

Die Larvalentwicklung von *Lampyris noctiluca* (L.) im Naturschutzgebiet Federsee (Coleoptera: Lampyridae) ¹⁾

Elke WUNSCH

E i n l e i t u n g

Das 3319 ha umfassende Naturschutzgebiet Federsee befindet sich im oberschwäbischen Alpenvorland im Kreis Biberach (Baden-Württemberg) und liegt 578 m über NN. Es handelt sich um ein Verlandungsmoor, das aus einem eiszeitlichen Schmelzwassersee entstanden ist (GÜNZL 1989).

Ein Großteil der offenen Riedwiesen wird von *Lampyris noctiluca* besiedelt. Das große Vorkommen im Federseemoor deutet auf dessen optimale Lebensbedingungen für diesen Leuchtkäfer hin. Die rauen Witterungsverhältnisse und die besonderen Vegetationseinheiten eines Flachmoors entsprechen jedoch kaum den von SCHWALB (1961) für *L. noctiluca* ermittelten Biotopvoraussetzungen. Im Federseebecken beginnt das Frühjahr erst spät, und die ersten Herbstfröste setzen früh ein (WASNER 1977). Es werden dort mehr Frosttage gezählt als in den umliegenden Gebieten, zudem sind Fauna und Flora hohen Temperatur-Tagesschwankungen ausgesetzt (HUSS 1961, WASNER 1977). Es wurde deshalb versucht, die räumliche Verteilung von *L. noctiluca* im Federseeried zu ermitteln, um hierdurch Hinweise über die von der Art bevorzugten mikroklimatischen Verhältnisse zu erhalten.

Ein weiteres Ziel der Arbeit bestand darin, genaueres über den Entwicklungszyklus von *L. noctiluca* zu erfahren, da diesbezüglich erhebli-

1) Stark gekürzte Fassung einer Diplomarbeit, die im Mai 1990 bei der Fakultät für Biologie der Universität Tübingen eingereicht wurde. - Für diese gelungene Kurzfassung danke ich Herrn Dr. M. GEISTHARDT, der diese mühevollen Arbeit auf sich genommen hat.

che Widersprüche in der Literatur bestehen. So sind VOGEL (1915) und NAISSÉ (1966) der Meinung, daß die Entwicklung innerhalb eines Jahres abgeschlossen wird, DUBOIS (1887) und WOOTON (1976) beschreiben dagegen einen zweijährigen Entwicklungszyklus, und SCHWALB (1961) beobachtete eine dreijährige Entwicklungsdauer. NAISSÉ (1966) und WOOTON (1976) erzielten ihre Ergebnisse durch Zuchten, die übrigen Autoren stützen sich ausschließlich auf Freilandbeobachtungen. Bis heute liegen aber keine gesicherten Erkenntnisse über die Zahl der Larvenstadien vor, und auch ein Bestimmungsschlüssel für die Larvenstadien existierte nicht. Aus diesem Grund wurde versucht, die Art zu züchten, um einen Larven-Bestimmungsschlüssel erstellen zu können, um die während einer Vegetationsperiode im Beobachtungsgebiet gefangenen Larven einem Larvenstadium zuzuordnen. Aus der Analyse der jahreszeitlichen Verteilung der verschiedenen Larvenstadien sollte es möglich werden, Rückschlüsse auf den Entwicklungszyklus von *L. noctiluca* zu ziehen.

Nach NEWPORT (1857) ernähren sich die Larven ausschließlich von Gehäuseschnecken, nach anderen Autoren (FABRE 1913, HADDON 1915, VOGEL 1915, SCHWALB 1961) erbeuten sie auch Nacktschnecken. Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit war deshalb auch die Untersuchung, ob bei den Larven eine Bevorzugung einer Beutetiergruppe besteht.

Material und Methode

Die Zucht wurde mit Larven aus dem Untersuchungsgebiet aufgebaut und über mehrere Generationen verfolgt.

Bei einer Temperatur von 19°C, nach SCHWALB (1961) die ideale Zuchttemperatur, und einem Licht-Dunkel-Rhythmus (LD) von 17h:7h wurden die Tiere in einem Thermokonstantraum gehalten. Mit ständig feucht gehaltenem Fließpapier ausgelegte Petrischalen erwiesen sich nach mehreren Tests als brauchbare Zuchtbehälter, da sie sowohl leichter zu reinigen waren als mit Moos beschickte Gefäße, und zudem ein deutlicher Rückgang der Verpilzungsrate der Larven zu beobachten war. Gefüttert wurde mit verschiedenen Schneckenarten, die anfangs lebend angeboten wurden. Da die Larven aber auch zerkleinerte Beute akzeptierten, wurde diese Fütterung später ausschließlich angewandt, da hierdurch eine drastische Reduzierung des Schneckenmaterials erzielt werden konnte.

