

R. PLONTKE, Göttern & R. PREDEL, Jena

Einleitung der Metamorphose durch Ecdyson-Injektion bei weiblichen Puppen des Hybriden

♂ *Smerinthus ocellata* LINNAEUS, 1758 x♀ *Smerinthus planus* WALKER, 1856 (Lep., Spingidae)*

Zusammenfassung Durch Ecdyson-Injektion werden Metamorphose und Schlupf von weiblichen Puppen des Schwärmerhybriden ♂ *Smerinthus ocellata* x ♀ *Smerinthus planus* eingeleitet, die ohne diese bis zu ihrem Tode in Diapause bleiben. Die Zucht des Hybriden im Vergleich mit *S. planus* und *Laothoe populi*, die Injektionsprozedur sowie die Ergebnisse werden beschrieben. Die Genitalien beider Arten sowie des Hybriden werden vergleichend gegenübergestellt.

Summary Initiation of the metamorphosis of hybrid female pupae of ♂ *Smerinthus ocellata* LINNAEUS, 1758 x ♀ *Smerinthus planus* WALKER, 1856 by injecting ecdysone (Lep., Spingidae) - The metamorphosis and eclosion of hybrid female pupae of ♂ *Smerinthus ocellata* x ♀ *Smerinthus planus* was induced by injecting ecdysone. Without this treatment such pupae remain in diapause until they die. The rearing of this hybrid is described and compared with that of *S. planus* and *Laothoe populi*, as are the procedures and results of the injections. The genitalia of both species and the hybrid are compared.

1. Vorgeschichte

Hybridisation zwischen Schwärmern verschiedener, jedoch nahe verwandter Arten ist sowohl im Freiland beobachtet als auch mehrfach von Züchtern erreicht worden. Die im Freiland notwendigen Bedingungen (Vorkommen am gleichen Ort, überlappende Flugzeiten sowie das Ansprechen des Männchens auf die Pheromone des Weibchens der anderen Art) als Voraussetzung für eine Paarung können vom Züchter geschaffen bzw. umgangen werden. So ist es ein bewährtes Verfahren, Männchen und Weibchen der zu kreuzenden Tiere in einem gemeinsamen Gaze-Behältnis unterzubringen, die natürlichen Geschlechtspartner des Männchens zwar unzugänglich, aber in unmittelbare Nähe zu setzen. Bei einer nach äußerem Anschein erfolgten Paarung sind alle denkbaren Stufen der Vitalität der Nachkommenschaft möglich:

- das Weibchen legt keine Eier ab
- es werden Eier abgelegt, diese entwickeln sich jedoch nicht
- die Raupen in den Eiern entwickeln sich, sterben aber vor dem Schlupf ab
- die Raupen schlüpfen, gelangen aber nicht zur Verpuppung
- die Raupen verpuppen sich, aber es erfolgt keine Entwicklung zum Falter

- es schlüpfen nur die männlichen Falter
- es schlüpfen männliche und weibliche Falter
- die Hybriden selbst sind fruchtbar

Mit dem Verfahren der Hybridisation im Labor ist dem praktisch arbeitenden Entomologen ein Werkzeug gegeben, mit dem geprüft werden kann, inwieweit die Tiere miteinander verwandt sind, denen nach phänomenologischer Beschreibung ein Art- oder Unterart-Status zuerkannt worden ist. Insbesondere bei der Gattung *Hyles* konnten Verwandtschaftslinien aufgestellt werden, bei denen benachbarte Arten gemeinsame Nachkommen haben können, entfernte jedoch nicht (PITAWAY 1995).

Zweifelsohne ist die Aussagekraft eines Hybridisationsexperimentes mit positivem Ergebnis höher als bei negativem Ausgang desselben, da der Mißerfolg nicht ursächlich in der Hybridisation liegen muß. LOELIGER & KARRER (1996) sind von der Arbeitshypothese ausgegangen, daß insbesondere die weiblichen Hybridenpuppen (RENNER pers. Mitt. 1998) das für die Metamorphose zum Falter nötige Häutungshormon Ecdyson nicht bilden können und haben dieses in die in „ewiger Diapause“ befindlichen Puppen injiziert. In über zehnjähriger Arbeit haben sie das Verfahren für Vertreter der Gattung *Hyles* zunächst so optimiert, daß Schlupfraten bis zu 66% erreicht worden sind. Diese ausgesprochen gründlichen Arbeiten haben uns ermutigt, die gefundenen Ergebnisse auf den Hybriden in der Gattung *Smerinthus* ♂ *ocellata* x ♀ *planus* anzuwenden. Wir wollten in einem eigenen Versuch mittels Ecdyson-Injektion den Schlupf der weiblichen Falter herbeiführen.

*Herrn Prof. Dr. B. KLAUSNITZER zum 60. Geburtstag gewidmet.

