. Stadium).

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

(z. B. *Ergates faber*, *Rhesus serricollis*, *Spondylis buprestoides* usw.) ist nur ein Stigma vorhanden, doch ist dies in deutlicher Weise an den vorderen Abschnitt des Mesothorax gerückt. Dieselbe Lage des Stigmas finden wir u. a. bei den Larven der Buprestiden, Meloiden (Triungulinusform derselben, bei *Sitaris*, *Zonabris*[1]), ferner Tenebrioniden und Curculioniden (*Hylobius*, *Pissodes*, *Cryptorrhynchus*, *Balaninus* usw.). Dagegen zeigen die Larven der Oedemeriden, ferner die von Lucaniden und Scarabaeiden, sowie Passaliden ein ausgesprochen prothorakales Stigma, wie die Abbildungen von Schiødte[2]) bei *Xylotrupes Gideon* L., *Parastasia confluens* Westw., *Osmoderma eremita* L., *Geotrupes stercorarius* L., *Platycerus caraboides* L., *Sinodendron cylindricum* L. sehr deutlich lehren. Auch bei der Larve von *Lucanus cervus* L. finde ich die gleiche Lage[3]). Am Abdomen der Larven sind, wenn nicht besondere Anpassungen an die Lebensweise vorliegen, soweit mir bekannt, fast regelmäßig acht Stigmenpaare vorhanden. Wir finden also bei diesen Larven im Gegensatz zum holopneustischen Typus, bei dem drei offene Thorax- und acht offene Abdominalstigmenpaare vorhanden sein müßten, den sog. „peripneustischen Atemtypus" vor, bei welchem das vorderste Stigmenpaar und die Abdominalstigmen vorhanden sind. Eine wahre Holopneustie kommt bei Käfern (Imagines und Larven) meines Wissens nach nie vor, auch die von Haase[4]) angeführten „holopneustischen" Larvenformen besitzen nur zehn offene Stigmenpaare statt elf[5]). Übergänge zum „amphipneustischen Typus" finden wir bei Larven, welche im Mulme leben und bei denen das letzte Abdominalstigmenpaar das größte und wesentlich funktionierende ist. Der eigentliche „amphipneustische Typus" ist wasserbewohnenden Larven eigentümlich. So spielen bei *Dytiscus*-Larven vor der dritten Häutung, wo sich die anderen erst öffnen, nur die beiden letzten abdominalen und das erste prothorakale Stigma eine Rolle für die Atmung, wie dies auch bei der erwachsenen Larve von *Hydrophilus* noch der Fall ist. *Dytiscus*- und *Hydrophilus*-Larve sind also nicht, wie Kolbe[6]) angibt, „metapneustisch". Als „apneustisch" wird das geschlossene Tracheensystem einiger wasserbewohnender Larven, über das bei der Anpassung an das Wasserleben weiter berichtet wird, bezeichnet.

---

[1]) Vgl. die Abbildungen bei Beauregard, Les Insectes Vésicants. Paris 1890.

[2]) Schiødte, De metamorphosi Coleopterorum Observationes. Entom. Tidskrift, Kopenhagen 1861—1883.

[3]) Kolbe l. c. p. 117 erklärt die Lage der Stigmen aus Beziehungen zu phylogenetisch älteren Komplementärsegmenten und demgemäß hält er die Annäherung der Stigmen an den Mesothorax für das ursprüngliche Verhältnis, die Annäherung an den Prothorax für eine Entfernung von demselben.

[4]) E. Haase, Holopneustie bei Käfern. Biol. Centralbl. 1887, Bd. VII, Nr. 2.

[5]) Kein Insekt besitzt übrigens mehr als zehn Stigmenpaare. Vgl. J. A. Palmén, Zur Morphologie des Tracheensystems. Helsingfors 1877, p. 107.

[6]) l. c. p. 524.

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

Über die Anordnung der Stigmen bei den Puppen ist, auch bei Berlese[1]), nichts veröffentlicht. Bei der Puppe eines exotischen Cerambyciden finde ich ein auf der Grenze zwischen Pro- und Mesothorax gelegenes Stigma und die üblichen acht abdominalen Stigmen, von denen das erste das größte ist. Die folgenden nehmen an Größe ab. Die Lage der Stigmen am Abdomen ist bei den Imagines eine mehr dorsale, den Seiten der weichhäutigeren Tergite, die von den Flügeldecken bedeckt sind, genäherte. Bei Formen mit freiliegendem Abdomen liegen sie mehr seitlich in den Pleurenhäuten. Bei einer Lampyridenlarve aus Borneo finde ich die Stigmen, auch das dem zweiten und dritten Thorakalringe entsprechende ventral gelagert.

Die Tracheen sind in der Weise angeordnet, daß wir im Prinzipe zwei Längsstämme unterscheiden, die dadurch zustande kommen, daß die von den seitlichen, den einzelnen Segmenten entsprechenden paarigen Stigmen, welche, wie gesagt, bei den Imagines der Käfer meist etwas nach der dorsalen Seite hinrücken, wo sie unter den Elytren Schutz finden, ausgehenden queren Stämme sich durch Längskommissuren verbinden. Die Längsstämme sind bisweilen, wie bei *Melolontha*, in einen oberen und unteren, segmentweise Verbindungen zeigenden Strang geteilt und zeigen sich durch Querkommissuren ebenfalls segmentweise verbunden, so daß durch die kollateralen Luftbahnen eine Versorgung beider Körperhälften mit Luft infolge dieser Verbindung besteht. Bei der Larve einer exotischen *Cybister*-Art finde ich die Längsstämme segmentweise spindelförmig aufgetrieben. Von den Stigmen gehen nun sich in zahlreiche verästelte kleine Stämme auflösende Luftröhren aus, welche die einzelnen Organe umspinnen und die Eingeweide in ihrer Lage fixieren. Bei *Melolontha* gehen die feineren Verzweigungen von den Längsstämmen aus.

