

Schulbiologiezentrum Hannover

Das Kleine Nachtpfauenaug und andere Schmetterlinge

Arbeitshilfe Nr. 15.24



Schulbiologiezentrum Kassel

Hannover

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis		1
Einleitung		2
Schmetterlinge im Unterricht		3
Sachinformation	Schmetterlinge allgemein	6
	Überfamilie Spinnerfalter	9
	Das Kleine Nachtpfauenauge	11
	Seide und ihre Produzenten	13
	Schmetterlinge im (Schul)Garten	15
Anregungen für den Unterricht	Haltung und Zucht des Kleinen Nachtpfauenauges	17
	Rund ums Kleine Nachtpfauenauge	19
	Quellentext: J. H. Fabre zu Nachtpfauenaugen	19
	Schmetterlingsquiz	21
Arbeitsblätter	Woran erkennt man einen Schmetterling	22
	Schmetterlingsschablone	23
	Vergleich von Tag- und Nachtfaltern	24
	Das Kleine Nachtpfauenauge	25
	Längsschnitt durch einen Schmetterling	26
	Raupen	27
	Pfauenaugen	28
	Wir zeichnen das Kleine Nachtpfauenauge	29
	Entwicklungszyklus des Kleinen Nachtpfauenauges	30
	Untersuchung eines Kokons	31
Literaturverzeichnis		32



**NIEDERSÄCHSISCHE
LOTTOSTIFTUNG**

Projektförderung aus Erträgen von

**BINGO!
Die Umweltlotterie**

Danksagung

Die Erstellung der Arbeitshilfe wurde mit Mitteln der Niedersächsischen Lottostiftung aus Erträgen von Bingo! die Umweltlotterie unterstützt

Einleitung

Sie war ein Blümlein hübsch und fein
Hell aufgeblüht im Sonnenschein.

Er war ein junger Schmetterling,
Der selig an der Blume hing.

Oft kam ein Bienlein mit Gebrumm
Und nascht und säuselt da herum.

Oft kroch ein Käfer kribbelkrab
Am hübschen Blümlein auf und ab.

Ach Gott, wie das dem Schmetterling
So schmerzlich durch die Seele ging.

Doch was am meisten ihn entsetzt,
Das Allerschlimmste kam zuletzt.

Ein alter Esel fraß die ganze
Von ihm so heißgeliebte Pflanze.

Wilhelm Busch

Schmetterlinge haben die Menschheit seit Jahrtausenden fasziniert, wie z.B. 3500 Jahre alte Darstellungen von Schmetterlingen aus Ägypten zeigen.

Sie tauchen nicht nur in zahlreichen Gedichten auf, es wurde ihnen auch vieles „angedichtet“. So leitet sich ihr Name von der Vorstellung ab, sie seien Rahm- oder Schmanddiebe. Im Mittelalter herrschte der Glaube, Hexen könnten sich in Falter verwandeln und als solche den Rahm, den „Schmetten“ (aus dem Slawischen: smetana für Sahne), von der Milch in der Speisekammer naschen. Tatsächlich wurden wohl manchmal auch Falter, die „Buttervögel“, beim Butterschlagen angelockt. Das Wort „Schmandlecker“ oder „Schmandling“ wurde dann zu Schmetterling (s. engl. butterfly).

Wir finden sie auch in vielen Mythologien, häufig in Verbindung mit dem Tod: Die Raupe symbolisiert das Leben der Sterblichen, sie verwandelt sich in eine starre „tote“ Puppe, aus der sich dann ein wunderschöner, anmutiger Schmetterling „befreit“ - wie eine Art Auferstehung.

Oft spiegelt sich diese Vorstellung auch in den Namen wieder: Bei den Iren heißen Schmetterlinge „Gottesgeschöpfe“, die Nachtfaltergattung der Psychiden zeigt, dass im alten Griechenland die Seelen Verstorbener in ihnen verehrt wurden und bei uns nennt man sie die „Himmelsboten“.

Auch Dämonisches und Gespenstisches brachte man mit ihnen in Verbindung. In Skandinavien bedeutet das Wort Schmetterling „Gespenst“. Der Totenkopfschwärmer galt wie das Käuzchen als Verkünder nahenden Todes.

Etwa 50 Schmetterlingsarten richten große wirtschaftliche Schäden an. Die bekanntesten sind Nonne, Forleule, Kiefernspinner, Frostspanner, Kohlweißling und Motten. Trotzdem

zählen Schmetterlinge zu den beliebtesten Insekten und werden mit den schönsten Attributen versehen. Man nennt sie Sonnen- und Sommervögel, Elfen oder liebevolle Gaukler, die mit bezaubernder Anmut und buntschillernder Grazie unbeschwert von Blüte zu Blüte flattern, taumelnde Juwelen, schillernde Diamanten von graziler Gestalt.

Ganz im Gegensatz dazu zählt man ihre Larven, die Raupen, eher zu den Ekeltieren, sie gelten als hässlich und garstig, obwohl es auch unter ihnen farbenprächtige Formen gibt, samtig, mit langen weichen Haaren oder mit absonderlichen Fortsätzen. So faszinieren auch beim Kleinen Nachtpfauenaug vor allem die Färbungen der verschiedenen Raupenstadien. Solche Einschätzung führt dann zu der in UB 104 (1985) so nett dargestellten mütterlichen Anweisung an den Sprössling: „Die Raupen darfst du tot schlagen, aber nicht die Schmetterlinge!“

Nachdem unsere Zucht des Eichenseidenspinners vor einigen Jahren zusammengebrochen war, haben wir im Schulbiologiezentrum Kassel die Kleinen Nachtpfauenaugen entdeckt und mit Freude für uns übernommen. Herr Werner Waldrich hat uns immer wieder mit Rat und Tat und vielen Raupen zur Seite gestanden. Auch sehr gute Arbeitshilfen zum Kleinen Nachtpfauenaug liegen dort aufgrund der jahrzehntelangen Erfahrungen bereits vor. Das Thema Schmetterlinge im Unterricht wurde schon häufig in Fachzeitschriften behandelt mit vielen Anregungen und Arbeitsblättern. Warum also noch eine Arbeitshilfe dazu? Sie entstand im Rahmen eines mit dem BUND Niedersachsen gemeinsam durchgeführten Schmetterlingsprojektes und soll einerseits das Hintergrundwissen vermitteln zur Haltung und Biologie der Raupen, die wir ausgeben, andererseits aber auch dazu anregen, Schmetterlinge viel häufiger als lebendige Beispiele im Unterricht einzusetzen.



Raupe des Braunen Bären

Dazu kommt, dass zwei Drittel unserer heimischen Tagfalter vom Aussterben bedroht sind und der Einsatz für den Schutz der allseits beliebten Tiere leicht fällt.

Da das Kleine Nachtpfauenaug einen Kokon spinnt und mit den Echten (Seiden) Spinnern verwandt ist, lag es nahe, ein Kapitel einzufügen mit der Fragestellung: Wer spinnt eigentlich außerdem noch im Tierreich?

Schmetterlinge im Unterricht

Seit der Einführung der neuen Kerncurricula in Niedersachsen sind Insekten als Unterrichtsthema nicht mehr vorgesehen.

Jahrzehntelange Erfahrungen mit der Zucht des Eichenseidenspinners im Schulbiologiezentrum Hannover und des Kleinen Nachtpfauenauges im Schulbiologiezentrum Kassel haben aber gezeigt, wie erfolgreich gerade Schmetterlinge im Unterricht und auch in Kindergärten eingesetzt werden können.

Schmetterlinge gehören zur Lebensumwelt der Kinder und Jugendlichen, sie sind in der Regel sowieso positiv besetzt. Eventuell vorhandene negative Gefühle gegenüber den Raupen lassen sich in der Originalbegegnung hervorragend abbauen. Mit den Raupen und ihren Futterpflanzen wird ein Stück Natur ins Klassenzimmer geholt. Die Kinder oder Schülerinnen und Schüler werden angeleitet, Verantwortung für das Wohlergehen der Tiere zu übernehmen. Gleichzeitig lernen sie die Lebensweise und die speziellen Bedürfnisse der Tiere kennen, eine Möglichkeit für naturwissenschaftliche Grundbildung im Kindergarten und für den Sachkundeunterricht in der Grundschule, für den einheimische Tiere als Thema vorgesehen sind. Dort finden sich bei den zu erwartenden Kenntnissen und Fähigkeiten am Ende des Schuljahrgangs 2 folgende Vorgaben:

- typische Merkmale, grundlegende Verhaltensweisen und Lebensbedingungen von ausgewählten Tieren
- verschiedene Entwicklungsstadien und Formen des Wachstums aufzeigen und vergleichen
- angemessene Haltung und Pflege

und als mögliche Aufgaben dabei:

- Kurz- und Langzeitbeobachtungen durchführen
- Steckbriefe erstellen und Forschertagebuch führen.

Auch in der 3. oder 4. Klasse sind die Falter einsetzbar, dann mehr im ökologischen Zusammenhang, wie z.B. Anpassung an den Lebensraum, in Lebensgemeinschaften und Jahreszyklen wie auch Folgen des menschlichen Eingreifens in die Natur, Artenkenntnis in Bezug auf die Futterpflanzen, speziell Rosengewächse, Standortansprüche von Weiden (Bachbegleiter), Entwicklung und Sexualkunde. Durch das Einüben von Bewertungskompetenzen lässt sich in dem Zusammenhang auch gut das Umweltbewusstsein fördern. Diese Inhalte werden in der Haupt- und Realschule wieder aufgegriffen unter der Überschrift „Lebewesen in ihrem Lebensraum als Ökosystem“.

Darüber hinaus bieten sich in der Sekundarstufe I an allen Schulformen vielfältige Möglichkeiten, das Kleine Nachtpfauenaug oder andere Schmetterlinge im Unterricht einzusetzen. Die nachfolgende Übersicht über inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen bezieht sich auf die Vorgaben für die Kerncurricula der Sekundarstufe I an Gymnasien in Niedersachsen und soll diese Vielseitigkeit verdeutlichen. Auch für die Oberstufe eignen sich die Falter als schönes Beispiel für Sinneswahrnehmung, Pheromon- und Hormonwirkung, Artbegriff, Zwillingarten, Coevolution, Einnischung und Anpassung. Fächerübergreifend können neben künstlerischen Aspekten (Seidenmalerei, Spitzweg: Der Schmetterlingsjäger) auch physikalische eingebaut werden zum Thema Farbentstehung auf Schmetterlingsflügeln oder chemische Untersuchungen des Naturstoffs Seide mit der historischen Bedeutung der Seidenstraße.



Augenfalter auf Margerite



Männchen des Kleinen Nachtpfauenauges

Prozessbezogene Kompetenzen

Erkenntnisgewinnung

- Darstellen
- Beobachten
- Beschreiben
- Vergleichen
- Ordnen und bestimmen
- Zeichnen
- Grafiken erstellen
- Fragen und Hypothesen entwickeln
- Experimente planen und durchführen
- Protokollieren
- Beobachtungen deuten
- Modelle verwenden
- Quellen erschließen

Kommunikation

- Kommunizieren
- Dokumentieren
- Präsentieren
- Reflektieren
- Argumentieren
- Datenquellen nutzen
- Fachsprache verwenden

Bewertung

- Erkennen und analysieren
- Perspektiven wechseln
- Folgen abschätzen
- Bewerten

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Variabilität und Anpasstheit

- Anpassung von Lebewesen an den Lebensraum
- Wahl der Futterpflanze
- Tarnung, Warnung, Mimikry
- Selektionsprozesse
- Artenreichtum eines Ökosystems

Geschichte und Verwandtschaft

- Heimische Tiere
- Schmetterlinge / Insekten
- Fam. der Pfauenspinner
- Bauplan- und Funktionsähnlichkeiten
- Seidenproduktion im Tierreich
- Züchtung und Zuchtformen

Reproduktion

- Geschlechtliche Fortpflanzung
- Individualentwicklung
- Metamorphose

Information und Kommunikation

- Anlocken der Männchen durch artspezifische Signale
- Sinnesorgane als Fenster zur Umwelt
- Verschiedene Wahrnehmungswelten

Stoff- und Energieumwandlung

- Nahrungsaufnahme
- Nahrungsketten
- Energiefluss

Struktur und Funktion

- Mundwerkzeuge
- Extremitäten
- Fühler
- Augen
- Schuppen
- Behaarung
- Geschlechtsdimorphismus

Kompartimentierung

- Funktionsteilung im Organismus
- Oberflächenvergrößerung bei Fühlern

Steuerung und Regelung

- Einfache Wechselwirkungen zwischen Populationen
- Räuber- und Beute - Beziehungen
- Auswirkungen menschlicher Eingriffe
- Jahreszeitliche Einflüsse
- Wechselwarme Tiere

Das Kleine Nachtpfauenaug bietet sich auch deswegen als sehr geeignetes Tier an, weil seine Entwicklung in den Jahresrhythmus der Schule passt: Die Falter schlüpfen (in der Regel) nach den Osterferien, zwei bis drei Wochen später können die ersten Raupen abgegeben werden, deren Entwicklung etwa sechs bis acht Wochen dauert und damit (auch wieder in der Regel) bis zu den Sommerferien abgeschlossen ist.

Als Begleitmaterial, aber auch gesondert im Unterricht einsetzbar, leiht das Schulbiologiezentrum Hannover eine Schmetterlingskiste aus, konzipiert für Kindergärten, Grundschule und

Sekundarstufe I mit verschiedenen Spielen, Bestimmungshilfen, Arbeitsblättern und anderen Anschauungsmaterialien. Modelle von Insektenköpfen zum Vergleich der Mundwerkzeuge untereinander oder mit Werkzeugen (Basiskonzept Struktur und Funktion) ergänzen das Angebot.

Des Weiteren gibt es natürlich auch die Möglichkeit, Freilandbeobachtungen durchzuführen und sich geeignete Raupen zur Haltung ins Klassenzimmer mitzunehmen. Der Vorteil dabei ist, dass sich vor Ort ökologische Zusammenhänge aufzeigen lassen, wie z.B. zwischen dem Vorkommen von Blumenwiesen und dem Vorhandensein von Schmetterlingen. Der Nachteil liegt darin, dass man häufig trotz intensiver Suche keine Raupen entdecken kann, der Unterricht ist daher nicht langfristig planbar. Am besten lassen sich Gespinstmottenraupen finden, besonders an Pfaffenhütchen. Die Entwicklungszeit ist relativ kurz, und die kleinen weißen schwarzgepunkteten Falter sind auch durchaus hübsch.

Andere geeignete Schmetterlingsarten:

- An Brennnessel im Mai und Juni die Raupen vom Kleinen Fuchs, Tagpfauenaug und Landkärtchen, wobei sich der Kleine Fuchs am besten eignet, da sein ganzer Entwicklungszyklus noch in die Schulzeit fällt, während die beiden anderen Falterarten in den Sommerferien schlüpfen.



Tagpfauenaug

- An Fenchel und Möhre Schwalbenschwanzraupen im August und September
- An Weidenröschen und Fuchsien Weinschwärmerraupen ebenfalls im August und September



Raupen des Weinschwärmers

- an Kapuzinerkresse und Kohl Raupen des Großen Kohlweißlings ebenfalls im Herbst, alle drei letztgenannten Arten überwintern als Puppe

- Auf Brombeerblättern lassen sich leicht Schlehs Spinner halten, sogar vier Generationen über das ganze Jahr hinweg. Die Raupen sind sehr schön, allerdings könnten die Haare eventuell Allergien auslösen



Raupe des Schlehs spinners

Nach dem Bundesnaturschutzgesetz ist es verboten, „wild lebenden Tieren der besonders geschützten Arten nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen, zu töten...“ Es ist auch darauf zu achten, „Tiere nicht mutwillig zu beunruhigen oder ohne vernünftigen Grund zu fangen, zu verletzen oder zu töten.“ Da die zeitweilige Entnahme der Tiere aus ihrem Lebensraum aber zu einem vertieften Naturverständnis und zu verantwortungsvollem Handeln und letztendlich zum Artenschutz führen soll, ist sie in unseren Augen gerechtfertigt.



Frostspannerraupe

Häufig genutzt wird inzwischen das Angebot, sich Eier oder Raupen einheimischer Schmetterlinge – meist des Distelfalters – von Züchtern schicken zu lassen. Diese Falter haben den Vorteil, dass sie eine kurze Entwicklungszeit besitzen und daher auch das Schlüpfen der Falter beobachtet werden kann, beim Kleinen Nachtpfauenaugen findet das erst im folgenden Jahr statt. Auch beim BUND kann man Raupen und Materialien für den Schmetterlingsschutz erhalten.

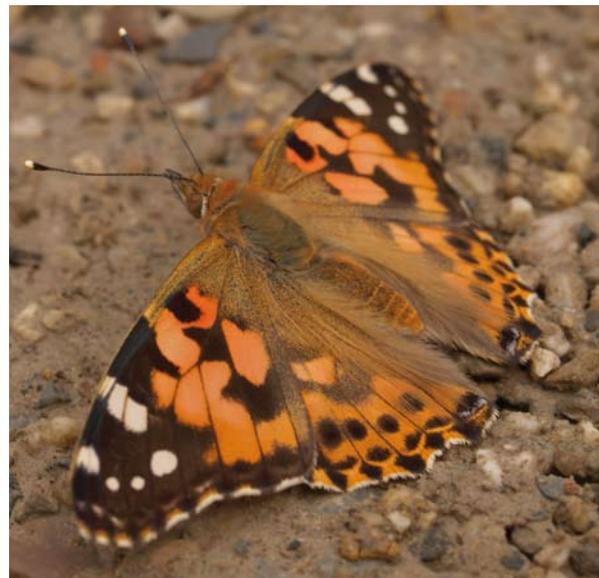
Ein Erlebnis der besonderen Art lässt sich durch Lichtfang vermitteln. Man hängt bei einbrechender Dunkelheit ein großes weißes Tuch (Bettlaken) senkrecht auf und platziert eine starke Lampe davor. Selbst in der Stadt kann man dadurch eine Vielzahl von Nachtfaltern und anderen Insekten anlocken und beobachten.

Auch eine Mischung aus Malzbier und Sirup, auf einen Baumstamm gestrichen, wirkt als Faltermagnet, der Admiral wird besonders von Bier angezogen.



