



NATURHISTORISCHES MUSEUM BERN  
MUSEE D HISTOIRE NATURELLE  
NATURAL HISTORY MUSEUM

Bernastrasse 15, 3005 Bern  
Telefon 031 350 71 11, Telefax 031 350 74 99

Museumspädagogischer Dienst  
Telefon 031 350 72 70

## Lernweg

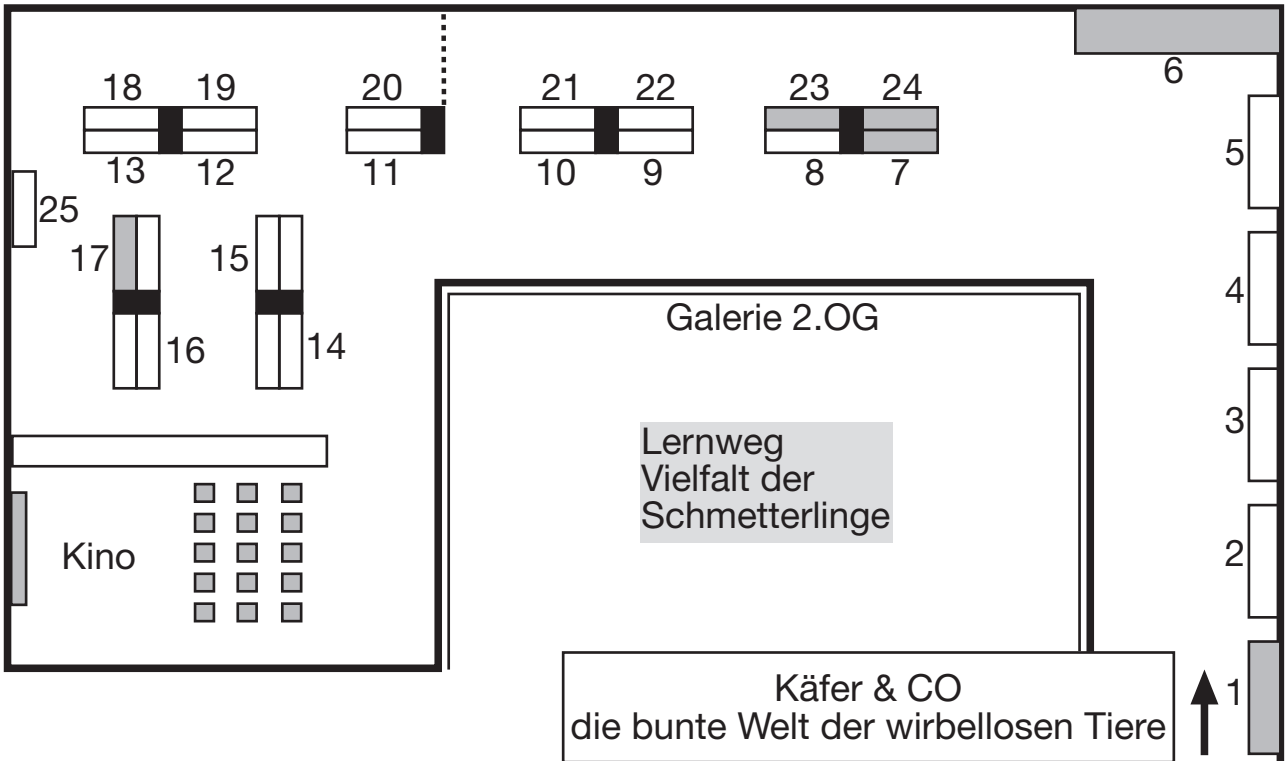
3

Zielpublikum: ab 13 Jahren  
Zeitbedarf: 30-40 Minuten  
Schwierigkeitsgrad: mittel

