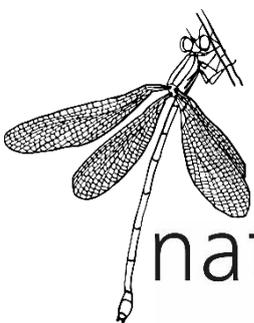




NATURAMA BILDUNG

# Insekten-Factsheet



naturama

Museum+Natur

# Insekten-Factsheet

Autoren:

Yuri van der Burg

Manuel Kauffmann

David Hänggi

Lisette Senn

Februar 2022

Naturama Aargau

## Inhalt

Was krecht und fleucht? (Insektengruppen) .....	3
Systematik.....	3
Diversität .....	3
Libellen ( <i>Odonata</i> ) .....	3
Schmetterlinge ( <i>Lepidoptera</i> ) .....	4
Käfer ( <i>Coleoptera</i> ) .....	4
Heuschrecken ( <i>Orthoptera</i> ).....	4
Zweiflügler ( <i>Diptera</i> ).....	5
Hautflügler ( <i>Hymenopteren</i> ) .....	5
Aufbau und Entwicklung von Insekten .....	6
Aufbau .....	6
Innere Anatomie .....	8
Entwicklung.....	9
Lebensräume von Insekten.....	9
Insekten als Nützlingle und Schädlinge.....	10
Insekten als Schädlinge.....	10
Insekten als Nützlingle .....	11
Insekten – Bestäuber.....	12
Aus Sicht der Pflanzen:.....	12
Aus Sicht der Insekten:.....	13
Was machen die Insekten im Boden? (Destruenten) .....	14
Stoffkreisläufe .....	14

# Was krecht und fleucht? (Insektengruppen)

## Systematik

Insekten (*Insecta*) sind mit Abstand die artenreichste Klasse der Tiere. Es existieren fast eine Million beschriebene Arten, viele sind wohl noch unentdeckt. In der Schweiz werden 44'000 bis 60'000 Insektenarten vermutet (Widmer, Mühlethaler et al. 2021). Etwa 60 Prozent der 1153 bewerteten Insektenarten der Schweiz sind gefährdet oder potenziell gefährdet (Widmer, Mühlethaler et al. 2021). Insekten besetzen fast alle möglichen Lebensräume. Sie sind daher die erfolgreichste und vielseitigste Gruppe aller heute lebenden Tiere (Campbell, 2003).

Insekten gehören zum Stamm der Gliederfüsser (*Arthropoda*), zu denen auch Krebstiere (*Crustacea*), Tausendfüsser (*Myriapoda*) und Spinnentiere (*Arachnida*) gehören. Es handelt sich bei diesen Tiergruppen nicht um Insekten. Eine einfache Unterscheidung liefert die Anzahl Beine: Insekten haben zu mindestens einem Zeitpunkt ihres Lebens sechs Beine (Wikipedia, Gliederfüsser, 2021).

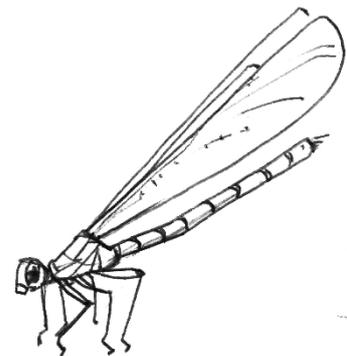
## Diversität

Innerhalb der Insekten gibt es sehr viele Untergruppen. Bei einigen Insektenarten ist noch nicht ganz klar, zu welcher Gruppe sie gehören. Daran wird immer noch geforscht. Die bekanntesten und grössten Insektenordnungen sind im Folgenden beschrieben (CSCF, 2021).

- Libellen
- Heuschrecken
- Hautflügler
- Käfer
- Schmetterlinge
- Zweiflügler

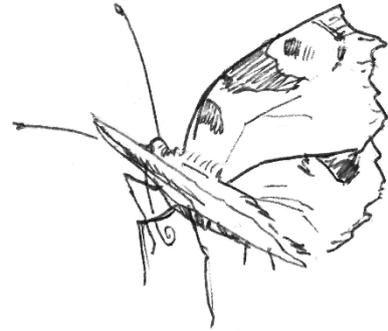
## Libellen (*Odonata*)

- 2 Gruppen: Kleinlibellen und Grosslibellen
- Larvenstadium im Wasser, dauert mehrere Jahre
- Räuber
- In der Schweiz 76 Arten, global über 6'000 Arten



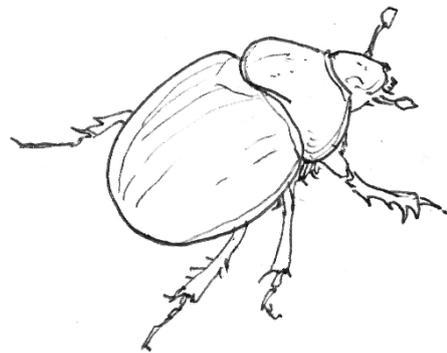
### **Schmetterlinge (*Lepidoptera*)**

- Tag- und Nachtfalter  
(keine wissenschaftliche Grundlage)
- Mit Schuppen bedeckte Flügel
- Langer Saugrüssel, aufrollbar
- Einige Raupen haben Spinndrüsen  
(→ Seidenspinner)
- In der Schweiz 212 Tagfalterarten,  
1'500 hauptsächlich nachtaktive Arten  
und 2'000 Arten an Kleinschmetterlingen  
und Motten,  
global ca. 160'000 Arten



