

Präimaginale Stadien, Biologie und Ethologie der europäischen Sisyridae (Neuropterida: Neuroptera)

Werner WEIBMAIR

Abstract:

Preimaginal stages, biology and ethology of European Sisyridae (Neuropterida: Neuroptera).

Descriptions of the hitherto unknown eggs, first to third larvae and pupae of three European *Sisyra* species are presented. The most important diagnostic fea-

tures are illustrated. Keys to the second and third instar larvae and pupae of the five European species are presented, and some biological, ecological and ethological notes are included.

Key words: Sisyridae, *Sisyra jutlandica*, *Sisyra iridipennis*, *Sisyra dalii*, eggs, larvae, pupae, key, biology, Europe.

Einleitung

Die Sisyridae (Schwammhafte) zeigen innerhalb der Neuroptera (Netzflügler) eine abweichende, hochinteressante und sehr spezialisierte Lebensweise. Neben den im Mittelmeerraum verbreiteten Nevrothidae sind sie die einzige Familie mit ausschließlich aquatischen Larven. Die drei Larvenstadien

1995) verbesserte sich der Wissensstand grundlegend. Sämtliche präimaginalen Entwicklungsstadien von *S. terminalis* wurden erstmals beschrieben, über jene von *S. fuscata* erfolgten morphologische Ergänzungen. Weiters gelangen für beide Arten umfangreiche biologische und ökologische Erkenntnisse (Lebenszyklen, Verhaltensweisen, Mikrohabitate, Einnischung, chemisch-physikalische

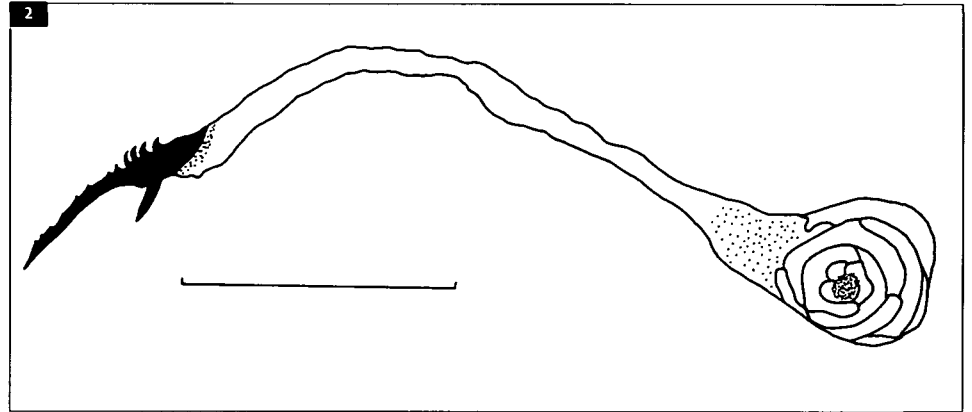
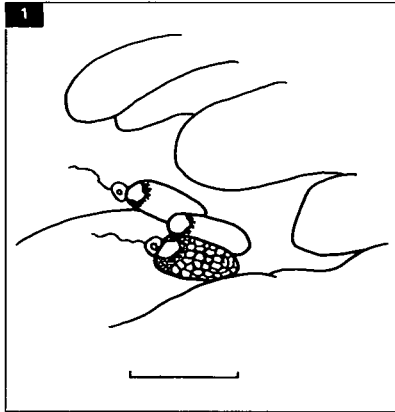
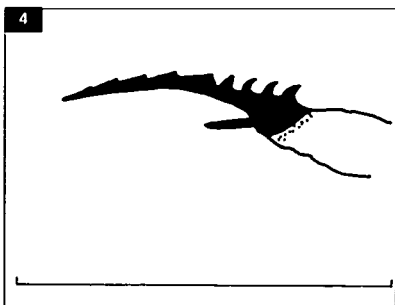
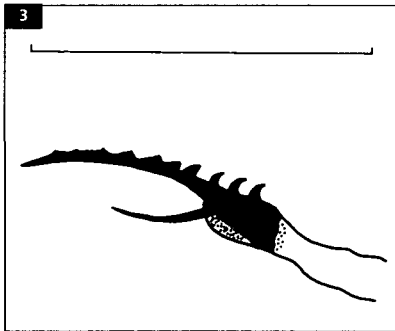


Abb. 1-4. 1: Eigelege von *Sisyra iridipennis*. Anhand der Eideckel und der daran heftenden Eischalenöffner ist zu erkennen daß die Larven bereits geschlüpft sind. Beispielhaft ist die Strukturierung des Chorions am Ei im Vordergrund dargestellt; 2: *Sisyra jutlandica*, Eischalenöffner am abgesprengten Eideckel; 3: Eischalenöffner von *Sisyra dalii*; 4: Eischalenöffner von *Sisyra iridipennis*. Maßbalken: Abb. 1: 0,5 mm, Abb. 2-4: 0,1 mm.



ernähren sich von Spongillidae (Süßwasserschwämme) und Bryozoa (Moostierchen) mit gallertigem Ektoderm, welche mit den Saugrohren angestochen werden. Die Verpuppung findet an Land statt. Die reife Larve spinnt sich dazu einen Kokon in Ufernähe.

Trotz ihrer stenöken Lebensweise fanden die lediglich fünf in Europa vorkommenden Spezies der Gattung *Sisyra* überraschend wenig Beachtung. Bis Anfang der 90er Jahre waren deren Biologie und Ökologie nur sehr oberflächlich oder nicht bekannt. Nur über die in Europa häufigste und am weitesten verbreitete Art, *S. fuscata*, lagen ausführlichere Informationen über die Ernährung (STITZ 1931; TJEDER 1944; KOKUBU & DUELL 1983 [*S. terminalis*]; STELZL 1991, 1992) und genauere Angaben zur Lebensweise und Entwicklung vor (wichtigste Literatur: WITHYCOMBE 1923, 1925; KILLINGTON 1929, 1936; ELLIOTT 1977; EISNER 1989; weitere Arbeiten siehe WEIBMAIR 1993). In den letztgenannten Zitaten finden sich auch Beschreibungen über die präimaginalen Entwicklungsstadien von *S. fuscata*, ohne jedoch das zweite Larvenstadium klar zu unterscheiden. Mit der Diplomarbeit des Autors (WEIBMAIR 1993) und den darauf aufbauenden Publikationen (WEIBMAIR 1994a, 1994b; WEIBMAIR & WARINGER 1994,

Charakterisierung der Wohngewässer, Quantifizierung der Imagines).

Zwei weitere Arbeiten befassen sich mit der Faunistik, mit chemisch-physikalischen Parametern der Wohngewässer und mit dem Wirtsspektrum der Schwammhafte in Kärnten (WEIBMAIR & MILDNER 1995, 1998).

Als neuere Publikation ist die Untersuchung über die aquatischen Megalopteren und Neuropteren der Britischen Inseln von ELLIOTT (1996) zu nennen. Bezüglich *Sisyra* werden neben faunistischen Angaben auch einzelne Anmerkungen zur Flugzeit von *S. fuscata* und zur Lebensweise von *S. terminalis* gemacht, wobei sich ELLIOTT vor allem auf die Arbeiten von LANGFORD (1975), BARNARD et al. (1991) und PLANT (1994) bezieht.

Mit den vorliegenden Beschreibungen von *S. jutlandica*, *S. iridipennis* und *S. dalii* sind alle präimaginalen Entwicklungsstadien der fünf europäischen Arten publik. Die Bestimmungsschlüssel für die zweiten und dritten Larvenstadien, die Kokons der Präpuppen bzw. für das Puppenstadium sollen das Rüstzeug für weitere Untersuchungen geben, denn die Biologie und Ökologie, vor allem der hier beschriebenen Spezies, ist immer noch ein weites, wenig beackertes Forschungsfeld.

Material und Methoden

Untersuchtes Material

Das für die Erstbeschreibung der präimaginalen Entwicklungsstadien und für die Bestimmungsschlüssel verwendete Material stammt aus folgenden Gebieten Europas:

Sisyra jutlandica: Illmitz am Neusiedlersee, Umgebung der Biologischen Station Illmitz (Österreich).

Sisyra iridipennis: Unterlauf des Flusses Flumendosa, Sardinien (Italien).

Sisyra dalii: Rio Tera, NW Zamora (Spanien).

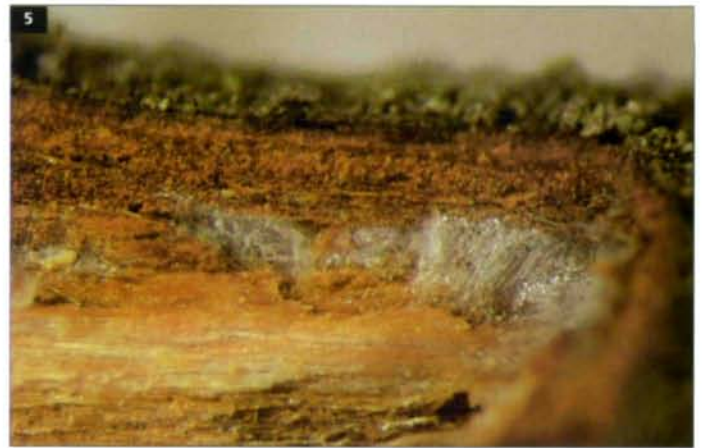
Gesammelt wurden Eigelege, Larven und/oder Imagines, welche am Wohnsitz des Autors weitergezüchtet wurden. Von *S. iridipennis* kamen 1993 insgesamt ca. 1800 Erstlarven zum Schlupf, und im Jahr 1995 befanden sich bis zu 650 Larven (in 29 Gefäßen) von *S. dalii*, und gleichzeitig ca. 180 Larven von *S. jutlandica* in der Zucht.

Die Aufsammlungen im Freiland fanden von Mai 1993 bis Juli 1995 statt.

Wasser aus beprobt. Beim Lichtfang waren sogenannte Leuchttürme im Einsatz. Ein weißes Gazetuch wird mittels Stativ in Form eines Zylinders (ca. 2 m hoch, 1 m Durchmesser) aufgespannt, und von innen beleuchtet. Als Lichtquelle fungierten Leuchtstoffröhren (2 x 15 Watt, superaktinisches Licht), und

Abb. 5-8.

Sisyra jutlandica. 5: Eigelege mit Gespinst bedeckt; 6: Erstes Larvenstadium in Lateralansicht; 7: Zweites Larvenstadium, lateral; 8: Drittes Larvenstadium, Dorsalansicht.



Sammel- und Fangmethoden

Für die Erbeutung der Imagines gelangten zwei Sammelmethoden zur Anwendung: Abkeschern der Ufervegetation und Lichtfang. Zum Abkeschern der ufernahen Vegetation waren die in der Entomologie üblichen Kescher und Streifnetze (Maschenweite ca. 1 mm, Bügeldurchmesser ca. 40 cm) in Verwendung. In manchen Fällen wurde die Ufervegetation mit Hilfe eines Schlauchbootes vom

Mischlichtlampen (170 und 250 Watt). Erste wurden über 12 V Akkumulatoren, letztere durch ein Stromaggregat mit Energie versorgt.

Zur Sammlung der Eigelege, aber auch der präpupalen bzw. pupalen Kokons, wurden vor allem dicke, möglichst nahe und waagrecht über das Wasser reichende, abgestorbene Äste abgesucht. Stelzwurzeln von Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*) und Weißerlen (*A. incana*)

tung soll die Strukturierung und das Mikroklima des natürlichen Lebensraumes imitieren.

Als Nahrung wurden verschiedene Obstarten (u.a. *Malus domestica*), Blütenstände (*Sambucus nigra*, *Padus avium*, etc.), Honig, Zuckerwasser, tote Insekten (Dipteren, Hymenopteren etc.) und lebende Blattläuse (Aphiden) angeboten.

Mit Hilfe von natürlichen (Rindenstücke, Zweige, etc.) und künstlichen (Baumwollstoff) Eiablagesubstraten, welche über kleinen Wassergefäßen (250 ml) angebracht wurden, konnten die meisten Gelege leicht erfaßt werden. Sobald Gelege vorhanden waren, wurden sie aus dem Terrarium entfernt und über ein Gefäß mit Schwämmen gehängt. Die schlüpfenden Erstlarven fielen so direkt in die Zuchtgefäße und entwickelten sich dort über das zweite Larvenstadium (L2) zum dritten Larvenstadium (L3). Um die an Land gehenden L3 zu erfassen, wurden die Zuchtgefäße teilweise mit grober Borke von Laubgehölzen oder Baumwollstoff abgedeckt. Beide waren als Unterlagen zum Spinnen der Kokons und als Verpuppungsort gedacht. Die schlüpfenden Imagines wurden in ein neues Terrarium gebracht.