# Vielfalt der Schmetterlinge

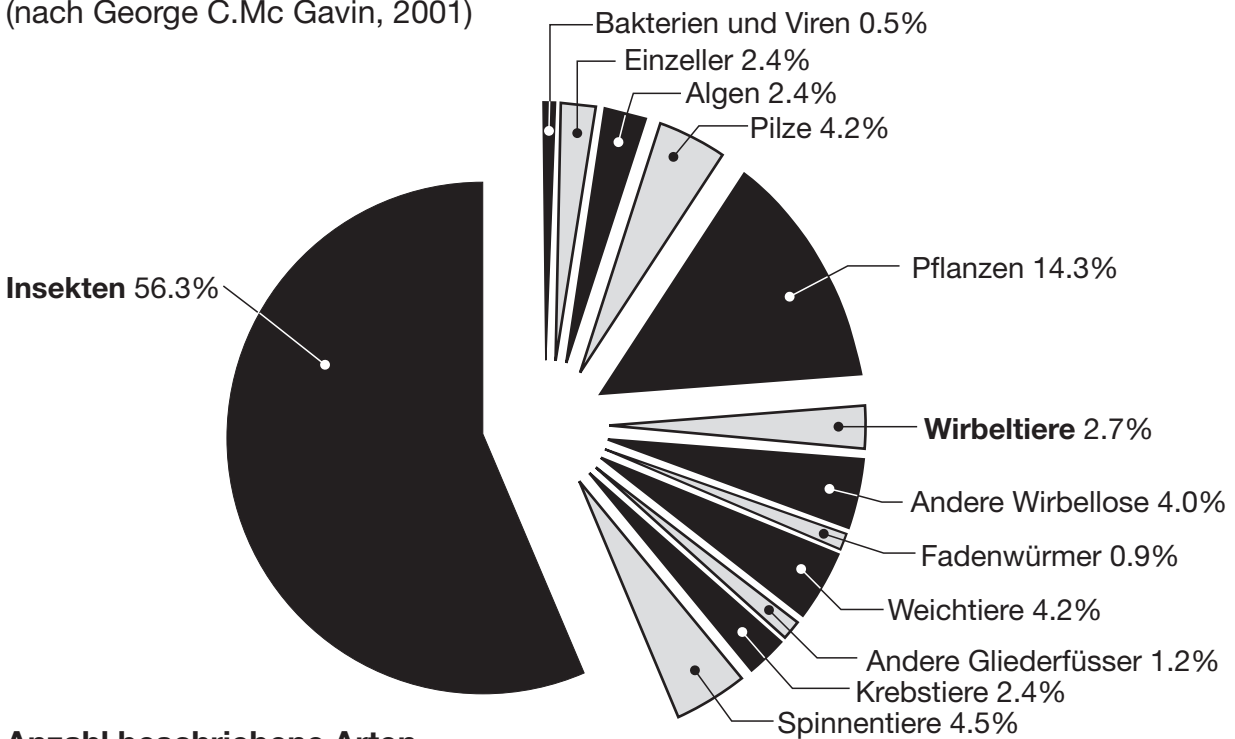
## Farben, Formen, Verhaltensweisen





## Lebewesen auf der Erde

Anteil der beschriebenen Arten  
(nach George C. Mc Gavin, 2001)



## Anzahl beschriebene Arten

### Insekten (Mc Gavin, 2001)

Käfer	370'000
Bienen/Wespen/Ameisen	198'000
Schmetterlinge	165'000
Fliegen/Mücken	122'000
Wanzen/Zikaden	82'000
Heuschrecken	20'000
Libellen	5'300

### Wirbeltiere (IUCN, 2004)

Fische	28'500
Amphibien	5'700
Reptilien	8'200
Vögel	9'900
Säugetiere	5'400

Unser Lernweg beginnt im zweiten Stock bei der Anschrift Käfer & CO.

### Vitrine 1: Planet der Insekten

#### Artenzahlen, Namengebung

Heute schätzt man die Zahl der Tierarten weltweit auf 10 bis 30 Millionen. Die uns am besten vertrauten Wirbeltiere (Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere) machen davon nur wenig aus. Weitaus der grösste Teil fällt auf die Wirbellosen Tiere (blau) und im Speziellen auf die Insekten (dunkelblau). Vergleiche dazu die Zusammenstellung auf Seite 2. (Lebewesen auf der Erde, Artenzahlen)

Der Name Insekt kommt vom lateinischen „insectum“, was eingeschnitten bedeutet. Er ist von der Körperform der Bienen und Wespen abgeleitet, die zwischen Brust und Hinterleib einen tiefen Einschnitt oder eine Kerbe aufweisen. Deshalb werden die Insekten auch als Kerbtiere bezeichnet.