Admiral

Besitzt die Schule einen Schulgarten, lässt sich der Unterricht in Richtung Blütenökologie erweitern, ein sehr komplexes Thema, das sich besonders auch für die Sekundarstufe II anbietet.



Distelfalter

Sachinformation

Schmetterlinge allgemein

Schmetterlinge kommen weltweit mit rund 160 000 Arten vor. Damit sind sie die zweitgrößte Ordnung innerhalb der Klasse der Insekten, nur übertroffen durch die Käfer (*Coleoptera*) mit fast 400 000 Arten. Die Mehrzahl von ihnen lebt in den Tropen, die günstigen Temperaturen und meist ganzjährige Blütenfülle ermöglichen vielfältige Einnischungen. Für Mitteleuropa werden mehr als 3 000 Arten angegeben.

Auch wenn es längst nicht für alle Schmetterlinge gilt, wir verbinden sie mit Blüten, und sie spielen bei der Bestäubung eine große Rolle (s. auch Eingangsgedicht). Stammesgeschichtlich haben sie sich parallel zu den Blütenpflanzen entwickelt. Die ersten Funde stammen aus der Unterkreidezeit vor rund 130 Mio. Jahren aus Sedimentgestein und in Bernstein; sie umflatterten also bereits die Saurier. Ihre Koevolution, die Schmetterlingsblütigkeit bei Pflanzen, stellt (auch) ein spannendes Thema dar.

Schmetterlinge besitzen die typischen Insektenmerkmale: Dreigliederung des Körpers in Kopf (Caput), Brust (Thorax) und Hinterleib (Abdomen), zwei Paar Flügel und drei Beinpaare an der Brust, zwei Komplex- oder Facettenaugen und paarige Fühler (Antennen). Die Entwicklung verläuft vollständig (holometabol): Ei -> Raupe -> Puppe -> Schmetterling.

Der wissenschaftliche Name *Lepidoptera* bedeutet treffend Schuppenflügler (griech. *lepis* = Schuppe, *pteron* = Flügel). Flügel und Körper sind vollständig - bis auf wenige Ausnahmen - mit Schuppen bedeckt, umgebildeten abgeplatteten und mit Luft gefüllten Haaren, meist dachziegelartig angeordnet. Sie erfüllen vielfältige Aufgaben: Hilfsfunktion beim Auftrieb, bei der Temperaturregulation durch Wärmeabsorption und der Entstehung der Farbmuster, es gibt auch spezielle Sinnes- (Tastsinn) und Duftschuppen. Die vielfältigen Farben der Schuppen kommen durch zwei Mechanismen zustande: Einerseits werden Farbpigmente eingelagert, zum Beispiel gelbbraune bis schwarze Melanine, rotbraune Ommatine oder auch Flavone und Anthocyane, die vermutlich oft schon von den Raupen mit der pflanzlichen Nahrung aufgenommen werden. Solche Pigmentfarbstoffe machen den überwiegenden Anteil aller Flügelzeichnungen aus. Andererseits gibt es die sog. Schillerschuppen, die einen besonderen Feinbau aufweisen. Mehrere Kutikulaschichten mit luftgefüllten flachen Hohlräumen dazwischen erzeugen metallisch schillernde Farben durch Interferenz, d.h. Überlagerung der an den verschiedenen Schichten reflektierten Lichtstrahlen. Man erkennt sie daran, dass sich der Farbeindruck bei unterschiedlichem Betrachtungswinkel verändert.

In manchen Familien finden sich bestimmte Zeichnungsgrundmuster, die je nach Art variieren, zum Beispiel bei den Pfauen(augen)spinnern. Augenflecken treten auch in anderen Familien auf. Sie sollen mögliche Beutegreifer irritieren. Das plötzliche Vorzeigen der großen Augen durch Aufklappen der Flügel wird beim Tagpfauenauge noch zusätzlich begleitet von einem Schnarrgeräusch. Häufig tritt auch Geschlechtsdimorphismus auf, d.h. unterschiedliche Färbung von Männchen und Weibchen (Kleines Nachtpfauenauge) oder Saisondimorphismus, wenn bei mehreren Generationen im Jahr die Frühjahrs- und Sommergeneration sich in der Färbung unterscheiden

(Landkärtchen). Die Färbemuster der Flügel dienen nicht nur dem Warnen, Abschrecken und Tarnen, sondern auch der Arterkennung und Partnerfindung.

Die meisten Schmetterlinge besitzen gut ausgebildete Flügel, ihre Form führt zu unterschiedlich gutem Flugvermögen: die breiten Flügel der Tagfalter ermöglichen nur ein eher langsa-



Auge auf dem Flügel des Kleinen Nachtpfauenauges

mes Flattern, aber auch schnelle Wendungen, um Fressfeinden auszuweichen, die schnittig gebauten Schwärmer dagegen sind hervorragende Flieger mit hoher Flügelschlagfrequenz und können auch wie Kolibris vor Blüten in der Luft „stehen“. Die schnellsten unter ihnen, der Windenschwärmer und das Taubenschwänzchen, erreichen Durchschnittsgeschwindigkeiten von 40 – 50 km/h. Gerade von Tagfaltern sind aber auch Wanderungen bekannt, die über viele hundert oder sogar ein bis mehrere tausend Kilometer führen. So fliegen in Mitteleuropa vor allem der Admiral und der Distelfalter jedes Jahr aus dem Mittelmeerraum in den Norden, zum Teil sogar bis Skandinavien.

Die kleinsten Schmetterlinge (Zwergmotten) besitzen Flügelspannweiten von 2 mm, die größten (*Agrippinaeule*) mehr als 300 mm. Die Rekordgröße bei der Flügelfläche liegt bei 300 cm² (Atlas- und Herkulesspinner). Es gibt aber auch Falter mit ganz oder teilweise reduzierten Flügeln wie bei den Frostspannern, deren Weibchen mit Leimringen auf den Obstbäumen abgefangen werden können, da sie „zu Fuß“ unterwegs sind, oder auch Schlehenspinner, (s. Foto S. 7).

An der Flügelhaltung lassen sich – in der Regel – Tag- und Nachtfalter unterscheiden: Tagfalter klappen in der Ruhestellung ihre Flügel über dem Rücken nach oben, Nachtfalter legen sie meist dachförmig über den Rücken (s. AB).

Die langen und schlanken Beine dienen Schmetterlingen mehr zum Festhalten als zum Laufen. Bei manchen Faltern fällt auf, dass sie nur 4 Beine zu besitzen scheinen (Augen- und Fleckenfalter, Bläulinge). Bei ihnen ist das vorderste Beinpaar zu „Putzpfoten“ reduziert und umgebildet.

Besonders interessant ist für Schülerinnen und Schüler immer die Vorstellung, dass sich bei vielen Arten der Geschmacksinn in den Vorder- und Hinterfüßen befindet, die Tiere also

mit ihren Füßen in der Nahrung stehen müssen, um sie zu schmecken oder auch die Futterpflanzen für den Nachwuchs zu finden.



Distelfalter mit Flügeln in Ruhestellung

Während Tagfalter bei der Partner- und Nahrungssuche vorwiegend ihre großen Komplexaugen nutzen, orientieren sich dämmerungs- und nachtaktive Schmetterlinge in der Hauptsache über den chemischen Sinn. Riech- und Tastorgane sitzen vor allem in den Fühlern. Sehr häufig werden die Männchen von den Weibchen durch Duftstoffe angelockt, sog. Pheromone, die in speziellen Duftdrüsen im Hinterleib hergestellt werden. Die zur Oberflächenvergrößerung stark gefiederten Antennen der Männchen besitzen daher sehr viel mehr Chemorezeptoren. Auch die Fühler der Weibchen sehen gekämmt aus, aber feiner, während Tagfalter – in der Regel – schlanke Antennen haben mit einer keulenförmigen Verdickung am Ende (s. AB). Als Lockstoffe werden oft ganze Duftcocktails abgegeben, die schon in geringster Konzentration bis zu einem oder zwei Kilometer wirken. Das allererste nachgewiesene Pheromon (Bombykol 1959) stammte vom Seidenspinner *Bombyx mori*. Auch die Duftschuppen auf den Flügeln mancher Faltermännchen dienen der innerartlichen Kommunikation. Dabei sollen die Duftmoleküle nicht immer nur anlocken, sie können auch abschreckend oder stimulierend wirken.



Weibchen des Schlehenspinners mit Duftdrüse

Typische Nachtfalterblumen erkennt man daher meist an dem intensiven Duft der Blüten und ihrer entweder gelbweißlichen Farbe oder der starken Reflexion und hohen Farbintensität. Auch Hörorgane (Tympanalorgane) kommen bei Schmetterlingen vor, und zwar wiederum vor allem bei Faltern, die wegen Lichtmangels ihre Augen kaum einsetzen können. Je nach Familie befinden sie sich entweder im hinteren Brust- oder ersten Hinterleibssegment, an der Basis der Vorderflügel oder des Rüssels. Mit deren Hilfe können die Tiere den Ultraschallortungsrufen der Fledermäuse ausweichen, indem sie sich blitzschnell zu Boden fallen lassen und sie zum Teil auch stören, denn manche Arten besitzen ein Trommelorgan (Tymbalorgan), eine Kutikulaplatte, die durch Muskeln in Schwingungen versetzt wird. Entdeckt wurde dieses Phänomen des nächtlichen Sonarkrieges durch einen Zufall (wie so häufig):

„Die Geschichte dieser großartigen Entdeckung begann an einem warmen Sommerabend des Jahres 1956, als der amerikanische Zoologe Professor Kenneth D. Roeder auf der Gartenterrasse seines Hauses eine Party für Freunde gab. Man entzündete Lampions, die alsbald von einer Schar Nachtfalter flatterhaften Fluges umschwirrt wurden. Zu vorgerückter, feuchtfrohlicher Stunde tat nun einer der Anwesenden etwas, was schon viele Weintrinker vor ihm getan haben: Er ließ einen angefeuchteten Korken auf dem Rand eines Weinglases kreisen, so daß der bekannte hohe Schrilton entstand. Im selben Augenblick geschah es: Wie vom Schlag getroffen, stürzten die Nachtfalter, die eben noch munter die Lampions umgaukelt hatten, zu Boden. Zuerst meinte der Forscher, die Insekten wären vom nervenzersägenden hohen Ton gelähmt oder getötet worden. Es gibt genug Beispiele dafür, daß Tiere durch laute Geräusche Krämpfe bekommen, die mitunter sogar tödlich sein können.

Aber nichts dergleichen! Zur großen Verwunderung aller Anwesenden waren die abgestürzten Nachtfalter quicklebendig, krabbelten noch etwas auf dem Boden umher und starteten dann zu neuem Flug. Sobald aber der hohe Glaston von neuem erklang, fielen sie wieder wie Klumpen auf die Terrasse.“

(Vitus B. Dröscher: Magie der Sinne im Tierreich)

Eine besonders beeindruckende Anpassung hat der Totenkopfschwärmer entwickelt, ein Wanderfalter aus Afrika, der sich in Bienenstöcken einnistet, Honig räubert und durch Luftströme im Schlund (Pharynx) ein Fiepen erzeugt, das dem „Tüfen“ der Königin ähnelt und die Bienen beruhigen soll.

Die großen Komplexaugen bestehen aus 4 000 bis 30 000 Einzelaugen. Tagfalter und viele nachtaktive Schmetterlinge können ein breites Farbenspektrum wahrnehmen bis in den UV-Bereich hinein und - im Gegensatz zu anderen Insekten wie zum Beispiel Bienen - auch Rot.

So sind Tagfalterblumen vielfach leuchtend rot gefärbt (Feuerlilien, Karthäusernelken und Phlox). Da Schmetterlinge eine ganz wichtige Rolle bei der Bestäubung von Pflanzen spielen, haben im Laufe der Evolution bestimmte Anpassungen zwischen den Partnern stattgefunden, nicht nur im Hinblick auf die Anlockungsmechanismen seitens der Pflanzen wie Blütenfarben, Duft und Nektarangebot, sondern auch bei der Ausbildung der typischen Mundwerkzeuge der Schmetterlinge. Diese „passen“ wiederum zu bestimmten Blumentypen, vor allem zu Blüten, auf denen sie gut landen können und die Blütenkronröhren besitzen, in die sie ihre Rüssel stecken können. Bei hoher Spezialisierung entspricht die Rüssellänge in etwa sogar derjenigen der Blütenkronröhre, es gibt Schmetterlinge mit fast 30 cm Rüssellänge! Das führt zu einer Blütenstetigkeit

bei bestimmten Falterarten und dadurch seltener zu Fehlbestäubungen, allerdings auch zu einer hohen Abhängigkeit der beiden Partner von einander. Dagegen landen „Generalisten“ wie Zitronenfalter und einige Weißlingsarten an Blüten nahezu jeden Typs und jeder Farbe.



Der lange Saugrüssel kann auch abgeknickt werden

Es scheint so, dass sich diese bei Insekten einzigartigen Mundwerkzeuge aus kauend-beißenden entwickelt haben, die noch bei ganz ursprünglichen Formen wie den Urmotten vorkommen, die sich von Blütenpollen ernähren. Der Rüssel entstand durch Rückbildung des Oberkiefers (Mandibeln), Reduktion und Umbildung der Unterlippe (2. Maxillen) und starker Verlängerung der Außenladen (Galeae) der Unterkiefer (1. Maxillen) mit rinnenförmiger Aushöhlung auf der Innenseite. Die beiden Rinnen legen sich zu einem Saugrohr zusammen, das in der Ruhelage durch Eigenelastizität spiralförmig aufgerollt und zum Saugen durch Muskeln und vermutlich auch erhöhten Blutdruck gestreckt wird. In vielen Familien kam es zu einer Reduktion der Mundwerkzeuge, so zum Beispiel bei Pfauenspinnern, Echten Spinnern und Glucken, bei denen die Imagines keine Nahrung aufnehmen, sondern nur wenige Tage leben, um sich fortzupflanzen.

Schmetterlinge saugen aber nicht nur Nektar, sondern nehmen auch Wasser aus Tautropfen auf oder Baumsäfte oder gelöste Mineralien aus Exkrementen oder Tränenflüssigkeit von Menschen und Säugetieren (in den Tropen), in Südostasien gibt es sogar welche, die Vampireulen, die die Haut von Huftieren und auch Menschen durchstechen und Blut saugen.

Da die Taxonomie der Schmetterlinge weiterhin nicht vollständig geklärt ist, wird hier auf eine Einteilung verzichtet. Eine eindeutige Bestimmung der Arten erfolgt wie bei vielen anderen Insektengruppen auch über die Untersuchung der sehr spezifischen Begattungsorgane.

Die Schmetterlinge stellen das mobile Stadium in der Entwicklung dar, das damit auch der Ausbreitung dient. Die anderen drei Stadien sind stärker oder vollständig ortsgebunden.

Wir freuen uns über die ersten Schmetterlinge im Frühjahr, verbinden sie aber vor allem auch mit Sommer und Sonne. Im Herbst zählen Nierenfleck und Kleiner Feuerfalter zu den letzten Schmetterlingen. Manche Arten überwintern als Imago, suchen sich ein Versteck in Ritzen oder auf Dachböden und schützen sich vorm Einfrieren durch „Frostschutzmittel“ wie Glycerin und Trehalose, einer Zuckerart. Dazu gehören Zitronenfalter, Kleiner Fuchs und Tagpfauenauge.

Die Eier werden einzeln oder in Gelegen meist direkt an oder in der Nähe von Futterpflanzen abgelegt, manchmal aber auch einfach nur abgeworfen (Wurzelbohrer, deren Larven an Wur-

zeln von Gräsern fressen). Tagfalter legen meist mehrere 100 bis 1 000, Schwärmer auch über 2 000. Sie besitzen eine feste Schale, ganz verschiedene Formen und Farben und oft eine feine Oberflächenstruktur. Dünne Kanälchen am Ende, der Mikropylenapparat, dienen dem Durchtreten der Samenfäden.



Eigelege und schlüpfende Raupen des Schlehenspinners

Die meist walzenförmigen Raupen schlüpfen in der Regel nach wenigen Wochen – sei denn, die Eier überwintern – und widmen sich sofort ihrer eigentlichen Aufgabe, dem Fressen. Der englische Ausdruck caterpillar – etwa mit Fress-Säule zu übersetzen – trägt dem Rechnung. Mit den kräftigen Kaumandibeln ernähren sie sich fast ausnahmslos von Pflanzen, mehr oder weniger spezialisiert. Während zum Beispiel die Apollofalterraupe streng monophag an Fetthenne lebt, haben andere Arten wie der Totenkopfschwärmer verschiedene Nachtschattengewächse zur Auswahl. Besonders unter Nachtfaltern gibt es viele polyphage Arten, z.B. die Gammaeulenraupen findet man auf über 200 verschiedenen Pflanzenarten. Auch das Kleine Nachtpfauenauge ist nach dem Schlüpfen nicht besonders wählerisch und lässt sich mit verschiedenen u.a. Rosengewächsen füttern, nach ein paar Tagen aber ist es auf diese Futterpflanze festgelegt, und man kann es nur schwer umgewöhnen.



Raupen des Kleinen Nachtpfauenauges beim Fressen

Manche Raupen leben auch in Rinde oder sogar unter Wasser an Wasserpflanzen (Zünsler), andere minieren im Inneren von Blättern, bekannt und gefürchtet sind auch die von tierischen Produkten lebenden Kleider- und Wachsmottenlarven.

Während dieser Fressphase vertausendfacht sich ihr Gewicht und sie wachsen um das 10 – 20fache in die Länge. Unterbrochen wird diese ständige Nahrungsaufnahme nur durch die Häutungen, in der Regel vier bis fünf.

Der Kopf besteht aus einer stark chitinierten Kapsel, jederseits mit meist sechs winzigen Punktaugen für Richtungs- und Bewegungssehen. Auch polarisiertes Licht können Raupen wahrnehmen und sich dadurch orientieren. Unter den Augen sitzen kurze stummelförmige Fühler. Die Mundwerkzeuge sind nach unten gerichtet und bestehen aus der Oberlippe (Labrum), links und rechts dahinter den beiden Oberkiefern (Mandibeln), die dreieckig gebaut sind und je eine Schneide- und Kaukante aufweisen, darunter jeweils ein Unterkiefer (Maxille) und die Unterlippe (Labium), in deren Mitte die Spinndrüse mündet. Vier Taster prüfen ständig die Nahrung. Die Fühler messen Temperatur und Luftfeuchtigkeit, können aber auch Gerüche erkennen.

