

Kapitel 01.08: Insekten



Inhalt

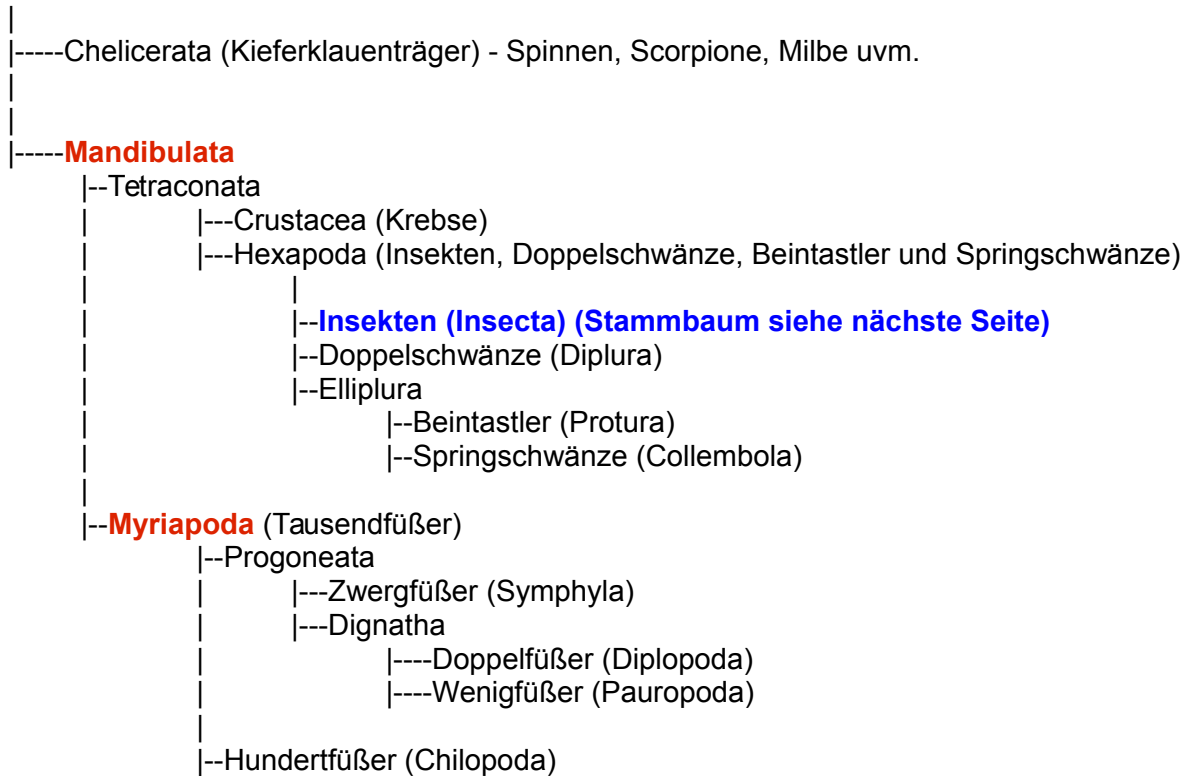
Kapitel 01.08: Insekten.....	1
Inhalt.....	2
Systematik der Tracheentiere.....	4
Stammbaum der Insekten.....	5
Merkmale der Insektengruppen.....	6
Phylogenetischer Stammbaum II.....	8
Die Insekten sind Rekordhalter.....	9
Vielfalt der Ernährungsweisen.....	10
Quiz: Vielfalt und Allgegenwart von Insekten.....	11
Bedeutung der Insekten.....	12
Der Körperbau der Insekten.....	15
Gemeinsame Merkmale der Insekten:.....	15
Der Insektenkörper im Detail (am Beispiel einer Zikade).....	16
Die Mundwerkzeuge der Insekten.....	17
Der allgemeine Bauplan.....	17
Vielfalt und Entwicklung der Mundwerkzeuge.....	19
Kannst Du den Bildern den Mundwerkzeugtyp zuordnen?.....	20
Vergleich der Mundwerkzeuge.....	21
Übersicht über die Mundwerkzeugtypen bei Insekten.....	22
Komplexauge und Mundwerkzeuge des Schmetterlings.....	23
Ausnahmen und Sonderfälle bei MWZ.....	24
Die Organe von Insekten.....	25
a) Das Strickleiter-Nervensystem:.....	25
Grundbauplan der Ameisen.....	27
Das Tracheensystem.....	28
Wie stabil sind Tracheen?.....	28
Die Atmung und der Blutkreislauf der Insekten.....	30
Das Blutgefäßsystem der Insekten:.....	30
Die Atmung der Insekten:.....	30
Bauelemente der Tracheen.....	30
Die Atmung:.....	31
Der Blutkreislauf:.....	31
Die Verdauung/ Ausscheidung und die Geschlechtsorgane.....	31
Das Exoskelett.....	32
Die Beine der Insekten.....	33
Die Beine der Insekten.....	35
Bein einer Heuschrecke:.....	35
Anpassungen des Insektenbeins an verschiedene Lebensräume.....	36
Das Laufbein der Fliege.....	37
Sprungbein der Heuschrecke.....	37
Der Insektenflug.....	38
1. Auftrieb und Vortrieb durch den Flügelschlag.....	39
2. Die indirekte Flugmuskulatur.....	40
Grundbewegung beim Insektenflug.....	41
Der Insektenflügel.....	42
Schmetterlinge und eine Motte ;-)......	44
Der Seidenspinner.....	45
Die Sinne der Insekten.....	46
Das Komplexauge der Insekten.....	47
Elektromikroskopisches Bild des Komplexauges einer Fruchtfliege.....	48
Besondere Leistungen des Insektenauges.....	49
Insektenbestimmungen.....	50
Insektenbestimmungen mit dem Insektenbestimmungsprogramm.....	51
Die Entwicklung der Insekten vom Ei zum erwachsenen Insekt.....	52

Puppen im Bienenstock?	54
Der Bienenstaat	55
1. Die Bedeutung der Honigbienen für den Menschen	55
Körperbau der Honigbiene	55
Die Mitglieder des Bienenstaates	55
Aufgaben der Arbeitsbienen:	56
Wie sammelt eine Biene den Pollen:	56
Anpassungen an den Nahrungserwerb	57
Der Bienenrüssel	57
Der Honigmagen und die Produktion von Honig:	57
Die Fortpflanzung der Honigbiene:	58
Die Tanzsprache der Bienen	59
a) Der Rundtanz der Honigbienen:	59
Vergleich von Rundtanz und Schwänzeltanz:	60
Der Ameisenstaat	62
1. Der Ameisenbau:	62
2. Organisation des Ameisenstaates:	62
3. Warum schützt der Förster die kleine rote Waldameise?	62
4. Nahrungsbeziehungen bei Ameisen	63
5. Nahrungspyramide	63
Welche Aussagen trifft also die Nahrungspyramide?	63
Insekten schützen sich vor Fressfeinden	64
1. Strategie: Tarnung	64
2. Strategie: Produktion vieler Nachkommen - Massenvermehrung:	64
3. Strategie: Schreck- und Warnsignale	64
4. Strategie: Nachahmung von Schreckfarben:	65
5. Strategie: Auffälliges Aussehen in Kombination mit Gift	65
Abschließender Vergleich der Gliedertiere	66
Bildergalerie	67
Bildergalerie: Stechmücken	68

Systematik der Tracheentiere

Durch genetische Untersuchungen und Vergleiche bei der Entwicklung der Tiere scheint sich hingegen er der folgende Stammbaum zu bestätigen, bei der die Gruppe der Tracheentiere nicht mehr existiert:

Arthropoden



Zusatzinformationen:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Tracheentiere>

Stammbaum der Insekten

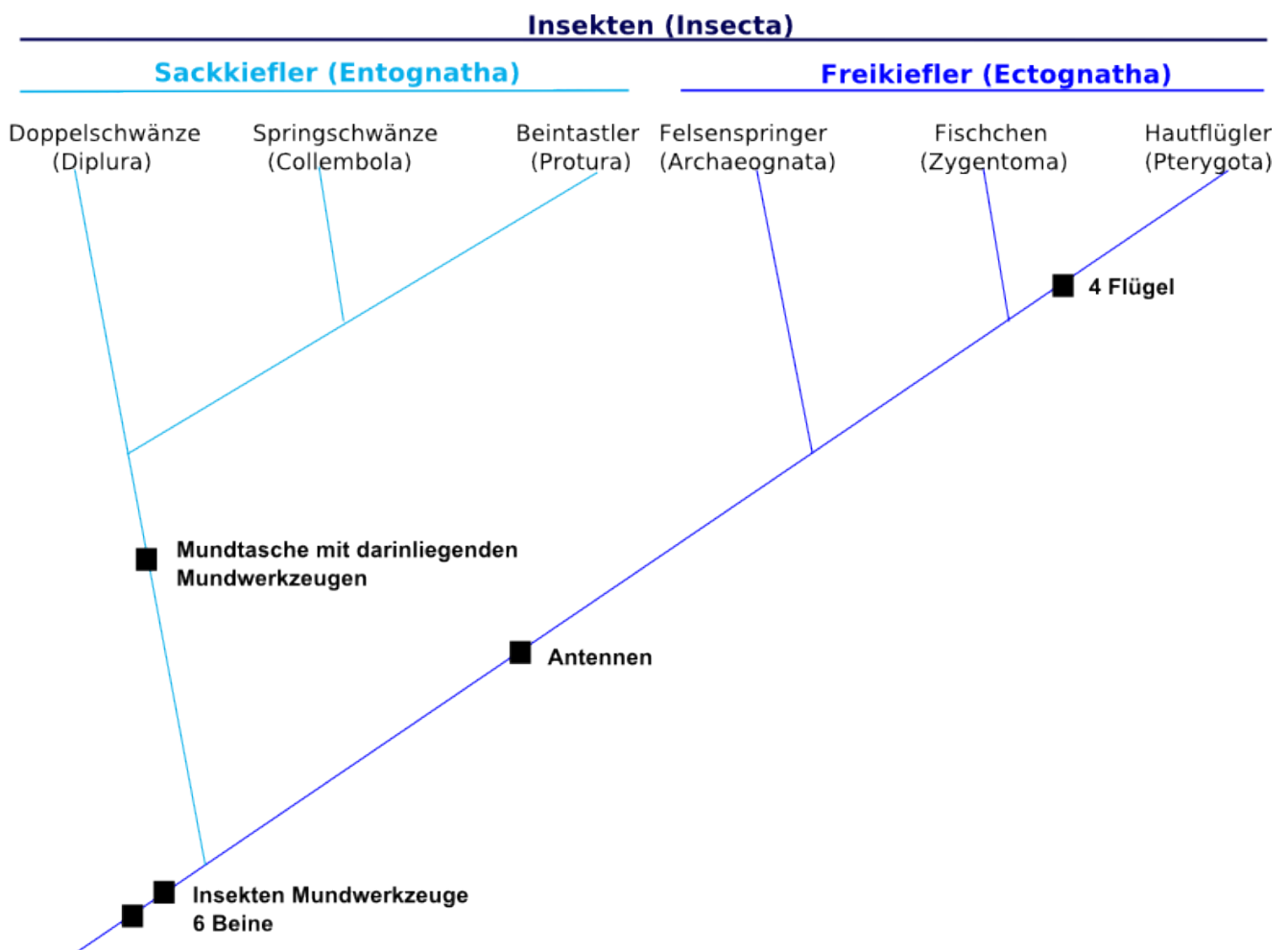
Die große Gruppe der Tracheentiere, in der sich auch die Spinnen und die Tausendfüßer befinden ist auch die Gruppe der Insekten. Die Insekten selbst sind dabei die größte Tiergruppe des Planeten Erde. Sie teilen sich in zwei Gruppen:

1. Die Sackkiefler (Entognatha)

Die Sackkiefler sind eine Gruppe, welche aus drei Untergruppen, den Beintastlern, den Doppelschwänzen und den Springschwänzen besteht. Ihr gemeinsames Merkmal ist eine Mundtasche, in welcher sich die Mundwerkzeuge befinden.

2. Die Freikiefler (Ectognatha)

Bei den Freikieflern sind die Mundwerkzeuge hingegen noch frei und von außen gut sichtbar. Man unterteilt diese Mundwerkzeuge in Mandibeln und Maxillen. Die drei Gruppen der Ectognatha sind die Felsenspringer (Archaeognatha) mit ca. 220 Arten, die Fischchen (Zygentoma) mit ca. 270 Arten und die Hautflügler (Pterygota), welche auch geflügelte Insekten genannt werden. Diese geflügelten Insekten umfassen ca 770000 Arten. Biologen schätzen aber, dass es auch durchaus 1 Million sein könnten. Innerhalb der Freikiefler gibt es weitere Unterteilungen. Ein wichtiges Merkmal dabei ist die Unterteilung in sich vollständig verwandelnde (holometabole) und sich unvollständig verwandelnde (hemimetabole) Insekten.



Merkmale der Insektengruppen

1. Diplura (=Doppelschwänze):

- meist 2-10mm lang, sind Bodenbewohner,
- Ernährung: Algen, Pilzsporen, abgestorbene Pflanzenreste, nur wenige sind räuberisch

2. Collembola (=Springschwänze)

- meist 1-2 mm lang, 2000 Arten, Bodenbewohner, wenige auf Wasser, Isotoma auf Gletschern
- altes Monophylum (seit Devon bekannt)
- hohe Individuendichte (bis zu 100000 Tiere/ m² Waldboden),
- benötigen meist 100% Luftfeuchte,
- fördern Humifizierung,
- Indikatortiere,
- Ernährung: saprophag von Pflanzensubstanz, carnivor,
- haben Komplexaugen, Antennen

3. Prothura (=Beintastler)

meist 0,5- 2,5 mm lang, 140 Arten,
keine Komplexaugen, Antennen oder Tracheensystem
Ernährung: Pilzhypen

4. Archaeognata (=Felsenspringer)

220 Arten, Körper spindelförmig, Sprungvermögen, primitive Körpermerkmale
Lebensraum: konkurrenzarme Felsengebiete, Gletscherregionen, Meeresstrand

5. Zygentoma

330 Arten, Körper abgeflacht, wärme liebend ⇒ in Wohnungen zu finden
Arten Silberfischchen, Ofenfischchen, Amiesenfischchen

6. Pterygota = Hautflügler

Es gibt drei Gruppen von Hautflüglern:

1. Paleoptera: (Merkmal: primitives Flügelgelenk)

- Eintagsfliegen (Ephemeroptera) (2000 Arten),
- Libellen (Odonata) (4700 Arten)

2. Neoptera: (Merkmal: Flügel können über dem Hinterleib zusammengelegt werden)

- Steinfliegen (Plecoptera)
- Tarsenspinner (Embioptera)

3. Orthopteromorpha: (Merkmal: Vorderflügel meist sklerotisiert)

- Notoptera
 - Ohrwürmer (Dermaptera)
 - Fangheuschrecken, Gottesanbeterinnen (Mantodea) 1800 Arten
 - Schaben (Blattodea)
 - Termiten (Isoptera)
 - Gespenstheuschrecken, Stabheuschrecken (Phasmida)
 - Laubheuschrecken, Grillen (Ensifera)
 - Feldheuschrecken (Caelifera)
 - Bodenläuse (Zoraptera)
 - Stabläuse, Flechtlinge (Psocoptera)
 - Tierläuse i.w.S. Lauskerfe (Phthiraptera)
 - Fransenflügler, Blasenfüße (Thysanoptera)
 - Schnabelkerfe (Hemiptera)
 - Heteroptera (Wanzen, 30000 Arten)
 - Auchenorrhyncha (Zikaden, 30000 Arten)
 - Sternorrhyncha (u.a. Blattläuse, Schildläuse, Blattflöhe, 8000 Arten)
 - Schlammfliegen (Megaloptera)
 - Kamelhalsfliegen (Raphidioptera)
 - Netzflügler i.w.S. (Plannipenia)
 - Käfer (Coleoptera)
 - Hautflügler (Hymenoptera)
 - Köcherfliegen (Trichoptera)
 - Schmetterlinge (Lepidoptera)
 - Schnabelfliegen (Mecoptera)
 - Zweiflügler (Diptera)
 - Flöhe (Siphonaptera)
 - Fächerflügler (Strepsiptera)
- Blattopteroidea
- Springheuschrecken
- Holometabola (vollkommene Entwicklung)
(600 000 Arten)

Zusatzinformationen:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Entognatha>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Doppelschwänze>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Springschwänze>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Beintastler>

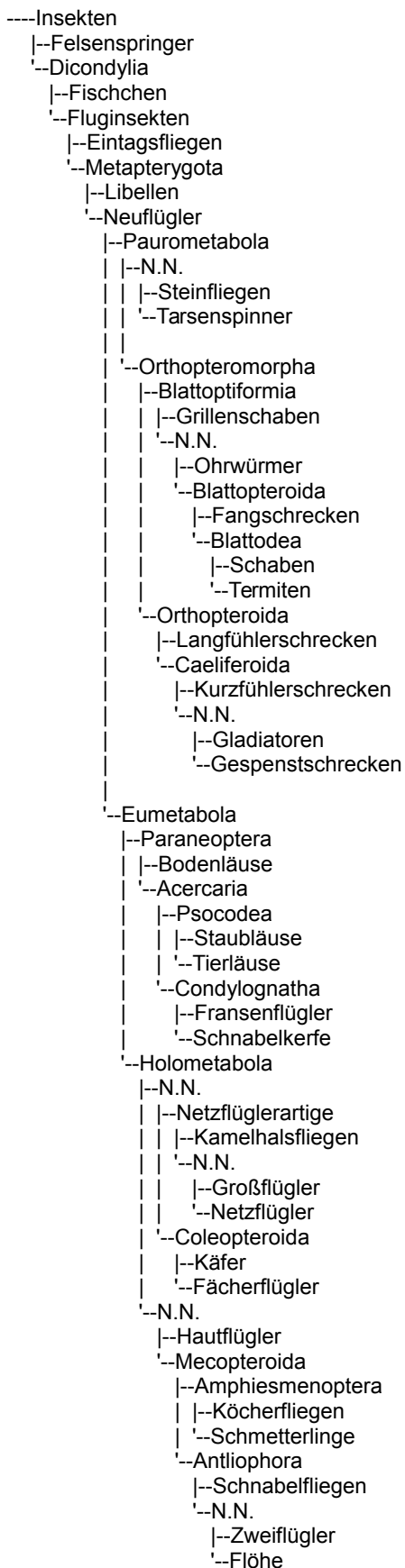
<http://de.wikipedia.org/wiki/Ectognatha>

http://de.wikipedia.org/wiki/Systematik_der_Insekten

<http://de.wikipedia.org/wiki/Insekten>

Phylogenetischer Stammbaum II

Wichtige Merkmale bei der Zuordnung der Insekten sind der Körperbau, die Flügel, die Form der Extremitäten und der Mundwerkzeuge. Weiterhin ist die Art der Entwicklung (mit oder ohne Puppenstadium) entscheidend.