Aquarien

Für die Zucht der aquatischen Larven haben sich kleinere Gefäße (250-1000 ml Volumen) aus weißem Kunststoff bewährt. In diesen war ein Beobachten der Larven unter dem Stereomikroskop möglich, ohne die Larven aus den Gefäßen nehmen zu müssen. Durch die weißen Gefäßwände genügte eine schwächere Beleuchtung. Dadurch wurden die Larven weniger gestört und konnten besser beobachtet werden.

In den einzelnen Zuchtgefäßen befand sich jeweils ein kleines Stück eines Schwammes mit den Larven. Da nach den bisherigen Zuchterfahrungen mit Sisyridae keine Wirtsspezifität zu erwarten war, wurden zur Zucht die häufigen Arten *Spongilla lacustris* und *Ephydatia fluviatilis* verwendet. Da Schwämme selten ohne parasitierende Sisyra-Larven anzutreffen sind, mußten die neu eingebrachten Kolonien sehr sorgfältig auf eventuell bereits vorhandenen Befall untersucht werden. Im Absterben begriffene oder wenig vitale

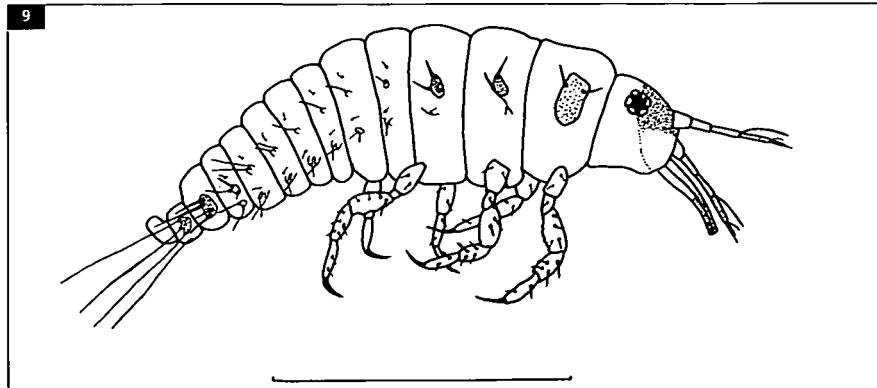


Abb. 9-13. Eilarven.

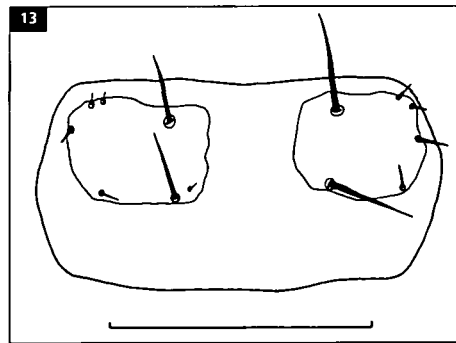
9: *Sisyra jutlandica*, thorakale und abdominale Beborstung in Lateralansicht;

10: *Sisyra jutlandica*, Antennen;

11: *Sisyra jutlandica*, Tibia und Tarsus mit Klaue;

12: *Sisyra iridipennis*, Tibia und Tarsus mit Klaue;

13: *Sisyra terminalis*, dorsale Sklerite am Prothorax. Meßbalken: Abb. 9: 0,5 mm, Abb. 10-13: 0,1 mm.



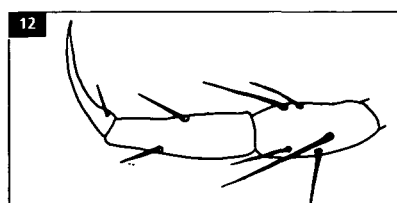
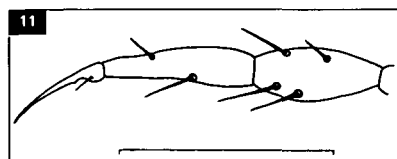
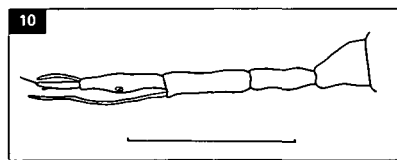
sind dafür ebenfalls gute Substrate. Eigelege und Puppenkokons wurden mitsamt ihrer Unterlage eingebracht.

Für die drei parasitischen, aquatischen Larvenstadien sind die Wirtsorganismen einzubringen. Die Methode der Handaufsammung der Wirte hat sich vor allem bei kleinen bis mittelgroßen Fließgewässern und an den Abflüssen größerer Stillgewässer gut bewährt. Dabei wurden geeignete Aufwuchssubstrate (Steine, Totholz, untergetauchte Wurzeln etc.) nach Wirten abgesucht.

Zucht

Terrarien

Die benutzten Glasterrarien hatten Volumina zwischen 10 und 100 Liter. Die Ausstat-



Schwammkolonien – erkenntlich am geringen bzw. fehlenden Wasserdurchstrom – waren auszuschleiden. Sie werden von den Larven nicht angenommen. Für die ohnehin schwer haltbaren Schwämme sollten möglichst günstige Lebensbedingungen geschaffen werden. Dazu zählt die Versorgung mit frischem Wasser, am besten täglich, jedoch spätestens nach zwei bis drei Tagen. Dadurch wird eine ausreichende Sauerstoffversorgung und der Abtransport von Stoffwechselprodukten aus den Gefäßen gewährleistet. Trotz umsichtiger Pflege war die Lebensdauer der Schwämme meist kurz. Der Austausch der Schwämme erfolgte je nach Bedarf alle vier bis 10 Tage. Die Lebensdauer der Schwämme konnte deutlich erhöht werden, indem die Zuchtgefäße in große, durchströmte Wasserbecken (100 bis 750 Liter Volumen) untergebracht wurden. Die Strömung wurde mittels einer Aquarien-Wasserpumpe (Fördermenge 2500 Liter/Stunde) erzeugt.

In den Zuchtbehältern schwankte die Wassertemperatur zwischen 18 °C und 24 °C.

Konservierungsmethoden

Zur Konservierung aller Entwicklungsstadien fanden überwiegend nasse Verfahren Anwendung (70%iger und 90%iger Äthylalkohol und 4%iges Formaldehyd). Einzelne Eigelege wurden tiefgefroren (-20 °C). Leere Gelege und die Kokons der Präpuppen halten sich trocken einwandfrei.

Mikroskopische Präparate

Zur Bestimmung ist ein Stereomikroskop (Binokular) mit 10-100facher Vergrößerung und guter Beleuchtung unerlässlich. Für Details (z.B. Mandibel und Labrum der Puppen oder chaetotaxonomische Merkmale bei den zweiten und dritten Larvenstadien) ist es zweckmäßig, mikroskopische Präparate anzufertigen. Zur Aufhellung dickerer Objekte wurde in 20%iger Kalilauge mazeriert. Als Intermedium zwischen Lauge und Einbettmittel diente destilliertes Wasser. Für einen vorübergehenden Einschluß wurde reines Glycerin und Glycerinwasser (1:1) als Einbettmedium verwendet. Für die Herstellung von Dauerpräparaten fanden hauptsächlich wasserunlösliche Einschlußmittel Verwendung. Stark was-

serhältige Objekte (Larvenstadien) wurden in die wasserlöslichen Einschlußmedien Glycerin und Polyvinyl-Lactophenol eingebettet. Glycerin bewirkt durch sein hohes Wasserbindungsvermögen ein starkes Schrumpfen der Objekte. Langsames Überführen der Objekte durch mehrere Stufen Glycerinwasser oder Glycerinalkohol in reines Glycerin verhinderte diesen unerwünschten Effekt. Die trocke-

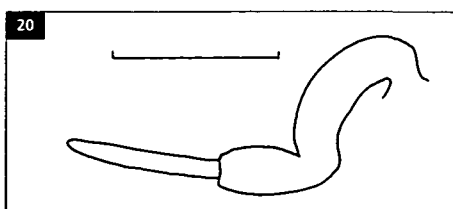
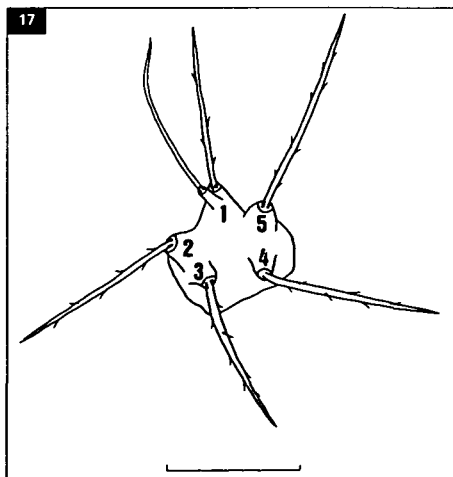
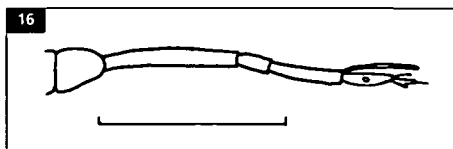
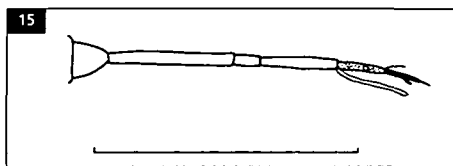
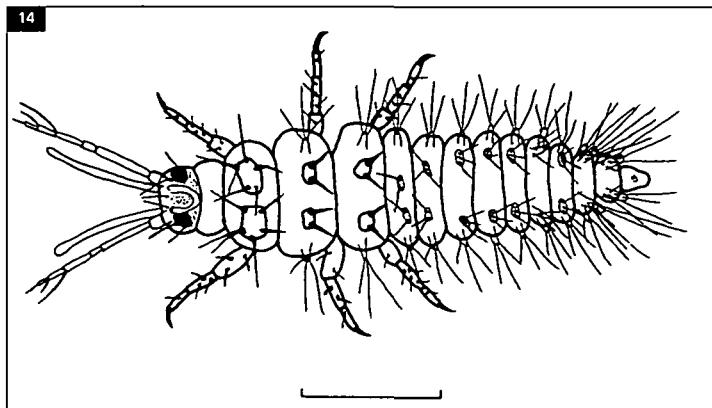
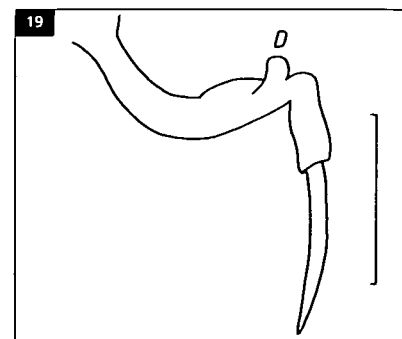
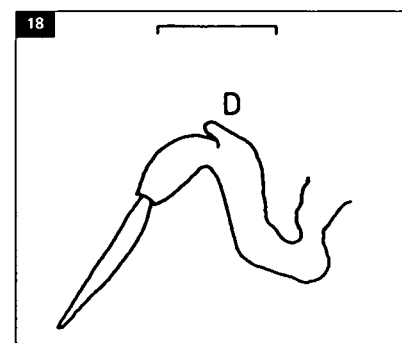


Abb. 14-20. Zweites Larvenstadium. 14: *Sisyra jutlandica*, Dorsalansicht; 15: *Sisyra jutlandica*, Antenne; 16: *Sisyra iridipennis*, Antenne; 17: *Sisyra jutlandica*, linkes, dorsales Sklerit am Pro-

thorax und Bezeichnung der fünf borstentragenden Tuberkel; 18: *Sisyra jutlandica*, Kieme des zweiten Kiemenpaares mit kleinem distalem Fortsatz (D); 19: *Sisyra fuscata*, Kieme des 3. Kiemenpaares mit distalem Fortsatz (D); 20: *Sisyra iridipennis*, Kieme des dritten Kiemenpaares. Maßbalken: Abb. 14: 0,5 mm, Abb. 16: 0,2 mm, Abb. 15, 17-20: 0,1 mm.



nen Untersuchungsobjekte (Exuvien der Larven und Puppen) wurden in das wasserunlösliche Eukitt eingebettet. Xylol vermindert die Luftblasenbildung, wenn die Objekte vor dem Einbetten kurz in dieses Lösungsmittel getaucht werden.

Ergebnisse

Präimaginale Stadien von *Sisyr jutlandica*

Eistadium (Abb. 2, 5)

Das Chorion besitzt bei allen europäischen *Sisyr*-Arten eine bienenwabenhörmige Strukturierung. In Abb. 1 ist als Beispiel das Chorion von *S. iridipennis* dargestellt. Die sklerotisierte Struktur am Eischalenöffner (Abb. 2) hat an der Basis einen Fortsatz, meist vier große Zähne mit engen Zahnzwischenräumen und mehrere winzige Zacken an der Spitze. Die Eier sind in der Regel gänzlich von einem Gespinnst bedeckt (Abb. 5).

Erstes Larvenstadium (L1, Abb. 6, 9-11)

Die freischwimmenden L1 wirken allgemein dunkel gefärbt. Der Prothorax ist gelblich, der Meso- und Metathorax bräunlich. Das Abdomen ist vor allem caudal braun gefärbt.

