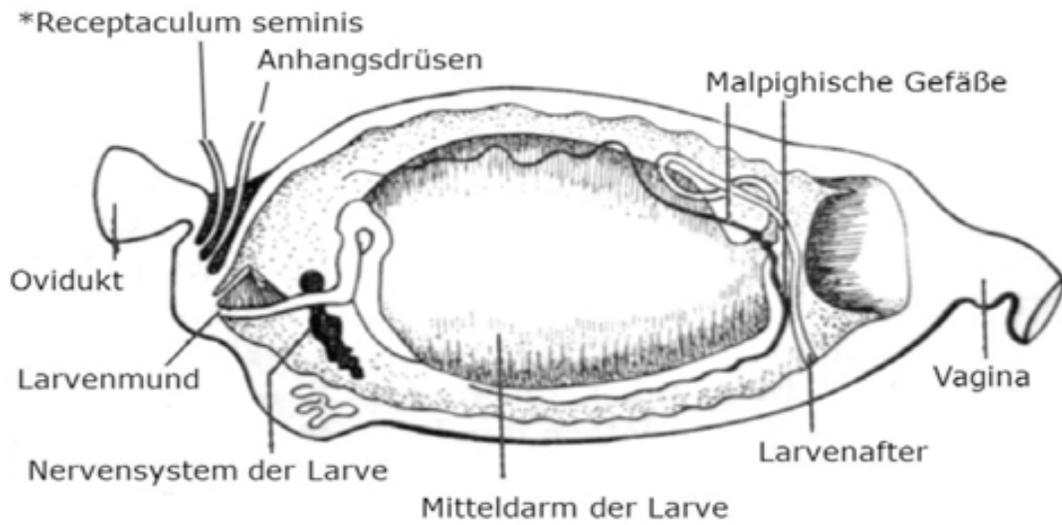
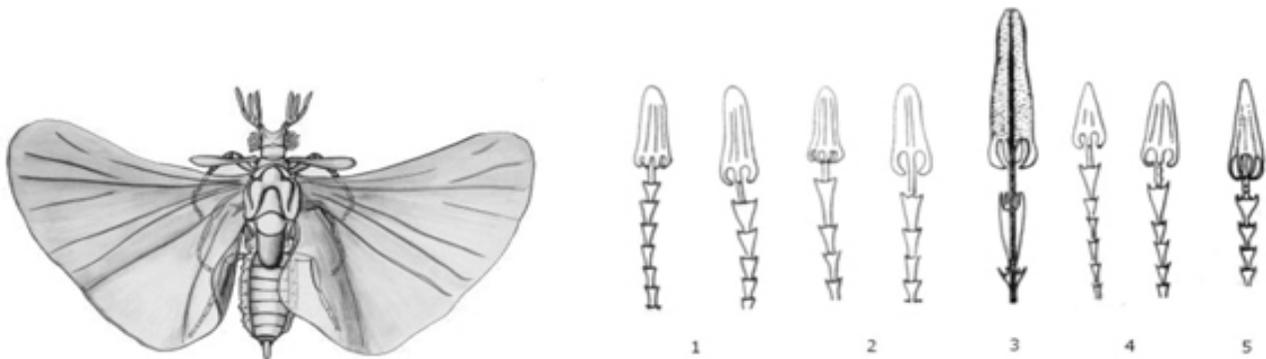


Detlef Schmidt – Dennis Schmidt

INSEKTE NKUNDE

Entomologie



***Receptaculum seminis** (*Samentasche, Spermathek oder Spermatheca*)

Grundlagen

Detlef Schmidt

Jahrgang 1955
In Berlin geboren
Biologielaborant, Hobbyfotograf und Hobbyentomologe



Wichtiger Hinweis für den Benutzer

Der Autor hat alle Sorgfalt walten lassen, um vollständige und akkurate Informationen in diesem Buch zu veröffentlichen. Der Autor übernimmt weder Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für die Nutzung dieser Informationen, für deren Wirtschaftlichkeit oder fehlerhafte Funktion für einen bestimmten Zweck. Der Autor übernimmt keine Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren, Programme usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Der Autor hat sich bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen und Texten zu ermitteln und im Bildnachweis und bei der Textquelle aufzuführen. Sollte dem Autor gegenüber dennoch der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar gezahlt.

Der Verfasser

Oktober 2016

Inhalt

Vorwort

1.0 Körperbau der Insekten

1.1 Atmung

1.2. Blutkreislauf

1.3 Nervensystem

1.4 Insektenkopf

1.5. Mundwerkzeuge

1.5.1 Oberkiefer

1.5.2 Unterkiefer

1.5.3 Lippen

1.5.4 Kauend-beißende Mundwerkzeuge

1.5.5 Saugende Mundwerkzeuge

1.5.6 Stechend-saugende Mundwerkzeuge

1.5.7 Leckend-saugende Mundwerkzeuge

1.6 Insektenauge

1.7 Fühler und Antennen

1.8 Brustabschnitte

1.8.1 Vorderbrust

1.8.2 Mittelbrust

1.8.3 Hinterbrust

1.9 Hinterleib

1.9.1 Insektenflügel

1.9.2 Insektenbein

1.9.3 Besonderheiten beim Körperbau

1.9.4 Organe der Insekten

2.0 Entwicklung der Insekten vom Ei bis zum fertigen Tier

2.1 Eiablage

2.2 Larve

2.3 Puppe

2.4 Brutfürsorge, Brutpflege, Brutparasitismus

2.5 Imago

3.0 Einordnung der Insekten in das zoologische System

3.1 Ordnung

3.2 Familie

3.3 Gattung

3.4 Art

4.0 Bildnachweis

5.0 Textquellen

Vorwort

Die Insektenkunde (*Entomologie*) ist der Zweig der Zoologie, der sich mit den Insekten (*Insecta*), der artenreichsten Gruppe von Lebewesen, befasst.

Eine Ausbildung als Entomologe gibt es heute leider nicht mehr und im Studium der Biologie, Zoologie und Forstwissenschaft wird die Entomologie, wenn überhaupt, nur nebensächlich behandelt. Einzig und allein in der Forensik wird die Entomologie als Forensische Entomologie gelehrt. Die Entomologie stellt aber für zahlreiche andere Teildisziplinen der Biologie bedeutsame Informationen zur Verfügung. Das betrifft vor allem die Teildisziplinen Ökologie, Systematik, Taxonomie, Genetik, Physiologie, Phylogenie etc. Daher werden nicht nur der hohen Artenvielfalt wegen Entomologen in fast allen Disziplinen eingesetzt. Dieses Buch eignet sich sehr gut als Ergänzung zum naturwissenschaftlichen Studium und als Begleitbuch für Pädagogen im Schulunterrichtsfach Biologie.