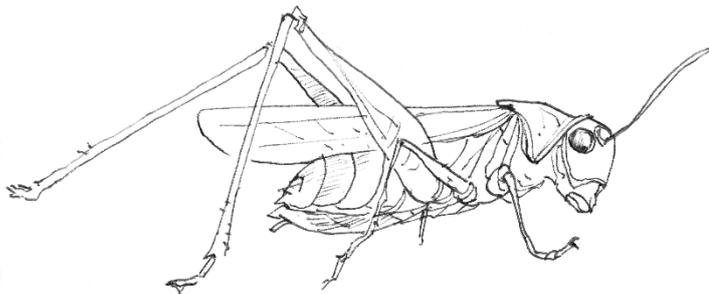
### **Käfer (*Coleoptera*)**

- Sehr grosse Diversität,  
fast 180 Familien
- Vorderflügel zu harten Flügeldecken  
umgebildet,  
Hinterflügel zum Fliegen benutzt
- Sind an fast alle Lebensräume der Erde  
angepasst (ausser Antarktis)
- Die meisten haben Flügel, die zum Fliegen  
geeignet sind, jedoch nutzen sie nicht alle
- In der Schweiz fast 6'500 Arten,  
global ca. 380'000 Arten



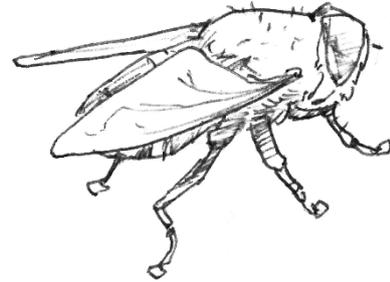
### **Heuschrecken (*Orthoptera*)**

- 2 Unterordnungen: Kurzfühlerschrecken und Langfühlerschrecken
- Spezielle Hörorgane an den Beinen
- Können bei starker Verbreitung zur Plage werden
- Hinterbeine meist vergrössert, damit sie sehr weit springen können.
- In der Schweiz 112 Arten, global ca. 28'000 Arten



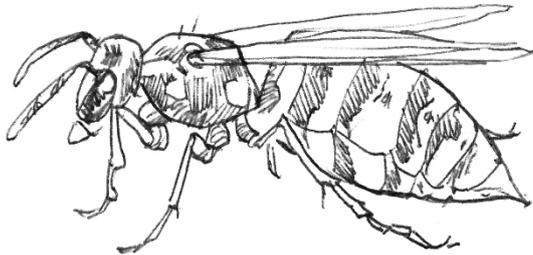
## Zweiflügler (*Diptera*)

- 2 Unterscheidungen: Mücken und Fliegen
- Nur Vorderflügel zum Fliegen ausgebildet, die anderen zu Schwingkölbchen umgebildet
- Larven beinlos (Maden)
- In der Schweiz über 7'000 Arten, global ca. 160'000 Arten



## Hautflügler (*Hymenopteren*)

- Unter anderem Wespen, Bienen und Ameisen
- Teilweise mit Stachel, nur sehr wenige Arten stechen wirklich
- Oft mit Staatenbildung
- In der Schweiz schätzungsweise 10'000 Arten, davon über 1'400 Bienen-, Wespen- und Ameisenarten, global ca. 130'000 Arten



# Aufbau und Entwicklung von Insekten

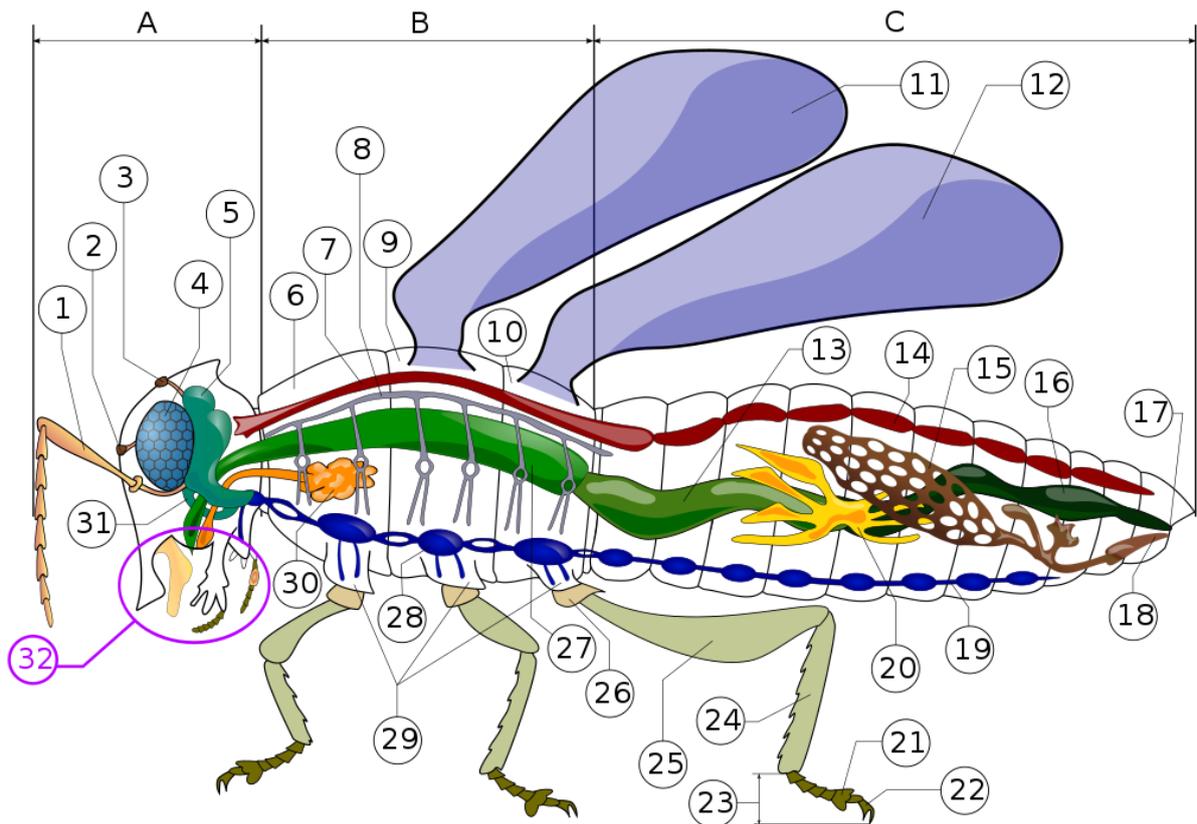
## Aufbau

Der Körper von Insekten ist in drei Teile gegliedert: Kopf (Abb. 1, A), Thorax (Brust) (Abb. 1, B) und Abdomen (Hinterleib) (Abb. 1, C).