2. Verbreitungsgebiet von *S. planus* und *S. ocellata*

Nach DANNER, EITSCHBERGER & SURHOLT (1998) reicht das Vorkommen unseres Abendpfauenauges *S. ocellata* vom Süden Finnlands im Norden (62° n.B.) durch ganz Europa bis nach Spanien, Italien, dem Balkan, der Türkei und Nordiran im Süden und vom Atlantik im Westen geschlossen bis zur Westküste des Kaspischen Meeres (≈ 50° ö.L.). Noch weiter östlich findet man die Art in Kasachstan und im Tienschan zwischen 68° und 84° ö.L., 50° und 40° n.B. Auf Sardinien findet sich die Unterart *Smerinthus ocellata protai*, in Nordwest-Afrika endemisch die Schwesterart *Smerinthus atlanticus*. Für *S. planus* als typischen Vertreter der Ost-Palaearktis werden Fundorte in Zentral- und Nordostchina, der Mandschurei, in Korea, dem Amur-Ussurigebiet, in Ostsibirien, der Mongolei und in Japan angegeben, die zwischen den Breitenkreisen 50° und 20° n.B. und den Längengraden 115° ö.L. im Norden und 100° ö.L. im Süden liegen. Bisher klafft also zwischen den Verbreitungsgebieten beider Arten eine beachtliche Lücke. Jedoch hat sich in den letzten Jahren nach PITTAWAY (pers. Mitt. 1999) dank umfangreicher Weidenanpflanzungen entlang der Flußtäler das Verbreitungsgebiet von *S. planus* nach Westen erweitert und jetzt schon die Grenze zu Kasachstan erreicht. Es ist also davon auszugehen, daß früher oder später beide Arten nebeneinander vorkommen können. Da beide Arten gleiche Lebensräume besiedeln, darf man auf das Ergebnis gespannt sein.

3. Zucht

Das *ocellata*-♂ stammt aus einer Puppe, die zufällig bei Gartenarbeiten in Göttern (bei Jena) geborgen wurde.

Von dieser Art stand also nur ein Individuum zur Verfügung. Das für die Hybridisierung verwendete *planus*-♀ ist ein Nachfahre (≥ F5) eines Tieres, das 1995 in Xi'an, Provinz Sha'anxi, China (34° n.B. 109° ö.L.), gefunden worden ist.

Alle Puppen wurden zunächst frostfrei bei Temperaturen von (11 ± 2) °C gelagert. Am 1.5.1998 wurden sie ins geheizte Zimmer (23 ± 2) °C gebracht. Nach 12 d schlüpfte das *ocellata* - ♂, 1 d später das *planus* - ♀. Da *ocellata*-♀♀ nicht verfügbar waren, schien die Aussicht auf eine Paarung sehr gering. Sie erfolgte dennoch bereits in der ersten Nacht. Offenbar akzeptierte das *ocellata* - ♂ die Duftstoffe des *planus*-♀, als ob dieses zur eigenen Art gehören würde. In Übereinstimmung damit stehen die Beobachtungen von PITTAWAY (pers. Mitt. 1999); bei ihm fanden sich sogar Freiland-Männchen von *ocellata* bei frisch geschlüpfen *planus*-♀♀ ein.

In Tabelle 1 sind charakteristische Zuchtdaten sowohl der Hybriden als auch der vorangegangenen *planus*-Zuchten sowie einer *Laothoe populi*-Zucht, die zur gleichen Zeit parallel stattfand, zusammen- und gegenübergestellt. Als Futterpflanze für die Raupen wurde schmalblättrige Weide (*Salix fragilis* und *matsudana*) angeboten und akzeptiert. Als Zuchtbehältnisse wurden bis zur L4 Plasteflässe verwendet, ab Ende L4 bis L5 große Vollglasaquarien (20 cm x 30 cm x 70 cm). Das Schnittfutter wurde nicht eingefrischt. Die Zucht erfolgte bei Zimmertemperatur mit Schwankungen zwischen 20 und 25 °C. Nur in der Zeit 24.-31.5.98 wurden sowohl die Hybriden- als auch die *populi*-Raupen an der lebenden Pflanze ausgegeben. In dieser Phase ist das Wachstum sehr verzögert. In Tab. 1 sind arithmetische Mittelwerte und 1-σ-Werte für Fraßzeit

Tab. 1: Daten der Vergleichszuchten

| Zuchtereignis | <i>planus</i> 1 | <i>planus</i> 2 | <i>planus</i> 3 | <i>populi</i> | Hybrid |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 Eiablage | ab 30.9.96 | ab 11.7.97 | ab 1.9.97 | ab 9.5.98 | ab 16.5.98 |
| 2 Raupen e.o. | ab 6.10.96 | ab 17.7.97 | ab 7.9.97 | ab 16.5.98 | ab 23.5.98 |
| 3 Raupen ausgebunden | — | — | 13.-22.9. = 10d | 24.-31.5. = 8d | 24.-31.5. = 8d |
| 4 Raupen in die Erde | 31.10.-14.11.96 | 10.-23.8.97 | 10.-20.10.97 | 13.-21.6.98 | 16.-28.6.98 |
| 5 Fraßzeit / Tage | 25 - 39 | 24 - 37 | 36 - 45 | 28 - 36 | 24 - 36 |
| 6 Schlupf aus Subitanpuppen. | keine | 29.8.-21.9.97 | keine | 2.7.-12.7.98 | 4.-14.7.98 |
| 7 Dauer #4 - #6 / Tage | — | 20 ± 7 | — | 18 ± 5 | 19 ± 3 |
| 8 Warmstellung bzw. Ecdyson-Injektion | — | — | 1.5.98 | 10.11.98 | 10.11.98 |
| 9 Schlupf aus Diapausepuppen | -18°C! tot! | keine | 2. - 14.5.98 | — | 30.11.-5.12.98 |
| 10 Dauer #8 - #9 / Tage | — | — | 8 ± 5 | alle Puppen tot | 21 ± 2 |
| 11 Falter aus Subitanpuppen | keine | 28/30 | keine | 16/18 | 19/21 |
| 12 Falter aus Diapausepuppen | alle Puppen tot | keine | 5/6 | 0/4 | 11/13 |