Unter den Insekten stellen die Käfer die grösste Gruppe dar, gefolgt von den Hautflüglern (Bienen, Wespen, Ameisen) und den Schmetterlingen. Von den schönen, bunten Tagfaltern kennen wir etwa 10'000 Arten, wesentlich zahlreicher sind die Nachtfalter und Kleinschmetterlinge. Wir wollen uns auf diesem Lernweg mit der Vielfalt der Farben und Formen und einigen Verhaltensweisen bei Schmetterlingen befassen. Wir begeben uns zuerst zu Vitrine 7 im vorderen Teil der Galerie.

### Vitrine 7: Feuerwerk der Farben

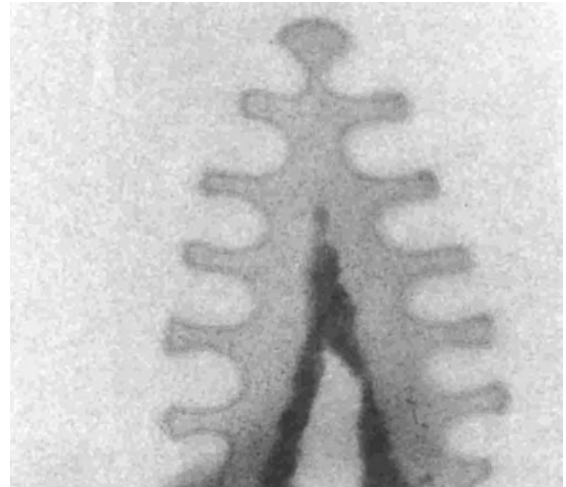
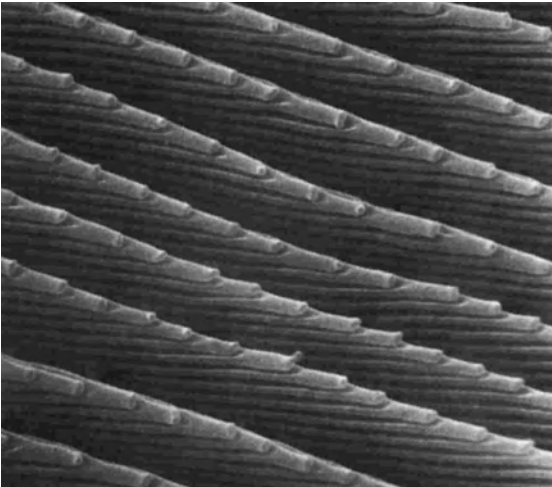
#### Farbenvielfalt, Farbentstehung

Welche Farbenpracht und Formenvielfalt! Betrachte und vergleiche zum Beispiel jede Nr.1 der verschiedenen Serien.

Die Farben entstehen in den unzähligen, winzigen Flügelschuppen, einem besonderen Merkmal der Schmetterlinge. Sie kommen auf zweierlei Art zustande.

**1. Farbgebung durch Farbstoffe** (links in der Vitrine): Die vielfältigen, eher satten Farben entstehen durch Pigmente, also unlösliche Farbstoffe wie Melanine, Ommatine und Pterine. Sie werden vom Schmetterling selbst in den Flügelschuppen aufgebaut. Melanine sind vor allem gelbbraun bis schwarz, z.B. Falter Nr. 2, 4, 6, erste Gruppe links. Ommatine sind rot bis braun, Falter Nr. 5, erste Gruppe links. Pterine sind gelb, weiss und rot, Falter Nr. 1, 3, 2, 7 und 5, zweite Gruppe.