Einige Zuchten wurden verschiedenen Temperaturen und/oder einer Wintersimulation (3°C; LD 12h:12h) für die Dauer von 7 Wochen ausgesetzt, um den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklungsdauer zu ermitteln.

Um den Einfluß der Nahrungsmenge auf die Postembryonalentwicklung zu untersuchen wurden je 32 Larven in einem 4-tägigen, bzw. 8-tägigen Rhythmus gefüttert. Der 8-tägige Rhythmus konnte erst im 3. Larvenstadium begonnen werden, da jüngere Larven bei dieser Nahrungsreduzierung innerhalb kürzester Zeit verendeten.

An Gehäuseschnecken bevorzugten die Larven *Cepea hortensis*, *Cepea nemoralis* und *Perforatella incarnata*, unter den Nacktschnecken war es *Deroceras reticulatum*. Bei den Nahrungspräferenz-Versuchen wurden deshalb ausschließlich diese Beutetiere angeboten. Jeweils nach einem 3-tägigen Hungern wurden den Larven Gehäuse- und Nacktschnecken entweder im Verhältnis 1:1 oder aber eine Schneckengruppe in der Überzahl angeboten.

Beutefangverhalten und Nahrungsaufnahme

Die Verhaltensweise, die zur Überwältigung einer Gehäuseschnecke führt, unterscheidet sich vom Beutefangverhalten auf Nacktschnecken. Bei ersterer erklettert die Larve nach Verfolgen der Schleimspur das Gehäuse, bei letzterer sucht sie tastend das Vorderende der Schnecke auf. Der Angriff erfolgt gezielt auf die Fühler des Opfers, d.h. bei Nacktschnecken von frontal, bei Gehäuseschnecken von hinten oben. Bei dem Biß wird durch die Mandibelkanäle ein Nervengift injiziert, das zur Lähmung des Cerebral- und Pedalganglions führt.

Die Larven spüren eine Schneckenschleimspur, die bis 1,5 Tage alt sein kann, mit den Maxillartastern auf und folgen dieser bis zum Erreichen der Beute. Zum Festhalten auf dem Gehäuse dienen hauptsächlich die Pygopodiumanhänge, die einen kombinierten Haft- und Reinigungsapparat darstellen. Durch Hämolympdruck werden diese weißlichen Analschläuche ausgestülpt und zahlreiche Chitinzähnen nach außen gewendet. Diese Widerhaken, unterstützt durch eine schleimlösende, aus dem Anus tretende Flüssigkeit (SCHWALB 1961), sind vorteilhaft, wenn sich die Larve nach einer Mahlzeit von Schneckengewebe und -schleim säubert, wobei die adhäsiven Pygopodiumanhänge alle Körperteile mit Ausnahme des IX. Abdominalsegments erreichen. Diese Anhänge werden weiterhin bei der spannerrauartigen Fortbewegung der Larve als Nachschieber eingesetzt, beim Wegtransport der Beute als Zugapparat benötigt und bei der Häutung zum Abstreifen der Exuvie verwendet. Als Haftapparat dienen sie der Larve, wenn diese auf einem Schneckengehäuse lauert und von dieser Position aus mit bis zu 15 Bissen ihr bis zu 12 mal schwereres Opfer überwältigt. Dieser Balanceakt wird durch die vier-

gliedrigen, thorakalen Extremitäten, deren Tibiotarsi kräftige, unpaare, mit zwei seitlichen Spornen versehene Krallen tragen, unterstützt. Die Vorderextremitäten werden zum Säubern der Kopfkapsel eingesetzt, wobei zahlreiche Borsten dienlich sind.

Unterschiedliche Meinungen existieren über die Nahrungsaufnahme. Während NEWPORT (1857), FABRE (1913), VOGEL (1915) und VERHOEFF (1922) von extraintestinaler Verdauung sprechen, liefert SCHWALB (1961) Beweise, die eine solche ausschließen. Eigene Beobachtungen der Nahrungsaufnahme erbrachten folgendes Ergebnis: Während der Angriffsphase und des Fressens stößt die Larve hyalines Sekret aus; die Mundwerkzeuge bohren sich tief in den Körper der Beute; sämtliche Mundwerkzeuge führen Kaubewegungen aus, wodurch zerkleinertes und wahrscheinlich vorverdautes Schneckenfleisch in die Mundöffnung gelangt; grobe Gewebestücke sammeln sich zwischen Kopfkapsel und Pronotum und werden später mit Hilfe der Pygopodiumanhänge entfernt. Die Mandibeln verharren in unterschiedlichen Abständen in der Beute (Unterbrechung oder Injektion von Verdauungsssekret?); die Eingeweide der Schnecke werden schneller verzehrt als die Fußmuskulatur (Vorverdauung?). Hieraus läßt sich ableiten, daß es sich wohl um eine kombinierte intestinale und extraintestinale Verdauung handelt. Einige Stunden nach dem Freßvorgang entleeren die Larven eine tiefbraune Flüssigkeit. Sie kann, da sie aus der Mundöffnung abgegeben wird, nicht dem Kot entsprechen, wie es SCHWALB (1961) postulierte.

