Der Schmetterling-Ein Wesen des Wandels
Die Metamorphose der Lepidopteren am Beispiel des Wiener Nachtpfauenauges (Saturnia pyri)

Komplexe Leistung

im Fach Biologie

am

„Glückauf“-Gymnasium

Dippoldiswalde/Altenberg

Vorgelegt von: Anna-Sophia Kluger, Klasse 10c

[redacted]

Abgabetermin: 10.04.2013

Betreuer: [redacted]

Vorwort

Wir helfen den sibirischen Tiger zu schützen, spenden Unmengen Geld für den Erhalt der Spitzmaulnashörner und unterstützen viele andere Tierschutzprogramme auf unserer Erde. Dies ist richtig und natürlich auch wichtig für die Fauna und Flora. Doch hier in Deutschland gibt es einen drastischen Rückgang der heimischen Schmetterlinge.
Bin ich vor 5 Jahren an unseren heimischen Komposthaufen gegangen (welcher meist von vielen Blumen regelrecht umwuchert war), habe ich dort eine Vielzahl von verschiedenen Schmetterlingsarten gesehen. Kleine Perlmutterfalter, Landkärtchen, Gemeine Bläulinge, Tagpfauenaugen, ja manchmal tauchte sogar ein Schwalbenschwanz auf. Heute trifft man dort lediglich nur noch Kleine Füchse, Admirale, Kleine und Große Kohlweißlinge und Tagpfauenaugen an. Selten sieht man einen der vorherig genannten Falter.
Daher möchte ich dem Leser etwas ans Herz legen. Selbst eine kleine, unaufgeräumte Ecke in seinem Garten kann zum Paradies für Schmetterlinge werden und damit tun wir nicht nur den Faltern etwas Gutes, sondern auch uns. Nach einem stressigen Arbeitstag abspannen. Nehmen Sie sich die Zeit und setzten Sie sich einfach in solch ein Stückchen Garten. Vielleicht nimmt die heimische Artenvielfalt durch Ihre Hilfe auch ein wenig zu.

Ich möchte allen, welche mit nach aller Kraft unterstützt haben, danken. Dies gilt sowohl meinem Betreuer [redacted], welcher mir die Möglichkeit gab die Metamorphose der Lepidopteren am Beispiel des Wiener Nachtpfauenauges hautnah mitzuerleben, mich stets auch bei Fragen über den Sachbereich der Entomologie unterstützte und mir im allgemeinen die Faszination der Insekten näher brachte, als auch meinen Eltern, welche mir immer wieder die Kraft gaben diese Komplexe Leistung nach den besten Mitteln zu bewerkstelligen.

Ich wünsche Ihnen nun viel Freude beim Lesen meiner komplexen Leistung und hoffe einen kleinen Einblick in das riesige Stoffgebiet der Lepidopteren geben zu können.
Viel Spaß
Anna-Sophia Kluger

1 Inhaltsverzeichnis

Vorwort 2
1 Inhaltsverzeichnis 3
2 Fremdwörterverzeichnis 4
3 Einleitung 5
4 Theoretische Grundlagen zu den Lepidopteren 6
5 Die Metamorphose 8
5.1 Das Eistadium 8
5.1.1 Theoretische Grundlagen 8
5.1.2 Das Wiener Nachtpfauenauge im Eistadium 8
5.2 Das Raupenstadium 9
5.2.1 Der Schlupf 9
5.2.2 Das Fressverhalten 9
5.2.3 Die Häutungen 9
5.2.4 Der Körperbau der Raupe 10
5.2.5 Das Wiener Nachtpfauenauge im Raupenstadium 10
5.3 Das Puppenstadium 12
5.3.1 Theoretische Grundlagen 12
5.3.2 Das Wiener Nachtpfauenauge im Puppenstadium 12
5.4 Das Falterstadium 14
5.4.1 Der Schlupf 14
5.4.2 Der Körperbau des Schmetterlings 14
5.4.3 Das Wiener Nachtpfauenauge im Falterstadium 14
6 Fazit 16
7 Anhang I
Literaturverzeichnis XV
Anlagen XV

2 Fremdwörterverzeichnis

Coleoptera	- Käfer
Brachycera	- Fliegen
Proboscis	- Saugrüssel
Copula	- Geschlechtsakt der Schmetterlinge
Mandibeln	- Beißwerkzeuge der Raupen
Abdomen	- Hinterleib des Schmetterlings
Palpen	- Lippentaster
Thorax	- Bruststück

3 Einleitung

Nachtfalter
Nachtfalter kommen verloren
Wie Gedanken aus dem Dunkel geboren,
Sie müssen dem Tag aus dem Wege gehen
Und kommen zum Fenster um hellzusehen.
Und in die Nachstille versunken,
Flattern sie zuckend und trunken,
Sie haben nie Sonne, nie Honig genossen,
Die Blumen alle sind ihnen verschlossen.
Nur wo bei Lampen die Sehnsucht wacht,
Verliebte sich grämen in schlafloser Nacht
Da stürzen sie in das Licht, sich zu wärmen,
Das Licht, das Tränen bescheint und Härmen:
Die Falter der Nacht, die Sonne nie kennen,
Sie müssen an den Lampen der Sehnsucht verbrennen.