Die Insekten sind Rekordhalter

Die Insekten sind die größte und mächtigste Tiergruppe der Erde (ca. 1 Mio. Arten bekannt - man vermutet aber dass es ca. 2-4 Millionen sind). Sie machen mehr als 2/3 der gesamten Tierwelt aus. Es gibt 25 mal so viele Insektenarten wie Wirbeltierarten. D.h. Insekten haben alle Lebensräume besetzt. Außerdem sind sie die artenreichste Gruppe der Gliederfüßer (Arthropoda).

Henning: $\frac{3}{4}$ aller bekannten Tierarten sind Insekten!

Das Wort Insekt leitet sich vom Lateinischen „insecare“ (einschneiden) ab. Dies bezieht sich auf die stark voneinander abgesetzten Körperteile, welche wie ein Einschnitt aussehen.



Lebensräume	Insektenbeispiel
am Boden	Ohrwurm
am Gletscher	Eisfalter, Springschwänze
auf dem Wasser	Wasserläufer
Baum	Borkenkäfer
im Boden	Maulwurfgrille
in der Luft	Libelle, Biene, Wespe
Sand	Ameisenlöwe
unter Wasser	Gelbbrandkäfer
Wiese	Heuschrecke, viele Käferarten
Wohnung	Silberfischchen

Insekten leben fast in jedem Lebensraum - der einzige Lebensraum, in dem sie nicht leben, ist das Meer

Antworten zum Arbeitsblatt:

- a) 1 250 000
- b) $47\,000 : 1\,250\,000 \Rightarrow 25$ mal so viele
- c) $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{2}$

Vielfalt der Ernährungsweisen

Insekten haben sich fast jede Nahrungsquelle des Planeten erschlossen:

- Pflanzen (Saft, Nektar, Pollen, Blätter, totes Pflanzenmaterial)
- Tiere (Kaulquappen, andere Insekten, kleine Fische)
- Blut von Säugetieren
- Kot und Fäkalien

Aufgaben:

1. Wie viel Tierarten kennt man heute, wie viel vermutet man existieren?
2. Nenne 30 Insektenarten und ordne ihnen einen Lebensraum zu
3. Welche Art ist die bedeutendste unter den Insekten?
4. Wie konnten sich so viele Insektenarten entwickeln, ohne dass es zu starke Konkurrenz gab
5. Nenne für den Menschen nützliche und schädliche Insekten?

Zusatzinformationen:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Insekten>

Quiz: Vielfalt und Allgegenwart von Insekten

1. Es sind heute ca. 1 Million Insektenarten bekannt. Was weißt Du über eine so große Tiergruppe?

a) Ermittle mithilfe des Schulbuches oder des Internets die Gesamtzahl der bekannten Tierarten.

b) Bestimme zuerst das Verhältnis (als Bruch) zwischen Tierarten und Insektenarten. Dann das Verhältnis zu den Wirbeltierarten.

c) Wie ist das Zahlenverhältnis zwischen Käfer- und Insektenarten sowie zwischen Käfer- und Wirbeltierarten?

d) Stelle eine Vermutung auf, warum die Welt nicht nur mit Käfern gefüllt ist?

e) Vervollständige die Tabelle mit Insektenbeispielen:

Lebensraum	Insektenbeispiele
unter Wasser	
auf dem Wasser	
in der Luft	
Wiese	
am Boden	
im Boden	
Baum	
am Gletscher	
Wohnung	
Sand	

Insekten leben überall, nur nicht im

Bedeutung der Insekten

a) Einige Insekten sind Abfallbeseitiger:

Mistkäfer, Aaskäfer und Totengräber beseitigen Abfall.

b) Einige Insekten sind Nützlinge

Insekten fressen auch schädliche Insekten wie z.B. Marienkäfer die Blattläuse fressen. Die Blattläuse werden übrigens von Ameisen geschützt. Dafür bekommen sie die süßen Ausscheidungen der Blattlaus.



c) Einige Insekten übertragen Krankheiten

Malaria: häufigste Infektionskrankheit wird von Insekten (Fiebermücke) übertragen.



Quelle 2. Bild Stechmücke: public domain by USDA United States Department of Agriculture
http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Aedes_aegypti_biting_human.jpg - thank you

d) Wanderheuschrecken: Insekten vernichten ganze Wälder und Ernten

Heuschreckenplagen: In Afrika wurden große Hungersnöte durch Heuschreckenplagen der Wanderheuschrecke ausgelöst.



Quelle Bild: public domain by wikicommonsuser matsumomushi - thank you;
http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Locusta_migratoria.jpg

Weitere Bilder der Wanderheuschrecke:

http://commons.wikimedia.org/wiki/Locusta_migratoria

<http://de.wikipedia.org/wiki/Heuschreckenplage>

e) Einige Insekten produzieren wertvolle Dinge:

Seide wird durch Seidenraupen (Raupe des Seidenspinners, ein Schmetterling) hergestellt.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Seidenspinner>

<http://commons.wikimedia.org/wiki/Bombyx>

Der Farbstoff Karmin wird durch die Cochenille-Schildlaus produziert.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Karmin>

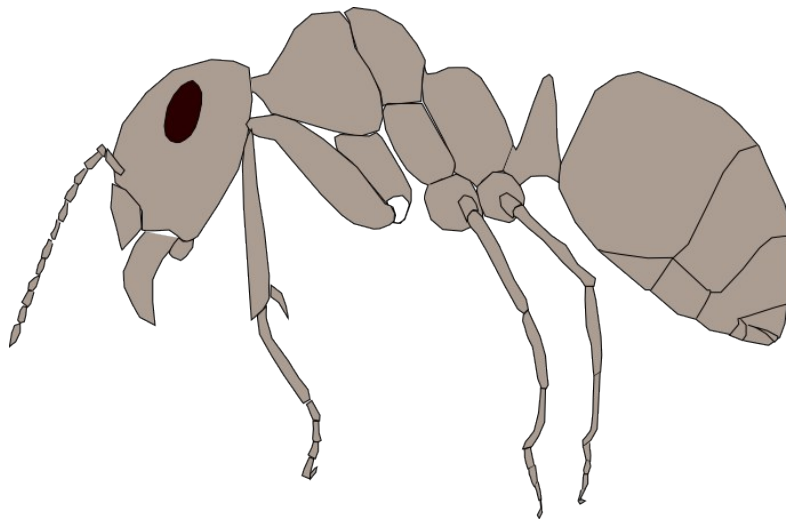
<http://commons.wikimedia.org/wiki/Cochineal?uselang=de>

Der Körperbau der Insekten



Aufgaben:

1. Betrachte die drei Bilder und versuche gemeinsame Strukturen zu finden und so das Arbeitsblatt zu beschriften. Dann versuche noch die Funktion der Strukturen zu bestimmen.
2. Welche der gefundenen Merkmale findest Du auch bei anderen Insekten, wie der Ameise? Beschrifte die Ameise dazu.



Gemeinsame Merkmale der Insekten:

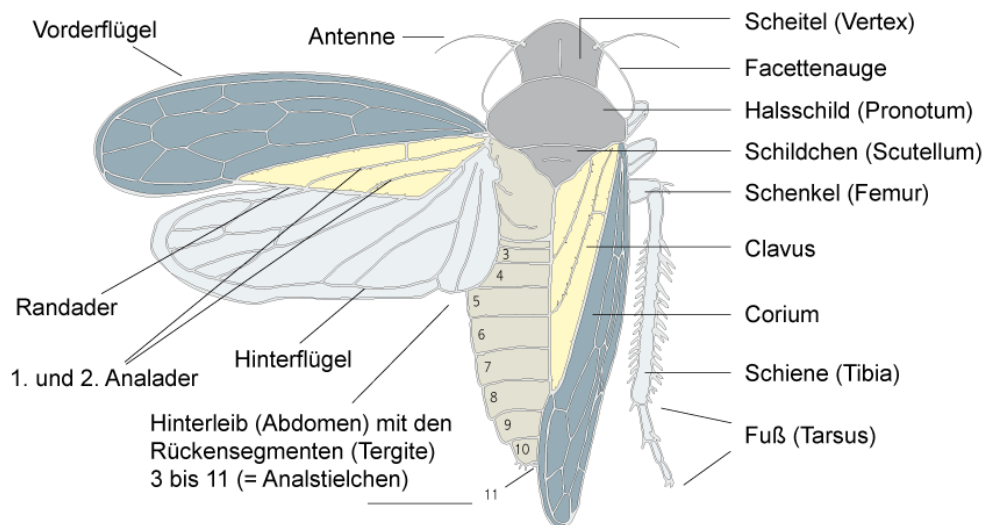
- Körperbau mit Kopf, Brust und Hinterleib
- 3 gliedrige Brust mit 3 Beinpaaren pro Segment
- Eingeschnittener Körper → Kerbtiere (lat. *insecare* = einschneiden ⇒ Insekten)
- Komplexaugen (haben aber auch einige Tausendfüßerarten ⇒ keine eigene „Erfindung“ (Autapomorphie) der Insekten!)

Aber Achtung! Dieser gemeinsame Grundbauplan der Insekten ist bei vielen Arten leicht verändert. Dieses sind Anpassungen an die verschiedenen Lebensräume der Insekten.

Aufgaben:

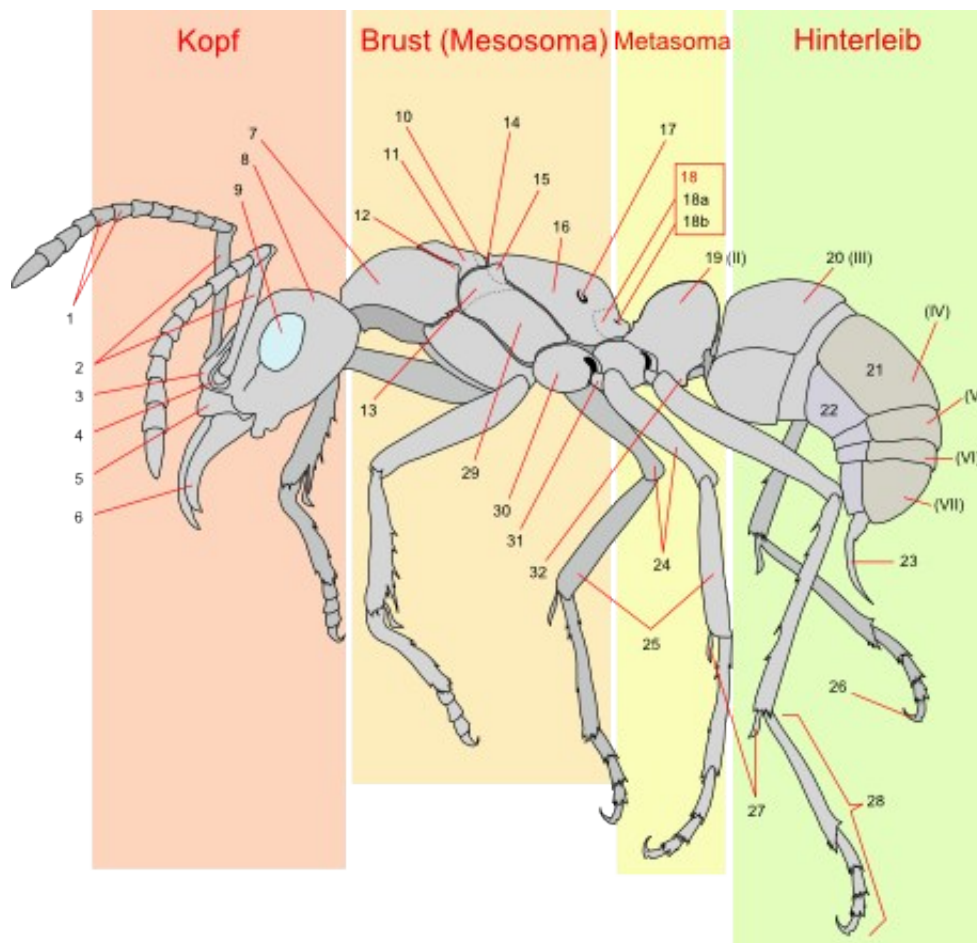
1. Beschreibe Aufbau eines Insektenkörpers
2. Nenne Merkmale der Insekten
3. Nenne Insekten welche Abwandlungen von diesem Bauplan zeigen

Der Insektenkörper im Detail (am Beispiel einer Zikade)



Quelle: public domain von wikipediauser Elke Freese http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Grundbauplan_Cicadomorpha.png

Wie viel Ziffern kannst Du beschriften?



Quelle Bild: public domain by wikicommonsuser LadyofHats: http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Scheme_ant_worker_anatomy-numbered.svg - Muchas gracias

Die Mundwerkzeuge der Insekten

Einstieg: Bilder von fressenden Blattkäfern



Kannst Du die folgenden Fragen beantworten?

- Was fressen Insekten?
- Wie fressen Insekten?
- Haben sie Zähne?
- Wie nehmen sie ihre Nahrung ohne Hände auf - und wie wird die Nahrung festgehalten?

Viele Insekten haben zum Fressen Zangen am Unterkiefer.

Der allgemeine Bauplan





Betrachte einmal das Bild des Insektenkopfes. Achte besonders auf die Mundwerkzeuge

Insekten haben an ihrem Kopf Mundwerkzeuge. Es gibt je nach Nahrung verschiedene Mundwerkzeuge. Der häufigste Typ ist der kauen-beißende Typ, bei dem die Mundwerkzeuge zum Halten und Zerkleinern der Nahrung dienen.

Dabei zerkleinert der starke Oberkiefer die Nahrung, während die schwächeren Unterkiefer die Nahrung halten.

Im Inneren des Mundes befinden sich Speicheldrüsen, welche den Verdauungsft bilden.

Zusatzinformationen:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Mundwerkzeuge>

Aufgaben:

1. Welche MWZ kennst Du?
2. Wie wird die Nahrung „gekaut“/ zerkleinert?
-Vor dem Mund
3. Haben Heuschrecken Zähne?
4. Welche Funktion haben wohl die Antennen am Unterkiefer?
- Abtasten der Nahrung
5. Bei Gottesanbeterin fehlen die Haltezangen (UK) Wie hilft sich dieses Tier?
- Verschiedene Typen von Mundwerkzeugen

Vielfalt und Entwicklung der Mundwerkzeuge

Was fressen eigentlich Insekten so alles? Zähle mal verschiedene Nahrungsquellen auf.