Insekten sind die Überlebenskünstler schlechthin, sie sind mit weit über einer Million bekannter Arten die artenreichste Gruppe der Tiere. Es wird aber mit einem Vielfachen tatsächlich existierender Arten gerechnet, wobei vor allem in den tropischen Regenwäldern noch Tausende unentdeckter Arten vermutet werden.

Der Großteil der Insekten ist von geringer Größe. Trotzdem verfügen sie über erstaunliche Fähigkeiten. Die meisten Insekten können fliegen, einige schwimmen und andere gehen die Wände hoch oder laufen an der Decke entlang ohne abzustürzen. Sie zerkauen mit ihren starken Mundwerkzeugen steinharte Nahrung, bohren sich mit ihren Rüssel in Holz, graben Erdhöhlen und Behausungen aus

pergamentartigem Baumaterial, oder wie die Termiten steinharte Burgen. Insekten sind aufgrund ihrer Sinnesorgane in der Lage Düfte in geringe Spuren zu orten, messen Entfernungen und erfassen mit Hilfe der Facettenaugen polarisiertes Licht. Die Anpassungsfähigkeit an die Umwelt hat diese Tiergruppe Millionen von Jahren überleben lassen.

Natürlich darf nicht vergessen werden, dass zahlreiche Insekten Überträger von Krankheiten sind und große Schäden bei Nutzpflanzen anrichten.

In Europa leben vielfach nur kleinere Insekten, während in anderen Ländern doch sehr große Exemplare von Insekten vorkommen. Einige Insektenarten leben in der kalten Arktis und andere Insekten leben in der Hitze der Wüste. Auf der gesamten Welt ist diese Tierart vertreten und viele Arten sind noch nicht entdeckt worden oder schon wieder verschwunden, obwohl sie der Mensch noch nie gesehen hat.

Das Sammeln von Insekten als Hobby sollte aufgrund des starken Rückgangs vieler Arten, die noch vor wenigen Jahren zahlreich vorhanden waren, wenn überhaupt nur sehr sorgfältig erfolgen. Auf jeden Fall ist die Bundesartenschutzverordnung (**BArtSchV, Rote Liste**) zu beachten. Diese Verordnung stellt Tier- und Pflanzenarten unter besonderen oder strengen Schutz.

„Insekten sind unsere wichtigsten Partner bei der Schaffung von Leben auf der Erde, denn oft übernehmen sie die Federführung bei der Gestaltung terrestrischer Ökosysteme. Etwa ein Drittel unserer Nahrung geht direkt auf die Bestäubung durch Insekten zurück. Allein in den USA entspricht diese Bestäubungstätigkeit jährlich einem Wert von mehr als neun Milliarden Dollar. Ohne Insekten gäbe es

keine Orangen in Florida, keinen Käse in Wisconsin, keine Pfirsiche in Georgia und keine Kartoffeln in Idaho.“

- May R. Berenbaum 2004 -

1.0 Körperbau der Insekten

Eines haben alle Insekten gemeinsam, die meist deutlich sichtbare Gliederung des Körpers in Kopf, Brust und Hinterleib, der feste Chitinpanzer und das Vorhandensein von drei Beinpaaren. Jeder Abschnitt bildet eine Funktionseinheit. Der Kopf mit den Mundwerkzeugen nimmt die Nahrung auf und trägt die meisten Sinnesorgane. Die aus drei Gliedern bestehende Brust dient der Fortbewegung und der Hinterleib enthält die Verdauungs- und Geschlechtsorgane.