Kopf mit fünfgliedriger Antenne (Abb. 10), welche bei den fünf *Sisyr*-Arten aus Europa gleichartig gebaut ist.

Die Klaue besitzt – wie bei der L1 von *S. fuscata* – eine deutliche Einkerbung und eine kleine Borste an der Basis (Abb. 11). Diese Borste mißt etwa ein Fünftel der Klauenlänge. Tarsus und vor allem Tibia tragen mehrere lange Borsten. Die Femura sind bei *S. jutlandica* und auch bei *S. iridipennis* und *S. dalii* manchmal blasig erweitert.

Auf den dorsalen Skleriten der drei thorakalen Segmente inserieren je zwei große Borsten, und meist eine, selten zwei sehr kleine Borsten. Meso- und Metathorax haben beiderseits lateral Einzelborsten auf Tuberkeln (Abb. 9).

Die ersten vier Segmente des Abdomens tragen auf den Skleriten der Dorsalseite Einzelborsten, dorsolateral sitzen borstentragende Doppeltuberkel. Vom fünften bis zum siebenten Segment befinden sich dorsal und lateral Doppelborsten auf Fortsätzen. Das achte Segment trägt dorsal je vier Borsten je Sklerit, und am neunten Segment inserieren insgesamt ebenfalls acht Borsten (3 dorsolateral und je 1 ventral). Die Fortsätze und die Bor-

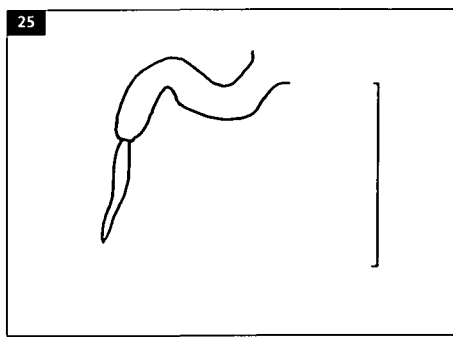
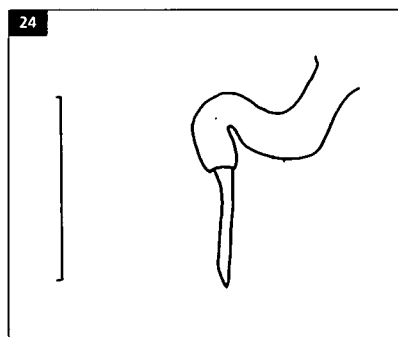
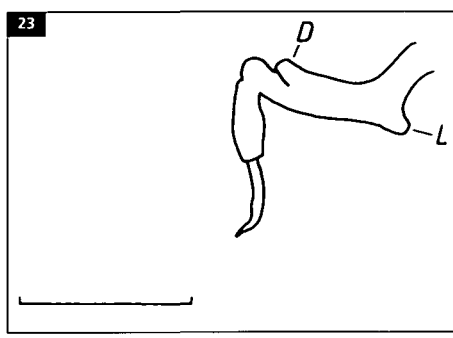
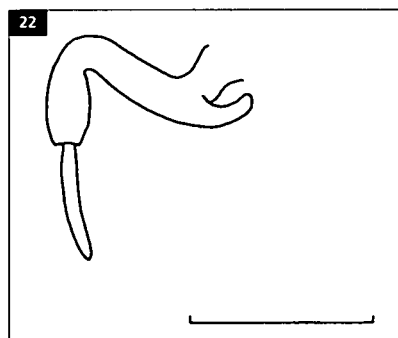
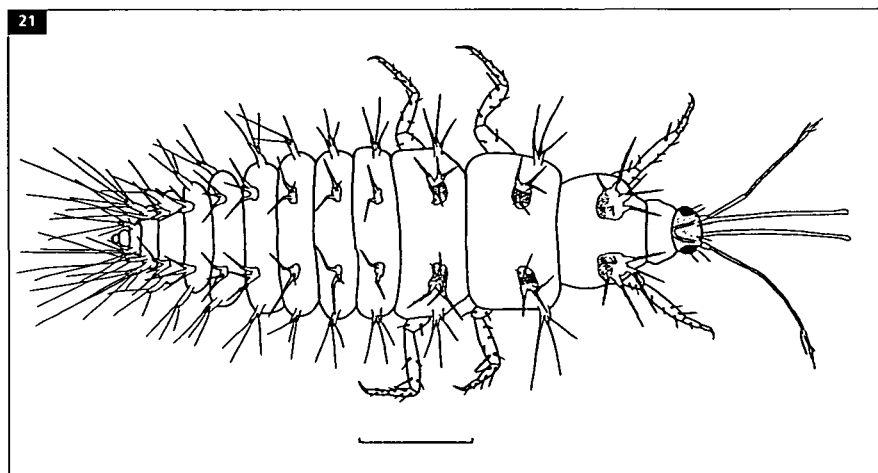


Abb. 21-25.

21: *Sisyr jutlandica*, drittes Larvenstadium (L3), dorsal; Kieme des 1. Kiemenpaares einer L3 von *Sisyr jutlandica* mit lateralem Fortsatz an der Basis (22) und Kieme des 2. Kiemenpaares mit lateralem (L) und distalem (D) Fortsatz (23); Kiemen des 1. Kiemenpaares einer L3 von *Sisyr iridipennis* (24) und einer L3 von *Sisyr dalii* (25). Maßbalken: Abb. 21: 1 mm, Abb. 22-25: 0,5 mm.

Methoden der Längenmessungen

Bei den drei untersuchten Arten wurden die Kopfkapselbreiten der zweiten und dritten Larvenstadien auf 10 µm genau vermessen. Zur Längenmessung diente ein Meßokular mit einem Okularmikrometerplättchen (120 Teilstriche) auf einem Wild M 3 Stereomikroskop.

sten der Abdominalsegmente acht und neun sind deutlich länger als jene der vorderen Segmente (Abb. 9). Am 10. Segment befindet sich dorsal ein winziges borstenloses Sklerit. Tracheenkiemen am Abdomen fehlen.

Zweites Larvenstadium (L2, Abb. 7, 14, 15, 17, 18)

Der Kopf ist dunkel bräunlich gefärbt, hebt sich bei jungen Larven besonders deutlich vom übrigen Körper ab. Die Antennen (Abb. 15) sind wie bei allen L2 sechsgliedrig, fünftes und sechstes Glied schwärzlich. Das sechste Antennenglied ist deutlich länger als das dritte; das vierte Antennenglied ist etwa drei mal so lang als das dritte.

Pro-, Meso- und Metathorax tragen dorsal jeweils zwei Sklerite. Alle Borsten der Sklerite am Prothorax sitzen auf Fortsätzen (Abb. 17); die Fortsätze eins, zwei und fünf sind kegelförmig und groß, drei und vier sind kleiner. Meso- und Metathorax besitzen wie bei der L1 nur je zwei Borsten. Die dorsalen und lateralen Körperborsten sind kräftig und weisen zahlreiche feine Fortsätze auf.

Die dorsale und laterale Beborstung des Abdomens (Abb. 14) ist bei allen L2 der europäischen Sisyridae sehr ähnlich. Die beiden dorsalen Borstenreihen der Segmente eins bis sieben tragen am ersten Segment je zwei Borsten. An den restlichen Segmenten inserieren je drei Borsten. Lateral sitzen beiderseits jeweils drei Borsten auf Fortsätzen. Am achten Segment inserieren drei bzw. fünf Borsten an zwei dorsalen bzw. dorsolateralen Fortsätzen. Das neunte Segment hat in der Regel je fünf Borsten (drei längere, zwei kürzere) auf lateralen Fortsätzen und ventrale Borsten unterschiedlicher Zahl; bei *S. jutlandica* sind es vier relativ lange Ventralborsten. Die dorsalen Körperborsten sind kräftiger als bei den anderen Arten. Das 10. Abdominalsegment besitzt dorsal und ventral ein winziges, unbeborstetes Sklerit.

An den ersten sieben Abdominalsegmenten finden sich ventral paarige Tracheenkiemen. Das Basisglied der Segmente zwei bis sieben ist stark abgewinkelt und trägt distal vor der Kiemenbiegung – ähnlich wie bei den L2 von *S. fuscata* – Fortsätze, welche jedoch deutlich kleiner sind (Abb. 18).

Drittes Larvenstadium (L3, Abb. 8, 21, 22, 23, 26-28)

Bei frisch gehäuteten Larven (aller Arten) ist der punktförmige Ocellus neben den sechs Becherocellen sichtbar. Bei Spongilliden-

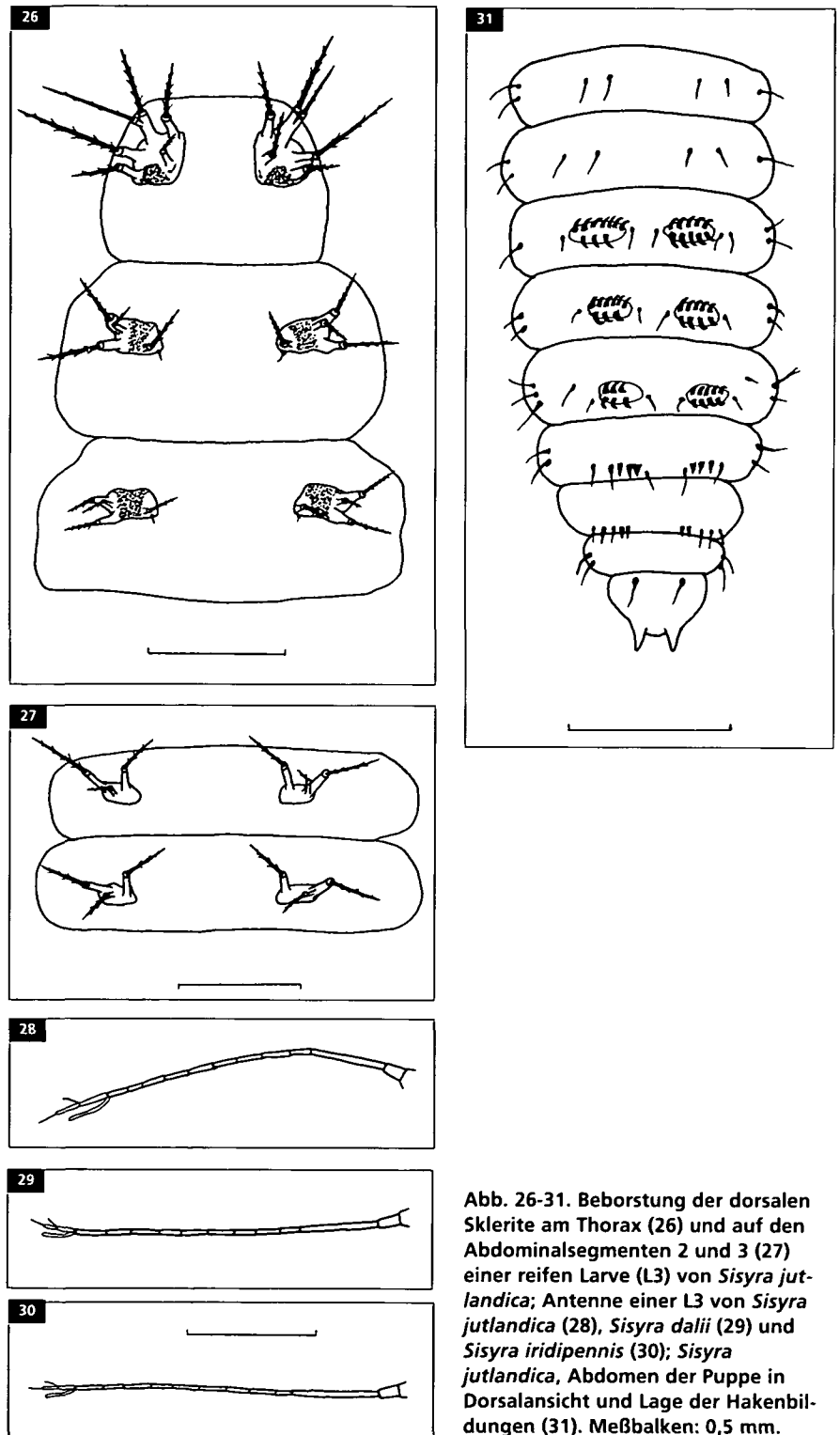


Abb. 26-31. Beborstung der dorsalen Sklerite am Thorax (26) und auf den Abdominalsegmenten 2 und 3 (27) einer reifen Larve (L3) von *Sisyra jutlandica*; Antenne einer L3 von *Sisyra jutlandica* (28), *Sisyra dali* (29) und *Sisyra iridipennis* (30); *Sisyra jutlandica*, Abdomen der Puppe in Dorsalansicht und Lage der Hakenbildungen (31). Maßbalken: 0,5 mm.

Nahrung ist die Grundfärbung der reifen L3 grünbraun; das dorsale Zeichnungsmuster ist jenem von *S. fuscata* ähnlich. Die Larven sind manchmal dorsal fast zur Hälfte mit Partikeln besetzt, die sich in den Borsten verfangen haben. Nicht selten treten oberflächliche Verpilzungen dieser Partikel und der Larven auf.