Die einzelnen Tracheen zeigen einen einfachen, der Hauteinstülpung entsprechenden Bau, eine Basalmembran, ein dem Hautepiderm entsprechendes Epithel mit aufgelagerter schwacher Chitinintima, welche sich in spiralig angeordneten Falten erhebt, so daß sie eine gewisse Elastizität bei dem runden Querschnitt der Luftröhren gewährleistet. Diese Bildung wird in älteren Schriften als selbständiger „Spiralfaden" bezeichnet, sie ist indes nur durch festere Chitinisierung von den Zwischenfalten unterschieden[2]). Bei Fliegern, die einen voluminösen Körper besitzen, wie die Lamellikornier, oder bei den ein sehr derbes Hautskelett besitzenden Buprestiden, sitzen den Tracheen sog. Luftsäcke auf, d. h. blasenartige Ausstülpungen ohne Spiralfalte. Als relativ gute Flieger besitzen *Dytiscus*, *Cybister* u. a. besonders mächtige Luftsäcke im Meso- und Metathorax, die nur beim Fliegen in Gebrauch kommen. Große Luftvorratskammern besitzt auch der an Meeresküsten vorkommende und lange Zeit unter Wasser

---

[1]) Berlese, Gli Insetti. Milano 1909.
[2]) Deegener in Schröders Handbuch der Entomologie.

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

verweilende Laufkäfer *Aëpus Robini* Laboulb. im Hinterleib in Verbindung mit dem letzten Stigma[1]). Die Bedeutung dieser Luftsäcke ist bei Fliegern dieselbe, wie die der Luftsäcke der Vögel, sie speichern bei der Füllung, man denke an den „zählenden" Maikäfer oder an den abfliegenden *Dytiscus*, welcher nach Blunk[2]) 1—2 Minuten zum Aufpumpen der Luft braucht, einen gewissen Luftvorrat auf, da beim raschen Fluge die Stigmen des Hinterleibs nach Burmeister[3]) geschlossen gehalten werden. Die Ähnlichkeit mit dem Atemmechanismus der Vögel wird noch größer, wenn man annimmt, daß bei raschem Fluge die Thoraxstigmen offen bleiben und durch Gegenstrom Luft in die Luftsäcke eingepreßt wird. Luftsäcke sind auch bei dem fliegenden ♂ von *Lampyris* vorhanden, fehlen aber dem sitzende Lebensweise führenden, flügellosen ♀. Die Tracheen des Abdomens versorgen zu einem Teile die Muskeln des Rückenhalbrings, ein zweiter Teil die Eingeweide, den Fettkörper, und zwar diesen besonders zahlreich, die von den beiden letzten Stigmen ausgehenden den Genitalapparat, eine dritte Partie die nervösen Zentralorgane (Bauchnervenstrang) und die Muskeln des Bauchhalbrings. Der Kopf wird von zwei oberen und zwei unteren, von den Längsstämmen ausgehenden Tracheen versorgt. Auch in die Kopulationsorgane ziehen paarige Tracheenäste ein. Über die Einzelheiten der Tracheenverzweigungen sei auf zwei Hauptarbeiten hingewiesen, die von Straus-Dürckheim[4]) und die neuere von Alt[5]), von denen die erste den Typ eines luftbewohnenden Polyphagen (*Melolontha*), die zweite den eines wasserbewohnenden Adephagen (*Dytiscus*) behandelt, da hier nur eine orientierende Übersicht über den Bau des Atmungsapparates gegeben werden soll. Über die Endigungen der Tracheen, welche keine Spiralfaden mehr aufweisen, sind die Ansichten noch geteilt. Für die Käfer liegen keine neueren Untersuchungen vor. Nach Cajal (1888) anastomosieren bei *Hydrophilus* die sog. Tracheenkapillaren (die feinsten Endverzweigungen) in den Muskeln untereinander. Die Tracheenendigungen in den Malpighischen Gefäßen scheinen nach Schneider (1902) geschlossen zu endigen, Anastomosen waren nicht festzustellen. Auch die den Fettkörper versorgenden Kapillaren sollen nicht in die Zellen desselben eindringen, was Thulin (1908) dagegen für *Ergates faber* behauptet.

Genauer studiert sind die Stigmata (Atemlöcher) mit ihrem Verschlußapparat. Die Atemlöcher stellen seltener kreisrunde, meist elliptische, bei Thoraxstigmen mitunter etwas schornsteinartig

---

[1]) Vgl. die Abbildungen nach Miall bei Henneguy, Les Insectes, Paris 1904, p. 105.

[2]) H. Blunk, l. c.

[3]) Burmeister, Handb. d. Ent., Berlin 1832, Bd. I, p. 320.

[4]) Hercule Straus-Dürckheim, Considérations générales sur l'Anatomie comparée des Animaux articulées, aux quelles on a soint l'Anatomie descriptive du *Melolontha vulgaris* (Hanneton). Paris 1828.

[5]) Alt, l. c.

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

durch Chitinverstärkung vorgetriebene Öffnungen in der Kutikula vor, welche von einem chitinigen Ring (Peritrem) eingefaßt sind. Der Öffnungsspalt ist entweder median gelegen oder seitlich verschoben. In dem an das Stigma anschließenden Stigmenhals finden sich isolierte oder verzweigte Haare, welche einen Filterapparat gegen Staub, Schmutzteilchen usw. bilden und bei solchen Käfern, welche äußeren Insulten genannter Art ausgesetzt sind infolge ihrer Lebensweise, stärker entwickelt sind. Ein Stigmenverschluß erfolgt vielleicht auf reflektorischem Wege. Auch in den großen Tracheenstämmen von Lampyriden finden sich nach Gerstäcker frei in das Lumen proximal mit der Spitze gerichtete Chitinborsten, bei *Procrustes coriaceus* nach Leydig zwischen den Spiralwindungen der Intima kleine, diese schneidende Vorsprünge. Sind die Verzweigungen der Haare miteinander verbunden, so entstehen siebartige Bildungen, wie bei Scarabaeidenlarven (Spiracula cribraria) n. Schiødte. Weiter nach innen folgt der eigentliche Verschlußapparat. Er setzt sich nach Alt bei *Dytiscus* durch die röhrenförmige Stigmengrube an das Peritrem an, wodurch das Endstück mit dem Stigma von dem Tracheenaste gesondert erscheint. Eine starke Falte der Stigmengrube läßt hier drei Teile erkennen, das Verschlußband, den Verschlußkegel und den Verschlußhebel. Der Verschlußhebel setzt sich an einen Verschlußbügel an, der den Tracheenanfang darstellt. An der frei ragenden Spitze des Verschlußkegels sitzt ein Verschlußmuskel an. Bei Kontraktion des Verschlußmuskels wird der Verschlußkegel der Stigmengrube genähert, der Hebel drückt den Bügel vor sich her nach der gegenüberliegenden Wand der Stigmengrube und der Spalt am Grunde der Trachee wird verschlossen. Von der Darstellung Kranchers[1]) weicht diese Darstellung nach Alt insofern ab, als Krancher den Verschlußmuskel