Max Dauthendey (1867-1918)

Der Betrachter trifft den Vergleich zwischen der, salopp genannten, „hässlichen“ Raupe und dem „wunderschönen“ Schmetterling des Öfteren sowohl in der Literatur, als auch dem TV und anderen Medien an. Das Insekt wirkt zerbrechlich, gilt als ein Geschöpf der Schönheit und Eleganz, was wohl nicht zuletzt an seiner Art zu fliegen liegt. Wird in einem zarten Gedicht von Schmetterlingen gesprochen, entsteht sofort in Gedanken das Abbild eines Tagfalters. Beginnt es jedoch nach einem romantischen Sommertag zu dunkeln, ziehen die Lichter schnell andere, oftmals ungeliebte und als „Motten“ bezeichnete Falter, wie sie auch der deutsche Dichter und Maler Max Dauthendey in seinem Gedicht „Nachtfalter“ beschreibt, an. Egal, ob tag- oder nachtaktiv, die Lepidopteren gehören wohl zu einer der interessantesten Insektenklassen unserer Erde. Perfekt an ihren Lebensraum angepasst, zählen die Schmetterlinge zu den hochentwickelten Insekten und biologisch gesehen vollführt kein anderes Lebewesen außerhalb der Ordnung der Schmetterlinge, der Ordnung der Käfer *(Coleoptera)* und der Ordnung der Fliegen (*Brachycera*) eine vollständige Metamorphose.
Diese soll der Gegenstand der vorliegenden Arbeit sein, unterteil in die vier Abschnitte Eistadium, Raupenstadium, Puppenstadium und Falterstadium. Begleitet wird die Komplexe Leistung dabei von der Entwicklung des Wiener Nachtpfauenauges (Saturnia pyri) in zweier Generationen. Das Ziel ist hierbei die Veranschaulichung der vollständigen Verwandlung, sowie Fakten und Wissenswertes für den Leser, welche aus eigenen Erkenntnissen des praktischen Teiles gewonnen wurden.

4 Theoretische Grundlagen zu den Lepidopteren

Wenn im Frühjahr die ersten Zitronenfalter durch die nun endlich wieder warme Luft gaukeln, hungrige Raupen an Kapuzinerkresse und Brennnessel knabbern und im Herbst die letzten Taubenschwänzchen die Blütenpflanzen als natürliche Zapfsäule besuchen, erkennt ein aufmerksamer Betrachter die Faszination der Lepidopteren. (Vgl. dazu Prof. Dr. Josef H. Reichholf, Schmetterlinge, 2011,S. 6)

Der Name leitet sich von den griechischen Wörtern „lepidos“, was übersetzt Schuppe heißt, und „pteron“ (Flügel) ab.
Mit über 180 000 beschriebenen und bekannten Arten zählt die Ordnung der Schmetterlinge und Falter zu einer der interessantesten und nach den Käfern zu der zweitgrößten Insektenordnung unseres Erdballs.
Perfekt an seinen Lebensraum angepasst kommt der Schmetterling auf allen Kontinenten, ausgenommen der Antarktis, vor. Dies entspricht ungefähr dem Vegitationsbereich der Pflanzen auf der Erde. Falter bevorzugen Wärme, viel Sonne sowie eine blütenreiche Flora. Das ist der Grund warum in den subtropischen und tropischen Regionen die höchste Artenanzahl vorzufinden ist. In Mitteleuropa leben ca. 3200 Falterarten, Groß- und Kleinschmetterlinge addiert. Diese Einteilung ist wissenschaftlich nicht exakt, sie hat sich jedoch über lange Zeit in den Sprachgebrauch eingebürgert. Zu den Großschmetterlingen zählen die Tagfalter, die Schwärmer, die Eulenfalter, die Spanner, sowie die Spinner. Bei den vier erst genannten Gruppen lassen sich die dazugehörigen Falter durch ihr äußeres Erscheinungsbild leicht zuordnen. Letztere Gruppe zeigt jedoch ein eher uneinheitliches Erscheinungsbild. Widderchen, Sackträger, Glasflügler, Holzbohrer und Wurzelbohrer werden den Kleinschmetterlingen zugeordnet. Eine Unterteilung in Tag- und Nachtfalter ist problematisch, da viele sogenannte Nachtfalter auch tagsüber aktiv sind und manche Tagfalter auch nachts fliegen.

Schmetterlinge sind Rekordjäger. Sie fliegen Strecken von bis zu 4800 km (Monarchfalter) und leben in ihrem letzten Stadium von wenigen Tagen, wie der Feuerfalter (Familie der Bläulinge), bis zu zwölf Monaten wie dem Trauermantel. Ebenso gibt es extreme Größenunterschiede. Die kleinste Motte, ein Vertreter der Zwergminiermotten (Familie Nepticulidae), hat eine Flügelspannweite von unter 2 mm. Der größte Falter- der südamerikanische Eulenfalter- wächst dagegen auf eine Spannweite von bis zu 35 cm.