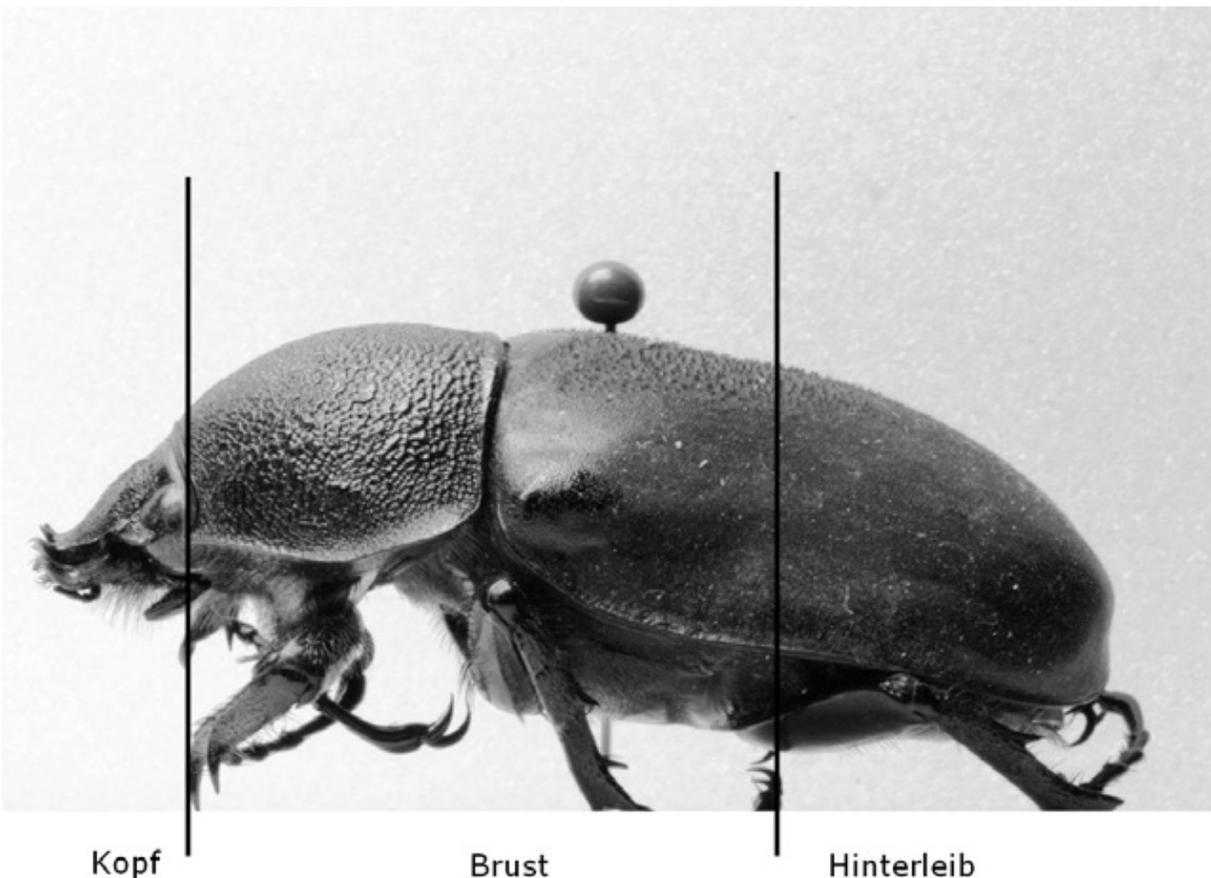


Bild Nr. 1
Körperbau Käfer (*Coleoptera*) seitliche Ansicht

Das tragende Element des Insektenkörpers ist der äußere Panzer, der die Weichteile umhüllt. Der Chitinpanzer ist durch mehrere Einschnitte gegliedert, die Segmente. Die Gliederung des Körpers in Segmente dient zur besseren Beweglichkeit, ähnlich wie bei einer Ritterrüstung. Aufgrund dieser Segmente wurden die Insekten früher als Kerbtiere oder Kerfe bezeichnet. Einzelne Teile des Insektenkörpers können auf Grund des Lebensraums oder der Nahrungsaufnahme unterschiedlich ausgeprägt sein.

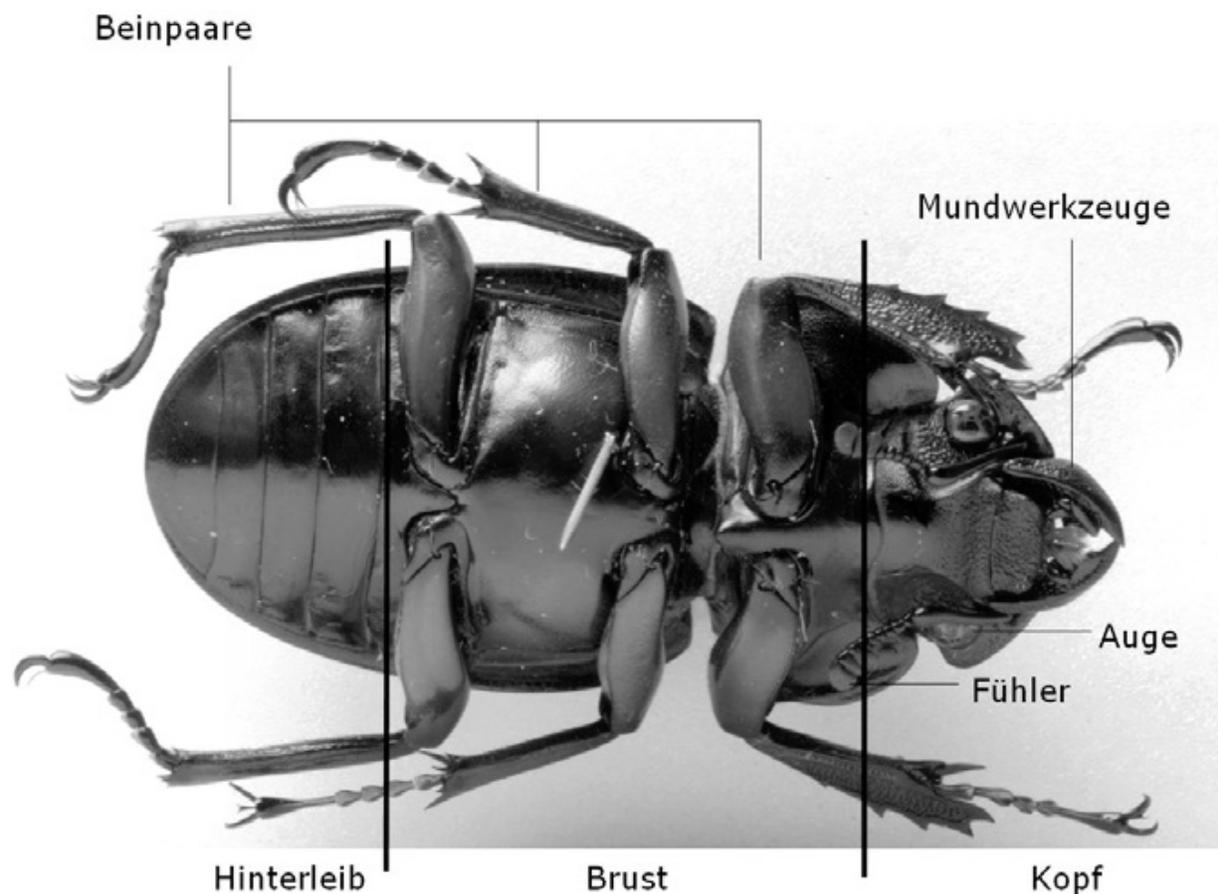


Bild Nr. 2 Körperbau der Käfer (*Coleoptera*) Unterseite

Da die Segmente des Hinterleibs aus steifen Platten bestehen, sind sie mit einer weichen Membran verbunden und somit relativ gut beweglich. Die röhrenförmigen Glieder der Beine sind über Scharniergelenke verbunden und

werden an den Übergangsstellen mit weichen Häuten verschlossen. Der starre Panzer besteht aus dünnen Lagen von Chitin und verschiedenen Eiweißen und ist der älteste Verbundwerkstoff der Welt. Durch die enorme Flexibilität des Verbundwerkstoffs war es für die Insekten relativ einfach Körper, Mundwerkzeuge und Beine den örtlichen Lebensbedingungen anzupassen.