Der **Kopf** trägt die Fühler (Abb. 1, Nr. 1) und die Mundwerkzeuge (Abb. 1, Nr. 32). Einige Insekten wie Wespen, Libellen und Heuschrecken besitzen kauende Mundwerkzeuge. Andere Insekten besitzen saugende Mundwerkzeuge, um flüssige Nahrung aufzunehmen. Dazu gehören beispielsweise Schmetterlinge, Wanzen und Fliegen. Die Fühler (Antennen) dienen dazu, die Umgebung wahrzunehmen. Sie können damit die Umgebung ertasten und Düfte wahrnehmen. Bei Insekten gibt es zwei verschiedene Augentypen: Komplexaugen (Abb. 1, Nr. 4) bestehen aus sehr vielen Einzelaugen, deren Anzahl stark variieren kann. Libellen haben 30'000 Einzelaugen, während Ameisen nur wenige Hundert haben. Zudem tragen flugfähige Insekten drei Punktaugen (Abb. 1, Nr. 2 + 3) auf der Stirne, mit denen sie zwischen Hell und Dunkel unterscheiden können.

Der **Thorax** besteht aus drei Abschnitten (Abb. 1, Nr. 6, 9 + 10). An jedem ist ein Beinpaar (Abb. 1, Nr. 21-26 + 29) befestigt. Die Vorderflügel (Abb. 1, Nr. 11) sind meist grösser und am mittleren Abschnitt angebracht. Bei Fliegen und Mücken, also den Zweiflüglern, sind die hinteren Flügel (Abb. 1, Nr. 12) zu einem Schwingkölbchen umgeformt. Schwingkölbchen (Halteren) dienen der Orientierung im Raum. Die Flügel der Insekten sind sehr wichtig für die Klassifikation, was sich auch in den Namen widerspiegelt (Zweiflügler, Hautflügler, Schuppenflügler). Sie sind von Adern durchzogen, welche je nach Art typische Muster aufweisen und deshalb als Bestimmungsmerkmal benutzt werden.

Das **Abdomen** besteht auch aus mehreren Segmenten. Bei den adulten Tieren befinden sich Genitalanhänge an den hinteren Segmenten. Bei einigen Insekten haben die Weibchen einen Legeapparat, mit dem sie die Eier ablegen können. Bei Bienen und Wespen ist der Legebohrer zum Wehrstachel geworden (*Dettner, 2003*).



### Schema zur Anatomie der Insekten

A – Caput (Kopf)

B – Thorax (Brust)

C – Abdomen (Hinterleib)

1. Antenne
2. Ocellus (Punktauge) (vorne)
3. Ocellus (Punktauge) (hinten)
4. Komplexauge (Facettenauge)
5. Gehirn (Oberschlundganglion)
6. Prothorax
8. Tracheen
9. Mesothorax
10. Metathorax
11. Erstes Flügelpaar
12. Zweites Flügelpaar
13. Mitteldarm
14. Herz
15. Eierstock
16. Hinterdarm (Rektum)
17. Anus
18. Vagina
19. bauchseitiges Nervensystem mit Ganglien
20. Malpighische Tubel
21. Tarsomer (Fussglieder inkl. Fersenglied)
22. Prätarsus (Krallenglied)
23. Tarsus (Fuss)
24. Tibia (Schiene)
25. Femur (Schenkel)
26. Trochanter (Schenkelring)
27. Vorderdarm
29. Coxa (Hüfte)
30. Malpighische Tubel
31. Mundwerkzeuge
32. Mundwerkzeuge

Abb. 1: Schema zur Anatomie der Insekten. Bildquelle: Jaworski Piotr, 2022a, CC BY-SA 3.0, Zugriff am 20.01.2022 auf Wikipedia.

## Innere Anatomie

Insekten besitzen einen Verdauungsapparat, den Darm (Abb. 1, Nr. 13, 16 + 27). Einige Insektenarten leben in Symbiose mit Mikroorganismen, die in deren Darm leben und beim Abbau von Pflanzenresten helfen.

Die Atmung geschieht ohne Lunge, sondern mit einem Luftröhrensystem, den Tracheen (Abb. 1, Nr. 8). Sauerstoff wird über Öffnungen in der Haut (Stigmen) direkt aus der Luft aufgenommen. Alle adulten Insekten atmen Luft, einige im Wasser lebende Larven nehmen Sauerstoff direkt aus dem Wasser auf. Einige im Wasser lebende Adulte bilden Luftblasen um ihren Körper. Das wird durch kleine, feine Härchen ermöglicht. Dadurch sind sie von Luft umgeben und können für einige Zeit unter Wasser bleiben.

Da Insekten kein System brauchen, um Sauerstoff zu transportieren, besitzen sie einen offenen Blutkreislauf. Das Blut von Insekten nennt man Hämolymphe. Es zirkuliert frei durch den Körper, das heisst, dass es kein feines System von Adern und Venen gibt, welches das Blut in die Organe befördert. Das Blut dient vor allem als Transportsystem, wobei Nährstoffe, CO<sub>2</sub>, Hormone und Exkrete transportiert werden. Nur bei wenigen Insekten ist das Insektenblut am Sauerstofftransport beteiligt, da die roten Blutkörperchen meist fehlen. Es ist deshalb meist farblos. Vor allem bei aquatischen Insekten kommt Hämoglobin (Blutfarbstoff in den roten Blutkörperchen) in den Kiemen und in respiratorischen Organen trotzdem vor.

Das Nervensystem (Abb. 1, Nr. 19) von Insekten ist wie eine Strickleiter aufgebaut. In jedem Segment der Insekten befindet sich ein Querstrang. Im Kopf besitzen Insekten einen Nervenknäuel, eine Art rudimentäres Gehirn (Abb. 1, Nr. 5). Geschmackssensoren sind nicht auf den Mund beschränkt: Viele Insekten nehmen Gerüche auch über ihre Beine oder ihre Fühler wahr. Insekten besitzen verschiedene weitere Sinneswahrnehmungen. Zum Beispiel nehmen einige Schmetterlinge Temperaturen über Antennen oder über Venen in den Flügeln wahr. (*Deutsche Wildtier Stiftung, 2022*)

Das **Aussenskelett** ist charakteristisch für alle Gliederfüsser. Es besteht aus Chitin und schützt das Insekt.