**2. Farbgebung durch Kleinstrukturen** (Mitte links und auf CD-Scheibe). Diese Art der Farbgebung erzeugt die metallischen, schillernden Farben. Sie entstehen auf folgende Weise: Die Oberfläche der Flügelschuppen weist im mikroskopischen Bau feinste Strukturen wie Lamellen und Rillen auf, die das Licht brechen, in verschiedene Farben zerlegen oder gar verschlucken. So werfen Flügel häufig nur das blaue Licht zurück. Je nach Blickwinkel verändern sich die Intensität und der Ton des Blaus, und in einer gewissen Stellung erscheint der Flügel fast schwarz, weil alles Licht verschluckt wird. Die CD zeigt uns bei der Drehung das gesamte Farbspektrum, wie wir es vom Regenbogen kennen. Auch sie besitzt mikroskopisch kleine Lamellen, die das weisse Licht in die Spektralfarben zerlegen. Der darauf sitzende Falter aus Südamerika fliegt geschickt durch das Blättergewirr des tropischen Regenwaldes und lässt zwischendurch sein Grün und Blau aufblitzen. Viele Schmetterlinge kombinieren beide Arten der Farbgebung.

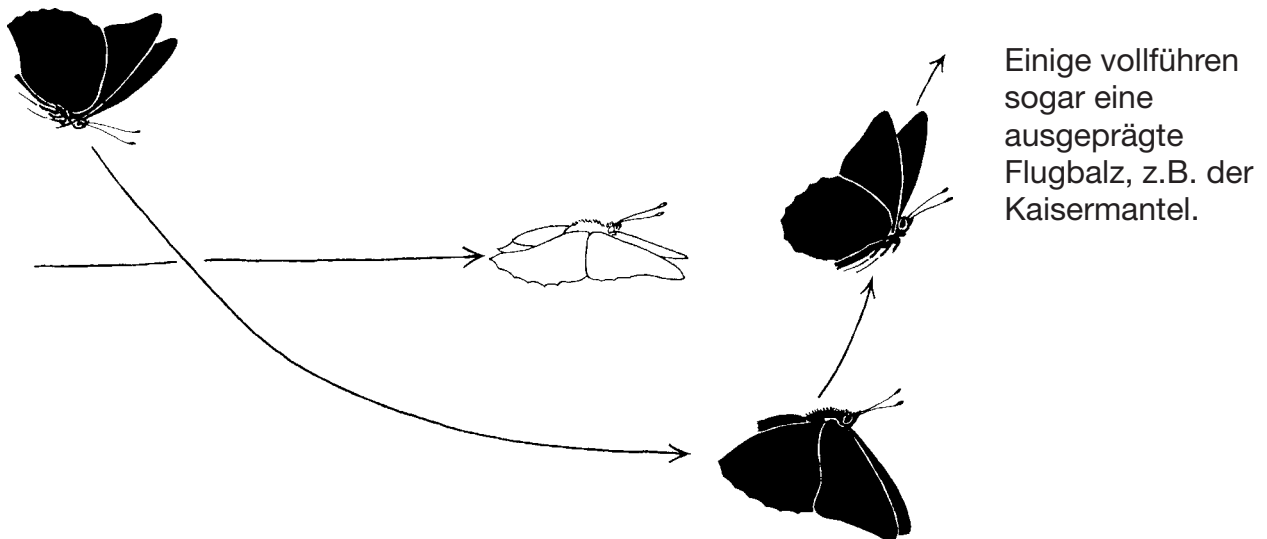


**Abb. 1:** Ausschnitt aus einer Schillerschuppe des Schillerfalters (links 10'000x) und Querschnitt durch eine Schuppenrippe eines Morpho- Falters (rechts 36'000x)

Die Farben der Schmetterlinge erfüllen ganz verschiedene Aufgaben.

**Auffallen**

Die auffälligen, bunten Farbtöne und Muster dienen in erster Linie der Arterkennung und Partnerfindung. Männchen und Weibchen können sich an ihnen orientieren. Viele Tagfaltermännchen fliegen mehrmals ein gewisses Gebiet ab, vertreiben andere Männchen daraus und machen Weibchen auf sich aufmerksam.



**Abb. 2:** Flugbalz des Kaisermantels; schwarz: Männchen, weiss: Weibchen

Es gibt aber auch auffällige Farben, die der Abschreckung dienen. Wir begeben uns zu Vitrine 24 auf der gegenüberliegenden Seite.