Die Mehrzahl der Raupen besitzt drei Beinpaare an der Brust (wie die Imagines) und am Hinterleib meist vier Paar ungegliederte Afferfüße, bei denen es sich nur um Hautausstülpungen (Parapodien) handelt, meist am 3. bis 6. Segment und sogenannte Nachschieber am 10. Segment mit Häkchen als Klammerapparat.



Raupe des Weidenbohrers

Die oft sehr kräftige Färbung der Raupen kommt durch unterschiedliche Pigmente zustande, die sich in der Kutikula, der Epidermis oder auch im Blut befinden. Tarn- und Warntrachten sind weit verbreitet, verstärkt noch durch Höcker, Warzen und Haare, viele schmecken unangenehm oder sind giftig. Auch Wehr- und Giftdrüsen kommen vor.

Es gibt Schmetterlingsarten, die als Raupen überwintern, manche sogar mehrmals, denn vor allem bei im Holz lebenden Raupen, die wenig Eiweiß bekommen, zieht sich die Entwicklung über mehrere Jahre hin (bis zu 4 Jahre beim Weidenbohrer, der zentimeterdicke Gänge in Weichhölzer frisst, und beim Blausieb oder Kastanienbohrer, der vor allem in Obstbaumplantagen große Schäden anrichten kann). Viele gehen aber gleich in das Puppenstadium über, allerdings erst nach gründlicher Vorbereitung. Sie spinnen sich in einen Kokon oder ein lockeres Gespinst ein, andere befestigen sich mit einem Seidengürtel in Schräglage auf einem Zweig (Gürtelpuppen) oder spinnen sich ein Seidenpolster, an dem sie sich frei kopfüber aufhängen (Stürzpuppen), wieder andere bereiten Fraßgänge in Bäumen für den späteren Ausflug vor. Dann erst erfolgt die Häutung zur Puppe, das Raupenhemd wird abgestreift.

Die meisten Puppen sind Mumienpuppen, bei denen alle Teile fest mit einander verbunden sind und nur der Hinterleib sich noch etwas bewegen kann. Tagfalter besitzen Gürtel- und Stürzpuppen, Nachtfalterpuppen liegen im Gespinst oder frei auf bzw. in der Erde.

Die sogenannte Puppenruhe ist in Wirklichkeit eine intensive Arbeitsphase, in der die Raupenorgane ab- und die Falterorgane aufgebaut werden. Sie beträgt in den meisten Fällen 2 – 4 Wochen. Oft stellt die Puppe aber auch das Überwinterungsstadium dar (Kleines Nachtpfauenauge). Beim Schlüpfen platzt die Puppenhaut am Kopf und Vorderkörper an vorgebildeten Nähten auf und der fertige Falter zwingt sich heraus, die Flügel noch eng zusammengefaltet. Frei hängend muss er eine ganze Weile warten, bis sie sich durch Hineinpumpen mit Endolympe entfaltet und gehärtet haben.

Überfamilie Spinnerfalter

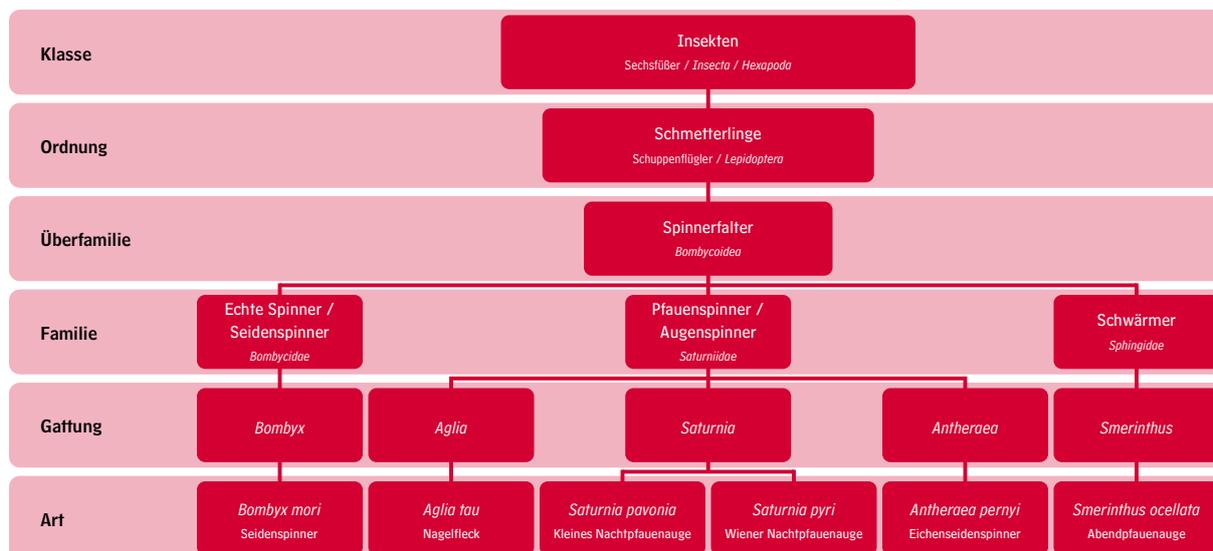
Das Kleine Nachtpfauenauge gehört mit den anderen Arten seiner Familie der Pfauenspinner (*Saturniidae*) ebenso wie die Familien der Echten Spinner (*Bombycidae*), der Schwärmer (*Sphingidae*) und Glucken (*Lasiocampidae*) zur Überfamilie der Spinnerfalter oder Spinnerartigen (*Bombycoidea*). Diese auf den ersten Blick sehr heterogene Gruppe meist kräftiger, großer und zum Teil auch auffälliger Nachtfalter mit meist verkümmerten Mundwerkzeugen besitzt viele Gemeinsamkeiten, so dass sie hier kurz vorgestellt werden sollen. Die Systematik der Schmetterlinge ist aber weiterhin im Fluss, und es finden sich daher in der Literatur auch andere Einteilungen.

Von den etwa 60 Arten der **Echten Spinner** lebt keine in Mitteleuropa. Sie gelangten vor allem durch den Maulbeerspinner (*Bombyx mori*) zu weltweiter Bedeutung. Die 32 – 38 mm breiten wollig-behaarten Falter sind weißlich grau gefärbt und besitzen hellbraune Querstreifen auf den Flügeln und gekämmte schwärzliche Fühler. Die Weibchen locken die Männchen mit dem Pheromon Bombycol (10-trans-12-cis Hexadekadienol) aus zwei Hinterleibsdüftdrüsen an. Jede Antenne der Männchen besitzt etwa 25 000 für das Bombycol empfindliche Sinneszellen!

Die weltweit mit rund 1 000 Arten verbreitete Familie der **Schwärmer**, die in Mitteleuropa mit rund 30 Arten vertreten ist, fällt vor allem durch ihre markante und schnittige Stromlinienform auf. Sie sind nicht nur sehr schnelle Flieger, sondern können auch wie Kolibris im Schwirrflug vor einer Blüte stehen, um mit ihrem oft extrem langen Rüssel Nektar zu saugen. Die dazu nötige Schlagfrequenz der Flügel führt zu einem so hohen Energieverbrauch, dass sie entsprechend sehr große Nektarmengen aufnehmen müssen. Die Falter sind (relativ) langlebig.

Die Mehrzahl der Arten ist nachtaktiv, eine Ausnahme bildet z.B. das Taubenschwänzchen, eine Art, die häufig vorkommt, aber ein „Zuwanderer“ ist.

Da beim Nektarsaugen Pollen übertragen wird, spielen Schwärmer eine wichtige Rolle für die Bestäubung. Oft auch findet man eine Anpassung (Koevolution) der Pflanzen in Form besonders langer Blütenkronröhren, die aufgrund der meist nächtlichen Aktivitäten der Falter stark duften, hell gefärbt sind und UV-Licht reflektieren. Zu den typischen Schwärmerpflanzen gehören z. B. die Gemeine Nachtkerze (*Oenothera biennis*), Petunien (*Petunia spec.*), Flammenblumen (*Phlox spec.*) oder auch Natternkopffarten (*Echium spec.*).



Die nackten, oft unauffällig gefärbten Raupen besitzen fast immer ein gebogenes Horn kurz vorm Hinterende. Der Name *Sphingidae* rührt daher, dass viele Schwärmer-raupen zur Abwehr ihren Oberkörper sphinxartig aufrichten, zuerst beschrieben bei der Ligusterschwärmer-raupe (*Sphinx ligustri*). Schwärmer-raupen bauen keine Kokons, die Puppen liegen meist nackt in der Erde und überwintern dort.



Raupe des Lindenschwärmers

Eine besondere Schwärmerart, die sich im Unterricht gut zum Vergleich mit dem Tag- und dem Kleinen Nachtpfauenaug anbietet, ist das Abendpfauenaug (s. AB). Während die rindenfarbig bräunlich gezeichneten Vorderflügel Tarnfarben aufweisen, besitzen die innen rosa und außen gelblichen Hinterflügel einen schwarz gekerntem Augenfleck. Tagsüber fallen die nachtaktiven Tiere in der Ruhestellung auf Baumstämmen nicht auf. Werden sie aber gestört, spreizen sie die Flügel schräg auseinander, so dass die grell gefärbten Hinterflügel mit den Augenflecken sichtbar werden und Angreifer dadurch zumindest irritiert, wenn nicht erschreckt werden. Bei starker Störung kommen noch rhythmische Bewegungen des Vorderkörpers dazu. Der Falter ist in feuchten Wäldern, an Gewässern und auch gelegentlich in Gärten relativ häufig. Die Raupen fressen vorwiegend an schmalblättrigen Weidenarten wie Korbweide (*Salix viminalis*), auch Salweide (*S. caprea*) oder auch an Obstbäumen. Die Eier oder Raupen werden auch immer wieder von Züchtern angeboten und eignen sich ebenfalls gut für die Haltung im Klassenzimmer. Allerdings spinnen die Raupen keinen Kokon, sondern verpuppen sich in der Erde, weswegen man das letzte Raupenstadium in einem

Gefäß mit Blumenerde halten muss. Die Puppen sollten leicht feucht gelagert werden.

Auch der Totenkopfschwärmer (*Acherontia atropos*), dessen Heimat das tropische Afrika ist und der jedes Jahr über die Wüste und das Mittelmeer hinweg nach Europa bis nach Skandinavien fliegt, kann von Züchtern bezogen werden. Der Name dieses größten Schwärmers bei uns rührt von der totenkopffähnlichen Zeichnung oberseits (dorsal) auf der Brust her (Flügelspannweite bis 13 cm). Der Rüssel ist kurz und kräftig, so dass er im Bienenstock die Zellendeckel durchstoßen und Honig saugen kann. Die Bienen werden durch mit dem Rüssel und Pharynx erzeugte Pfeiflaute beruhigt. Die Raupen sind grünlich gefärbt mit 7 blauen bis dunkelviolettblauen Schrägstreifen, sie fressen an Nachtschattengewächsen und bekommen daher als Nahrungspflanze eine Tomate oder Kartoffel im Topf angeboten und für die Verpuppung Streusubstrat. Sie erreichen eine Größe von 12 – 13 cm und können bei Störung mit den Mundteilen knirschen.

Die oft sehr plumpen und dicken **Glucken** (oder auch Wollraupenspinner) erhielten ihren deutschen Namen, da sie mit den in der Ruhe dachziegelartig übereinander gelegten Flügeln an eine brütende Henne erinnern. Sie sind weltweit und dabei vor allem in den Tropen mit rund 2 200 Arten verbreitet, in Mitteleuropa nur 20. Die Weibchen sind oft größer und anders gefärbt als die Männchen, beide besitzen gefiederte Fühler, der Saugrüssel ist oft reduziert oder fehlt sogar.

Bei manchen Arten ist der Kopf nasenartig verlängert. Während die Erwachsenen also nur wenige Tage leben und dabei keine Nahrung aufnehmen, führt der Raupenfraß mancher Arten bei Massenaufreten zu erheblichen Schäden wie z.B. beim Kiefernspinner (*Dendrolimus pini*).

Die **Pfauspinner**, zu denen das Kleine Nachtpfauenaug gehört, heißen auch Augenspinner nach dem kennzeichnenden Augenfleck auf jedem Flügel.

Die Mehrzahl der weltweit 1 200 bis 1 500 Arten lebt in den Tropen und Subtropen, in Mitteleuropa sind es nur 6 und in Deutschland 2 – 3 Arten. Unter ihnen finden wir die größten Schmetterlinge wie den Atlasspinner (*Attacus atlas*) und auch einige Arten, die zur Wildseidenherstellung genutzt werden wie die Tussahspinner, von denen drei Arten bedeutend sind: *Antheraea yamamai* – Japanischer Tussahspinner, *A. paphia* – Indischer Tussahspinner und *A. pernyi* – Chinesischer Tussah- oder Eichenseidenspinner, der sich auch hervorragend im Unterricht einsetzen lässt (s. Arbeitshilfe Der Eichenseidenspinner).

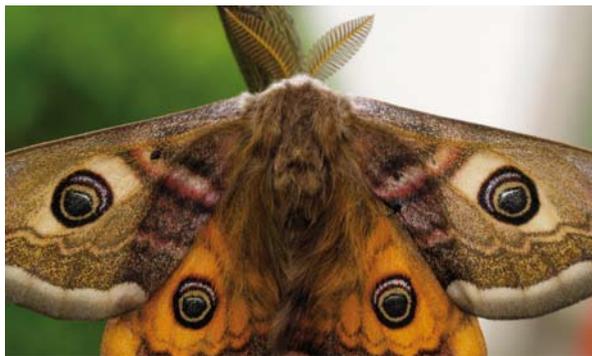
Alle Pfaenspinner leben nur kurze Zeit als Imagines, ihre Rüssel sind zurückgebildet, sie nehmen keine Nahrung auf, sondern leben nur ein paar Tage, um sich fortzupflanzen. Die Mehrzahl der Raupen spinnt einen birnenförmigen Kokon mit Reuse, in dem die Puppe überwintert.

Außer dem Kleinen Nachtpfauenaugen kommt in Deutschland noch der Nagelfleck (*Agria tau*) vor. Den Namen erhielt der Falter aufgrund der nagel- oder T-förmigen weißen Zeichnung in der Mitte des schwarzen blau gekerntes Augenflecks. Die ockergelben bis dunkelbraunen Flügel sind dunkel gesäumt. Der Falter lebt in Laubwäldern mit hohem Buchenanteil und fliegt im April/Mai. Während die Weibchen vorwiegend nachtaktiv sind, fallen die Männchen tagsüber durch ihren zielgerichteten Zickzackflug dicht über dem Waldboden auf.

Außer der Lieblingpflanze Rotbuche fressen die Raupen auch Stieleiche, Hängebirke, Salweide und andere Laubböhlen. Die auffällig mit grün und gelbweißen Seitenlinien und eben solchen Schrägstreifen und Punkten gefärbten Raupen besitzen noch eine Besonderheit: die ersten drei Stadien tragen 5 an der Spitze zum Teil gegabelte, rot und weiß geringelte Dornen. Die Puppenruhe erfolgt über den Winter im Erdboden in einem lockeren Kokon.

Das Kleine Nachtpfauenaugen

Nach neueren Erkenntnissen (Wolfgang A. Nässig) scheint es in Europa mindestens zwei unterschiedliche Arten des Kleinen Nachtpfauenauges zu geben, und zwar *Saturnia pavonia* im Norden und *S. pavoniella* im Süden, wobei Überlappungen lokal vorkommen. Dafür sprechen sowohl morphologische Merkmale als auch die Infertilität der weiblichen und der meisten männlichen F1-Hybriden. Die Unterscheidungen sind aber für den Laien nicht einfach und für die im Unterricht eingesetzten Tiere unerheblich.



Männchen des Kleinen Nachtpfauenauges

Obwohl der Schmetterling Kleines Nachtpfauenaugen heißt, ist er einer der größten Nachtfalter: Die Weibchen erreichen eine Flügelspannweite von 7-8 cm, die Männchen 5-6 cm. Er ist auch einer unserer schönsten Nachtschmetterlinge, die Männchen mit bräunlich grauen Vorderflügeln und orangegelben Hinterflügeln, die Weibchen dagegen hell- bis dunkelgrau, bei beiden mitten auf jedem Flügel ein großer schwarz gekernter und gelb und schwarz umrandeter Augenfleck zwischen gewellten Querbinden, auf den Vorderflügeln auf weißem Untergrund, Körper und Teile der Hinterflügel dicht behaart. Das Männchen erkennt man außerdem an den stark aufgefächerten Fühlern im Gegensatz zu den mehr fadenförmigen der

Die Schwesternart des Kleinen Nachtpfauenauges, das Große oder Wiener Nachtpfauenaugen (*Saturnia pyri*), ist mit 12 – 16 cm der größte mitteleuropäische Schmetterling. Wenn er bei Dunkelheit um die Straßenlaternen flattert, wird er immer wieder für eine Fledermaus gehalten. In Deutschland kommt diese Art nicht vor, sondern nur in wärmeren Gebieten in Südeuropa bis ins Elsaß, ins nördliche und östliche Österreich, Südtirol und Nordafrika. Dort bevorzugt der Falter offenes, mit Gebüsch bewachsenes Gelände, Parks und Obstgärten. Sein Vorkommen ist aber so gut wie überall rückläufig. Männchen und Weibchen unterscheiden sich nur wenig in der Färbung, die der des Kleinen Nachtpfauenauges ähnelt. Die Fühler sind beim Männchen beidseitig stark gekämmt, beim Weibchen schwach gezähnt.

Als Futterpflanzen werden verschiedene Laubbäume und Sträucher wie Apfel, Zwetschge, Esskastanie, Rotbuche, Bergahorn, Haselnuss u.a. gewählt. Die Raupen werden bis 12 cm lang und sind leuchtend grün mit blauen Punktwarzen, die Borsten tragen. Der Kokon ist ziemlich fest und pergamentartig.

Mit dem Großen Nachtpfauenaugen experimentierte der französische Entomologe Jean Henri Fabre vor mehr als 100 Jahren, um die Anlockung der Männchen durch die Weibchen nachzuweisen (s. Quellentext).