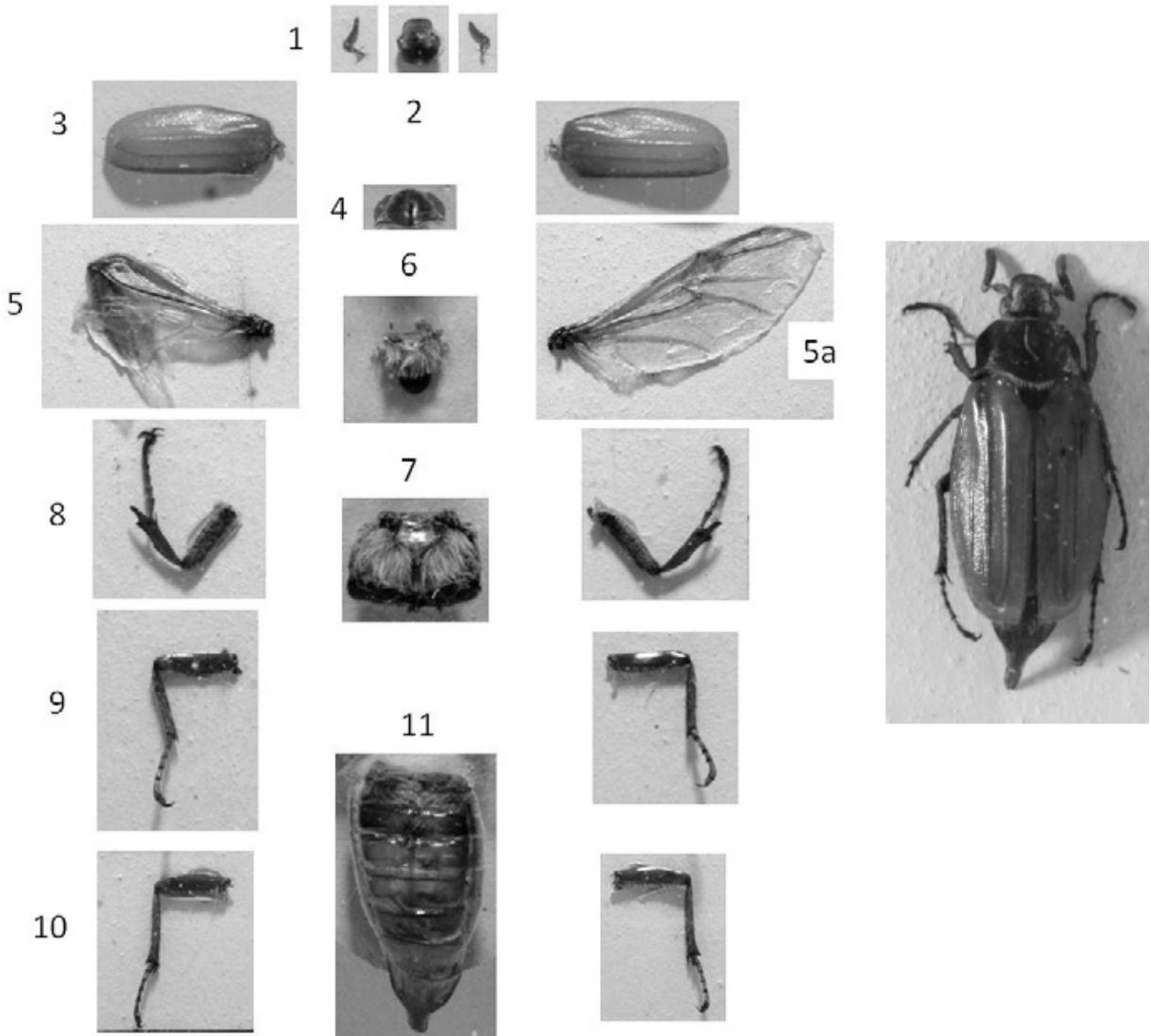


Bild Nr. 3 Körperbau des Feldmaikäfers (*Melolontha melolontha*, Linnaeus 1758)

1 Fühler, 2 Kopf, 3 Deckflügel, 4 Halsschild, 5 Flügel gefaltet, 5a Flügel ausgefaltet 6 Schildchen, 7 Brust, 8 erstes Beinpaar, 9 zweites Beinpaar, 10 drittes Beinpaar, 11 Hinterleib

Die Maikäfer (*Melolontha*) sind eine Gattung von Käfern innerhalb der Familie der Blatthornkäfer (*Scarabaeidae*). Der Name Blatthornkäfer wird von den fächerartigen Fühlern, die typisch für diese Käfergattung ist, abgeleitet. In

Mitteleuropa ist der Feldmaikäfer am häufigsten zu finden. Im nördlichen und östlichen Europa sowie in einigen Regionen Deutschlands kommt der Waldmaikäfer (*Melolontha hippocastani*) auf sandigen Böden vor. Eine dritte, dem Feldmaikäfer sehr ähnliche Art, ist *Melolontha pectoralis*. Er ist sehr selten geworden und nur noch vereinzelt in Mitteleuropa anzutreffen.

Nachfolgende Bilder zeigen mikroskopische Totalpräparate von kleineren Insekten.



Bild Nr. 4

Fallkäfer (*Cryptocephalus* sp.)
Ansicht von unten
Präparat von D. Schmidt 2007



Bild Nr. 5

Gemeine Feuerwanze

(Pyrrhocoris apterus)

Ansicht von oben

Präparat von D. Schmidt 2007



Bild Nr. 6

Ameise (*Formicidae*)
Präparat von D. Schmidt 2007



Bild Nr. 7

Ringelmücke *Culiseta (Culiseta) annulata*
oder gr. Hausmücke
Präparat von D. Schmidt 2012