Der Kopfvorderrand ist wie das erste Antennenglied meist weißlich, der restliche Kopf dunkel bräunlich, wobei am Vorderrand der Komplexaugen meist eine deutliche Trennlinie verläuft. Auch das Flagellum der Antennen ist bräunlich und die Antennenspitze (vorletztes und drittletztes Glied) dunkelbraun bis schwärzlich. Die Antennen sind 12 bis 14gliedrig (Abb. 28). Die am Prothorax lokalisierten, borstentragenden Skleritplatten besitzen eine gelbliche vordere Hälfte. Die Beine, besonders Tibia, Tarsus und Klaue, sind bräunlich und etwas dunkler gefärbt als der übrige Körper. Die Coxen zeigen häufig eine Graufärbung.

Abweichend von den übrigen europäischen *Sisyr*a-Spezies inserieren alle Borsten der dorsalen und lateralen Borstengruppen am Thorax und auf den Abdominalsegmenten eins bis sieben, auf hohen, kegel- bis röhrenförmigen Sockeln (Abb. 21, 26, 27).

Pro-, Meso- und Metathorax tragen dorsal jeweils zwei Sklerite; am Prothorax inserieren sechs Borsten je Sklerit, am Meso- und Metathorax – abweichend von den anderen europäischen *S.*-Arten – je vier (manchmal fünf) Borsten (Abb. 26). Weiters liegt am Hinterrand der Sklerite eine unauffällige, sehr winzige Borste, die nur ausnahmsweise fehlt.

Die dorsale Beborstung des Abdomens entspricht weitgehend jener der L2. Im Gegensatz zur L2 besitzt auch das achte Segment vier Ventralborsten.

Das 10. Abdominalsegment hat einen gegabelten Fortsatz, der ein- und ausgefahren werden kann.

Die Tracheenkiemen besitzen basal am Grundglied des ersten Kiemenpaares – wie bei *S. fuscata* – einen auffälligen abgewinkelten Fortsatz (Abb. 22). Dieser tritt am zweiten Kiemenpaar als gerader „Stummel“ noch deutlich in Erscheinung (Abb. 23), wird ab dem dritten Kiemenpaar stark reduziert und fehlt am sechsten und siebenten Kiemenpaar gänzlich.

Die Kiemenpaare zwei bis sieben haben am Basisglied vor der Kiemenbiegung distale Fortsätze, welche etwas deutlicher als bei der L2 ausgebildet sind (Abb. 23).

Präpuppe und Puppe (Abb. 31-34)

In der Zucht waren je nach Untergrund verschiedene Ausbildungen der Kokons zu beobachten. Auf glattem Untergrund (z.B. Kunststoffgefäße) wurde der Kokon meist in einem Winkel angelegt und von einem sehr dicht gesponnenen, zähen, leicht gelblich-bräunlichen und glänzendem Gespinst bedeckt (Abb. 32). Der eigentliche, 5-5,5 mm lange und etwa 2 mm breite Kokon ist in der Form etwas abgeflacht und nicht so deutlich zylindrisch wie bei *S. fuscata* und *S. terminalis*. Den stumpferen, halbkugeligen Pol beißt die Puppe beim Schlupf auf. Im Bereich des spitzeren Poles wird die abgestreifte Larvenexuvie deponiert.

Bei einem frei angelegten Kokon waren das abdeckende Gespinst und der Kokon stumpfkegelförmig ausgebildet.

Bei Anlage auf Baumwollstoffen und Textilien mit Kunststoffbeimischungen fertigte die verpuppungsreife Larve einen tönnchen- bis zylinderartigen Kokon an, dessen äußere Form etwas variierte, weil er mit seiner Oberfläche an einzelnen Fäden der Unterlage angepaßt wurde (Abb. 33). Ein auf einem Rindenstück angefertigter Kokon war in der Form ähnlich (abgeflacht zylindrisch), jedoch mit gleichmäßiger Oberfläche. Das abdeckende dichte Gespinst lag in diesen Fällen dem eigentlichen Kokon ganz eng an. Manchmal wurde der 4-4,5 mm lange und etwa 2,3 mm breite Kokon basal mit einem grobmaschigen Geflecht befestigt, welches mit der „Umhüllenden II“ bei *S. fuscata* und *S. terminalis* vergleichbar ist (siehe WEIBMAIR 1993).

In allen Fällen ist der eigentliche Kokon relativ dünn und durchscheinend gesponnen. Die Formvariationen des Kokons und das den Kokon schützende, dicht gesponnene gelblich-bräunliche, glänzende Gespinst sind innerhalb der europäischen *Sisyr*a-Arten einzigartig.

Die in der Regel zur Hälfte aus dem Kokon herausragende Puppen-Exuvie ist im Unterschied zu *S. iridipennis* und *S. dalii* dunkelbraun

bis fast schwarz gefärbt (Abb. 32, 33). Auch anhand der charakteristischen Larvenexuvien (Borsten der dorsalen Sklerite auf hohen Sockeln, siehe Beschreibung L3) sind die Kokons stets problemlos zu identifizieren.

Bei reifen Puppen sind neben den Flügelscheiden auch Körper und Beine bräunlich (Abb. 34). Kopf, Thorax und Abdomen sind spärlich beborstet. Die Abdominalsegmente drei bis sieben tragen dorsal stark chitinierte Haken variabler Zahl (Abb. 31). Diese sind bei allen Puppen der europäischen *Sisyra*-Arten zu beobachten. Die Haken sind in zwei Reihen angeordnet, und sitzen auf kleinen Erhebungen. Die Segmente drei bis fünf besitzen 6-12 Haken pro Erhebung (12-24 Haken/Segment). Die Haken auf den einzelnen Erhebungen sind in zwei Querreihen angeordnet. In der vorderen Reihe sind alle Haken mit ihren Spitzen nach vorne gerichtet, und in der hinteren Reihe schauen alle caudad. Die Segmente sechs und sieben tragen einen bis drei Haken, welche nach hinten gerichtet sind bzw. vom Körper gerade weg stehen.

Die Mandibeln besitzen im Mittelteil, nahe der Innenkante, mehrere kleine Höcker und Zähnen variabler Zahl. Die Innenkante der Mandibel ist leicht geschwungen. Das Labrum hat am Vorderrand meist zwei (drei) Reihen großer Zähnen. Dahinter liegen manchmal mehrere weitere kleine Zahnreihen.

Präimaginale Stadien von *Sisyra iridipennis*

Eistadium (Abb. 1, 4, 35)

Das die Eier bedeckende Gespinst wirkt glatter und glänzender als bei *S. fuscata*, *S. jutlandica* und *S. terminalis*. Werden die Eier in gut geschützten Spalten abgelegt, kann es reduziert werden. Die weit entwickelten Embryonen sind dann vor allem aufgrund der schwarzen Augenflecken durch das Gespinst erkennbar. An den leeren Eihüllen ist der am Micropylhenapparat heftende Eischalenöffner zu erkennen (Abb. 1). Die sklerotisierte Struktur am Eischalenöffner (Abb. 4) hat einen kurzen Fortsatz an der Basis, meist vier große Zähne mit weiteren Zahnzwischenräu-

men als bei *S. jutlandica* und ca. sechs kleinere Zacken in Form ungleichschenkeliger Dreiecke, die zur ausgezogenen Spitze hin kleiner werden.

Erstes Larvenstadium (L1, Abb. 12, 36)

Bei den freischwimmenden L1 fällt die rötlichbraune Färbung, vor allem des Abdo-



Abb. 32-34. Kokon und Puppe von *Sisyra jutlandica*. Ausbildung des Kokons auf glattem Untergrund (32) und auf Baumwoll-Textilien (33). Die etwas aus dem Kokon herausausschauende Puppen-Exuvie ist jeweils deutlich erkennbar. Der eigentliche Kokon liegt unter dem Gespinst verborgen; 34: Puppe in Lateralsicht.

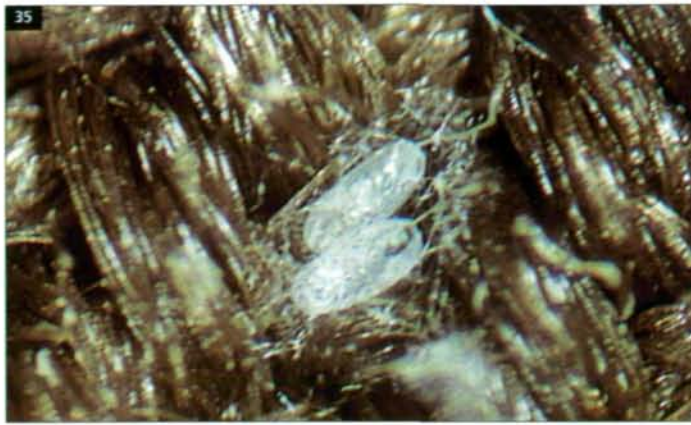
Abb. 35-38.
Sisyra
iridipennis.

35: Leeres
Eigelege;

36: Eilarve,
Dorsalansicht;

37: Zweites
Larvenstadium,
dorsal;

38: Reife Larve
(L3), Dorsal-
ansicht.



mens auf. Die distale Hälfte der Antennen ist schwärzlich.

Die Beborstung am Thorax und am Abdomen entspricht jener von *S. jutlandica*.

Die Art besitzt eine im Vergleich zu *S. jutlandica* etwas größere Borste (mißt ca. ein Viertel der Klauenlänge) an der Basis der Klaue, welche in den meisten Fällen parallel zur Klaue ausgerichtet ist (Abb. 12). Die Klaue selbst zeigt hingegen keine Einbuchtung an der Basis. Tibia und Tarsus tragen etwas kürzere und schwächere Borsten als bei *S. jutlandica*.

Zweites Larvenstadium

(L2, Abb. 16, 20, 37, 39-41)

Das letzte Antennensegment ist im Unterschied zu *S. jutlandica* etwa gleich lang oder etwas kürzer als das dritte, das vierte Segment ist nur ca. doppelt so lang wie das dritte (Abb. 16).

Am Prothorax ist nur der erste Tuberkel deutlich ausgebildet, die borstentragenden Fortsätze zwei und fünf sind kleiner. Die übrigen Borsten inserieren direkt am Sklerit (Abb. 40).

Am neunten Abdominalsegment inserieren ventral oder ventrolateral vier Borsten. Diese sind im Unterschied zu *S. jutlandica* meist kürzer und schwächer und oft in Form von zwei Paar Doppelborsten auf kurzen Fortsätzen angeordnet.

An den Klauen sind ganz leichte Eindellungen zu bemerken (Abb. 41).

Drittes Larvenstadium

(L3, Abb. 24, 30, 38, 43-45)

Der Kopf ist bräunlich und meist dunkler gefärbt als der Körper. Die Sklerite mit den Borstentriplets am Meso- und Metathorax sind bräunlich, mit hellen Bereichen an den Basen der Tuberkel.

Die Anzahl der Antennenglieder schwankt zwischen 12 und 14 (Abb. 30), viele Larven haben 12 Glieder. Oft ist das vorletzte Antennenglied dunkler als die übrigen.

Auf der Dorsalseite des Pro-, Meso- und Metathorax liegen jeweils paarige Sklerite; die borstentragenden, kegelförmigen Fortsätze am Prothorax sind unterschiedlich groß. Der längste Tuberkel (1) entspricht etwa der

Größe des Scapus der Antenne und der zweitlängste (2) ist fast immer nur geringfügig kürzer als der längste. Die Fortsätze drei, vier und fünf sind merklich kleiner, wobei Tuberkel fünf meist deutlich kürzer als Tuberkel zwei ist (Abb. 44).

Die Borsten der dorsalen Sklerite, betreffend die Abdominalsegmente eins bis sieben, inserieren auf kegelförmigen Fortsätzen. Die Sklerite der ersten drei Abdominalsegmente sind an der Basis dunkel pigmentiert. Die medianen Tuberkel der dorsalen Borstentriples, betreffend die Abdominalsegmente zwei und drei, entspringen mittig oder leicht exzentrisch, d.h. näher den lateralen Fortsätzen (Abb. 45). Das neunte Segment zeigt dorsolateral sechs bis sieben Borsten je Sklerit, und ventral inserieren vier Borsten je Sklerit, zwischen welchen sich noch zwei Einzelborsten befinden.

Die Tracheenkiemen haben keine Fortsätze (Abb. 24).

Die Klauen sind bei reifen Larven in der Regel braun und heben sich von den helleren Tarsen und Beinen ab.

