



Nicole Ottawa Oliver Meckes

# Metamorphosis

#### Impressum

*Herausgeber Publisher*  
eye of science  
Meckes & Ottawa GbR  
August-Lämmle-Str. 43  
72766 Reutlingen  
Germany  
www.eyeofscience.com

*Fotografie Photography*  
eye of science  
Meckes & Ottawa GbR

*Texte Text*  
Volker Arzt, Lasse Kling,  
Meckes & Ottawa

*Übersetzung Translation*  
Styles Sass, Stuttgart

*Gestaltung Catalogue Design*  
Ina Ludwig, www.inaludwig.de

*Auflage Number of Copies*  
350

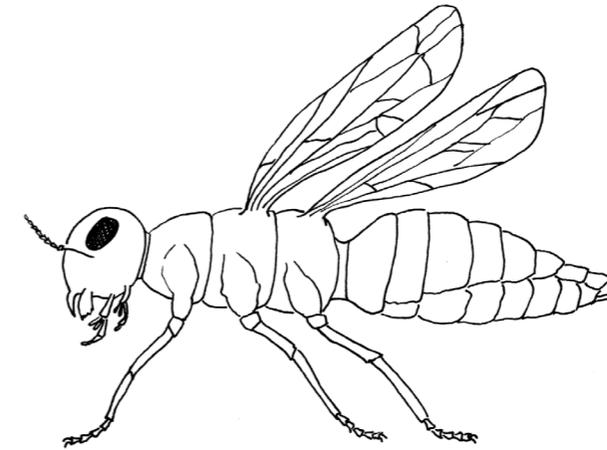
*Druck Print*  
Gulde Druck, Tübingen

© 2015 eye of science  
Meckes & Ottawa GbR  
Alle Rechte vorbehalten.  
**All rights reserved.**

ISBN 978-3-924123-91-8

## Was ist ein Insekt?

## What is an Insect?



### Körperbau

Das deutlichste Merkmal eines Insekts ist die Unterteilung des Körpers in drei Abschnitte:

Der Kopf (*Caput*) mit Augen, Fühlern und Mundwerkzeugen; die Brust (*Thorax*) mit 3 Beinpaaren und 2 Paar Flügeln (bzw. 1 Paar Flügeln und 1 Paar Schwingkölbchen) und dem Hinterleib (*Abdomen*).

Insekten besitzen ein Außenskelett (*Exoskelett*) aus Chitin. Dieses einzigartige Material ist ausgesprochen leicht und stabil, es schützt das Tier vor Austrocknung und mechanischer Beanspruchung. Da eine starre Außenhülle nicht größer werden kann, müssen sich die Tiere häuten, um zu wachsen.

### Body Structure

The most distinct feature of an insect is the division of its body into three sections:

The head with eyes, antennas and mandibles; the thorax with 3 pairs of legs and 2 pairs of wings (i.e. 1 pair of wings and 1 pair of halteres) and the abdomen.

Insects possess an external skeleton (*exoskeleton*) made from chitin. This unique material is markedly light and stable and protects the animal from drying out and mechanical stress. Since the rigid outer casing cannot get bigger, the animals have to molt in order to grow.

Die Versorgung mit Sauerstoff wird bei Insekten durch Tracheen geregelt: ein fein verzweigtes Röhrensystem, das die Aussenluft bis ins Innerste des Tieres leitet. Die Hämolymphe, das unserem Blut entsprechende Medium, zirkuliert frei im Inneren des Insekts und versorgt alle Organe mit Nährstoffen.

Die Mundwerkzeuge sind je nach Art der Nahrungsaufnahme ganz unterschiedlich entwickelt. Sie können als kräftige Kiefer, (z. B. Wespen), kissenartige „Tupfrüssel“ (z. B. Stubenfliege) oder lange Saug- oder Stechrüssel (Schmetterlinge, Stechmücken u. a.) ausgebildet sein.

Im Insektenreich sind alle denkbaren Sinne entwickelt. Besonders auffällig sind die Komplexaugen, die aus bis zu 20 000 Einzelaugen bestehen können. Dadurch erreichen viele Insekten eine Rundumsicht. Darüber hinaus verfügen die Augen über eine sehr hohe zeitliche Auflösung (bis zu 300 Bilder/sec, mehr als zehnmals schneller als der Mensch). Viele Insekten nehmen neben dem für unsere Augen sichtbaren Licht auch ultraviolettes oder infrarotes Licht wahr. Die Antennen werden auch als Taster oder Fühler bezeichnet. Das beschreibt aber nur einen Teil der Funktionen. Die Antennen sind zwar empfindlich gegen Berührung, detektieren aber meist auch Gerüche, Luftbewegungen und Schwingungen. Weitere Sinnesorgane, z. B. für Schall und Tasten, sind je nach Art an den verschiedensten Körperstellen zu finden.

The insect's oxygen supply is regulated by the trachea, a delicately branched system of tubes that transport the outside air to the inner-most areas of the animal. The hemolymph, a medium comparable to our own blood, circulates freely within the insect and supplies all its organs with nutrients.

Depending on the type of nourishment to be ingested, the mouthparts develop in a variety of different ways. These can take the form of a powerful jaw (e.g. wasps), a truck with a swab on the end (e.g. house flies) or a long proboscis used by some insects for sucking or stinging (butterflies, mosquitos, etc.)

In the insect kingdom, all imaginable senses have been developed. Especially conspicuous are the complex eyes, which can contain up to 20,000 separate eyes. Due to this, many insects have all-round vision. In addition, these eyes are equipped with an extremely high temporal resolution, reaching up to 300 frames per second – more than ten times faster than humans. Besides the spectrum of light visible to our eyes, many insects are also able to perceive ultraviolet or infrared light. While the antennae are also denoted as feelers, that only describes one part of their function. Besides being sensitive to touch, the antennae usually also detect smells, air currents, and vibrations. Depending on the species, other sense organs, such as those for hearing and feeling, can be found in a wide variety of locations on the body.

### Paarung

Häufig finden sich die Partner durch Abgabe von Duftstoffen, Blinksignalen oder Geräuschen. Daraufhin werden die Weibchen üblicherweise (z. B. durch Tänzeln) von den Männchen umworben. Kurz nach der Begattung findet meist die Eiablage statt.

### Rekorde

Von den bisher weltweit bestimmten 1,5 Millionen Tierarten sind über 60 % Insekten. Es wird geschätzt, dass bisher erst 1/30 aller Insektenarten beschrieben sind! Allein in Europa sind rund 100 000 Arten bekannt. Nicht nur die Anzahl der Arten ist riesig, sondern auch die Gesamtmenge der Tiere: Verglichen mit der Zahl an Menschen, die auf der Erde leben, gibt es 200 Millionen Mal mehr Insekten. Das bisher kleinste bekannte Insekt ist mit 0,17 mm die Erzwespe, das Grösste die Gespenstschrecke mit bis zu 35 cm Körperlänge.

### Insekten als Nutztiere

Direkt vom Menschen genutzt werden unter anderem die Produkte von Seidenspinner (Seide), Bienen (Honig, Wachs) Cochenille-Schildlaus (Farbe in Kosmetika), Ölkäfer (Cantharidin für Schmerzmittel, Salben). Etwa 500 Arten dienen als Nahrung für den Menschen und decken in manchen Regionen bis zu 50 % des Eiweißbedarfs. Bestäuber wie Hummeln und Bienen sind in der Landwirtschaft unentbehrlich. Marienkäfer, Schlupfwespen, Florfliegen und viele andere werden zu biologischen Schädlingsbekämpfung eingesetzt. Insekten wie Drosophila oder Bienen dienen als Modellorganismen in Forschungslaboren.

### Mating

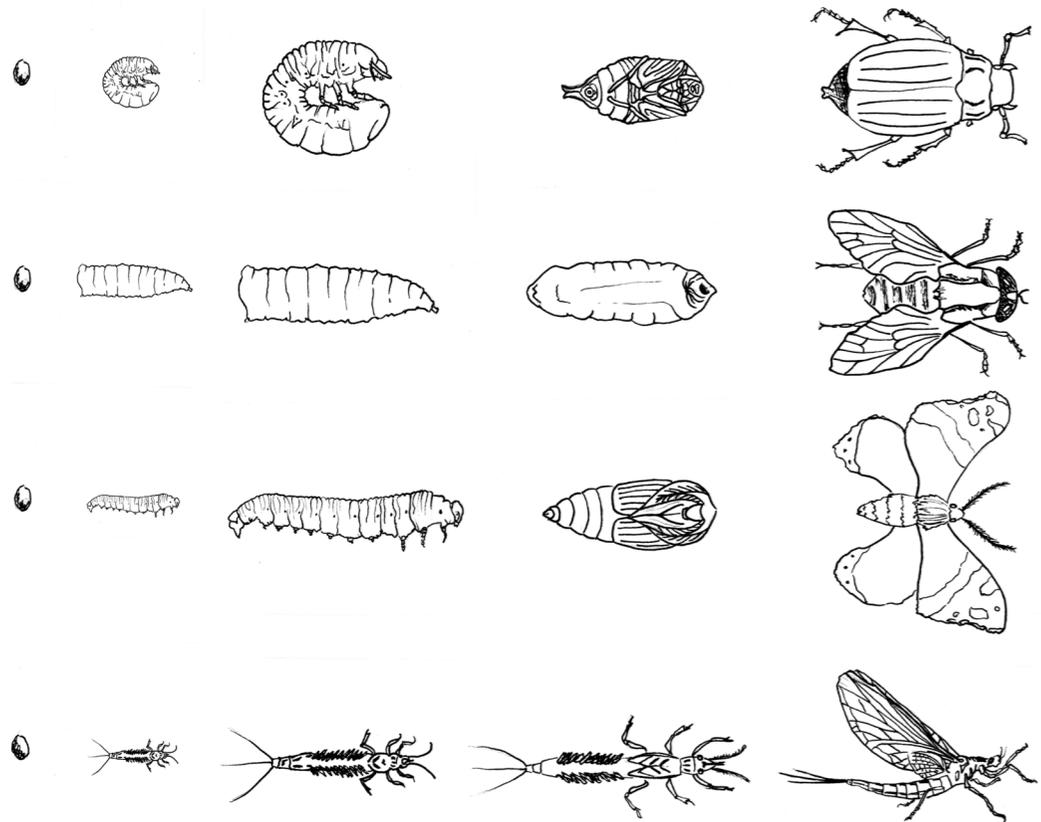
Partners often find each other through the emission of scents, blinking signals or sounds. As a result, the males typically court the females – for example, by dancing. Then, shortly after copulation, the eggs are laid.

### Record

Of the 1.5 million animal species identified so far, over 60 % are insects. It is estimated that only 1/30 of all insect species have been studied up to now! In Europe alone, there are around 100,000 known species. Not only is the number of species huge, but so is the total amount of animals: compared with the number of humans that live on the planet, there are 200 Million times more insects. Up to now, the smallest known insect is the chalcidoid wasp, measuring 0,17 millimeters, while the largest is the ghost insect with a body length of up to 35 centimeters.

### Insects as livestock

Humans directly exploit several species of insects, such as silk moths for their silk, bees for honey and wax, cochineal for colors in cosmetics, and the oil beetle for cantharidin, which is used in pain killers and salves. Around 500 species are consumed as food by humans and, in some regions, provide up to 50 % of people's protein requirements. Pollinators, like bumble bees, are indispensable for agriculture. Lady bugs, ichneumon flies, lacewings and many other kinds of insects are used for biological pest control, while species like drosophila or bees serve as model organisms in research laboratories.



# Metamorphose

Der Begriff Metamorphose stammt aus dem Griechischen und bedeutet Umwandlung (*meta*: um, *morph*: Gestalt). Sie bezieht sich in der Biologie auf die Verwandlung von der Larve zum geschlechtsreifen Tier (*Adult*). Bei den Insekten hat das adulte Tier seine endgültige Grösse und Gestalt erreicht.