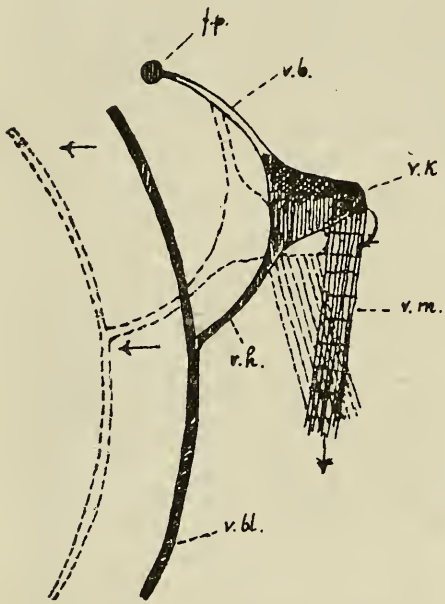


Fig. 1. Schema des Stigmenverschlußmechanismus nach Alt.

v.k. = Verschlusskegel.
v.h = Verschlusshebel.
v.bl. = Verschlussbügel.
v.b. = Verschlussband.
v.m. = Verschlussmuskel.

[1]) Krancher, Der Bau der Stigmen bei den Insekten. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1881, Bd. XXXV. Vgl. auch: Landois und Thelen, Der Tracheenverschluß bei den Insekten. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1867, Bd. XVII.

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

an der „Trachee" ansetzen läßt. Über die Art und Weise des Stigmenverschlusses bestehen zurzeit übrigens noch verschiedene Kontroversen, besonders über die Frage, ob besondere öffnende Muskeln in einzelnen Fällen vorhanden sind, wie solche von Heinemann an den distalen Abdominalstigmen von *Pyrophorus*, von Sörensen bei den Larven von Buprestiden und Cerambyciden, von Böving bei der Larve von *Hister unicolor* und *Donacia*-Larven beschrieben wurden. Am zweiten Thorakalstigma findet Alt bei *Dytiscus* einen besonderen Verschluß, einen Lippenverschluß, der dem Quetschverschluß der übrigen Stigmata gegenübergestellt wird.

Die Atmung der Imagines der Käfer erfolgt nun in der Weise, daß durch eine Kontraktion der lateral im Abdomen liegenden, die Rückendecke herabziehenden Muskeln (Musculi transversales abdominis), ev. unter Zuhilfenahme von Thoraxmuskeln (Musculus exspirator metathoracis) die Luft bei offenen Stigmen aus dem Körper ausgepreßt wird (Exspirationsphase), worauf durch die Elastizität des Körperinnern, die wohl hauptsächlich durch die elastischen Tracheenzweige bedingt ist, die Ausdehnung der Tracheenstämme (Inspirationsphase), wie man am lebenden *Cybister* durch die durchsichtige Rückenhaut erkennen kann, erfolgt. Die Atmung wird also im Gegensatz zur Atmung der Säugetiere durch eine sehr kräftige aktive Exspiration eingeleitet, die Wiederausdehnung, welche die Luft einzieht, erfolgt passiv viel langsamer. Die Zusammenziehung des Abdomens erfolgt in dorsoventraler Richtung und ist da am ausgiebigsten, wo weichhäutigere Tergite von den Elythren geschützt sind, während starre Tergite sich in der Form kaum ändern. Plateau[1]) unterscheidet bei den Käfern drei Typen. Beim ersten werden bei der Exspiration die Tergite abgeplattet und die mediane Portion steigt tiefer herab als die Ränder, beim zweiten senken sich die seitlichen Partien herab, während die mediane Partie sich vorwölbt (Weichkäfer: *Telephorus*), beim dritten senken sich die seitlichen Partien der Tergite und die Mittelpartie hebt sich durch eine Rinne getrennt in die Höhe (Beispiele: *Clytus*, *Coccinella*). Sind die letzten Tergite stark chitinisiert und frei-

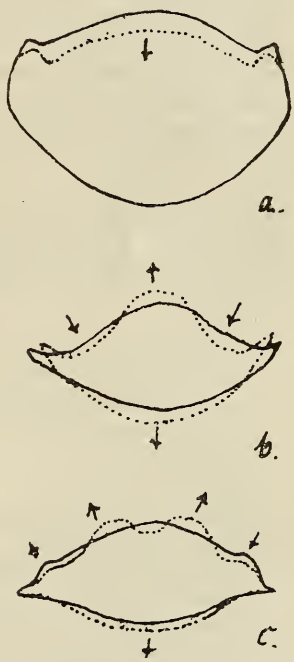


Fig. 2. Vertikale Abdominalstellung bei der Exspiration nach Plateau.

[1]) F. Plateau, Recherches expérimentales sur les mouvements respiratoires des Insectes. Bruxelles 1884.

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

liegend, so nehmen sie an der Exspiration keinen Anteil (*Hister*) oder die Atembewegungen sind, wie schon Rathke[1]) bei Kurzflüglern (*Staphylinus*) beobachtete, wesentlich am Metathorax bzw. erstem Abdominalsegment deutlich, während z. B. bei Caraben sieben proximale Segmente an der Atmung teilnehmen. Die Atmung erfolgt im allgemeinen in den Segmenten gleichzeitig, eine Wellenbewegung (und zwar ganz unregelmäßig nach eigner Beobachtung bei *Coccinella 7-punctata*) findet nur inspiratorisch bei den Coccinelliden statt, wobei die proximalen Segmente eine größere Amplitude als die distalen zeigen[2]). Ferner können sich mit den Atembewegungen Oszillationen des Abdomens in der Vertikalebene im ganzen kombinieren, wie auch ein wellenartiges Ausdehnen des Hinterleibs von vorn nach hinten bei *Onthophagus* synchron mit den Atembewegungen beobachtet wurde. Bei Elateriden oszilliert nur das Ende des Hinterleibs. Am Brustkorb sind im allgemeinen beim stillsitzenden Käfer Kontraktionen nur bei starker Projektion im Metathoraxbezirk zu bemerken. Camerano sah selbständige Thoraxbewegungen am Metathorax von Carabiden und Dytisciden, Heinemann am isolierten Prothorax vom Cucujo. Die Verminderung des vertikalen Durchmessers des Abdomens bei der Exspiration ergab Plateau folgende Zahlen:

Melolontha vulgaris . . .	$^1/_6$—$^1/_7$	im	3. Segment
Hydrophilus piceus . . .	$^1/_7$—$^1/_9$	„	2. „
Cicindela hybrida	$^1/_7$—$^1/_{10}$	„	2. „
Chlorophanus viridis . . .	$^1/_{10}$	„	3. und 4. Segment
Corymbites latus.	$^1/_{10}$	„	3. Segment
Oryctes nasicornis	$^1/_{10}$	„	3. „
Onthophagus nuchicornis .	$^1/_{11}$	„	3. „
Crioceris merdigera . . .	$^1/_{11}$	„	3. „
Staphylinus pubescens . .	$^1/_{15}$	zwischen	Meso- u. Metathorax
Tenebrio molitor.	$^1/_{16}$	„	2. und 3. Segment
Clytus arietis	$^1/_{18}$	„	3. Segment
Colymbetes fuscus	$^1/_{18}$—$^1/_{20}$	„	2. bis 4. Segment
Trichius abdominalis. . .	$^1/_{20}$	„	2. Segment
Staphylinus caesareus . .	$^1/_{20}$—$^1/_{50}$	„	2. „
Dytiscus marginalis . . .	$^1/_{22}$	„	3. „
Staphylinus olens	$^1/_{25}$	„	Metathorax
Donacia simplex	$^1/_{25}$	„	2. Segment
Carabus auratus.	$^1/_{26}$	„	4. „
Chrysomela staphylaea . .	$^1/_{30}$	„	2. „

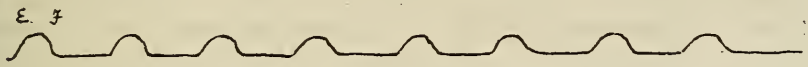
---

[1]) H. Rathke, Anatomisch-physiologische Untersuchungen über den Atmungsprozeß der Insekten. Schrift. d. Phys.-Ökon. Ges. zu Königsberg, 1861, Jahrg. 1, Heft II, p. 99ff.

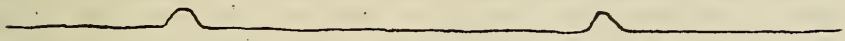
[2]) Über die Methodik der Untersuchungen über die Atembewegungen des Tracheaten siehe Babák, Die Mechanik und Innervation der Atmung in Wintersteins Handb. d. vergl. Physiol., Bd. I, 1. Hälfte, p. 387ff.

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

Die Zahl der Atemzüge beträgt nach der alten Angabe von Sorg[1]) beim Hirschkäfer 20—24, ebensoviel beim Maikäfer nach Burmeister, die Larve von *Acilius sulcatus* atmet regelmäßig 20—30mal in der Minute, während Babák am ungereizten *Dytiscus* in der Luft nur 4—5 Atemakte, aber auch oft nicht einmal 1 Atemakt in der Minute, beobachtete. Die seltenen Atemakte bei *Dytiscus* bilden oft gleichsam eine langgezogene Atemperiode mit Pausen zwischen solchen Perioden von 5 Minuten und mehr Dauer. Die Puppe von *Dytiscus circumflexus* atmet kurz vor dem Ausschlüpfen 28mal. Wo Luftsäcke vorhanden sind, welche vor dem Auffliegen gefüllt werden müssen, ist die Atmung wegen Einziehung von Komplementärluft eine intensivere und häufigere, wie bei *Dytiscus*, welcher eine andere Einstellung wieder nötig hat, um die Atmung dem Aufenthalt im Wasser anzupassen. Atempausen sah Plateau nur in der Inspirationsphase,



Atemrhythmus von *Dytiscus* in der Luft (nach Babák).



Atemrhythmus von *Dytiscus* unter Wasser (nur zum Zwecke der Luftdurchmischung in den Tracheen).

Fig. 3.

und zwar regelmäßig bei *Hydrophilus* in Ruhe, *Melolontha* nur im Erschöpfungszustand, *Colymbetes fuscus*, *Crioceris merdigera*. Mehr oder minder lange Inspirationspausen wurden auch bei *Dytiscus* in Freiheit, *Melolontha*, *Geotrupes*, *Tenebrio*, *Corymbites*, *Chlorophanus* bemerkt. Ob ein einheitliches nervöses Atemzentrum existiert, ist fraglich, die einzelnen Segmente atmen nach Abtrennung des Kopfes für sich, es existieren vielleicht metamere Atemzentren, die jedoch einer Regulation durch die Kopfganglien bzw. das Metathorakalganglion unterstehen[2]). Den Einfluß des Willens kann man aus dem Verhalten des Maikäfers vor dem Abflug erkennen. Mit der willkürlichen dorsoventralen Kompression des Abdomens ist zugleich eine Streckung in longitudinaler Richtung bemerkbar. Bei den Larven scheint die Atmung besonders bei der Bewegung, d. h. beim Zusammenziehen und Wiederausdehnen der Segmente in Tätigkeit zu kommen. Das Strecken des Körpers kann dann eine Exspiration, das Zusammenziehen eine

[1]) Sorg, Disquisitiones physiologicae circa respirationem Insectorum et vermium. Rudolstadtii 1805.

[2]) Vgl. Babák, l. c.

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

Inspiration zur Folge haben (Zieharmonikawirkung), auf alle Fälle wird eine gründliche Luftdurchmischung erfolgen. Ein solcher Mechanismus kommt den Imagines (nach Plateaus Untersuchungen mittelst Projektionsmethode bei *Hydrophilus*) nicht zu, da hier eine Bogenbewegung des Abdomens um ein am hinteren Rand des Metathorax liegendes Zentrum stattfindet mit Einsenkung der Partie zwischen 1. und 2. Tergit bei der Exspiration und Hochwölbung bei der Inspiration. Einige Schwierigkeit für die Erklärung des Gaswechsels macht der Umstand, daß die Luft auch in relativ starre Teile, wie Fühler, Beine, die „Adern" der Flügel eindringen muß, was nach der bisherigen Darstellung unmöglich erscheinen könnte. Auf diese Schwierigkeit wies schon Graber[1]) hin. Man kann sich recht gut mit Grabers Ansicht vorstellen, daß der Hinterleib hier auch als Druckwerk, der neue Luft in die starren Teile hineinpreßt, wirken kann, wenn man eine Phase annimmt, wo die Verengerung der Leibeshöhle bei geschlossenen Stigmen erfolgt, auf die dann erst nach Öffnung der Stigmen die Ausatmung erfolgt. Von einer solchen Phase ist schon bei Straus-Dürckheim[2]) die Rede, Babák hat indes bei seinen Registrationsversuchen bis jetzt nichts feststellen können, so daß die Frage wohl noch nicht völlig entschieden ist. Auch bei der Ausstülpung der Kopulationsorgane, besonders der Rutenblase, spielt der erhöhte intraabdominelle Druck bei gefüllten Tracheen eine große Rolle, wie wir in Kapitel „Fortpflanzung" sehen werden. Der Tracheenverschlußapparat gewinnt hierdurch eine besondere Bedeutung.