Die kleine **Körpergrösse** ist typisch für Insekten. Insekten werden nicht grösser als 30 cm. Das liegt vor allem am Atmungssystem, das beim heutigen Sauerstoffgehalt der Luft nicht genügend Sauerstoff für grössere Körper aufnehmen kann.

Insekten sind die einzigen Wirbellosen, die **fliegen** können. So können sie sich sehr gut verbreiten, Feinden gut entkommen und einfacher Nahrung sammeln (*Dettner, 2003*).

## Entwicklung

Die Fortpflanzung geschieht bei den Insekten meist sexuell. Oft werden nach der Begattung die Spermien aufbewahrt, sodass mehrere Gelege befruchtet werden können. Nach der Paarung legt das Weibchen die Eier in eine Futterquelle.

Viele Insekten machen eine Metamorphose durch. Man unterscheidet zwischen der unvollständigen Metamorphose (Hemimetabolie) und der vollständigen Metamorphose (Holometabolie). Bei der unvollständigen Metamorphose, beispielsweise bei Libellen und Heuschrecken, gehen die Tiere durch mehrere Häutungen und ähneln dem adulten Tier immer mehr. Die Häutungen sind nötig, weil das Aussenskelett kein Wachstum der Haut zulässt. Während den Häutungen sind die Insekten sehr empfindlich und verstecken sich meist.

Bei der vollständigen Metamorphose ähneln die Larven den Adulten nicht. Sie leben als Raupe, Made oder Engerling und fressen eigentlich nur. Die Umwandlung ist so gross, dass ein Ruhestadium nötig ist, die Puppe. Während der Verpuppung entwickeln sich die bereits als Larve angelegten Organe wie Flügel, Geschlechtsorgane oder Antennen (*Dettner, 2003*).

## Lebensräume von Insekten

Insekten besiedeln fast alle Lebensräume der Erde und verschiedenste ökologische Nischen. Die grösste Vielfalt befindet sich in den Tropen, da dort die Landschaft vielfältig und strukturreich ist. In extremeren Gebieten, zum Beispiel den Polargebieten oder Hochgebirgen, kommen nur sehr spezialisierte und angepasste Arten vor (*Wikipedia, Insekten, 2021*). Die Umgebungstemperatur ist entscheidend für die Fortpflanzung und Entwicklung der Insekten. So entwickeln sie sich ab einer gewissen Schwellentemperatur. Sobald die Temperaturen darüber liegen, beginnen sich die Insekteneier zu entwickeln. Bei zu hohen oder zu tiefen Temperaturen stagniert die Entwicklung wieder. Nach einer Gesamtsumme von gesammelter Wärme erscheinen die ersten adulten Insekten. Dazu liegen Untersuchungen für bestimmte Insektengruppen (z. B. Schmetterlinge und Wanzen) vor (*Sturm, 1999*). Es ist zudem bekannt, dass sich etwa die Brut bestimmter Ameisen und Bienen nur bei einer Temperatur von 30 bis 35 Grad optimal entwickelt und die erwachsenen Tiere die Bruträume entsprechend klimatisieren.

Bei uns kommen Insekten fast überall vor. Im Wald findet man sie an Bäumen, in Totholz oder in Büschen. Auf den Wiesen sieht man vor allem die vielen Bestäuber, also Schmetterlinge, Bienen, Wespen, Schwebfliegen und andere.

Die vielen im Boden lebenden Insekten sieht man zwar nicht, sind jedoch enorm wichtig, da sie massgeblich bei der Rückführung organischer Substanzen in den Stoffkreislauf helfen, indem sie das kompakte Material verzehren und verkleinern. Damit erleichtern sie anderen Lebewesen wie Pilzen oder Bakterien den Zugang. Zu den bodenlebenden Insekten gehören unter anderem die Ameisen. Von einigen Arten leben die Larven im Boden, so beispielsweise die Engerlinge der Mai- und Rosenkäfer. Auch im Wasser leben Insekten, etwa Gelbrandkäfer oder Wasserwanzen. Von vielen Arten entwickeln sich die

Larven im Wasser. Dazu zählen diejenigen der Libellen, aber auch die Larven verschiedener Mücken und Fliegen. Andere Insektenlarven sind auf spezifische (Futter-) Pflanzen angewiesen, in und auf denen sie gross werden. Die Raupe des Schwalbenschwanzes ernährt sich von Doldengewächsen wie wilde Möhre oder Dill. Hirschkäferlarven leben bis zu sieben Jahre in Totholz von Eichen. Insekten kommen auch im Garten oder im Haus vor, sind da jedoch nicht immer willkommen.

Da viele Insekten auf spezifische Lebensraumnischen spezialisiert sind, führt der Verlust von natürlichen Lebensräumen und der Rückgang an biologischer Vielfalt zum Aussterben verschiedenster Arten. Bei uns kommen in Wäldern oft nur wenige Baumarten vor. Viele Wiesen werden intensiv genutzt, dort dominieren nur bestimmte Arten. Zusammen mit der Verkleinerung und Zerschneidung von natürlichen Lebensräumen unter anderem durch Strassen und Siedlungen, führt dies zu einer Abnahme der Insektenvielfalt.

Industrielle Landwirtschaft, insbesondere Monokulturen, bieten Insekten kaum Lebensraum. Viele Insekten sind auf bestimmte Pflanzen angepasst, also spezialisiert. Nur wenige "Allrounder", in der Biologie auch Generalisten genannt, können mühelos auf verschiedene Pflanzen umsteigen. Zudem schaden Pestizide nicht nur Schädlingen, sondern meist allen Insekten (*Widmer, 2021*).