Eines der Hauptmerkmale der Schmetterlinge und Falter?- Winzig und kaum mit dem bloßen Auge zu erkennen sind es die Schuppen[1], welche die Flügel bedecken. Diese haben die unterschiedlichsten Formen und die Art, in der sie das Licht brechen und spiegeln, ist hauptsächlich für die Farbvielfalt der Flügel verantwortlich. Allerdings gibt es neben dieser Schuppenart auch eine Zweite. Sie ist pigmentiert und lässt den Falter auch ohne den Einfluss des Lichtes bunt aussehen. Neben den Schuppen gibt es noch ein zweites, wichtiges Merkmal. Die Mundwerkzeuge. Diese haben sich bei den meisten Arten zu einem sehr langen Saugrüssel (Proboscis) entwickelt. Der Schmetterling ist durch ihn in der Lage Blütennektar und andere zuckerartige Flüssigkeiten aufzunehmen, auch wenn diese wie im Beispiel des Blütennektars tief im Kelch der Blüte zu finden sind. Im unbenutzten Zustand ist der Rüssel vor dem Tier eingerollt. Es gibt jedoch auch Arten, welche keine, bzw. verkümmerte

[1] Diese sind dachziegelartig übereinandergelegte Haare, welche sich zu Schuppen umgebildet haben.

Mundwerkzeuge besitzen. Diese Falter ernähren sich dann von den, im Raupenstadium angefressenen Reserven. Ein drittes Mundwerkzeug ist eine Art Raspelmundwerk[2], (dieses besitzen Urmotten).

Vor einigen Jahren gab es noch viel mehr Schmetterlinge. Durch Überdüngung und Bereinigung der Natur wie z.B. der Umstrukturierung vieler Magerwiesen zu Nutzwiesen für den Anbau spezieller Pflanzenarten, wurden viele Lebensräume der heimischen Lepidopteren zerstört. Auch an Bach- und Flusslandschaft erkennt ein interessierter Bertachter den Zurückgang der Artenvielfalt. Die am Häufigsten anzutreffenden Schmetterlinge in Deutschland sind der Kleine Fuchs, das Tagpfauenauge und der Admiral. Viele Arten stehen unter Schutz. Eine Entnahme aus der Natur ist somit verboten. Den heimischen Garten für Falter freundlich zu gestalten ist jedoch keineswegs schwer. Ein nicht allzu kurzgemähter Rasen, eine unaufgeräumte Ecke mit Brennnesseln für Raupen und die verschiedensten Blumen ziehen viele Arten an. Selbst ein unaufgeräumter Innenhof einer Stadt kann zum Paradies werden. Dies bewies ein 6000 m² großer Hof in der Stadt München. Mit 370 verschiedenen Arten von Schmetterlingen besiedelt, zeigte er, dass selbst in einer Großstadt die Artenvielfalt bewahrt bzw. wieder hergestellt werden kann.

[2] Ein Mundwerk zum Zerkauen von Blütenpollen.

5 Die Metamorphose

5.1 Das Eistadium

5.1.1 Theoretische Grundlagen

> „Nachts im Mondschein lag auf einem Blatt ein kleines Ei."
> (Carle Eric, Die kleine Raupe Nimmersatt, 1969, Vers 1)

Das Ei ist das erste Stadium in der Entwicklung und die Formen und Farben sind so unterschiedlich, wie auch die Arten untereinander.
Nach der Copula[3] der Partner beginnt das Weibchen mit der Suche nach einem geeigneten Ablageort. Dieser entscheidet über Leben und Tod der folgenden Generation. Die richtige Futterpflanz ist dabei sehr wichtig. Sie sucht das Weibchen ganz genau aus, ebenso wie den Standort der Pflanze und ihren Zustand. Steht sie zu sonnig, zu feucht, zu dunkel etc. oder ist sie vertrocknet wird das trächtige Insekt weiter suchen. Oftmals legen die Lepidopteren mehrere hundert Eier ab, weshalb manche Arten die Anzahl der Eier auf einige Futterpflanzen aufteilen. So erhöht sich die Wahrscheinlichkeit des Überlebens der Jungräupchen und werden die Eier eines Ortes vernichtet, z.B. durch Fressfeinde wie Vögel, ist nicht die gesamte Brut zerstört.
Je nach den klimatischen Verhältnissen entwickeln sich die Eier schneller oder langsamer. In diesem Zeitraum verändert sich die Farbe des Eis. Häufig auftretende Farbtöne sind grün, weiß, gelb oder braun. Neben den Farben variieren auch die Formen der Eier. Rund oder oval trifft man am Meisten an. Auch die Struktur der Eioberfläche unterscheidet sich von Art zu Art. Es gibt Netze, Rillen sowie Stacheln. Die Eier in der Natur zu finden erfordert einiger Kenntnisse über die Arten und Futterpflanzen sowie einen geübten Blick. Gut an Ästen oder bodenniedrigen Pflanzen getarnt, überwintern einige Eier und sind daher in der kalten Jahreszeit, wenn die Bäume keine Blätter tragen, leichter zu erkennen.