Weibchen. Die Imagines fliegen im zeitigen Frühjahr je nach Witterung zwischen Mitte April und Mitte Mai. Sie leben nur wenige Tage. Während der Zeit nehmen sie keine Nahrung auf, ihre Mundwerkzeuge sind verkümmert, sie zehren vom Fett aus der Raupenzeit.



Weibchen des Kleinen Nachtpfauenauges

Dabei zeigt sich auch im Verhalten ein Geschlechtsdimorphismus: Die Männchen fliegen tagsüber ab 14 Uhr bis in die Abendstunden mit einem Maximum um 17 Uhr auf der Suche nach den Weibchen, gelockt von deren Duftstoffen, die sie noch in kilometerweiter Entfernung wahrnehmen können. Die Weibchen warten in Bodennähe auf Pflanzen, um Energie zu sparen, und strecken den Hinterleib mit den weit herausgeschobenen Duftdrüsen in die Höhe. Erst nach der Begattung fliegen sie in der Dämmerung los, um die Eier abzulegen, geleitet ebenfalls von ihrem Geruchssinn, mit dessen Hilfe sie die Futterpflanzen für die Raupen finden.

Kleine Nachtpfauenaugen kommen in ganz Europa vor und sollen teilweise noch recht häufig sein. Sie bevorzugen offenes Gelände mit Bewuchs von Sträuchern, Waldsäulen, Moorheiden, Streuobstwiesen, Ruderalstellen, Kiesgruben, verwilderte Gärten, Trocken- und Magerrasen, aber auch Feuchtgebiete. Da

dieser Lebensraum zunehmend eingeengt wird, nimmt auch die Zahl der Kleinen Nachtpfauenaugen immer weiter ab.

Entsprechend diesen vielfältigen Geländeformen und Biotopen eignen sich eine ganze Reihe von Pflanzen als Futter für die Raupen: alle Weidenarten, Birke, Brombeere, Himbeere, Rose, Weißdorn, Apfel, Heidelbeere, Haselnuss, Schlehe, Mädesüß, Wiesen-Salbei, Besenheide u.a. Offensichtlich besteht eine Vorliebe für Rosengewächse.

Das Weibchen klebt die ovalen, ocker-olivfarbenen glattschaligen Eier in ringförmigen Gelegen um kleine Äste, oftmals bleiben auch noch Haare daran haften. Die Eier sind so hartschalig, dass die kleinen Räumchen sie nach dem Schlüpfen nicht auffressen. Sie schlüpfen nach etwa zwei Wochen und sind nur wenige mm groß. Innerhalb der folgenden 5 bis 8 Wochen werden sie bis auf 7 oder 8 cm heranwachsen. Da die feste Raupenhaut nicht dehnbar ist, müssen sie sich zwischendurch häuten, und zwar insgesamt fünfmal. Dabei bläht sich zu Beginn über der Kopfkapsel ein Wulst auf, der schließlich einreißt. Durch peristaltische Bewegungen ihres Körpers und Vorankriechen befreit sich die Raupe langsam von der alten Hülle, die dann nach kurzer Zeit zusammengeschrumpft an ihrem Hinterende hängt.

Die winzigen Räumchen können nur das feine Blattmaterial zwischen den Blattrippen herausnagen. Sie brauchen die jungen Blätter der Bäume, die es ja nur im Mai gibt, wenn die Bäume „ausschlagen“. Deshalb hat das Kleine Nachtpfauenauge auch nur eine Generation im Jahr. Bei den älteren Raupen lässt sich sehr gut das schnelle, großflächige Abbeißen an den Blättern von außen her beobachten. Im Laufe der Häutungen verändert sich die Farbe der Raupen von schwarz und vollständig behaart über schwarz mit einem orangen Längsstreifen an der Seite (wie im Trainingsanzug!) bis zu überwiegend grün mit schmalen schwarzen Querbinden oder einfarbig grün mit rosa oder gelb gefärbten Borsten tragenden Warzen. Die schwarze Farbe der ersten Raupenstadien tarnt sie auf dem dunklen Stamm bei der Futtersuche, schützt die inneren Organe vor UV-Strahlen und steigert die Aktivität durch starke Wärmeabsorption am Tag. Es sind auch andere Farbvariationen möglich, sowohl das Futter als auch soziale Faktoren wie Überbevölkerung scheinen die Färbung zu beeinflussen.



Eier und junge Raupen des Kleinen Nachtpfauenauges

Die ausgewachsene Raupe sucht sich einen geeigneten Platz zum Einspinnen, häufig versteckt zwischen Zweigen, an festen Gegenständen im Zuchtbehälter – auch an der Glaswand – oft in Bodennähe. Sie spinnt zuerst ein lockeres Außenspinn, anschließend ein festeres Innenspinn, das durch Sekret geglättet und gehärtet wird. Mit der starren Reuse verschließt sie den birnenförmigen Kokon an seiner engsten Stelle, so dass keine Feinde von außen hineingelangen können. Dann

erfolgt die letzte (5.) Häutung zur Puppe, die Haut bleibt als „Raupenhemd“ neben der Puppe liegen.



Ältere Raupen des Kleinen Nachtpfauenauges

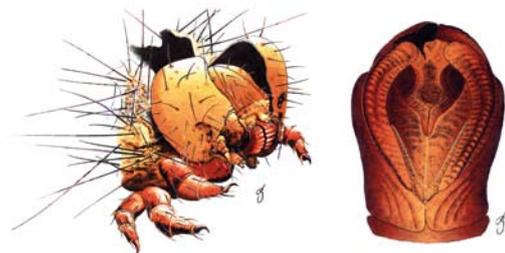
Man wundert sich, dass aus der riesigen Raupe eine so kleine Puppe wird, aber beim Spinnen wird sehr viel Flüssigkeit abgegeben und auch Energie verbraucht. Immerhin dauert das Spinnen des Kokons etwa zwei Tage. Der zu Anfang weißliche Kokon färbt sich meistens um zu olivbraun. Die Kokons der weiblichen Tiere sind größer. Manche Raupen spinnen keinen



Kokon des Kleinen Nachtpfauenauges

Kokon, manche nur eine Halbschale (Coupé) oder manche nur einen großflächigen Teppich und verpuppen sich darauf. Diese Puppen hätten „in freier Wildbahn“ keine Überlebenschancen.

An der Puppe lassen sich bereits zukünftige Organe erkennen. So sind die Fühler deutlich sichtbar, wodurch man bereits in diesem Stadium Männchen und Weibchen unterscheiden kann. Die Puppenruhe dauert beim Kleinen Nachtpfauenauge 9 – 10 Monate, also über den Winter bis zum nächsten Frühjahr, manchmal sogar noch länger. Bis zu 20% der Falter schlüpfen erst im übernächsten oder sogar überübernächsten Jahr, dann „überliegen“ sie. Die biologische Bedeutung dieser Verzögerung liegt darin, dass wegen der kurzen Lebensdauer (nur eine Woche) bei anhaltend schlechtem Wetter kein Flug der Männchen stattfinden kann. So wird in jedem Fall ein kleiner Teil der Population für einen zweiten oder sogar dritten Versuch in den Folgejahren erhalten bleiben.



Raupenkopf der Exuvie und leerer Puppenkopf (Rainald Irmscher)

Seide und ihre Produzenten

Die uns bekannte Seide, die zu den teuersten Stoffen gehört, stammt vom Seiden- oder Maulbeerspinner (*Bombyx mori*), einem Schmetterling aus der Familie der Echten Spinner (*Bombycidae*). Eigentlich stellen viele Schmetterlingsraupen Seide her, aber nur wenige Arten werden wirtschaftlich genutzt oder haben so große Bedeutung erlangt wie der Maulbeerspinner.

Die Seide wird in Spinnrüden produziert, die sich als paarige gewundene Schläuche durch den Körper der Raupen ziehen, ausgestreckt fast zehnmal so lang wie die Raupe selbst und im Kopf unterseits unter den Mandibeln münden. Man könnte ihr Produkt also auch als InsektenSpeichel bezeichnen. Der Einzelfaden besteht jeweils aus dem hornartigen, eiweißhaltigen Fibrin, das außen umgeben ist vom klebrigen Sericin, dem gelblichen Seidenleim oder Bast, der durch Kochen entfernt wird. Beim „Abhaspeln“ der Kokons werden mehrere Fäden zu einem einzigen verzwirrt. Durch verschiedene Behandlungsverfahren kann die Seide dann noch veredelt werden, verschiedene Webverfahren führen zu unterschiedlichen Gewebeararten (Chiffon, Satin, Taft) und Seidenqualitäten (Habotai, Crepe de Chive, Crepe-Georgette). Die nicht haspelbare Flockseide wird gekämmt und versponnen.

In seiner ursprünglichen Heimat China wird der Maulbeerspinner bereits seit mehreren Tausend Jahren gezüchtet. Die geschlüpften Falter verpaaren sich innerhalb weniger Tage, das Weibchen legt dann bis zu 400 Eier. Sie werden kühl aufbewahrt. Nach der Winterruhe schlüpfen daraus 2 – 3 mm lange Raupen, die ausschließlich Blätter des Maulbeerbaumes fressen, am liebsten vom Weißen Maulbeerbaum, und dies in beträchtlichen Mengen.

30 – 35 Tage nach dem Schlüpfen beginnt das Einspinnen. Das Seidenmaterial tritt in flüssiger Form aus den Spinnrüden aus, erhärtet an der Luft sofort zu einem Faden, den die Raupe mit immer wiederkehrenden gleichen Kopfbewegungen in Form einer Acht in Schlaufen um sich herumlegt. Zur Verankerung zwischen den Zweigen dient das erste lockere Gespinst, die Flockseide, die bei der Seidengewinnung später einfach abgezupft wird. Das anschließende dichte innere Gespinst besteht aus einem 800 bis 2 000 m langen durchgehenden Faden. Die Fertigstellung des Kokons dauert nur wenige Tage, je nach Rasse ist er gelb, grünlich oder weiß gefärbt, länglich oval bis rund und 30 mm lang mit einem Durchmesser von 20 – 25 mm.

Innerhalb von 8 Tagen verpuppt sich die Raupe, nach weiteren 8 bis 10 Tagen würde der Schmetterling schlüpfen, und zwar mithilfe eines bräunlichen alkalischen Sekretes, das den Kokon an einer Stelle auflöst. Da dadurch der kostbare Seidenfaden zerstört würde und sich nicht mehr am Stück abhaspeln ließe, werden die Puppen vorher durch heißes Wasser, Wasserdampf oder trockene Hitze abgetötet. Das anschließende Kochen in Wasser löst den Seidenleim von der Faser. Die Puppen dienen in vielen Gegenden Asiens als wichtige eiweißhaltige Nahrung.



Sich verpuppende Raupe



Raupe am seidenen Faden

- Vom Schlüpfen bis zur Verpuppung fressen die Raupen bis zu 40000 Mal das eigene Körpergewicht.
- $\frac{1}{2}$ kg Raupen verzehren bis zu 12 Tonnen Blätter
- Die Größe der Raupen nimmt innerhalb von 4 Wochen um das 25 fache zu.
- Ihr Gewicht nimmt dabei um das 12 000fache zu.
- Zur Gewinnung von 250 g Seidenfaden werden 3 000 Kokons, das entspricht etwa 1 kg, benötigt.
- Um ein Paar Seidenstrümpfe herzustellen, braucht man 350 Kokons, für ein Kleid ungefähr $\frac{1}{2}$ kg Seide, das sind 1 700 Kokons.
- Um 1700 Kokons zu erhalten, muss man die hungrigen Raupen mit fast 60 kg Maulbeerblättern füttern.
- Es dauert rund 10 Stunden, um diese Kokons zu haspeln, und noch länger, um sie zu weben.
- „Die Seidenkultur ist also ganz sicher nichts für faule und lustlose Menschen“ (Zahlenangaben und Zitat: Berenbaum).

Vermutlich gab es die Seidenraupenzucht in China bereits 4 500 Jahre vor Chr., denn bereits seit dem 2. Jahrtausend vor Chr. brachten Seidenhändler über die berühmte „Seidenstraße“ die teure und begehrte Ware bis nach Europa. Sie war mit fast 10 000 km eine der längsten Handelsrouten der Welt. Die Seidenherstellung selbst wurde von den Chinesen geheim gehalten. Wie die Seidengewinnung „erfunden“ wurde und die Kenntnis dann doch aus dem Reich der Mitte heraus gelangte, darum ranken sich verschiedene Legenden wie zum Beispiel diese:

Aus Angst vor einer Schlange flüchtete die chinesische Kaiserin Si-Ling-Chi auf einen Maulbeerbaum. Dort fiel ihr Blick auf eine Raupe, die gerade dabei war, sich mit einem glänzenden Faden einzuspinnen. Sie fand dieses Gespinnst so wundervoll, dass sie ein paar Raupen und Maulbeerblätter mit in den Palast nahm und begann, sie zu züchten und aus den Fäden der Kokons feine Seidenstoffe herzustellen. Sie wurde zur Schutzherrin und Göttin der Seidenraupen und ordnete an, dass nur ausgewählte Frauen des Palastes die empfindlichen Raupen pflegen durften. Denn Raupen können keine schlechte Laune ertragen, sie müssen stets mit einem Lächeln versorgt werden! Noch heute gilt China als das „Land des Lächelns“.

Weiter wird erzählt, dass eine chinesische Prinzessin, die nach Korea verheiratet wurde, Raupeneier in ihrer Hochzeitsfrisur aus dem Palast schmuggelte. Dann sollen Priester in ihren Wanderstöcken die Seidenproduzenten weiter verbreitet haben. Über Japan und Mittelasien wurde die Kunst im 6. Jahrhundert nach Byzanz gebracht. Die für die Seidenraupenzucht unerlässlichen Maulbeerbäume gedeihen im Mittelmeerklima besonders gut, so dass sich vor allem in Italien und auch Spanien eine blühende Seidenindustrie entwickelte. Im 17. Jahrhundert spielte Frankreich eine führende Rolle. Auch in Deutschland wurden Maulbeerbäume angepflanzt, z.B. im Berggarten in Hannover, ganze Alleen in Berlin und Umgebung, in Kassel gibt es noch eine Straße namens „Maulbeerplantage“ in der Nähe der ehemaligen Spinnfaserfabrik Enka und ein Maulbeerbaum steht sogar auf der Insel Helgoland. Auch die Celler Seidenproduktion florierte lange Zeit. Probleme gab es immer wieder mit den nicht frostresistenten Maulbeerbäumen, daher wurde auch mit anderen Futterpflanzen experimentiert. Udo Dammer beschreibt in einem Buch von 1915 die Erfolge mit Schwarzwurzel, wenn man gleichzeitig auf eine höhere Zimmertemperatur achtet, so dass die Zucht von Seidenraupen „bis hin nach Petersburg“ möglich sei. Die aufblühende Kunstfaserindustrie verdrängte die heimische Seidenproduktion aber vollständig.

Die ursprüngliche Wildform des Seidenspinners lieferte nur 150 – 200 m abhaspelbaren Faden.

Außer dieser „Edelseide“ wird noch von anderen Spinnern die Seide genutzt, häufig als Wildseide oder zumindest nicht in einer wirtschaftlich bedeutenden Produktion. So gibt es in der Familie des Maulbeerspinners, den Echten Spinnern, noch den Rhizinus-Seidenspinner (*Bombyx cythia*), der in Korea und anderen Gebieten Asiens genutzt wird. In der Familie der Augenspinner (*Saturniidae*), zu der unser Kleines Nachtpfauenauge gehört, das allerdings keine brauchbare Seide liefert, wird gleich von mehreren Gattungen und Arten Seide gewonnen. So hat die Schwesternart, das Große Nachtpfauenauge, z. B. in der Türkei wirtschaftliche Bedeutung. Auch die Gattungen *Platysamia* und *Telea* liefern gesponnene Wildseide, und die Gattung *Antheraea* die weiter verbreitete und verwendete Tussahseide, deren goldgelber Faden gröber und fester ist und von unregelmäßiger Struktur. *Antheraea pernyi*, der Chinesische Tussah- oder Eichenseidenspinner, wurde versuchsweise auch in Deutschland gezüchtet, um aus der groben Seide Fallschirme herzustellen. Diese Art eignet sich auch für die Zucht im Klassenzimmer, wir haben sie



Netz aus Spinnenseide



Kreuzspinne

Seide besitzt ganz besondere Eigenschaften, die dazu dienen sollen, den werdenden Falter im Kokon zu schützen und die Beliebtheit dieses Materials erklären. Im fächerübergreifenden Unterricht lassen sich dazu einige Untersuchungen durchführen:

- geringe Dichte (im Vergleich zu anderen Naturstoffen wie Wolle und Baumwolle)
- wasserabweisend, kann bis 30% ihres Eigengewichts an Wasser aufnehmen, trocknet schnell
- schmutzabweisend
- knitterarm
- gute Isoliereigenschaften, schützt vor Wärme und Kälte
- nicht brennbar, thermischer Abbau ab 170 °C
- elastisch und reißfest
- geruchsunempfindlich
- kein Mottenfraß
- gute Färbereigenschaften (mit basischen und anderen Farbstoffen s. Seidenmalerei)
- widerstandsfähig gegenüber verdünnten Säuren und organischen Lösungsmitteln

aber:

- Abbau durch konzentrierte Säuren und Laugen (Eiweißspaltung)
- empfindlich gegenüber UV, wird brüchig
- Abbau durch Mikroorganismen.

viele Jahre lang im Schulbiologiezentrum Hannover gehalten und an Schulen ausgegeben. Bei ihren Kokons kann man sehr gut das Abhaspeln des Fadens zeigen. Allerdings wird in der Regel bei der Gewinnung von Wildseide in Kauf genommen, dass der Kokon durch Schlüpfen des Falters an einer Stelle zerstört wird.

Unter den Insekten stellen aber nicht nur Schmetterlingsraupen Kokons aus Seide her, sondern auch im Wasser lebende Köcherfliegenlarven, die ihren weichen Hinterleib in einem selbst gesponnenen Köcher schützen. Weberameisen Afrikas halten ihre Larven wie Leimtuben und heften mit dem austretenden Faden Blätter zu einem Nest zusammen.