Die Nahrungspräferenz-Versuche ergaben, daß die Larven keine Schneckengruppe bevorzugen, sondern vermutlich die zuerst aufgespürte Schnecke angegriffen und gefressen wird.

Z u c h t b e o b a c h t u n g e n

Eine durchgehende Aufzucht vom Ei bis zur Imago ist bis heute für *Lampyrus noctiluca* ausschließlich NAISSE (1966) und WOOTON (1976) gelungen. Bei letzterem sind keine genauen Angaben über den Ablauf der Larvalphase zu finden. Nach Beobachtungen von NAISSE (1966) machen weibliche Tiere 6, männliche hingegen 5 Larvenstadien durch.

Meine Zuchten begannen 1987 mit im Beobachtungsgebiet gesammelten Larven. Folgende bemerkenswerte Beobachtungen sollen hier summarisch vorgestellt werden:

- Die zu mehreren in einem Zuchtgefäß gehaltenen *L. noctiluca*-Larven sammelten sich häufig im Randbereich, wobei oftmals junge hungrige Larven auf älteren saßen (Fehlverhalten des Beutefangs?). Gegensei-

- tige Angriffe kamen nicht vor, auch dann nicht, wenn mehrere Larven gleichzeitig an einer Schnecke fraßen.
- Die Ruhephase vor der Verpuppung betrug bei weiblichen und männlichen Larven 3–6 Tage. Die während dieser Zeit eingenommene Stellung war identisch mit der 2–3-tägigen Lage vor der Larvalhäutung. Die Tiere liegen dann mit ventral halbkreisförmig eingekrümmtem Abdomen und gestreckten Beinen auf dem Rücken oder der Seite. Für diese Phase ebenfalls charakteristisch ist der ständig am Abdomen hängende Ausscheidungstropfen. Verpuppungs- bzw. Häutungskammern werden nicht angelegt, jedoch häuten sich vereinzelt Larven in zuvor leergefressenen Schneckenhäusern.
 - Bei Larven, die im Altlarvenstadium gefangen wurden, war ein Größenunterschied zwischen den Geschlechtern zu erkennen. Ohne Kopfkapsel und im Hungerzustand gemessene weibliche Altlarven erreichten im Durchschnitt 18,3 mm, das letzte männliche Larvenstadium maß durchschnittlich 16,7 mm.
 - Das weibliche Puppenstadium dauerte ca. 7 Tage bei 22°C bzw. 10,5 Tage bei 19°C. Die Weibchen legten in den letzten 2–3 Tagen ihrer im Mittel 8- bis 10-tägigen Adultphase (bei 22°C bzw. 19°C) durchschnittlich 207 Eier ab (nur 60–90 nach SCHWALB 1961). Die mit Flügelanlagen ausgestattete männliche Puppe häutete sich nach 9 bzw. 14 Tagen zur Imago (bei 22°C bzw. 19°C).
 - Beide Puppentypen reagierten während der ersten vier Tage auf mechanische Reize: Das sonst nach ventral gebogene Abdomen wird gestreckt und nach beiden Seiten geschwenkt. Dies führt beim Weibchen zur Seitenlage, die beweglichere männliche Puppe kommt auf der Ventralseite zu liegen. Die Reaktionszeit sowie die Reizbeantwortung verlangsamten bzw. schwächten sich zum vierten Tag hin ab. Kopfkapselbewegungen wurden nur bei der weiblichen Puppe in den ersten 24 Stunden beobachtet. Das auf äußere Reize hin für einige Sekunden anhaltende Leuchten wurde von den Puppen bis zur Imaginalhäutung beibehalten.
 - Frisch geschlüpfte Männchen benötigen noch ca. 1,5 h zur Ausfärbung ihrer dunkelgrauen Flügel.
 - Die Exuvie platzt bei sämtlichen Häutungen im Gegensatz zu anderen Käferlarven interessanterweise quer am oberen Vorderrand des Pronotums auf. Etwa 10 min. benötigt die Larve bzw. Puppe, um die Exuvie abzustoßen.
 - Unter den Larven, die in der Zeit von Ende Mai bis Mitte Juni gefangen wurden, befanden sich weibliche und männliche Altlarven im Verhältnis 9:1.