5.1.2 Das Wiener Nachtpfauenauge im Eistadium

Das Wiener Nachtpfauenauge, auch Großes Nachtpfauenauge genannt, trifft man in der Region von Österreich bis zur Schweiz, sowie in Nordafrika an. Sie gehören zur Klasse der Pfauenspinner und zur Gattung der Nachtpfauenaugen. Mit einer Flügelspannweite von bis zu 16 cm ist das Saturnia pyri der größte Schmetterling in Mitteleuropa. Kennzeichnend sind vier kräftige Augenflecken und ein weiß bis schwach rötlicher Saum an Außen- und Hinterrand der Flügel. Der Falter ist, wie sich seinem Namen entnehmen lässt, ein nachtaktiver Vertreter der Lepidopteren.
Nach der Begattung legt das Weibchen seine weißen bis cremefarbenen Eier auf die Futterpflanze der Raupen ab. Dies ist meist Kirsche, Schlehe oder Apfel, je nachdem, auf welcher Futterpflanze das Weibchen als Raupe gefressen hat, wird diese den anderen vorgezogen. Nun benötigen die Eier eine Entwicklungsphase von ca. 2 Wochen.
Leider konnte der Autor diesen Abschnitt der Metamorphose nicht dokumentieren, da die geschlüpften Falter aus der ersten Generation männlichen Geschlechtes waren und es nicht zur Copula der Tiere und der neuen Weibchen kam.

[3] Geschlechtsakt der Schmetterlinge.

5.2 Das Raupenstadium

5.2.1 Der Schlupf

> „Und als am Sonntagmorgen die Sonne aufging, hell und warm, da schlüpfte aus einem Ei -knack- eine kleine hungrige Raupe“
> (Carle Eric, Die kleine Raupe Nimmersatt, 1969, Vers 2)

Hat sich das Ei bereits verfärbt, ist dies ein möglicher Hinweis für den baldigen Schlupf der neuen Raupengeneration. Der Weg in die Freiheit ist bei ihnen leichter als Vergleichsweise bei Vögeln. Ein besonderes Merkmal ist, dass die Jungräupchen wie auch die Schildkröten oder Krokodile, zeitgleich schlüpfen. So ist die Überlebenschance größer. Nachdem die Raupen aus ihren Eiern geflohen sind, verlassen sie jedoch keineswegs sofort das Nest. Die Eischalen bestehen zu einem großen Teil aus Eiweiß, ein wichtiger Energielieferant für die erste Zeit.

5.2.2 Das Fressverhalten

Ob als Gruppe oder Alleingänger, wo Raupen auftauchen bleibt kein Grün. Mit kräftigen Beißwerkzeugen (Mandibeln) können sie selbst derbe und harte Blätter wie z.B. die des Weißkohls fressen. Dadurch werden sie oft zur Plage, denn was an der heimischen Kapuzinerkresse mit Begeisterung von Klein und Groß beobachtet wird, kann, in entsprechender Vielzahl auftretend, einen Landwirt seine Ernte kosten. So ist es z.B. im Fall des Kleinen- und Großen Kohlweißlings.
Wie bereits geschildert treten Raupen sowohl als Einzelgänger (Kleiner Fuchs) als auch als Gruppe (Kiefern-Prozessionsspinner) auf. Einige Arten (Weidenbohrer) ernähren sich von dem Holz von Laubbäumen. Dort hinterlassen sie ein sehr markantes Fraßbild. Treten diese Raupen in zu großer Anzahl auf, stirbt der Baum.
Wird die Nahrung der Schmetterlingsraupen knapp, kommt es oftmals zum Sterben der Tiere. Kannibalismus bei Nahrungsmangel tritt selten, bei vereinzelten Arten auf.

5.2.3 Die Häutungen

Wie jedes andere Insekt besitzt auch die Raupe einen Panzer aus Chitin. Dieser ist im Vergleich zu dem vieler Käfer sehr weich und biegsam, er muss jedoch wie auch bei den Coleopteren und anderen Insekten nach einiger Zeit abgelegt werden. Hat eine Raupe genug gefressen verfällt sie in eine Art Starre. Diese kann verschieden lang sein, von wenigen Stunden bis zu drei Tagen[4]. Die Häutung selbst verläuft schnell in maximal 10 Minuten[5]. Die Haut der Raupe besitzt eine Art Reißverschluss, welcher sich an den Seiten des Tieres befindet und die Tracheenöffnungen miteinander verbindet. Dieser platzt auf und die Raupe kann sich aus ihrer alten Haut befreien. Ein Bild zu diesem Umstand findet sich im Anhang. Die einzelnen Entwicklungsstadien im Raupenstadium werden mit den Abkürzungen von L1 bis L5 gekennzeichnet. Das L steht hierbei für Lepidoptera, die Zahl für die jeweilige Häutung. Die Anzahl der vollführten Häutungen unterscheidet sich von Art zu Art.