Präpuppe und Puppe (Abb. 46, 50, 52, 53)

Der präpupale Kokon (Abb. 46) entspricht morphologisch jenem von *S. fuscata* (Abb. 47) und *S. terminalis* (Abb. 48), ist aber weniger dicht gesponnen. Die Präpuppe bzw. Puppe samt Larvenexuvie ist dadurch von außen meist sichtbar. Zur Befestigung dient ein meist fragmentarisches Gespinst („Umhüllende I“) an den seitlichen Rändern des Kokons. Die „Umhüllende II“ stellt ein lockermaschiges Gespinst dar, welches den Kokon nur randlich umgrenzen oder vollständig bedecken kann. Der eigentliche Kokon mißt ca. 3,7 mm (3,4-4,9 mm) in der Länge und ca. 2,2 mm (2,0-2,4 mm) in der Breite.

Die Larvenexuvien sind sehr hell bräunlich gefärbt.

Die reifen Puppen sind am Kopf stark und dicht beborstet und zeigen auf Frons und Clypeus eine typische Zeichnung (Abb. 56).

Die Innenkanten der Mandibeln sind deutlich geschwungen (Abb. 52). Die mediane Einkerbung des Labrums (Abb. 53) ist im

Gegensatz zu *S. jutlandica* und *S. dalii* (Abb. 55) schmaler und tiefer. Am Vorderrand des Labrums befinden sich zwei bis drei Reihen mittelgroßer bis großer Zähnnchen (vorderste Zähnnchen am größten), welche meist deutlich entfernt von den kleinen Zähnnchen der Einkerbung enden.

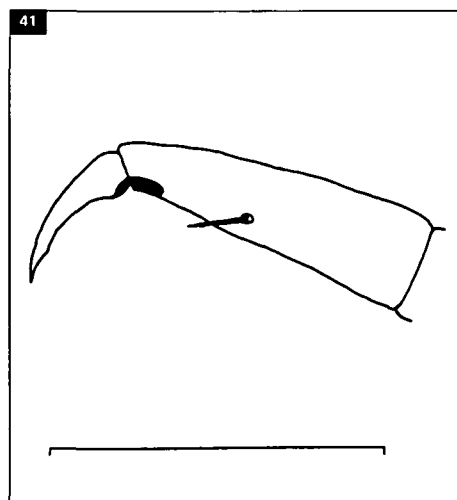
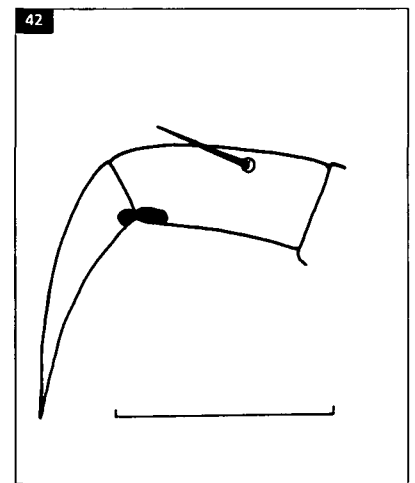
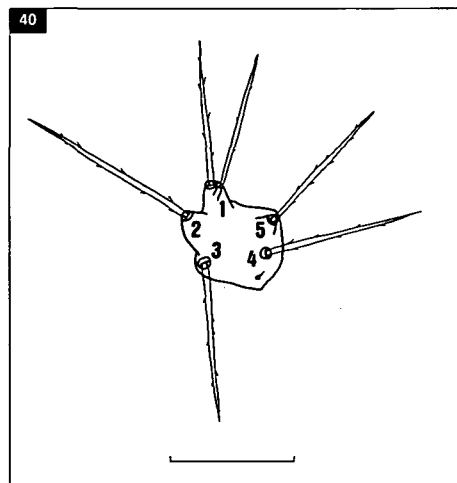
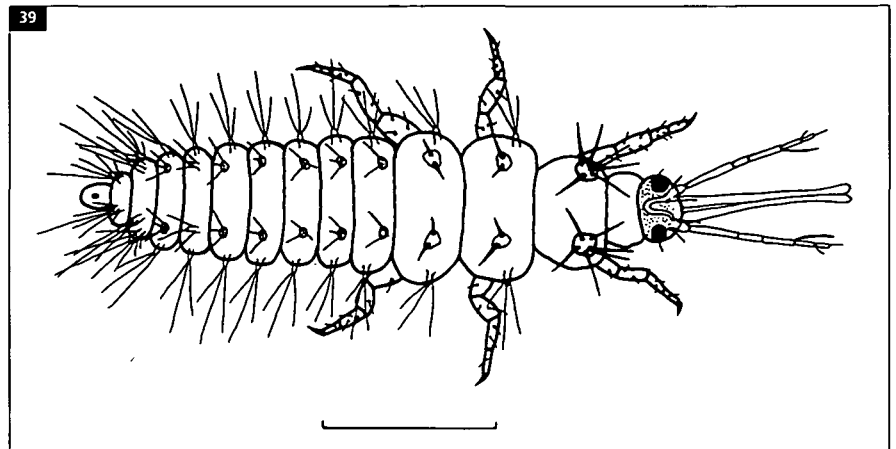


Abb. 39-42. Zweites Larvenstadium (L2). Dorsalansicht der L2 von *Sisyra iridipennis* (39) und linkes, dorsales Sklerit des Prothorax einer L2 von *Sisyra iridipennis* mit Bezeichnung der Tuberkel (40); Klaue und Tarsus von *Sisyra iridipennis* (41) und von *Sisyra dalii* (42). Meßbalken: Abb. 39: 0,5 mm, Abb. 40, 41: 0,1 mm, Abb. 42: 0,05 mm.

Präimaginale Stadien von *Sisyra dalii*

Eistadium

Das die Eier bedeckende Gespinst wirkt wie bei *S. iridipennis* glatt und glänzend. Die sklerotisierte Struktur am Eischalenöffner (Abb. 3) ist sehr ähnlich *S. iridipennis*, der basale Fortsatz scheint jedoch in der Regel länger und schlanker zu sein.

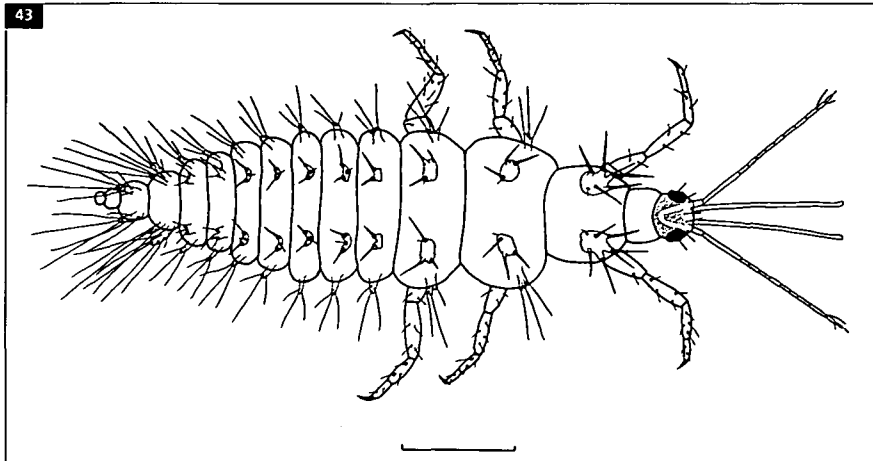
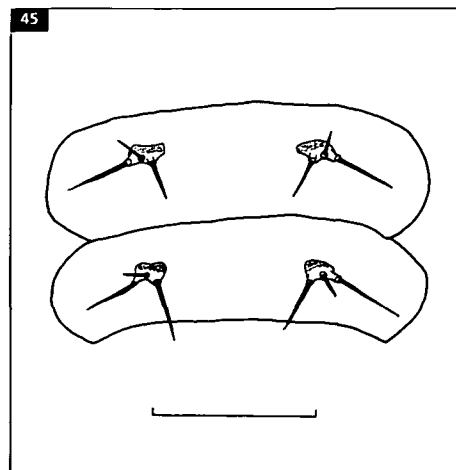
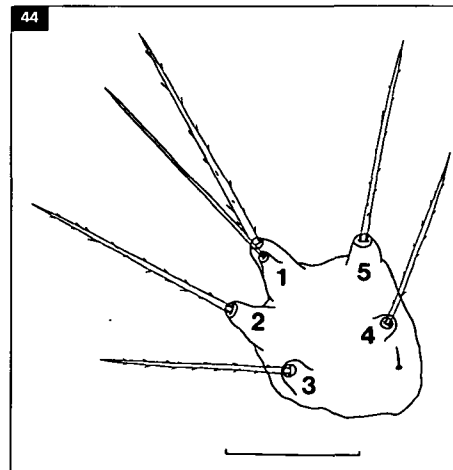


Abb. 43-45. Drittes Larvenstadium von *Sisyra iridipennis* in Dorsalansicht (43). Linkes, dorsales Sklerit am Prothorax mit Bezeichnung der Tuberkel (44) und dorsale Borstentriplets der Abdominalsegmente zwei und drei von *Sisyra iridipennis* (45). Maßbalken: Abb. 43: 1 mm, Abb. 44, 45: 0,5 mm.



Erstes Larvenstadium (L1, Abb. 61)

Generell sehr ähnlich *S. iridipennis*; Larve bräunlich gefärbt, ausgenommen am Prothorax und an den letzten Abdominalsegmenten. Sie weist wie *S. iridipennis* keine Einkerbung an der Basis der Klauen auf und besitzt ebenfalls eine basal der Klaue inserierende Borste. Diese ist jedoch in der Regel nicht parallel zur Klaue ausgerichtet.

Zweites Larvenstadium (L2, Abb. 42, 62, 64, 65)

Ähnlich *S. iridipennis*; am Prothorax sind die borstentragenden Tuberkel im Vergleich mit *S. iridipennis* reduziert. Der erste Fortsatz ist gut erkennbar, der zweite etwas kleiner, und der fünfte fehlt gänzlich, so daß die Borste direkt am Sklerit eingelenkt ist (Abb. 65). Borste drei manchmal auf einem sehr flachen Höcker sitzend.

An den Klauen sind keine Eindellungen festzustellen (Abb. 42).

Drittes Larvenstadium (L3, Abb. 24, 29, 63, 67-69)

Die Grundfärbung der Larven ist oberseits grünlich-gelblich bis hellbräunlich. Die Kopfkapsel ist manchmal sehr dunkelbraun gefärbt. Die Antennen besitzen 12 bis 13 Segmente, die Anzahl der Antennenglieder kann auch innerhalb eines Individuums unterschiedlich sein (Abb. 29). Der Scapus ist meist weißlich bis durchsichtig, die restlichen Antennenglieder hell bräunlich. Apex der Antennen (vorletztes Glied) manchmal dunkel gefärbt.

Die dorsale Beborstung der thorakalen Sklerite ist sehr ähnlich *S. iridipennis*. Der längste borstentragende Fortsatz (1) der dorsalen Sklerite am Prothorax ist jedoch meist etwas kürzer als der Scapus der Antenne. Tuberkel zwei ist in der Regel deutlich kürzer als der längste, und Tuberkel fünf ist etwa gleich groß oder geringfügig kleiner als Tuberkel zwei (Abb. 68).

Die medianen Tuberkel der dorsalen Borstentriplets, betreffend die Abdominalsegmente zwei und drei, meist deutlich exzentrisch, d.h. näher den lateralen Fortsätzen entspringend (Abb. 69).

Die Tracheenkiemen weisen keine Fortsätze am ersten Kiemenpaar auf (Abb.

24). Am Basisglied des dritten Paares ist manchmal ein caudad gerichteter, wenig auffallender, flacher Höcker ausgebildet. Dieser wird am vierten Kiemenpaar reduziert und tritt ab dem fünften Kiemenpaar kaum mehr in Erscheinung.

Die Klauen sind im Gegensatz zu *S. iridipennis* bei reifen Larven kaum dunkler als die übrigen Glieder der Beine.

Präpuppe und Puppe (Abb. 49, 51, 54, 55)

Der präpupale Kokon (Abb. 49) ähnelt stark jenem von *S. iridipennis*, die Puppenexuvie ist jedoch deutlich dunkler gefärbt. Wird der Kokon frei angelegt, dient die „Umhüllende I“ zur Befestigung des Kokons. Die „Umhüllende II“ ist in diesem Fall meist oben offen. Wird der Kokon z.B. in einer Spalte angefertigt, dann fehlt die „Umhüllende I“.

Die Puppe schaut jener von *S. iridipennis* ähnlich, Frons und Clypeus zeigen jedoch kein Zeichnungsmuster (Abb. 51).

Die Mandibeln wirken etwas schlanker als bei *S. iridipennis*. Die Innenkanten sind leicht geschwungen bis fast gerade verlaufend (Abb. 54).

Das Labrum hat eine sehr flache und breite mediane Einbuchtung am Vorderrand (Abb. 55). Die Zähnchenreihen reichen im Gegensatz zu *S. iridipennis* bis ganz an die kleinen Zähnchen der medianen Einkerbung heran.