Insekten weisen eine faszinierende Vielfalt auf, sind aber auch auf eine vielfältige Landschaft angewiesen. Während die ausgewachsenen Insekten durch die Gegend krabbeln und fliegen, lebt der Nachwuchs oft in der Erde, im Wasser oder in alten Baumstümpfen.

## Insekten als Nützlinge und Schädlinge

**Insekten sind oft als Ungeziefer bekannt und verhasst. Sie erfüllen jedoch verschiedenste wichtige Funktionen.**

### Insekten als Schädlinge

Ein grosses Problem in der Landwirtschaft stellen **Schädlinge** dar. Fast keine Pflanze hat keinen natürlichen Feind. Ein bekanntes Beispiel ist der Maiszünsler, deren Larven auf Maispflanzen spezialisiert sind. Sie fressen sich durch die Stängel, wodurch die Pflanzen abbrechen. Global gesehen ist Mais für die Ernährungssicherheit enorm wichtig, der Schaden durch den Maiszünsler ist daher gravierend: In Nigeria kommt es zu Ernteverlusten von fast 20 %.

Heuschrecken sorgen schon seit Jahrtausenden für **Plagen**. 12 Heuschreckenarten werden als Wanderheuschrecken bezeichnet. Ein einzelner Schwarm kann aus einer Milliarde Tieren bestehen. Die Schäden für die Landwirtschaft sind beträchtlich und eine Plage kann zu Hungersnot führen.

Viele **Krankheiten** werden zudem von Insekten ausgelöst. Viele blutsaugende Insekten sind Überträger diverser Krankheiten. Dazu gehören der Rattenfloh als Überträger der

Pest und die Tsetsefliege als Überträger der Schlafkrankheit. Diverse Mücken übertragen Krankheiten, wie Gelbfieber, Malaria, Dengue-Virus oder das West-Nil-Fieber. Auch das Zika-Virus, das bei schwangeren Frauen zu Missbildungen des Kindes führen kann, wird über Stechmücken übertragen (*Wikipedia, Insekten, 2021; Widmer, 2021*).

## Insekten als Nützlinge

Insekten sind unverzichtbar für das Wohlergehen der Menschen. Sie bestäuben Blütenpflanzen, wandeln pflanzliches und tierisches Material in fruchtbare Erde um, belüften Böden und regulieren Schädlinge. Die Wissenschaft spricht dabei von Ökosystemdienstleistungen.

Insekten werden in der **Farbstoffproduktion** eingesetzt. Einige Schildläuse produzieren rote Farbstoffe, die gewonnen werden können. Dazu gehören beispielsweise die Cochenilleschildläuse, aus denen Karmin gewonnen wird. Karmin ist ein hochwertiger Farbstoff, der für Lippenstifte, als Malerfarbe oder in Lebensmitteln (E120) vorkommt.

Schon seit tausenden von Jahren werden die Raupen des Seidenspinners zur **Erzeugung von Seide** genutzt. Der Seidenspinner ist ein Schmetterling, dessen Raupe für die Verpuppung einen einzelnen Seidenfaden produziert, der bis zu 900 m lang werden kann. Um die Seide zu gewinnen, werden die Puppen kurz vor dem Schlüpfen mit heissem Wasser getötet. Allein China exportierte im Jahr 2018 Seide im Wert von fast einer Milliarde Euro.

In Europa ist der **Verzehr von Insekten** ein neues Phänomen. Mittlerweile sind sie bei uns in vielen Läden erhältlich. In anderen Teilen der Welt gehören Insekten zur Grundnahrung. Schätzungsweise zwei Milliarden Menschen essen regelmässig Insekten. Insekten eignen sich gut als Nahrungsquelle, da sie sehr reich an Nährstoffen, insbesondere an Proteinen, sind.

Zur Gattung der **Honigbienen** gehören neun Arten, wovon nur eine in Europa vorkommt. Jährlich werden 1.6 Millionen Tonnen Honig erzeugt. Die Westliche Honigbiene (*Apis mellifera*) gehört in Europa zu den wichtigsten Nutztieren überhaupt und trägt dabei auch ihren Teil zur Pflanzenbestäubung bei. Zusammen mit den Wildbienen sind sie für die Bestäubung von 84% der Pflanzenarten zuständig, wovon viele wichtige Nutzpflanzen sind (*Chemnitz, 2020*). In der Schweiz tragen nebst Schmetterlingen, Käfern und Fliegen rund 600 Wildbienen Pollen von einer Pflanze zur anderen und befruchten diese dadurch. Nur so können viele Pflanzen Samen bilden, die zu Früchten, Gemüse, Gewürzen und allerlei Anderem heranwachsen.

Eine besondere Bedeutung kommt den sogenannten **Nützlingen** zu. In der biologischen Schädlingsbekämpfung nennt man Insekten, die als natürliche Gegenspieler potentieller Schädlinge wirken, Nützlinge. Nebst fleischfressenden räuberischen Arten sind auch die sogenannten Parasitoide, deren Larven sich in einem anderen Insekt entwickeln, bedeutend. Beide schützen dadurch indirekt die Pflanzen. Eine erfolgreiche Anwendung dieser biologischen Schädlingsbekämpfung in der Landwirtschaft vermindert den Insektizideinsatz und schützt das Ökosystem. Auch in der Schweiz werden hierfür im

grossen Rahmen Marienkäfer, Spinnmilben, Raubwanzen oder Florliegenlarven gezüchtet. In Kalifornien konnte der Einsatz von Marienkäfern Zitrusfruchtplantagen vor der Schildlaus schützen. Bestimmte Schlupfwespen können gegen den Maiszünsler eingesetzt werden, um so die Ernteaufträge zu vermindern. Nützlinge können jedoch auch im Garten eingesetzt werden: Da Blattläuse und Spinnmilben in fast allen Gärten vorkommen und Schaden bei den Pflanzen anrichten, kann man verschiedenste Nützlinge wie Schlupfwespen, Raubmilben oder Florliegenlarven einsetzen. Letztere verzehrt während ihrer Entwicklung im Labor rund 400 Blattläuse oder 12'000 Spinnmilbeneier (*Wermelinger, 2017*). Dabei ist jedoch zu beachten, dass nicht alle Schädlinge beseitigt werden. Ohne ein Mindestmass an Schädlingen haben die Nützlinge keine Nahrungsgrundlage mehr und bleiben nicht im Garten.