**Vitrine 24: Warnfarben**

**Warnen**

Die Schmetterlinge Nr. 5-7 ganz links aus der Familie der Heliconiden von Südamerika sind giftig und für viele Räuber ungeniessbar. Sie zeigen dies mit den Farben rot und gelb auf

schwarzem Grund. Das Farbmuster bringt einen Räuber dazu, nach schlechten Erfahrungen derart gefärbte Beutetiere in Ruhe zu lassen.

Es gibt aber auch Betrüger. Diese ahmen das auffällige Farbmuster der giftigen Arten nach, obwohl sie selbst gar nicht giftig sind. Dadurch profitieren sie vom Schutz, den die giftigen Arten aufgebaut haben. Man spricht von **Mimikry**. Dies zeigt uns die zweite Gruppe von links. Die Monarchfalter Nr. 1 und 2 sind giftig. Die ungiftigen Ritter- und Edelfalter Nr. 4-7 haben das warnende Farbmuster perfekt nachgeahmt!

Gelbschwarze Warnfarben finden sich auch bei andern Insekten, z.B. den Wespen, die empfindlich stechen können. Auch sie haben harmlose Nachahmer gefunden, die von der Gefährlichkeit der Wespen profitieren (Nr. 1-3, halblinks oben). Die stachelbewehrte Hornisse ist das Vorbild für die ungefährlichen Nachahmer Hornissenschwebefliege und Hornissenschwärmer.

Die Farben dienen aber auch der Tarnung. Wir begeben uns eine Vitrine nach hinten.

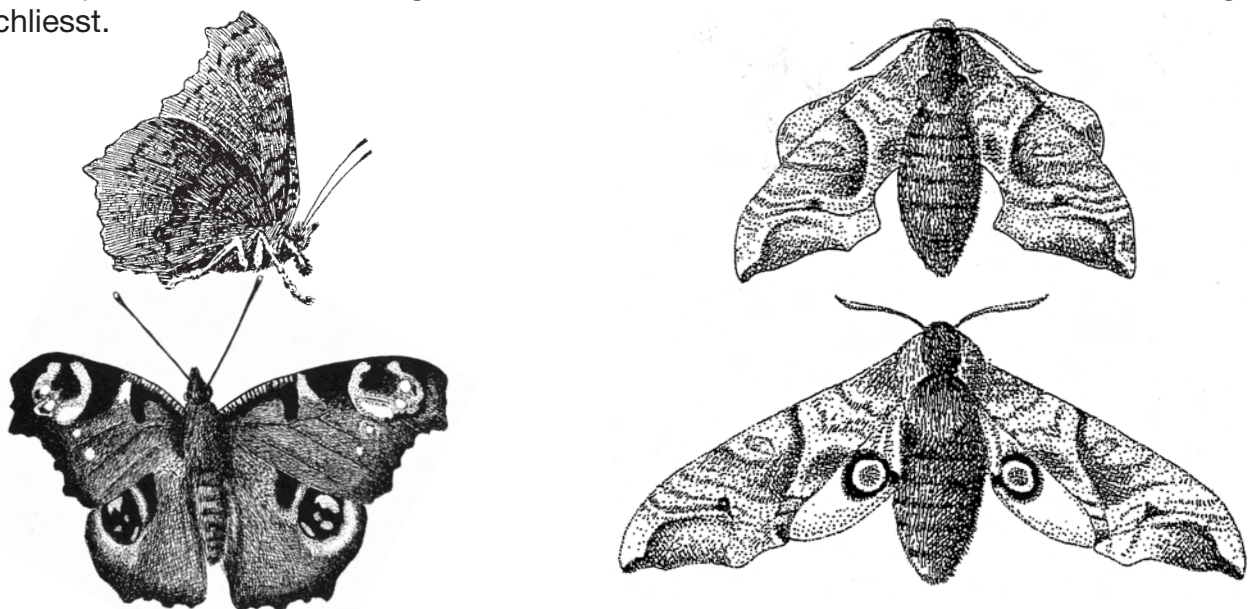
### Vitrine 23: Tarnkünstler / Vitrine 24: Warnfarben

#### Tarnen / Erschrecken

Perfekte Tarnfarben finden wir bei den Nachtfaltern (Vitrine 23, halbrechts). Diese ruhen tagsüber auf der Rinde von Baumstämmen oder auf einem mit Flechten bewachsenen Stein. Sie halten dabei die Vorderflügel dachartig über dem Körper geschlossen und verschmelzen praktisch mit der Umgebung (Nr. 1 oben, Windenschwärmer). Beachte die vielen unterschiedlichen, feinen Muster und Brauntöne bei den ausgestellten Arten.