## Holometabole Entwicklung – die vollständige Verwandlung

Aus dem Insektenei schlüpft eine winzige Larve, die mehrere Häutungsschritte durchlaufen muss und extrem an Grösse und Gewicht zunimmt. Dabei verändert sie sich in ihrer Lebensweise und Form praktisch nicht. Am Ende des letzten Larvenstadiums begibt sich das Tier in das sogenannte „Puppenstadium“, eine Ruhestellung ohne Nahrungsaufnahme. In diesem Zustand wird ein Grossteil (z. T. über 90 %) der Zellsubstanz des Tieres aufgelöst und durch spezielle Zellanlagen völlig neu aufgebaut. Ist dieser Vorgang abgeschlossen, kann das geschlechtsreife Tier aus seiner Hülle schlüpfen. Nach dem Schlüpfen werden die Flügel ausgebreitet und härten, wie auch der ganze Chitinpanzer, aus.

## Hemimetabole Entwicklung – die schrittweise Verwandlung

Aus dem Insektenei schlüpft eine Larve, die dem erwachsenen Tier schon recht ähnlich sieht. Die Anlagen z. B. für Flügel oder Geschlechtsanhänge sind bereits im Jungtier vorhanden und werden im Laufe des Wachstums, mit jeder Häutung, deutlicher ausgeprägt. Die letzte Häutung führt ohne Puppenstadium direkt zum flugfähigen, adulten Tier.

# Metamorphosis

The term Metamorphosis comes from Greek and means transformation (*meta*: change, *morphe*: form.) In biology, it applies to the transformation of larvae into sexually mature animals. With insects, the process leads to adults that have reached their final size and shape.

## Holometabolous Development – complete metamorphosis

After the tiny larva hatches from an insect egg, it must molt several times, and dramatically increase its size and weight, although with regard to its form and way of life, practically nothing changes. At the end of the last larval stage, the animal enters the so-called pupal stage, which is a resting position with no intake of food. While in this state, a large part (sometimes over 90 %) of the animal's cell substance is dissolved and then completely regenerated by special initiating cells. Once this process is complete, the sexually mature adult can emerge from its puparium. After hatching, the wings are spread out and then harden, as is the entire chitinous exoskeleton.

## Hemimetabolous Development – partial metamorphosis

Hatching from the insect egg, the larva already looks very similar to the adult animal. The future appendages such as those for wings or sexual organs are already slightly visible on the young animal and become more apparent with each round of molting during the growth process. Lacking any pupal stage, the last molting results in the final adult animal which is able to fly.

### **Vorteile der Metamorphose**

Die vollständige Verwandlung der Lebewesen erlaubt eine zwischen Larve und Adult getrennte Spezialisierung und ein erweitertes Spektrum an Lebensräumen (Nischen). Die optimale Nutzung einer Nische ermöglicht eine gute Entwicklung der Larve und somit den bestmöglichen Start in das „Erwachsenen-Leben“. Das flugfähige, ausgewachsene Tier ist in der Lage weite Strecken zurückzulegen und die Art zu verbreiten. Dies scheint den Insekten einen evolutionären Vorteil verschafft zu haben. So übertreffen sie heute in Arten- und Individuenzahl alle anderen Tiergruppen an Land.

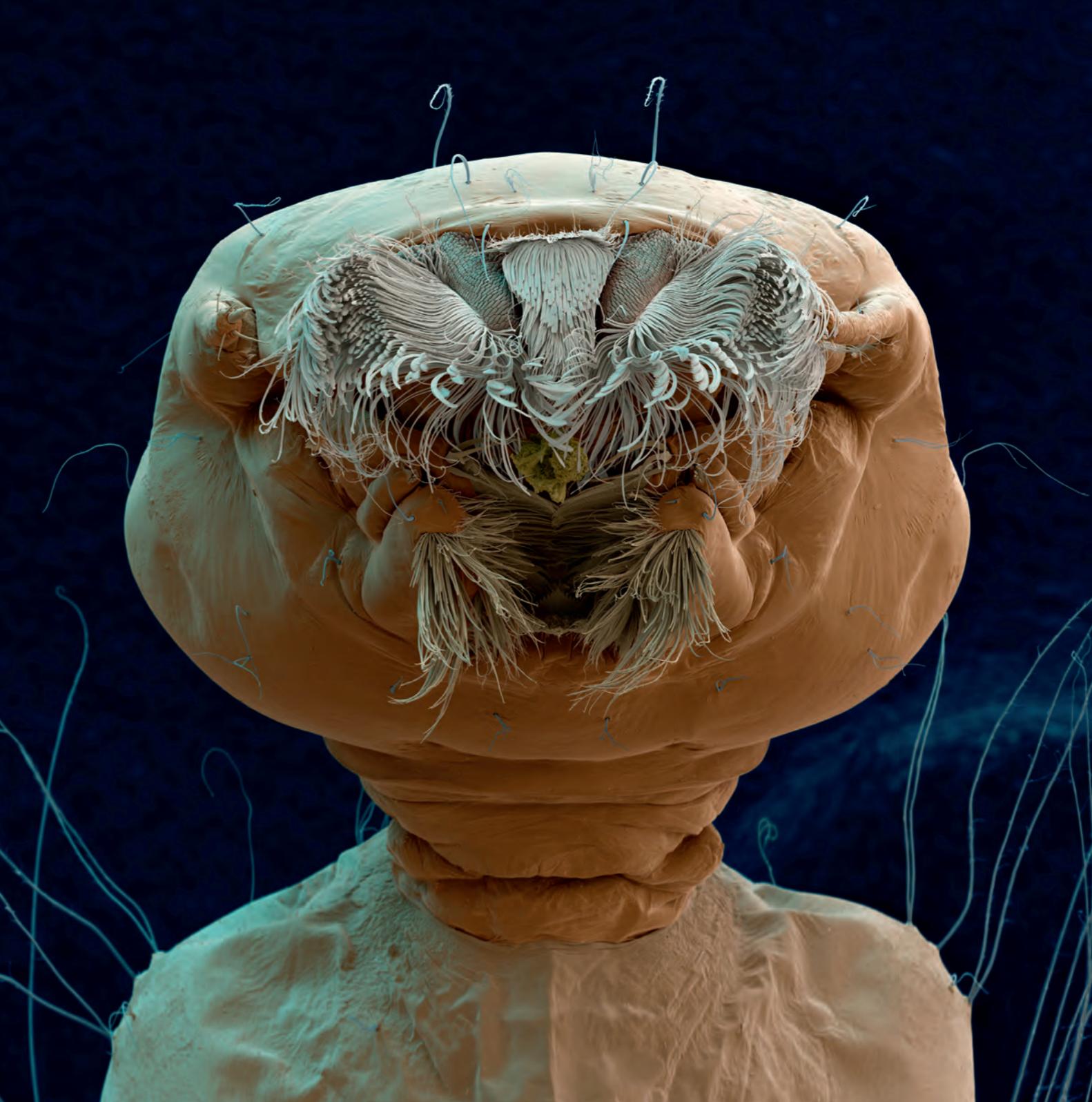
Im Puppenstadium können die Tiere kalte oder trockene Jahreszeiten überbrücken. Manche Puppen widerstehen Temperaturen von  $-70^{\circ}\text{C}$  oder extreme Trockenperioden, Puppenruhen können mehrere Jahre andauern. Je nach Art kann die Dauer des Entwicklungszyklus extrem variieren. Kleine Schlupfwespen durchlaufen ihren Zyklus in 1–2 Wochen, bei einer Zikade kann es schon mal 17 Jahre dauern, wobei dem erwachsenen Tier davon lediglich 8 Wochen bleiben. Manche Eintagsfliegen verbringen 2 Jahre als Larve im Wasser und ihr Dasein als geflügeltes Tier endet nach wenigen Stunden.

### **Advantages of metamorphosis**

The complete transformation of an organism allows for distinct specializations between the larva and the adult and therefore an increased spectrum of habitats (niches). The optimal use of a niche provides for the successful development of the larva and, as a result, the best possible entry into adult life. Ready for flight, the adult animal is able to cover great distances and thereby spread the species. This appears to have created an evolutionary advantage for insects. As a result, today they are more numerous than all other groups of animals on land both in the number of species and in total.

In the pupal stage, these animals can endure cold and dry seasons. Some pupae can withstand temperatures down to  $-70^{\circ}\text{C}$  or extreme dry periods while the pupal resting stage can last for several years. Depending in the species, the length of the developmental cycle can vary greatly. Little ichneumon wasps run through their cycle in 1–2 weeks, whereas a cicada can need up to 17 years, even though the adults usually only live 8 weeks. Some mayflies live in water as larvae for two years while their existence as winged creatures ends after a few hours.

# Portraits



## Vampir trifft Vegetarier

links

„Ägyptische Tigermücke“ – der Name weckt Bilder wie aus einem Kinderbuch. Doch die Mücke (*Aedes aegypti*) hat nichts mit einem Tiger zu tun – außer, dass sie ein Streifenmuster an Rücken und Beinen trägt. Und sie schwirrt nicht nur in Ägypten herum; sie ist weltweit in den Tropen und Subtropen zuhause – überall, wo es warm ist und Wasser gibt. Die Tigermücke gehört zu den blutsaugenden Stechmücken, auch wenn sie sich auf dem Bild hübsch harmlos präsentiert – ohne bedrohlichen Stechrüssel. Die Erklärung ist einfach: Die abgebildete Mücke ist ein Männchen, das gar nicht stechen kann. Mit seinem weichen Saugrüssel trinkt es nur harmlosen Nektar. Lediglich die Weibchen sind hinter Menschenblut her – und übertragen dabei Gelbfieber und Dengue-Fieber. Mit fortschreitender Klima-Erwärmung, so fürchten Tropenmediziner, könnte die „Gelbfiebermücke“, wie sie auch genannt wird, nach Deutschland einwandern.

Vergrößerung 110:1

rechts

Als Larve wirkt die Tigermücke etwas ungepflegt, als trage sie einen wilden, wuscheligen Bart um den Mund. Tatsächlich strudelt sie mit diesen Reusenhaaren kleine Nahrungspartikel und Bakterien in Richtung Schlund. Dabei hängt sie kopfüber am Oberflächenfilm von Pfützen oder von Wasserresten in alten Autoreifen. Winzige Wassermengen genügen – vorausgesetzt, sie sind schön warm. Alles unter 27°C ist zu „frostig“ für die Larven.

Vergrößerung 160:1

## Vampire meets vegetarian

left

The yellow fever mosquito (*Aedes aegypti*) is called the Egyptian Tiger Mosquito in German. Evoking images from a children's book, the name comes from the stripes the mosquito has on its back and legs. Other than that, it has nothing to do with tigers, nor does it only buzz around Egypt. Indeed, it is at home wherever there is water and warm weather and so has established itself in the tropics and subtropics around the globe. The yellow fever mosquito belongs to the blood sucking group, even though without any threatening proboscis it appears cute and harmless in the photograph. The explanation is simple: the mosquito in the image is a male, which is not able to bite. With his soft proboscis, he merely drinks harmless nectars. The females are solely after human blood and thereby transmit yellow fever and dengue-fever. With the advance of global warming, tropical medical researchers fear that this species could also migrate further north.

Magnification 110:1

right

As a larva, the yellow fever mosquito looks somewhat unkempt, as if it were wearing a wild, frizzy beard around its mouth. In fact, using these wire-like hairs, it swirls little food particles and bacteria in the direction of its throat. When doing so, they hang upside down on the surfaces of puddles or rain water caught in old tires. Tiny amounts of liquid are enough, provided they are nice and warm, since everything under 27°C is too “chilly” for the larvae.

Magnification 160:1

## Das gläserne Raubtier

rechts

Sie sieht unheimlich und gefährlich aus, die Larve der Büschelmücke (*Chaoborus crystallinus*). Und das ist sie auch – für Wasserflöhe und Moskitolarven. Waagrecht im Wasser schwebend lauert sie ihnen auf – praktisch unsichtbar, weil sie durchsichtig ist wie Glas. Nicht umsonst heißt sie auch „Glasstäbchen-Larve“. Nur die massiven Kieferzangen sind getönt und die Augen zwangsläufig schwarz: Sie sollen das Licht ja sammeln und absorbieren.