[4] Dies ist abhängig von dem Häutungsstadium der Raupen.
[5] Die Aufnahme einer Häutung befindet auf dem beiliegenden USB- Stick.

5.2.4 Der Körperbau der Raupe

Der Körper der Raupe gliedert sich in zwei Teile. Brustteil und Hinterleib. Das Brustteil besteht aus dem Kopf mit den Facettenaugen und den Beißwerkzeugen (Mandibeln), sowie der Brust. Sie besteht aus den ersten drei Segmenten, an welchen drei Paar gegliederte Brustbeine sitzen. Diese sind die Vorläufer der späteren Falterbeine. An den hinteren Segmenten (dem Hinterleib oder Abdomen) sitzen ein Paar Nachschieber und zwei bis vier falsche Beinpaare, auch Fußstummel genannt. Diese sind perfekt angepasste Klammerorgane mit denen sich die Raupen an Glas, Plastik, Stein, Holz, etc. festhalten kann. Reißt eines dieser Beine ab, wächst es allerdings nicht nach. Verliert also eine Raupe mehrere seiner falschen Klammerbeine, so kann es dazukommen, dass sie eventuell verhungert da sie ihre Futterpflanze nicht erreicht. Die Tracheenöffnungen erstrecken sich über den gesamten Raupenkörper und bilden das Atmungsorgan.
Die Farbenpracht sowie die Behaarung der Raupenarten ist sehr unterschiedlich. So gibt es auffällig behaarte Raupen, wie die der Weißen Tigermotte oder auch Raupen ohne Haare. Bei genauerem Vergleich zwischen Tag- und Nachtfalter fällt eines jedoch besonders auf. Die Raupen der tagaktiven Lepidopteren sind Großteiles in dunklen oder grasfarbenen Tönen gehalten. Die nachtaktiven Vertreter besitzen allerdings oftmals viele bunte und auffällige Farben sowie farbige Warzen, lange Tasthaare welche in Püscheln von der Raupenhaut abstehen, Gabeln und Ähnliches. Daher lässt sich eine einfache, jedoch sehr ungenaue Grundbestimmungshilfe ableiten. Gut getarnte und weniger auffällige Raupen sind meist die Brut eines Tagfalters, auffällige und oftmals reich verzierte Raupen gehören meist zu Nachtfaltern.
Je nach der Art der Futterpflanze variiert ebenso das allgemeine, äußere Erscheinungsbild. Frisst die Raupe zum Beispiel an Laub- oder Nadelgewächsen, ist sie meist sehr gut an die Struktur der Baumrinde angepasst. Die Raupe der Zackenspanner stellt hier ein gutes Beispiel dar. Manche Tiere imitieren auch kleinere Äste oder Zweige oder verschmelzen bei der Betrachtung aus weiterer Entfernung regelrecht mit ihrem Untergrund.

5.2.5 Das Wiener Nachtpfauenauge im Raupenstadium

Die Raupe des Wiener Nachtpfauenauges ist nach dem Schlupf noch recht klein. Nach fünf Tagen betrug die Körperlänge ca. 7 mm bis 1 cm. Nach der ersten Häutung, welche ca. zwei Wochen später folgte wandelte sich ihr äußeres Erscheinungsbild stark. Die anfangs schwarze, mit orangen Warzen besetzt Raupe war nun türkis und besaß gelbe Warzen welche lange Haarpüschel trugen. Anhand dieser tastet die Raupe ihre Umgebung ab und erkennt z.B. andere Artgenossen. Wird das Tier unsanft gestoßen oder fühlt sich bedrängt, so stößt es eine Art Knister- oder Fauchgeräusch aus. Ebenso sondert es durch die schwarzen Stacheln, welche die Warzen schmücken, eine farblose Flüssigkeit ab. Möglicherweise dienen diese beiden Eigenschaften der Verteidigung.
In den ersten beiden Stadien drängten die Tiere nach oben an den Deckel des Gefäßes. Immer wieder krochen die Insekten dahin, nach der dritten Häutung ließ dieses Verhalten jedoch nach. Häutet sich das Wiener Nachtpfauenauge zu L3 so färbt sich die Raupe grün und die Warzen werden leicht rosa bis kräftig pink. Ebenso konnte beobachtet werden, dass die Facettenaugen nach der Häutung anfangs recht hell erschienen und nachdunkelten. Der Hunger der Raupen konnte kaum gestillt werden, leider starben nach dem Verfüttern leicht

nasser Blätter einige Tiere. Die Raupe zog sich wie bei Magenkrämpfen oder Bauchschmerzen zusammen. Ob diese der Grund waren, ist unbekannt. Nach der Häutung zu L4 wogen die Insekten teilweise bis zu 11g. Nun sollte es nicht mehr lange bis zur Verpuppung dauern. Interessant war, dass die Raupen nur noch bis zu 9g wogen als sie sich orange färbten. Anfang Juli schloss auch der letzte Saturnia pyri den Bau seines Kokons ab. Damit war die Raupensaison beendet.