und Puppenruhe angegeben. Beide Kenngrößen folgen aber keiner GAUSS-Verteilung, d.h. die meisten Tiere verschwinden ziemlich einheitlich nach einer kürzeren Zeit in der Erde bzw. entlassen den Falter und nur wenige Tiere brauchen dafür zum Teil erheblich länger. Für einen Vergleich untereinander sind die Zahlenwerte aber gut geeignet.

4. Ecdyson-Injektion

4.1 Materialien

Folgende Materialien wurden für die Ecdyson-Injektion benutzt:

- Ecdyson, Summenformel $C_{27}H_{44}O_6$, Molekulargewicht 464,6; Reinheitsgrad $\geq 90\%$, Wasserlöslichkeit 0,14 mg/ml (**nicht**: β -Ecdyson = 20-Hydroxy-Ecdyson, Summenformel $C_{27}H_{44}O_7$, Wasserlöslichkeit 13,9 mg/ml)
- Ringer-Lösung, isotonische Salzlösung für Insekten
- Äthanol, Lösungsmittel und zur Desinfektion
- Desinfektionsvlies, handelsübliches, mit Äthanol getränktes Vlies, wie es auch bei der Applikation am Menschen verwendet wird
- Paraffinum solidum 54-56 °C (DAB), niedrig schmelzendes Paraffin für den Wundverschluss
- Insulinspritze, kalibriert, 4 Einheiten (= Teilstriche) entsprechen 100 μ l
- Kanüle, Micro-Canulae der Größe 6 PK, 90mm/30g
- Ultraschallbad

4.2 Herstellung der Injektionslösung

Nach LOELIGER & KARRER (1996) ist die pro Gramm Körpergewicht benötigte Menge Ecdyson zur sicheren Einleitung der Metamorphose 6 μ g, wobei größere Mengen sich nicht als schädlich erwiesen. Für das Injektionsexperiment standen uns 13 Puppen, 12 ♀♀ und 1 ♂ sowie 0,48 mg Ecdyson zur Verfügung. Das mittlere Puppengewicht betrug (5 \pm 0,5) g. Als Rechenwert legten wir 7 μ g pro 1 g Körpergewicht zugrunde, damit wir unter Beachtung aller Fehlerquellen die 6 μ g/1 g nicht unterschritten. Dies entspricht einem Gesamtbedarf von 455 μ g Ecdyson.

Zunächst lösten wir das Ecdyson in 60 μ l Äthanol, setzten anschließend 40 μ l Ringer-Lösung zu. Die Desinfektionswirkung von 60%igem Äthanol soll am höchsten sein. Nach 10 Minuten wurden weitere 400 μ l Ringer-Lösung zugegeben. Die maximale Löslichkeit des Ecdysons in der Lösung wurde mit einer Kombination Ultraschallbad / Schüttler erreicht. Die so vorbereitete Injektionslösung enthielt damit 0,96‰ Ecdyson in 12%igem Alkohol-Ringer. Pro Puppe injizierten wir eine Flüssigkeitsmenge von 1,5 Teilstrichen (= 37,5 μ l), also 36 μ g Ecdyson. Bei einem Ablesefehler von 0,1

Teilstrichen und einer Schwankung des Puppengewichtes von 0,5 g ergibt sich damit eine verabreichte Ecdysondosis von (7,2 \pm 1,2) μ g/g

4.3 Injektion

Zur Desinfektion der Puppenhaut in der Umgebung des Einstichpunktes verwendeten wir kommerzielles mit Alkohol getränktes Desinfektionsvlies. Von LOELIGER & KARRER (1996) ist als bevorzugter Injektionsort auf Grund deren Unbeweglichkeit die Spitze des Puppenkopfes empfohlen worden, die Kanüle wurde entlang der Körperachse bis in die Abdominalregion geführt. Die Chitinhülle der *Smerinthus*-Puppen ist im Vergleich zu der von *Hyles* sehr hart und stabil. Wir injizierten durch die erheblich dünnhäutigere Intersegmentalhaut zwischen dem 5. und 6. Abdominalsegment. Der Einstich erfolgte dorsal, die Kanüle wurde 5...10 mm tief in Richtung des Kopfes eingeführt. Die Injektion ins Dorsalgefäß gewährleistete eine schnelle Verteilung des Ecdysons im Körper. Das Einbringen der Hormon-Lösung erfolgte über einen Zeitraum von etwa 10 s. Die eingespritzte Flüssigkeitsmenge führte zu einer rechnerischen Erhöhung des Puppen-Innendruckes von nur 0,75%.