Die kräftigen Fühler nehmen Vibrationen im Wasser wahr und helfen so beim Aufspüren der Wasserflöhe. Und dann geht alles blitzschnell: Das Glasstäbchen schießt nach vorn; die Fühler dienen jetzt als spitze Fangwerkzeuge und bohren sich wie Dolche in das Opfer. Dann schieben sie es nach unten zu den Kieferzangen. Ein Glück, dass dieser Jäger nur im Mikrokosmos zuhause ist. 15 Millimeter – größer wird er nicht.

Vergrößerung 140:1

links

Erstaunlich, wie sich das gläserne Raubtier wandelt – wenn es nicht vorher selbst von Fischen gefressen wird. Aus der Puppe schlüpfen friedliche Mücken, die nicht einmal einen Stechrüssel haben. Sie suchen Blüten auf und schlürfen Nektar. Und statt tödlichen Fühlern mit dolchartigen Enden tragen sie harmlos buschige Antennen, die ihnen den Namen eingetragen haben: Büschelmücken.

Vergrößerung 140:1

## The crystal-clear carnivore

right

The larva of the phantom midge (*Chaoborus crystallinus*) looks eerie and dangerous. And it is – at least for water fleas and mosquito larvae. Floating horizontally in the water, the larva lies in wait for them; almost invisible as it is transparent like glass. Indeed, it is not a coincidence that they are also called “glass worms”. Only its massive mandibles are shaded, while the eyes are necessarily black since they are meant to collect and absorb light.

The strong feelers detect vibrations in the water and so aid in tracking down the water fleas. And then it all happens in the blink of an eye: the glass worm shoots forward; the feelers now serve as pointy catching instruments and stab into the victim like daggers. Then they push it down to the mandibles. Lucky for us, this hunter only lives in the microcosm. 15 millimeters – that's as big as it gets.

Magnification 140:1

left

It is amazing how the glass carnivore changes – that is, if it manages not get eaten up by some fish. Out of the puparia come peaceful midges which do not even have proboscises. They search for flowers and sip out the nectar. And instead of deadly feelers with dagger-like ends, they have bushy antennae.

Magnification 140:1





## Und immer dieses nervöse Zucken...

rechts

Die Larven der Zuckmücken (*Chironomus cf. plumosus*) machen was her: der Körper rot wie Blut. Und unter dem Kopf schmucke, weiße Borstenbüschel. Sie bilden das Ende von zwei Stummelfüßchen, die dadurch besonders rutschfest werden. Auch die rote Farbe ist kein Zufall. Sie stammt von einer Substanz, die auch unser Blut rot färbt und den Sauerstoff bindet: dem Blutfarbstoff Hämoglobin. Damit schafft es die „rote Mückenlarve“, selbst im sauerstoffarmen Schlamm nach Nahrung zu wühlen.

Vergrößerung 130:1

links

Aus den Larven werden kleine Zuckmücken von nur wenigen Millimetern. Sie heißen so, weil sie immerzu mit den Vorderbeinen zucken – bis heute weiß niemand, warum ihnen das Stillsitzen so schwerfällt. Auch ihr zweiter Name „Tanzmücken“ leuchtet unmittelbar ein: Die Männchen bilden riesige Schwärme und vollführen einen auf und ab wogenden Hochzeitstanz. Als Fußgänger oder Radfahrer kann man leicht in eine solche Mückenwolke geraten. Man wird zwar nicht gestochen, aber wer empfindlich für Allergien ist, kann Niesattacken oder Hautausschlag bekommen. Auslöser ist der rote Blutfarbstoff der Larven, der auch noch bei den fliegenden Mücken vorhanden ist. Zuckmücken-Weibchen leben nur ein paar Tage. Sie fliegen in den Hochzeitsschwarm. Lassen sich begatten. Legen ihre Eier ins Wasser. Und sterben. Ruckzuck ist das Leben einer Zuckmücke vorüber.

Vergrößerung 130:1

## And always this nervous twitching...

right

The larva of the buzzer midge (*Chironomus cf. plumosus*) cuts quite a figure: the body is as red as blood and under the head it has dashing, white tufts of setae. Appearing at the ends of two stubby little legs, these bristles are especially slip-resistant. The red color is also no accident. It comes from a substance which also makes our blood red and binds oxygen: the blood pigment hemoglobin. This allows the “blood worms” to dig around for food even in oxygen-poor mud.

Magnification 130:1

left

The larvae turn into little buzzer midges just a few millimeters long. In Germany, they are commonly called twitching flies because they always twitch with their front legs. Until today no one knows why they find it so difficult to sit still. Their second name, “dancing flies” is also illuminating since the men gather into great swarms and perform an undulating wedding dance. While walking or biking one can easily run into one of these clouds. Although one will not be bitten, people with allergies can get a sneezing attack or a rash on the skin. These symptoms are triggered by the red blood pigment of the larvae which is still present in the adult flies. The females live only a couple of days. They fly into the wedding cloud, copulate, lay their eggs in water, and then die. In no time at all, the life of a buzzer midge is over.

Magnification 130:1

## Klein, gemein und lautlos...

rechts

Sie sieht irgendwie böseartig und bedrohlich aus. Und das ist die Kriebelmücke (Fam. *Simuliidae*) auch. Zumindest als Weibchen. Ein normales Moskitonetz hält sie nicht zurück; sie schlüpft einfach durch die Maschen – kein Problem bei einer Größe von wenigen Millimetern. Ohne verräterisches Summen landet sie auf der Haut und dürstet nach Blut. Und dafür setzt sie ihr ganzes Arsenal an scharf gezackten Mundwerkzeugen ein: Sie raspelt, ritzt und sägt, bis eine Vertiefung entsteht, in der sich das Blut sammelt und aufgesogen werden kann. Ein typischer „Poolsauger“, sagen die Insektenforscher. Über den Sägezähnen sitzen zudem spitze Haken. Sie spreizen die Wunde und halten sie offen. Aber das kleine Biest ist längst wieder weg, wenn die Verletzung anfängt zu jucken – und sie juckt höllisch. Kratzen hilft leider gar nichts; reibt allenfalls gefährliche Bakterien in die Wunde.

Vergrößerung 130:1

links

So brutal die Kriebelmücke sich ihre Blutmahlzeit verschafft, so elegant ernährt sich ihre Larve unter Wasser. Sie hält zwei Reusennetze in die Strömung und wartet, bis sich winzige Tierchen oder Nahrungsteilchen darin verfangen. Dann führt sie ihre Fangnetze nach unten Richtung Mund, wo dichte Borstenbüschel die Nahrung wieder herauskämmen. Eine höchst manierliche Art zu speisen – verglichen mit dem Saufgebaren am Blutpool.

Vergrößerung 70:1

## Small, mean and silent...

right

Somehow it looks evil and threatening. And that is the truth about the black fly (family *Simuliidae*). Or at least about the females. A normal mosquito net cannot stop her; she simply crawls through the holes. Clearly no problem when you are only a few millimeters in size. Without any buzzing to give away her presence, she lands on the skin, craving blood. And in order to get it, she uses her entire arsenal of sharp jagged mouth parts: she rasps, scratches and saws until she creates an indentation in which blood gathers and can be imbibed. A typical “pool sucker” as insect researchers would say. Above the saw-like teeth are pointy hooks. They spread out the wound and keep it open. But the little beast is long gone by the time the injury starts to itch – and they itch like crazy. Unfortunately, scratching does not help. On the contrary, it rubs dangerous bacteria into the wound.

Magnification 130:1

left

The brutality of the way the black fly procures her meal of blood is equaled by the elegance with which her larva feeds underwater. Holding two fan-like nets in the current, it waits until tiny animals or food particles get caught. Then it draws the net down towards its mouth, where thick tufts of setae comb out the nourishment. A very well-mannered mode of dining – compared to its mother’s drinking habits at the pool of blood.

Magnification 70:1





## Und die längsten Beine hat...?

rechts

Der Kopf einer Schnake (*Tipula spec.*); aber was bitte ist eine Schnake? In einigen Gegenden werden sie Schuster oder Schneider genannt. Manche verwechseln sie mit Weberknechten. Und in Süddeutschland sind Schnaken der Sammelbegriff für Stechmücken aller Art. Aber Zoologen stöhnen auf, wenn sie das hören. Denn für sie ist ein entscheidendes Merkmal der Schnaken, dass sie eben nicht (!) stechen – was sofort einleuchtet, wenn man die harmlos weichen Mundwerkzeuge ohne scharfe Kieferzangen oder Stechrüssel betrachtet. Sie taugen nur zum Saft- und Nektar-Schlecken. Ein anderes Schnaken-Merkmal ist leichter zu erkennen: die langen, staksigen Beine. Sie sind ideal zum Klettern im Gräserwald. Manche haben sogar eine Sollbruchstelle, um im Falle eines Falles den Schaden möglichst gering zu halten.

Vergrößerung 60:1

links

Die Larven der Langbeiner leben in feuchtem Holz oder in nassen Böden, und da wären Beine völlig fehl am Platz. Sie begnügen sich mit einem glatten, walzenförmigen Körper. Nur vorne ragen kräftige Kieferzangen heraus, mit denen sie morsches Holz oder verrottende Blätter und Nadeln zerkleinern. Sie geben sich ziemlich langweilig, diese graubraunen Schnakenlarven, aber sie spielen eine bedeutsame Rolle im Kreislauf der Natur – beim Aufarbeiten und Zersetzen organischen Materials.

Vergrößerung 60:1

## And the one with the longest legs is...?

right

The head of a crane fly (*Tipula sp.*) But what is it really? Some people mistake them for monstrous mosquitoes or daddy longlegs spiders. But zoologists groan whenever they hear such things. Because one of the important characteristics of crane flies is precisely that they do not bite! This seems clear when one observes the harmless, soft mouthparts which do not have any pincers or proboscis. They are only good for licking juices and nectars. Another attribute of the crane fly is easily recognizable: the long, spindly legs. These are perfect for climbing through the forests of grass. Some of the legs even have predetermined breaking points to minimize the damage in the event of an accident.

Magnification 60:1

left

The larvae of the crane flies live in damp wood or moist soil which would be the wrong place for the legs they will eventually have. They make due with a smooth, cylindrical body. Only at their front do they exhibit strong pincer mandibles with which they crush rotten wood or decaying leaves and needles. These grey-brown larvae might seem pretty boring, but they play an important role in the cycle of nature – by reprocessing and decomposing organic materials.

Magnification 60:1

## Das lange Leben der Eintagsfliegen

links

Die Große Eintagsfliege (*Ephemera danica*) ist weder Fliege noch Mücke. Eintagsfliegen stellen eine eigene Insektenordnung dar, und man kann sie leicht an ihren zwei oder drei langen Hinterleibsfäden erkennen, die sie wie ein Schleppe nachziehen. Ihr Leben währt tatsächlich sehr kurz: nur ein paar Tage – wenn man ihr Larvenleben ignoriert. Die Große Eintagsfliege gehört, wie schon der Name sagt, zu den größten Arten bei uns: zwei Zentimeter lang, und dann kommen noch vier Zentimeter „Schleppe“ hinzu. Klein und verkümmert sind dagegen die Mundwerkzeuge. Eintagsfliegen fressen nicht; sie leben nur für die Fortpflanzung: Nach der Begattung im Fluge – sie dauert nur Sekunden – tupft das Weibchen seinen Hinterleib ins Wasser; gibt seine Eier ab – und sein Leben auf.

Vergrößerung 35:1

rechts

Mindestens zwei Jahre (!) verbringt die Larve der Großen Eintagsfliege im Wasser – unendlich lange verglichen mit dem Leben an Land! Zwei Jahre lang gräbt sie Fraßgänge in den Bachgrund; sucht nach tierischen oder pflanzlichen Nahrungsteilchen. Sie ist bestens ausgestattet dafür: Ihre vorderen Beine enden in Schaufeln. Die Kieferzangen ragen wie ein spitzer Rammpfahl nach vorne. Und auch der harte, in zwei Spitzen auslaufende Stirnschild kann als Grabwerkzeug eingesetzt werden. Ein hocheffektiver Wühler!