Insekten fressen Pflanzen (Wurzeln, Stängel, Blätter), Blut, Nektar, Pflanzensaft usw.

Man vermutet, dass sich die ersten Insekten vor 400-350 Millionen Jahren entwickelt haben, zumindest hat man versteinerte Insekten aus der Zeit des frühen Karbon (vor 350 Millionen Jahren) gefunden. Diese frühen Insekten haben sich vermutlich alle von toten und verfaulenden Pflanzen ernährt. Vermutlich haben sie auch Pilze gefressen, welche tote Pflanzen abgebaut hatten. Später, vor ca. 330 Millionen Jahren sind die ersten Blütenpflanzen entstanden. Gleichzeitig stieg die Anzahl der Insektenarten sprunghaft an. In kurzer Zeit hatten sie die ganze Erde bevölkert.

Mit der Verbreitung der Insekten haben sich auch immer mehr die Pflanzen verbreitet.

Was könnte damals passiert sein, dass sich die Anzahl der Insekten so sprunghaft erhöhte?

Insekten haben zu dieser Zeit weitere Nahrungsquellen erschlossen. Sie begannen Blüten zu fressen und konnten Nektar saugen.

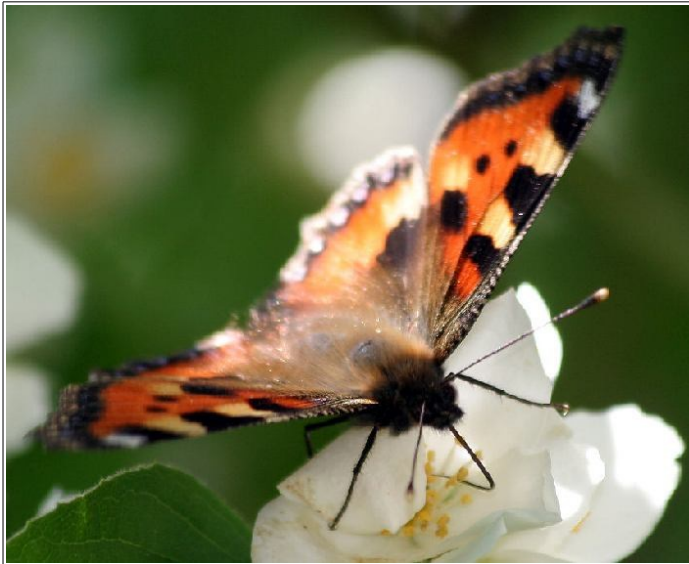
Vor ca. 65 Millionen Jahren (im Tertiär) entstanden die ersten Säugetiere. Die Zahl der Insektenarten nahm erneut stark zu. Diese neuen Arten hatten neue Nahrungsquellen, das nährstoffreiche Blut sowie den Kot der Säugetiere.

Heutige Insektenarten haben noch viel mehr Nahrungsquellen als ihre Vorfahren. Die Bedingung für eine derartige Anpassung war aber, dass sich die Mundwerkzeuge an die Nahrung anpassten.

Man kennt heute im großen und ganzen drei Typen von Mundwerkzeugen:

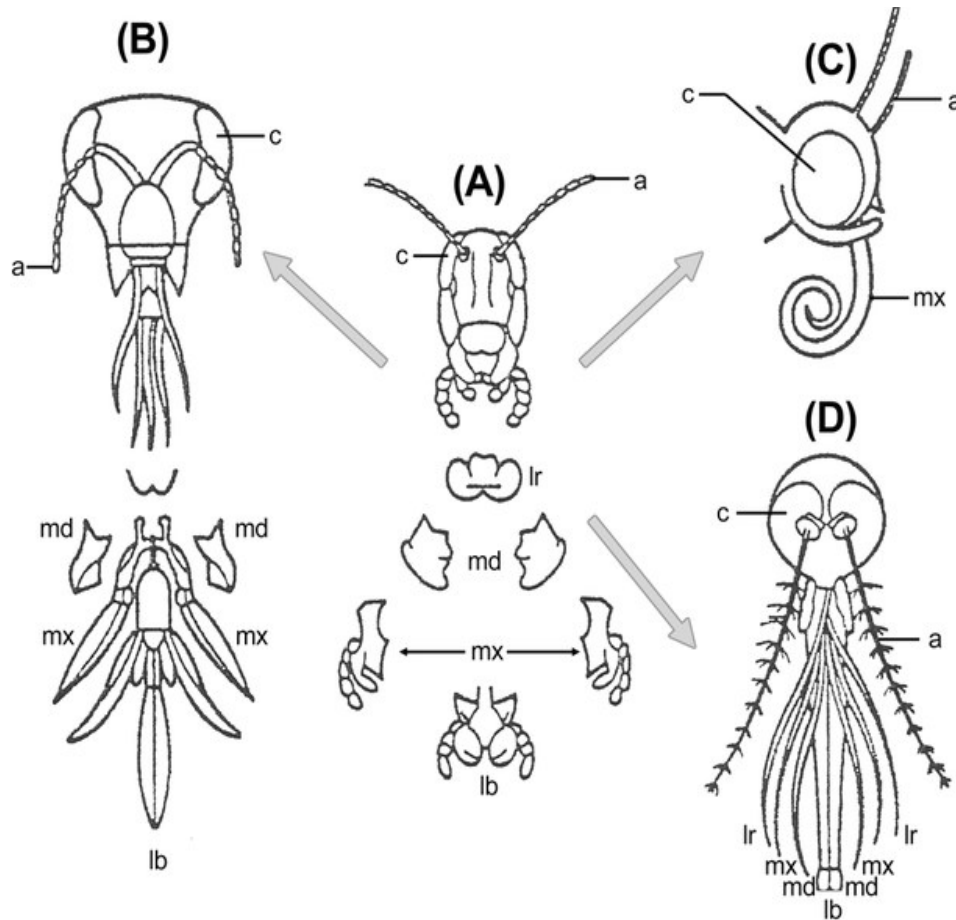
- kauend-beißend
- stechend saugend
- leckend-saugend

Kannst Du den Bildern den Mundwerkzeugtyp zuordnen?



Quelle Bild Stechmücke: public domain by USDA United States Department of Agriculture
http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Aedes_aegypti_biting_human.jpg - thank you

Vergleich der Mundwerkzeuge



a Antenne

c: Komplexauge

lr: Oberlippe (Labrum)

md: Mandibel (Oberkiefer)

mx: Maxille (Unterkiefer)

lb: Labium (Unterlippe)

(A) Kauend beißender Typ z.B. bei der Heuschrecke

(B) Leckender-saugender Typ (z.B. bei der Honigbiene)

(C) saugender Typ (hier Schmetterling)

(D) saugender Typ (hier Stechmücke)

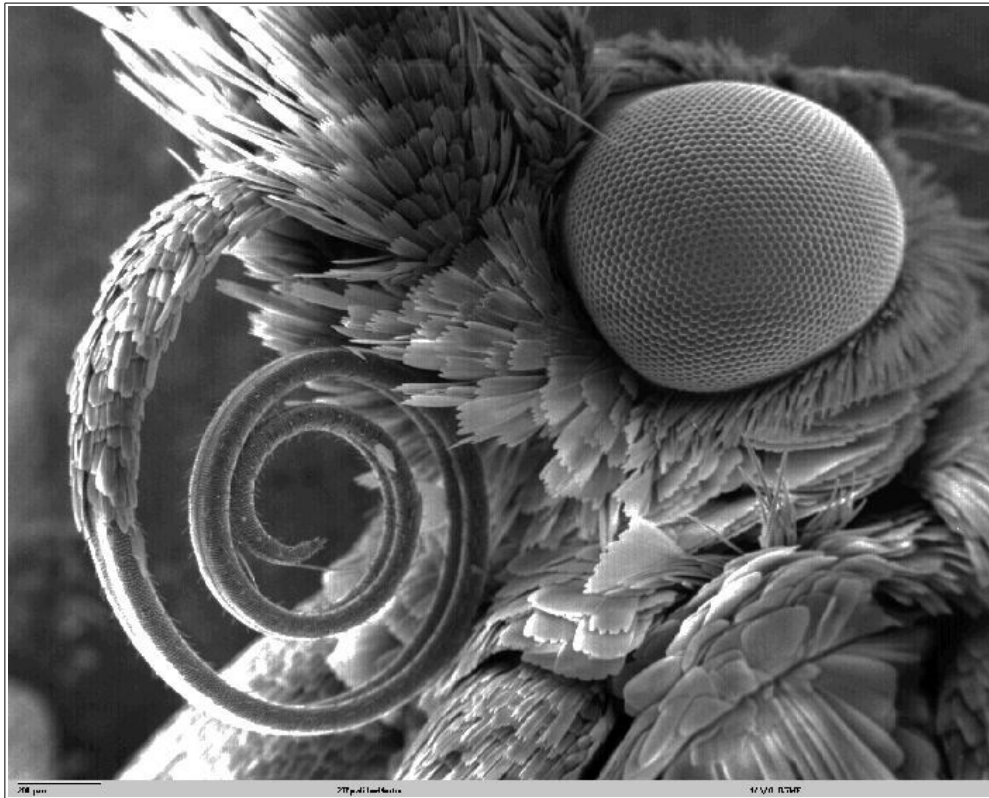
Quelle Bild: GNU Free Documentation License by wikicommonsuser Mcy jerry - http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Evolution_insect_mouthparts.png - thank you

Übersicht über die Mundwerkzeugtypen bei Insekten

	kauend-beißend	leckend-saugend	stechend saugend
Zu finden bei:	Feldheuschrecke, Schabe, Käfer, viele Larven, Libellen	Schmetterling, (Fliege)	Mücken, (Blatt) Läuse, Flöhe
Oberkiefer	zerschneidet und zerkaut die Nahrung	nicht vorhanden!	umgewandelt zu Stechborsten
Unterkiefer	hält die Nahrung	umgewandelt zur röhrenförmigen Zunge. (sehr lang und mit kleinen Haken wird sie zu einer Röhre verschlossen, welche vom UK-Rest und der Unterlippe eingeschlossen wird.)	umgewandelt zu Stechborsten
Unterlippe		Schutz für Zunge Unterkiefer und Unterlippe zusammen heißen auch Saugrüssel. Dieser ist am Kopf mit dem Mund verbunden.	bildet eine weiche Scheide, in der liegen vier Stechborsten, die sich abwechselnd vor und zurück bewegen.
Oberlippe			bildet ein Saugrohr zum Aufsaugen des Blutes (Durchmesser 1/10mm - entspricht nur 2 Blutkörperchen Breite)
		Kräftige Muskeln im Mund wird ein starker Unterdruck erzeugt, welcher die Nahrung hineinpumpt. Wird der Saugrüssel gerade nicht gebraucht, ist er eingerollt. Zum Ausrollen hat der Im Saugrüssel eigene Muskeln.	Mit einer Injektionsspritze wird je nach Art ein Anti-Gerinnungsstoff oder Gift in die Wunde gepumpt. Dies führt oft zu Allergien bei Menschen

Komplexauge und Mundwerkzeuge des Schmetterlings

Dieses Elektronenmikroskopische Bild zeigt in vielfacher Vergrößerung den Kopf des Zünslerfalters (pyralidae moth).



Quelle Bild: public domain: http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Butterfly_tongue.jpg,
<http://remf.dartmouth.edu/images/insectPart3SEM/source/3.html> Author: Dartmouth College

Ausnahmen und Sonderfälle bei MWZ

Honigbiene

- Der Oberkiefer ist nicht scharf, sondern klein und stumpf.
- Die Nahrung wird mit Oberkiefer gehalten
- Wachs wird auch mit dem Oberkiefer geknetet und dann für die Waben verwendet. Die notwendigen Wachsdrüsen sind am Abdomen!
- Unterkiefer + Unterlippe bilden ein Saugrohr in dem sich die Zunge befindet.
- die Zunge ist vorn verbreitet. Die hat eine Löffelform und dient dem Nektar lecken.
- es liegt ein beißend, leckender, saugender Typ vor

Stechmückenlarve:

- Kauender Oberkiefer.
- An der Vorderseite des Kopfes befindet sich ein einzigartiges Organ. Es sind Haarbüschel, welche durch Muskeln bewegt werden und so Bakterien und Algen zum Mund fächern

Bremsen:

- Starke Oberkiefer, welche eine Wunde in die Haut schneiden können,
- Unterkiefer sind Stäbchen mit scharfen Widerhaken. Diese können eine Sägebewegung ausführen.
- Oberlippe und -Mundverlängerung bilden eine Röhre. => Aufbeißen der Wunde oder stechen und saugen.

Fliege

- Die Unterlippe bildet eine Zunge zum Lecken

Gottesanbeterin

- Hier fehlen die Greifzangen zum Halten der Beute, so dass das erstes Beinpaar diese Aufgabe übernimmt

Wasserkäferlarven

- Die Beute der Wasserkäferlarven wird mit dem Unterkiefer festgehalten.
- Wie bei einer Spinne wird ein Verdauungssaft injiziert, welcher die Organe des Insekts auflöst.

Aufgaben:

1. Welche Typen von Mundwerkzeugen kennst Du?
2. Gab es schon immer so viele verschiedene Typen? Ziehe die Entstehung nach.
3. Wie sehen die Mundwerkzeuge beim Schmetterling aus?
4. Kann der Schmetterling Brennnesselblätter fressen?
5. Wenn eine Libelle in die menschliche Haut beißt, tut das weh. Würde eine Libellenlarve versuchen uns zu beißen wäre das nicht so schlimm. Warum?

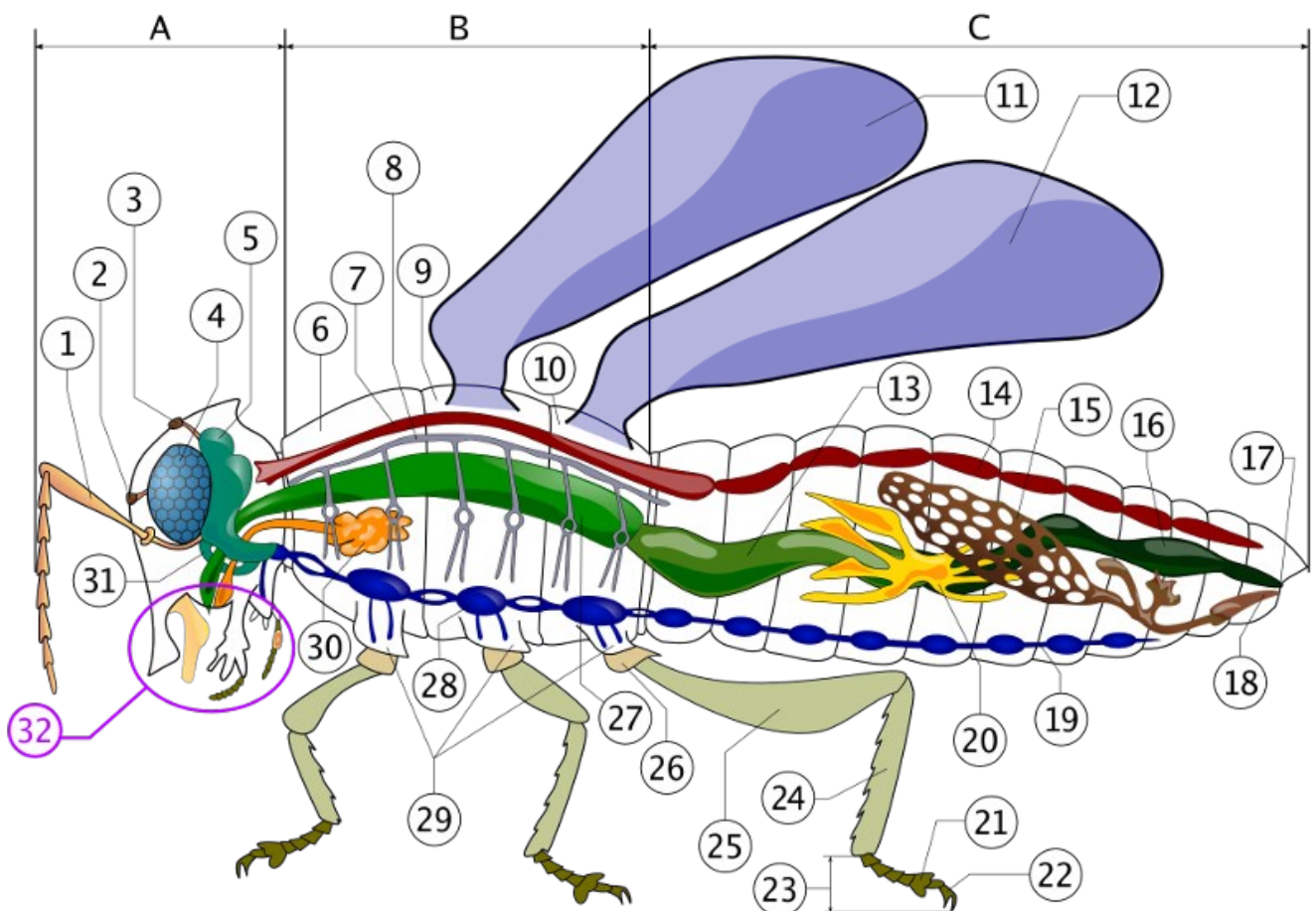
Die Organe von Insekten

a) Das Strickleiter-Nervensystem:

Wie alle Gliedertiere haben auch die Insekten ein Strickleiter-Nervensystem. Es ist bei den Insekten besonders gut entwickelt und ausgeprägt.