Biologische Schädlingsbekämpfung kann bei nicht sachmässigem Einsatz gravierende Folgen auf ein Ökosystem haben. Werden nicht-einheimische Arten eingeführt, können sich diese unter Umständen ohne natürliche Feinde unkontrolliert ausbreiten. Man spricht dann auch von invasiven Arten. Der Asiatische Marienkäfer wurde zur biologischen Schädlingsbekämpfung gezüchtet. Sie fressen nämlich sehr viele Blattläuse. In Europa wurde er in Gewächshäusern freigelassen, später in der Natur gefunden. Er kommt heute in vielen Teilen der Schweiz vor und verdrängt heimische Marienkäferarten. Weil er keine natürlichen Feinde hat, ist die Bekämpfung sehr schwierig (*Chemnitz, 2020; Wikipedia, Biologische Schädlingsbekämpfung, 2021*).

## **Insekten – Bestäuber**

Insekten spielen eine wichtige Rolle bei der Bestäubung von Blütenpflanzen. Vor etwa 150 Millionen Jahren hat die Vielfalt der Blütenpflanzen stark zugenommen: Heute kennt man etwa 350'000 verschiedene Blütenpflanzen! Um die gleiche Zeit hat auch die Diversität vieler Insekten, vor allem der Bestäuber, stark zugenommen. Auch bei Insekten, die indirekt von den Pflanzen abhängig sind, wie den Ameisen, hat die Diversität stark zugenommen (*Moreau, 2006*).

Die meisten Insekten suchen Blüten auf, um an Nektar zu gelangen. Nektar ist eine wässrige Flüssigkeit, die reich an verschiedenen Zuckern ist. Bei ihrem Besuch werden den Insekten Pollen mitgegeben, die sie bei der nächsten Blüte abladen. Dadurch sind die beiden Arten voneinander abhängig.

### **Aus Sicht der Pflanzen:**

Bei ursprünglichen Pflanzen werden die Pollen mit dem Wind übertragen. Für die Pflanzen stellt der Mechanismus der Pollenübertragung durch Insekten eine Verbesserung zur Windbestäubung dar, da sie um einiges effizienter ist. Bei der Windbestäubung braucht es sehr viele Pollen, um eine Blüte zu befruchten. Beim Haselstrauch beispielsweise 2.5 Millionen, um einen einzigen Samen zu erhalten. Es ist also vorteilhaft, wenn die Pollen direkt zu einer anderen Blüte derselben Art gebracht werden. Allerdings müssen die Pflanzen ihre Blüten attraktiv gestalten, um ihre Bestäuber

effizient anzulocken. Bestäubende Insekten werden durch attraktives Aussehen der Blüten oder Duftstoffe angelockt. So sind die Blütenfarben auf das Farbsehvermögen der wichtigsten Bestäuber abgestimmt. Die Farben blau, ultraviolett und grün locken einen Grossteil der Blütenbesucher an (Lunau, 2021). Schwebfliegen werden vermehrt auf gelben Blüten beobachtet (Wermelinger, 2017). Nachtfalter fliegen insbesondere weisse Blüten an. Die Farben locken Bestäuber in die richtige Richtung, die Düfte dienen zur Nahorientierung. Einige Orchideen, wie beispielsweise die Fliegen-Ragwurz (*Ophrys insectifera*) locken die Bestäuber mittels Sexuallockstoffen (Pheromone) an. Dadurch werden paarungswillige männliche Insekten angelockt. Während dem Versuch sich zu paaren, werden die Pollen angeheftet. Diese Pflanzen produzieren keinen Nektar, sparen sich also diesen Aufwand (Wikipedia, Bestäubung, 2021; Wikipedia, Anemophilie, 2021; Chemnitz, 2020).



Abb. 2: Fliegen-Ragwurz. Bildquelle: Pixabay.

Blütenpflanzen sind unterschiedlich spezialisiert. Bei einigen Pflanzen sind Nektar und Pollen leicht erreichbar, sie lassen sich von vielen verschiedenen Arten bestäuben. Andere Pflanzen sind viel spezialisierter und setzen spezifische Mundwerkzeuge voraus. So gelangen zum Beispiel Schmetterlinge mit ihrem Saugrüssel an den Nektar in den langen Blütenkelchen (Dettner, 2020).

### **Aus Sicht der Insekten:**

Für die Insekten ist der Besuch der Blüten lohnenswert, da sie wichtige Nährstoffe erhalten. Dazu gehört der kohlenhydratreiche Nektar (Zucker) für die erwachsenen Insekten, aber auch der eiweissreiche Blütenstaub primär für den Nachwuchs. Besuchen Insekten die Blüten nur, um Teile dieser zu fressen oder schlicht dort zu sitzen, tragen sie meist wenig zur Verbreitung der Pollen bei (Dettner, 2020).

Ohne die enorme Bestäubungsleistung der Insekten wären viele alltägliche Nahrungsmittel nicht verfügbar. Ein Grossteil der pflanzlichen Lebensmittel würde

wegfallen. Allein in der Schweiz wird der Wert der Insektenbestäubung auf jährlich 205 bis 479 Millionen Franken geschätzt (Sutter et al., 2017). Nachfolgend einige Lebensmittel, die stark von der Bestäubung durch Insekten abhängen (Chemnitz, 2020):

- Früchte (Kiwi, Wassermelone, Melone, Äpfel, Mango, Pfirsich, Birnen, Himbeeren)
- Nüsse (Mandeln, Cashew, Macadamia)
- Gemüse (Kartoffeln, Gurken, Kürbis)
- Beeren (Avocado, Heidelbeeren, Tomaten)