Die vitale Kapazität des Atmungsapparats ist bei ausgesprochenen Fliegern selbstverständlich am größten, geringer bei mehr seßhaften Formen. Nach Dubois-Reymond verzehrt ein einziger *Dytiscus* in 72 Stunden den Sauerstoffgehalt von 50 ccm Luft. Im Ruhezustande, Sommerschlaf, Winterschlaf, der Puppenruhe ist der Atmungsprozeß ein wesentlich verlangsamter. In Mulm lebende Käferlarven können in dicht verschlossenen Gläsern ein Jahr lang leben, dagegen wirken irrespirable Gase, besonders in Verdünnung, wenn kein reaktiver Tracheenverschluß erfolgt, rasch tödlich, ebenso Verstopfung der Atemlöcher mit Öl, während in Wasser untergetauchte Käfer lange am Leben bleiben können, so z. B. *Agelastica alni* nach Kolbe 72 Stunden. Wasserkäfer gehen nach künstlichem Untertauchen, wie schon Plateau bei anderen Wasserinsekten auch nachwies, eher ein, als Landkäfer. Anderseits zeigten sich nach Deibel (1911) *Donacia*-Larven, die den Sauerstoff aus Pflanzen entnehmen, erstaunlich widerstandsfähig. So gingen von in sauerstofffreiem ausgekochtem Wasser gehaltenen fünf Versuchstieren zwei erst nach 17 Tagen ein. Jeder Sammler, welcher im Frühjahr Genist aus dem Wasser gefischt hat,

---

[1]) V. Graber, Die Insekten. I. Der Organismus der Insekten. München 1877, p. 364.

[2]) l. c. S. 322.

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

weiß, wie bald die erstarrten, unter Wasser befindlichen, bei Überschwemmungen mitgespülten Landbewohner, ins Trockene gebracht, wieder aufleben.

Die Entfaltung des Tracheensystems erscheint an die Luftatmung und somit an den Aufenthalt außerhalb des Wassers geknüpft. Die Modifikationen, welche bei den im Wasser lebenden Käferlarven angetroffen werden, sind nach Deegener[1]) als sekundär erworbene Einrichtungen aufzufassen, da die Imagines der Wasserkäfer keine akzessorischen Atmungsorgane, sondern höchstens Hilfsorgane besitzen. Alle im Wasser lebenden Käfer müssen zur Luftentnahme an die Oberfläche kommen, wie Halipliden, Hygrobiiden, Dytisciden, Gyriniden, Dryopiden und besitzen keine dem Wasserleben angepaßten Atmungsorgane, dagegen die Larven. So finden wir in der Familie der Dryopiden von Hilfsorganen bei den Dryopinen, welche, ohne schwimmen zu können, träge an Wasserpflanzen umherkriechen, eine Samtbehaarung, die frische Luftbläschen lange festhält, oder die Käfer halten sich, wie die Helminthinen, unter Steinen in stark fließendem Wasser auf, wo das ständige Aufschäumen des Wassers den Luftgehalt desselben steigert. Auch letztere können durch die eigenartige Skulptur der Decken und ihre Behaarung Luft am Körper festhalten, so daß sie bis 4 Wochen unter Wasser bleiben können. Die jüngeren Larven dagegen, der Helmisgruppe, die biologisch einen Übergang zu den eigentlichen Schwimmkäfern bildet, ebenso wie nach Friedenreich[2]) die Larven brasilianischer Dryopinen mit Ausnahme einer in Bromelien über dem Wasser lebenden Art, besitzen Tracheenkiemen, d. h. Ausstülpungen der Haut mit Verdünnung der Kutikula, in welche Tracheen ohne Ausmündung eintreten, so daß Gasaustausch durch die Haut stattfinden muß, wenn auch der Mechanismus des Gasaustauschs in den Tracheenkiemen noch nicht klar ist. Solche Tracheenkiemen sind bei den jüngeren Larven von *Helmis* in Form von drei büschelförmigen, über der beweglichen Subanalplatte, welche beim Atmen abwärts geklappt wird, hervortretenden, je 10—12 Filamente aufweisende Analkiemen ausgezeichnet. Jeder Teil besitzt einen gemeinsamen chitinigen Stamm, der durch Muskelwirkung eingezogen und vorgestülpt werden kann, während die Filamente nur eingezogen werden[3]). Die älteren Larven besitzen außerdem zwei thorakale Stigmen, von denen das hintere indes nach Rolph nur anatomisch nachweisbar war und acht abdominale Stigmen, sowie 3—5 Paar Tracheenblasen, dem 2. bis 4. bzw. 6. Segment angehörig, welchen eine hydrostatische Bedeutung beim Auf- und Absteigen im Wasser

---

[1]) In Schröders Handbuch der Entomologie.

[2]) Friedenreich, Beitrag zur Kenntnis von Parnidenlarven. Stett. Ent. Ztg. 1881, p. 107.

[3]) W. H. Rolph, Beiträge zur Kenntnis einiger Insektenlarven. Inaug.-Diss. Bonn 1873.