Zum Nervensystem gehörten die beiden „Gehirne“ ober und unterhalb des Mundes, welche Oberschlundganglion und Unterschlundganglion heißen. Das Oberschlundganglion ist vor allem für die Verarbeitung der Wahrnehmung durch die Augen, die Hormonsteuerung, das Fühlen der Fühler und Verhaltensweisen verantwortlich. Das Unterschlundganglion ist für Bewegungen von Beinpaaren, Kiefern und der Unterlippe verantwortlich.

An das Unterschlundganglion schließt das Bauchmark an. Dieses durchläuft in zwei Strängen das ganze Insekt. In jedem Segment sind zwei verbindende Markknoten. Von jedem Knoten gehen mindestens drei Nerven ab. Aufgrund seiner Form nennt man es auch Strickleiter-Nervensystem.



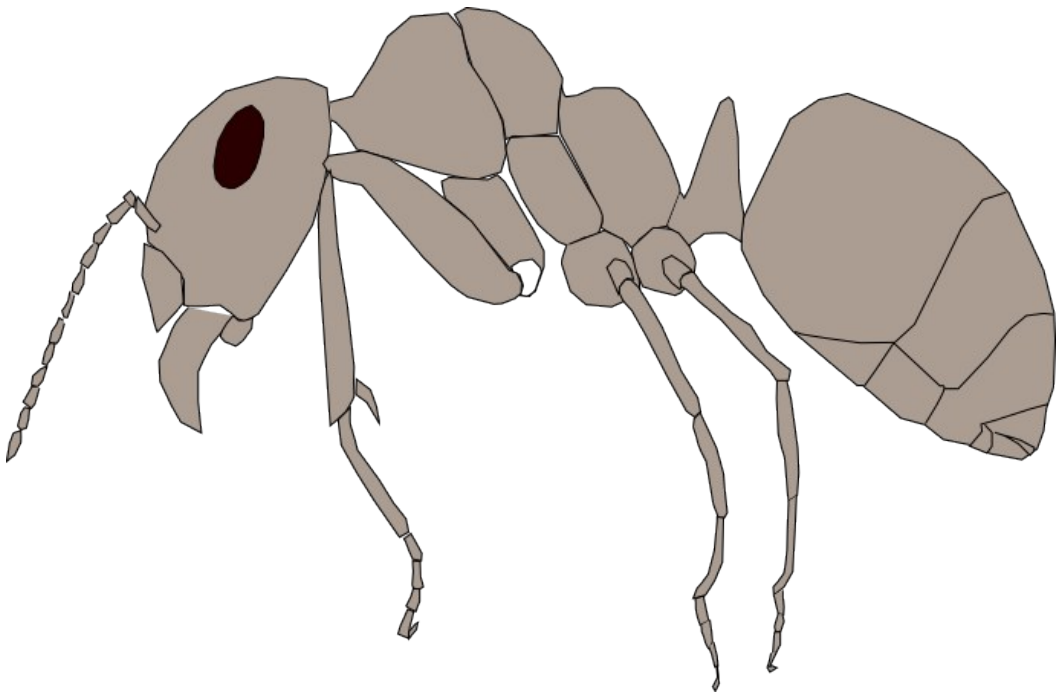
Beschreibung: A- Kopf; B- Brust(Thorax); C- Hinterleib(Abdomen)

Beschriftung:

1. Antenne
2. Ocellus (vorne)
3. Ocellus (oben)
4. Komplexauge (Facettenauge)
5. Gehirn
6. Prothorax
7. rückseitige (dorsale) Arterie
8. Tracheen
9. Mesothorax
10. Metathorax
11. Erstes Flügelpaar
12. Zweites Flügelpaar
13. Mitteldarm
14. Röhrenherz
15. Eierstock
16. Hinterdarm (Rektum)
17. Anus
18. Vagina
19. bauchseitiges Nervensystem mit Ganglien
20. Malpighische Drüse
21. Tarsomer
22. Prätarsus
23. Tarsus
24. Tibia
25. Femur
26. Trochanter
27. Vorderdarm
28. Thoraxganglion
29. Coxa
30. Speicheldrüse
31. Unterschlundganglion
32. Mundwerkzeuge

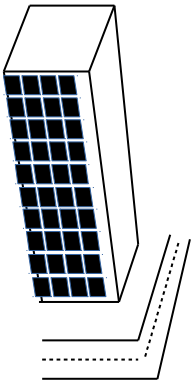
Quelle Bild: cc-by-sa-2.0: <http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Robal.png> - Wikipediauser: Piotr Jaworski PioM
(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>)

Grundbauplan der Ameisen



Beschrifte die Grafik!

Das Tracheensystem



Betrachtet man das Heizungssystem eines Hochhauses, in dem die Wärme durch Rohre von unten nach oben transportiert wird, so findet man Gemeinsamkeiten mit dem Tracheensystem der Insekten. Die Wärme wird durch Rohre transportiert. Bei Insekten wird die Atemluft durch feine Röhren vom Mund zu den Organen transportiert. (Vergleiche beim Menschen findet der Transport der Atemgase durch das Blut statt.).

Versuch: Ein Streichholz wird brennend in ein Reagenzglas geworfen.

Beobachtung: Der Rauch verbleibt am Boden und verteilt sich nicht.

Schlussfolgerung:

Der Nachteil von engen Röhren ist, dass sich Gase in ihnen nur sehr langsam bewegen. Der Rauch bleibt auch am Boden.

⇒ Insekten sind selten größer als 5cm, da die Wege für die Luft durch die Tracheen zu lang werden.

Wie stabil sind Tracheen?

V: Zusammendrücken einer Papierrolle mit und ohne innere Spirale

B: Die Papierrolle lässt sich platt drücken, fügt man eine Spirale ein wird sie fester, bleibt aber relativ leicht!

S: Tracheen sind von Innen mit einem spiraligen „Skelett“ stabilisiert.

Zusatzinformationen:

http://de.wikipedia.org/wiki/Trachee_%28Wirbellose%29

<http://de.wikipedia.org/wiki/Tracheentiere>

Der offene Blutkreislauf der Insekten

Gliedertiere haben so wie die Weichtiere oft einen offenen Blut-Kreislauf. Das Blut ist allerdings anders zusammengesetzt als bei den Säugetieren. Es kreist so durch die Blutgefäße und die Körperhöhlen. Es wird auch als Hämolymphe bezeichnet.

Die Bewegung der Hämolymphe wird vom Herzen bestimmt, welche sie in alle Körperhöhlen pumpt. Das Blut fließt in dem kleinen Körper automatisch zum Herzen zurück.

Auch Insekten haben einen offenen Blutkreislauf. Das farblose Blut (sieht man übrigens gelegentlich an der Windschutzscheibe des Autos), die Hämolymphe, bewegt sich frei im Körper, bis es zufällig wieder zum Herzen fließt. Dort angelangt, wird es über kurze Gefäße (Röhren) wieder in den Körper gepumpt. Die Körperzellen werden über ein reich verzweigtes Röhrensystem (Tracheen) mit Sauerstoff versorgt.

Beim Menschen ist das Blut deshalb rot, weil es den roten Farbstoff Hämoglobin enthält, dieser ist für den Transport des Sauerstoffes notwendig. Da das Insektenblut vor allem Nährstoffe und keinen Sauerstoff transportiert, ist es auch nicht nötig dass es das rote Hämoglobin enthält.

Die Atmung und der Blutkreislauf der Insekten

Das Blutgefäßsystem der Insekten:

Im Rücken der Insekten befindet sich ein schlauchförmiges Röhrenherz. Dehnt es aus, so wird durch den Unterdruck über seine seitliche Öffnungen Blut aus dem Hinterleib in das Herz gesaugt. Wenn sich dann das Herz zusammenzieht (kontrahiert), so wird das Blut in Richtung Kopf gepumpt. Vom Kopf aus kann das Blut dann durch den Körper wieder zurückfließen, allerdings gibt es keine Blutgefäße, durch welches es fließen kann! Das langsame zurückströmen in den Hinterleib erfolgt frei im Körper.

Die Insekten haben einen offenen Blutkreislauf.

Die Atmung der Insekten:

Alle tierischen Zellen benötigen Sauerstoff um energiereiche Nährstoffe zu oxidieren. Dabei entsteht die Energie, die der Körper für seine Aufgaben und Bewegung nutzt. Die Körperzellen der Insekten bekommen den notwendigen Sauerstoff nicht über Blut, wie bei Menschen und anderen Wirbeltieren, sondern durch ein Röhrensystem, welches Tracheen genannt wird.

Die Atemluft wird über sogenannte Stigmen (=Atemöffnungen im Hinterleib) aufgenommen (ein siebartiger Reusenapparat aus Chitinborsten verhindert dabei das Eindringen von Wasser und Staub in die Stigmen).

Mit den Stigmen sind direkt die Röhren der Tracheen verbunden, die sich immer feiner werden nun im Körper verästeln und fein verzweigen. Durch die dünnen Tracheenwände kann ein Sauerstoff entweichen und so die umliegenden Zellen versorgen.

Elastische und leichte Chitinspiralen im Inneren der Tracheen verhindern ein Zusammendrücken der Röhren.

Bauelemente der Tracheen

- Atemöffnungen (=Stigmen)
 - Im Bruststück und Hinterleib je 1 Paar pro Segment
 - mit Reusenapparat (=Filtersystem)
 - verschließbar
- 2 Tracheenlängsstämme
- Tracheen (=Chitinröhren) mit Chitinspirale; führen in Kopf, Brust, Beine, Flügel und Hinterleib.
- Tracheenendverzweigungen (=Tracheolen)
 - $\varnothing \approx 1/1000 \text{ mm}$
 - direkter Gasaustausch mit den Körperzellen
- Tracheenblasen (=Reserveluftblasen)

Tracheen sind feste Röhren. Sie besitzen keine Muskeln! Das ein- und ausatmen erfolgt allein durch Heben und Senken des Hinterleibs (mithilfe des Rückendeckels)!

Quiz 2: Die wichtigsten Organsysteme der Insekten

Das Nervensystem:

1. Beschreibe die Steuereinheit der Insekten, welche dem Gehirn bei Wirbeltieren entspricht.

2. Erkläre den Zusammenhang zwischen der Form und dem Namen des Nervensystems der Insekten.

3. Vergleiche das Nervensystems der Insekten mit dem der Wirbeltiere, beachte dabei auch die Lage.

Die Atmung:

4. Beschreibe, wie Luft in das Insekt hinein gelangt und dort verteilt wird.

5. Welchen große Nachteil hat dieses System von den Insekten verwendete Atmungssystem?

Der Blutkreislauf:

6. Auf der Autoscheibe sieht man manchmal tote Insekten. Erkläre, warum sie keine roten Flecken auf der Autoscheibe hinterlassen.

7. Nenne das Organ der Insekten, welches dem Wirbeltierherz entspricht. Wie pumpt es das Blut?

Die Verdauung/ Ausscheidung und die Geschlechtsorgane

8. Zeige Unterschiede im Verhältnis zwischen Magen- und Darmgröße bei Insekt und Wirbeltier auf.

9. Nenne Gemeinsamkeiten bei der Befruchtung bei Insekt und Wirbeltier.

Das Exoskelett

Vergleiche mal das Bein des Insektes mit dem Menschenbein. Was fällt Dir dabei auf?

**Insekten haben ein Außenskelett (das kann man mit einer Rittersrüstung aus Metall vergleichen) Dieses gibt dem Insekt den nötigen Schutz und die Stabilität.
Man nennt ein solches Skelett auch Exoskelett.**

Das Außenskelett wird aus äußeren Hautschichten gebildet. Diese verhärten durch Einlagerung von bestimmten, festen Eiweißen¹. Man nennt dies auch *Sklerotisierung*. An den Gelenken sklerotisiert (erhärtert) das Außenskelett nicht, da die Gelenke ja beweglich bleiben müssen.

Daraus ergibt sich aber scheinbar ein Problem: Wie wächst ein Insekt, wenn seine Außenhülle fest ist?

Damit Insekten wachsen können, müssen sie das alte, zu kleine Exoskelett abwerfen. Man sagt auch, Insekten häuten sich.

1 chemisch gesehen ist es eine Polymerisation von Eiweißen

Die Beine der Insekten

Vergleiche und finde Gemeinsamkeiten. (kennst Du die Tiere alle?)



Stabheuschrecke



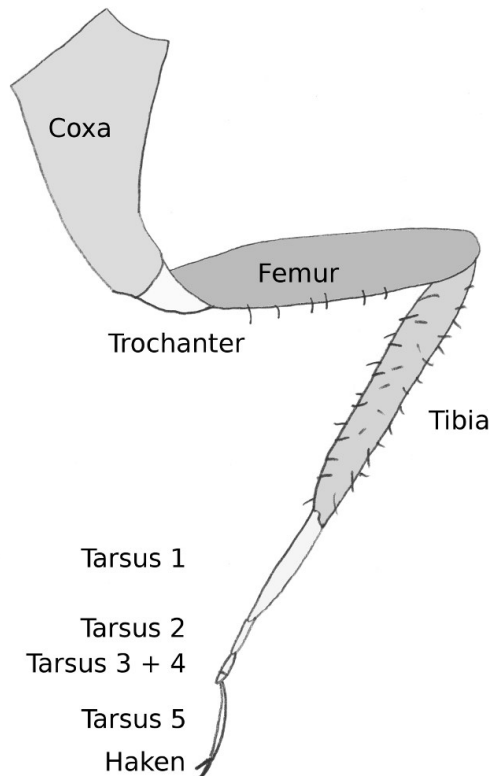
Fliege (gut erkennbar sind die Komplexaugen!)



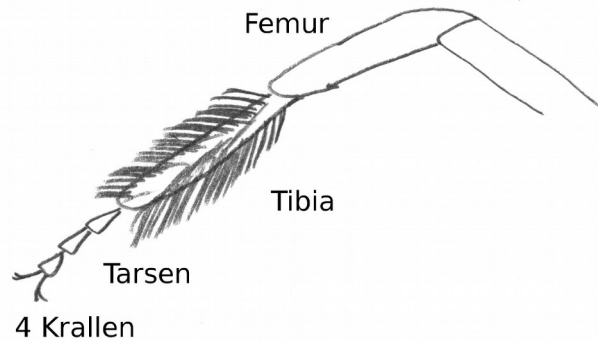
Die Beine der Insekten

Betrachte einmal die abgebildeten Beine der Insekten. Welche Eigenschaften fallen Dir auf?

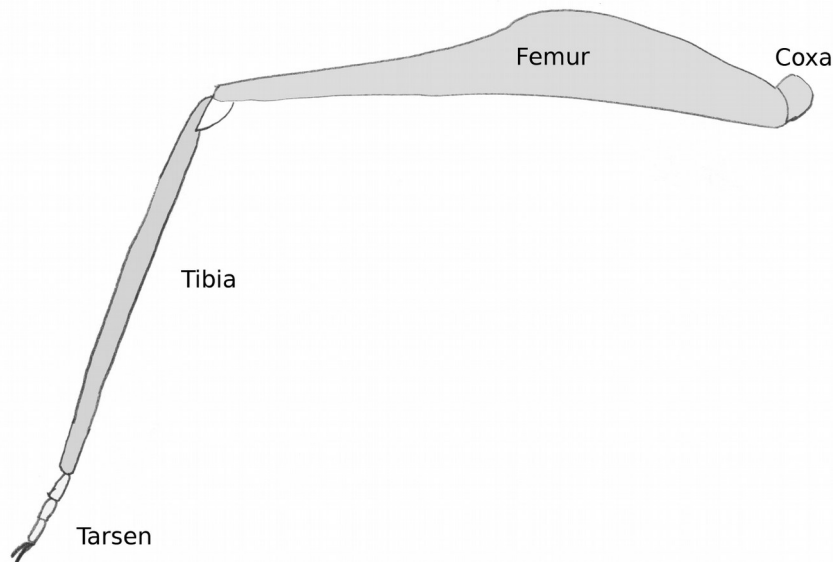
Bein einer Schabe:



Bein einer Honigbiene:



Bein einer Heuschrecke:



Beschriftung:

Coxa = Hüfte
 Femur = Schenkelring
 Trochanter = Schenkel
 Tibia = Schienenbein
 Tarsus = Fuß

- es ist gegliedert
- es besteht aus mindestens drei Abschnitten
- es gibt 6 Beinpaare, welche von jeweils einem der drei Bauchsegmente abgeht
- es gibt Variationen des Grundbauplans

Was fehlt dem Insektenbein, was bei den Menschen vorhanden ist?