5.3 Das Puppenstadium

5.3.1 Theoretische Grundlagen

> „Sie baute sich ein enges Haus, was man Kokon nennt, und bleib darin mehr als zwei Wochen lang. […]“
> (Carle Eric, Die kleine Raupe Nimmersatt, 1969, Vers 12)

Das Puppenstadium ist wohl das unspektakulärste Stadium in der Entwicklung der Lepidopteren. Bis heute gibt es Spekulationen darüber, was mit der früheren Raupe in der Puppe geschieht. Hat eine Raupe einen vollständigen Kokon um sich gesponnen, häutet sie sich in ihm zu L5. Nun ist sie in einer neuen Form zu beobachten. Unter der alten Haut hat sich eine Puppenhülle[6] gebildet. Es ist zum ersten Mal das Geschlecht des späteren Schmetterlings erkennbar.
Je nach Art variiert das allgemeine Erscheinungsbild des Kokons und der Puppenhülle. Bei vielen Tagfaltern, wie z.B. dem Tagpfauenauge fehlt der äußere Kokon. Darunter wird eine harte, feste Schutzhülle verstanden, wie sie auch im beiliegenden Schaukasten gezeigt ist. Sie besitzt einen Reusen, welchen der Falter beim Schlupf durchdringen muss. Oft kommen daher Verletzungen da er sehr unflexibel ist. Die Puppenhülle ist lediglich ein dünner Schutz, welcher leicht durchbrochen werden kann.

5.3.2 Das Wiener Nachtpfauenauge im Puppenstadium

Nachdem sich am 03.07.2012 die letzte Raupe verpuppte, sollte es nun Mitte April des nächsten Jahres (2013) zum Schlupf der Falter kommen. Einige der Raupen spannten jedoch keinen vollständigen Kokon sondern ein wildes Seidengewirr wie es auch im Schaukasten gezeigt ist. Da die Tiere nur über eine begrenzte Läge des Faden verfügen, sterben sie nach dem Verbrauch diesem, wenn sie keinen Kokon gebildet haben. Auch bei einigen Exemplaren des Saturnia pyri war dies der Fall. Verloren sind die Insekten allerdings keines Weges da sie den Kokon einer anderen Raupe aus der vorherigen Generation akzeptieren. In einem Versuch schnitt sie der Autor daher seitlich auf und setzte die bereits stark orange verfärbte Raupe hinein. Diese Tiere entwickelten sich wie ihre Artgenossen völlig normal. Diese Methode ist jedoch umstritten und es entsteht eine Kluft zwischen Tierliebhaber und Züchter. Jeder Tierfreund würde die Raupen in die fremden Kokons setzen und den Tieren damit das Leben retten. Ein Züchter wird dies jedoch nicht tun da er somit die natürliche Auslese beeinflusst und die Art durch das Einkreuzen schwacher Exemplare geschädigt werden könnte. Welche Methode der Schmetterlingshalter umsetzt ist einzig seine Entscheidung und vertretbare Einstellung. In einer öffentlichen Diskussion um den Ehrencodex der Schmetterlingszüchter in dem Insektenforum Actias zeigten sich diese beiden Ansichtsseiten recht gut.

Eine weitverbreitete These war, dass die Puppen des Wiener Nachtpfauenauges sich ohne den nötigen Frost im Winter nicht entwickeln würden und eventuell noch einen zusätzlichen Winter für die Entwicklung bräuchten. Ein Experiment wiederlegte diese Behauptung. Von 61 Puppen wurden sechs Stück in den Gefrierschrank bei -18° C gelegt. Sechs weiter wurden bei Raumtemperatur gelagert, die restlichen Puppen wurden nach draußen gelegt. Am 12.2.13

[6] Ein Bild zu der Puppenhülle findet sich im Anhang.

stellte der Autor bei einer der bei Raumtemperatur gelagerten Puppen eine Veränderung des Hinterleibes fest. So war bis zu diesem Zeitpunkt das Abdomen wie bei einer Ziehharmonika zusammengefaltet, bei dieser Puppe war es jedoch gestreckt. Mögliche Ursachen waren entweder das Versterben der Puppe oder der baldige Schlupf des Saturnia pyri. Letztere Vermutung bestätigte sich am folgenden Tag gegen 10 Uhr am Morgen.
So wurde bewiesen, dass sich die Puppen bei Wärme schneller entwickelten, dann jedoch in einer für Nachzuchten ungünstigen Zeit schlüpfen. Die im Freien gelagerten Puppen entwickelten sich der Art entsprechend normal, die im Gefrierschrank gelagerten Puppen ebenso.