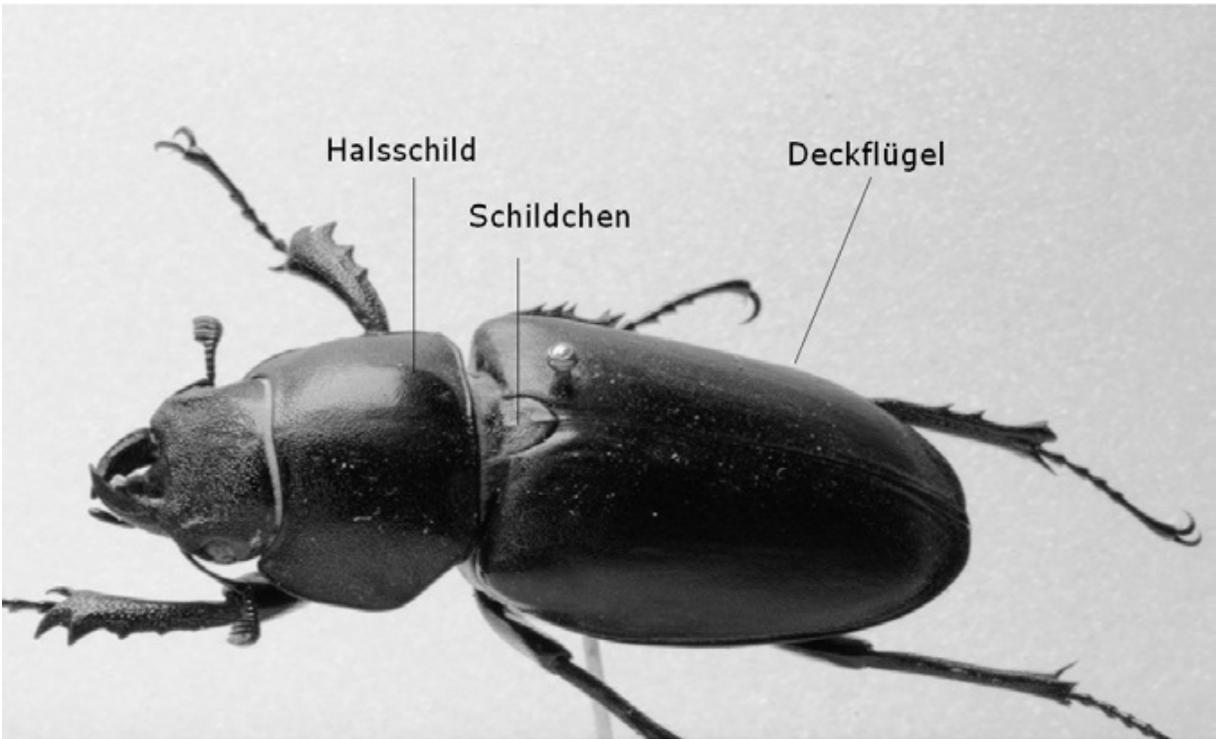


Bild Nr. 8
Körperbau Käfer (*Coleoptera*) Ansicht von oben

Diese Flexibilität im schnellen Umbau des Körpers hat auch dazu beigetragen, dass die Insekten die älteste Tiergruppe sind. Die Insekten konnten sich an neue Nahrungsquellen anpassen, indem sie vielfältige Arten von Mundwerkzeugen hervorbrachten. Mundwerkzeuge zum Beißen, Kauen, Lecken, Stechen und Saugen. War die Nahrungsquelle nicht ergiebig genug, so konnte durch die Entwicklung der Flügel ein schneller Ortswechsel vorgenommen werden.

Die Anpassung der Körperfärbung diente dazu sich der Umgebung farblich anzugleichen oder Fressfeinde abzuschrecken. Durch das Zusammenklappen der Flügel waren die Insekten in der Lage sich in Spalten und Ritzen zu verstecken.

Sie entwickelten spezielle Klettverschlüsse, die aus winzigen, ineinander verschränkten, spatelförmigen

Stäbchen bestehen. Diese Haftverschlüsse stabilisieren bei Libellen den Kopf am Rumpf, wenn die Räuber mit Kraft in ein Opfer beißen, oder halten bei den Käfern die Flügeldecken eng am Körper, um sie gegen Austrocknung zu schützen.

Der Chitinpanzer bildet verschiedene Oberflächenstrukturen aus, zu den Warzen, Dornen, Haare, Borsten und Höcker gehören. Durch Einlagerung von Farbstoffen oder aufgrund spezieller lichtbrechender Oberflächen können die Außenschicht des Insekts oder einzelne Körperteile gefärbt sein.

Mehr Informationen über die Besonderheiten beim Körperbau der Insekten gibt es im gleichnamigen Kapitel dieses Buches.

1.1 Die Atmung

Da die Chitinhülle luftundurchlässig ist, nehmen die Insekten den Sauerstoff über Tracheen auf. Tracheen sind kleine stark verzweigte Röhren, die vom Panzer ausgehen und bis tief in den Körper reichen. Sie sind charakteristisch für die Insekten. Die an der Körperfläche liegenden Öffnungen werden als Stigmen bezeichnet. Tracheen übernehmen nicht nur den Gasaustausch. Da die Tracheen an den Insektenorganen fixiert sind und deren Position im Körper bestimmt, übernehmen die Tracheen die gleiche Funktion die das Skelettsystem bei den Wirbeltieren ausübt. Um die Luftaufnahme in das Gewebe der Organe zu erleichtern sind die Tracheen nur sehr dünn ausgebildet und werden durch ring- oder spiralfederartige Verdickungen stabilisiert. Vom Hauptast der Trachee zweigen feine Äste ab und die dünnsten Verzweigungen, Tracheolen genannt, bilden ein feines Geflecht an den inneren Organen und Muskeln und versorgen jede Körperzelle mit Sauerstoff. Reguliert wird die

Tracheenatmung über Druckveränderungen der Hämolymphe (Blutähnliche Flüssigkeit), die die Öffnungsweite der Tracheen beeinflusst. Somit beruht die Tracheenatmung nicht nur auf Diffusionsvorgängen. Das wurde durch moderne Untersuchungsverfahren nachgewiesen. Bei einer Laufkäferart wurde nachgewiesen, dass eine Atembewegung durch Kompression und Entspannung der Tracheenwände mit einer Frequenz von 0,5 Hz erfolgt. Dabei wurden jeweils 33% bis 50% der Luft ausgetauscht. Bei einigen Insekten findet eine sogenannte Autoventilation statt, die durch Bewegungen beim Laufen und Fliegen entsteht. Die schon benannten Stigmen, die an der Körperoberfläche liegenden Öffnungen, tragen teilweise auch komplizierte Reusensysteme, um ein Eindringen von Fremdkörpern zu verhindern, oder um das System zu verschließen.

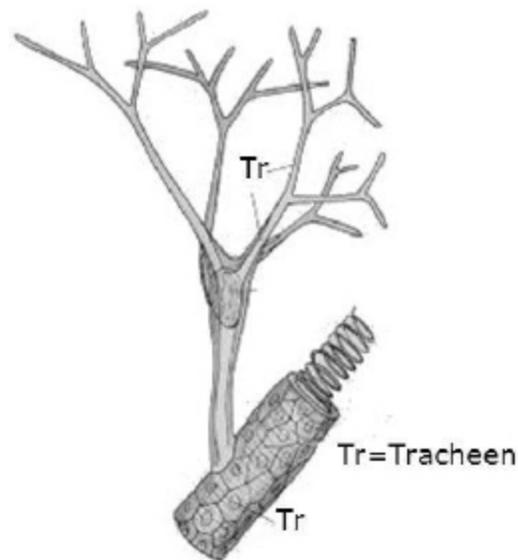


Bild Nr. 9 Tracheensystem
(nach Weber und Eidmann)



Tk

Bild Nr. 10
Tk=Tracheenkiemen einer
Libellenlarve (*Agrion sp.*)

Die im oberen Bild sichtbare Spirale verhindert ein Kollabieren und auch Aufblähen der Trachee.

Im Wasser lebende Insekten (Gelbrandkäfer u.ä.) besitzen Tracheen zur Luftatmung an den Stigmen am Hinterleib, die zur Aufnahme von Atemluft an der Wasseroberfläche genutzt werden.