- Gelenke

Anpassungen des Insektenbeins an verschiedene Lebensräume

Betrachte mal das Bild einer Gottesanbeterin. Können Insekten mit ihren Beinen nur Laufen? Schließlich gibt es sehr viele verschiedene Insektenarten?



Quelle Bild: Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0 Unported & GNU Free Documentation License:
http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Mantid_August_2007-2.jpg - Wikipediauser: Alvesgaspar - thank you

Es gibt verschiedene Variationen des Bein-Grundbauplans:

- Laufbeine (z.B. bei Laufkäfern)
- Grabbeine (z.B. bei der Maulwurfsgrippe)
- Sprungbeine (z.B. die Hinterbeine der Heuschrecken & der Flöhe)
- Schwimmbeine (z.B. bei Gelbrandkäfer, Schwimmkäfer, Taumelkäfer)
- Fangbein (z.B. bei der Gottesanbeterin - mit der sie das Männchen nach der Paarung fängt - und dann frisst)
- Sammelebein mit Pollenkörbchen (z.B. bei der Biene)

Aufgaben:

1. Nenne die Glieder des Insektenbeins (Laufbein)
 - (Hüfte, Schenkelring, Schenkel, Schiene, Fuß)
2. Haben Insekten ein Kniegelenk?
3. Wie bewegen könne sie trotzdem das Bein einknicken?
4. Welche Typen des Laufbeins gibt es?

Zusatzinformationen:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Insektenbein>

http://de.wikipedia.org/wiki/Europäische_Gottesanbeterin

Das Laufbein der Fliege



Quelle Bild: public domain: http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Fliegenbein_100_fach_Dunkelfeld.jpg, Wikipediuser Jan Hohmann-Danke

Sprungbein der Heuschrecke



Quelle Grafik: public domain by Wikicommonsuser: Matsumomushi - http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Locusta_migratoria.jpg - Arigato!

Der Insektenflug

Vergleiche mal verschieden Flugmaschinen wie Flugzeug/ Hubschrauber, Heißluftballon usw!
Suche nach Gemeinsamkeiten:

- Segelflieger
 - Propellerflieger
 - Gleitflieger
 - Hubschrauber => Rotor
- } starre Tragflächen



Wie funktioniert der Horizontalflug?

→ Propeller schräg halten (Auftrieb + Vortrieb)

Damit Insekten fliegen können, müssen sie die Schwerkraft überwinden. Durch den Flügelschlag wird ein Luftstrom erzeugt, der schräg nach hinten und abwärts gerichtet ist. Dadurch kommt es zu einer Auftriebskraft und damit es von der Stelle kommt, kommt zusätzlich zu einer Vortriebskraft.

Wie erzeugen die Insektenflügel einen schräg nach hinten und unten gerichteten Wind?

- das Flügelgeäder stabilisieren den Flügel

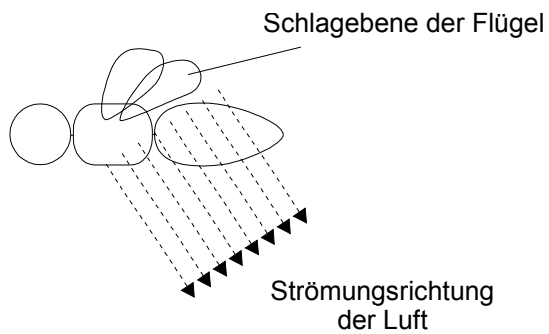


Fliegen haben nur 2 Flügel



Libelle haben immer vier Flügel

1. Auftrieb und Vortrieb durch den Flügelschlag



Aufgaben:

1. Was erzeugt der Schlag der Flügel?
2. Wie ist der Luftstrom gerichtet?
3. Welchen Effekt hat das?
4. Wo sitzt beim Insekt das Skelett und die Muskulatur (vgl. Vogel)

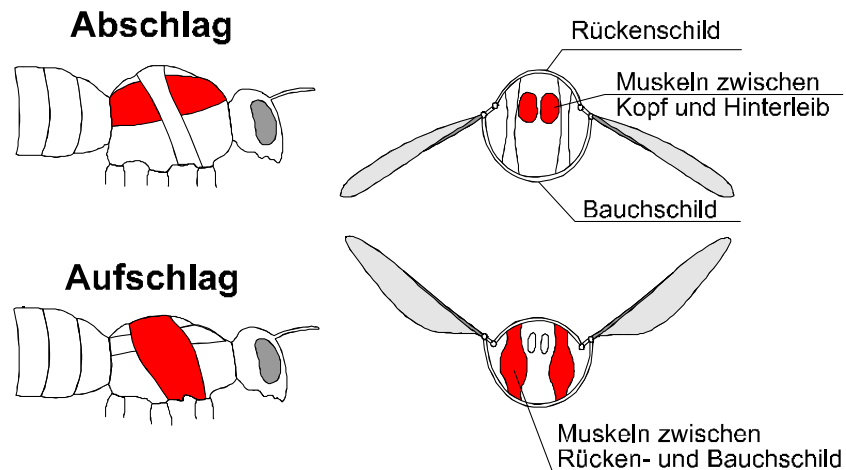
- Luftströmung
- schräg nach hinten abwärts
- Auftrieb und Vortrieb
- Quermuskeln: Rückenschild wird nach unten gezogen



die vier Flügel des Schmetterlings

2. Die indirekte Flugmuskulatur

Vergleiche einmal - beim Vogel werden die Flügel durch Muskulatur bewegt, welche im Innenskelett an der Muskulatur ansetzt. Aber wie funktioniert der Flügelschlag, wenn der Körper von einer unbeweglichen Außenschale, dem Exoskelett umgeben ist? Wie können Flügel überhaupt bewegt werden. Sie sind doch am Brustpanzer befestigt und die Muskeln sind innerhalb des Panzers?



Die Insektenmuskeln befinden sich zwischen Kopf und Hinterleib. Es sind dabei nur Flügelheber (durch Kontraktion² der Muskeln) vorhanden. Die entgegengesetzte Bewegung kommt durch den Panzer und nicht durch einen Muskel zustande.

Die Muskeln zwischen Rücken und Bauchschild bewegen nur den Brustpanzer, dieser hebt dann die Flügel. Deshalb spricht man auch von einer indirekten Flugmuskulatur. Einige Insekten, wie die Libelle besitzen auch direkte Flugmuskulatur.

Beim Menschen funktioniert das anders, hier sind immer zwei Muskeln für einen Knochen zuständig, ein Beuger und ein Strecker - man spricht auch von Antagonisten.

Indirekter Flug (Fliegen, Bienen)	Direkter Flug (Libellen)
hohe Schlagfrequenz (bis 1000 Schläge/ s)	geringe Schlagfrequenz (20-25 Schläge/ s)
Flügelbewegung durch Längs- und Dorsoventralmuskeln.	Jeder Flügel benötigt 2 Muskeln (Heber und Senker)
Muskeln kontrahieren sich als Reaktion auf Dehnung (kurzer kräftiger Zug).	Muskeln kontrahieren nur bei elektrischen Impulsen des Gehirns
Hauptflugmuskeln setzen nicht an den Flügeln an	Heber und Senker setzen an jedem Flügel an

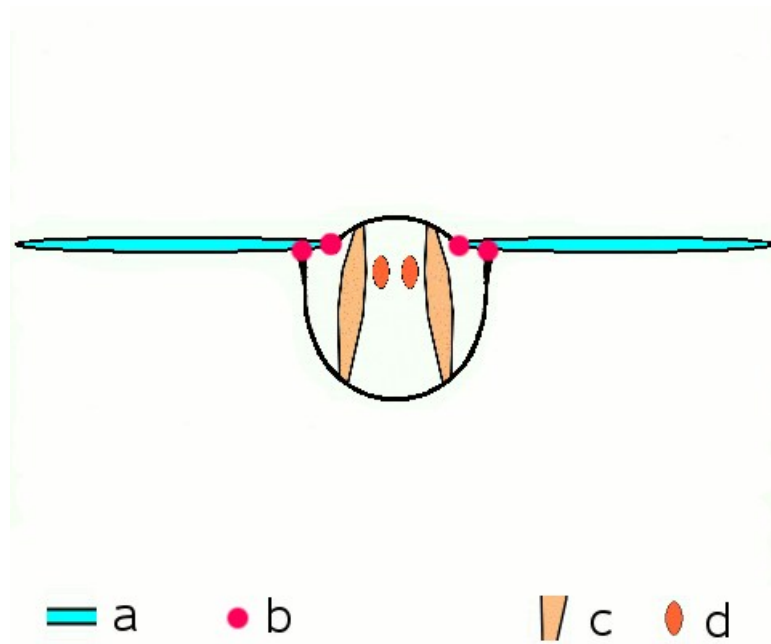
Zusatzinformationen:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Insektenflügel>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Insektenflug>

2 Kontraktion = Zusammenziehen eines Muskels

Grundbewegung beim Insektenflug



- a Flügel
- b primäre und sekundäre Flügelgelenke
- c Dorsoventrale Muskulatur
- d Muskulatur parallel zur Körperlängsachse

Quelle Bild: Creative Commons Attribution ShareAlike license versions 2.5:

http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Motion_of_Insectwing.gif - wikipediauser: Siga - thank you

Aufgaben:

1. Wie kommt es zum Aufschlag? - Zusammenziehen der Quermuskeln
2. Wie verändert sich dabei der Brustpanzer? - Rückenschild geht nach unten
3. Haben alle Insekten Flügel? Nenne Beispiel für flügellose Insekten.
 - Keine Flügel bei Parasiten (Laus, Haarlinge, Federlinge) und Ameisensoldaten und -arbeiter.
4. Warum kann ein Schmetterling nur 2m/ s, Fliegen aber bis zu 12m/s schnell sein?
 - Flügelform ist verschieden,
 - Flügelschlagfrequenz ist verschieden (Bei 200 Flügelschlägen pro Sekunde muss der Muskel 200 kontrahieren! (1000 bei Gnitze); sechs Schläge bei Schmetterling)
5. Warum nennt man die Flugmuskeln „indirekt“? - Muskeln bewegen nur den Brustpanzer

Zusatzinformationen:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Insektenflug>

Der Insektenflügel

Welche Eigenschaften muss der Insektenflügel haben?

Eigenschaften:

- Häutig und leicht, so dass er schnell zu bewegen ist
- Stabilität durch Adergänge und Tracheen, damit er nicht so leicht beschädigt wird.

Bei Schmetterling und den Deckflügeln der Käfer sind Schuppen auf den Flügel vorhanden.

Geflügelte Insekten haben ursprünglich vier Flügel. Sie sind als Erweiterungen des ersten und zweiten Brustsegmentes gebildet worden. Bei manchen Arten, wie z.B. bei den Fliegen fehlt das hintere Flügelpaar. Bei Käfern und Wanzen sind die vorderen Flügel zu Flügelklappen verdickt, welche die hinteren Flügel bei Nichtgebrauch schützen.



Flügelklappen bei der Feuerwanze, dem Moschusbock und dem Marienkäfer.



Einteilung der Insekten anhand der Flügel:

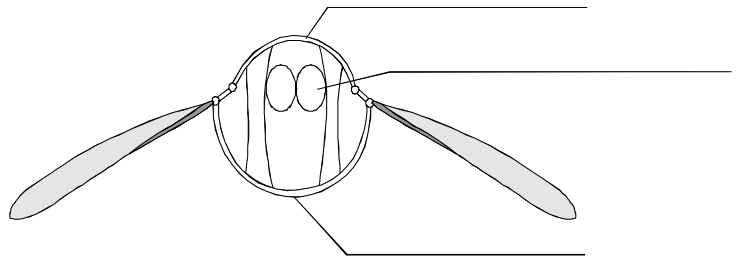
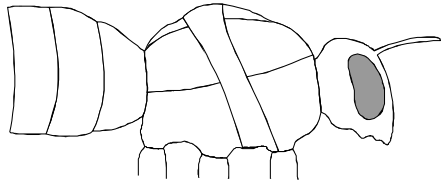
- Fransenflügler
- Gleichflügler
- Hautflügler (z.B. Wespe, Hornisse, Ameise)

Zusatzinformationen:

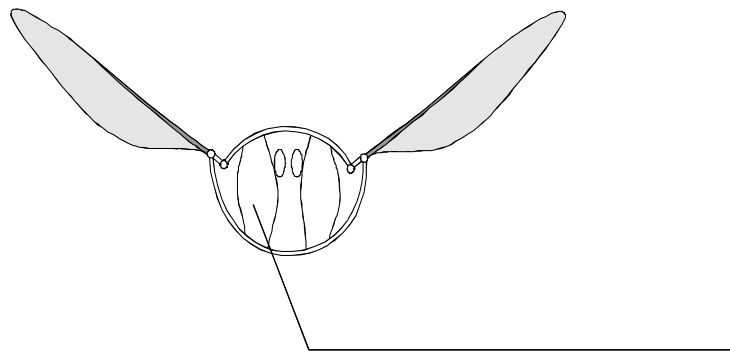
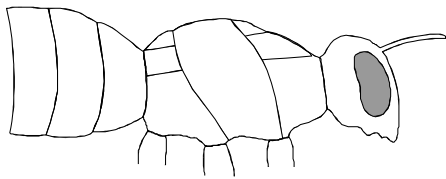
http://de.wikipedia.org/wiki/Flügel_%28Insekt%29

Indirektes Flugsystem

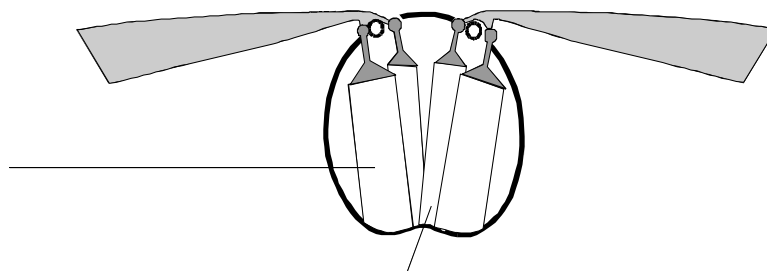
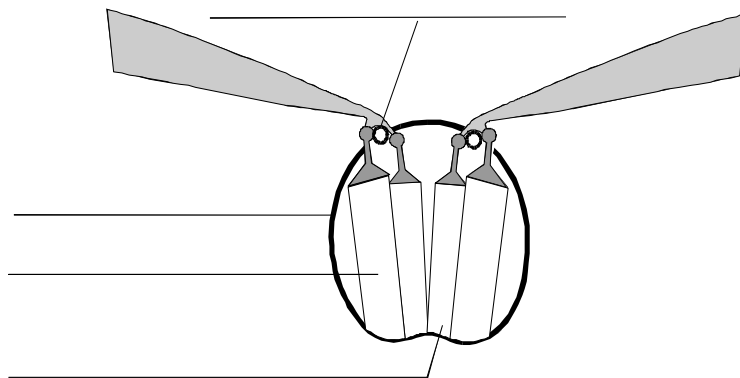
Abschlag