Auch in ganz anderen Tiergruppen wird gesponnen. Gut bekannte heimische Seidenproduzenten finden sich unter den Spinnen. Ihre Seide besteht aus langkettigen Eiweißmolekülen in einer speziellen Anordnung, die zu einer besonderen Zugfestigkeit und Elastizität führt. Die Spinnwarzen mit den Spinnröhren liegen im Hinterleib. Der Faden wird mit den Beinen oder dem ganzen Körper herausgezogen. Je nach Drüsentyp produzieren sie verschiedene Seidenfäden, mit oder ohne Leim, für Fangnetze und Kokons (bei Wolfsspinnen für den Nachwuchs), Stolper- und Lassofäden (Bolaspinne), Sicherungsleine und Flugfäden (Baldachinspinne).

Spinnenseide wurde für Fischnetze und Vogelfallen eingesetzt oder auch für blutstillendes Verbandsmaterial. Man würde sie gerne für kugelsichere Westen, leichte Helme oder Fallschirmseile nutzen oder auch in der Medizin zur Nervenvernetzung - aber noch ist ihre Gewinnung ein Problem. Versuche zur natürlichen Herstellung von Spinnenseide sind bislang fehlgeschlagen. Das mehrmalige „Melken“ der Tiere stellt

keine große Schwierigkeit dar – von ihrer Giftigkeit einmal abgesehen -, aber die Versorgung mit lebender Beute bei Massentierhaltung.

Die besonderen Eigenschaften der Spinnenseide – sie ist z.B. auch bei -40°C noch elastisch und federnd - machen sie technologisch und wirtschaftlich interessant. Durch Bakterien oder andere Organismen gentechnisch hergestelltes Spinnrohprotein kann zu Filmen, Kapseln etc. verarbeitet werden und zu Fadenkreuzen für optische Instrumente.

Aus dem Altertum und der Bibel ist eine andere besonders wertvolle Seide bekannt: die See- oder Muschelseide, die so kostbar war, dass sie nur von kirchlichen Würdenträgern und vornehmen Leuten getragen oder auch zu Bildern verarbeitet wurde. Sie ist weich und goldglänzend, extrem fest und haltbar wie Nylon. Ihre Gewinnung war mühsam und aufwändig. Es handelt sich dabei um die Haffasern einer bestimmten Muschelart, und zwar der im Mittelmeer vorkommenden Schinkenmuschel *Pinna nobilis*, die sehr groß (bis 1 m) und alt (bis 20 Jahre) werden kann und deren Fleisch auch gegessen wurde. Sie gehört zur Familie der Steckmuscheln (*Pinnidae*), die eiweißhaltige bis 20 cm lange Haffäden aus speziellen Drüsen im Fuß absondern, um sich im Untergrund bis in 6 m Tiefe zu verankern. Auch die uns gut bekannten Miesmuscheln (*Mytilus edulis*) produzieren solche Byssusfäden, die aber zur Seidengewinnung ungeeignet sind. Muschelseide spielte bis ins 18. und 19. Jahrhundert hinein eine Rolle und soll auch heute noch in geringem Umfang in Süditalien hergestellt werden. Allerdings steht die Muschel inzwischen in der EU unter Naturschutz, denn aufgrund von Überfischung und Wasserverschmutzung ist sie selten geworden.

Schmetterlinge im (Schul)Garten

Auch wenn die ganz große Zeit der Schulgärten vorüber ist, besteht doch an vielen Schulen weiterhin ein solches, mehr oder weniger genutztes Gelände oder zumindest die Möglichkeit, die Flächen der Schule durch Anpflanzen von Insekten- und speziell Schmetterlingspflanzen ökologisch aufzuwerten und sie dann im Unterricht einzusetzen. Dabei lassen sich hervorragend Kenntnisse über die Bedürfnisse und Lebensgewohnheiten einzelner Arten vermitteln. Bei Schmetterlingen ist es wichtig, alle Lebensstadien einzubeziehen. Die schönsten Nektar spendenden Pflanzen nützen erst dann so richtig, wenn es auch Futterpflanzen für Raupen und vielleicht auch Überwinterungsmöglichkeiten gibt.

Bereits mit wenig Aufwand lässt sich ein Garten für Schmetterlinge attraktiver gestalten. Ein großes Angebot an farbenprächtigen Blüten möglichst einheimischer Pflanzenarten lockt die Nektar suchenden Imagines an. Ideal dafür ist eine artenreiche Wildblumenwiese, die gar nicht oder erst spät (im Herbst) gemäht wird. Die Zusammensetzung an Kräutern und Gräsern müsste dem Nährstoff- und Feuchtigkeitsgehalt des Bodens angepasst werden. Wiesen bieten über viele Monate gute Beobachtungsmöglichkeiten für den Besuch der unterschiedlichen Pflanzenarten und Blütentypen, sie haben aber den Nachteil, dass man sie nicht betreten kann.

Wildnisecken mit ganz gewöhnlichen Wildpflanzen, die oft als „Unkräuter“ aus dem Garten verbannt werden, bieten Futterpflanzen für sehr viele unserer Tag- und Nachtfalter. So leben die Raupen von Admiral, C-Falter, Tagpfauenauge, Landkärtchen, Distelfalter, Kleinem Fuchs, Messingeule, Schön-

bär, Gammaeule, Brauner Achateule und anderen alle an Brennnesseln. Die Gammaeule auch an Disteln (*Carduus* und *Cirsium*), Windenschwärmer an Winden (*Convolvulus*), Mittlerer Weinschwärmer an Weidenröschen (*Epilobium*) und Labkraut (*Galium*), Braune Achateule und Messingeule an Taubnessel (*Lamium*).

Aurorafalter an Knoblauchsrauke (*Alliaria*, s. Foto) und Wiesenschaumkraut (*Cardamine*), Distelfalter an Disteln (*Carduus* und *Cirsium*), Dickkopffalter und Kommafalter an Gräsern wie Schwingel (*Festuca*) und Honiggras (*Holcus*), Feuerfalter an Sauerampfer.



Aurorafalter auf Knoblauchsrauke

Allerdings ist das Dulden solcher Wildkräuter im Garten keine Garantie dafür, dass sich die Schmetterlingsarten tatsächlich ansiedeln, häufig müssen mehrere Faktoren zusammenkommen. So stellen auch die Brennnesselbewohner jeweils unterschiedliche Ansprüche an Sonne und Schatten, Feuchtigkeit etc.



Schwabenschwanz

Auch bei der Auswahl von Hecken, Gehölzen und Einzelsträuchern kann man nektarreiche und Raupenfutterpflanzen bevorzugen. Nicht nur der zwar exotische, aber trotzdem sehr wertvolle Schmetterlingsflieger (*Buddleja*) ist ein bekannter Schmetterlingsmagnet. Andere dienen Raupen als Nahrung: Liguster (Ligusterschwärmer), Faulbaum (Zitronenfalter), Ginsler (Bläulinge, Brombeerzipfelfalter), Weißdorn (Segelfalter, Baumweißling). Salweide wird schon früh im Jahr von überwinternden Schmetterlingen wie Zitronenfalter, Kleinem Fuchs, Tagpfauenauge, C-Falter, Trauermantel und verschiedenen Eulenarten angefliegen.



Zitronenfalter

Bei den Stauden ist die Auswahl groß. Bei ihnen gibt es nur wenige Raupenfutterpflanzen, sie bieten vor allem Nahrung für Schmetterlinge. Dabei bevorzugen Tagfalter die Farben Rot, Blau, Rosa, Violett, auch Gelb und Blüten vom Gestalttyp der Trichter- und Stieltellerblumen, aufrecht stehende Blütenröhren mit flachem Rand, auf denen sie gut landen können. Nachtfalter zeigen eine Vorliebe für die Farben Weiß und Hellgelb mit starker UV-Reflexion und Blüten vom Gestalttyp der Röhren- und Stieltellerblumen, längere Kronröhren, die hängen oder waagrecht stehen, mit starkem Duft, die sich auch erst

nachts öffnen. Auf Dolden- und Korbblütlern können Tagfalter gut landen, für ihren langen Rüssel sind auch die schmalen Kelche der Nelken- und Kardengewächse bestens geeignet. Nachtfalter besuchen gerne Jelängerjelieber, Nickendes Leimkraut, Ziertabak, Zaunwinden, Nachtviolen, Petunien, Phlox, Seifenkraut, Nachtkerzen und Waldhyazinthen.

Sowohl Tag- als auch Nachtfalter spielen dabei auch als Bestäuber eine wichtige Rolle.

Da sich Pflanzenlisten für die Anlage von Schmetterlingsgärten inzwischen in verschiedensten Garten- und Schmetterlingsbüchern und im Internet finden lassen, sich die Pflanzpläne jedoch nicht allgemeingültig auf jeden Garten übertragen lassen, sollen hier nur einige der für Falter attraktivsten Pflanzen aufgeführt werden.



Aurorafalter

Eine in doppelter Hinsicht lohnende Anlage ist ein Küchenkräuterbeet (Kräuterspirale), das mit intensivem Duft und gutem Nektarangebot eine Vielzahl von Schmetterlingen anzieht. Dazu gehören Rosmarin, Lavendel, Thymian, Salbei, Pfefferminze, Majoran, Oregano, Melisse, Fenchel, Dill, Liebstöckel, Borretsch und Beinwell.

Eine bunte Mischung für Tag- und Nachtfalter, die von Februar bis Oktober Blüten hervorbringt, könnte die folgenden Pflanzen umfassen: Winterling, Schneeglöckchen, Märzenbecher, Lerchensporn, Schneeheide, Krokus, Veilchen, Silberblatt, Schlüsselblume, Bartnelke, Blaukissen, Spornblume, Flockenblume, Lichtnelke, Nachtkerze, Malve, Seifenkraut, Phlox, Aster, Fetthenne und vor allem Wasserdost.

Viele Schmetterlinge brauchen aber auch eine Wasserstelle im Garten oder saugen an Fallobst, Baumsäften und sogar Kot wie der Admiral.



Admiral

Je vielseitiger ein Garten eingerichtet ist, desto größer auch die Anzahl der Schmetterlings- und Insektenarten, die zu Besuch kommen oder sich für längere Zeit dort ansiedeln.

Anregungen für den Unterricht

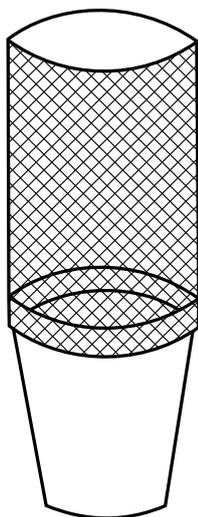
Haltung und Zucht des Kleinen Nachtpfauenauges

In der Regel beginnt eine Zucht mit dem Schlüpfen der Imagines, sei denn, man erhält von anderen Züchtern gleich Eigelege oder Raupen.

Günstig für den Unterricht ist der Umstand, dass 90% der Falter während der Unterrichtszeit zwischen 10 und 14 Uhr aus ihrem Kokon schlüpfen. Zur Erleichterung des Durchzwängens weichen die Falter die Reusenhaare mit einem Sekrettropfen auf und klettern anschließend an einem Zweig empor. Dort sitzen sie bis zu einer Stunde, um ihre Flügel zu entfalten, indem sie Körperflüssigkeit hineinpumpen.

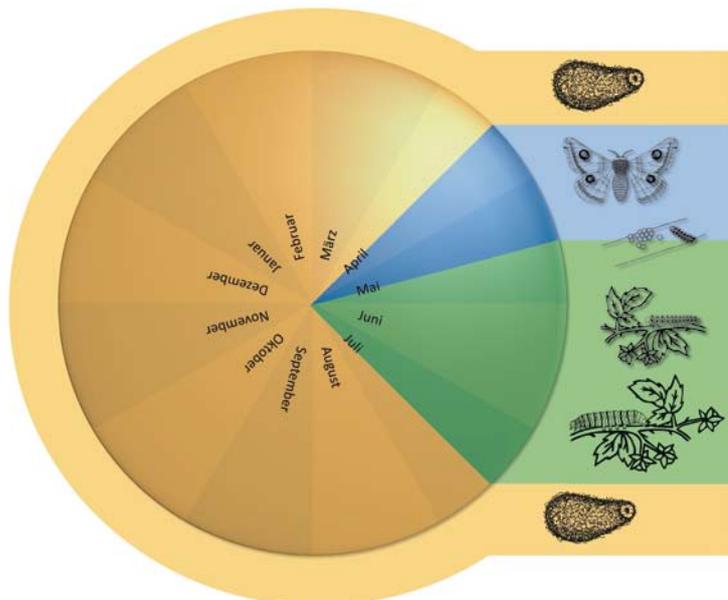
Während sich die Weibchen kaum von ihrem Schlupfort entfernen, fliegen die Männchen umher auf der Suche nach paarungsbereiten Weibchen. Die Paarung findet nur sehr selten in geschlossenen Räumen statt. Eine wichtige Rolle spielen klimatische Faktoren: möglichst Sonnenschein, genügend hohe Temperaturen, wenig Wind, kein Regen. Die Paarungszeit liegt nachmittags zwischen 15 und 18 Uhr.

Man kann das Weibchen einfach im geöffneten Käfig nach draußen stellen und dadurch vielleicht auch noch Männchen aus der Umgebung anlocken zur Vermeidung von Inzucht. Bietet man dem Weibchen gleich günstige Futterpflanzen an, bleibt es in der Regel an den Zweigen sitzen und beginnt umgehend mit der Eiablage. Es legt die Eier aber auch ohne Futterpflanzen im Käfig ab. Da sich die Eier nur sehr schwer unversehrt von der Unterlage entfernen lassen, ist es für den weiteren Verlauf einfacher, wenn man die ganzen „Eierstöcke“ zum Schlüpfen der Raupen in einen vorbereiteten Behälter legt.



Beispiel eines Zuchtbehälters aus Drahtnetz und Blumentopf

Dafür eignen sich Dosen oder Schachteln von etwa 18 x 13 x 6 cm Größe möglichst mit durchsichtigem Deckel, um die Raupen beobachten zu können, zum Beispiel auch einfach Frischkäse- oder Fleischsalatdosen (250 ml) oder Gefrierschalen (1 000 ml). Luftlöcher müssen in genügender Zahl und so klein gestochen werden, dass die winzigen Räumchen nicht hindurch passen. Einmal täglich öffnen zum gründlichen Lüften und nicht in die Sonne stellen, sondern an einen schattigen, aber hellen Standort.



Entwicklungszyklus des Kleinen Nachtpfauenauges

Auf den Boden des Behälters legt man ein Stück leicht angefeuchtetes Küchenpapier und obendrauf die Futterpflanzen. Die Wahl der Futterpflanzen ist entscheidend für die weitere Versorgung, denn die Räumchen nehmen in den ersten Tagen noch die verschiedensten Pflanzen an, „legen sich dann aber fest“ auf eine bestimmte Pflanzenart. Das bedeutet, wenn man sie zu Anfang auf Himbeere setzt, muss man für die weitere Entwicklung bis zum Einspinnen genügend Himbeerblätter liefern. Da die älteren Raupen später riesige Mengen an Futter benötigen, muss man sich vorher klar sein, ob genügend Pflanzen zur Verfügung stehen. Es könnte bedeuten, dass die eigene Himbeerernte in diesem Jahr dann ausfällt! Aus dem Grund werden die Raupen mit Vorliebe auf Weide gesetzt, denn Weidenblätter finden sich in der Regel im näheren oder weiteren Umkreis einer jeden Schule. Dabei sind alle Weidenarten geeignet, Schüler erkennen aber die Trauerweiden am leichtesten. Auch Birken eignen sich gut. Stehen doch nicht mehr genügend Zweige zur Verfügung, könnte man versuchen, mit altem und neuem Futter gleichzeitig die Raupen zum Wechseln zu bringen, manchmal gelingt es.



Schüler erkunden eine Raupe

Die Futterpflanzen müssen immer frisch sein, da die Raupen nicht trinken, sondern die nötige Flüssigkeitsmenge über die Blätter aufnehmen. Sie dürfen aber nicht nass sein.

Da die Tiere den ganzen Tag nichts anderes tun als fressen, produzieren sie entsprechend viel Kot. Dieser schimmelt leicht und muss daher täglich entfernt werden. Das geht am einfachsten, indem man die Zweige mit den Räumchen entnimmt, neues Küchenpapier einlegt, frische Zweige dazu und die alten daneben, so dass die Tiere überwechseln können. Einzelne Räumchen werden mit einem weichen Haarpinsel umgesetzt, keinesfalls mit den Fingern aufheben, da sie sehr weich und empfindlich sind.

Tiere, die nicht fressen, einen kränklichen Eindruck machen und sich kaum bewegen, stehen entweder kurz vor einer Häutung oder haben eine der relativ häufigen Durchfallerkrankungen. Im letzteren Fall müssen sie von den anderen Tieren isoliert werden, um eine Ansteckung zu vermeiden. Man erkennt kranke Tiere oft daran, dass sie schlaff und nur matt gefärbt sind und bräunlichen flüssigen Kot abgeben. Diese Raupen sterben, wenn sie sich nicht von selbst erholen. Solche Krankheiten treten auch in der Natur häufiger auf. Um ihre Ausbreitung in der Zucht einzudämmen, ist besondere Sorgsamkeit bei der Sauberkeit sehr wichtig. Wenn man sich nicht sicher ist, ob die Raupen alle gesund sind, empfiehlt es sich, sie auf mehrere Behälter zu verteilen.

Sich häutende Raupen sind sehr störanfällig und müssen vollkommen in Ruhe gelassen werden. Sie suchen sich einen geeigneten Platz, häufig am Deckel oder am oberen Rand des Behälters. Die erste und oft auch die zweite Häutung erfolgen in der Gruppe, die Tiere spinnen sich ein gemeinsames Fußpolster und hängen unbeweglich, bis die alte Haut aufplatzt und sie Herausschlüpfen.



Junge (schwarz) und alte Raupen (grün)

Die älteren Stadien werden in einen Insektenzuchtkasten umgesiedelt oder in ein Glasterrarium mit Gazedeckel. Auch hier wird der Boden mit Papier ausgelegt zur leichteren Reinigung. Glasterrarien haben den Vorteil, dass die Schülerinnen und Schüler die Raupen von allen Seiten gut beobachten können und die Feuchtigkeit besser gehalten wird, sie sind aber nicht so leicht zu handhaben, und es kommt leichter zur Schimmelbildung.