- Nach einer Embryonalentwicklung von 28 Tagen (22°C) bzw. 45 Tagen (19°C) schlüpften innerhalb von fünf Tagen 95% eines Geleges. Die Mortalitätsrate während der ersten drei Larvenstadien war extrem hoch (L1 45%, L2 15–20%, L3 10%).
- Abweichend zu den Beobachtungen von NAISSÉ (1966) konnte ermittelt werden, daß *L. noctiluca* mehr als sieben Larvenstadien ausbildet und daß für Weibchen wie für Männchen keine konstante Larvenanzahl angenommen werden kann. Durch die Zucht war es möglich, die Entwicklung von "Sommertieren" (Eiablage Anfang Juli) mit der von "Wintertieren" (Eiablage Anfang Februar) zu vergleichen. Das Resultat war, daß sich die meisten "Sommertier"-Larven bereits nach dem sechsten Larvenstadium verpuppten, die "Wintertiere" verpuppten sich überwiegend nach L8. (Die Wintersimulation erbrachte keine signifikanten Abweichungen.) Diese Ergebnisse unterstützen die Aussage von NAISSÉ (1966), wonach unter Laborbedingungen entstandene "Wintergenerationen" stets ein zusätzliches Larvenstadium ausbilden. Ein Unterschied ergab sich jedoch grundsätzlich in der Anzahl der Larvalstadien weiblicher und männlicher Larven. Weibliche Larven durchlaufen mindestens ein Stadium mehr als männliche.
- Nach SCHWALB (1961) muß bei der Zucht von *L. noctiluca* eine Winterpause eingehalten werden; NAISSÉ (1966) sah diese Notwendigkeit nicht. Auch bei meinen Zuchten ließ sich kein signifikanter Einfluß einer Winterruhe in der Entwicklung der Larven feststellen.
- Ein verringertes Nahrungsangebot wirkt sich deutlich auf die Entwicklungsdauer aus. Erstens wird mehr Zeit zwischen den Häutungen benötigt, und zweitens wird die Tendenz deutlich, mehr Larvenstadien auszubilden.
- Die Auswertung aller Zuchtansätze mit unterschiedlichen Bedingungen führt zu dem Ergebnis, daß eine Verpuppung der männlichen Larven etwa zwei Stadien früher erfolgt als bei den weiblichen. Die maximale Larvenstadienzahl lag für männliche Tiere bei 10, für weibliche bei 12.

Freilanduntersuchungen

An 11 Standorten im Untersuchungsgebiet wurden Barberfallen zur Erfassung der Larven installiert. Die räumliche Verteilung der *L. noctiluca*-Populationen führt zu der Frage, welche ökologischen Bedingungen bietet ein von diesen Tieren bevorzugter Biotop. [Komplexe biotische Zusammenhänge, wie Nahrungsangebot, Feinddruck oder intra- und interspezifische Konkurrenz konnten kaum berücksichtigt werden.] An jedem der 11 Fallenstandorte kamen sowohl Gehäuse- wie Nacktschnecken vor,

jedoch variierte das Vorkommen der Arten. Mögliche Feinde stellen im Federseegebiet Amphibien, große, räuberische Arthropoden, Kleinsäuger und Vögel dar.

Folgend werden die Fallenstandorte kurz charakterisiert; in Klammern angegeben wird die Gesamtzahl der vom 10.04. bis 17.11.1987 gefangenen Larven.

I Fadenseggenried: (71)

Die im offenen Gelände befindliche *Carex lasiocarpa*–*Peucedanum palustre*–Assoziation bildet mit Strauchbirken (*Betula humilis*), Schachtelhalm (*Equisetum fluviatile*), Gewöhnliche Moosbeere (*Oxycoccus palustris*), Süßgräsern und anderen Seggen eine lichte Pflanzendecke, auf deren Grund sich ein stets feuchtes *Sphagnum*-Polster befindet; im Südosten grenzt ein Moorbirkeninitialbruch an, im Westen das lichte Bannwald-Gebiet.

II Waldrand: (43)

Ein reich strukturierter Waldrandsaum befindet sich vor Weiden- (*Salix aurita*), Faulbaum- (*Rhamnus frangula*), Moorbirken- (*Betula pubescens*) Gebüsch; eine ca. 1m hohe, dichte, blütenreiche Grasvegetation setzt sich aus Süßgräsern, Schachtelhalm, horstbildenden Seggen und anderen aus dem Moosrasen hochwachsenden Stauden zusammen.

III Moorbirkeninitial: (1)

Das lichte Initial besteht aus Grauweiden- (*Salix cinerea*), Moorbirken-, und Faulbaumsträuchern; zwischen polsterbildenden Torfmoosen (*Sphagnum* spec.) wächst eine ca. 80cm hohe Krautschicht aus Seggen (*Carex* spec.), Süßgräsern und Schachtelhalmen.