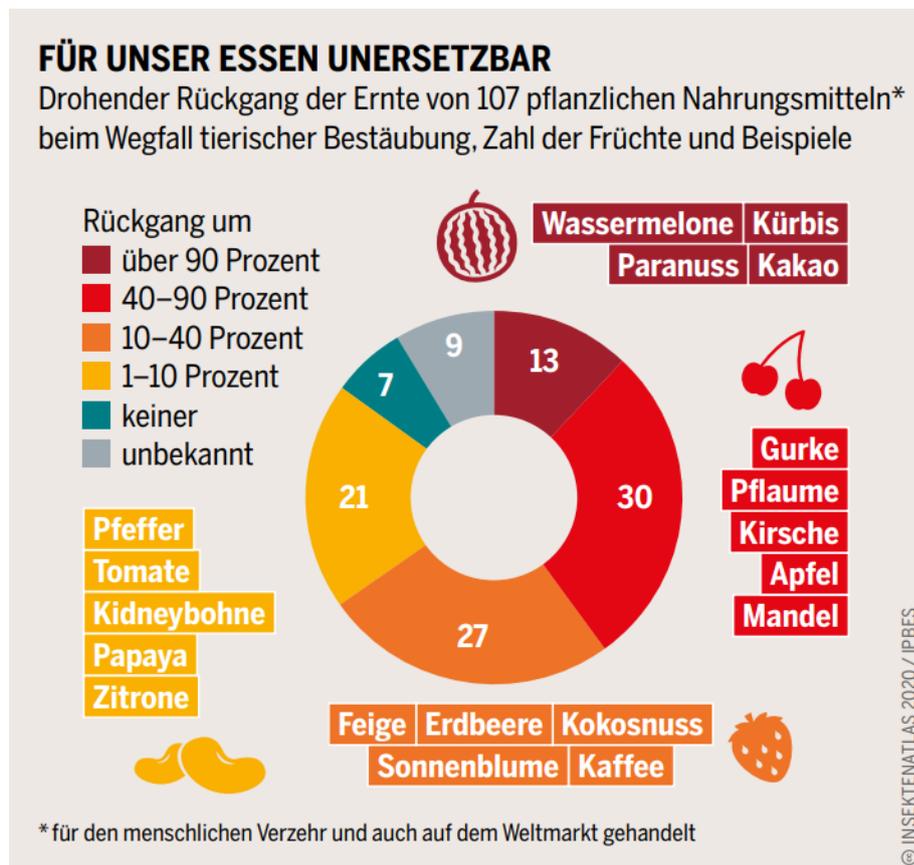


Abb. 3: Für unser Essen unersetzbar. Bildquelle: Heinrich Böll Stiftung, Global 2000, Österreichischer Naturschutzbund, 2020. Zugriff am 20.02.2022 auf Heinrich Böll Stiftung.

## Was machen die Insekten im Boden? (Destruenten)

### Stoffkreisläufe

In der Natur vorkommende Stoffe wie beispielsweise Kohlenstoff oder Stickstoff befinden sich in einem Kreislauf.

Photosynthese betreibende Organismen wie Pflanzen werden als Primärproduzenten bezeichnet. Sie stellen aus CO<sub>2</sub> und Wasser Biomasse, wie beispielsweise Blätter oder Früchte, her. Pflanzen sorgen also dafür, dass atmosphärischer Kohlenstoff (CO<sub>2</sub>) eingebunden wird. Die benötigte Energie beziehen sie aus dem Sonnenlicht.

Herbivoren (Pflanzenfresser) sind Primärkonsumenten. Sie ernähren sich von Pflanzen, bauen also einen Teil der von Pflanzen hergestellten Biomasse selbst in ihrem Körper ein. Herbivoren werden wiederum von Sekundärkonsumenten gefressen. Raubtiere wie der Hecht, der Adler oder der Wolf gehören zu den Tertiärkonsumenten, sie stehen im Ökosystem an der Spitze der Nahrungskette. Die von den Pflanzen produzierten Stoffe gelangen also die Nahrungskette hinauf.

Der Kreislauf wird durch Destruenten geschlossen. Sie werden auch Zersetzer genannt, da sie tote Biomasse aller Produzenten und Konsumenten wieder in ihre Bestandteile zersetzen. Dazu gehören unter anderem Kot, Blätter und tote Tiere. Der Abbau geschieht in zwei Phasen: Zuerst wird die Biomasse mechanisch zerkleinert. Daran sind Insekten massgeblich beteiligt. Am zweiten Schritt sind vor allem Bakterien und Pilze beteiligt. Sie nützen diese organischen Stoffe zur Energiegewinnung, wobei anorganische Stoffe wie Phosphor und Stickstoff freigesetzt werden. Die Nährstoffe gelangen so wieder in den Kreislauf, wo sie den Pflanzen wieder zur Verfügung stehen (*Wikipedia, Destruent, 2021; Walser, 2021; Nentwig, 2017*).

Zu den wichtigsten Vertretern im Ökosystem Boden gehören die Springschwänze (*Collembola*). Sie leben im Boden bis in 20 cm Tiefe und sind von grosser ökologischer und wirtschaftlicher Bedeutung, indem sie organische Rückstände beseitigen und so die Bodenfruchtbarkeit und das Wachstum von Pflanzen fördern. Neben ihrer Funktion als Destruenten wirken sie auch als natürliche Fungizide: Sie fressen Pilze und verringern dadurch die Gefahr von Pilzbefall der Pflanzen. Einige Arten kommen als Schädling vor, zum Beispiel in Monokulturen ohne pflanzliche Reste am Boden. Dann fressen sie Wurzeln (*Wikipedia, Springschwänze, 2021*).