In diesen größeren Behältern stellt man die Futterpflanzen am besten in ein Gefäß mit Wasser, so dass sie nicht so leicht trocken werden. Dabei muss man darauf achten, die Öffnung des Gefäßes um die Zweige herum sorgsam abzudichten, damit die Raupen nicht ins Wasser geraten und ertrinken. Heruntergefallene Raupen können nicht an glatten Wänden

wieder nach oben klettern, deshalb sollte man ihnen Zweige zur Hilfestellung auf den Boden legen. Da sich die Raupen gerne an den Wänden oder am Deckel zur Häutung festspinnen, sollten auch ältere Zweige einfach an die Wände gelehnt werden. Dazwischen spinnen die verpuppungsreifen Raupen auch ihren Kokon.

Während sich Himbeer- und Brombeerzweige gut auf Vorrat für ein paar Tage halten lassen, trocknen Weidenzweige sehr schnell ein und müssen immer wieder frisch besorgt werden. Für die Verpuppung ist es wichtig, dass nicht zu viele Tiere in einem Terrarium sind. Denn auf der Suche nach einem geeigneten Platz zum Einspinnen laufen die Raupen oft Stunden umher und stören sich dabei gegenseitig. Kurz vorm Einspinnen setzen sie noch eine dunkelrote bis schwarze, meist schleimige Flüssigkeit ab.



Kokon spinnende Raupe

Während die Raupen den Kokon spinnen, sollten sie nicht gestört werden. Sie benötigen dann kein Futter mehr und geben auch keinen Kot mehr ab, so dass die Reinigung entfällt.

Die fertigen Kokons werden in einem mäuse- und vogelsicheren, aber luftdurchlässigen Behälter über den Winter kühl aufbewahrt, am besten in einem Schuppen oder überdachten Außenregal, nicht bei Zimmertemperatur, sonst könnte es geschehen, dass die Falter bereits um die Weihnachtszeit schlüpfen.



Schlüpfendes Nachtpfauenaugen weibchen

Wenn die Falter den Kokon verlassen, brauchen sie Zweige oder andere Gegenstände mit einer rauen Oberfläche, um senkrecht nach oben zu klettern und die noch zusammengefalteten Flügel auf einem erhöhten Platz zu strecken und auszuhärten. Der Vorgang kann ein bis zwei Stunden dauern.

Rund ums Kleine Nachtpfauenauge

Weil Schmetterlinge so ein beliebtes Thema für den Unterricht sind, gibt es bereits sehr viel Material mit Arbeitsvorschlägen und –blättern wie zum Beispiel in Unterricht Biologie (s. Literaturverzeichnis). Speziell das Kleine Nachtpfauenauge wurde sehr ausführlich in mehreren Arbeitshilfen des Schulbiologiezentrums Kassel behandelt.

Hier sollen einige Anregungen gegeben werden für die Beobachtungen und Untersuchungen an den Raupen, Kokons und ev. toten Imagines des Kleinen Nachtpfauenauges.

Das Arbeitsblatt zu den Kokons entstand nach einer Vorlage von Rainald Irmscher (aus der Arbeitshilfe des Schulbiologiezentrums Kassel).



Puppe des Kleinen Nachtpfauenauges mit „Raupenhemd“ im aufgeschnittenen Kokon

Falter:

- Vergleich Männchen und Weibchen: Fühler, Färbung, Größe, Flügelspannweite, Verhalten
- Vergleich der Flügelaugen bei mehreren Faltern – jedes „Auge“ ist anders
- Vergleich mit anderen Pfauenaugen: Tagpfauenauge als typischer Tagfalter mit schlanken gekaulten Fühlern und nach oben geklappten Flügeln in der Ruhestellung, Abendpfauenauge mit schnittiger Flügelform, alle mit Augenflecken zur Abwehr

Kokons:

- Kokons mit Puppe klappern beim Schütteln
- Kokons der Weibchen sind größer
- aufgeschnitten: wasserabweisend, als Boot oder Schale zum Wassertransport
- Reuse nur von innen nach außen passierbar (s. AB)
- Flocksicht und Innengespinnst, in Lauge kochen und Fäden suchen, unterm Mikroskop mit Haaren vergleichen, Reißfestigkeit
- Bau und Funktion, gute Tarnung
- verbrennen (Geruch?)

Puppen:

- Fühler- und andere Organanlagen sind bereits zu erkennen
- Größenvergleich
- Stigmen (Atemöffnungen) an den Seiten
- Beweglichkeit

Raupen:

- Körperbau
- Nahrungsaufnahme junger und älterer Tiere, Fraßmuster, Futterwahl, Kotabgabe
- Gewichtszunahme
- Bewegungsweisen, Einsatz der verschiedenen Beine, Festklammern
- Reaktionen auf verschiedene Reize, auch Schreckreaktionen (Fallenlassen bei Berührung)
- Sozialverhalten (zu Anfang noch gesellig)
- Häutungsvorgang und Umfärbungen
- Einspinnen
- Haltung und Pflege

Allgemein:

- Anfertigen eines Entwicklungsprotokolls
- Anlegen einer Zeitleiste
- Darstellen eines Jahreszyklus
- Feinde des Kleinen Nachtpfauenauges
- Nahrungskette oder –netz
- Aufstellen von Steckbriefen oder Portraits verschiedener Schmetterlinge
- „nützliche“ und „schädliche“ Schmetterlinge
- Falter- und Raupenpflanzen
- Artenschutz
- Was können wir tun?

Quellentext: J. H. Fabre zu Nachtpfauenaugen

Jean Henri Fabre lebte von 1823 bis 1915. Er war ein weltweit bekannter französischer Entomologe und Autor von etwa 100 Schul- und populärwissenschaftlichen Büchern. Am bekanntesten sind seine 10 Bände „Souvenirs Entomologiques“. Eigentlich lehrte er Mathematik und Physik, entdeckte dann aber die Naturkunde und studierte sie autodidaktisch. In seiner Freizeit beobachtete er unendlich geduldig vor allem Insekten und führte auch verschiedene Experimente mit ihnen durch. Daher gilt er auch als ein wichtiger Wegbereiter der Verhaltenslehre. Seine Beschäftigung mit der Natur brachte ihn zu dem Ausspruch: „Je ne crois pas en Dieu. Je le vois.“ Aufgrund seiner anschaulichen und sprachlich geschliffenen Schilderungen nannte man ihn auch den „Homer der Insekten“. Der nachfolgende Auszug entstammt einer deutschen Übersetzung seiner ersten Bände der „Souvenirs Entomologiques“. Bei dem Schmetterling handelt es sich um das Große Nachtpfauenaug, die Schwesternart zum Kleinen Nachtpfauenaug.



Jean-Henri Fabre

Hochzeitsflüge der Nachtpfauenaugen

Es war ein denkwürdiger Abend: ich werde ihn den Nachtpfauenaugen-Abend nennen. Wer kennt nicht diesen prächtigen Schmetterling, einen der größten unter den europäischen Nachtfaltern, gekleidet in kastanienbraunen Samt mit einem Halskragen von weißem Pelz? Jeder der mit Grau und Braun übersäten Flügel, mit zickzackförmigen grauen Querstreifen und Rändern von gleicher Farbe, trägt in der Mitte einen runden Fleck, ein großes Auge mit schwarzem Augapfel und verschiedenfarbiger Iris, in der sich schwarze, weiße, kastanienbraune und amarantröte Ringe aneinander reihen...

Am Morgen des 6. Mai schlüpft in meiner Gegenwart ein Weibchen auf dem Tische meines Laboratoriums aus seinem Puppengehäuse. Ich sperre sogleich den noch feuchten Schmetterling unter eine Drahtglocke, ohne bestimmte Absicht, nur um zu beobachten, was sich weiter begeben wird. Gegen 9 Uhr abends entsteht ein großes Gepolter in dem an das meinige stoßende Gemach. Mein kleiner Paul, nur noch halb angekleidet, läuft und springt wie närrisch umher, trampelnd und Stühle umwerfend. „Komm schnell“, höre ich ihn rufen, „und sieh die Schmetterlinge, die so groß wie Vögel sind! Meine ganze Kammer ist voll davon!“

Ich eile herbei und finde nun die Begeisterung des Knaben und seinen übertreibenden Ausruf wohl begreiflich. Es hat eine Invasion von riesigen Schmetterlingen in unser Haus stattgefunden. Vier sind bereits gefangen und in einem Vogelkäfig untergebracht; zahlreiche andere flattern unter der Zimmerdecke umher. Bei diesem Anblick fällt mir das am morgen eingesperrte Weibchen ein. „Zieh dich wieder an, Kleiner,“ sage ich zu meinem Sohne, „und komm mit mir. Wir werden etwas Seltsames sehen.“ Auf dem Wege zu meinem Arbeitszimmer, das den rechten Flügel der Wohnung einnimmt, treffe ich in der Küche die Magd, wie sie mit ihrer Schürze große Schmetterlinge verscheucht, die sie zuerst für Fledermäuse gehalten hat. Das Nachtpfauenaug hat, wie es scheint, so ziemlich überall von meiner Wohnstätte Besitz ergriffen. Wie wird es erst bei der Gefangenen aussehen, die der Grund dieses Zuströmens ist! Glücklicherweise ist das eine von den beiden Fenstern des Zimmers offen geblieben. Der Weg zu ihr ist also frei.

Eine brennende Kerze in der Hand, treten wir in den Raum, und was wir dort sahen, ist mir unvergesslich geblieben. Mit einem lässigen Auf- und Zuklappen der Flügel schweben große Schmetterlinge um die Drahtglocke, verweilen, entfernen sich, kommen wieder, steigen zum Plafond empor und senken sich wieder herab. Sie stürzen sich auf das Licht und löschen es mit einem Flügelschlag aus; sie lassen sich auf unsere Schultern nieder, klammern sich an unsere Kleider und streifen unsere Gesichter. Dieses Wirbeln der Schmetterlinge hat etwas Gespenstisches, und der kleine Paul drückt meine Hand stärker, als er sonst zu tun pflegt.

Es mögen ihrer zwanzig sein und mit Einrechnung der in der Küche, das Zimmer der Kinder und andere Räume der Wohnung abgeirrten vierzig verliebte Nachtpfauenaugen sind also von allen Punkten herbeigekommen, ohne dass ich weiß, wodurch sie benachrichtigt wurden, um der am Morgen in meinem verborgenen Arbeitsgemach geborenen Heiratsfähigen ihre Huldigungen darzubringen.

Für Fabre bietet sich dasselbe Schauspiel auch die nächsten Abende. Jedesmal kommen die Schmetterlinge abends im Dunkeln zwischen 20 und 22 Uhr auch bei stürmischem Wetter und in totaler Finsternis. Da das Haus außerdem vollkommen versteckt hinter dichten Büschen und Bäumen liegt, kommt für ihn eine Wahrnehmung der Weibchen mittels ihres Lichtsinnes kaum in Frage. Es ist auch kein Ton von ihnen wahrzunehmen, so dass er auch den Gehörsinn – erst einmal - ausschließt.

Welche Apparate leiten den großen Schmetterling in der Brunft, wenn er durch die Nacht wandert? Man könnte zunächst an die ansehnlichen, borstigen Fühler denken, mit denen die Männchen in der Tat den Raum zu durchforschen scheinen... Ein ausschlaggebender Versuch scheint leicht zu sein.

Am Morgen nach der Invasion finde ich in meinem Arbeitszimmer noch acht von den Besuchern des gestrigen Abends. Sie sitzen unbeweglich an den Querstäben des zweiten Fensters, das geschlossen geblieben war... Jenen acht nun schneide ich, ohne sie zu berühren, mit einer feinen Schere die Fühler dicht am Absatz ab. Die Amputierten lassen sich die Operation weiter nicht anfechten, keiner rührt sich, kaum ein Schlagen mit den Flügeln, offensichtlich hat ihnen die Verwundung also keinen ernsthaften Schaden getan. Sie dürfen natürlich das Weibchen beim Beginn ihres nächtlichen Fluges nicht sehen können, wenn ihnen das Verdienst des Auffindens zuerkannt werden soll. Ich trage daher die Drahtglocke mit der Gefangenen zu ebener Erde unter einen offenen Holzverschlag, der sich am andern Ende des Hauses – etwa 50 m von meinem Arbeitszimmer entfernt – befindet...

Die Glocke steht im Dunkeln, sozusagen in freier Luft. Von Zeit zu Zeit begeben sich mit einer Laterne und einem Netz dorthin; die Besucher werden gefangen, besichtigt, notiert und dann sogleich in einem nahen Raume, dessen Tür ich verschließe, wieder freigelassen... Im ganzen werden 25 Männchen gefangen, von denen nur ein einziges seiner Fühler beraubt ist.

Fabre wiederholt den Versuch am nächsten Tag. Von 24 Amputierten findet sich kein einziger bei der Drahtglocke ein.

Aus: J.H.Fabre: Bilder aus der Insektenwelt 1.u.2.Reihe. Kosmos Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart 1914 S. 80 – 82.

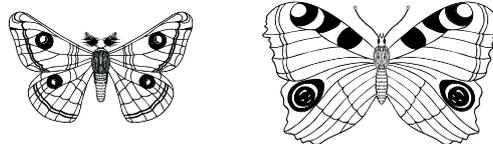
Schmetterlingsquiz

1. Woran erkennt man Tagfalter?

- a.) Sie sind meist am Tage unterwegs.
- b.) Sie haben farbenpr채chtige Flügel.
- c.) Ihre Fühler sind schlank und gekeult.

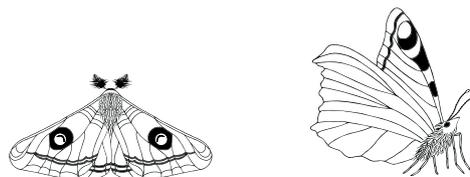
2.) Wie groß ist die Flügelspannweite des größten Tagschmetterlings?

- a.) 10 cm
- b.) 25 cm
- c.) 30 cm



3.) Wie schützen sich Nachtschmetterlinge vor Fledermäusen?

- a.) Sie besitzen einen dicken, stark behaarten Körper, der die Ultraschallschreie der Fledermäuse schlecht reflektiert.
- b.) Ihre Tarnfarben schützen sie vor den Fledermäusen.
- c.) Wenn sie die Ultraschallschreie der Fledermäuse hören, lassen sie sich zu Boden fallen.

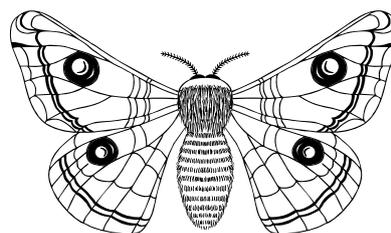


4.) Wie viel Prozent der Schmetterlinge sind Nachtfalter?

- a.) 25 %
- b.) 40 %
- c.) 90 %

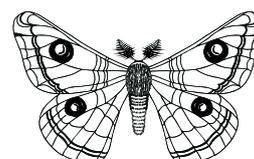
5.) Welche der folgenden Namen gehören zu keinem Schmetterling?

- a.) Admiral
- b.) Lonenmaulchen
- c.) Karminbar
- d.) Blutstropfchen
- e.) Spinnennetz
- f.) Zitronenfalter
- g.) Kleiner Fuchs
- h.) Totenkopf
- i.) Landkärtchen
- j.) Nonne
- k.) Kohlweiling
- l.) Schmetterlingsblutler



6.) Wie viel Meter Seide können aus einem Kokon des Eichenseidenspinners gewonnen werden?

- a.) 20 m
- b.) 200 m
- c.) 1000 m

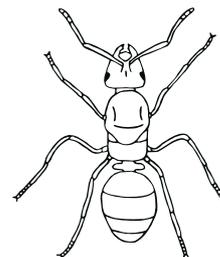
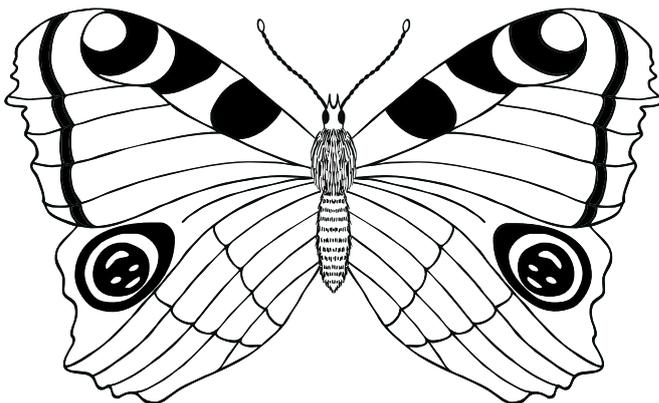
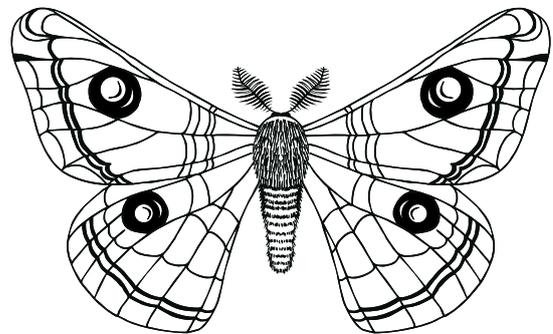
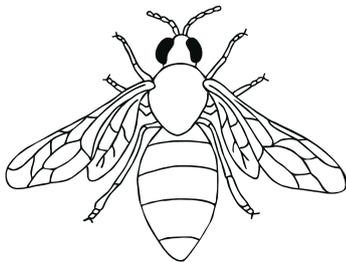
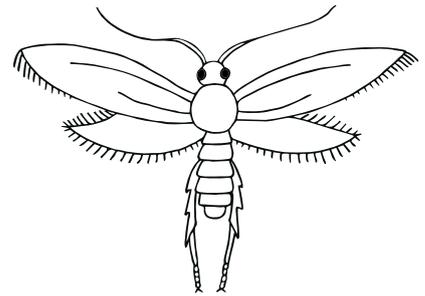
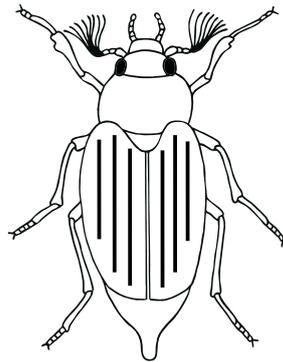
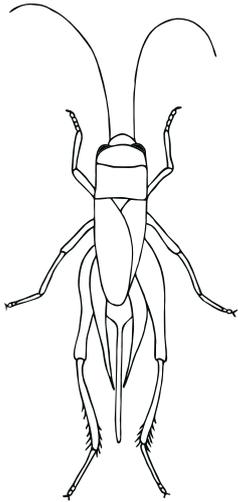


7.) Wie sollte ein Garten gestaltet sein, damit sich dort Schmetterlinge ansiedeln?