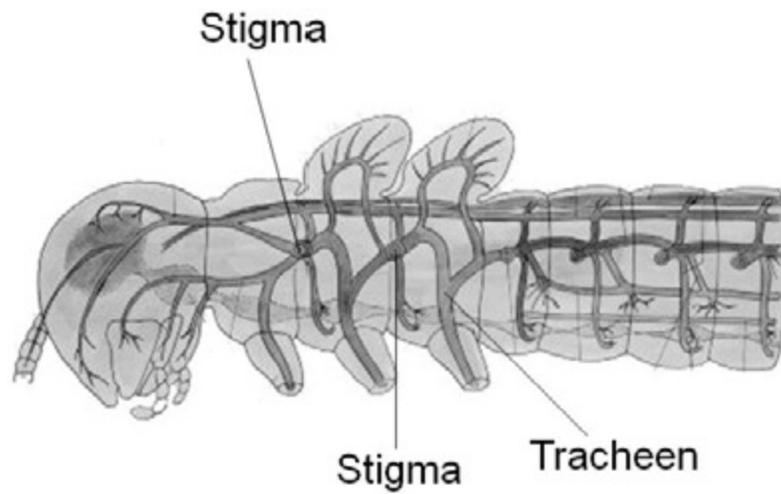


Bild Nr. 11 Darstellung des Tracheensystems

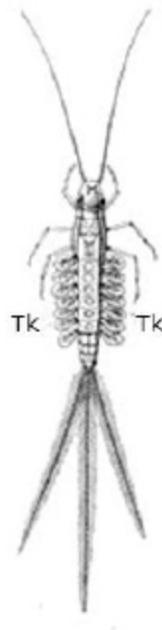


Bild Nr. 12
Tk=Tracheenkiemen einer Eintagsfliegenlarve

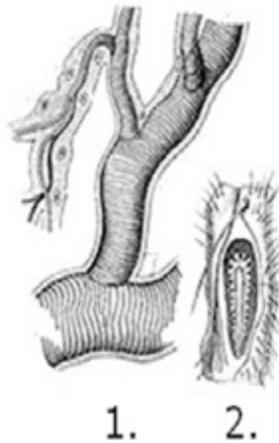


Bild Nr. 13
1. Tracheenstück einer Raupe
2. Stigma der Stubenfliege

Die im Wasser lebenden Larven von Libellen, Eintagsfliegen und Steinfliegen bilden Kiemen aus, bei denen der Sauerstoff über bewegliche Kiemensysteme direkt aus dem Wasser aufgenommen wird. Diese Kiemen sind mit Tracheen durchzogen (Tracheenkiemen). Bei den Großlibellen findet sich eine Enddarmatmung. Die Wände des Enddarms sind mit kleinen Tracheenkiemen besetzt. Durch regelmäßiges Pulsieren des Enddarms wird frisches Wasser mit Sauerstoff zugeführt. Bei Wasserkäferlarven sitzen an den Seiten des Hinterleibs zipfelförmige Fortsätze, bei der Gattung *Berosus* lange, fadenförmige Tracheenkiemen. Meist steigt das erste Larvenstadium zur Oberfläche empor, um Luft zu tanken. Viele Wasserkäferlarven haben am Hinterleib (am achten Segment) ein Paar offene Stigmen, die sich in einen kleinen, luftgefüllten Vorraum (Atrium) öffnen. Sie sitzen meist als Lauerjäger im Pflanzengewirr im Bereich der Wasseroberfläche, so dass sie über das Atrium Luft atmen können, atmen ansonsten aber auch untergetaucht über die Haut.



Bild Nr. 14
Stigma mit Tracheenstamm
Sm=Schließmuskel Sb=Schließband

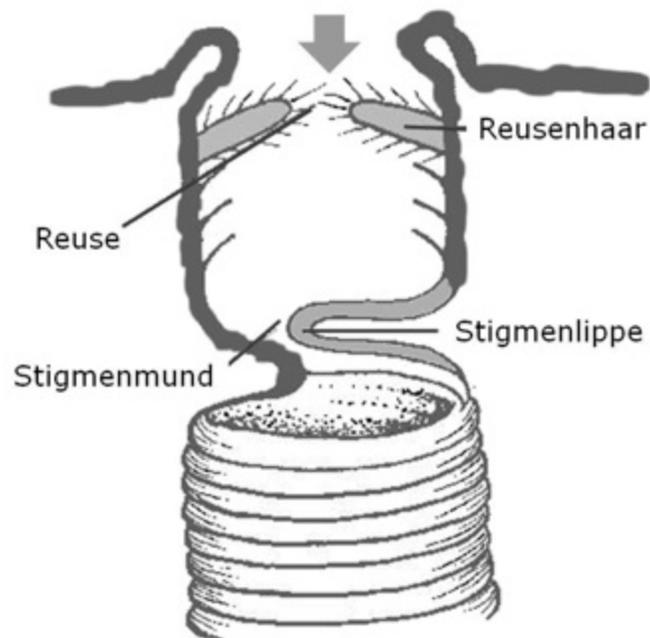


Bild Nr. 15
Stigma



Bild Nr. 16
Wasserkäferlarve
(*Berosus sp.*)

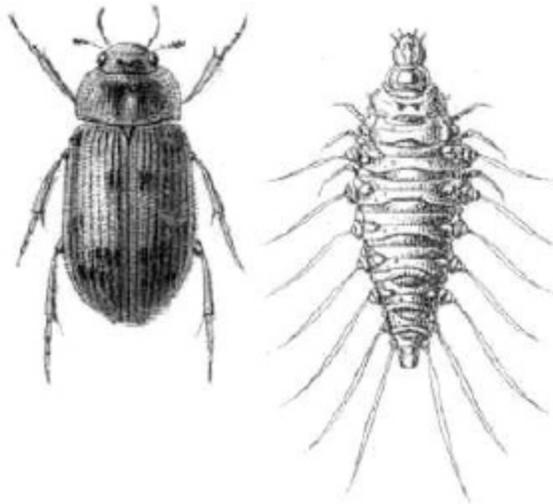


Bild Nr. 17
Wasserkäfer
(*Berosus spinosus*)

Da der Körper über das Tracheensystem direkt mit Sauerstoff versorgt wird, benötigen die Insekten keine roten Blutkörperchen