IV Großseggenbüten: (25)

In einer Lichtung eines Moorbirkenbruchwalds bildet hauptsächlich die Wundersegge (*Carex appropinquata*) ca. 50cm hohe wie breite Horste; weiterhin sind außer Moosen auch Mädesüß (*Filipendula ulmaria*) und große Doldengewächse zu finden.

V Oggelshauser Wäldchen: (0)

Pinus sylvestris und *Picea abies* überwiegen in diesem lichten Kiefern–Birken–Bruchwald; die Krautschicht besteht hauptsächlich aus Großer Brennessel (*Urtica dioica*), Waldsauerklee (*Oxalis acetosella*), lockerem Grasrasen, wenig Moosen und überzieht teilweise vermodernde Baumstämme.

VI Reine Mädesüßvegetation: (4)

Auf freier Fläche – mit vereinzelt stehenden Moorbirken – breiten sich ca. 1,5m hohe *Filipendula ulmaria* aus; der Untergrund ist nur spärlich

bewachsen (Moose und Gras); in südöstlicher Richtung beginnt nach ca. 20m das in V benannte Waldstück.

VII Großseggenbüten: (39)

Die ca. 1m hohe, dichte Krautschicht (Mädesüß, Doldengewächse und Schachtelhalme) überragt die Großseggenhorste; im Westen grenzt ein Grauweidengebüsch an.

VIII Schlenken: (3)

Hiermit werden Senken zwischen den Großseggenhorsten bezeichnet, die hier mit Moospflanzen und Schachtelhalmen bewachsen sind.

IX Mädesüßhochstaudenflur: (13)

Zwischen den charakteristischen *Filipendula ulmaria* behaupten sich Seggen und Schachtelhalme; zersetztes Pflanzenmaterial bildet die Bodenschicht; vereinzelt finden sich eingestreute Moorbirken.

X Pfeifengraswiese: (62)

In diesem Relikt einer Pfeifengraswiese kommen noch Blaues Pfeifengras (*Molinia coerulea*), Breitblättriges Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*), Blutwurz (*Potentilla erecta*), Bachkratzdistel (*Cirsium rivulare*) und andere typische Vertreter vor; reichlich Süßgräser und Seggen sorgen für eine lichte ca. 1,2m hohe Pflanzendecke; die Bodenauflage besteht aus abgestorbenen Pflanzenresten.

XI Kalkflachmoor: (54)

Vom Schilf eingerahmt erstreckt sich die Kalkflachmoorgesellschaft auf freier Fläche; Rostrote Kopfbinse (*Schoenus ferrugineus*), Sumpfstengelwurz (*Epipactis palustris*), Echte Sumpfwurz (*Parnassia palustris*), Gemeines Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*) wachsen auf dem geschlossenen, lockeren Moosteppich; Schachtelhalme und Seggen ragen dünn gestreut ca. 40cm über den oben genannten Vegetationsschichten; ca. 50–100m östlich beginnt ein Waldgebiet.

Die mikroklimatischen Verhältnisse der 11 Fallenstandorte sind für den Zeitraum vom 26.05. bis 13.10.1987 in Tabelle 1 zusammengestellt.

A u s w e r t u n g

An den Standorten III, V, VI und VIII wurden keine, bzw. nur sehr wenige Larven gefangen. Es sind die Orte, die eine meist artenarme Vegetation aufweisen und durch Bäume oder hoch und dicht stehende Pflanzen stark beschattet werden. Das daraus resultierende Mikroklima, der geringe Lichteinfall, die relativ ausgeglichenen Temperaturverhältnisse [niedrige Höchsttemperaturen, hohe Tiefsttemperaturen] und die schwa-

che Evaporation scheinen für *L. noctiluca*-Larven ungünstig zu sein. Ein weiterer Grund dafür, daß in diesen Gebieten verhältnismäßig wenig Eier abgelegt werden, wäre, daß die von einer erhöhten Position aus leuchtenden Weibchen von den Männchen gut gesehen und anzufliegen sein sollten, was durch eine zu dichte Vegetation erschwert wird.

Standorte mit einem großen *L. noctiluca*-Vorkommen zeichnen sich durch eine lichte Pflanzendecke aus, die direkte Sonneneinstrahlung durchläßt. Hieraus resultieren große Tag-Nacht-Temperaturschwankungen und eine höhere Evaporationsrate.

Tabelle 1:

Mikroklima und Bodenfeuchtigkeit der im Federseeried ausgewählten Fallenstandorte für die Vegetationsperiode 1987 (nach ERHARD 1988).