Bezüglich des Einstichpunktes wichen wir bei der ersten Puppe davon ab und stachen direkt in das fünfte Abdominalsegment. Dort ist die Chitinhülle so stark, daß ein Trümmerbruch auftrat, in dessen Folge mehr Körperflüssigkeit als bei allen folgenden Injektionen austrat. Es ist möglich, daß bei diesem Tier ein Teil des eingespritzten Ecdysons wieder hinaus geschwemmt wurde.

Da die Beweglichkeit der *Smerinthus*-Puppen im Vergleich zu jener der *Hyles*-Arten erheblich geringer ist, verzichteten wir auf eine Anästhesie der Puppen vor der Injektion. Bei jenen war es durch heftige Abdominalbewegungen nach der Injektion zu mehr oder weniger starkem Austritt von Haemolymph gekommen. Dieser Flüssigkeitsverlust wurde als Ursache dafür angesehen, daß sich einige injizierte Puppen zwar entwickelten, die schlüpfenden Falter aber Mißbildungen an den Flügeln (keine vollständige Entfaltung) zeigten. Das war auch die Ursache, warum dem Wundverschluß große Aufmerksamkeit gewidmet wurde. Wir benutzten Paraffinum solidum (54-56)°C (DAB), das zum Schmelzen gebracht wurde (LOELIGER pre-print 1998). In ein Holzstäbchen wurden zwei Glaskopf-Stecknadeln so gesteckt, daß zwischen den Köpfen ein Spalt von etwa 1 mm blieb. Dieses Nadelpaar wurde in die Schmelze getaucht, beim Herausnehmen bildete sich zwischen den Köpfen auf Grund der Oberflächenspannung eine Brücke aus flüssigem Paraffin. Diese wurde unmittelbar nach dem Entfernen der Kanüle für wenige Sekunden auf die Einstichwunde gedrückt. Unabhängig davon, ob ein größerer Klumpen Paraffin ($\varnothing \approx 2$ mm), ein

winziger Pfropf von etwa Kanülen-Durchmesser oder scheinbar gar nichts (Wunde verschorft?) auf der Puppenoberfläche zurückblieb, es trat keine Körperflüssigkeit mehr aus, obwohl die Puppen nach dem Verbringen in das mit Vlies ausgelegte Ruhegefäß das Abdomen noch ca. 5 Minuten kurbelnd bewegten (Frequenz ca. 0,5-1 Hz). Nach ca. 30 Minuten wurden alle Puppen per PKW-Transport von Jena nach Göttern (20 km) befördert. Der Hinweis erscheint uns angebracht, da nach LOELIGER & KARRER (1996) ein Post-Versand der behandelten Puppen deren Mortalitätsrate beträchtlich erhöht.

4.4 Ergebnis

Die behandelten *Smerinthus*-Puppen wurden bei im Tagesrhythmus schwankender Raumtemperatur (von 20-25 °C) gelagert, im Abstand von 2 Tagen besprüht. Nach 12 Tagen lebten von den 13 Puppen mit Sicherheit noch 12, auch konnten Zeichen einer Entwicklung bemerkt werden, die Flügelscheiden waren leicht aufgeheilt. Bei *Smerinthus* sind diese Anzeichen viel schwerer zu erkennen als bei den dünnhäutigeren *Hyles*-Puppen. Am Morgen des 30. November, also nach reichlich 19 d, war das erste ♀ geschlüpft, bis zum Abend des gleichen Tages folgten 3 weitere. Bis zum Morgen des 5. Dezember, also nach 24 d, schlüpfte der elfte und vorerst letzte Falter. Diejenige Puppe, bei der die Injektion nicht über die Intersegmentalhaut erfolgte,

lebte, zeigte aber keine Anzeichen von Entwicklung. Alle 11 Falter sind vollständig entfaltet. Ein ♀ ist unsymmetrisch ausgefärbt, der Augenfleck auf dem rechten Hinterflügel ist grau statt blau. Ein weiteres ♀ hat nur einen Fühler, der andere steckte fest in der Puppenhülle. Bereits wenige Stunden nach dem Schlupf begannen alle ♀♀ mit ausgestülptem Ovipositor intensiv zu locken. Das eine Hybriden-♂ nahm davon auch an den Folgetagen bis zu seinem Tode keinerlei Notiz. Das Abdomen eines Weibchens, das für die Genitalpräparation entfernt wurde, war prall mit Eiern gefüllt.

Im äußeren Erscheinungsbild stehen die Hybriden zwischen den Elterntieren. Sie sind so stattlich wie *planus*, die Hinterflügel gleichen jedoch eher *ocellata*. Auffällig ist die geringe Variabilität in Farbton und Zeichnungsmuster ganz im Gegensatz zu Geschwistertieren von *planus*. Geschwistertiere von *ocellata* aus Göttern standen leider nicht zur Verfügung.

Auch in der Gattung *Smerinthus* gelingt es also, durch Ecdyson-Injektion den Schlupf der Hybriden-Falter einzuleiten.