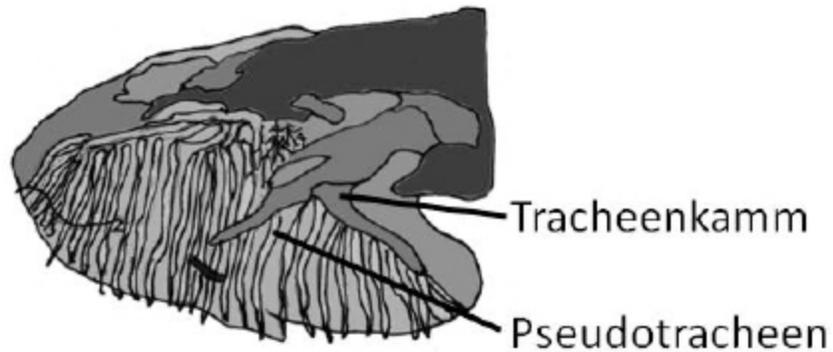


Bild Nr. 18
Schematische Darstellung eines Fliegenrüssels

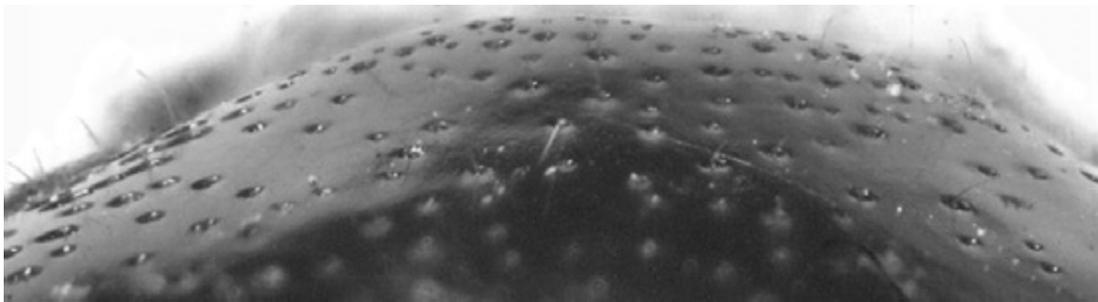


Bild Nr. 19 Stigmen Gemeiner Rosenkäfer (*Cetonia aurata*)

1.2 Blutkreislauf

Das Blut der Insekten ist meist farblos, hellgelblich oder grünlich. Diese Flüssigkeit wird als Hämolymphe bezeichnet. Sie muss nur Nährstoffe und andere Substanzen zwischen den Organen und Zellen hin und her transportieren. Das Kreislaufsystem der Insekten ist daher sehr einfach und wird auch als offener Blutkreislauf bezeichnet.

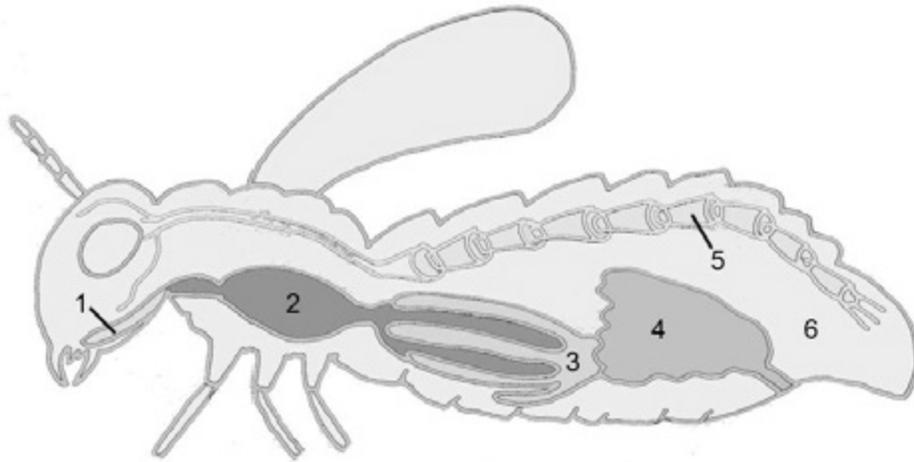


Bild Nr. 20
Schematische Darstellung des Blutkreislaufs bei
Insekten

1, 2, 3, 4 Insektenorgane, 5= schlauchförmiges Herz,
6= Hämolymphe

Das Herz ist ein einfaches schlauchförmiges Organ und pumpt die Körperflüssigkeit meist vom Hinterleib bis in den Kopf und lässt diese dann von dort in das Körperinnere fließen. Durch Lücken im Gewebe fließt die Flüssigkeit dann wieder in den Hinterleib zurück, wo sie wieder vom Herz angesaugt wird.

1.3 Nervensystem

Das Nervensystem ist einfach aufgebaut und wird als Strickleiternnervensystem bezeichnet. Ursprünglich befanden sich zwei Nervenknotten in jedem Körpersegment, die untereinander und von Segment zu Segment verbunden waren. Die einzelnen Nervenknotten eines jeden Segments arbeiten zum Teil autonom und steuern die Körperteile, die zu diesem Segment gehören selbständig.