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

hier zukommt, wie dies auch schon von Perez[1]) für die Larve von *Makronychus 4-tuberculatus* Müll. angenommen wurde und bei welcher ebenso wie derjenigen von *Potamophilus acuminatus* F. Tracheenblasen vorkommen (Dufour). Alle diese Larven haften im Wasser mit der Bauchfläche an glatten Steinen und bewegen mit dem letzten Körpersegment das umgebende Wasser. Stigmen und Tracheenkiemen besitzen ferner einige Larven von Hydrophiliden, so *Berosus* ungegliederte, lange, kurz behaarte Anhänge der Pleuren. Die Larve von *Hydrous piceus* L. zeigt nur rudimentär an seitlichen Längswülsten jedes Segments befindliche Tracheenkiemen. Von den kleinen Stigmen besitzt das 8. Segment einen von unten durch eine dreiteilige Klappe verschließbaren Raum, in den das 8. Paar einmündet, den prästigmatischen Raum oder die Sicherheitskammer Portiers. Die Larve von *Hydrophilus caraboides* hat seitliche, lange, bewimperte Tracheenkiemenfortsätze aufzuweisen. Ein terminaler Atemraum ist bei der *Hydrobius*-Larve (ohne Kiemenanhänge) vorhanden. Die Cyphonidenlarven haben am Abdomen Stigmen und Tracheenkiemen, d. h. ein Stigma am vorletzten Hinterleibsringe, an der Spitze Tracheenkiemen. Lediglich Tracheenkiemen bei geschlossenem Tracheensystem besitzen die Larven der Gyriniden, und zwar in mehr blattförmiger Art. Die zu den Halipliden gehörige *Cnemidotus*-Larve weist jederseits 22 lange, fadenförmige, gegliederte, von einem einfachen Tracheenast durchzogene Kiemen auf. Hier führt die Ausbildung von Fortsätzen zu einer Oberflächenvergrößerung und die sonst am Integument sich verzweigenden Tracheen vermitteln eine dermale Respiration. Auch spielt die Beweglichkeit der Anhänge für den rascheren Wasserwechsel eine gewisse Rotte, wie bei den Anhängen der Gyrinidenlarven. In ähnlicher Weise dienen die rhythmischen Beinbewegungen des Rüßlers *Phytobius* im Wasser dem Wasserwechsel. Eigentliche Blutkiemen ohne Tracheen sollten nach Schiødte nur bei der Larve von *Hygrobia* (= *Pelobius*) vorhanden sein, welche ventrale, fadenförmige Anhänge an den thorakalen Abschnitten und ersten drei Abdominalsegmenten bei Fehlen des 8. Abdominalstigmas zeigt. Meinert[2]) hat dagegen gezeigt, daß doch unverzweigte Tracheen in die Anhängsel eintreten, sie stellen also nur eine Übergangsform dar. Möglich wäre auch, daß die vorstülpbaren Pleuralsäckchen von *Malachius* und *Cantharis*, also Lufttieren, einen Gasaustausch als Nebenfunktion ihrer Drüsentätigkeit, wie Verhoeff[3]) meint, vermitteln und so eine Art Blutkiemen dar-

---

[1]) M. Perez, Histoire des Métamorphoses du *Macronychus quadrituberculatus*. Ann. Soc. Ent. Fr. 1863, p. 626.

[2]) Fr. Meinert, Vandkalvelarverne (Larvae Dytiscidarum). D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr., 6. Raekke, naturvid. og math. Afd. 8. København 1901.

[3]) Verhoeff, Vergleichende Morphologie des Abdomens der männlichen und weiblichen Lampyriden, Canthariden und Malachiiden. Arch. f. Naturg. 1894, Bd. I, Heft 1, p. 201.

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

stellten. Die Tracheenkiemen der Larven gehen beim Übergang in das Imagostadium verloren.

Unter den Schwimmkäfern sind im übrigen die Dytiscinen in bezug auf die Atmung dem Wasserleben am besten angepaßt, während die Colymbetinen und Hydroporinen in bezug auf weniger modifizierte Spirakel den Übergang zu den Landtieren zeigen. Um die Luft ungehindert den Spirakeln zuführen zu können und das Haarkleid des Hinterleibs unbenetzbar zu machen, ist eine ausreichende Einfettung des Körpers nötig, ein Vorgang, welcher eine besondere Anpassung an das Wasserleben, wie bei den Vögeln, vorstellt. Diese wird bei den Dytiscinen durch Sekret von Analdrüsen und besonderen komplexen Segmentdrüsen, welche den Atemraum zwischen dorsaler Wand des Hinterleibs und Unterseite der Deckflügel, auch die Oberfläche derselben einfetten, besorgt. Auch *Gyrinus* ist immer spiegelglatt, glänzend, an der Luft sofort trocken. Der Haarfilz des letzten Segments ist ebenfalls für Wasser unbenetzbar. Nach der gewöhnlichen Schilderung des Atemvorgangs bei *Dytiscus* kommt der Käfer mit abwärts gerichtetem Kopfe bei senkrechter Längsachse des Körpers an die Oberfläche des Wassers, biegt die Hinterleibsspitze etwas herab, lüftet die Flügeldecken und „schluckt" innerhalb weniger Sekunden nun einen gewissen Luftvorrat unter die Decken, den er unter Absperrung desselben durch Andrücken des Hinterleibs an die Decken mit unter Wasser nimmt und nun durch Atembewegungen langsam aufbraucht. Bei der Schluckbewegung, die eine kräftige Exspiration mit Einziehung von Luft in den Raum zwischen Decken und Hinterleibsoberfläche darstellt, spielen auch nach R. Dubois-Reymond die Muskeln der Genitalkapsel eine Rolle als „akzessorische Atemmuskeln" dadurch, daß der Genitalapparat in das Abdomen eingezogen und der Genitalbogen distal an das Bauchschild gezogen wird. Durch genaues Studium der Größe dieses Atemraums, der höchstens 1—2 ccm Luft enthalten kann, was mit dem oben erwähnten Luftbedürfnis des Käfers in keinem Einklang steht und in Betracht der Konfiguration des Raumes, der bei anderen Dytisciden mit höherer Wölbung des Abdomens, z. B. bei *Hyphydrus*, minimal ist, kam Wesenberg-Lund[1]) bei seinen biologischen Untersuchungen zu anderer Ansicht und zwar unabhängig von Brochet[2]), der zu ähnlicher Auffassung kam, zu folgenden Resultaten, welche ich hier wörtlich anführe:

„1. Wenn die Dytisciden, um Luft zu schöpfen, an die Oberfläche steigen und sich hier aufhängen, ist es das erste, was sie tun, ihr ganzes Tracheensystem zu lüften.

---

[1]) C. Wesenberg-Lund, Biologische Studien über Dytisciden. Sonderabdruck aus Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Leipzig 1912.

[2]) F. Brochet, Recherches sur la respiration des Insectes aquatiques adultes. Les Dytiscides. Ann. de Biol. lacustre, 4.

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

2. Die drei letzten Abdominalsegmente werden bei den *Dytiscinae* abwärts geschlagen. Die Luft wird durch die hinteren Spirakel eingezogen, wahrscheinlich wieder hauptsächlich durch die vorderen Abdominalspirakel abgegeben und tritt durch die Exspirationsspalte hinten zwischen Elythren und Abdomen wieder aus.

3. Während der Exspiration klappen die Tracheen vollständig zusammen und die Luft stürzt hinein, wenn sie wieder geöffnet werden. Ob diese weiter in die großen Luftsäcke gepumpt wird, und in welcher Weise das ganze System prall gefüllt wird, darüber wissen wir nichts.