Tab. 2: Schlupfergebnis

| Tag der Injektion: 10. 11. 1998, 21:15 - 22:30 | | | | | |
|--|-----|------------------|--|---------------------|--|
| | ♀/♂ | Schlupfzeitpunkt | | Dauer ab Injektion | Bemerkungen |
| 1 | ♀ | 30.11.98 | < 7:00 | < 19d + 8h | |
| 2 | ♀ | 30.11.98 | 21:00 | 19d + 23h | |
| 3 | ♀ | 30.11.98 | 23:00 | 20d + 1h | |
| 4 | ♀ | 30.11.98 | 23:00 | 20d + 1h | ♀♀ locken, Ovipositoren ausgestülpt! |
| 5 | ♀ | 01.12.98 | < 5:00 | 20d+2h <Δt < 20d+7h | ♀ hat nur 1 Fühler! Der andere Fühler steckt fest in Puppenhülle! |
| 6 | ♂ | 01.12.98 | < 5:00 | 20d+2h <Δt < 20d+7h | ♂ mit ♀ Nr. 2 zur Paarung angesetzt |
| 7 | ♀ | 02.12.98 | < 5:00 | 21d+1h <Δt < 21d+7h | |
| 8 | ♀ | 02.12.98 | < 5:00 | 21d+1h <Δt < 21d+7h | ♀ unsymmetrisch ausgefärbt, der Augenfleck des rechten Hinterflügels ist grau statt blau |
| 9 | ♀ | 03.12.98 | < 5:00 | 22d+1h <Δt < 22d+7h | |
| 10 | ♀ | 04.12.98 | < 5:00 | 23d+1h <Δt < 23d+7h | |
| 11 | ♀ | 05.12.98 | < 7:00 | 24d+1h <Δt < 24d+9h | |
| 12 | ♀ | — | Puppe wurde zuerst injiziert und zwar <i>in</i> das 5. Segment (siehe Beschreibung im Text). | | |
| 13 | ♀ | — | Puppe zeigte bereits am 22.11.98 keine Eigenbewegung bei Druck auf den Puppenkörper. | | |

5. Genitalpräparation

Zur Ergänzung des phänomenologischen Erscheinungsbildes schien es angebracht, die Genitalien der Elterntiere mit denen der Nachkommenschaft zu vergleichen. Darstellungen dieser Strukturen von *planus* bzw. *ocellata* finden sich bei DANNER, EITSCHEBERGER & SURHOLT (1998). Unsere lichtmikroskopischen Abbildungen 1, 3, 5, 7 zeigen jeweils eine Gesamtansicht des männlichen Genitales ohne den Aedoeagus, die elektronenmikroskopischen Abbildungen 2, 4, 6, 8 die zugehörigen Aedoeagus-Spitzen von *planus*, *ocellata*, dem Hybriden und *populi*. Die Pollices an den Valven sind bei *planus* (mit Pfeil markiert) am ausgeprägtesten, bei *ocellata* am kürzesten, beim Hybriden etwa in der Mitte zwischen beiden. Deutlich verschieden dazu ist der Doppel-Pollex bei *populi*.

Der Aedoeaguszahn am distalen Ende von *planus* ähnelt mit seinen 3 Spitzen einem Dreizack, bei keinem der *planus*-Präparate sind Cornuti auf der Vesica sichtbar gewesen. Im Gegensatz dazu ist der Aedoeaguszahn bei *ocellata* von der Gestalt eines einfachen gedrunge- nen Kegels, die Vesica trägt ein Büschel von Cornuti, die ausgerichtet (wie in einer Richtung gekämmt) er- scheinen. Beim Hybriden ist der Aedoeaguszahn lang- gestreckt kegelförmig mit Einsattelungen auf halber Höhe. Demgegenüber dominieren bei *populi* unver- wechselbar die außerordentlich kräftigen Cornuti.

Die Abbildungen 9 und 10 zeigen die weiblichen Ge- nitalien von *planus* bzw. dem Hybriden.

6. Diskussion

Im Rahmen der Recherche zu dieser Arbeit sind wir darauf gestoßen, daß weitere Züchter etwa zur gleichen Zeit wie wir Paarungen zwischen *planus* und *ocellata* erzielt haben. Es ist uns aber kein Fall bekannt gewor- den, bei dem weibliche Tiere geschlüpft sind; in den konkreten Fällen liegen die ♀♀-Puppen seit Herbst 1997, also mehr als 1 1/2 Jahre. Die Ecdyson-Injektion in der beschriebenen Weise kann also als geeignetes Mittel angesehen werden, diesen Tieren zum Abschluß ihrer Metamorphose zu verhelfen. Selbst wenn man auf den Ausschluß jener ersten Puppe aus unserer Ver- suchsreihe verzichtet, ergibt sich ein positives Ergebnis von 85%. Das an Vertretern der Gattung *Hyles* erprobte Verfahren kann also auch auf die Gattung *Smerinthus* übertragen werden.