Vergrößerung 45:1

## The long life of the mayfly

left

This mayfly (*Ephemera danica*) in neither a fly nor a midge. Mayflies make up their own category of insects and are easily recognizable by their two or three long tail filaments which they drag behind them like a bride's train. Their lives are truly short: only a couple of days. That is, if one ignores their lives as larvae. This species of mayfly is one of the largest to be found here: two centimeters long, and then another four centimeters for the train. By comparison, the mouth parts are small and stunted. Mayflies do not eat; they live only to breed. After copulating in flight, which takes only seconds, the female dips her abdomen into the water, releases her eggs, and lets go of life.

Magnification 35:1

right

The larva of this mayfly lives in the water for at least two years! Unbelievably long in comparison with its life on land! For two years it burrows in the streambed, looking for tiny animals or plant particles to eat. It is well-equipped for this: its front legs have shovels at their ends. The jaw pincers jut out forward like pointed piles. And even the two hard horns on the forehead can be used as excavation gear. A highly efficient digger!

Magnification 45:1





## Den Weibchen schöne Augen machen!

links

Männliche Eintagsfliege der Gattung *Baetis*. Unübersehbar ihre großen, orangen „Turbanaugen“. Sie wirken etwas aufgesetzt, weil sie über den normalen, schwarzen Facettenaugen sitzen und nach oben in den Himmel schauen. Tatsächlich handelt es sich um eine Sonderausstattung für den großen Akt im kurzen Leben der Eintagsfliegen: die Paarung. In der Dämmerung tanzen die Männchen in große Schwärmen am Wasser: ein ständiges Auf und Ab – fast wie Schneeflocken im Wind. Sie warten auf Weibchen, um sie von unten anzusteuern und sich bäuchlings an sie zu hängen. Für dieses Andock-Manöver dienen die besonders lichtempfindlichen Turbanaugen als entscheidende Sensoren. Während der Begattung hält das Paar mit den Flügelschlägen inne. Eng umschlungen sinken beide nach unten – nur gebremst durch die ausbreiteten Schwingen und die langen Schleppfäden am Körperende. Paarung unter Zeitdruck.

Vergrößerung 100:1

rechts

Die Larven der Eintagsfliegen wachsen und häuten sich im Wasser – nichts Ungewöhnliches. Aber dann tanzen sie total aus der Reihe: Sie überspringen das Puppenstadium mit der Metamorphose. Sie häuten sich ein letztes Mal – jetzt aufgetaucht an die Wasseroberfläche. Und unter der abgestreiften Larvenhaut kommt direkt ein geflügeltes Insekt zum Vorschein! Eintagsfliegen führen einen, selbst für Insekten, sonderbaren Lebenswandel.

Vergrößerung 180:1

## Making eyes at the females!

left

This is a male mayfly (*genus Baetis*). One cannot miss his big orange “turban eyes.” They seem a little fake because they are situated over the normal, black compound eyes and look up into the sky. And indeed, they are special accessories for the big event in the short life of the mayfly: mating. At dusk, great swarms of the males dance above the water: a continuous movement up and down, they resemble snowflakes in the wind. They wait for the females and steer towards them from below, then hang onto them stomach to stomach. To carry out this docking maneuver the particularly light-sensitive turban eyes serve as the decisive sensors. During copulation, the couple stops beating their wings. Tightly embraced, they fall towards the ground, slowed only by their spread wings and the long tail filaments. Speed-mating.

Magnification 100:1

right

The larvae of the mayfly grow and molt in water – nothing unusual. But then they completely break ranks: they skip over the pupa stadium with metamorphosis. They molt one last time – on the surface of the water. And from out of the striped larva shell, a mature winged insect emerges! Even among insects, mayflies have a very different lifestyle.

Magnification 180:1

## Das chinesische Wunder

rechts

Die wohl berühmteste Raupe der Welt: die Seidenraupe *Bombyx mori*. Vor über 4000 Jahren begannen die Chinesen sie zu züchten und als Haustier zu halten. Denn das Material, aus dem sie ihren Kokon zur Verpuppung herstellt ist einmalig: ein Seidenfaden, zehnmal dünner als ein Menschenhaar und drei Kilometer lang. Dazu reißfest und elastisch. Der Faden mit den wunderbaren Eigenschaften tritt aus der Spinnwarze aus – dem Organ, das unten am Kopf direkt über dem vordersten Beinpaar zu sehen ist. Auch die langen, scharfen Krallen fallen auf. Sie sind perfekte Kletterhilfen, um an die Blätter des Maulbeerbaums zu kommen – die einzige Nahrung, die Seidenraupen vertragen und die sie in Unmengen verschlingen: In den 5 Wochen ihres Raupenlebens nehmen sie das Zehntausendfache an Gewicht zu. Dabei entfällt die Hälfte auf ihre hochproduktiven Spindrüsen.

Vergrößerung 40:1

links

Aus dem Kokon – wenn er nicht zur Seidengewinnung verwertet wird – schlüpft ein behaarter Schmetterling mit kleinen Augen aber großen und hochempfindlichen Geruchsantennen: der Seidenspinner *Bombyx mori*. Schon wenige Duftmoleküle genügen, um die Männchen in Paarungsstimmung zu versetzen. Aufgeregt schwirrend krabbeln sie auf die Weibchen zu; das Fliegen haben sie in 4000 Jahren Zuchtgeschichte verlernt. In der freien Natur wären Seidenspinner verloren.

Vergrößerung 18:1

## The Chinese miracle

right

The most famous caterpillar in the world: the silk worm (*Bombyx mori*). More than 4,000 years ago, the Chinese began to breed and domesticate them, because the material they use to spin their cocoons for pupation is unique: a strand of silk, ten times thinner than the human hair and three kilometers long. What is more, tear-proof and elastic. The thread, with these wonderful qualities, comes out of the spinneret – the organ which can be seen underneath the head, just above the front pair of legs. The long, sharp claws are also conspicuous. They are the perfect tools for climbing, in order to get at the leaves of the mulberry tree – the only nourishment silk worms can tolerate. But they eat these leaves with a passion: in the 5 weeks of their caterpillar stage, they increase their weight by 10,000 times, half of which goes into its highly productive spinneret.

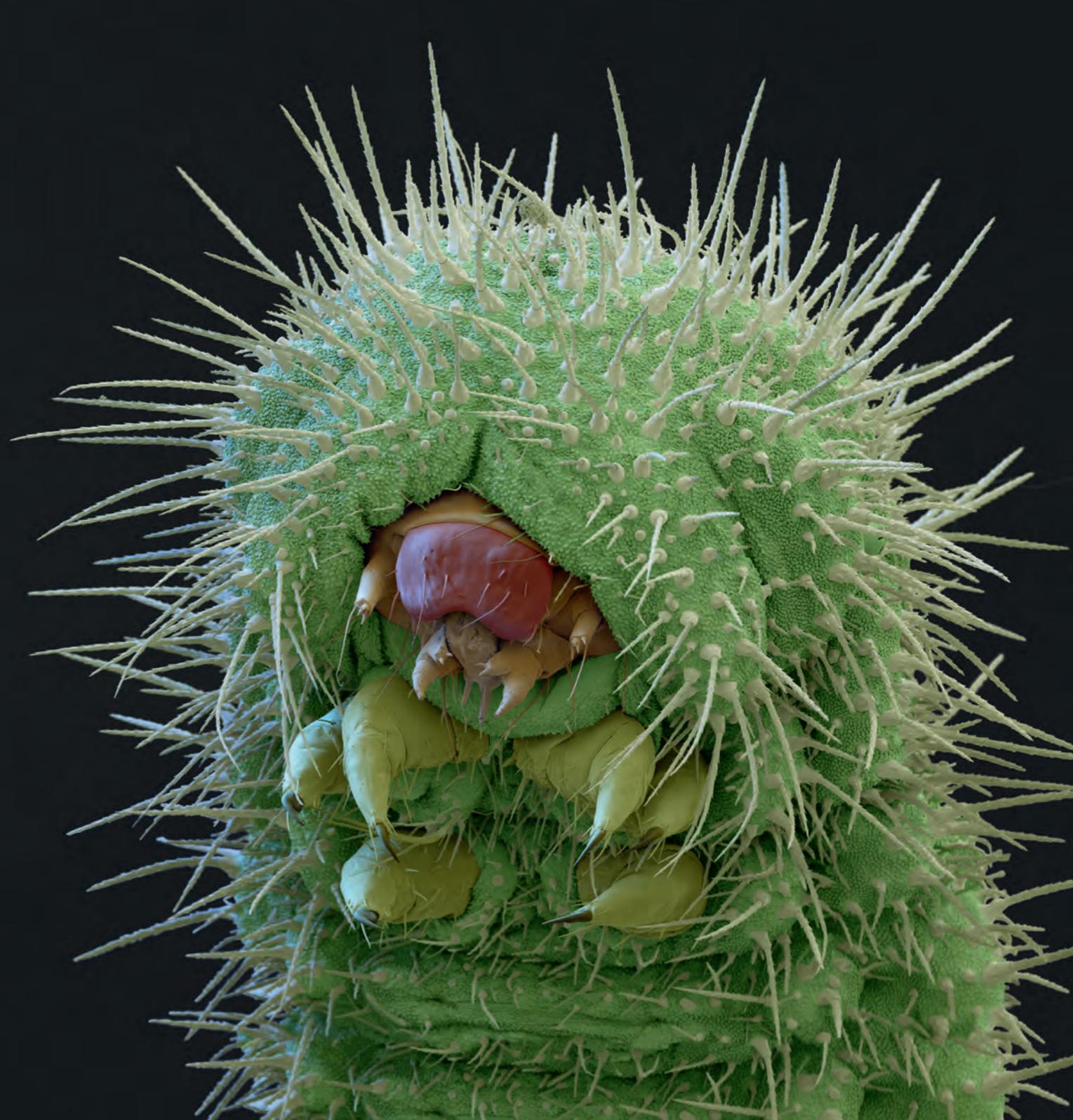
Magnification 40:1

left

If it is not utilized for the production of silk, the cocoon opens and out slips a hairy butterfly (*Bombyx mori*) with small eyes but very large antennas that are highly sensitive to smells. Just a few scent molecules are enough to put the men in the mood for mating. Whirring excitedly, they crawl onto the females – in the 4,000 years of their breeding history, flying has been unlearned. In the wilderness, silk worms would be lost.

Magnification 18:1





## Wie man aus Feinden Freunde macht...

links

Der bläuliche Wuschelkopf gehört einem Schmetterling. Genauer: einem Hauhechel-Bläuling (*Polyommatus icarus*). Er trinkt Nektar aus den Blüten der Hauhechel-Staude und aus Hornklee-Blüten. Das ist ganz im Sinne „kurzer Wege“, denn an diesen Pflanzen legt er auch seine Eier ab, und die schlüpfenden Raupen finden dann gleich ihre passende Nahrung.

Abends gegen 19 Uhr gehen die Bläulinge schlafen. Kopfüber hängen sie sich an lange Gräser – meistens ein ganzer Pulk. Auf den ersten Blick sieht das dann aus wie eine Ansammlung von Blüten. Und wenn ein Feind doch dahinter kommt, dann erhöht der „Schutz im Schwarm“ die Überlebenschance für jeden der Schmetterlinge.

Vergrößerung 55:1

rechts

Die grasgrüne Bläulingsraupe ist gut getarnt auf ihren Klee- oder Hauhechel-Blättern. Gegen Ameisen allerdings hilft das wenig: Sie stürzen sich auf die Raupe, und deren Schicksal scheint besiegelt. Doch es kommt anders. Die Ameisen sind nicht an Beute interessiert; sie schlürfen den süßen Cocktail, den die Bläulingsraupe aus Drüsen am Hinterleib absondert. Eine geniale Strategie! Erstens werden die Ameisen friedfertig gestimmt. Zweitens verteidigen sie ihren Cocktail-Spender gegen andere Insekten und Parasiten. Mitunter bauen sie sogar eine Art Stall, wo die Raupe geschützt den Winter verbringt. Das richtige Getränk kann aus Feinden Freunde machen!

Vergrößerung 100:1

## How to make enemies into friends...

left

This blue mop of curls belongs to a butterfly. More precisely, the common blue (*Polyommatus icarus*). They drink nectar from the flowers of restharrow and bird's-foot-trefoil. This is in keeping with “the shortest distance...” since they also lay their eggs on this plant, and when the caterpillars hatch, they have the appropriate food right in front of them.