Werden ruhende Nachtfalter gestört, so öffnen gewisse Arten rasch die Vorderflügel und zeigen das auffällige Muster auf den Hinterflügeln, was einen Räuber erschrecken kann. Die folgenden Schmetterlinge täuschen grosse Augen vor: Vitrine 24, Mitte, Nr. 1 und 8 bei der linken Gruppe und Nr. 2, 3 und 5 bei der rechten Gruppe.

Auch viele Tagfalter haben gute Tarnfarben (Vitrine 23 links). Wenn sie ihre Flügel schliessen, kommt die Unterseite zum Vorschein, die oft perfekt zum jeweiligen Aufenthaltsort passt. Schauen wir uns die Falter 1-6 an, die mit der Ober- und Unterseite ausgestellt sind. Der Prepona-Falter Nr. 3 aus Südamerika präsentiert im Flug seine blau schillernde Oberseite und ist plötzlich wie in Luft aufgelöst, wenn er auf einem braunen Ast landet und die Flügel schliesst.



**Abb. 3:** Tagpfaue (links) und Abendpfaue (rechts), mit geschlossenen und offenen Flügeln.

## Temperaturregulation

Dunkle Farben helfen auch, an der Sonne Wärme zu tanken. So sind Gebirgsarten (z.B. Augenfalter) oft dunkel gefärbt, damit sie sich nach einer kühlen Nacht rasch aufwärmen können.

Wir wollen uns noch ein bisschen mit dem Körperbau und verschiedenen Sinnesorganen bei Schmetterlingen befassen.

### Vitrine 24: Warnfarben

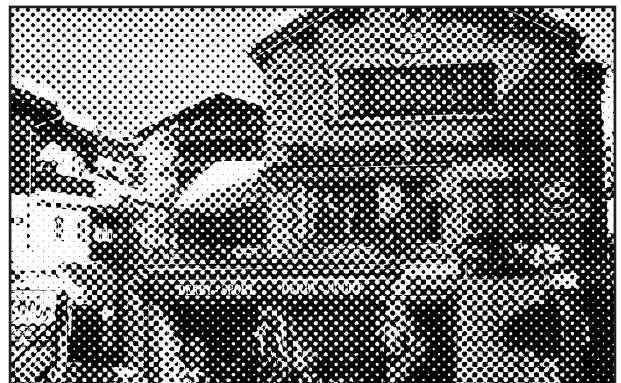
## Körperbau

Wir betrachten in Vitrine 24 einen Tagfalter, z.B. den gelben Ritterfalter (Nr. 3, dritter von links) und einen Nachtfalter, z.B. *Gyanisa maja* aus Afrika (Nr. 3, rechts der Mitte). Der Körper zeigt eine Dreiteilung in Kopf, Brust und Hinterleib. Die Nachtfalter sind aber in der Regel kräftiger gebaut. Wie die meisten Insekten besitzen Schmetterlinge 4 Flügel und 6 Beine. Die Fühler sind bei den Tagfaltern meist keulenförmig, bei den Nachtfaltern schnurförmig oder, insbesondere bei den Männchen, oft gefiedert und erstaunlich gross. Wir schauen uns noch ein paar Besonderheiten an, zuerst bei den Tagfaltern. Wir begeben uns in die Ecke nach vorn zu den Kopfmodellen.