Standort	Licht (%)	Durchschnitts- temperatur		Evapo- ration (%)	Bodenfeuchtig- keit
		Höchst-Tiefst- (°C)	(°C)		
I Fadenseggenried	40	23,7	6,0	11,4	sehr feucht
II Waldrand	17	22,1	7,6	7,1	naß
III Moorbirkenintial	15	18,0	10,3	5,4	sehr feucht
IV Großseggenbülten	30	26,4	6,7	10,4	trocken
V Oggelsh.Wäldchen	8	20,1	9,9	3,1	leicht feucht
VI Reines Mädesüß	11	18,7	9,3	3,7	mäßig feucht
VII Großseggenbülten	21	25,7	6,4	9,3	leicht feucht
VIII Schlenken	7	20,1	8,1	2,3	naß
IX Mädesüßhochstaud.	3	20,3	6,2	3,0	mäßig feucht
X Pfeifengraswiese	19	25,4	3,0	8,4	leicht feucht
XI Kalkflachmoor	54	21,0	8,1	15,1	naß

Zur Phänologie der Lampyriden im Untersuchungsgebiet können auf Grund der geringen Fangzahlen keine konkreten Angaben gemacht werden. Jedoch läßt sich die Aktivitätsabnahme älterer Larven ab Anfang Juli als pränympheale Phase deuten, da diese Stadien später im Jahr nicht mehr so gehäuft auftreten, und zwischen Ende Juli und Anfang August Weibchen in den Bodenfallen waren. Es wurde weiterhin festgestellt, daß ab Ende August eine neue Generation schlüpft, und daß die Larven, abgesehen von einer Winterruhe (nicht obligat), ganzjährig aktiv sind.

Rückschlüsse auf die Entwicklungsdauer der Art im Untersuchungsgebiet sind anhand der gefundenen Larvenstadien nur mit Vorbehalt zu ziehen, denn die Variabilität bezüglich der Stadienanzahl erlaubt keine definitive Aussage. Allerdings kann davon ausgegangen werden, daß die im Frühjahr auftretenden Stadien (L1, L4, L5 und L6 od. L7♂) die Überwinterungsformen darstellen. Die als L1 überwinterten Tiere sprechen gegen einen einjährigen Entwicklungszyklus nach NAISSÉ (1966), der davon ausging, daß sich die im Sommer geschlüpften Primärlarven noch vor dem Winter 3–4mal häuten müßten. Einen strikten 3-Jahreszyklus postulierte SCHWALB (1961), wonach die Winterpausen als L1, L4 und L7 überdauert werden.

Die Zucht- und Freilandergebnisse der vorliegenden Arbeit lassen ein mindest 3maliges Überwintern der Larven vermuten. Nach dem ersten Winter, den die neue Generation im Larvenstadium 1 verbringt, häuten sich die Larven vor dem zweiten Winter mindestens dreimal. Dies ergibt sich aus den Frühjahrsfängen, die sich aus den Stadien 1 und 4 (5, 6) zusammensetzten. Wieviele Häutungen vor dem dritten Winter stattfinden bleibt spekulativ. Die Laborzuchten ergaben, daß die ersten drei Häutungen schnell aufeinander folgen und weitgehend synchron verlaufen. Ab L5 werden die Häutungsabstände immer größer, woraus eine geringere Zahl von Wachstumsschritten als im Vorjahr resultiert. Aus diesem Grund ist ein viermaliges Überwintern denkbar. Ein solcher 'individueller' Entwicklungszyklus gewährleistet die Stabilität der Leuchtkäferpopulation.

Larvenstadiendifferenzierung

Zur Larvenstadiendifferenzierung wurden chaetotaxonomische und morphometrische Untersuchungen durchgeführt, auf deren Einzeldarstellung an dieser Stelle verzichtet wird. Es soll hier nur das Gesamtergebnis referiert werden.

- L1 kann chaetotaxonomisch anhand der einzeln stehenden Borste der Coxa definiert werden, die sich am Übergang der Vorder- zur Ventralseite am proximalen Rand befindet (Abb. 3).
- L2 ist durch eine rundlichere Form des zweiten Antennenglieds ausgezeichnet (Abb. 2).
- Die Borstenzahl auf dem 1. Maxillartaster- und 2. Antennenglied läßt lediglich eine grobe Zuordnung zum Larvenstadium zu.
- Mit Hilfe morphometrischer Daten lassen sich lediglich die Larvenstadien 1 bis 5 gut unterscheiden. Ab L6 streuen die Meßwerte zu stark um den Mittelwert.

- Eine geschlechtsspezifische Differenzierung ist, entgegen der Aussage von NAISSÉ (1966), nicht schon ab L4, sondern erst ab Larvenstadium 7 möglich (siehe Bestimmungstabelle).