4. Wenn das Tier die Oberfläche verlassen will, schließt es seine Exspirationsspalte, indem es die Spitze des Abdomens den Elythren andrückt. Es ist dann im allgemeinen so stark überkompensiert, daß es, um schwimmen zu können, erst Luftblasen abgeben muß.

5. Eine Füllung des Luftraums mit atmosphärischer Luft durch direktes Einsaugen in denselben findet meiner Meinung nach nicht statt.

6. Während das Tier an dem Boden verankert ist oder herumschwimmt, wird nun die in dem Tracheensystem sich befindende Luft als Exspirationsluft stoßweise und wahrscheinlich besonders durch die ersten, stets großen Abdominalspirakel abgegeben. Die Luft sammelt sich nach und nach in dem Hohlraum unter den Flügeln an. Weil dieser zu klein ist, die ganze Luftmasse zu enthalten, werden größere oder kleinere Teile als Luftblasen am Hinterende abgegeben.

7. In dem Hohlraum angelangt, wird die Luft mit der hier vorhandenen atmosphärischen Luft gemischt und wird dadurch, obwohl nicht gut, doch einigermaßen respirabel. Hier treten vermutlich dann die Seitenspirakel in Funktion und eine erneute Füllung des Tracheensystems folgt. Wenn die ganze Luftmasse respiratorisch verbraucht ist, steigen die Tiere, wenigstens im Sommerhalbjahre, wieder zur Oberfläche hinauf.

8. In der Hauptsache besteht die Luft in dem Hohlraum jedoch aus ausgeatmeter Luft und ihre respiratorische Bedeutung im Sommerhalbjahre ist vermeintlich nicht so groß, wie man früher geglaubt hat.

9. Für die Hydrostatik des Tieres hat dagegen diese Luft die allergrößte Bedeutung.

10. Solange das Tier unter den gegebenen Verhältnissen im Wasser liegt, läßt sich mit Sicherheit kein Einatmen der Luft des Dorsalraums nachweisen. Die für die Respiration notwendige Luftmasse ist nicht hier, sondern im Tracheensystem selbst aufgespeichert, aus dem sie ruckweise ausgetrieben wird.“

Diese größtenteils hypothetischen Leitsätze von Wesenberg-Lund sollen im wesentlichen nur für den Sommer gelten, im Winter, wo das Tier nicht unter der Eisdecke an die Oberfläche kommen kann, muß es seinen Sauerstoffvorrat auf andere Weise erwerben. Auch hierfür gibt derselbe Autor eine Erklärung. Zunächst suchen die Käfer pflanzenreiche Lokalitäten als Überwinterungsort auf. Der von den Pflanzen gelieferte Sauerstoff genügt, um das in dieser Jahreszeit

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

geringere Atembedürfnis der Käfer zu befriedigen, indem dieselben die unter der Eisdecke befindlichen Blasen einsammeln. Anderseits wird die Luft, da in dem Wasser immer noch Sauerstoff vorhanden ist, durch Auspressen aus dem Dorsalraum, so daß sie als Blase am Hinterende sichtbar ist, durch Berührung mit dem Wasser durch Osmose neu mit Sauerstoff versehen und wieder als respirabel eingezogen[1]). Bei völligem Aufbrauch des Sauerstoffs tritt vielleicht eine Kältestarre ein. Bei *Cybister*, wo die dorsale Fläche des Abdomens kiemenblattdünn ist, findet bei äußerst fein verteilten Tracheen in derselben eine direkte dermale Aufsaugung von Sauerstoff statt. Vielleicht ist auch eine Hautatmung bei den *Ilybius*- und *Agabus*-Larven von der Ventralseite aus, die sehr zart und durchsichtig ist, vorhanden.

In einer ganz anderen Art wie bei *Dytiscus* vollzieht sich die Atmung bei *Hydrous* (= *Hydrophilus*) *piceus* und *aterrimus*. Hier kommt der Käfer mit dem Kopf nach oben unter die Wasseroberfläche, dabei dreht er die linke Fühlerkeule so, daß die Basis der Keule die Luft, die Spitze die Brust berührt, und zwar an den Vorderecken. So wird unter zitternden Bewegungen der Keule eine Überleitung der äußeren Luft zu dem Haarbesatz, der sich an der Unterseite der Brust, dem Anfang des Abdomens und den Seiten desselben, wo sich ebenfalls Haarflecken vorfinden, herbeigeführt. Vom Abdomen aus wird die Luft nach den Stigmen geleitet und eingeatmet. Die Ausatmung erfolgt unter die Decken. *Hydrophilus* (= *Hydrous*) *caraboides* soll nach von Fricken[2]) die Keule nicht biegen, sondern mehr gerade herausstrecken und durch Zurückschlagen Luft auf die Brustunterseite leiten. Die kleineren Hydrophiliden bringen die Unterseite ihres Körpers direkt mit der Luft in Verbindung, indem sie an Pflanzen hochkriechen oder sich im Wasser auftreiben lassen. Dasselbe dürfte bei den sog. unechten Wasserkäfern, welche zum Teil, wie eine Anzahl Curculioniden und gewisse Chrysomeliden, sogar eine indische Lampyride wird erwähnt, als Larven in Wasserpflanzen leben, der Fall sein. Die Larven ziehen den Sauerstoff aus den interzellulären Luftgängen ihrer Nährpflanzen. Von den Donaciinenlarven wissen wir, daß bei den jüngeren Larven die Stigmengänge kollabiert, bei den älteren zwar ausgebildet sind, aber nicht funktionieren. Dagegen befinden sich am 8. Abdominalsegment zwei gekrümmte Häkchen, an deren Grund sich eine Stigmenöffnung befindet, eine Bildung, welche Bøving[3]) mit der Spirakelbildung bei der Larve von *Hister unicolor* homologisiert. Die Häkchen werden fest in eine ausgenagte

---

[1]) Auch Blunk (l. c. p. 275) hält ein solches Verhalten für denkbar, die Auffrischung aber nur für kurze Zeit ausreichend.

[2]) W. von Fricken, Naturgeschichte der in Deutschland einheimischen Käfer. 4. Aufl. Werl 1885, p. 111.

[3]) Bøving, Bidrag til Kundskaben om Donaciin-Larvernes Naturhistorie. København 1906. (Dänisch, in den Einzelheiten mir nicht verständlich!)