### Vitrine 6: Kopfmodelle / Vitrine 23: Tarnfarben

## Tagfalter: Augen, Rüssel, Putzpfoten

Am Kopfmodell des Schmetterlings, eines Edelfalters, erkennen wir die keulenförmigen Fühler und die grossen Facettenaugen. Diese sind aus unzähligen kleinen Teilaugen zusammengesetzt, die jedes einen kleinen Ausschnitt aus der Umwelt abbilden. Die Summe aller Teilbilder ergibt dann ein Rasterbild, wie wir es von der Zeitung her kennen. Je mehr Teilaugen, desto grösser die Genauigkeit. Die grössten Komplexaugen besitzen Libellen mit bis zu 10'000 Teilaugen.

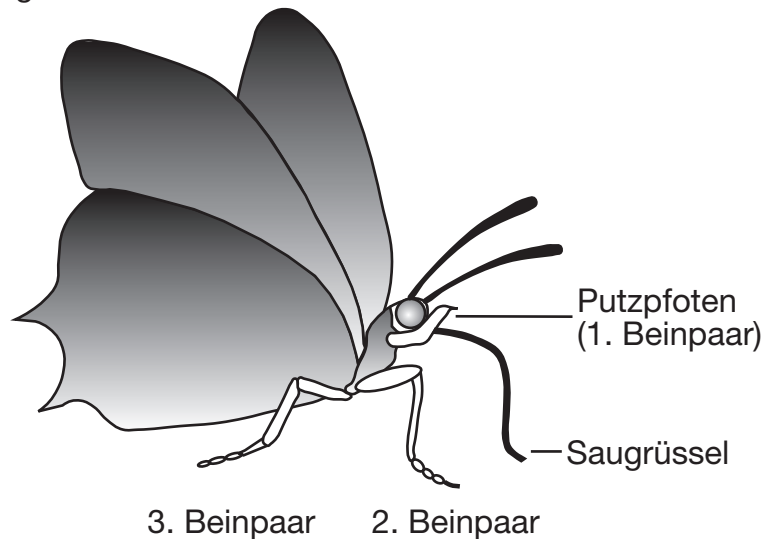


**Abb. 4:** Links: Bild, das mit unserem Linsenauge entsteht (feine Auflösung). Rechts: Bild, das mit einem Facettenauge entsteht (Rasterbild, grobe Auflösung).

Hinter den Fühlern sitzen zwei kleine Punktaugen. Diese können nur hell/dunkel unterscheiden, haben aber möglicherweise die Fähigkeit, die Tageslänge und damit die Jahreszeit festzustellen. Schmetterlinge besitzen einen langen, einrollbaren Rüssel, mit dem sie aus Blüten Nektar saugen. Die restlichen Mundwerkzeuge sind zu kleinen Stummeln zurückgebildet. Bei den Edelfaltern (Modell) ist das vorderste Beinpaar zu Putzpfoten umgewandelt, mit welchen sie den Rüssel reinigen. Deshalb haben diese Schmetterlinge scheinbar nur vier Beine. Betrachten

wir dies in Vitrine 23 links, Nr. 3, 4 und 6. Das vorderste Beinpaar ist stark verkürzt und liegt in Ruhelage dem Rüssel und den Augen an.

**Abb. 5 :** Edelfalter mit Beinen und Putzpfoten



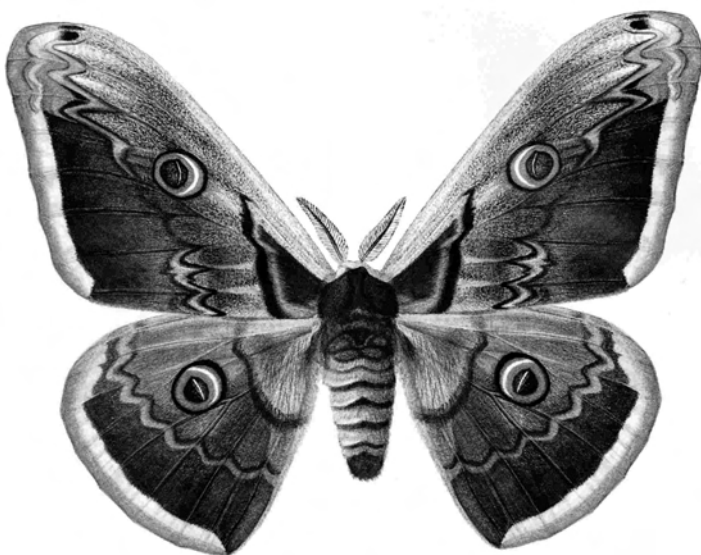
Nun betrachten wir noch zwei interessante Merkmale bei den Nachtfaltern.