Kopfkapselbreiten der Larven

Bei den zweiten und dritten Larvenstadien von *S. jutlandica*, *S. iridipennis* und *S. dalii* wurden die Kopfkapselbreiten vermessen (Tab. 1). Der statistische Mittelwertsvergleich in Form des t-Test nach STUDENT ergab keine signifikanten Unterschiede auf dem 5%-Niveau. Auch die Kopfkapselbreiten der Larven von *S. fuscata* und *S. terminalis* stellen keine artspezifischen Kenngrößen dar.

Bestimmungsschlüssel der Sisyridae Europas

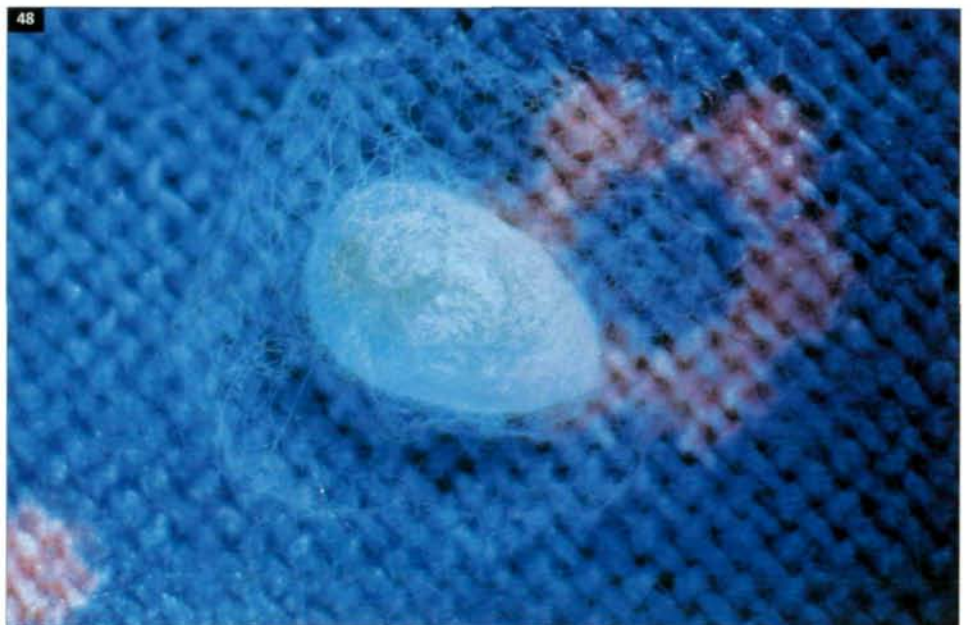
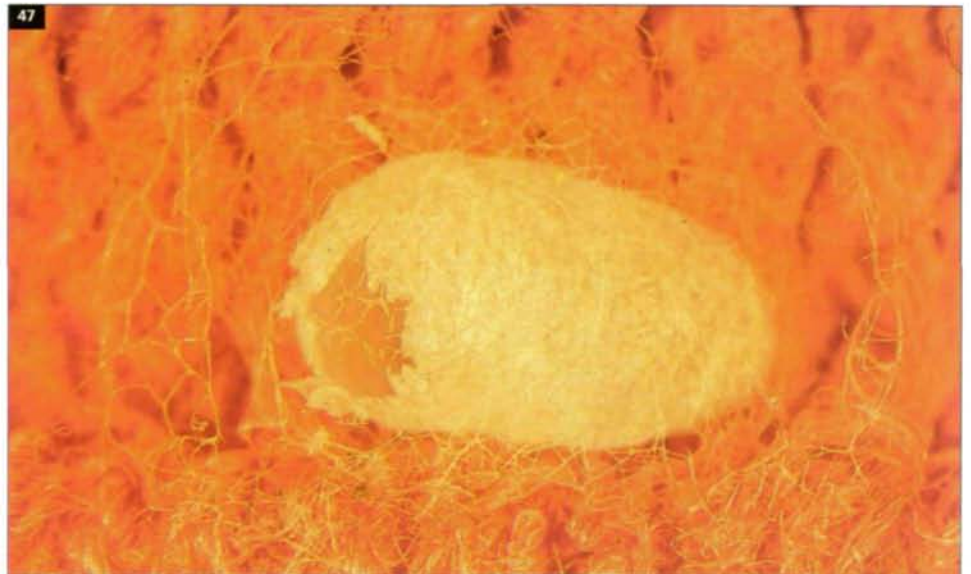
Die folgenden Schlüssel sollen die eindeutige Determination der zweiten und dritten Larvenstadien sowie der präpupalen Kokons bzw. der Puppenstadien der Sisyridae Europas ermöglichen. Für die Bestimmung der Imagines siehe z.B. ASPÖCK et al. (1980). Es wurde versucht, mit wenigen charakteristischen, stetigen und gleichzeitig leicht handhabbaren Merkmalen auszukommen. Auch chorologische Merkmale geben wichtige Entscheidungshinweise. Verbreitungskarten aller fünf Spezies sind in ASPÖCK et al. (1980) zu finden. Die morphologisch schwerer trennbaren Larvenstadien von *S. iridipennis* und *S. dalii* können im Großteil Europas aufgrund des Fundortes differenziert werden. *S. iridipennis* besiedelt in Europa nach bisherigen Erkenntnissen ausschließlich das westliche Mittelmeergebiet. Nachweise stammen aus Spanien und Italien (Sardinien). *S. dalii* tritt in Deutschland, Tschechien, Dänemark, Spanien, Frankreich, Großbritannien, Irland, Norwegen, den Niederlanden und Schweden auf (ASPÖCK et al. 1980); allein in Spanien ist mit beiden Arten zu rechnen.

Für die Bestimmungsschlüssel stand von *S. jutlandica*, *S. dalii* und *S. iridipennis* nur geographisch eingeschränktes Material von einem oder wenigen benachbarten Fundorten zur Verfügung. Bis zur Einschätzung des Grades der Merkmalsvariationen bei den Larven und Puppen der europäischen Sisyra-Arten sind die Schlüssel daher noch mit einer bestimmten Unsicherheit behaftet. Die geringe morphologische Variation des verwendeten, aus unterschiedlichen Gebieten Europas stammenden Larvenmaterials von *S. fuscata* und *S. terminalis*, spricht für eine hohe Sicherheit. Um die Aussagekraft der Schlüssel zu überprüfen, ersucht der Autor um Zusendung von Sisyra-Larven und -Puppen und um die Bekanntgabe von Fundorten.

Tab. 1:
Kopfkapselbreiten (µm) der zweiten (L2) und dritten (L3) Larvenstadien. n = Stichprobenzahl, $\bar{x}$ = Mittelwert, s = Standardabweichung, C.L. = Konfidenzintervall für μ (95%).

	<i>S. jutlandica</i>				<i>S. iridipennis</i>				<i>S. dalii</i>			
	n	$\bar{x}$	s	C.L.	n	$\bar{x}$	s	C.L.	n	$\bar{x}$	s	C.L.
L2	17	195	5	±2,4	14	203	6	±3,1	18	212	8	±3,7
L3	30	402	13	±4,7	29	407	12	±4,4	68	398	9	±2,1

Abb. 46-51.
Kokon von *Sisyra iridipennis* (46),
Sisyra fuscata (47), *Sisyra terminalis*
(48) und *Sisyra dalii* (49). Puppe in
Ventralansicht von *Sisyra iridipennis*
(50) und *Sisyra dalii* (51).





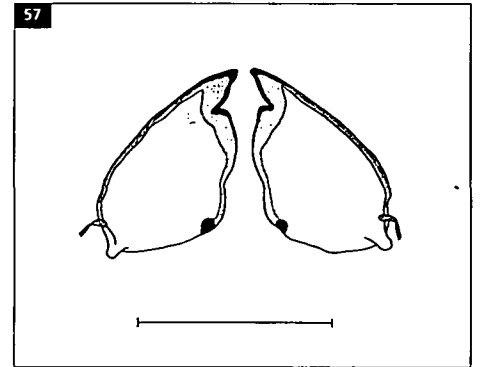
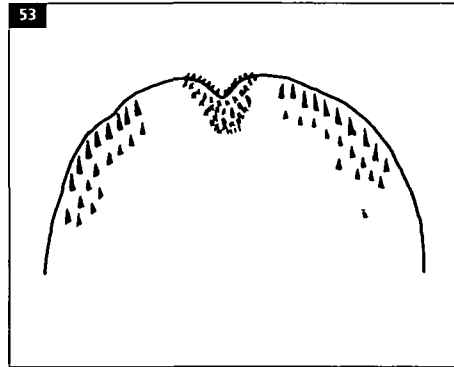
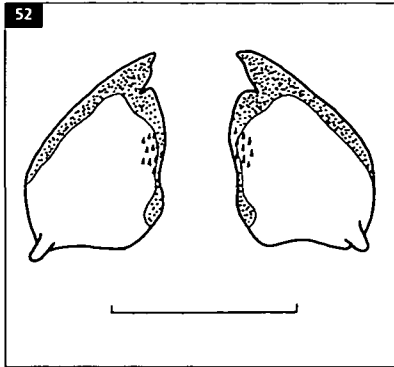
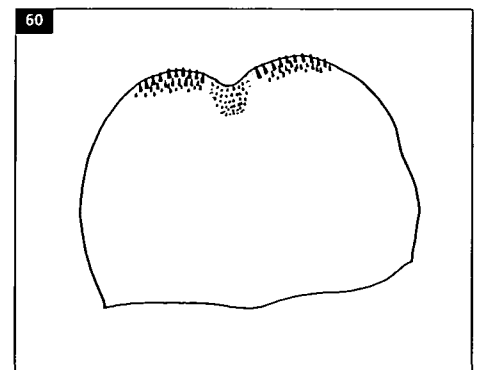
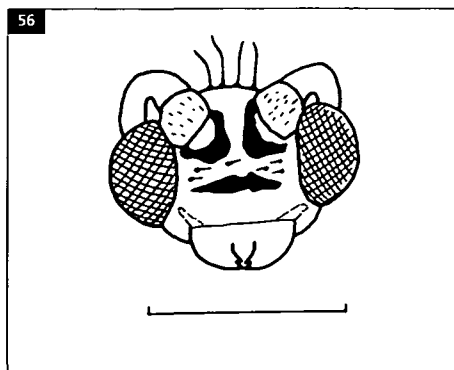
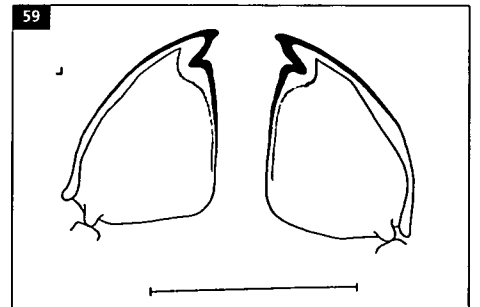
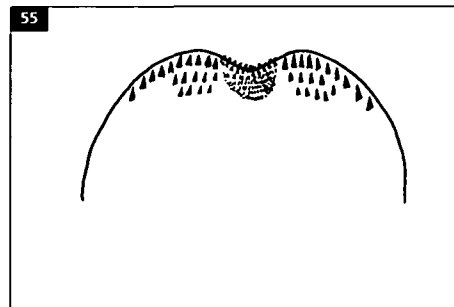
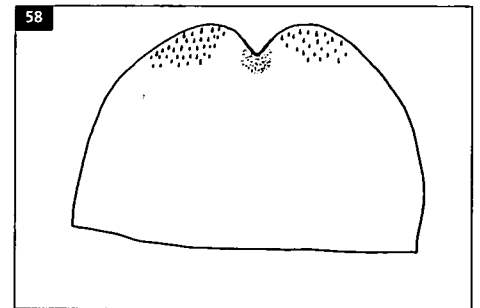
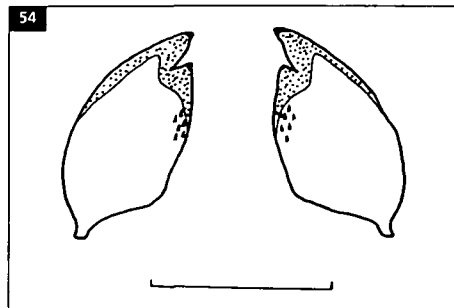


Abb. 52-60.
Details des Puppenstadiums. Mandibel
und Labrum von *Sisyra iridipennis* (52,
53), *Sisyra dalii* (54, 55), *Sisyra fuscata*
(57, 58) und *Sisyra terminalis* (59, 60);
56: Kopf einer Puppe von *Sisyra iridi-*
pennis in Frontalansicht mit typischer
Zeichnung auf Frons und Clypeus.
Meßbalken: Abb. 52-55: 0,05 mm, Abb.
56: 0,5 mm, Abb. 57-60: 0,2 mm.