Interessant ist der Vergleich der Zeitabläufe (Tab.1). Die für „normale“ Subitanpuppen angegebene Ruhezeit enthält noch die Zeitspanne zwischen dem Verschwin- den der Raupe in der Erde und ihrer Verpuppung. Bei den Tieren, wo dies ohne Gefährdung kontrolliert wer-

den konnte, betrug diese Zeit ziemlich einheitlich 5 Tage. Die Entwicklungszeit ab Ecdyson-Injektion mit 21 Tagen ist relativ konstant, aber jenen gegenüber um rund 7 Tage (21 - (19 - 5)) länger.

Bei Diapausepuppen hat die Entwicklung offenbar be- reits viel früher eingesetzt, durch die niedrigen Tempe- raturen allerdings sehr verlangsamt. Nur so sind die deutlich kürzeren Schlupfzeiten nach Warmstellung zu erklären.

Gleichzeitig mit den Hybrid-Puppen sind die 4 leben- den Diapause-Puppen von *populi* ins Warme gebracht worden. Sie sollten als Vergleichsmaterial Aufschluß geben, ob die notwendige Ruhezeit vielleicht schon ab- gelaufen sei und die Puppen auch ohne Zutun schlüpfen würden. Keine der *populi*-Puppen entließ den Falter, alle starben, im Warmen belassen, ab.

So wie die Falter im äußeren Erscheinungsbild zwi- schen den Elterntieren stehen, ist diese Aussage eben- falls für die männlichen Genitalien gültig, insbesondere bezogen auf die beiden Merkmale Aedoeagus-Zahn und Pollex an den Valven. Diese Merkmale können als Bestimmungshilfen dienen, über die Fähigkeit zur Fort- pflanzung sagen sie weniger aus. Dies wird besonders deutlich, wenn man die Genitalien von *ocellata* und *po- puli* vergleicht. Zwischen beiden Arten wird Hybridisa- tion sogar im Freiland beobachtet.

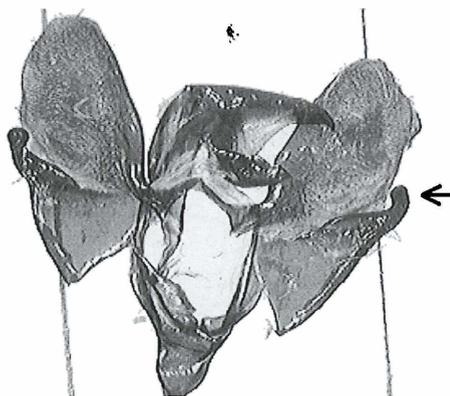


Abb. 1: ♂ Genitale *planus* Gesamtansicht (Aedoeagus entfernt).
Gen.präp. 106/2 6fach vergrößert

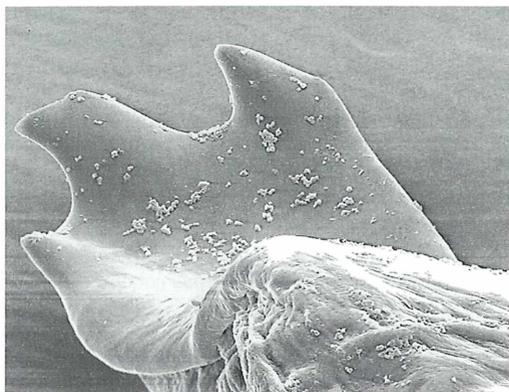


Abb. 2: ♂ *planus* - distaler Aedeagus-Zahn
Gen.präp. 100/2 REM, 30 keV, SE, 95fach vergr.

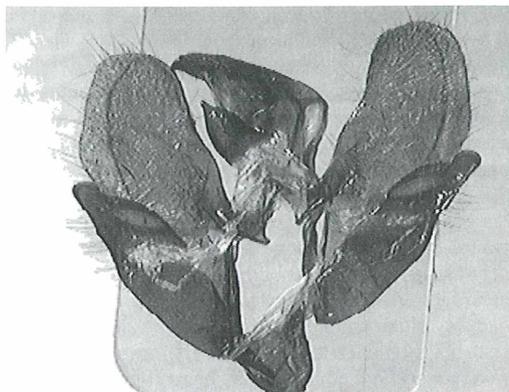


Abb. 5: ♂ Genitale Hybride Gesamtansicht (Aedeagus entfernt).
Gen.präp. 109/2 6fach vergrößert

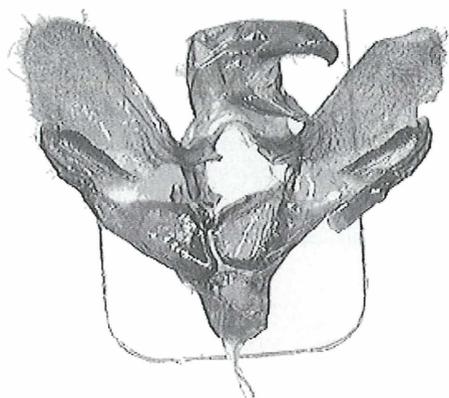


Abb. 3: ♂ Genitale *ocellata* Gesamtansicht (Aedeagus entfernt).
Gen.präp. 104/1 6fach vergrößert

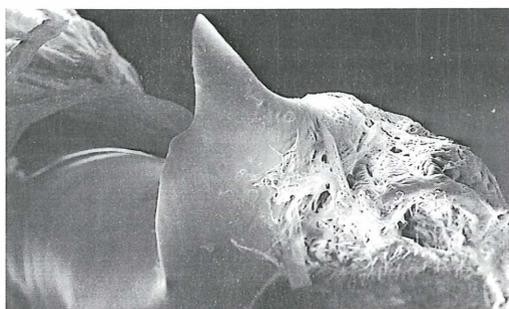


Abb. 6: ♂ Hybrid - distaler Aedeagus-Zahn
Gen.präp. 109/1 REM, 30 keV, SE, 46fach vergr.