At around 7:00 in the evening the blues go to sleep. They hang upside down on long stems of grass – usually in big groups. At first glance they look like a collection of flowers. And should an enemy recognize them for what they are, the chances of each butterfly's survival are increased by the advantage of a swarm.

Magnification 55:1

right

The grass-green caterpillars of the common blues are well camouflaged on the leaves of their bird's-foot-trefoil or restharrow. But it is not much help when it comes to ants: they climb all over the caterpillars whose fate would then seem to be sealed. But it turns out different. The ants are not interested in prey; they sip the sweet cocktail which the caterpillars secrete from the glands on their abdomens. An ingenious strategy! First of all, the ants are pacified. Second, they protect their cocktail hosts from other insects and parasites. In addition, they even build a kind of stable where the caterpillars take shelter over the winter. It seems a well-served drink can even turn enemies into friends!

Magnification 100:1

## Ein Schmetterling, der übers Wasser geht

links

Der Seerosen-Zünsler (*Elophila nymphaeata*) ist auf einen Blick als Schmetterling zu erkennen – mit seinem aufgerollten Rüssel und den großen Facettenaugen eines Nachtfalters. Das Übliche, so scheint es. Doch es handelt sich um einen Sonderling, der ein schier unglaubliches Schmetterlingsleben führt. Er verlässt sein Puppengehäuse unter Wasser. Taucht an die Oberfläche. Und trippelt dort wie ein Wasserläufer zur nächsten Pflanze. Erstaunlicherweise bleibt er bei diesem Auftauch-Manöver völlig trocken; die besonderen Körperschuppen, die wie Zotteln an ihm herunterhängen, machen ihn unbenetzbar. Kein Wunder, dass Seerosenzünsler Teiche und Seen lieben. Und auch zur Eiablage landen sie auf einem schwimmenden Seerosenblatt. Sie krümmen den Hinterleib über den Rand und heften ihr Gelege an die Blattunterseite. Wasser muss sein!

Vergrößerung 60:1

rechts

Schmetterlingsraupen findet man üblicherweise an Land oder im Erdboden. Nicht so die Raupe des Seerosenzünlers: Sie lebt im Wasser und frisst sich an Teichpflanzen wie Laichkraut oder Seerosen satt. Ihren weichen Raupenkörper schützt sie durch zusammengewobene Blattstückchen. Mit jeder Häutung muss auch der Blattmantel eine Nummer größer werden. Bis er schließlich, an einen Pflanzenstängel gehängt, das Unterwassergehäuse für die Verpuppung abgibt. Zwei Wochen später: der Wasserstart des Seerosenzünlers.

Vergrößerung 60:1

## A butterfly that can walk on water

left

The Brown China Mark (*Elophila nymphaeata*) is quickly recognizable as a butterfly – with its rolled up proboscis and the big compound eyes of a moth. A typical specimen, so it would seem. But the China Mark is different, living an almost unbelievable life as a butterfly. It exits its cocoon underwater, comes up to the surface, and then scurries like a pond skater over to the next plant. Amazingly it stays completely dry throughout this surfacing maneuver due to the special body scales than hang down around it like shaggy hair and make it waterproof. No wonder that the Brown China Marks love ponds and lakes. Indeed, they even land on floating lily pads to lay their eggs. They bend their abdomen around the edge and attach their clutch to the bottom of the leaf. Water is a must!

Magnification 60:1

right

Butterfly caterpillars are usually found on land or in the soil. But not the caterpillar of the Brown China Mark: it lives in water and stuffs itself with aquatic plants like lilies or pond weed. It protects its soft caterpillar body with bits of leaves which it weaves together. With each molting, the leaf coat must also be a size larger. Finally the underwater enclosure which hangs from a plant stem will serve as a puparium. Two weeks later: the Brown China Mark will walk across the water.

Magnification 60:1





## Weltmeister im Rudern

links

Dieser Käfer ist ein Bewegungs-Genie. Er kann krabbeln. Kann fliegen. Und kann auch tauchen und schwimmen. Er ist ein „Schwimmkäfer“ (*Dytiscidae*) – wie gemacht für das Wasser. Die Körperform ist strömungsgünstig und glatt; der Antrieb effektiv – durch Ruderkraft im Heck. Die Hinterbeine sind zu flachen Ruderblättern verbreitert. Beim Durchziehen stellen sie sich quer und sorgen für maximalen Antrieb. Beim Rückholen sind sie so gedreht, dass sie fast widerstandslos durchs Wasser gleiten. Eine perfekte Technik, die jeder Rudersportler nur bewundern kann. Derart beweglich, kommt der Schwimmkäfer in allen Gewässern zurecht und macht dort Jagd auf Kaulquappen, Insektenlarven oder Fischeier. Und sollte sein Tümpel austrocknen, unternimmt er eine Flugreise zu neuen Ufern. Mehrere Jahre schlägt er sich so durch; verbringt die kalten Winter unterm Eis. Und wartet, bis er im Frühling eine neue Generation von Rudermeistern in die Welt setzen kann.

Vergrößerung 50:1

rechts

Die Larven der Schwimmkäfer wirken furchteinflößend – mit ihren vier Punktaugen und den mächtigen Kieferzangen. Auch sie jagen Kaulquappen und Insektenlarven. Aber ihre Essgewohnheiten unterscheiden sich deutlich von denen der Eltern: Sie zerteilen und zerkauen die Beute nicht, sondern spritzen mit ihren Saugzangen lähmenden Verdauungssaft in den Körper und saugen ihn dann aus.

Vergrößerung 80:1

## World champion in rowing

left

This beetle is a genius when it comes to mobility. It can crawl. It can fly. And it can even dive and swim. It is called the “diving beetle” (*Dytiscidae*) and is perfectly outfitted for the water. The body shape is streamlined and smooth; the propulsion very effective, due to the strength of the rear oars. The back legs broaden out to flat oar blades. When pulled through the water, they turn sideways and thus create the maximum thrust. When being drawn back, they are turned so as to glide through the water with almost no resistance – a technique so perfect that it must even impress professional rowers. With such incredible mobility, the diving beetle thrives in all types of waters where it hunts tadpoles, insect larvae, or fish eggs. And should its pond dry up, it simply flies off to new shores. In this way it slogs through for several years, spending the cold winters under the ice and waiting for the spring when it can bring forth a new generation of master rowers.

Magnification 50:1

right

With their four-point eyes and powerful mandibles, the larvae of the diving beetle look awe-inspiring. While they also hunt tadpoles and insect larvae, their eating habits differ greatly from those of their parents: they do not break apart and chew up their prey. Instead, they use their proboscis to inject paralyzing digestive juices into the body of their victim and then suck it out.

Magnification 80:1

## Käferschreck im Kleiderschrank

links

Der Braune Pelzkäfer mit dem wissenschaftlichen Namen *Attagenus smirnovi* ist eigentlich im warmen Afrika zuhause – aber seit 50 Jahren erobert er die geheizten Wohn- und Schlafzimmer Europas. Sein Siegeszug ist kaum zu stoppen; denn mit nur 5 Millimeter Körpergröße findet er überall Verstecke: in den dunklen Ecken des Kleiderschranks; hinter Fußbodenleisten oder – sehr beliebt! – in den breiten Ritzen alter Parkettfußböden. Der Käfer selbst sieht putzig aus, frisst praktisch nichts, aber kann sehr gut fliegen – ins Nachbarhaus zum Beispiel. Die struppigen, zangenbewehrten Larven sind das genaue Gegenteil: flügellos und gefräßig.

Vergrößerung 110:1

rechts

Die Pelzkäfer-Larve frisst, was für andere kaum verdaulich ist: Haare, Federn, Wolle. Da kriegen die Pelz kahle Stellen, die Pullover werden löchrig, und wenn die Larven sich Eintritt in ein Naturkundemuseum verschaffen, sind die Vogelbälge und Tierpräparate in Gefahr. Ein Käferweibchen legt jedes Jahr 50–60 Eier; das kann zur explosionsartigen Vermehrung führen. Dann bleibt nur die professionelle Schädlingsbekämpfung der Pelzkäfer – oder der „Vodka-Beetles“, wie sie in England heißen. Nicht dass die Käfer auf der Insel einen Geschmack für Wodka entwickelt hätten; die Briten ließen sich von dem Wissenschaftler E. S. Smirnov inspirieren, der 1961 den ersten Käfer in Moskau entdeckt hat.

Vergrößerung 200:1

## Beetle alarm in the clothes closet

left

The brown carpet beetle (*Attagenus smirnovi*) is actually at home in the warm climates of Africa, but since 50 years it has conquered the heated living rooms and bedrooms of Europe. Its triumphal march is almost impossible to stop, since with a body length of only 3 millimeters, it can find lots of good hiding places, such as the dark corners of the clothes cupboard; behind baseboards; or, one of its favorites, in the wide cracks of old hardwood floors. The beetle itself looks cute, eats almost nothing, but can fly extremely well – into the neighbor's house, for example. The hairy larvae who use their pincers for defense are exactly the opposite: wingless and ravenous.

Magnification 110:1

right

The carpet beetle larvae eat things that would be barely digestible for others insects: hair, feathers, wool. And so the fur coat gets a bald patch, the sweaters get holes, and if the larvae manage to get into a natural history museum, the stuffed animals are in danger. A female beetle lays 50 to 60 eggs every year which can lead to explosive proliferation. When that happens, the only solution is the professional extermination of the carpet beetles – or the “Vodka-Beetles” as they are called in England. Not that the beetles developed a taste for vodka on the island; the British made the association through the scientist E. S. Smirnov, who discovered the first beetle in Moscow, in 1961.

Magnification 200:1





## Vielfraß aus Fernost

links

Der Asiatische Marienkäfer (*Harmonia axyridis*) hat einen klar dokumentierten Migrationshintergrund: Vor einigen Jahrzehnten wurde er aus China und Japan nach Europa geholt – als biologische Wunderwaffe gegen Blattlausbefall in Gewächshäusern. Tatsächlich frisst er bis zu 270 Läuse an einem einzigen Tag und übertrifft damit deutlich die Konsumfreudigkeit unserer heimischen Spezies „Siebenpunkt“. Ein geglückter Import, so scheint es. Doch wie so oft, wenn man mit fremden Arten experimentiert, haben sich die „Asiatischen Helfer“ verselbständigt. Längst sind sie aus den Gewächshäusern ausgebüchst und fühlen sich im Freiland wohl. Überall in Europa. Als Blattlauskiller sind sie zwar gern gesehen, aber ihre rasante Verbreitung könnte auch das Ende unserer heimischen Marienkäfer einläuten. Denn die Neuankömmlinge bringen es auf mehrere Generationen im Jahr, während „Siebenpunkt“ nur eine einzige schafft. Dazu sind sie weniger krankheitsanfällig. Und – besonders bedenklich – sie übertragen krankmachende Parasiten auf die hiesigen Arten, während sie selbst immun sind. Vielleicht braucht unser „Glückskäfer“ bald selber Glück, um gegen die Einwanderer zu punkten.

Vergrößerung 65:1

rechts

Die Larve des Asiatischen Marienkäfers ist zwar weichhäutig und die „Stacheln“ auf dem Rücken bieten nicht viel Schutz, aber zur Blattlausjagd reicht es allemal. Sie flitzt die Pflanzen rauf und runter und scannt sie regelrecht nach Läusen ab.

Vergrößerung 40:1

## Gluttons from the Far East

left

The Asian lady beetle (*Harmonia axyridis*) has a precisely documented migration history: several decades ago it was imported to Europe from China and Japan as a biological silver bullet against aphid outbreaks in green houses. Indeed, one of them can eat up to 270 plant lice in a single day, thereby clearly surpassing the appetite exhibited by our local species, the seven spotted lady beetle. As such, it would seem to be a successful import. However, as is often the case when one experiments with foreign species, these “Asian helpers” have taken on a life of their own. They have long since broken out of the green houses and feel at home in the wild. And that is, throughout Europe. Thus, while they are praised as a remedy against aphids, their rapid spread could bring about the end of our indigenous lady beetle. In part, this is due to the fact that the new comers produce several generations in one year, while the seven spotters only manage one. In addition, the Asian lady beetles are less susceptible to diseases and, what is even more worrisome, they infect the local species with disease-causing parasites to which they themselves are immune. Perhaps our “luck-bringing beetles” will soon need some luck of their own if they are going to withstand the pressures from these immigrants.