61

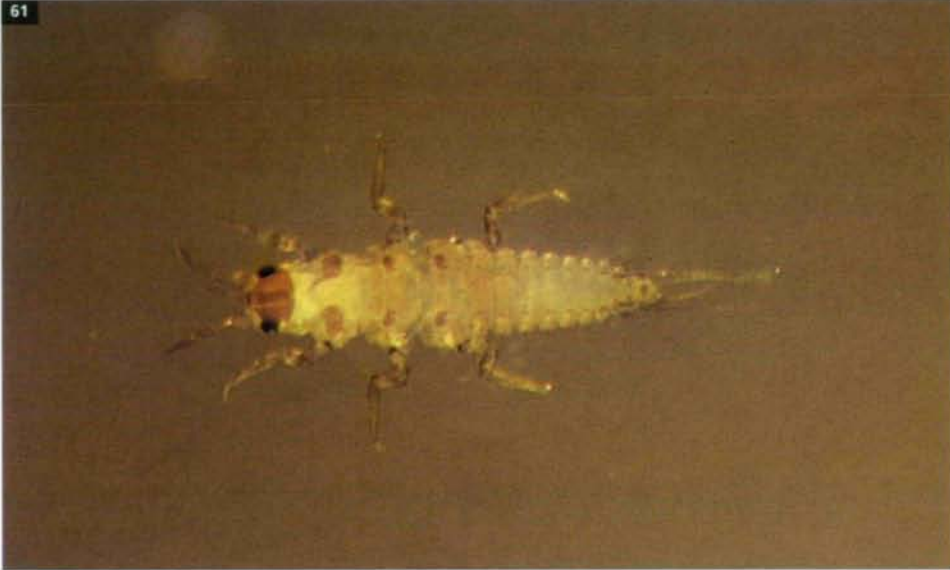


Abb. 61-63. *Sisyra dalii*. Eilarve (61), zweites (62) und drittes Larvenstadium (63) in Dorsalansicht.

62



63



Schlüssel für die Larvenstadien

Erstes Larvenstadium

(Abdominale Tracheenkiemen fehlen; Antenne 5gliedrig)

Die ersten Larvenstadien (L1) sind derzeit nicht sicher trennbar. Gemeinsamkeiten zeigen die L1 von *S. fuscata* und *S. jutlandica* in Form der basalen Einkerbung der Klauen (z.B. Abb. 11). Die L1 von *S. jutlandica* sind etwas dunkler und haben kräftigere Borsten an den Beinen als jene von *S. fuscata*. Die Sklerite am Meso- und Metathorax sind bei *S. fuscata* oft breiter als lang, bei *S. jutlandica* meist etwa gleich breit als lang und dreieckig. Die Sklerite am Prothorax sind bei *S. terminalis* oft in quadratischer Form ausgebildet (Abb. 13) und lebende Larven (aus Österreich) besitzen einen auffallenden, weißen, klammerartig ausgebildeten Fettkörper im Prothorax (siehe WEIBMAIR 1993). Die Erstlarven von *S. iridipennis* und *S. dali* sind einander morphologisch sehr ähnlich. Eine beschränkte chorologische Auftrennung ist möglich (siehe oben).

Zweites Larvenstadium

(Abdominale Tracheenkiemen vorhanden; Antenne 6gliedrig; dorsale Sklerite am Meso- und Metathorax mit je zwei Borsten)

- 1 6. Antennenglied deutlich länger als das 3.; 4. Glied ca. 3 mal so lang wie das 3. (Abb. 15); alle Borsten auf den beiden dorsalen Skleriten am Prothorax auf kegelförmigen Fortsätzen inserierend (Abb. 17) *Sisyra jutlandica*
- 6. Antennenglied etwa gleich lang oder etwas kürzer als das 3.; 4. Glied ca. doppelt so lang wie das 3. (z.B. Abb. 16); nicht alle Borsten der dorsalen Sklerite am Prothorax auf kegelförmigen Fortsätzen inserierend (z.B. Abb. 40 oder 65) ...2
- 2 Grundglieder der Kiemenpaare 2-7 mit einem kleinen distalen Fortsatz vor der Kiemenbiegung (Abb. 19) ... *Sisyra fuscata*
- Grundglieder der Kiemenpaare 2-7 ohne Fortsatz vor der Kiemenbiegung (z.B. Abb. 20)3
- 3 Keine oder wenige Borsten der dorsalen Sklerite am Thorax mit feinen Fortsätzen (Abb. 66) *Sisyra terminalis*
- Fast alle Borsten der dorsalen Sklerite am Thorax besitzen feine Fortsätze (Abb. 40, 65)4

- 4 Dorsale Sklerite am Prothorax: neben dem größten borstentragenden Fortsatz (Tuberkel 1) auch die Borsten 2 und 5 auf (kleineren) Tuberkeln inserierend, die übrigen beiden Borsten direkt am Sklerit eingelenkt (Abb. 40); Klauen mit ganz leichter Eindellung (Abb. 41); in Europa bisher nur aus Spanien und Italien (Sardinien) bekannt *Sisyra iridipennis*

- Dorsale Sklerite am Prothorax: neben dem größten borstentragenden Fortsatz (Tuberkel 1) nur Tuberkel 2 deutlich ausgebildet, die übrigen 3 Borsten direkt am Sklerit eingelenkt; Borste 5 niemals auf einem Tuberkel; Borste 3 manchmal auf einem sehr flachen Tuberkel sitzend (Abb. 65); Klauen ohne Eindellung (Abb. 42); kommt in Spanien sowie in mehreren mittel- und nordeuropäischen Ländern vor (siehe oben) *Sisyra dali*

Drittes Larvenstadium

(Abdominale Tracheenkiemen vorhanden; Antenne mit 11-14 Segmenten; dorsale Sklerite am Meso- und Metathorax mit je drei oder vier Borsten)

- 1 1. Paar der ventralen, abdominalen Tracheenkiemen mit einem lateralen Fortsatz an der Basis des ersten Gliedes (z.B. Abb. 22)2
- 1. Paar der ventralen, abdominalen Tracheenkiemen ohne Fortsatz an der Basis des ersten Gliedes (z.B. Abb. 24, 25)3
- 2 Alle Borsten der dorsalen, paarigen Sklerite am Thorax und Abdomen inserieren auf hohen, kegel- bis röhrenförmigen Sockeln (Abb. 21, 26, 27); die dorsalen Sklerite am Meso- und Metathorax tragen jeweils 4 (selten 5) Borsten pro Sklerit (Abb. 26) *Sisyra jutlandica*
- Die Borsten der dorsalen, paarigen Sklerite am Thorax und auf den Abdominalsegmenten 2-4 inserieren ohne Fortsätze auf den Skleriten oder auf kurzen, kegelförmigen Tuberkeln (Abb. 70, 71); die paarigen, dorsalen Sklerite am Meso- und Metathorax tragen jeweils 3 Borsten pro Sklerit (Abb. 70) *Sisyra fuscata*
- 3 Dorsalseite: alle Borsten der paarigen Sklerite am Prothorax auf kegelförmigen Tuberkeln inserierend, vordere Tuberkel deutlich größer als die hinteren (Abb. 44, 68); Borsten der paarigen Sklerite, betref-

- fend die Abdominalsegmente 2 und 3, auf kegel- bis röhrenförmigen Fortsätzen inserierend (Abb. 45, 69)4
- Dorsalseite: nur die vorderen Borsten der paarigen Sklerite am Prothorax auf kleinen Tuberkeln inserierend, übrige Borsten ohne Fortsätze am Sklerit inserierend (Abb. 72); Borsten der paarigen Sklerite, betreffend die Abdominalsegmente 2 und 3, ohne oder auf sehr kurzen Fortsätzen auf den Skleriten inserierend (Abb. 73)*Sisyra terminalis*
- 4 Dorsale Sklerite am Prothorax: längster borstentragender Fortsatz (Tuberkel 1) etwa so lang wie Scapus der Antenne, zweitlängster (2) fast immer nur geringfügig kürzer als der längste; Tuberkel 5 meist deutlich kleiner als 2 (Abb. 44); die medianen Tuberkel der dorsalen Borstentriplets, betreffend die Abdominalsegmente 2 und 3, entspringen mittig oder leicht exzentrisch, näher der lateralen Fortsätze (Abb. 45); in Europa bisher nur aus Spanien und Italien (Sardinien) bekannt.....*Sisyra iridipennis*
- Dorsale Sklerite am Prothorax: längster borstentragende Fortsatz (Tuberkel 1) meist etwas kürzer als Scapus der Antenne, zweitlängster (2) meist deutlich kürzer als der längste, und Tuberkel 5 etwa gleich groß oder geringfügig kleiner als 2 (Abb. 68); die medianen Tuberkel der dorsalen Borstentriplets, betreffend die Abdominalsegmente 2 und 3, meist deutlich exzentrisch, d.h. näher den lateralen Fortsätzen entspringend (Abb. 69); kommt in Spanien sowie in mehreren mittel- und nordeuropäischen Ländern vor (siehe oben).....*Sisyra dalii*
- Kokons der Präpuppe und Puppenstadium
- 1 Eigentlicher Kokon mit einem sehr dichten, zähen, gelblich-bräunlichen und glänzenden Gespinst vollständig abgedeckt (Abb. 32, 33), meist abgeflacht zylindrisch, dünn und durchscheinend gesponnen; Puppenexuvie sehr dunkel, fast schwarz (Abb. 32); auch anhand der in den leeren Kokons befindlichen Larvenexuvien (Borsten der dorsalen Sklerite auf hohen Sockeln, siehe Beschreibung L3) problemlos zu identifizieren
.....*Sisyra jutlandica*
- Eigentlicher Kokon von einem oder 2 sehr lockermaschigen Gespinsten umgeben, welche fast immer oben offen und daher von außen gut zu erkennen sind (z.B. Abb. 46, 47, 48, 49); Puppenexuvie heller und bräunlich.....2
- 2 Innenkante der Mandibeln deutlich geschwungen (Abb. 52, 57); Vorderrand des Labrums mit schmaler und tiefer Einkerbung (Abb. 53, 58)3
- Innenkante der Mandibeln leicht geschwungen oder gerade verlaufend (Abb. 54, 59); Vorderrand des Labrums mit breiter und seichter Einkerbung (Abb. 55, 60)4
- 3 Höchstens einzelne Zähnnchen an der Vorderkante des Labrums deutlich größer als Zähnnchen der weitere hinten liegenden Reihen (Abb. 58); Einkerbung des Labrums mit überwiegend stumpfen Zähnnchen; Puppenexuvie dunkel bräunlich bis schwärzlich; eigentlicher Kokon relativ dicht gesponnen (Abb. 47); kommt in ganz Europa vor*Sisyra fuscata*
- Zähnnchen der ersten Reihe an der Vorderkante des Labrums meist durchgehend größer als jene der weiter hinten liegenden Reihen (Abb. 53); Einkerbung des Labrums mit überwiegend spitzen Zähnnchen; Färbung der Puppenexuvie hell bräunlich mit leichtem Rotstich; eigentlicher Kokon etwas lockerer gesponnen (Abb. 46); in Europa bisher nur aus Spanien und Italien (Sardinien) bekannt.....*Sisyra iridipennis*
- 4 Zähnnchen der ersten Reihe an der Vorderkante des Labrums sehr groß, manchmal mehr als doppelt so groß als jene der weiter hinten liegenden Reihen (Abb. 60); eigentlicher Kokon relativ dicht gesponnen und oft eiförmig (Abb. 48)
.....*Sisyra terminalis*
- Zähnnchen der ersten Reihe an der Vorderkante des Labrums nur etwas größer als jene der weiter hinten liegenden Reihen (Abb. 55); eigentlicher Kokon lockerer gesponnen und elliptisch bis zylindrisch (Abb. 49).....*Sisyra dalii*

Biologie und Ethologie

Imagines

Die Imagines sind generell in der Abenddämmerung und in der Nacht mit Abstand am lebendigsten. Sehr vereinzelt sind adulte Tiere von *S. dalii* auch am Vormittag und mittags aktiv. Die Imagines von *S. jutlandica* waren im Schilfgürtel des Neusiedlersees unauffindbar.

Während der inaktiven Zeit nehmen alle europäischen Schwammhafte eine typische Ruhestellung ein. Die sonst permanent kreisend oder auf und ab bewegten Antennen werden in dieser Phase gerade und parallel zueinander nach vorne gestreckt (EISNER 1989; WEIBMAIR 1993). Die Tiere verfallen dabei in eine Art „Halbschlaf“. Bei leichter Störung (Berührung) zeigen sie keinerlei Reaktionen, bei stärkerer Beunruhigung fliegen sie kurz auf bzw. springen von der Unterlage ab und lassen sich fallen.

Die Imagines von *S. jutlandica*, *S. iridipennis* und *S. dalii* können, nach Beobachtungen unter Zuchtbedingungen, als polyphag bezeichnet werden. Sie fressen an toten, weichhäutigen Nematoceren und anderen Dipteren, sowie an verschiedenen angebotenen Früchten.