Abb. 4: ♂ *ocellata* - distaler Aedeagus-Zahn sowie Cornuti auf der Vesica. Gen.präp. 104/2 REM, 30 keV, SE, 38fach vergr.

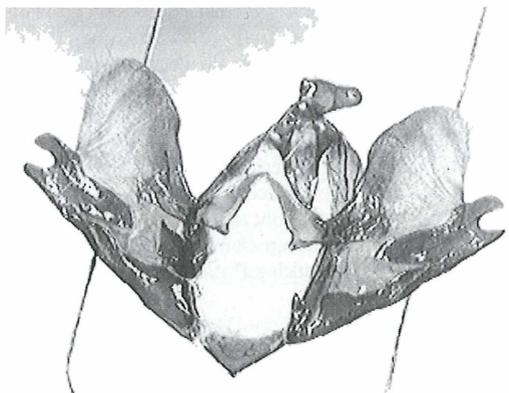


Abb. 7: ♂ Genitale *populi* Gesamtansicht (Aedeagus entfernt).
Gen.präp. 112/2 6fach vergrößert

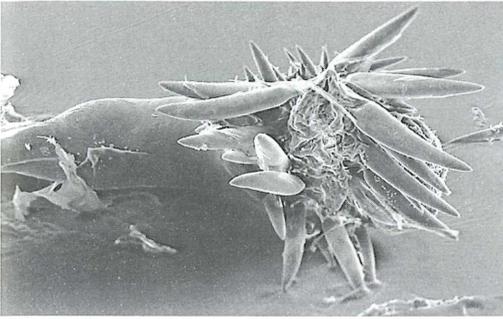


Abb. 8: ♂ *populi* - distales Aedoeagus-Ende, Vesica mit Cornuti.
Gen.präp. 112/1 REM, 30 keV, SE, 25fach vergrößert

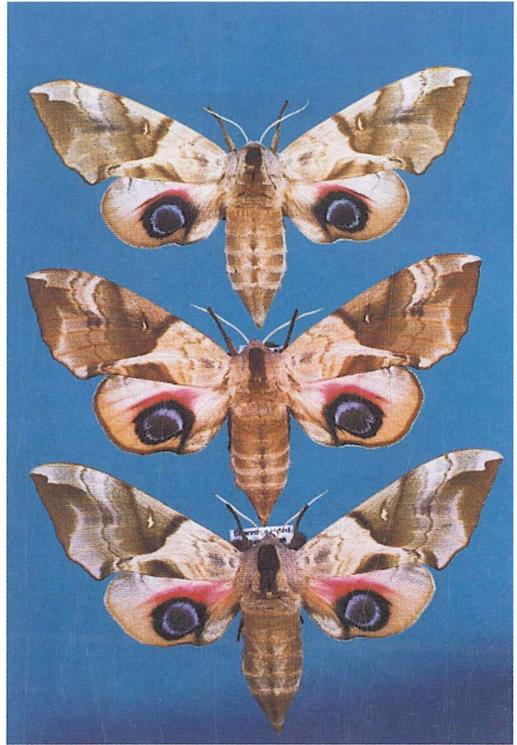


Abb. 11: 2♀♀ *planus* (e.o. 3.5.98, 30.8.97), ♀-Hybride (4.12.98, Spannweite = 93mm) (v.o.n.u.)