5.4 Das Falterstadium

5.4.1 Der Schlupf

Der Schlupf ist der Übergang von der Raupe zum Schmetterling. Betrachtet man die Puppenhülle, so fällt auf, dass kaum Platz für die großen Flügel ist. Beim Schlüpfen presst der Falter Luft in seinen Körper und sprengt somit die Puppenhülle. Nun muss er nur noch durch den unflexiblen Reusen hindurch um nach draußen zu gelangen. Liegt der Kokon in Gefangenschaft lose, kann es vorkommen, dass die Falter sich nicht befreien können, da der Kokon keinen Wiederstand hat bzw. gibt. Hat der Schmetterling diesen Schritt jedoch überwunden, sucht er sich eine geschützte Stelle wo er in Ruhe seine Flügel aufpumpen kann. Anfangs gib es den Anschein als wäre der Schmetterling durch Inzucht mit solch kleinen Flügeln geschlüpft. Das Wiener Nachtpfauenauge braucht ca. zwei Stunden zum Aushärten, danach ist es Abflugbereit. In der Zeit des Aushärtens und Aufpumpens ist der Lepidoptera seinen Fressfeinden wehrlos ausgesetzt.

5.4.2 Der Körperbau des Schmetterlings

Das Auffälligste Körpermerkmal der Schmetterlinge sind wohl die Flügel. Sie sitzen auf dem Mittleren der drei Grundgliederungsabschnitte.
Diese sind der Kopf mit dem Fühlerpaar, dem Komplexaugen und den Mundwerkzeugen. Neben ihnen befinden sich oftmals ein Paar Palpen, die Lippentaster.
An dem zweiten Hauptabschnitt, dem Bruststück (Thorax), sitzen sowohl die drei Beinpaare als auch die beiden Flügelpaare. Ersteres lassen sich erneut in Vorderbeine, Mittelbeine und Hinterbeine untergliedern, jedes davon gliedert sich erneut in mehrere Abschnitte. In den Fuß (er unterteilt sich in fünf Abschnitte), die Schiene, den Schenkel, den Schenkelring und die Hüfte. Das erste Beinpaar ist häufig verkürzt und zu sogenannten „Putzbeinen“ umgebildet. Bei manchen Arten tragen die Beine auch Sinnesorgane mit welchen die Falter Geschmacksstoffe wahrnehmen können. Die Flügelpaare sitzen auf den beiden hinteren Segmenten des Thorax. Ihre Form, Farbe und ihr Schnitt unterscheiden sich von Art zu Art. Sie haben sich der Lebensweise der Schmetterlinge angepasst. So eignen sich runde und breite Flügel für schnelle Wendemanöver, lange schmale Flügel finden sich bei Langstreckenfliegern. Der dritte Grundgliederungsabschnitt besteht aus den Atemöffnungen, den Tracheen, und dem Geschlechtsapparat. Wie die Flügel variiert auch der Hinterleib (Abdomen) an Form und Farbe. Bei Tagfaltern eher schmal gehalten, ist er bei Nachtfaltern wie dem Wiener Nachtpfauenauge dick und plump[7].

5.4.3 Das Wiener Nachtpfauenauge im Falterstadium

Bei einer natürlichen Überwinterung schlüpfen die Wiener Nachtpfauenaugen im April. In der ersten Generation erfolgte dies am 06.04.2012. Wie bereits in Kapitel 5.1.2. berichtet wurde, schlüpften fünf von sechs Männchen. Da die entwickelten Falter des Saturnia pyri nur verkümmerte Mundwerkzeuge besitzen, sind sie nicht in der Lage Nahrung aufzunehmen. So

[7] Ein Bild des Hinterleibes befindet sich im Anhang (Abbildung 2).

starben die Exemplare nach einer bis zwei Wochen. In dieser Zeit zehren sie von den im Raupenstadium angefressenen Reserven.
Die folgende Generation schlüpfte ein Jahr später am exakt gleichen Datum. Auffällig dabei war, dass erst der Großteil der Männchen kam, die Weibchen, welche bei gleichen Bedingungen überwintert wurden, folgten allerdings erst später.
Am Tag sitzen die Falter ruhig und regen sich kaum beginnt jedoch die Dämmerung so werden sie aktiv. Die Weibchen senden einen Duftstoff aus, welchen die männlichen Tiere mit ihren stark gefiederten Fühlern aufnehmen und mit der Suche nach dem paarungsbereiten Insekt beginnen. Da die Schmetterlinge vor der Abgabe dieser Arbeit, des Wetters und der Futterverhältnisse für die folgende Raupengeneration wegen, nicht zur Paarung zugelassen wurden, kann von der Paarung leider nicht berichtet werden.