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

Wurzelstelle von Wasserpflanzen eingepreßt, so daß eine Luftaufnahme möglich ist. Nach Deibel[1]) soll die Luft zunächst in einen Hohlraum des Häkchens eintreten, von da zum Stigma wandern und durch rhythmische Tätigkeit der Stigmenmuskulatur in die Trachee eingepumpt werden[2]). Auch die Puppe atmet unter Wasser, die Luft in den Kokon, mittelst dessen sie an den Wurzeln festsitzt, einziehend. Noch merkwürdiger ist das Verhalten der verwandten *Macroplea* (= *Haemonia*). *Macroplea*, deren Larve ähnliche Atemröhren in Häkchenform besitzt wie *Donacia*, kann ohne sonstige akzessorische Hilfsorgane als Imago dauernd unter Wasser leben, indem der Käfer die von den Pflanzen ausgeschiedenen Sauerstoffbläschen mit dem Haarbesatz der Fühler auffängt; er geht nach Abschneiden der Fühler ein, während er in feuchter Luft länger lebt. Eine Möglichkeit der Zuleitung von Luft von den Fühlern zu den Stigmen ist hier nach Deibel nicht nachzuweisen, es werden die Gasbläschen direkt in die Fühler „eingesogen".

Wie oft ein Schwimmkäfer an die Oberfläche des Wassers kommt und wie lange er daselbst, um Luft zu holen, verweilt, hat Sharp für eine Anzahl Arten geprüft, ohne jedoch die in Betracht kommenden Momente, welche hierbei von Einfluß sein können, wie Witterungsverhältnisse, Jahreszeit, Tageszeit, das Geschlecht, die sexuelle Aktivität berücksichtigen zu können. Die Atmung des ♂ schien reger als die des ♀ zu sein. So atmete *Dytiscus marginalis* alle $8^1/_3$ Minuten 54 Sekunden lang (Verhältnis 1 : $9^1/_3$), das ♀ weniger (Verhältnis 1 : $13^4/_5$). Mehrere Arten brauchten zum Luftholen nur einige Sekunden, *Ilybius fuliginosus* verweilte regungslos oft lange, bis zu 40 Minuten an der Oberfläche.

Der schon oben erwähnte Laufkäfer *Aëpus Robini* nimmt einen Luftvorrat in Form von Blasen, die an den Haaren der Körperoberfläche haften und unter Wasser zusammenfließen, mit unter Wasser, wo er sich ruhig während der Flut aufhält. *Carabus variolosus* F., der keine Behaarung hat, nur durch die tiefen Grübchen der Decken auffällt, habe ich in Südungarn 20—25 cm tief in Bächen unter Wasser gefunden. Hilfsorgane für die Wasseratmung fehlen hier wie bei den leicht Überschwemmungen ausgesetzten höhlenbewohnenden Antroherponen, von denen besonders *Hadesia* als unter Wasser herumkriechend erwähnt wird. Bei letzterer bildet der Raum zwischen den stark blasig aufgetriebenen Flügeldecken und der Oberfläche des Abdomens vielleicht ein gutes Luftreservoir.

Über den respiratorischen Gaswechsel bei Käfern wissen wir wenig. Es ist behauptet worden, daß in Ruhezuständen eine Anreicherung der Luft im Körper mit Sauerstoff stattfindet, bei zunehmender Erwärmung der Kohlensäuregehalt der Exspirationsluft steigt. So

---

[1]) Deibel, Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. 1910, Bd. 31.

[2]) Während die morphologische Seite der Frage nach Deibels Untersuchungen im Hinblick auf vielfache frühere Kontroversen gelöst erscheint, äußert Babák (l. c. p. 471) in physiologischer Hinsicht noch Bedenken.

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

enthielten die aus dem Körper des Maikäfers bei 100° C entnommenen Gase fast nur Kohlensäure. Der Sauerstoffgehalt der Luft schwankte sonst bei diesem Tiere nach Peyron[1]) zwischen 5,5 und 15,6 %, hielt sich also stets unter dem Sauerstoffgehalt der umgebenden Atmosphäre. Die von Peyron gewonnenen Resultate werden von Winterstein[2]) wegen der angewandten Methode angezweifelt. Die aus dem Blutplasma von *Dytiscus* ausgepumpten minimalen Gasmengen enthielten bei einem unbestimmten geringen O_2-Gehalt 6,7 % CO_2 und 1,8 % N_2, während bei *Hydrophilus* 3,8 % CO_2 und 1,9 % N_2 gefunden wurden, was nach Angabe der Autoren Barrat und Arnold[1]), ebenso wie das Nachdunkeln der Hämolymphe an der Luft gegen die Beteiligung des Blutes am respiratorischen Gaswechsel spricht. Respiratorische Farbstoffe (Hämozyanin, Hämoglobin) kommen im Blute der Käfer intra vitam nicht vor.

Neue Staphyliniden aus den columbischen Cordilleren und dem übrigen Südamerika.

Von Dr. Max Bernhauer, k. k. Notar, Horn, Nieder-Oesterr.

(17. Beitrag — Fortsetzung.)

Belonuchus silvestris nov. spec.

Von gleichbreiter Gestalt, durch die Färbung sehr ausgezeichnet.

Bräunlichrot mit dunkleren Beinen, die Hinterleibsspitze rötlichgelb, die Fühler schwarz, die vier letzten Glieder weißgelb.

Kopf breiter als der Halsschild, parallelseitig, etwas breiter als lang, in der Gestalt und Punktierung dem des *prasinipennis* m. recht ähnlich. Die Fühler sind schlanker und länger, die vorletzten Glieder nur wenig quer, die Lippentaster ziemlich kurz.

Halsschild so wie bei der letztgenannten Art, unmerklich kürzer, auch in der Punktierung sehr ähnlich.

Flügeldecken fein und wenig dicht punktiert. Die Punktierung ist deutlich stärker und dreimal dichter als bei *prasinipennis*. Hinterleib ziemlich kräftig, tief und wenig dicht, hinten feiner und weitläufiger punktiert.

Länge: 7,5 mm.

---

[1]) Zit. nach Kolbe, l. c. p. 541.

[2]) H. Winterstein, Die physikalisch-chemischen Erscheinungen der Atmung. Handb. d. vergl. Physiol. 1912, Bd. I, 2. Hälfte, p. 113. Bei den im Vakuum vorgenommenen Untersuchungen von Peyron werden nicht nur der Inhalt des Tracheensystems, sondern auch Gase der Gewebsflüssigkeit gewonnen, sowie Sauerstoff durch Weiteratmen anfänglich verbraucht und Kohlensäure ausgeschieden, so daß ein zu hoher CO_2-Wert herauskommt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Entomologische Blätter

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Weber Ludwig

Artikel/Article: Die Lebenserscheinungen der Käfer. 1-17