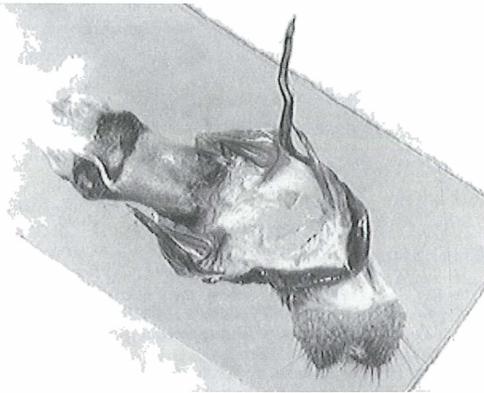


Abb. 9: ♀ Genitale *planus*, Gesamtansicht. 6fach vergrößert
Gen.präp. 105/2

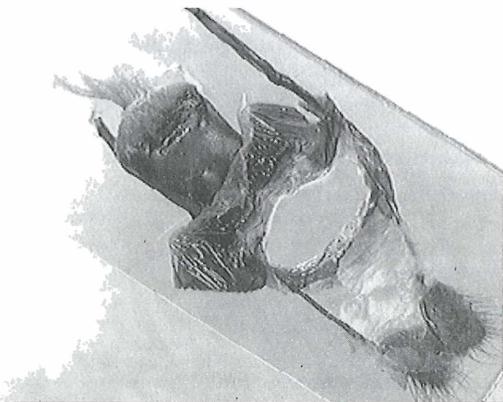


Abb. 10: ♀ Genitale des Hybriden, Gesamtansicht. 6fach vergrößert
Gen.präp. 111

7. Danksagung

Herr FRANZ RENNER (Erbach-Ringingen), außerordentlich erfahren und erfolgreich bei der Hybridisierung einer Vielzahl von Schwärmen und Spinnern, hat mit seinen Hinweisen den Anlaß zu dieser Arbeit gegeben. Herr Prof. BERNHARD SURHOLT (Dülmen) vermittelte notwendige Kontakte und Diskussionen. Herr Prof. E. A. LOELIGER (Oegstgeest/NL) stellte uns zusätzlich und uneigennützig seine bisher unveröffentlichten und weiterführenden Untersuchungsergebnisse zur Verfügung, die insbesondere bezüglich des Wundverschlusses die Erfolgsrate erheblich erhöhen. Herr Dr. TONY PITTAWAY (Oxfordshire/UK) teilte uns bisher unveröffentlichte Einzelheiten zu genau jenen, bei unseren Zuchten verwendeten *Smerinthus planus*-Tieren mit. In die Zucht selbst sind die Erfahrungen von Herrn ANDREAS MAI (Zschorlau) und Herrn ROLAND PRANGE (Quedlinburg) eingeflossen. Herr UWE HÜBNER (Jena) fertigte die REM-Aufnahmen an. Das Ecdyson wurde uns von Frau GISELA RADKE (Jena) überlassen. Allen danken wir sehr herzlich.



Abb. 13: Frisch geschlüpfte Hybriden-♀, 1.12.1998

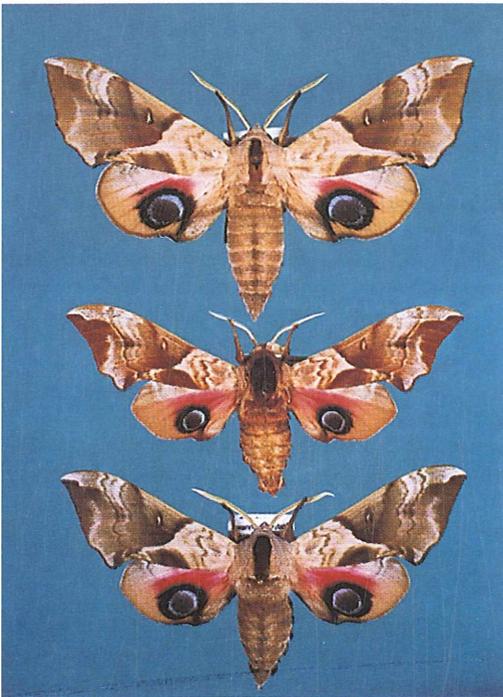


Abb. 12: ♂ *planus* (30.8.97), ♂ *ocellata* (Finsterwalde e.o. 2.6.77), ♂-Hybride (7.7.98, Spannweite = 77 mm) (v.o.n.u.)

Literatur

- PITTAWAY, A. R. (1995): Spingidae of the western Palaearctic: their ecology and biogeography. - PhD Thesis, Imperial College, University of London, UK. In: <http://hometown.aol.com/tpittaway/sphingid/list.htm>
- LOELIGER, E. A. & KARRER, F. (1996): On the induction of metamorphosis of Lepidoptera by means of ecdysone and 20-hydroxyecdysone. - *Nota lepid.* 19 (1/2): 113-128.
- DANNER, F., EITSCHBERGER, U. & B. SURHOLT (1998): Die Schwärmer der westlichen Palaearktis, Bausteine zu einer Revision (Lepidoptera: Sphingidae). - Herbiopoliana, Buchreihe zur Lepidopterologie 4/1 und 4/2, Marktleuthen.
- LOELIGER, E. A. (pre-print 1998): Low-melting point paraffin used to close puncture wounds improves success of ecdysis triggered by ecdysone injection.
- SCHEFFEL, H. (1987): Häutungsphysiologie der Chilopoden: Ergebnisse von Untersuchungen an *Lithobius forficatus* (L.). - *Zool. Jb. Physiol.* 91, 257-282.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Rainer Plontke
Am Schwemmtümpfel 15
D-99441 Göttern Stadt Magdala
Tel. & Fax: +49-36454-50518

Dr. Reinhard Predel
Schroeterstraße 26
D-07745 Jena
Tel. & Fax: +49-3641-618664

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologische Nachrichten und Berichte](#)

Jahr/Year: 1999/2000

Band/Volume: [43](#)

Autor(en)/Author(s): Plontke Rainer, Predel Reinhard

Artikel/Article: [Einleitung der Metamorphose durch Ecdyson-Injektion bei weiblichen Puppen des Hybriden. Smerinthus ocellata Linnaeus, 1758 x. Smerinthus planus Walker, 1856 \(Lep., Sphingidae\). 241-248](#)