Arbeitsblatt: Woran erkennt man einen Schmetterling

1. Ordne die Namen den abgebildeten Insekten zu und begründe deine Entscheidung:
Maikäfer, Kleidermotte, Ameise, Biene, Tagpfauenauge, Heuschrecke, Kleines Nachtpfauenauge.

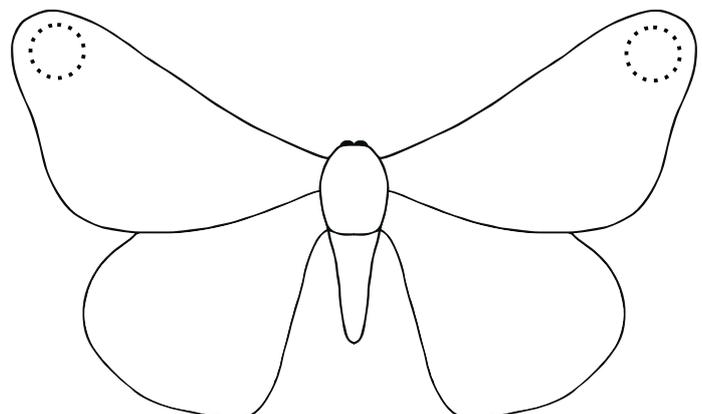
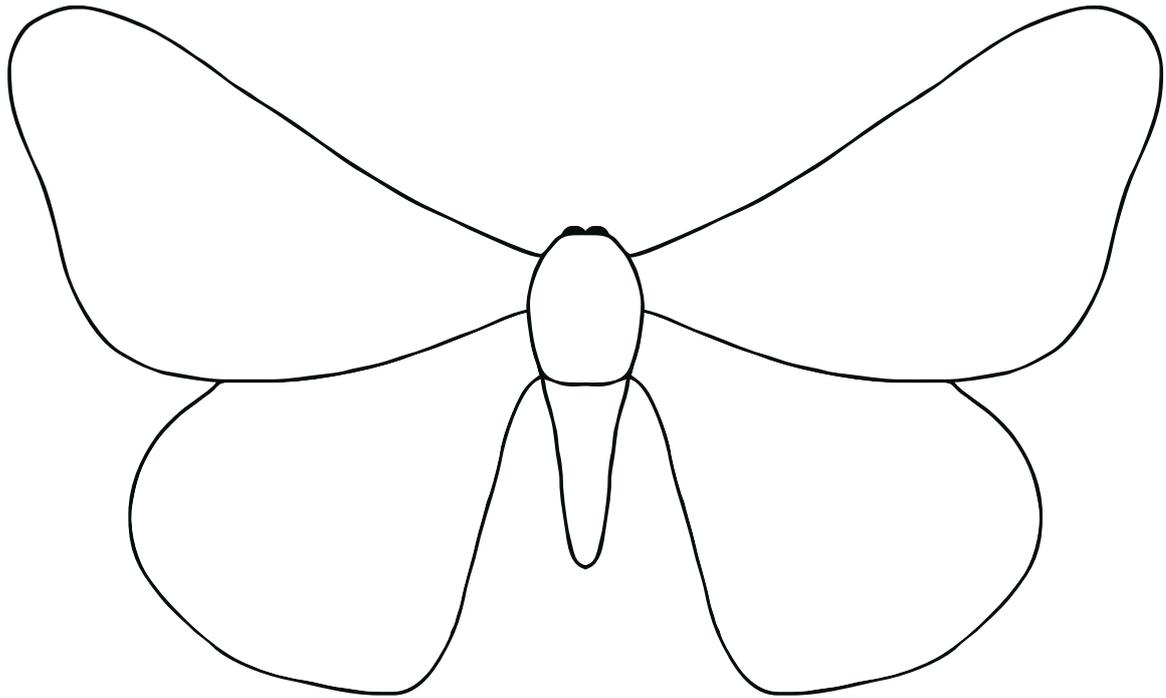
2. Drei der Insekten sind Schmetterlinge. Gib an, welche typischen Merkmale sie besitzen im Vergleich zu anderen Insekten.



Arbeitsblatt: Schmetterlingsschablone

Übertrage die Schablone auf dünne Pappe und schneide sie aus. Klebe jeweils ein 1-Centstück auf die eingezeichneten Kreise.

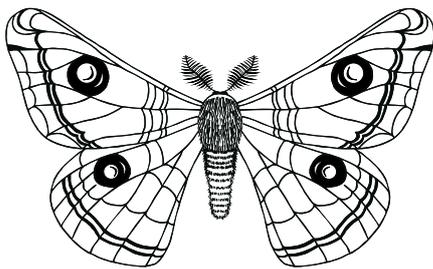
Jetzt kannst du den Schmetterling auf die Ecke eines Tisches, eines Regals oder auf ein Glas auflegen und ihn so schweben lassen.



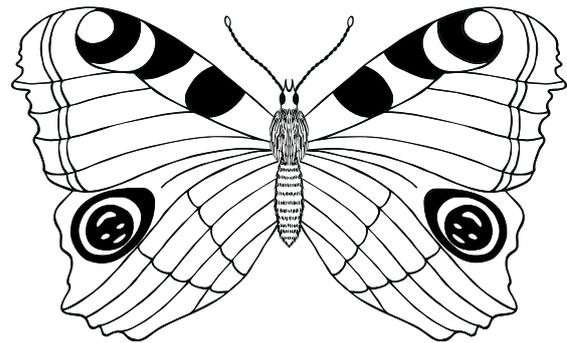
Arbeitsblatt: Vergleich von Tag- und Nachtfaltern

Wie der Name schon sagt, ist das Tagpfauenauge ein typischer Tagfalter, das Kleine Nachtpfauenauge gehört zu den Nachtfaltern (obwohl das Männchen tagsüber fliegt).

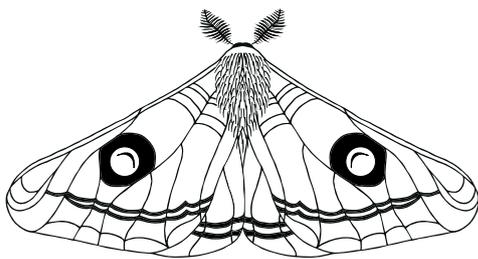
Aufgabe: Finde Merkmale heraus, in denen sich die beiden Schmetterlinge unterscheiden und die auch für die meisten anderen Tag- und Nachtfalter typisch sind.



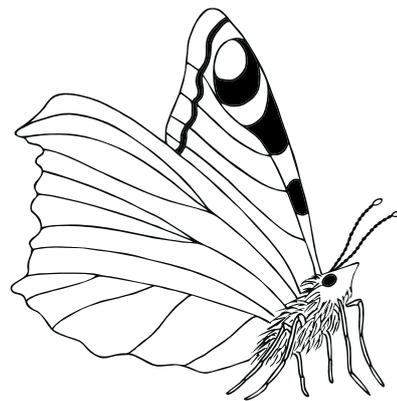
Kleines Nachtpfauenauge



Tagpfauenauge



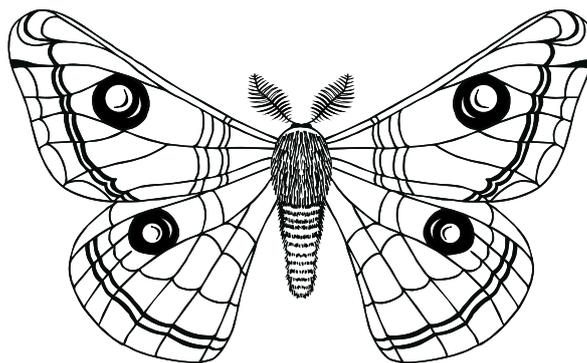
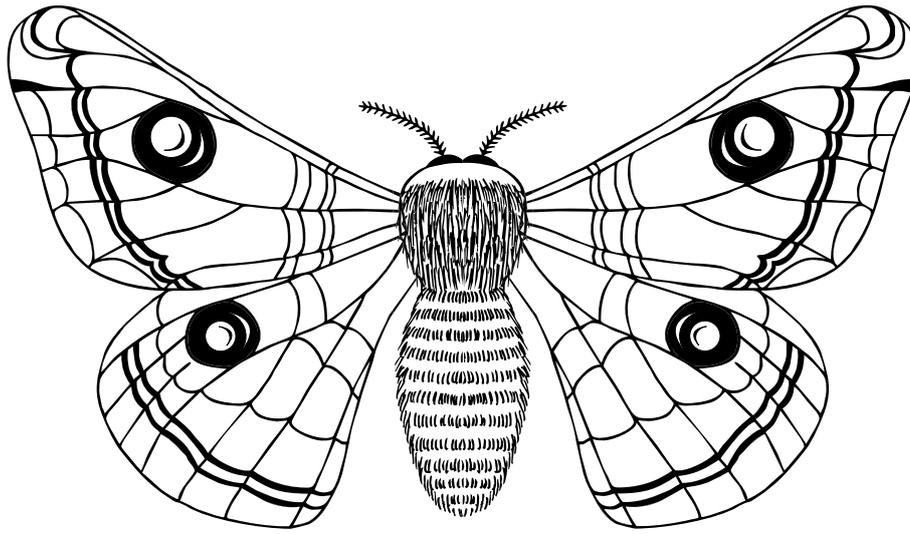
Kleines Nachtpfauenauge in Ruhestellung



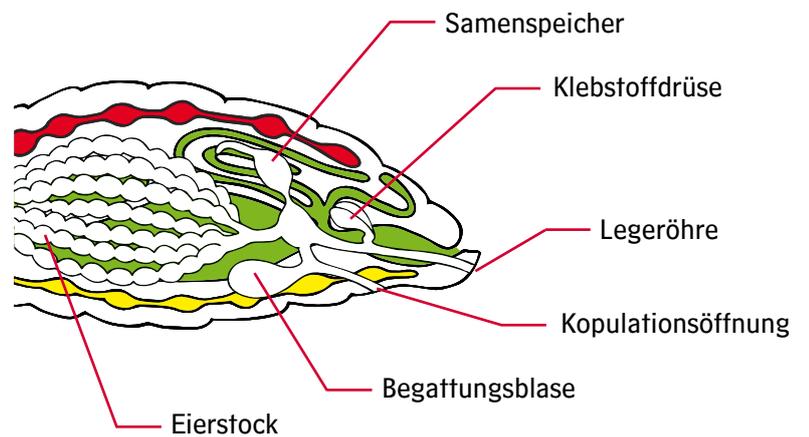
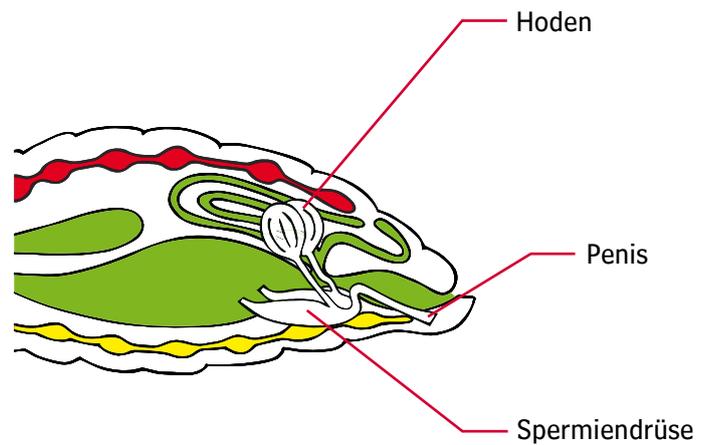
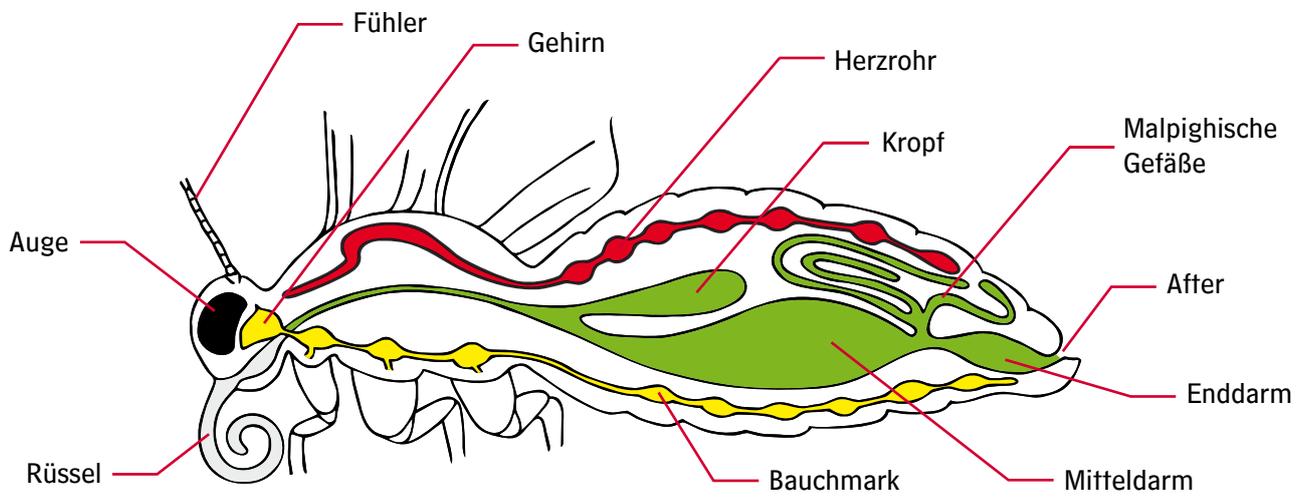
Tagpfauenauge in Ruhestellung

Arbeitsblatt: Das Kleine Nachtpfauenauge

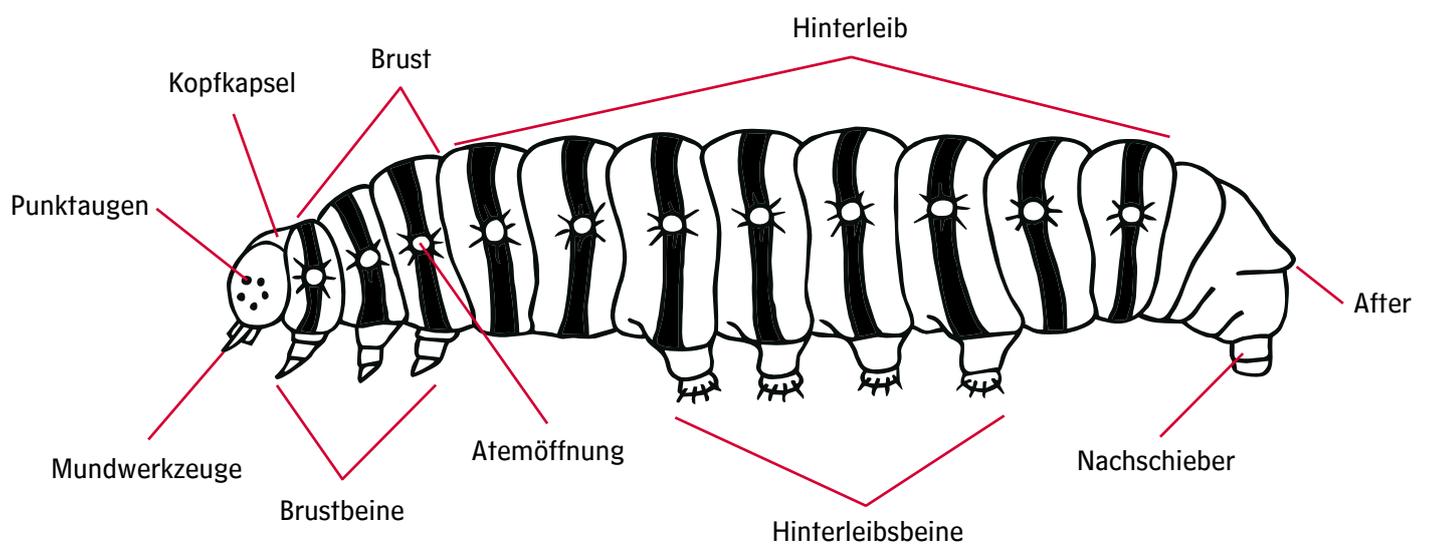
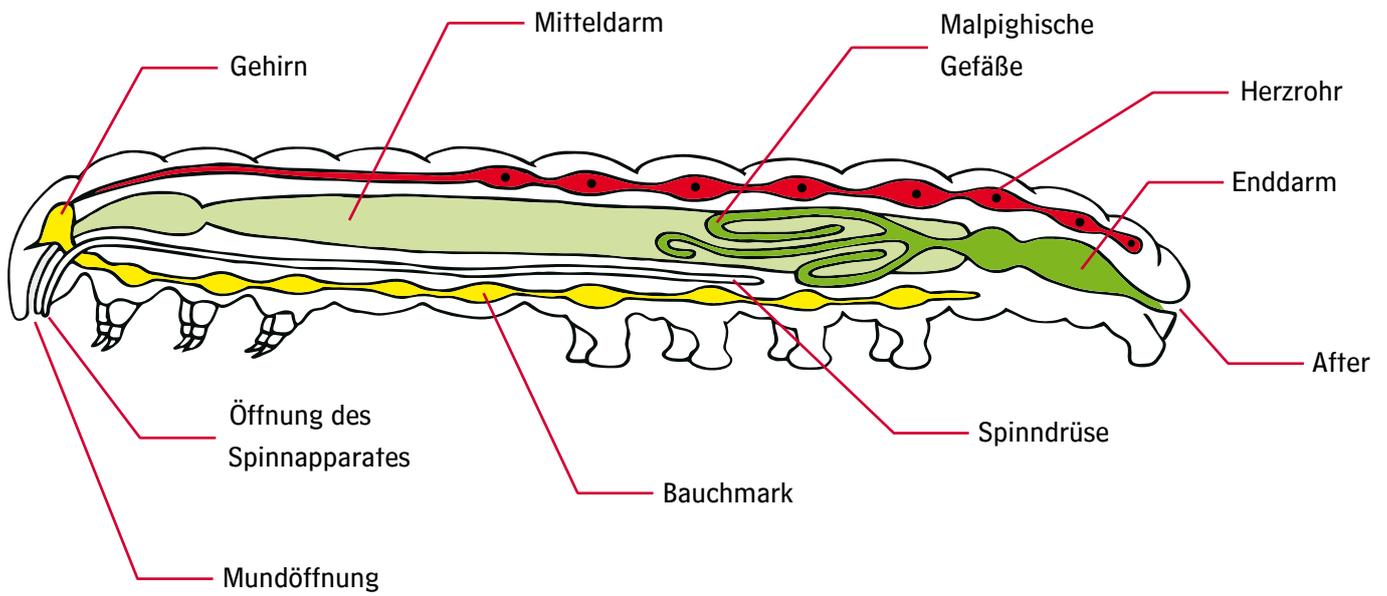
1. Male die beiden Tiere möglichst originalgetreu farbig an.
2. Gib an, wie sich Männchen und Weibchen unterscheiden.