Abb. 1: Coxa anterior von rechter Extremität bei L1 (85-fach vergrößert).



Aus den Untersuchungsergebnissen ergibt sich folgende "Bestimmungstabelle" für die Larvenstadien von *L. noctiluca*:

1: Coxa eine Borste	L1
– Coxa mehr als eine Borste	L2 ff
2: 2. Antennenglied rundlich	L2
– 2. Antennenglied nicht rundlich	L3 ff
3: 1. Glied des Labialpalpus < 16,25 µm	L3
– 1. Glied des Labialpalpus 16,15 µm	L4 ff
4: Femur der Hinterextremität < 97,5 µm	L4
– Femur der Hinterextremität 97,5 µm	L5 ff
5: Clypeolabrum quer < 57,5 µm	L5
– Clypeolabrum quer 57,5 µm	L6 ff
6: Augenabstand < 135,0 µm	L6 oder L7 ♂
– Augenabstand 135,0 µm	L7 ♀ ff; L8 ♂ ff
7: Femur der Hinterextremität < 147,5 µm	L8 ♂ ff
– Femur der Hinterextremität 147,5 µm	L7 ♀ ff

Biologische Beobachtungen

Nach Einbruch der Dunkelheit werden die Lampyriden-Larven aktiv, und innerhalb der ersten Stunden können die meisten "Leuchtflecke" beobachtet werden. Dieses Aktivitätsmaximum sowie ein allmählicher Rückgang der insgesamt 3–4-stündigen Larvenaktivität war auch schon VERHOEFF (1924) und DREISIG (1974) bei deren Freilandbeobachtungen aufgefallen. Als Erklärung gab DREISIG (1974) die fortschreitende Temperaturabkühlung an.

Eine witterungsabhängige Aktivität der Larven, wie dies VERHOEFF (1924), DREISIG (1974) und MCLEAN et al. (1987) beschrieben, ließ sich auch bei den Larven des Federseegebiets beobachten. Optimale Voraussetzungen für eine Aktivität waren entweder ein in den Vorabendstunden

niedergehendes Gewitter oder nächtlicher Nieselregen, sowie schwül-warme Luft (12–15°C; 95–97%ige Luftfeuchtigkeit) und bedeckter Him-mel. In solchen Nächten wurden im Untersuchungsgebiet bis zu 11 Lar-ven pro Quadratmeter gezählt, unter anderen nächtlichen Bedingungen nur 4–5 Larven.

In einer mond hellen Nacht sind unabhängig von Temperatur und Witterung nur vereinzelt *L. noctiluca*-Larven aktiv. Diese Aktivitätshem-mung ist auf die Lichtintensität zurückzuführen, die bei Vollmond über der für Larven kritischen Grenze liegt (DREISIG 1974). Die Paarungsakti-vität der Imagines beginnt abends bereits zu helleren Phasen, so daß die Männchen keine "Fehlflüge" zu Larven unternehmen, wie es unter künstlichen Bedingungen vorkommt.

Aufgrund der nächtlichen Beobachtungen und der Handfänge im Un-tersuchungsgebiet wurden mehr Tiere in den Barberfallen erwartet. Mög-licherweise bedingen die eher vertikale statt horizontale Fortbewegungs-richtung, die Haftungsfähigkeit der Pygopodiumsanhänge an glattem Un-tergrund oder sogar der Formolgeruch der Bodenfallen die relativ geringe Zahl der gefangenen Lampyriden-Larven.



Abb. 2: Li Antenne von L1; 2. u. 3. Glied dorsal (120fach).

Abb. 3: Li Antenne von L2; 2. u. 3. Glied dorsal (120fach).

Abb. 4: Li Antenne von L3; 2. u. 3. Glied dorsal (120fach).

Zusammenfassung

Aus den Untersuchungen über die Larvalentwicklung von *Lampyris noctiluca* im Federseeried sind folgende Ergebnisse hervorzuheben:

Bei der Zucht der Art im Labor war die Einhaltung einer Winterpause nicht erforderlich.

Ein Weibchen legt durchschnittlich 207 Eier, aus denen nach ca. 28 Tagen bei 22°C die ersten Larven schlüpfen. Die folgenden drei Häutungen verlaufen weitgehend synchron und in relativ kurzen Abständen. Die Mortalität ist während dieser Zeit sehr hoch.

Die ausgebildete Larvenstadienanzahl stellte sich als nicht konstant heraus. Individuelle Schwankungen traten auch bei der Dauer der Postembryonalentwicklung auf (verglichen an Larven desselben Larvenstadiums). Beide Parameter werden zudem von der Futtermenge beeinflusst. Ein Nahrungspräferenzversuch zeigte, daß von den Larven keine der angebotenen Schneckengruppen (Gehäuse- und Nacktschnecken) bevorzugt erbeutet wird.