**Vitrine 7: Ein Feuerwerk der Farben / Vitrine 23: Tarnkünstler / Vitrine 17: Von Düften gelenkt**

### Nachtfalter: Rüssel, Fühler

Einige Schwärmer haben sehr lange Rüssel, mit denen sie in tiefe Blütenkelche zum süssen Nektar gelangen (Windenschwärmer in Vitrine 7, unten rechts). In rasendem Flug ziehen sie von Blüte zu Blüte, bleiben zwischendurch wie ein Kolibri in der Luft stehen und tauchen den langen Rüssel in die Blüte ein.

Die Fühler von bestimmten Nachtfaltermännchen sind auffallend gross und gefiedert (Vitrine 7, Mitte rechts, Nr. 1-5 und Vitrine 23, Mitte, Nr. 1 und 2). Die reiche Gliederung vergrössert



die Oberfläche um ein Vielfaches. Auf den Verzweigungen sitzen unzählige Duftorgane, welche die von den Weibchen abgegebenen Lockstoffe auf grosse Distanzen feststellen können. Ganz eindruckliche Versuche hat bereits im 19. Jahrhundert der bekannte **Insektenforscher J. H. Fabre** in Südfrankreich durchgeführt. Er hielt ein Weibchen des Grossen Nachtpfauenauges unter einer Drahtglocke gefangen. In einer einzigen Nacht wurden über 40 Männchen angelockt, die die abgegebenen Duftstoffe des Weibchens kilometerweit gerochen hatten. Das verwandte Kleine Nachtpfauenauge finden wir ganz hinten in der Ausstellung in Vitrine 17.

**Abb. 6:** Grosses Nachtpfauenauge, Männchen. Zeichnung: Hanspeter Wymann

## Fragen zu den Schmetterlingen:

1. a) Wie viele Schmetterlingsarten gibt es weltweit? \_\_\_\_\_  
b) Wie viele Tagfalterarten weltweit? \_\_\_\_\_  
c) Wie viele Vogelarten weltweit? \_\_\_\_\_
2. Woher kommt der Name Insekt? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Welche Aufgaben erfüllen die Farben der Schmetterlinge? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Was ist ein Pigment? \_\_\_\_\_
5. Wie kommen die blau schillernden Flügelfarben zustande? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Was verstehen wir unter Mimikry? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. Berichte über die 6 Beine der Edelfalter. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Antworten zu den Schmetterlingen:

1. a) 165'000 b) 10'000 c) 9'900
2. Vom lateinischen «insectum», was eingeschnitten bedeutet und sich auf die enge Stelle zwischen Brust und Hinterleib bezieht.
3. Erkennen der Art und des Geschlechts, warnen, tarnen, erschrecken, Wärmeeaufnahme bei dunklen Farben.
4. Unlöslicher Farbstoff
5. Durch feinste Strukturen wie Lamellen und Rippen in den Schuppen, die das Licht unterschiedlich brechen.
6. Nachahmen des Farbmusters eines giftigen Schmetterlings durch einen ungiftigen Schmetterling.
7. Edelfalter haben 4 Schreitbeine (2. und 3. Beinpaar) und zwei Putzfüßen (1. Beinpaar).

## LITERATUR:

- pro natura, Schmetterlinge und ihre Lebensräume, Bände 1 und 2
- M. Chinery, Pareys Buch der Insekten
- Jakobs/Renner, Biologie und Ökologie der Insekten

## IMPRESSUM

2. Auflage            300 Ex. / Dezember 2008  
Autor                Daniel Roesti 3457 Wasen i. E.  
Herausgeber        Museumspädagogischer Dienst des Naturhistorischen Museums Bern  
Redaktion           Max-Peter Kleefeld  
Gestaltung         Stefan Keller 3052 Zollikofen  
Druck                Repro Atelier Gaffuri 3011 Bern