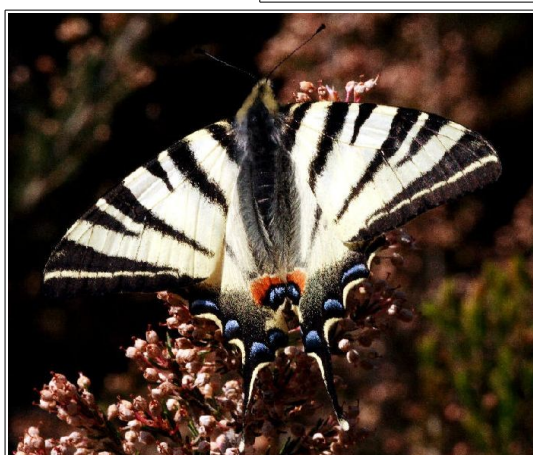
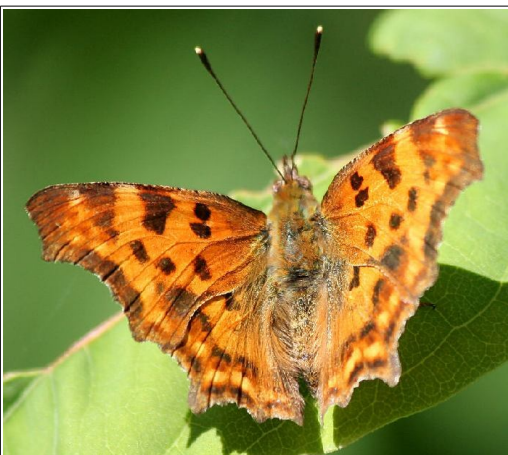
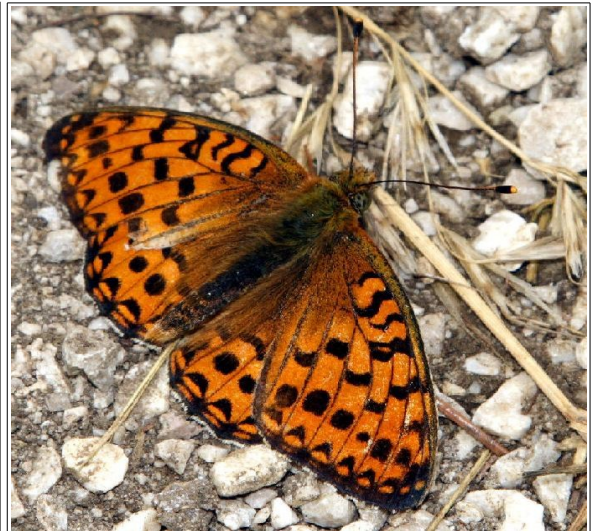
Aufschlag



Direktes Flugsystem



Schmetterlinge und eine Motte :-)



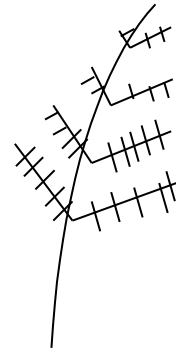
Der Seidenspinner

Der Seidenspinner ist ein Falter, welcher in Asien sogar als Haustier gehalten wird. Seine Raupen spinnen Seide. Dies war in vergangenen Jahren ein gut gehütetes Geheimnis Chinas, so das China weltweit gut seine begehrte Seide verkaufen konnte. In China wird Seide seit 4000 Jahren hergestellt! Seide hat ein sehr feines Gewebe, welches schon zu Zeiten der Römer über die Seidenstraße gelangt Seide nach Europa exportiert wurde. Seide galt als Statussymbol für sehr reiche Bürger.

Versuche die Raupe in Deutschland zu züchten, schlugen fehl. Das hiesige Klima ist zu kühl. Seidenspinner haben sich so an das Leben als Haustier des Menschen gewöhnt, dass ihre Flugfähigkeit verloren ging.

Das Seidenspinnermännchen kann die Sexual-Duftstoffe des Weibchens über viele Kilometer riechen. Dazu sind die Oberflächen seiner Fühler stark vergrößert. In ihnen befinden sich die Fühlfiedern, die dem Fühler das Aussehen von Federn geben.

Schmetterlinge haben vermutlich den besten und sensibelsten Geruchssinn im Tierreich. Oft können sie aber nur einen einzigen Geruchsstoff wahrnehmen.



Die Sinne der Insekten

a) Geruchssinn:

- Fernsinn
- Wahrnehmung von Duft- und Geruchstoffen, also chemischer Stoffe

Duftstoffe dienen:

- der Partnersuche (Pheromone) (Seidenspinner)
- Verteidigung (Marienkäfer)
- Markierung (Ameise)
- Kommunikation (Staatenbildende Insekten)

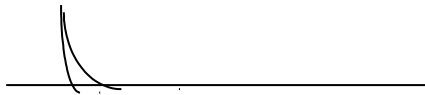
Der Geruchssinn liegt bei allen Insekten in den Fühlern. Dort befinden sich so genannte Riechhärchen, welche über winzige Poren Geruchsstoffe aufnehmen. Diese gelangen zu den Riechzellen, welche dann mit dem Oberschlundganglion verbunden sind.

b) Geschmackssinn: (Nahsinn)

- Wahrnehmung gelöster Stoffe
- an den Mundwerkzeugen (durch Taster)
- an den Füßen (Schmeckborsten)
- Unterscheidung von salzig, süß, bitter ist zum Beispiel bei der Biene möglich

c) Tastsinn: (mechanischer Sinn)

- an Antennen
- an Beinen
- 3-100 nm
- Auslenkung von wenigen Millionstel Millimeter genügt $\Rightarrow$ Reiz



d) Gehörsinn (mechanischer Sinn):

- Nicht alle Insekten verfügen über einen Gehörsinn. Also grobe Faustregel kann gelten, dass lauterzeugende Insekten auch hören können.
- Laute und Gehörsinn dienen zur Partnerfindung, Reviermarkierung
- Lage des Gehörsinns:
 - Stechmücke: in den Fühlern
 - Laubheuschrecke: in den Vorderbeinen
 - Feldheuschrecke: 1. Hinterleibsring

Das Komplexauge der Insekten



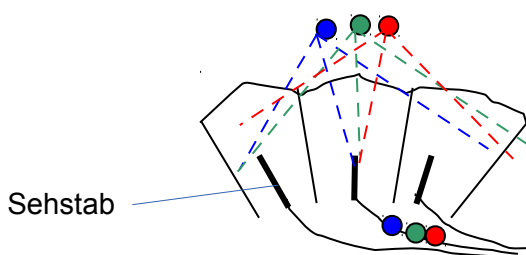
Komplexauge der Stubenfliege

Das Komplexauge (auch Facettenauge genannt) besteht aus vielen winzigen Einzelaugen (auch Ommatidien genannt). Bei der Libelle können es bis zu Libelle 30 000 Einzelaugen sein. Jedes Einzelaugen zeigt nur einen winzigen Ausschnitt, aber zusammengesetzt, liegt ein vollständiges Bild der Umwelt vor.

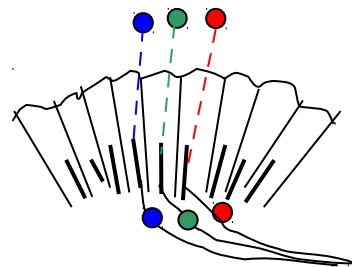
⇒ je mehr Einzelaugen vorhanden sind, desto größer ist der Abbildungsbereich und die Schärfe des Komplexauges.

Jedes Ommatidium erfasst ca. $2-3^\circ$ des Gesichtsfeldes (bei Wirbeltieren sind es 0.02° pro Sehzelle!)
⇒ die Sehschärfe des Komplexauges ist geringer.

Sehschärfe:



⇒ mit großen Einzelaugen können nur wenige Details aufgelöst werden
⇒ hier: 3 Farbinfos auf einem Nerv verteilt
⇒ unscharfes Schwarzweißbild entsteht



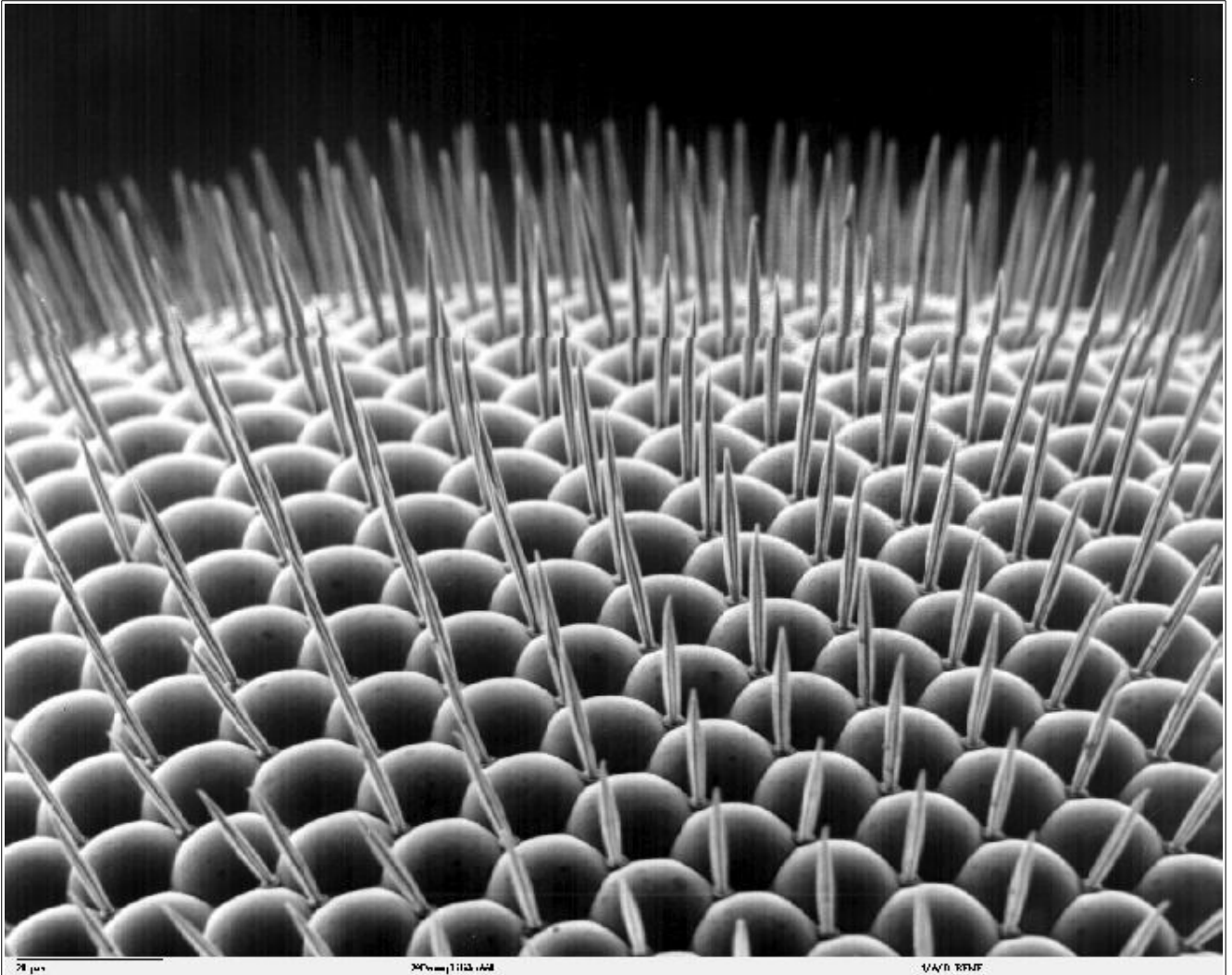
⇒ kleinere Einzelaugen können schärfer auflösen. Hier ist die Info auf 3 Nerven verteilt
⇒ Insekt sieht alle drei Punkte

⇒ Je kleiner die Einzelaugen also sind, desto kleiner ist der Bereich, der damit erkannt werden kann und desto schärfer ist dann das Gesamtbild.

Durch die Wölbung der Insektenaugen, können die unbeweglichen Einzelaugen in verschiedene Richtungen sehen. Fällt allerdings ein Lichtstrahl schräg auf das Auge, trifft es nicht den Sehstab und er wird somit nicht gesehen. (Stattdessen wird er von der Pigmentschicht „verschluckt“).

⇒ Je kleiner ein Einzelauge ist, desto mehr Licht geht verloren,
desto dunkler ist das entstandene Bild.

Elektromikroskopisches Bild des Komplexauges einer Fruchtfliege



Quelle Bild: public domain: http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Drosophilidae_compound_eye_.jpg ;
<http://remf.dartmouth.edu/images/insectPart3SEM/source/26.html> Wikipediuser: Louisa Howard, Dartmouth Collage - thank you (
Lizenz: <http://remf.dartmouth.edu/imagesindex.html>

Zusatzinformationen:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Ommatidium>

Besondere Leistungen des Insektenauges

Hohe Frequenz der Einzelbilder

Insektenaugen können besonders schnell aufeinanderfolgende Bilder noch als Einzelbilder erkennen. Der Mensch nimmt ab ca. 15 Bilder Pro Sekunde einen „Film“ wahr, also erkennt er die Einzelbilder nicht mehr als solche. Bei Insekten liegt die max. unterscheidbare Frequenz zwischen 250-300 Bildern pro Sekunde. Ein Kinofilm wäre für Insekten also ein langweiliger „Diaabend“ ;-)

Farbsehen:

Der Mensch hat Farbsehzellen für die Lichtfarben: hellrot - grün - blau.

Bienen haben UV-Sehzellen, aber es fehlen Sehzellen für rotes Licht.

Polarisation des Lichtes:

Die Polarisation des Sonnenlichts, also vertikale oder horizontale Sonnenstrahlen, können von Insekten unterschieden werden. Die hilft ihnen bei der Orientierung. Auch bei wolkigem Himmel, wissen sie immer, wo die Sonne steht, da sie ja die Ausrichtung der Lichtstrahlen sehen. Menschen können diese Unterscheidung nicht treffen.

Übrigens - auch Krebse haben Komplexaugen!

Aufgaben:

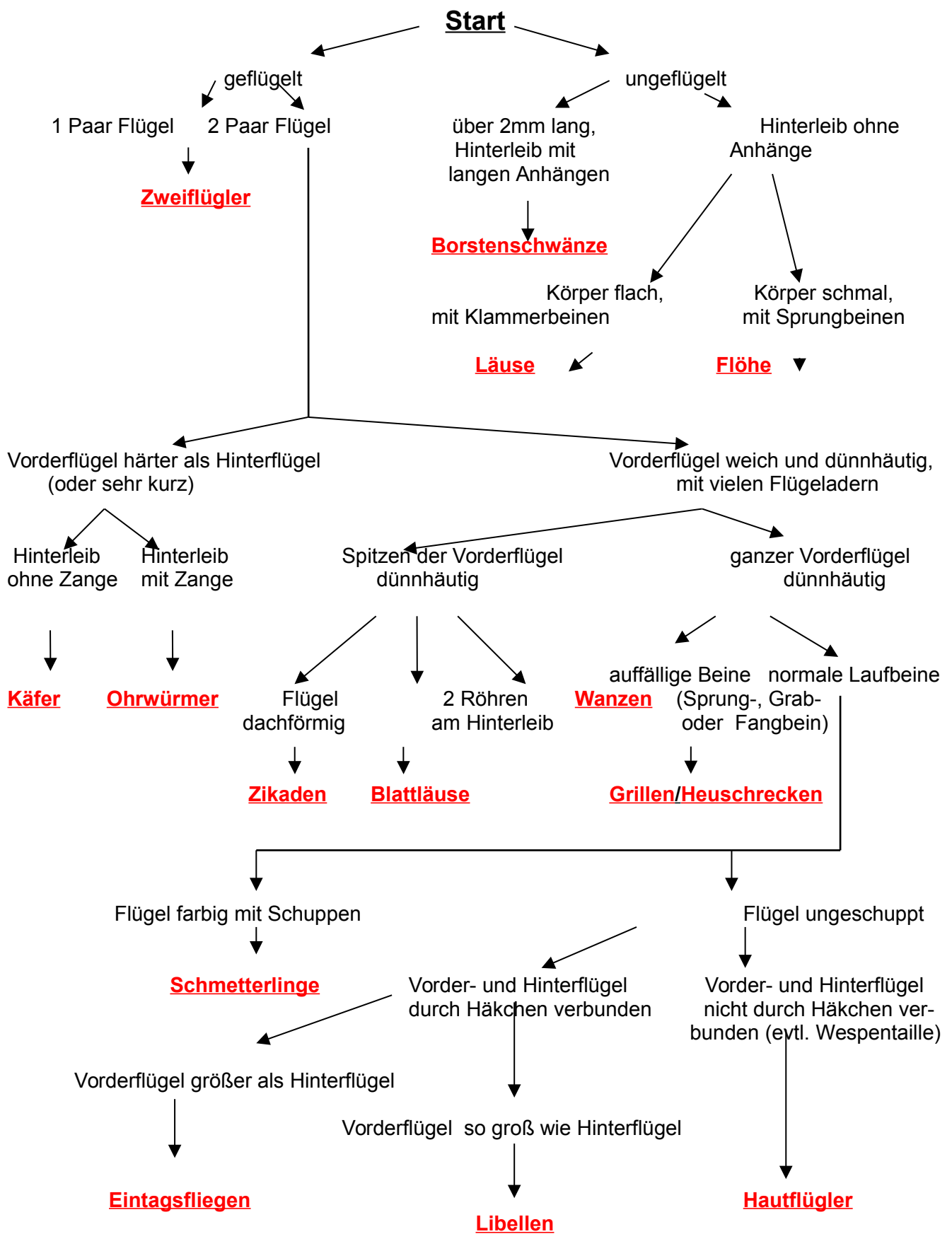
1. Wie heißt das Auge der Insekten und wie ist es aufgebaut?
2. Welche Vor- und Nachteile ergeben sich aus kleinen/ großen Einzelaugen?
3. Einige Insektenarten, können die Pigmentzellen durchsichtig machen. Welchen Vorteil kann dies haben? Zu welcher Zeit sind sie wohl besonders aktiv?
4. Nenne besondere Fähigkeiten des Insektenauges
5. Welchen Vorteil hat eine hohe zeitliche Auflösung von 250-300 Hz?
6. Eine Fliege hat einen weiten Gesichtsradius. Sie sieht mehr von dem was seitlich und hinter ihr ist, als der Mensch. Begründe, warum das so ist.
7. Warum sehen Insekten alles wie durch ein 6eckiges Maschengitter?
8. Insekten können nicht besonders gut in die Ferne schauen Warum eigentlich nicht?
(Fokussieren ist nicht möglich)