Magnification 65:1

right

Although the larva of the Asian lady beetle is soft skinned and the “spikes” on its back do not provide much protection, it is still a good aphid hunter. It whizzes up and the down the plant regularly, scanning it for lice.

Magnification 40:1

## Wenn aus Löwen Fliegen werden...

links

Die Florfliege (*Chrysoperla carnea*) kann sich sehen lassen. Der Körper zartgrün gefärbt; die Flügel durchsichtig, von einem Netzwerk feiner Adern unterteilt. Dazu große, schillernde Augen. Die Florfliegen oder „Goldaugen“ gehören zweifellos zu den wohlgefälligen Insekten. Trotzdem sind sie für viele nur Ungeziefer. Und wenn sie sich in Wohnungen oder Dachstühle verirren, werden sie tot geklatscht. Welch ein Irrtum! Man sollte Florfliegen behutsam nach draußen setzen; denn die filigranen Tierchen sind großartige Helfer gegen Blattläuse oder Milben. Ganz besonders in ihrem Larvenstadium.

Vergrößerung 50:1

rechts

Der Unterschied könnte kaum größer sein. Die zarte Florfliege beginnt als kompakte, waffenstarrende Larve – mit mächtigen Saugzangen, die irgendwie an Stoßzähne erinnern. Dieser „Blattlauslöwe“ trägt seinen Namen zu Recht. Er lebt nur 14 Tage, bevor er sich verpuppt. Aber in dieser Zeit patrouilliert er unermüdlich durch das Pflanzendickicht und frisst sich satt: 10.000 Milbeneier! Oder 500 Blattläuse! Dabei schlägt er seine Zangen in die Laus. Stemmt sie in die Höhe wie eine Trophäe – und saugt sie aus, bis nur noch die leere Hülle übrig ist. Und selbst damit weiß er etwas anzufangen: Er packt die Hüllen auf seine spitzen Rückenborsten. Und so verkleidet, entkommt er den Ameisen, die „ihre“ Honigtau liefernden Blattläuse beschützen.

Vergrößerung 60:1

## When lions become flies...

left

The common green lacewing (*Chrysoperla carnea*) is quite impressive. The body has a soft green color; the wings are transparent and partitioned with a network of delicate veins. This is topped off with big shimmering eyes. The green lacewing or “golden eyes” as they are also called in German are without a doubt one the most pleasant looking insects. None-the-less, for many people they are still just pests. And if they mistakenly fly into apartments or attics they are swatted dead. What a mistake! One should gently bring green lacewings outside since these delicate animals are a great help against aphids and mites – especially during their larval stage.

Magnification 50:1

right

The difference could hardly be bigger. The dainty green lacewing starts out as a compact larva with guns a blazing – having strong sucking pincers that resemble tusks. Called an aphid lion, the name refers to the fact that, although it only lives 14 days prior to entering the pupal stage, during this time it tirelessly patrols through the vegetation and stuffs itself full, eating around 10,000 mites, or 500 aphids! It does this by sticking its pincers into the louse, raising it up in the air like a trophy, and then sucking it out until there is nothing left but an empty shell. And it even knows how to use that, putting the shell onto his spiky back. Disguised like this, he gets past the ants that protect “their” lice who supply them with honeydew.

Magnification 60:1





## Köstlicher Gestank

links

Ihre großen, roten Augen nehmen fast den ganzen Kopf ein, und ihr Körper glänzt metallisch goldgrün in der Sonne. Kein Wunder, dass man ihr den edlen Namen „Goldfliege“ (*Lucilia sericata*) verliehen hat. Doch Aussehen und Benehmen gehen nicht immer konform. Sie gehört zu den Schmeißfliegen und verhält sich auch so: Sie fliegt auf alles, was stinkt, verrottet und verwest – auf Kothaufen, vergammelndes Fleisch oder Aas. Sie tupft und leckt daran. Sich so zu ernähren, ist für unseren Geschmack nicht gerade appetitlich, und wenn die Goldfliege sich anschließend auf Lebensmittel setzt, kann sie Bakterien und Krankheitskeime übertragen. Doch die Fliege sucht vor allem einen passenden Ort zur Eiablage, an dem ihre Larven einfach reinhauen können – mit ihren Mundwerkzeugen.

Vergrößerung 45:1

rechts

Goldfliegen-Maden fressen sich durch das verwesende Material, das ihre Mutter für sie ausgesucht hat. Auch durch Leichen. Kriminalisten können daraus Rückschlüsse auf den Todeszeitpunkt ziehen. Und auch die Medizin hat Gefallen an den Maden gefunden: bei der Wundbehandlung. Gezüchtete, keimfreie Goldfliegen-Larven werden in Zellstoff-Beutel gepackt und aufgelegt. Sie entfernen abgestorbenes Gewebe sowie Wundsekret und geben dabei antimikrobielle Substanzen und heilende Enzyme ab. Dr. mad. Goldflieg im Einsatz! Der weiße „Ärztetikittel“, den sie auf dem Portrait zu tragen scheint, ist zweifellos angemessen.

Vergrößerung 140:1

## Delicious stench

left

The big red eyes almost fill up its entire face and its body sparkles a metallic golden-green in the sunlight. This fits to its common name: the green bottle fly (*Lucilia sericata*). But how things look and how they behave do not always match. It belongs to the group of carrion flies and that is how it acts: it flies to everything that is stinking, rotting and decaying – to manure piles and decomposing flesh. It dabs these things and licks them. To eat like this is not especially appetizing according to our tastes. In addition, when it lands on food, it can transmit bacteria and germs. But above all, the fly is looking for a place to lay its eggs where the larvae can immediately start gorging themselves – with their mandibles.

Magnification 45:1

right

Green bottle fly maggots eat through the decaying material their mother has picked out for them. Even through dead bodies. From their activity, criminologists can draw conclusions about the time of death. Medicinal uses for the maggots have also been discovered, such as the treatment of wounds. Specially bred, sterile larvae are packed into celluloid bags and laid on the skin. They remove dead tissue, as well as secretions from the wound and, in doing so, release anti-microbial substances and healing enzymes. Dr. Green B. Fly is on the job! The white “doctor’s coat” that it seems to be wearing in the portrait is very fitting.

Magnification 140:1

## Das schwarz-gelbe Missverständnis

rechts

Vielen gilt sie als gefährliche Monsterwespe. Und noch immer kursiert die Legende: „Sieben Hornissenstiche töten ein Pferd; drei einen Menschen!“. Das ist Folklore-Quatsch. Wir würden Hunderte von Hornissenstichen überleben; sie sind sogar weniger giftig als Wespenstiche. Nur wer allergisch reagiert, muss sich verständlicherweise in Acht nehmen. Hornissen (*Vespa crabro*) sind bei uns bedroht und stehen unter Schutz. Und wenn sie ein Nest im Garten bauen? Sie sind friedlich und weder an Zwetschkuchen noch Eiscreme interessiert. Ihre Verpflegung besteht aus Baumharz oder Pflanzensäften. Anders die Larven: Die wollen Fleisch. Und so jagen Hornissen bis in die Nacht nach Spinnen und Insekten; beißen deren Beine und Flügel ab und verfüttern das eiweißreiche Bruststück in vorgekauften Portionen an den Nachwuchs.

Vergrößerung 14:1

links

Jede Hornissenlarve wächst in einer Einzelzelle im Nest auf. Wenn sie Hunger hat, kratzt sie laut mit den Kieferzangen an der Zellenwand. Und dieses „Hungerkratzen“ wird erhört – es sei denn, eine Schlechtwetterperiode verbietet Futterflüge. Dann verkehren sich die Rollen: Die Larven müssen ihrerseits Speichelsaft abgeben, um die Arbeiterinnen durchzufüttern. Eine sorgt für die andere im Hornissen-Staat. Aber Ende Oktober ist alles vorbei. Nur die Königin überlebt. Im Frühling gründet sie ein neues Nest. An einem anderen Ort.

Vergrößerung 56:1

## The black-yellow misunderstanding

right

Many people consider them dangerous monster wasps. And the legend still makes the rounds: “seven hornets can kill a horse; three a human being!” But these are old-wives tales. We would survive hundreds of hornet stings – they are even less poisonous than those from wasps. Only people that are allergic to them have to be extra careful. Hornets (*Vespa crabro*) are endangered and are under protection. And when they build a nest in the garden? So be it. They are peaceful and not interested in plum cake or ice-cream. Their provisions consist of tree resin or plant juices. But it’s a different case with the larvae: they want meat. And so hornets hunt late into the night for spiders and insects. After biting off the legs and wings of their prey, they pre-masticate the protein-rich pieces of the thorax and then feed them to their offspring.

Magnification 14:1

left

Each hornet larva grows up in its own cell in the nest. When it is hungry, it scratches loudly on the wall of the cell with its mandibles. And this “hunger scratching” is answered – unless a spell of bad weather prohibits hunting trips. Then the roles are reversed: the larvae have to give up their saliva in order to feed the workers. Each takes care of the other in the hornet nation. But it is all finished at the end of October. Only the queen survives. In spring she establishes a new nest. At a different location.

Magnification 56:1





## Wenn die Laus zur Mumie wird...

links

Die Blattlauswespe (*Aphidius colemani*) ist nur 2–3 Millimeter groß, und sie lebt gerade mal eine Woche. Aber in dieser kurzen Spanne erledigt sie über 200 (!) Blattläuse. Das macht sie zur idealen biologischen Waffe gegen Blattlaus-Befall. Wer seinen Wintergarten oder sein Gewächshaus vor den Schädlingen schützen will, kann sich die – völlig ungefährlichen – Miniwespen per Post schicken lassen. Sie spüren die Blattläuse mit ihren Geruchs- und Tastfühlern auf. Hektisch und zielsicher, denn sie brauchen unbedingt eine Kinderstube für ihren Nachwuchs. Ein Stich mit dem Legestachel, der als feine Röhre ausgebildet ist, und schon liegt ein Wespen-Ei in der Laus! Denn aus dem Ei zwingt sich eine winzige Larve...

Vergrößerung 280:1

rechts

Fünf Tage lang lebt die Larve wie im Schlaraffenland. Sie saugt und frisst die Blattlaus von innen her auf. Bis nur noch eine tote Hülle, die „Blattlausmumie“, übrig ist. Die nächsten fünf Tage ist dann Fastenzeit und Puppenruhe angesagt: Die fette Larve wandelt sich – gut verborgen in der Mumienhülle – zur eleganten Wespe. Die nagt sich nach draußen und macht sich sofort auf die Blattlaus-Pirsch. 200 Läuse in acht Tagen – da muss man sich ranhalten!

Vergrößerung 280:1

## When the louse becomes a mummy...

left

The aphidius wasp (*Aphidius colemani*) is only 2–3 millimeters big, and it only lives one week. But in that short time it kills over 200 aphids! That makes them an ideal form of biological pest control against aphid infestations. Whoever wants to protect their sunroom or greenhouse from such pests can order these totally harmless mini-wasps through the mail. The wasps sense the aphids with their feelers which are sensitive to both smell and touch. The wasps search for the aphids frantically but with precision because the desperately need a nursery for their offspring. With one sting of her ovipositor, which is built like a fine tube, the female wasp quickly deposits its egg into the louse! Later, a tiny larva forces its way out of the egg...

Magnification 280:1

right

For five days the larva lives like in paradise. It sucks and eats the aphid from the inside. Until the only thing that is left is a dead shell – the “aphid mummy.” The next five days are a time of fasting and rest for the pupa. Well-hidden in the mummy shell, the fat larva will undergo metamorphosis and end up an elegant wasp. It gnaws its way out and then immediately goes off hunting for aphids. 200 lice in eight days – it has to get a move on!