Längsschnitt durch einen Schmetterling



Raupen



Arbeitsblatt: Pfauenaugen

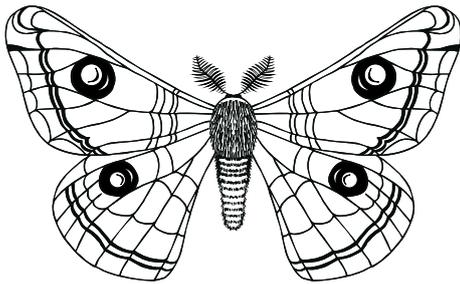
Die abgebildeten Schmetterlinge gehören zu verschiedenen Familien: das Kleine Nachtpfauenaug zu den Pfauenspinnern, das Tagpfauenaug zu den Edelfaltern und das Abendpfauenaug zu den Schwärmern. Alle drei Arten besitzen Augenflecken, das sind augenähnliche Muster, auf den Flügeln.

Beim Tagpfauenaug sind sie in der Ruhestellung mit nach oben geklappten Flügeln nicht sichtbar. Wird es beunruhigt, klappt es die Flügel schnell auseinander und gibt einen zischenden Laut von sich.

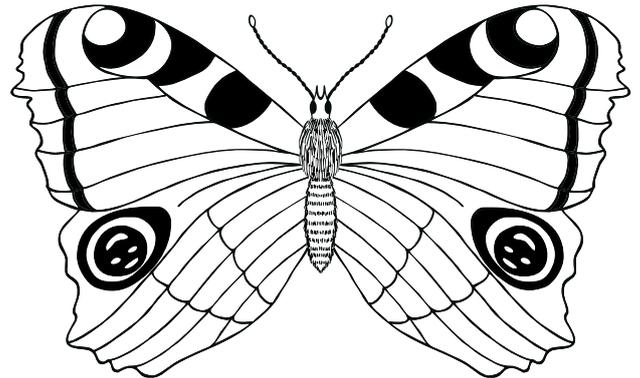
Auch das Abendpfauenaug verbirgt die Augenmuster der Hinterflügel in der Ruhestellung, dabei werden die Vorderflügel waagrecht ausgebreitet. Bei Störung zieht es die Vorderflügel vor, zeigt die Augenflecken und führt rhythmische Schaukelbewegungen durch.

Aufgabe:

Erläutere die Bedeutung der Augenflecken und des beschriebenen Verhaltens.



Kleines Nachtpfauenaug



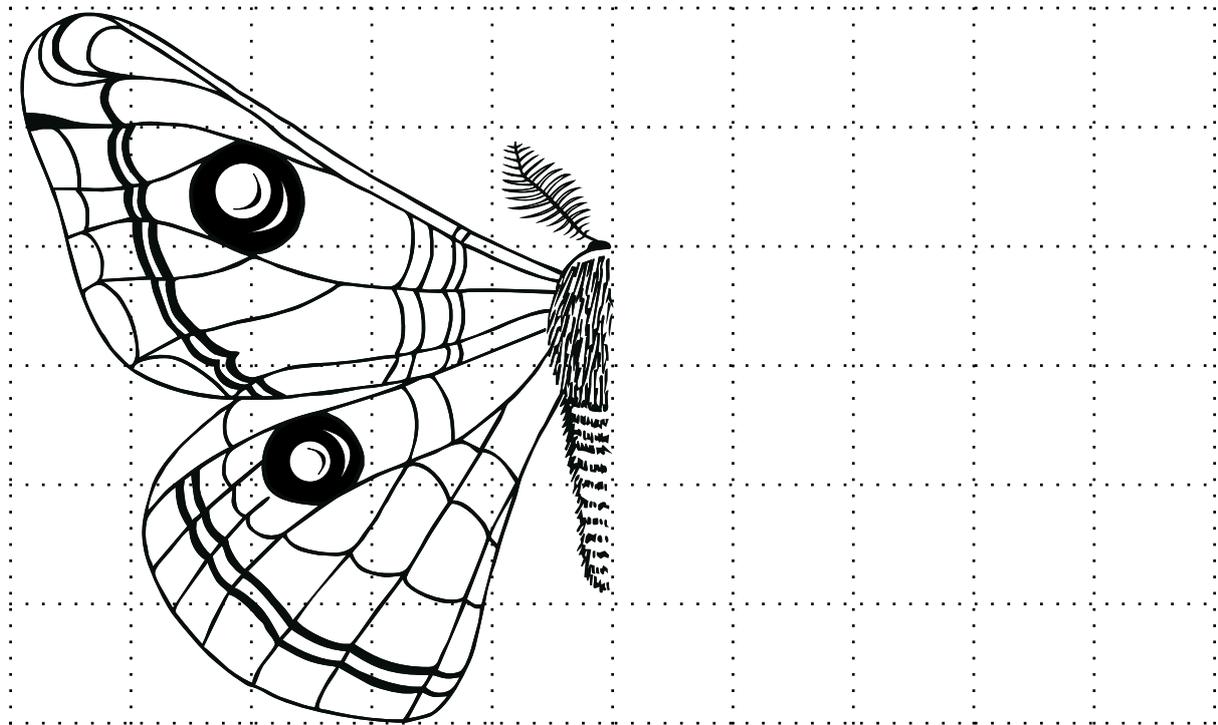
Tagpfauenaug



Abendpfauenaug

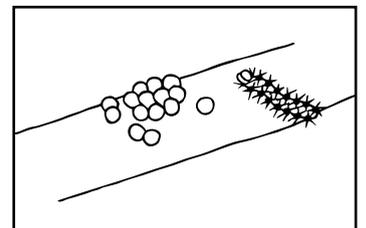
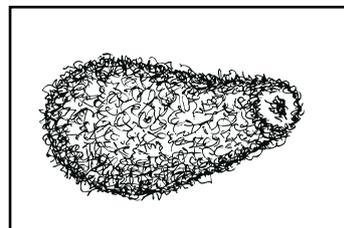
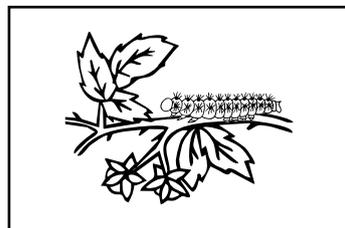
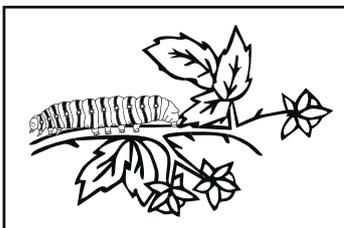
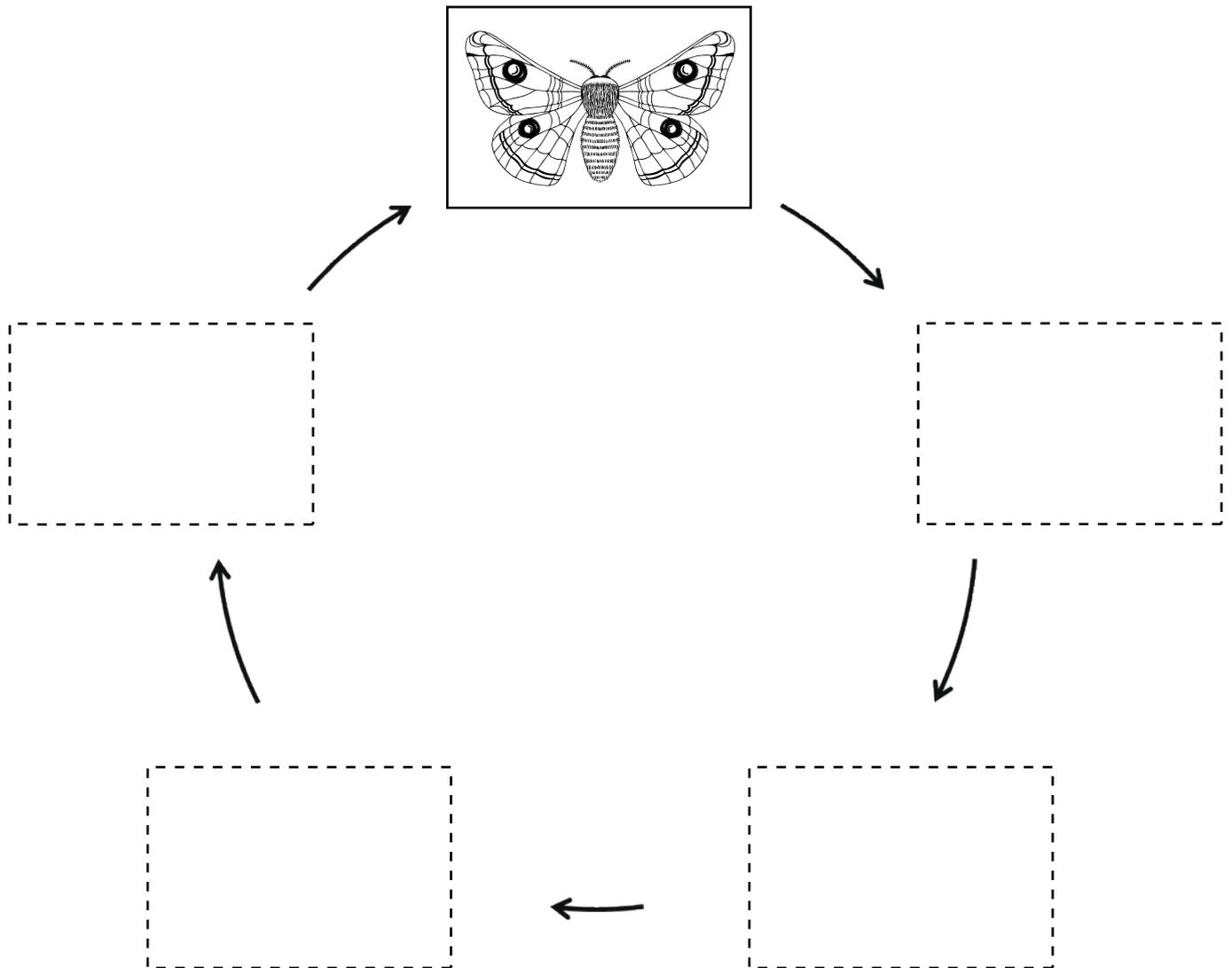
Arbeitsblatt: Wir zeichnen das Kleine Nachtpfauenauge

Ergänze die rechte Seite des Kleinen Nachtpfauenaugenmännchens. Male den Schmetterling möglichst originalgetreu an.

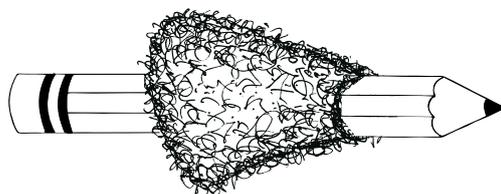
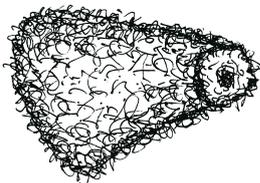
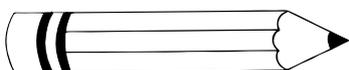
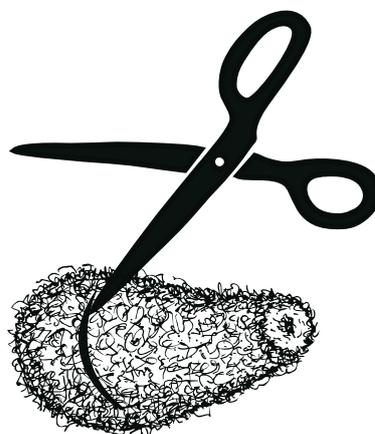
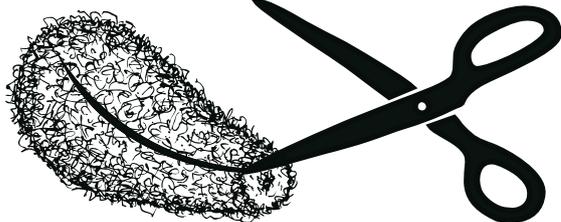
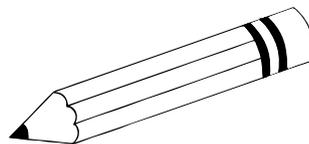
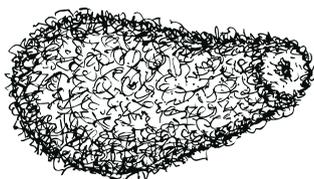


Arbeitsblatt: Entwicklungszyklus des Kleinen Nachtpfauenauges

Schneide die einzelnen Entwicklungsstadien des Kleinen Nachtpfauenauges aus und bringe sie in die richtige Reihenfolge.



Arbeitsblatt: Untersuchung eines Kokons



Literaturverzeichnis

- Apel, Jürgen; Schaffrath, Ulrich: Das Kleine Nachtpfauenauge. AH 10.5 Schulbiologiezentrum Kassel 1993
- Bellmann, Heiko: Der neue Kosmos Schmetterlingsführer. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH Stuttgart 2003
- Berenbaum, May R.: Blutsauger, Staatsgründer, Seidenfabrikanten. Heidelberg Spektrum Verlag 1997
- Dammer, Udo: Über die Aufzucht der Raupe des Seidenspinners mit Blättern der Schwarzwurzel. www.BioLib.de
- Dierl, Dr. Wolfgang: Schmetterlinge - Heimische Tagfalter und Nachtfalter. BLV München 1994
- Dröscher, Vitus B.: Magie der Sinne im Tierreich. List Verlag München 1966
- Dylla, Klaus: Schmetterlinge im praktischen Biologie-Unterricht. Aulis-Verlag Deubner & Co KG Köln 1967
- Eigner, Dr. Erwin: Schwärmer und andere Nachtfalter. Siebert Verlag
- Eigner, Dr. Erwin: Schmetterlinge (Tagfalter). Siebert Verlag
- Evers, Ute: Schmetterlinge im Garten. Eugen Ulmer GmbH Stuttgart 1999
- Fabre, Jean Henri: Bilder aus der Insektenwelt 1.u.2. Reihe. Kosmos Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart 1914
- Feltwell, John: Schmetterlinge - Naturführer für Kinder. C. Bertelsmann Verlag München 1999
- Fischer-Nage, Heiderose und Andreas: Bunte Welt der Schmetterlinge – Das Tagpfauenauge. Findling Buchverlag Lüneburg
- Frings, Hans Joachim: Der Eichenseidenspinner im Biologie-Unterricht. AH 15.8 Schulbiologiezentrum Hannover
- Gieseler, Sigrun: Schmetterlinge (Eichenseidenspinner) im Klassenzimmer als Thema des Sachunterrichts in einem zweiten Schuljahr. Schriftliche Hausarbeit zur 2. Staatsprüfung Hannover 1999
- Heß, Dieter: Die Blüte. Verlag Eugen Ulmer 1990
- Hintermeier, Helmut: Artenschutz in Unterrichtsbeispielen Teil 2. Auer Verlag GmbH Donauwörth 2000
- Hintermeier, Helmut und Margrit: Blütenpflanzen und ihre Gäste. Obst- und Gartenbauverlag München 2002
- Hintermeier, Helmut und Margrit: Schmetterlinge im Garten und in der Landschaft. Bayerischer Landesverband für Gartenbau und Landespflege 1991
- Jacobs, Una: Die Schmetterlings-Uhr. Ellermann Verlag München 1990
- Jacobs, Werner; Renner, Maximilian: Biologie und Ökologie der Insekten Spektrum Verlag München 2007
- Marent, Thomas: Schmetterlinge. Dorling Kindersley Verlag GmbH München 2007
- Merz, Eva; Pfletschinger, Hans: Die Raupen unserer Schmetterlinge. Kosmos Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart 1982
- Reichholf, Joseph H.: Schmetterlinge. BLV Buchverlag GmbH & KG München 2008
- Reichholf-Riehm, Dr. Helgard: Schmetterlinge. Mosaik Verlag GmbH München 1996
- Steghaus-Kovac, Dr. Sabine: Heimische und exotische Schmetterlinge. Tessloff Verlag Nürnberg 2006
- Teschner, Dietrich: Versuche mit Insekten. Quelle & Meyer Heidelberg 1979
- Witt, Reinhard: Ein Garten für Schmetterlinge. Franckh-Kosmos Verlags GmbH Stuttgart 2001
- Wyniger, René: Insektenzucht. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 1974
- Unterricht Biologie Heft 32 (1979), 104 (1985), 236 (1998) und 322 (2007).

Landeshauptstadt



Hannover

Fachbereich Bibliothek und Schule
Schulbiologiezentrum

Schulbiologiezentrum

Vinnhorster Weg 2, 30419 Hannover

Telefon

0511 168 47665

Telefax

0511 168 47352

E-Mail

schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de

Website

www.schulbiologiezentrum.info

1. Auflage

Stand

August 2009

Autoren

Rose Pettit

Grafiken

Sarah Galinski

Fotos

Werner Waldrich

Satz

Hannes Früchtenicht

Druck

Europadruck, Paderborn