Insektenbestimmungen

- a) Besprechung des Schlüssels anhand vieler Beispiele aus dem Buch, mitgebrachter Objekte, Folien...
- b) Schüler fangen im Schulgarten Insekten und verwenden den Schlüssel

Aufgaben:

1. Nenne verschiedene Ordnungen der Insekten - unterteile in geflügelte und ungeflügelte
2. Gehören Schmetterlinge und Libellen derselben Ordnung an? Begründe
3. Gehören das Heupferd und die Gespenstschrecke derselben Ordnung an? Begründe

Insektenbestimmungen mit dem Insektenbestimmungsprogramm

Die Entwicklung der Insekten vom Ei zum erwachsenen Insekt

Bei Insekten gibt es zwei Wege der Entwicklung, die beide sehr ähnlich sind. Einige Arten entwickeln sich vollständig in vier Stufen, andere überspringen eine Stufe (die Verpuppung). Man spricht dann von der unvollständigen Entwicklung.

a) Die unvollkommene Verwandlung der Insekten

Betrachte einmal große und kleine Heimchen. Weißt Du welches die älteren sind? Wann findet man besonders viele große Exemplare? (im Herbst)

Um dem Winterfrost zu entgehen legt das Heimchen im Frühjahr seine Eier, aus denen dann schon bald die winzigen Larven schlüpfen. Diese Larve wächst heran und verändert mit jeder Häutung ein wenig ihr Aussehen. Nach der letzten Häutung ist sie erwachsen. Man nennt dieses Stadium auch adultes Stadium.

Ei - Larve (=Nymphe) - adultes Tier (=Imago)

Welche Vor- und Nachteile hat der Chitinpanzer?

Der Chitinpanzer schützt das Insekt zwar gut, aber er kann nicht mit dem Insekt mitwachsen! Deshalb müssen sich Insekten häuten, den alten zu kleinen Panzer abwerfen und einen größeren bilden. Unter ihrer Chitinhülle bildet sich kurz vorher eine neue, noch weiche Chitinschicht, die erst nach der Häutung, durch Sauerstoffkontakt fest wird. Insektenarten häuten sich drei bis neun Mal (meistens fünf Mal).

Erst nach der letzten Häutung sind bei geflügelten Insekten die Flügel ausgebildet - außerdem sind die Tiere nun geschlechtsreif.

Diese unvollständige Verwandlung findet man z.B. bei Heuschrecken, Käfern, Libellen, Läusen und Wanzen

b) Die vollkommene Verwandlung der Insekten

Betrachten wir nun die Mehlwürmer. Ein Zoohändler hat sie gezüchtet und behauptet, dass es Verwandte des Regenwurms sind. Kann das sein? Schließlich haben sie kleine Beine?

Mehlwürmer sind Insekten und keine Würmer. Sie sind die jungen Mehlkäfer

Aber wie kann man den Unterschied zwischen erwachsenem Tier und der Larven erklären?

Mehlkäferweibchen legen Eier, welche zu Larven ausschlüpfen. Sie wachsen heran und häuten sich. Nach der letzten Häutung spinnt das Insekt einen Kokon zu seinem Schutz (einige Arten rollen sich auch in Blätter oder suchen sich unterirdischen Schutz) und verpuppt sich. Während dieses Puppenstadiums scheint das Insekt völlig zu ruhen. Es bewegt sich nicht und frisst auch nicht. Zeitgleich nimmt sein Körper langsam die erwachsene Gestalt an. Ist die Puppe voll entwickelt, verlässt sie den Kokon und kommt als vollständiges erwachsenes Insekt hervor.

Ei - Larve (Nymphe) - Puppe - Imago

Durch dieses zusätzliche Stadium, der Puppe, spricht man von einer vollständigen Verwandlung. Zu dieser Zeit finden viele Veränderungen statt: alte Organe werden zurückgebildet (manchmal sogar Beine und Mundwerkzeuge), neue Organe werden gebildet (z.B. Flügel, andere MWZ, bessere Augen usw.).

Man findet die vollständige Verwandlung z.B. bei Bienen, Schmetterlingen, Mücken usw.

Zusatzinformationen:

http://de.wikipedia.org/wiki/Puppe_%28Insekt%29

<http://de.wikipedia.org/wiki/Verpuppung>

Aufgaben:

1. Nenne die Entwicklungsstadien der vollkommenen und der unvollkommenen Entwicklung
2. Was ist die Puppenruhe?
3. Ist es wirklich eine Ruhe? Finde Argumente dafür und dagegen.
4. Was versteht man unter Häutung und woraus besteht die Haut?
5. Einige Insekten fressen nach der Häutung ihre alte Haut. Warum?
6. Welche Stadien sind gut für eine Überwinterung geeignet?

Puppen im Bienenstock?



Quelle Bild: GNU Free Documentation License & Creative Commons Attribution ShareAlike license von Wikipediauser Waugsberg:
http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Drohnepuppen_79d.jpg

Der Bienenstaat

Ein Imker hat mehr Tiere als auf einem Bauernhof leben. In einem Bienenstock können über 50 000 Bienen leben.

Die Honigbienen bilden Staaten, in denen zwischen 20.000 und 70.000 Tiere leben.

1. Die Bedeutung der Honigbienen für den Menschen

- Typische Bienenprodukte:
 - Honig (Germanen machten aus dem Honig Honigwein => Met)
 - Wachs (Kerzen)
 - Pollen (Eiweißreich - Blütenstaub)
 - Bienengift (Rheumamittel)
 - Propolis (= Kittharz, Desinfektion, Abdichtung)
- Bestäubung von Blüten: Würden die Bienen keine Obstbäume oder andere Nutzpflanzen bestäuben, so würde die Lebensmittelproduktion in Deutschland um 90% geringer ausfallen! Der wirtschaftliche Nutzen der Bestäubung liegt also etwa 10 mal höher als der des Honigs!

Um eine rechtzeitige Bestäubung zu garantieren können Landwirte Wanderimker buchen, welche Bienenstöcke in Obstbaugebieten (z.B. am Bodensee) für eine Woche absetzen, in denen die Bienen dann die Bestäubung und eine gute Ernte garantieren.

Körperbau der Honigbiene

Alle Bienen sind aus dem gleichen Bienenvolk. Wieso gibt es Unterschiede?

Die Mitglieder des Bienenstaates

Im Bienenstaat lebt nur eine Königin, Zehntausende Arbeiterinnen und einige Drohnen. Die Königin ist leicht an ihrer Größe erkennbar. Während die Königin den ganzen Tag Eier legt, haben die kleineren Arbeiterinnen viele verschiedene Aufgaben.

Die dicklichen Drohnen arbeiten nicht. Sie befruchten lediglich die Königin während ihres Hochzeitfluges. Danach sterben sie bald, u.a. auch deswegen, wie sie keine weitere Nahrung vom Staat mehr erhalten.

Diese strenge Arbeitsteilung im Bienenstaat bezeichnet man als Kastensystem!

Aufgaben der Arbeitsbienen:

- Reinigung des Bienenstocks (Putzbiene)
- Bauen von Waben und Ausbessern der Wände des Bienenstocks (Baubiene)
- Wächterbiene
- Ammenbiene
- Sammelbiene - Sammeln von Nektar, Honigtau und Pollen

Die Arbeiterin üben diese Berufe nacheinander aus:

1-3. Tag: Putzbiene
4-10. Tag: Ammenbiene
11-18. Tag: Baubiene
12-21. Tag: Wächterbiene
22-30. Tag: Sammelbiene

Die Tage stellen nur ungefähre Zeiten dar. Im Hochsommer leben die Bienen z.B. weniger lang, da das Sammeln sie mehr erschöpft.

Wie sammelt eine Biene den Pollen:**Pollensammeln:**

Die Bienen streifen den Pollen mit ihren Beinen und dem Bürstchen vom Körperkleid. Mit dem Borstenkamm am anderen Bein wird der Pollen dann herausgelöst und durch die Spalte in das Täschchen befördert.

Wie sammelt eine Biene Nektar**Nektarsammeln**

Der aus den Blüten geleckte Nektar wird im Honigmagen gespeichert. Im Bienenstock wird er erbrochen und von anderen Arbeiterinnen in die Honigwaben gebracht. Durch das Erbrechen und die Trocknung wird der Nektar zu Honig.

Besondere Sinnesleistungen der Honigbienen:

- Sehen von polarisiertem Licht
- Tast- und Geruchssinn
- Fluggeschwindigkeit
- Schweresinn

Anpassungen an den Nahrungserwerb

Was sammeln Honigbienen als Nahrungsstoffe?

Honigbienen sammeln mehrere Dinge: Nektar, (Honigtau) und Pollen

Doch wie sammeln Bienen diese Dinge?

Pollen wird an den (Hinter)beinen gesammelt. Imker sagen, die Sammelbienen bauen ein Pollenpolster an den Hinterbeinen an.

Pollensammeln der Biene:

- 1) Blütenstaub bleibt beim Blütenbesuch im Haarkleid hängen.
- 2) Blütenstaub wird mit der Bürste (am Hinterbein) aus den Haaren gebürstet.
- 3) Mit dem Pollenkamm des anderen Beines wird Pollen aus der Bürste gekämmt.
- 4) Der Pollenschieber drückt den Pollen auf Außenseite der Schiene.
- 5) Sammeln des Pollens als „Höschen“ im Pollenkörbchen.

Der Bienenrüssel

Unterkiefer und Unterlippe sind bei der Biene umgeformt. Sie bilden gemeinsam ein Saugrohr. In diesem Rohr befindet sich die Zunge. Mit ihrer Hilfe kann die Biene Nektar, Honigtau und auch Wasser aufnehmen. Man spricht bei den Mundwerkzeugen der Biene also von einem Leck- und Saugrüssel.

Der Honigmagen und die Produktion von Honig:

Doch wo bewahrt die Biene den Nektar auf, den sie zum Stock bringen will? In ihrem Honigmagen!

Nektar und Honigtau gelangen als Rohstoffe in den Honigmagen (auch Honigblase genannt).

-> Zufügen von Sekreten und Verdauungssäften aus speziellen Drüsen

-> im stechnadelgroßen Honigmagen können 50-60 mm³ Nektar transportiert werden. Bei ca. 12 Flügen und 100 Blüten pro Tag schafft ein Volk 6 Millionen Blüten pro Tag. Das entspricht 3 kg Sammelgut, aus dem 1 kg Honig wiederholtes aufsaugen und eindicken hergestellt werden. Für ihren eigenen Bedarf kann die Biene Nahrung in den Darm wandern lassen.

Der Inhalt des Honigmagens wird im Bienenstock von Biene zu Biene weitergegeben, verteilt und dann seiner jeweiligen Verwendung zugefügt.

Die Fortpflanzung der Honigbiene:

Ei

Schlüpfen → Larve

Nach 9 Tagen Verpuppung

Nach 16 Tagen

Nach 21 Tagen

Nach 24 Tagen

Königin**Arbeiterin****Drohne****Aufgaben:**

1. Wer entscheidet, ob aus einer Waabe eine Königin oder eine Arbeiterin schlüpft?
2. Wer entscheidet, ob aus einer Waabe eine Drohne schlüpft?
3. Warum gibt der Imker die Waabenform vor?
4. Wer ist für die Anzahl an Bienen im Staat verantwortlich?

Die Tanzsprache der Bienen

Der Biologe Frisch hat bei Bienen beobachtet, dass an einer reichhaltigen Futterquelle, z.B. einer Schale mit Zuckerwasser zuerst eine auftaucht, diese dann weg fliegt und innerhalb kurzer Zeit viele Honigbienen auftauchen.

Frisch vermutete folgerichtig, dass die Bienen eine Kommunikationsform haben müssen, so dass eine Biene den anderen mitteilen kann, wo genau sich gute Futterquellen befinden.

Frisch markierte daraufhin die erste Biene und analysierte dann ihr Verhalten im Bienenstock. Er stellte fest, dass sie einen Rundtanz aufführte, wenn die Nahrungsquelle in einer Entfernung unter 100m um den Bienenstock lag.

a) Der Rundtanz der Honigbienen:

Nahrungsquelle - Bienenstock < 100 m



Enthaltene Information:

- Nahrungsart
- Ergiebigkeit

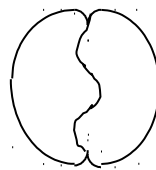
**Der Tanz alarmiert die anderen Honigbienen, worauf diese beginnen nach Futter auszufliegen.
Er dient somit der Verständigung im Bienenvolk.**

Frisch fragte sich, welche Informationen notwendig sind, um zu Futterquellen in größerer Entfernung zu gelangen. => Richtung und Entfernung müssen übermittelt werden.

b) Der Schwänzeltanz:

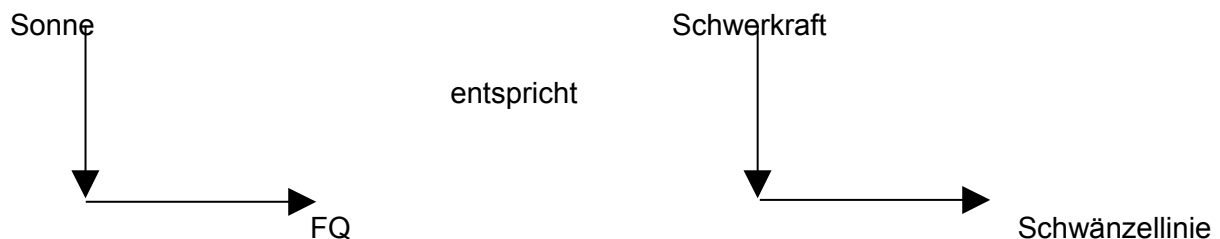
Ist die Entfernung größer als 100m, so müssen Entfernung und Richtung den anderen Bienen übermittelt werden. Wenn dies der Fall ist, so erfolgt ein Schwänzeltanz.

Bienenstock - Nahrungsquelle > 100 m



Enthaltene Information:

- Nahrungsart
- Ergiebigkeit (kodiert durch Anzahl der Wiederholungen des Tanzes)
- Richtung (kodiert durch den Winkel der Schwänzellinie zur Lotrechten (Schwerkraft). Um diese Senkrechte zu bestimmen haben Bienen einen Schweresinn.
- Entfernung (kodiert in der Anzahl der Schwänzelsbewegungen pro Durchlauf)



Vergleich von Rundtanz und Schwänzeltanz:

Rundtanz	Schwänzeltanz
Entfernung Bienenstock - Nahrungsquelle (NQ)	
< 100 m	> 100 m
Übermittelte Information:	
Art des Futters (Geruch, Qualität)	Art des Futters (Geruch, Qualität)
Ergiebigkeit der NQ	Ergiebigkeit der NQ
-	Richtung der NQ
-	Entfernung der NQ

Aufgaben

1. Im Bienenstock ist es allerdings Stockdunkel. Wie können die anderen Honigbienen überhaupt den Tanz verfolgen?

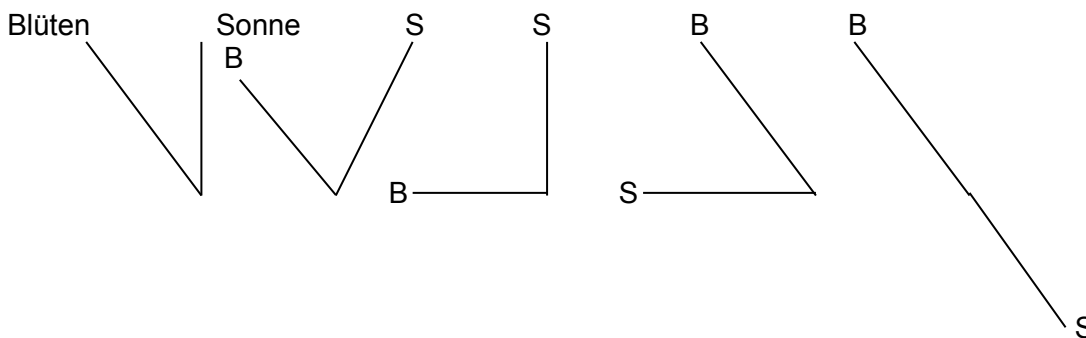
Honigbienen haben spezielle Sinne (Geruchssinn, Tastsinn) mit denen sie die erste Biene verfolgen können. Mit Hilfe des Tast- und des Geruchssinnes können die Honigbienen im dunklen Bienenstock den Tanz aufnehmen und verfolgen.