Magnification 280:1

## Fliegendes Super-Auge

rechts

Die Adonisjungfer (*Pyrrhosoma nymphula*) gehört zu den Kleinlibellen; sie ist nur 2–3 Zentimeter lang. Aber wie bei Libellen üblich, jagt sie in der Luft nach Insekten. Und sie hat alles, was es dazu braucht: Große, feinauflösende Kugel-Augen für einen 360 Grad Rundumblick. Auch ihre Flugtechnik ist wie geschaffen für die Insektenjagd: Zwei Flügelpaare – jedes unabhängig in seiner Bewegung – erlauben fast beliebige Flugmanöver. Die Adonisjungfer steht in der Luft. Schießt pfeilschnell nach vorn. Schlägt Haken oder absolviert Sturzflüge. Bei diesen Manövern hält sie Kopf und Augen immer waagrecht, als hätte sie einen künstlichen Horizont eingebaut. Das erleichtert die Jagd „nach Sicht“. Der eigentliche Fang geschieht dann mit den Beinen; sie sind behaart und werden zu einer Art Kescher geformt. Im Sommer geht die Adonisjungfer baden. Sie sticht Wasserpflanzen an und legt darin ihre Eier ab. Und auch daraus schlüpfen Jäger mit ungewöhnlicher Fangtechnik...

Vergrößerung 55:1

links

Libellenlarven verlassen sich bei der Jagd ebenfalls auf ihre recht großen Augen. Aber entscheidend ist die „Fangmaske“ darunter. Sie kann blitzartig – in 1/50 sec – nach vorne ausgestreckt werden, ähnlich wie die Arme einer Gottesanbeterin. Am Ende sitzt eine Art Zange, die das überraschte Wasserinsekt festhält. Libellen sind auch unter Wasser schrecklich gute Jäger.

Vergrößerung 55:1

## Flying super eye

right

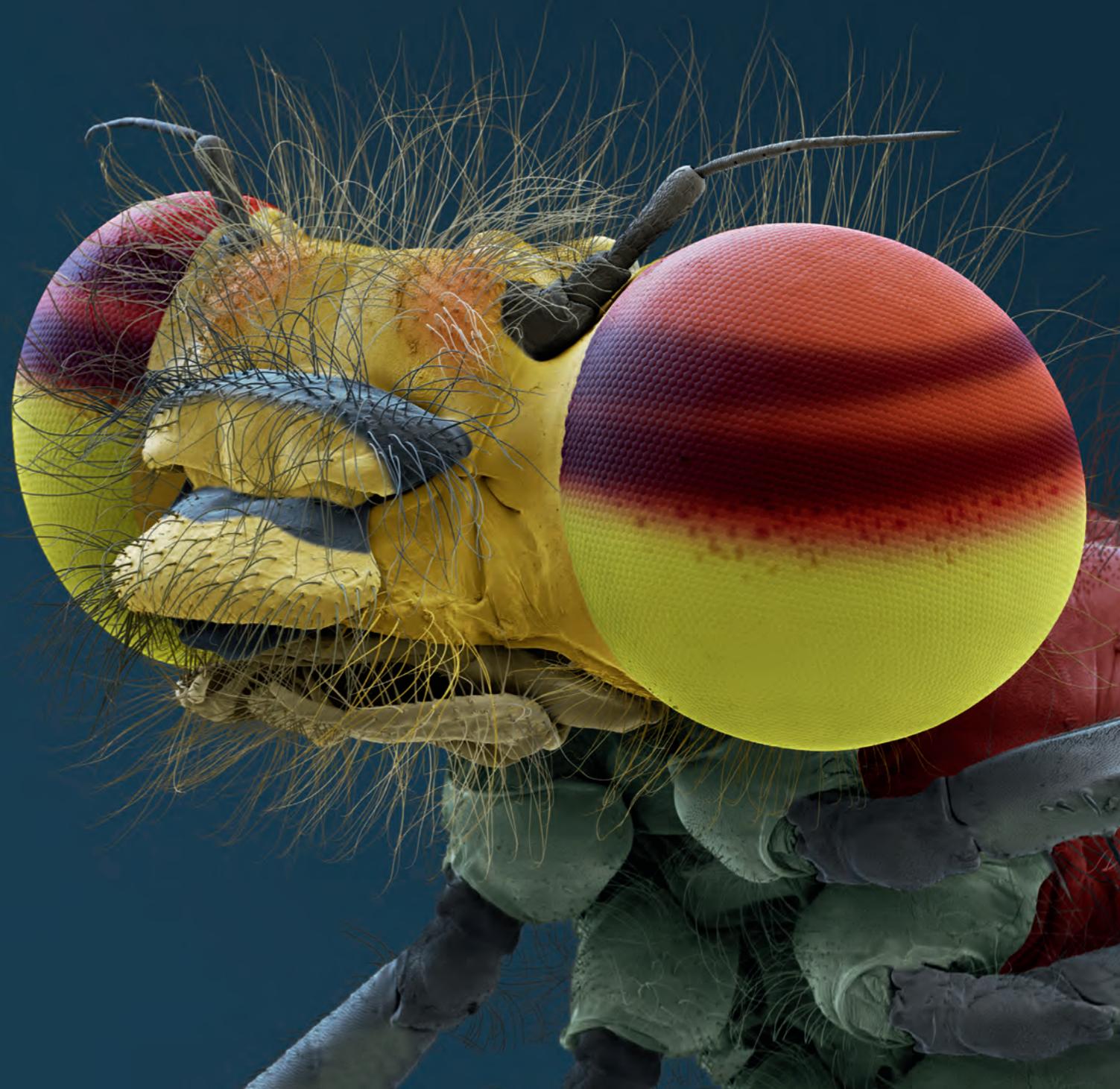
Despite its name, the large red damselfly (*Pyrrhosoma nymphula*) is only 2–3 centimeters long. But as is usual for dragonflies, it hunts for insects in the air. And it has everything it need for this: big, spherical eyes for a 360 degree view in high-resolution. Even its flight technique is perfectly suited for hunting insects: its two pairs of wings, whose movements are independent of one another, allows almost random flight maneuvers. The large red damselfly hovers in the air. It shoots forward like a speeding arrow. It sidesteps or nosedives. During these maneuvers it always keeps its head and eyes horizontal as if it had an artificial horizon built in. This makes it easier to hunt by sight. The actual capturing is done with the feet: they are covered in hair and are formed into a kind of net. In summer, the large red damselfly goes swimming. It pierces water plants and lays its eggs in them. And out of these also come hunters with unusual techniques to capture their prey...

Magnification 55:1

left

When hunting, dragonfly larvae also rely on their quite large eyes. But the difference is the “labial mask” beneath them. With lightning speed (1/50 of a second) it can be stretched out – similar to the arm of a praying mantis. At the end is a kind of pliers that tightly grips the surprised insect. Underwater, dragonflies are also frighteningly good hunters.

Magnification 55:1





## Die spinnen, die Köcherfliegen

links

Sie hat etwas vorzuweisen, diese Larve: eine selbstgebaute Röhre aus Steinplatten – eine Art mobiler Bunker. Köcherfliegen-Larven sind bewundernswerte Baumeister. Sie erstellen Schutzbauten für ihren verletzlichen Hinterleib – meist in der Form eines Köchers. Der Kopf schaut vorne heraus; ebenso zwei Beinpaare, die das Bauwerk über den Bachgrund schleppen. Fast wie ein Wohnmobil mit Frontantrieb. Im Notfall kann sich das Tierchen auch ganz in seinen Köcherbunker zurückziehen. Eine geniale Idee! Kein Wunder, dass sie in unzähligen Varianten umgesetzt wird. Einige Larvenarten verbauen Blattstückchen, andere setzen auf feine Sandkörner oder auf flache Steinchen. Manche bringen sogar Ballastgewichte an, um von der Wasserströmung nicht mitgerissen zu werden. Doch egal, welches Design der Köcher hat: Der Kitt, der alles zusammenhält, ist immer Spinnsekret – eine Art „Flüssig-Seide“, die unten am Kopf der Larven austritt und schnell wie Sekundenkleber erstarrt. Klingt einfach, doch der Köcherbau ist eine Lebensaufgabe: Ein ganzes Jahr lang wächst die Larve, und ihr Köcher muss mitwachsen. Vorne verlängert sie den Bau und erweitert ihn; hinten, wo er zu eng geworden ist, reißt sie ihn ein.

Vergrößerung 35:1

rechts

Als Fluginsekten sind Köcherfliegen (*Trichoptera spec.*) weniger spektakulär. Sie leben allein von Wasser oder Nektartröpfchen – und das nur wenige Tage.

Vergrößerung 26:1

## Master Builders

left

These larvae have something to show for themselves: a self-constructed tube made out of stone slabs – a kind of mobile bunker. Caddis fly larvae are admirable builders. They assemble these protective constructions for their vulnerable abdomens – usually in the form of a quiver. The head sticks out at the front, as do two pairs of legs, which drag the bunker over the streambed – almost like a motor-home with front-wheel drive. In an emergency, the animal can also withdraw completely into its quiver-like bunker. An ingenious idea! No wonder that it has led to an almost uncountable variety of forms. Some types of larvae use bits of leaves, others prefer fine-grained sand or little flat stones. Some even take on ballast so as not to be swept away by the current. But the actual design of the quiver is not so important: the cement that holds everything together is always the same secretion from the spinning glands – a kind of liquid silk that comes out beneath the head of the larvae and then hardens quickly like superglue. It sounds simple, but the bunker building is a lifelong project, because the larva grows for an entire year, and its quiver has to grow with it. At the front, it makes the construction longer and wider; in the back, where it has become too small, the larva tears it apart.

Magnification 35:1

right

As airborne insects, the caddis flies (*Trichoptera spec.*) are less spectacular. They live solely on water or drops of nectar – and then only for a few days.

Magnification 26:1

## Jagdversion ohne Köcher

links

Diese Köcherfliegen-Larve (*Rhyacophilus spec.*) mit dem langen schlanken Kopf lebt von der Jagd. Da würde ein schwerer Köcher nur stören. Sie verzichtet auf einen Schutzbunker und hat stattdessen ihren Hinterleib mit einer festen Haut versehen. Aber auch köcherlose Larven sind mit Spinnrüsen ausgerüstet. Und sie nutzen sie auf ihre Weise: Manche spinnen ein Fangnetz quer zur Strömung und warten bis sich Beute verfängt. Andere produzieren einen langen Seidenfaden und hängen sich zur Jagd in die Strömung – wie an einem Bungee-Seil. Und alle spinnen gegen Ende ihres Larvendaseins einen Seidenkokon, um sich darin zu verpuppen.

Vergrößerung 70:1

rechts

Eine ausgewachsene Köcherfliege. Deutlich zu sehen: der Ansatz der beiden Flügelpaare – die aber nicht wie bei Libellen unabhängig voneinander schlagen können. Wenn man genau hinschaut, erkennt man einige feine Härchen auf den Flügeln. Der wissenschaftliche Name der Köcherfliegen ist deshalb „*Trichoptera*“, was wörtlich „Haarflügler“ bedeutet. – Nach der Begattung müssen die Weibchen ihre Eier unbedingt ins Wasser bringen. Manche werfen sie einfach ab. Andere packen sie in Gallertmasse und lassen sie von überhängenden Ästen oder Gräsern ins Wasser tropfen. Und dann gibt es die Draufgänger, die selbst unter Wasser tauchen, um dort ihre Eier anzuheften. Als letzte Tat in ihrem Leben.

Vergrößerung 70:1

## Hunting version without a quiver

left

With its long, thin head, this larva of the caddis fly (*Rhyacophilus spec.*) lives by hunting. Having to carry a heavy quiver would only be a bother. It forgoes a protective bunker and instead, covers its abdomen with a hard skin. But even those larvae without a quiver are equipped with spinnerets. And they use them in individual ways: some of them spin a net across the current and wait until prey gets caught in it. Others produce a long silk thread and lower themselves into the stream to hunt – as if dangling from a bungee-cord. And at the end of their larval life, all of them spin a silk cocoon in which they can carry out their pupal stage.