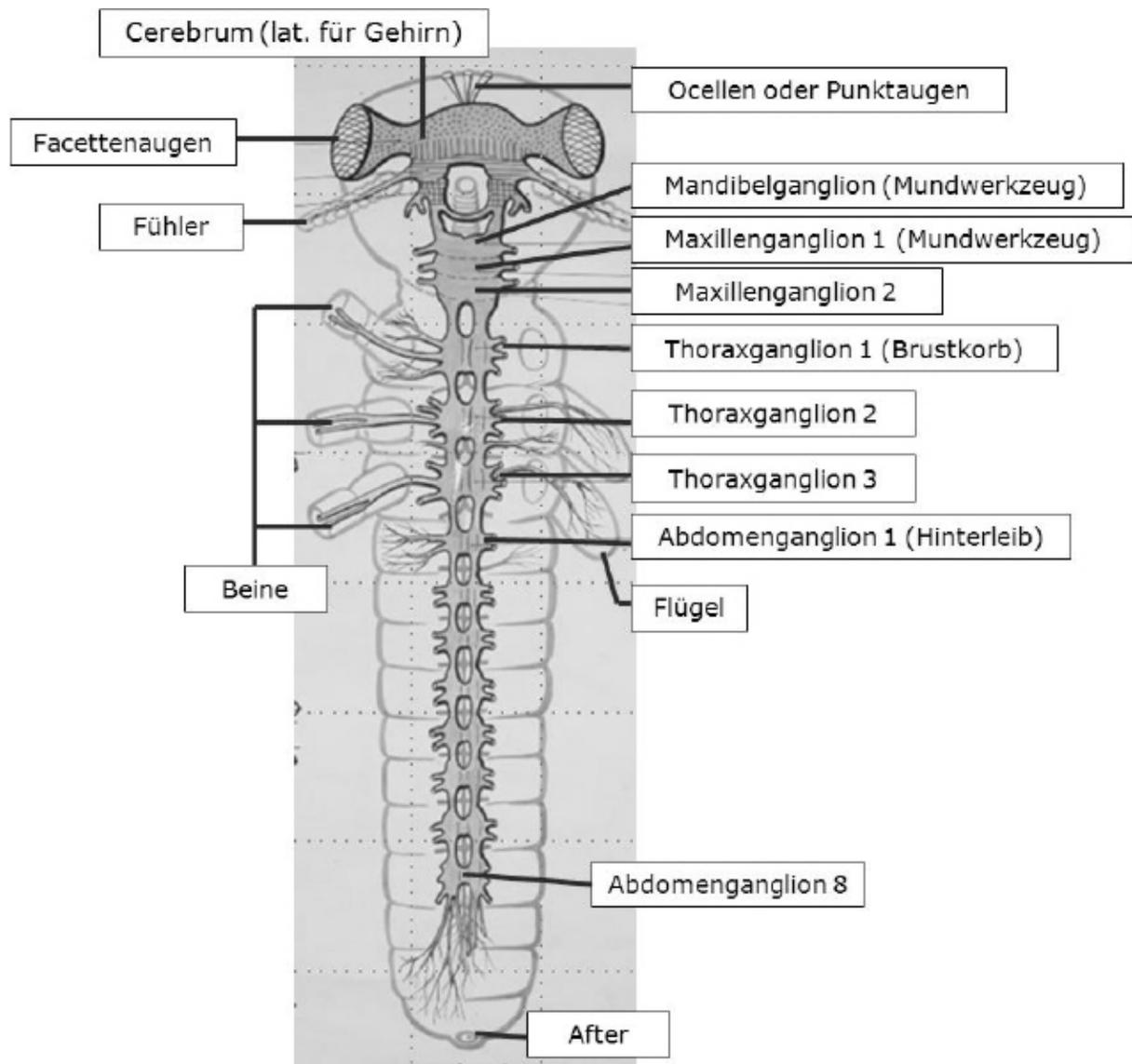


Bild Nr. 21
Darstellung vom Bau und der Lage des
Zentralnervensystems bei Insekten

Quelle: Wandtafel, Humboldt-Universität zu Berlin, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät I, Institut für Biologie, Vergleichende Zoologie.

Bei den Gliederfüßern, zu denen gehören die Insekten und die Spinnentiere, besteht das Zentralnervensystem aus

differenzierten, größeren Ganglien, die sich im Laufe der Evolution zum Gehirn entwickelten.

Anmerkung: Ein **Ganglion** (Plural **Ganglien**) ist eine Anhäufung von Nervenzellkörpern im peripheren Nervensystem. Ganglien werden auch als Nervenknotten bezeichnet, da sie bei der Präparation als knotige Verdickungen auffallen.

1.4 Insektenkopf

Der Insektenkopf bildet sich aus sechs miteinander verschmolzenen Segmenten und trägt die Augen, die Gliederantennen sowie einen typischen Apparat von Mundwerkzeugen. Diese bestehen aus unpaarer Oberlippe, paarigen Oberkiefer und Unterkiefer, sowie der Unterlippe. Neben den Facettenaugen existieren noch drei Punktaugen die auf dem Schädeldach sitzen. Das zweite Segment trägt die Antennen (Fühler) und am vierten und sechsten Segment befinden sich die Mundwerkzeuge.

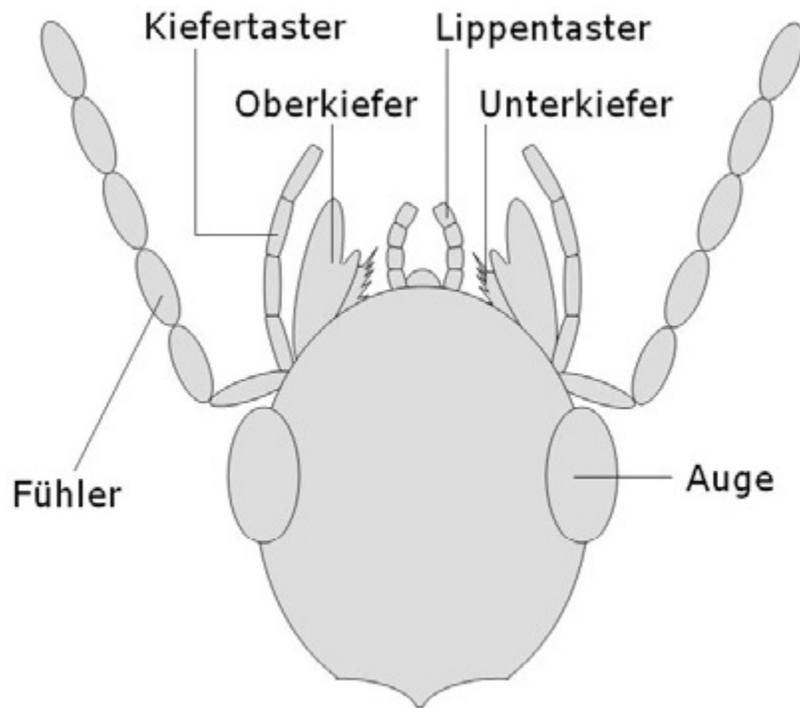


Bild Nr. 22
Schematische Darstellung des Insektenkopfs



Bild Nr. 23
Kopf vom Rüsselkäfer

Die **Rüsselkäfer** (*Curculionidae*) stellen mit über 600 schwer unterscheidbaren heimischen Arten, nach den Kurzflüglern, die zweitgrößte heimische Käferfamilie dar. In den Tropen sind sie noch stärker vertreten und weltweit mit 40.000 bis 60.000 Arten. Etwa 1200 Arten wurden in Mitteleuropa beschrieben. Weltweit gehört etwa jeder 5. bekannte Käfer und jedes 30. Tier in diese Gruppe. Damit sind die Rüsselkäfer wahrscheinlich die artenreichste Familie aller Lebewesen. Einige Arten dieser Familie richten zum Teil sehr großen Schaden an Bäumen, Kräutern und Gartenpflanzen an.

Der Getreiderüssler, der schon im antiken Ägypten auftrat, ist einer der bekanntesten Käfer dieser Familie. Neuerdings werden einige Arten mit Erfolg zur biologischen Unkrautbekämpfung eingesetzt. Die bei weiten meisten Arten führen jedoch ein verborgenes Leben, sind wenige Millimeter lang und nur bei gezielter Beobachtung zu entdecken.



Bild Nr. 24
Rüsselkäfer auf einem Brennesselblatt



Bild Nr. 25
Kopf eines Rüsselkäfers
(Curculionidae)