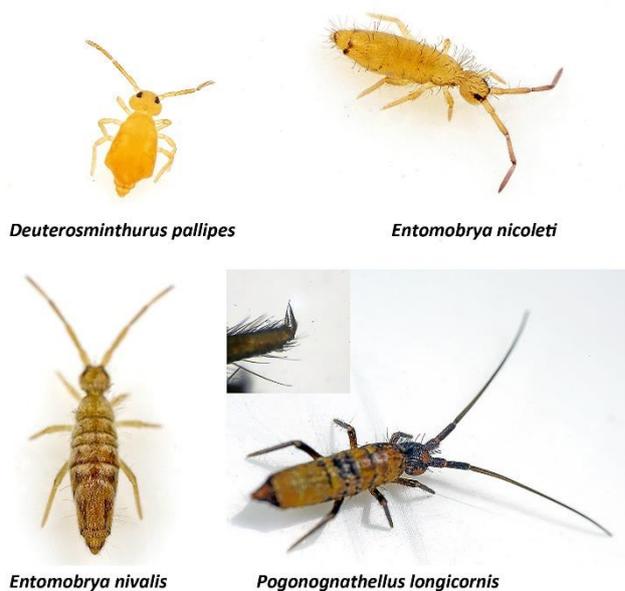


Abb. 4: Vier Springschwänze. Bildquelle: Flickr by AJC1, 2019, cc-by-sa-2.0, Zugriff am 20.01.2022 auf Wikipedia.

## Quellenverzeichnis

- Bütikofer M, Lüde O et al., Ökologie. Compendio Bildungsmedien, 3. Auflage, 2015.
- Campbell N, Reece J, Biologie. Spektrum Verlag, 6 Auflage, 2003.
- Chemnitz C, Rehmer C et al., Insektenatlas: Daten und Fakten über Nütz- und Schädlinge in der Landwirtschaft. Heinrich-Böll-Stiftung und BUND, 2. Auflage, 2020. Aufgerufen am 15.09.2021 von [https://www.bund.net/fileadmin/user\\_upload\\_bund/publikationen/naturschutz/insektenatlas\\_2020.pdf](https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/naturschutz/insektenatlas_2020.pdf)
- Chinery M, Insekten Mitteleuropas. Parley Verlag, 2. Auflage, 1979.
- Dettner K, Peters W et al., Lehrbuch der Entomologie. Spektrum Akademischer Verlag, 2. Auflage, 2003.
- Deutsche Wildtier Stiftung, 2022. Schmetterling – Sinnbild von Wiedergeburt und Unsterblichkeit. Aufgerufen am am 20.02.2022 von <https://www.deutschewildtierstiftung.de/wildtiere/schmetterling>
- Heinrich Böll Stiftung, Global 2000, Österreichischer Naturschutzbund, Insektenatlas – Daten und Fakten über Nütz- und Schädlinge in der Landwirtschaft, 2020. Aufgerufen am 20.02.2022 von <https://www.boell.de/de/insektenatlas>.
- Lunau K., Ultraviolett – die unsichtbare Seite der Blumen. Der Palmengarten. 85, 1/2 (Sep. 2021), 27–37. DOI: <https://doi.org/10.21248/palmengarten.565>.
- Moreau C, Bell C et al., Phylogeny of the Ants: Diversification in the Age of Angiosperms. Science 312, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1124891>
- Nentwig W, Bacher S et al., Ökologie Kompakt. Springer Spektrum Verlag, 4. Auflage, 2017.
- Robert S., Einfluss der Temperatur auf die Eibildung und Entwicklung von *Acheta domesticus* (L.) (Insecta: Orthoptera: Gryllidae). Linzer biologische Beiträge - 0031\_2: 731-737, 1999.
- Sutter L., Herzog F-, Diemann V., Charrière JD., Albrecht M., Nachfrage, Angebot und Wert der Insektenbestäubung in der Schweizer Landwirtschaft. Agrarforschung Schweiz: 332-339, 2017.
- Schweizerisches Zentrum für die Kartografie der Faune (CSCF): Fauna der Schweiz. Aufgerufen am 15.09.2021 von <http://www.cscf.ch/cscf/de/home/fauna-der-schweiz.html>
- Walser M, Schneider D et al., Der Waldboden lebt – Vielfalt und Funktion der Bodenlebewesen. WSL Merkblatt für die Praxis 60, 2. Auflage, 2021. Aufgerufen am 15.09.2021 von <https://www.wsl.ch/de/publikationensuchen/merkblatt-fuer-die-praxis/der-waldboden-lebt.html>
- Wermelinger B., Insekten im Wald – Vielfalt, Funktionen und Bedeutung, Haupt Verlag, 2. Auflage, 2021.
- Widmer I, Mühlethaler R et al., Insektenvielfalt in der Schweiz: Bedeutung, Trends, Handlungsoptionen. Swiss Academies Reports 16 (9), 2021. Aufgerufen am 15.09.2021 von [https://scnat.ch/en/uuid/i/0ffab3f6-5259-51df-a67b-6a04cc8def23-Insektenvielfalt\\_in\\_der\\_Schweiz](https://scnat.ch/en/uuid/i/0ffab3f6-5259-51df-a67b-6a04cc8def23-Insektenvielfalt_in_der_Schweiz)

- Wikipedia: Anemophilie. Aufgerufen am 15.09.2021 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Anemophilie>
- Wikipedia: Bestäubung. Aufgerufen am 15.09.2021 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Bestäubung>
- Wikipedia: Biologische Schädlingsbekämpfung. Aufgerufen am 15.09.2021 von [https://de.wikipedia.org/wiki/Biologische\\_Schädlingsbekämpfung](https://de.wikipedia.org/wiki/Biologische_Schädlingsbekämpfung)
- Wikipedia: Destruent. Aufgerufen am 13.09.2021 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Destruent>
- Wikipedia: Gliederfüßer. Aufgerufen am 09.09.2021 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Gliederfüßer>
- Wikipedia: Insekten. Aufgerufen am 15.09.2021 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Insekten>
- Wikipedia: List of crop plants pollinated by bees. Aufgerufen am 15.09.2021 von [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_crop\\_plants\\_pollinated\\_by\\_bees](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_crop_plants_pollinated_by_bees)
- Wikipedia: Seidenspinner. Aufgerufen am 13.09.2021 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Seidenspinner>
- Wikipedia: Springschwänze. Aufgerufen am 15.09.2021 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Springschwänze>
- Wikipedia: Termiten. Aufgerufen am 15.09.2021 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Termiten>

Abbildungen Titelblatt:

Pixabay

Insekten-Illustrationen:

Naturama Aargau