Magnification 70:1

right

A fully grown caddis fly. Plainly visible: the connecting points of both pairs of wings – which cannot, like the dragonfly, be beaten independently of one another. Looking closely, one can notice a few fine hairs on the wings. The caddis fly belongs to the order “*Trichoptera*” a word coming from the Greek which literally means “hairy wings.” After mating, the females have to get their eggs into the water. Some simply drop them. Others pack them in a gelatinous mass and let them drip down from overhanging branches or grass stocks into the water. And then there are the daredevils who dive underwater themselves to attach their eggs. That being the last act of their lives.

Magnification 70:1



## Wie entsteht ein Bild am Raster- Elektronen- Mikroskop

## The “Making of” Metamorphosis SEM images



1

### Präparation

Um biologische Objekte im Raster-Elektronen-Mikroskop (REM) betrachten zu können, sind einige Vorbereitungen nötig. Es müssen Schrumpfungen, Artefakte und elektrische Aufladungen der Probe verhindert werden.

Das nur wenige Millimeter große, vielleicht kaum sichtbare Objekt wird chemisch fixiert und Schritt für Schritt in Alkohol (Ethanol) überführt (aufsteigende Reihe von 30, 50, 70, 80, 90, 95, 99, 100 %). Diese Prozedur dauert bei ganzen Insekten mehrere Tage. (Bild 1)

Anschließend kommt das Präparat in eine Druckkammer, in der bei 50 bar der Alkohol gegen flüssiges CO<sub>2</sub> ersetzt wird (Bild 2, rechts). Danach wird die Kammer auf 40°C erwärmt, wobei das CO<sub>2</sub> über seinen „kritischen Punkt“ geht (es ist weder flüssig noch gasförmig). Nach Ablassen des CO<sub>2</sub> Gases ist die Probe völlig wasserfrei. Zuletzt wird die Probe unter Vakuum in mehreren Schritten von allen Seiten vergoldet (Bild 2, links). Nur mit diesem komplizierten Verfahren ist gewährleistet, dass das Objekt sich beim Trocknen nicht verformt, z. B. schrumpft oder Zellen kollabieren. Die Vergoldung verhindert, dass die Probe sich im REM elektrisch auflädt. Eine Montage dieser winzigen Objekte ist nur mit Hilfe von feinsten Pinzetten, feinsten Nadeln und einer ruhigen Hand zu bewerkstelligen. Die Objekte werden unter dem Stereomikroskop auf kleine Alu-Tellerchen montiert und erneut vergoldet. Erst jetzt kann das Präparat im Raster-Elektronenmikroskop betrachtet werden.

### Preparation

To view biological specimen with a scanning electron microscope (SEM), several preparatory steps have to be taken to avoid shrinking, artefacts and electric charging.

The specimen, being only millimeters in size, is often nearly too small to be seen. First it is chemically fixed on a slide and then dehydrated step by step in ethanol (at 30, 50, 70, 80, 90, 95, 99, and 100 %). This procedure takes several days when preparing complete insects. The picture shows the workbench with microscopes, agents and vials for preparation. (image 1)

Subsequently the specimen is transferred into a pressure chamber (image 2, right side). In this chamber the ethanol is replaced by liquid carbon dioxide with this step also lasting at least one day. Next, the chamber is slowly heated to 40° C. At 31°C and pressurized to approximately 80 bars, at which point the carbon dioxide reaches its “critical point” where it is neither a liquid nor a gas. After pressure reduction the specimen is absolutely free from water and, if everything worked well, it still has the same appearance as when it was alive. Now the insect is covered with a thin layer of gold in a vacuum sputter coater (image 2, left side). As a final step, the insect is mounted on an aluminum stub with the use of fine scissors and electric conductive glue and is now ready for observation with the SEM. Only by running through this extensive procedure can a natural, life-like appearance of the specimen in the SEM be guaranteed.



2

### Elektronenmikroskopie

Die vergoldete Probe wird nun in die Probenkammer des REM eingesetzt. Nachdem alle Luft aus der Probenkammer abgepumpt wurde kann der Elektronenstrahl die Probe abstrahlen. Auf einem Monitor wird das Bild sichtbar (Bild 3). Das Objekt kann von außen in allen Ebenen verschoben, gedreht und gekippt werden. Die Fotografen suchen die beste Perspektive und den richtigen Vergrößerungsmaßstab für die Aufnahme. Häufig müssen noch die Positionen der Detektoren optimiert werden. Diese Detektoren haben bei der Arbeit mit dem REM die selbe Funktion wie ein Scheinwerfer beim klassischen Fotografieren. Sie dienen der „Lichtführung“ bei der Aufnahme. Ist alles richtig platziert, die Helligkeit und der Kontrast optimiert und die Schärfe aufs Pixel genau justiert, kann der Feinscan, die eigentliche Aufnahme, gestartet werden. Dieser Feinscan läuft je nach Auflösung des Bildes 5–15 Minuten. Das Ergebnis sind drei schwarz-weiße Bilddateien, die in die Bildbearbeitung weitergereicht werden.

### Digitale Bildbearbeitung

Ein Raster-Elektronen-Mikroskop „sieht“ nicht mit Licht, sondern mit Elektronen. Wo kein Licht ist, können auch keine Farben sein. Das elektronen-optische Bild kann nur die Topografie, nicht die Farbe eines Objekts wiedergeben. Dieser Nachteil wird mit Hilfe der digitalen Bildbearbeitung ausgeglichen. Mit viel Geduld werden die schwarz-weißen REM-Aufnahmen pixelgenau koloriert. Da heisst es dann, anhand Maskierungstechniken Haar für Haar das Objekt vom Hintergrund zu trennen, den Augen der Insekten ihren Glanz zurück zu geben oder besonders interessante Zonen sauber herauszuarbeiten. In einem weiteren Schritt werden die verschiedenen Detektorbilder zusammengefügt und so dem Bild seine ganz besondere Tiefenwirkung verliehen. So können bei der Kolorierung einer REM-Aufnahme schon nach zwei oder mehr Tage vergehen



3

### Scanning-Electron-Microscopy

The gold-covered specimen is now placed into the vacuum chamber of the SEM. After all the air is removed from the microscope’s chamber, the electron beam can scan the specimen line by line. The image of refracted and scattered electrons appears on a computer screen (image 3). The stage, where the specimen is mounted, can move in all directions and can also be rotated and tilted. The photographers choose the optimal angle and perspective for a perfect image. Next, the position of the electron detectors is optimized. The backscattered detectors are comparable to spotlights in normal photography, since they create light and shadow on the object.

After everything is placed in the right position, contrast and brightness are adjusted, and sharpness is controlled at the pixel level, the photo scan can begin. Depending on specimen and image size, this high resolution scan takes anywhere from 3 to 15 minutes. Three black and white images result from this scan, which are then transferred to the digital imaging computers.

### Digital Imaging

Since a scanning electron microscope is working with electrons instead of light, it produces black and white images. Due to the fact that the whole specimen is metal coated, its color is also covered. This disadvantage is readjusted by the help of digital imaging and a lot of patient drawing. Through the use of masking techniques, different image contents (like wings, eyes, hair, legs, background, etc.) are separated on different layers of the black and white image. These layers are used for very fine, life-like coloring of various areas of the picture. In a final step, the backscattered electron images are added as delicate colored spotlights to give this artwork its exceptional depth. For the coloring process, the photographers may spend one to three days per picture.

Besonderer Dank gilt Lasse Kling, der unermüdlich Präparate beschafft, bestimmt, präpariert und mikroskopiert hat, Volker Arzt für die schönen Texte zu den Bildern, Styles Sass, der diese in gutes Englisch verpackte, Ina Ludwig für die grafische Federführung, Mirjam und Jens Woggon für die stimmliche Kreativität und der Firma FEI, die das Projekt finanziell unterstützte.

Special thanks to Lasse Kling, who tirelessly procured and specified insects and prepared them for the microscope; Volker Arzt for creating the beautiful texts to the images; Styles Sass, who found a good way to express them in English; Ina Ludwig for her design expertise; Mirjam and Jens Woggon for their exceptional vocal creativity; and the FEI Company for their generous financial support.

#### Die Ausstellung „Metamorphosen“ umfasst:

- **Farbdrucke** auf Alu-Dibond, 100 x 100 cm, 40 Drucke
- **Bildinformationen** zu jedem Paar, 30 x 20 cm, 40 Schilder (20 deutsch, 20 englisch),
- **Infotafeln**, 70 x 100 cm, 8 Tafeln (4 deutsch, 4 englisch) zu den Themen: Insekten, Metamorphosen, „Making of“, Vita der Fotografen
- **DVD** „Metamorphose-Dialoge“, kurzweilige 7-Minuten-AV-Schau mit 20 Bildern der Ausstellung (nur in deutsch)
- **Original REM Präparate** der Insekten in Klarsicht-Boxen, 7 x 10 x 3 cm, 20 Stück
- **Flight-Cases** als Verpackung, können als Sitzgelegenheit in der Ausstellung genutzt werden 3 Stück (Gewicht je Kiste brutto ca. 50 kg.)

#### Für den Museumsshop stehen zur Verfügung:

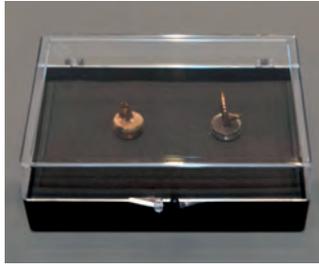
- **Buch** „Metamorphosen“ (zweisprachig, dt/en), 21 x 21 cm, 72 Seiten Euro 22,50 (VK Preis, 20% Wiederverk.-Rabatt)
- **Buch** „Die fantastische Welt des Unsichtbaren“, deutsch, 30 x 30 cm, ca. 200 Seiten, Euro 36.– (VK Preis, 20% Wiederverk.-Rabatt)

#### The exhibition “Metamorphosis” consists of:

- **Color prints** on alu-dibond, 100 x 100 cm, 40 prints
- **Image-captions**, 30 x 20 cm, 40 labels (20 in German, 20 in English)
- **Informationpanels**, 70 x 100 cm, 8 panels (4 in German, 4 in English) about: insects, Metamorphosis, “The Making of”, the cv of the photographers
- **DVD** „Metamorphose-Dialoge“, 7-minute audiovisual presentation with 20 photos from the exhibit (in German only)
- **Original SEM specimens** of the insects in jewel cases, 10 x 7 x 3 cm, 20 cases
- **Flight-Cases** for transportation, which can be used to sit on (3 cases, gross weight per case ca. 50 kg.)

#### Products for sale:

- **Book** “Metamorphosis” (German/English), 21 x 21 cm, 72 pages, Euro 22,50 (retail price, commission of 20%)
- **Book** “Die fantastische Welt des Unsichtbaren”, German, 30 x 30 cm, ca. 200 pages, Euro 36.– (retail price, commission of 20%)



Eindrücke der Ausstellung im Naturkundemuseum Reutlingen. Hier wurden die Grossbilder durch Insektenkästen (in Vitrinen) und historische Tafeln aus dem Fundus des Museums ergänzt.

Die REM-Proben (kleines Bild) wurden ebenfalls in den Vitrinen ausgestellt.

Die Besucher konnten an Stereomikroskopen verschiedene Insekten-Trockenpräparate im Detail betrachten, rechts davon ist der Monitor mit den „Metamorphose-Dialogen“ zu sehen.

Impressions of the exhibition at the Naturkundemuseum Reutlingen. In addition to the color prints, several showcases with insects and historical panels from the museum's archive were presented.

The original SEM specimens (small picture) were also on display in showcases.

Through stereoscopic microscopes the visitors could have a closer look at various dried insect specimens. The "Metamorphosis-Dialogs" could be watched on a monitor.



Proudly sponsored by



Explore. Discover. Resolve.

[FEI.com](http://FEI.com)

Zu buchen bei  
**Booking through:**

TOURMALIN  
Tourmanagement Exhibitions  
PF. 149  
D-82487 Oberammergau  
Germany

Tel :+49 (0)8822-1643

[info@tourmalin.de](mailto:info@tourmalin.de)  
[www.tourmalin.de](http://www.tourmalin.de)

**TOURMALIN**   
Tourmanagement | Exhibitions