2. Einer Biene wird eine Schraubenmutter als kleines Gewicht auf den Hinterleib geklebt. Ausfliegende Bienen finden die angezeigte Futterquelle daraufhin nicht. Erkläre.

Durch die Mutter ist ihr Körper beim Tanzen träger. Durch den langsameren Tanz zeigt sie eine größere Entfernung an, als sie tatsächlich geflogen ist.

3. Nenne die Verständigungsformen im Bienenstaat. Welche Informationen müssen unbedingt übermittelt werden, welche erleichtern die Suche?

4. Wo ist die Futterquelle?



5. Wenn eine ältere Biene beim Sammeln in einem dunklen Schächtelchen gefangen wird (30 min) und nach einiger Zeit wieder freigelassen wird, findet sie heim zurück in den Stock. Eine jüngere verfliegt sich hingegen. Erkläre.

Die ältere Biene hat eine bessere innere Uhr und Erfahrungen mit der Landschaft und ihren Merkmalen.

6. Wenn eine Biene längere Zeit tanzt, verändert sie dabei den Winkel zur Futterquelle im Gegenuhrzeigersinn. Warum?

7. Welche Richtungen können mit dem Bientanz nicht übermittelt werden?

Oben und unten können nicht übermittelt werden.

8. Vervollständige den Lückentext zur Informationsübertragung mithilfe des Schwänzeltanzes

Die **Entfernung** wird durch die des Schwänzellaufes angegeben.

Je ein einzelner Schwänzellauf, desto ist die Nahrungsquelle.

Die **Nahrungsart** wird den anderen Arbeiterinnen durch den des mitgebrachten Nektars und durch den, der der Biene anhaftet, mitgeteilt.

Die der Nahrungsquelle wird durch die Gesamtdauer des Tanzes angegeben.

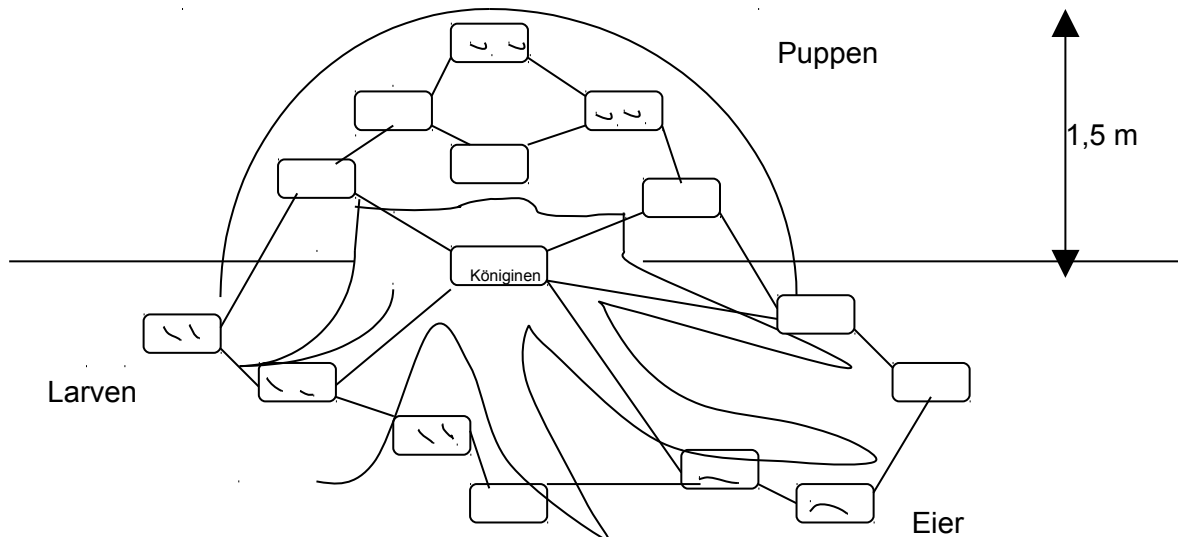
Je der Tanz wiederholt wird, desto reichhaltiger ist die Nahrungsquelle.

Richtung: Der Winkel zwischen und wird als Winkel zwischen der Wabe und die Schwänzellinie übertragen.

Der Ameisenstaat

1. Der Ameisenbau:

Der Ameisenbau wird oft auf einem alten Baumstumpf errichtet er ist ca. 50-150cm hoch und mindestens genauso tief. Er wurde von den Ameisen aus Reisig, Nadeln, Gras und Erde gebaut.



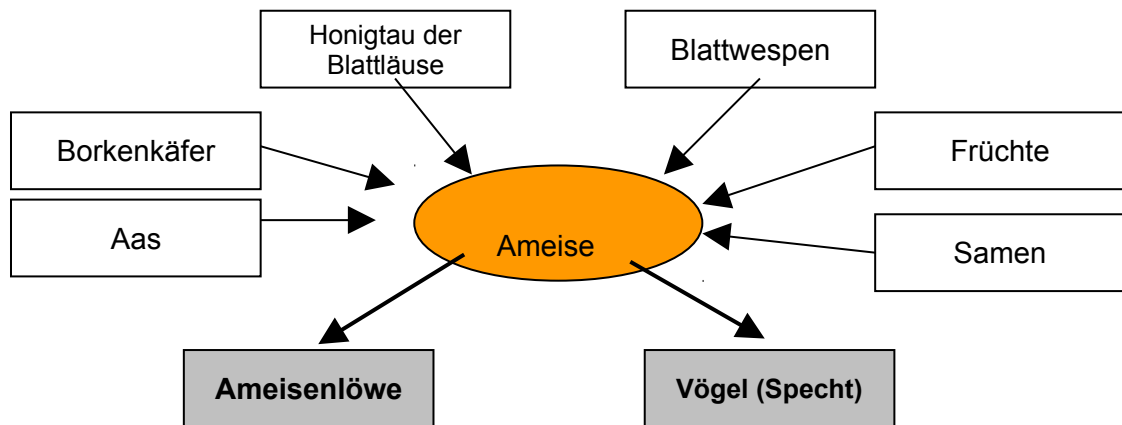
2. Organisation des Ameisenstaates:

- Der Staat ist sehr groß, größer als der der Bienen. Hier leben mehrere 100.000 bis 1.000.000 Arbeiterinnen.
- Die Arbeiterinnen werden bis zu 6 Jahren alt
- Wie bei den Bienen gibt es auch hier Sammlerinnen, Wächterinnen, Bauameisen usw.
- In einem Staat können mehrere 100 Königinnen leben! Sie werden bis zu 20 Jahre alt!
⇒ höhere genetische Varianz als bei den Bienen.
- Im Staat leben auch mehrere 1000 Männchen, die nach der Befruchtung sterben!
- Im Ameisenstaat liegt, wie auch im Bienenstaat ein Sozialstaat vor. Jede Ameise fest zugeteilte Aufgaben. Nur so kann ein so großes „Staatsystem“ funktionieren.

3. Warum schützt der Förster die kleine rote Waldameise?

- Waldameisen ernähren sich auch von Pflanzenschädlingen. Pro Tag können sie ca. 100.000 fressen. ⇒ Ameisen sind biologische Schädlingsbekämpfer!
- Waldameisen reinigen den Wald (Aasfresser)
- Sie dienen der Samenverbreitung ⇒ höhere Artenzahl im Wald
- sie lockern den Boden durch das Graben auf. Auflockerung und Durchlüftung helfen den Pflanzen besser zu gedeihen.

4. Nahrungsbeziehungen bei Ameisen



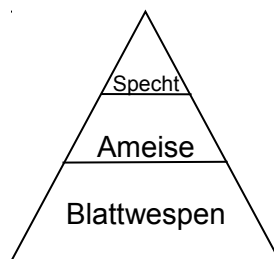
⇒ Nahrungskette: Blattwespe → Ameise → Ameisenlöwe

5. Nahrungspyramide

In der Natur liegen vielfältige Nahrungsbeziehungen vor. Dabei ist es immer möglich, dass ein Tier die Nahrung eines anderen ist. Man spricht von Nahrungsketten:

Blattwespen --> Ameisen --> Specht

Ordnet man diese Tiere anhand ihres Gewichtes/ Energiegehaltes (nicht nach ihrer Anzahl), so erhält man eine pyramidenartige Verteilung:



Welche Aussagen trifft also die Nahrungspyramide?

- Nahrungspyramiden geben die Nahrungskette an
- Die Fläche der Stufen zeigt den Energieverlust von Stufe zu Stufe (ca. 90%)
- Nahrungspyramiden zeigen Fressfeinde und Räuber-Beutebeziehungen

Insekten schützen sich vor Fressfeinden

Wie man schon in der Nahrungskette gesehen hat, sind Insekten Nahrungsquelle von vielen anderen Tieren. Um besser geschützt zu sein, haben Insekten verschiedene Strategien entwickelt, so dass zumindest ein Teil jeder Generation überleben kann.

Wie können Tiere generell dem Fressfeind entgehen?

1. Strategie: Tarnung

Tiere die getarnt sind, werden von ihren Feinden seltener entdeckt und werden somit seltener gefressen. Diese Tiere haben auch mehr Nachkommen, da sie länger leben.

Je besser ein Tier getarnt ist, desto besser sind seine Chancen diese Tarnung an seine Nachkommen zu vererben.

Insekten mit guter Tarnung sind beispielsweise: Krabbenspinne, Teufelsblume, Stabheuschrecke, Birkenspanner, Blattheuschrecke, Spannerraupe uvm.

Tier	Aussehen wie
Birkenspanner	Baumrinde
Stabheuschrecke	Ästchen (grün/ gelb)
Spannerraupe	Ast (holzfarben)
Blattheuschrecke	Blatt
Grashüpfer	Wiesenfarben
Bei Säugetieren:	
Eisbär	Schnee
Löwe	Sandfarben

Die Nachahmung eines Gegenstandes zum Zweck der Tarnung nennt man Mimese (Mime = Schauspieler)

2. Strategie: Produktion vieler Nachkommen - Massenvermehrung:

Diese Strategie ist ganz einfach, man produziert sehr viele Nachkommen, so dass rein statistisch ein Teil davon überleben muss, da ja nicht alle Nachkommen gefressen werden können:

Bei Ameisen, Bienen, Stechmücken, Wanderheuschrecken.

3. Strategie: Schreck- und Warnsignale

Stell Dir vor, Du bist im Sommer im Freibad, und isst ein Eis. Auf Dich fliegt eine Wespe zu. Wie verhältst Du Dich und wie würden sich vermutlich viele andere Menschen verhalten?

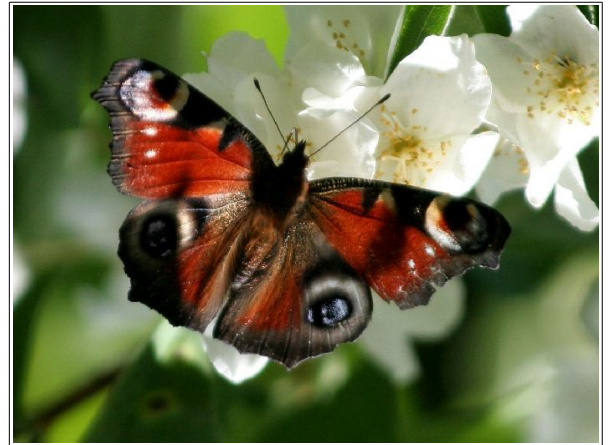
Stelle mal eine Vermutung auf, was diese Reaktion der Menschen auslöst.

Die Wespe zeigt Warnfarben, die signalisieren, dass sie wehrhaft ist.

Eine etwas andere, aber dennoch vergleichbare Strategie verwendet das Nachtpfauenauge. Dieser Schmetterling zeigt den Angreifern die geöffneten Flügel mit jeweils einem Augenfleck auf den Flügeln. Ein Fressfeind, z.B. ein Vogel würde bei Dämmerung im Dickicht lediglich zwei große Augen sehen und aus dem Abstand der Augen folgern, dass dort ein wesentlich größeres Tier wartet. Der Vogel fliegt daraufhin weg.

4. Strategie: Nachahmung von Schreckfarben:

An sich harmlose Tiere wie Schwebfliegen, Blattwespen, Hornissenschwärmer und viele andere Tiere zeigen die Schreckfarben der Wespen, sind aber im Gegensatz zu dieser völlig ungefährlich, da sie keinen Stachel haben. Fressfeinde meiden diese Tiere trotzdem, das sie nicht „wissen“, ob das Tier harmlos ist. Oft liegt auch eine Verwechslung vor. Diese Form der abschreckenden Nachahmung nennt man Mimikry.



5. Strategie: Auffälliges Aussehen in Kombination mit Gift

Der Monarch ist ein Schmetterling, welcher in den USA und Kanada vorkommt. Er ist knallorange und bekannt dafür, dass er vergleichbar den Zugvögeln im Herbst einen Zug in den Süden macht. Dabei legt er viele Tausend Kilometer zurück, bis er schließlich in Mexiko ist. Dort überwintert er für vier Monate.

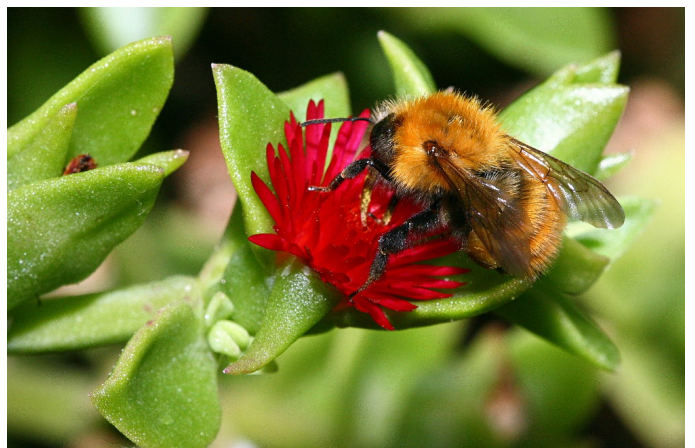
Die Raupe des Monarchs frisst Blätter einer bestimmten Giftpflanze. Allerdings stirbt sie nicht daran. Vielmehr wird das Gift im Gewebe eingelagert und gibt der Raupe einen bitteren Geschmack. Wird nun eine Raupe von einem Vogel gefressen, so bemerkt er sofort den bitteren Geschmack! Nach nur 10 min haben die Vögel dann extreme Übelkeit. Wenn der Vogel dies überlebt, wird er keine Raupen des Monarchen mehr fressen, da er sich die orange Farbe merkt und aus der Erfahrung gelernt hat.

Abschließender Vergleich der Gliedertiere

Merkmal	Insekten	Tausendfüßer	Krebse	Spinnen
Körperform	Kopf-Brust-Hinterleib	Kopfkapsel-Rumpf	Kopfbruststück-Hinterleib	Kopfbruststück - Hinterleib
Augen	2 Komplexaugen	1Paar Punktaugen	2 Komplexaugen	mehrere Linsen- und maximal 5 Punktaugen
Fühler	vorhanden	vorhanden	nur bei einigen Larven	keine
MWZ	OK, OL, UK, UL	OK, UK	OK, UK, UL	keine, Kiefer fehlt
Beinpaare	6 Beinpaare	je Körperring 1 Paar, maximal 100 Beinpaare	meist 5 Beinpaare	4 Beinpaare
Flügel	bei vielen Arten vorhanden	keine	keine	keine
Außenskelett	aus Chitin	aus Chitin	aus Chitin und Kalk (braucht 10 Tage zum wachsen ⇒ Krebs ist nach Häutung schutzlos)	aus Chitin
Atmung	Tracheen	Tracheen	Kiemen	Tracheen
Entwicklung	Ei - Larve - vollkommene und unvollkommene Verwandlung - Imago.	keine Verwandlung	Larve - Verwandlung Imago	keine Verwandlung

Bildergalerie

Moschusbock



Bildergalerie: Stechmücken



Langsam sucht sich die Stechmücke den besten Platz für ihren Stich.