6 Fazit

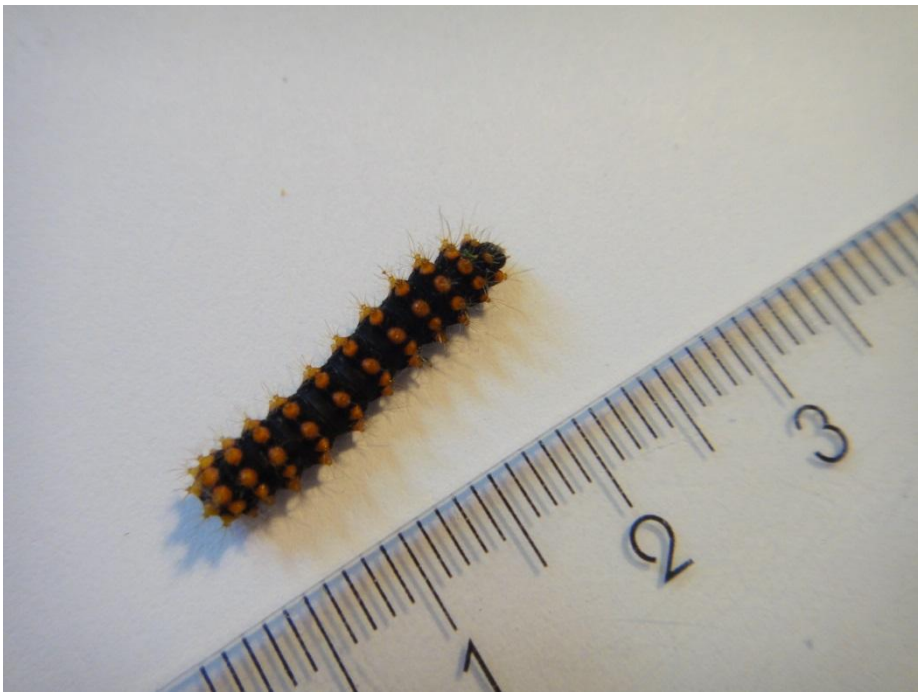
Aufwachen und völlig anders sein. Eintauchen in ein neues, ohne Problemen und Sorgen besiegeltes Leben. Völlig frei der Sonne entgegen.
Ein Jeder hatte wohl schon einmal diesen Wunsch alles hinter sich zu lassen und sein Leben von vorn zu beginnen. Im Gegenteil zu uns Menschen besitzt der Schmetterling diese Gabe und dies macht ihn nicht zuletzt zu einer der faszinierendsten Tierklasse auf unserem Erdball.

> „Was die Raupe Ende der Welt nennt, nennt der Rest der Welt Schmetterling“
> Laozi (chinesischer Philosoph)

Die Entwicklung der Schmetterlinge hautnah zu erleben und zu beobachten, wie aus einer kleinen Raupe „Nimmersatt“ ein stolzer Schmetterling wird, ist mit Nichts zu vergleichen und die weitreichende Artenvielfalt bietet zudem ein großes Spektrum an den verschiedensten Lepidopterenarten.

7 Anhang

Hier im Anhang sind Bilder der praktischen Arbeit beigefügt. Alle verwendeten Bilder wurden während des praktischen Teils selbst aufgenommen.





Abbildungen: Raupen des Wiener Nachtpfauenauges in L1









Abbildungen: Raupen in L2




0
1
2
3
4


0 1 2 3 4 5 6 7







Abbildungen: Raupen in L3



Abbildung: Häutung zu L4, „Reißverschluss“ (rot umrahmt) gut sichtbar







Abbildungen: Raupen in L4





Abbildungen: Raupen mit Orangefärbung kurz vor der Verpuppung



Abbildung: erste Gespinstfäden zum Bau des Kokons erkennbar



Abbildung: Kopf der Puppenhülle



Abbildung: hintere Segmente des Abdomen der Puppe



Abbildung: Schlupf eines Männchens



Abbildung: Falter nach Schlupf



Abbildung: Wiener Nachtpfauenauge beim Aufpumpen seiner Flügel



Abbildung: ca. eine halbe Stunde nach dem Schlupf



Abbildung: Hinterleib (Abdomen) des Falters sowie die beiden Flügelpaare



Abbildung: zwei entwickelte Exemplare



Abbildung : Fraßbild nach einer Nacht

Literaturverzeichnis

Carle, E. (1969). *Die kleine Raupe Nimmersatt.* Hildesheim: Gerstenberg Verlag.
Hachette Collections. (02 2012). Hexapoden XIII. *Minni-Biester* , S. 15.
Jegelka, S. (2000). *Schmetterlinge-Auf den Flügeln der Freiheit*. Abgerufen am 09. 01 2013 von http://library.thinkquest.org/27968/ge_from_egg_to_butterfly.shtml
Koch, M. (1964). *Wir bestimmen Schmetterlinge.* Radebeul und Berlin: Neumann Verlag.
Reichholf, P. D. (2011). *Schmetterlinge.* München: BLV Buchverlag GmbH & Co. KG.
Sauer, F. (1992). *Die schönsten Raupen- nach Farbfotos erkannt.* Karlsfeld: Fauna- Verlag.
Schneberer, F. (2009). *Adobe InDesign CS4.* Bonn: Galileo Press.

Anlagen

Schaukasten welcher die vollständige Metamorphose veranschaulicht
USB- Stick mit Videos zu den verschiedenen Entwicklungsabschnitten
Aufzeichnungen der ersten Generation 2012
Aufzeichnungen der zweiten Generation 2013

Erklärung:

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die im Literaturverzeichnis angegebenen Hilfsmittel verwendet habe.

Insbesondere versichere ich, dass ich alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken als solche kenntlich gemacht habe.

Ort, Datum Unterschrift