Mittels Bodenfallen wurde in charakteristischen Vegetationsgruppen des Untersuchungsgebiets zum einen die räumliche Verteilung der Leuchtkäfer-Populationen untersucht, zum anderen das zeitliche Auftreten der einzelnen Larvenstadien erfaßt. Nach dieser Studie ist ein mindestens dreijähriger Entwicklungszyklus anzunehmen.

Lampyris noctiluca kommt im Federseeried bevorzugt an Standorten mit einer lichten Pflanzendecke vor.

Schriften

- DREISIG, H. (1974): Observations on the luminescence of the larval Glow-worm, *Lampyris noctiluca* L. (Col. Lampyridae). - Ent. Scan. 5:103-109.
- DUBOIS, R. (1887): De la fonction photogenique dans les oeufs du Lampyre. - Bull. Soc. Zool. Fr. Paris 12:137-144.
- ERHARD, F. (1988): Zur Ökologie der Landasseln (Oniscidea) des Naturschutzgebiets Federsee. - Dipl.-Arb. der Fak. f. Biol., Univ. Tübingen.
- FABRE, J. H. (1913): The Glow-worm. - Century Mag. 87:105-112.
- GÜNZL, H. (1989): Das Naturschutzgebiet Federsee. Geschichte und Ökologie des größten Moores Südwestdeutschlands. - Führer Natur- u. Landschaftsschutzgeb. Bad.-Württ. 7:1-164.
- HADDON, K. (1915): On the larva of the Glow-worm. - Proc. Zool. Soc. London 1:77-83.
- HUSS, E. (1961): Beiträge zur Klimatologie des Federseegebiets. - Natur- u. Landschaftsschutzgeb. Bad.-Württ. 2:175-215.

- MCLEAN, M., BUCK, J. & HANSON, F. E. (1987): Culture und larval behavior of Photurid fireflies. - Amer. Midland natur 1:133-145.
- NAISSE, J. (1966): Différenciation sexuelle chez *Lampyris*. - Arch. Biol., Paris-Liège 77:139-201.
- NEWPORT, G. (1857): On the natural history of the Glow-worm (*Lampyris noctiluca*). - J. Zool. (Lond.) 1:40-71.
- SCHWALB, H. H. (1961): Beiträge zur Biologie der einheimischen Lampyriden *Lampyris noctiluca* Geoffr. und *Phausis splendidula* Lec. und experimentelle Analyse ihres Beutefang- und Sexualverhaltens. - Zool. Jb. Syst. 88: 399-550.
- VERHOEFF, K. W. (1922): Zur Kenntnis der Canthariden-Larven. - Arch. Naturg. 88A(1): 110-137.
- (1924): Zur Biologie der Lampyriden. - Zschr. wiss. Ins.-Biol. 19:79-145.
- VOGEL, R. (1915): Beitrag zur Kenntnis des Baues und der Lebensweise der Larve von *Lampyris noctiluca*. - Zool. Anz. 39:515-519.
- WASNER, U. (1977): Die *Euophilus*-arten des Federseerieds. Diss. d. Fak. f. Biol., Univ. Tübingen.
- WOOTON, A. (1976): Rearing the Glow-worm, *Lampyris noctiluca* L. (Coleoptera: Lampyridae). - Entomol. Rec. J. Var. 88:64-67.

Verfasserin:

Elke WUNSCH, Hagellocher Weg 58/1, D-72070 Tübingen.

Kollegenkontakte

Gründung eines Arbeitskreises 'Clavicornia'

In den letzten Jahren haben sich einige Kollegen im deutschsprachigen Raum faunistisch oder systematisch mit der Käfergruppe der 'Clavicornia' (im Sinne von FHL Bd. 7) beschäftigt. Vielfach geschah das ohne Kontakte zu Gleichgesinnten. Wir möchten das ändern. Gedacht ist an ein regelmäßiges Treffen am Rande einer bestehenden Tagung und an ein Mitteilungsblatt mit Adressenlisten und Informationen zu den Tätigkeiten der anderen Kollegen.

Interessierte wenden sich bitte an:

Jens ESSER
Karlshafener Straße 58
D-28215 Bremen
Tel.: 0421/35 62 64

Bernd FRANZEN
Im Baumgarten 9
D-51105 Köln
Tel.: 0221/8 37 06 12

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Internationalen Entomologischen Vereins](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [20 1-2 1995](#)

Autor(en)/Author(s): Wunsch Elke

Artikel/Article: [Die Larvalentwicklung von Lampyris noctiluca \(L.\) im Naturschutzgebiet Federsee 1-14](#)