Zur Unterstützung der Partnerfindung und -erkennung erzeugen die Imagines von *S. fuscata* (und auch *S. terminalis*) Geräusche bzw. Vibrationen (RUPPRECHT 1995). Derartige „Gesänge“ wurden unter Zuchtbedingungen auch bei *S. jutlandica* und *S. dalii* registriert, ohne diese jedoch unterscheiden zu können. Intensiv singen vor allem frisch geschlüpfte ♂♂. Sie erzeugen zwei bis fünf-silbrige „songs“, welche aus kurzer Distanz (bis max. 40 cm Entfernung) auch mit dem freien Ohr wahrnehmbar sind und mit „drrrt-drrrt-drrrt“ (dreisilbiger Vers) umschrieben werden können. Eine Silbe dauert geschätzt etwa 0,5 Sekunden, zwischen den Silben liegen Pausen von etwa 1 Sekunde.

Die Imagines kopulieren wenige Stunden bis zwei Wochen nach dem Schlupf (*S. fuscata*: WITHYCOMBE 1923; *S. fuscata* und *S. terminalis*: WEIBMAIR 1994). Besonders hohe Kopulationsbereitschaft ist bei frisch geschlüpfen ♂♂ festzustellen, vor allem am Abend und in der Nacht nach dem Schlupf. Die Kopula wird durch ein Paarungsritual eingeleitet (*S. fuscata*: EISNER 1989; *S. terminalis*: WEIBMAIR 1994). Beim Aufeinandertreffen von ♂♂ und ♀♀ erfolgt ein gegenseitiges, intensives Betauten mit den Fühlern oder ein Überkreuzen der unbewegten Antennen. Die Imagines von *S. jutlandica* nehmen manchmal auch über die Mundwerkzeuge Kontakt auf.

Die Kopulation erfolgt in lateraler Körperhaltung, dauert ca. 1-1,5 Min., und ist bei

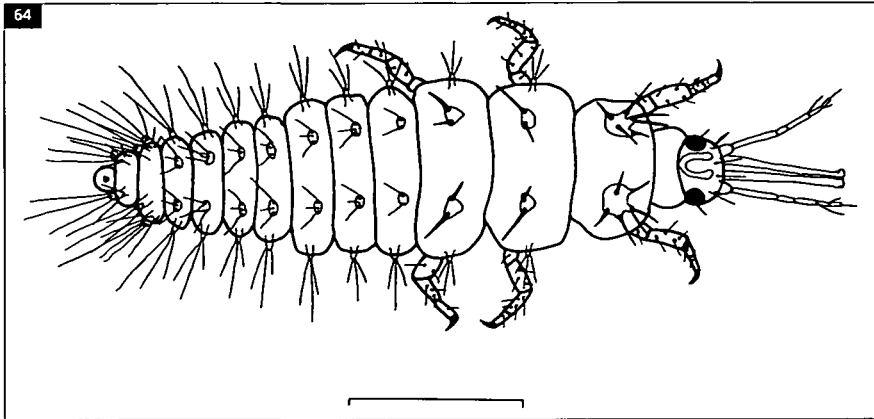
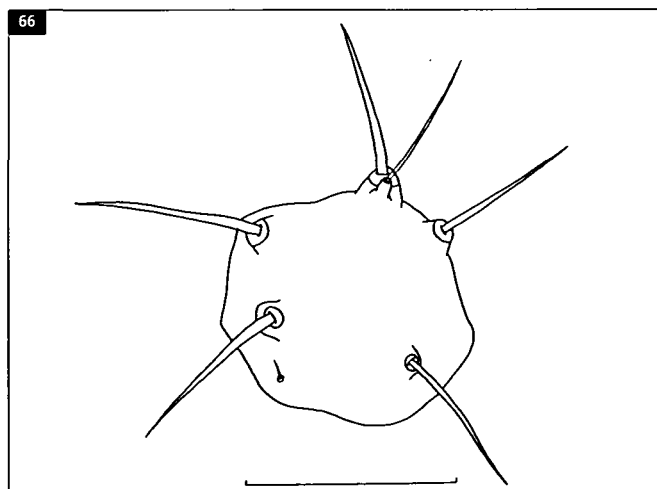
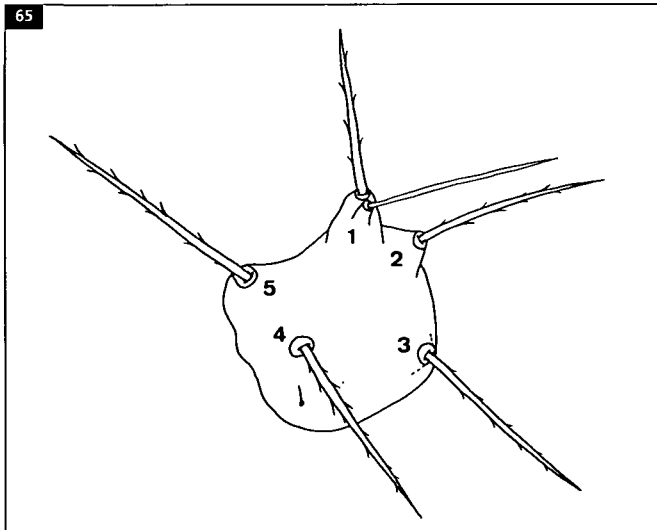


Abb. 64-66. Zweites Larvenstadium (L2). 64: Dorsalan-sicht einer L2 von *Sisyra dalii*; Rechtes, dorsales Sklerit am Prothorax von *Sisyra dalii* (65) und von *Sisyra terminalis* (66) mit Bezeichnung der Tuberkel. Maßbalken: Abb. 64: 0,5 mm, Abb. 65, 66: 0,1 mm.



allen Arten sehr ähnlich. Das ♂ versucht, in paralleler Körperstellung zum ♀, seine Abdomenspitze zu jener des ♀ zu bringen und biegt sein Abdomenende stark nach vorne. Die Flügel einer Seite (meist links) werden dazu etwas angehoben und seitlich etwa zur Hälfte abgespreizt. Manchmal wird auch das zweite Flügelpaar abgespreizt. Das ♂ verfolgt in dieser Körperhaltung das ♀ auch über kurze Strecken, wenn dieses flüchtet. Beide drehen sich dabei oft mehrmals am Stand im Kreis. Während der Kopula krabbelt das ♀ oft wenige Millimeter herum und zieht das ♂ nach. Die Spermatophore wird an der Abdomenspitze des ♀ abgesetzt. Nach der Kopula frißt das ♀ oft etwas an der Spermatophore und nimmt sie durch undulierende Kontraktionen des Abdomens auf.

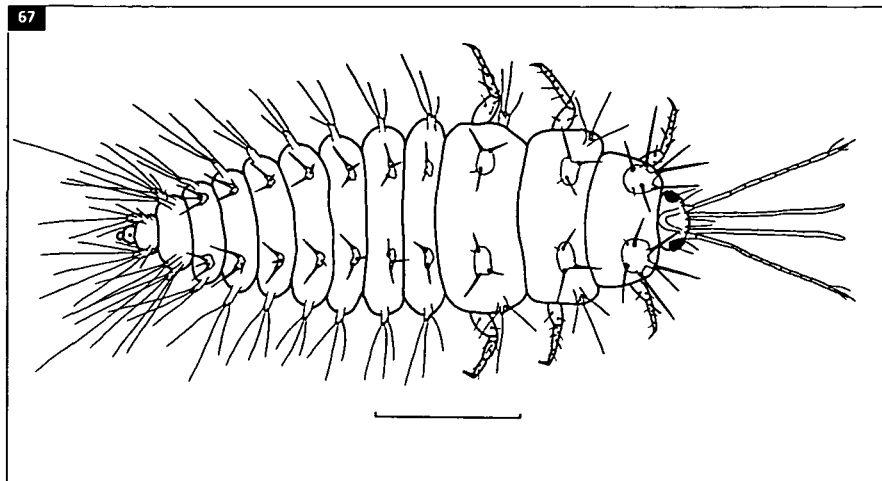
Meist wenige Stunden später beginnt es mit der Eiablage. Das ♀ prüft vorerst mit der Abdomenspitze, vor allem mit den Gonapophyes laterales (G. L.; Beobachtung im Stereomikroskop) die Unterlage. Als Eiablagesubstrate bevorzugen *S. dalii* und *S. iridipennis* horizontale, möglichst beschattete und nahe über dem Wasserspiegel liegende, dickere Äste und Wurzeln mit rissiger Rinde. Von *S. jutlandica* konnten im Freiland keine Eiablage gefunden werden. In der Zucht nahm *S. jutlandica* nur Äste zur Eiablage an, Baumwollstoff oder ähnliche angebotene „künstliche Substrate“ wurden gemieden. *S. iridipennis* und *S. dalii* zeigten sich unter Zuchtbedingungen weniger wählerisch. Sie nutzten Baumwollstoff, die Terrarium-Abdeckung (Glas und Kunststoff), sowie auch Äste und Rindenstücke für die Eiablage.

Die Eizahl pro ♀ ist mit etwa 50 ($n = 6$, Minimum = 45, Maximum = 52) bei den untersuchten Arten gleich hoch wie bei *S. fuscata* und *S. terminalis*. Die Eier werden entweder einzeln, meist aber in kleinen Gruppen abgelegt und von einem Gespinst bedeckt. *S. jutlandica* und *S. iridipennis* besitzen eine durchschnittliche Gelegegröße von 3,5 Eiern (ausgewertet wurden 538 Eier in 150 Gelegen) und *S. dalii* von 2 Eiern (156 Eier in 76 Gelegen).

Die Dauer der Ablage eines Einzelgeleges aus zwei Eiern, inkl. dem Spinnen des abdeckenden Gespinstes, beträgt ca. eine

Minute. Das ♀ bewegt beim Spinnen des Gespinstes die G. L. rasch über den Eiern hin und her (ca. eine Hin- und Zurückbewegung/Sekunde). Es macht immer wieder Pausen und putzt sich die Mundwerkzeuge, wobei die G.L. schwach vibrieren.

Die Lebensdauer der Imagines betrug unter Zuchtbedingungen etwa fünf Tage bis drei Wochen. Eine einzelne entkommene



Imago von *S. iridipennis* lebte im Stiegenhaus des Autors mehr als drei Monate.

Die Embryonalentwicklung dauert bei Zimmertemperatur (24 °C) 10-12 Tage. Die Ausfälle im Eistadium sind – wie bei *S. fuscata* und *S. terminalis* – niedrig, wie die Schlupfraten der Erstlarven (*S. jutlandica* 80%, *S. dalii* 93%, $n = 600$ Eier) zeigen.

Larvenstadien

Der Schlupf der Erstlarven (L1) findet in der Regel nachts statt. Die Eilarven von *S. dalii* schlüpfen fast immer erst nach Mitternacht.

Die L1 von *S. jutlandica*, *S. iridipennis* und *S. dalii* besiedeln, wie *S. fuscata* und *S. terminalis*, ihre Wirte nicht unmittelbar nach dem Schlupf, sondern verbringen einen bis mehrere Tage freischwimmend im Wasser ohne Nahrung aufzunehmen. Auch sie stellen bei der Erstbesiedlung der Wirte hohe Ansprüche an die Vitalität. Die kürzeste beobachtete Phase des Freischwimmens betrug bei 23 °C etwa 12 Stunden (*S. iridipennis*). Die Erstlarven von *S. dalii* überlebten in der Zucht vier

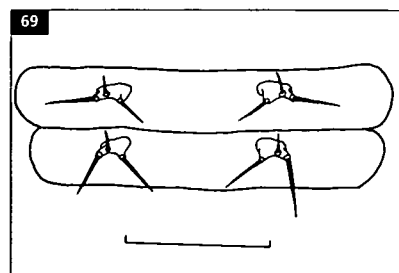
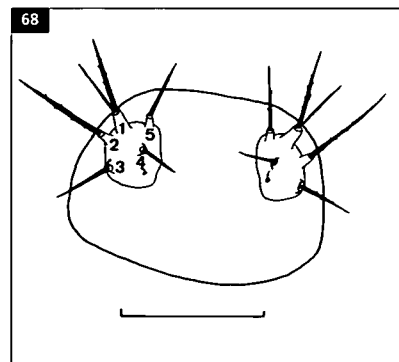


Abb. 67-69.
Drittes Larvenstadium von *Sisyr dalii*. Dorsalansicht (67), dorsale Sklerite am Prothorax (68) und auf den Abdominalsegmenten zwei und drei (69). Maßbalken: Abb. 67: 1 mm, Abb. 68, 69: 0,5 mm.

Tage ohne Futter, jene von *S. iridipennis* sieben Tage. Die L1 von *S. iridipennis* krümmen ihr Abdomen relativ stark ventrad, wie die L1 von *S. terminalis*. Die beiden anderen Arten liegen mit relativ gestrecktem Körper im Wasser. Alle schwimmen durch Schlagen mit den Beinen und Zurückschleudern des Abdomens und haben eine Gasblase im Thorax (Regulation des spezifischen Gewichtes).

tels bei Illmitz gefangen wurde, befand sich eine gut erhaltene, zweifelsfrei determinierbare reife Larve (leg. B. AUER und G. WOLFRAM).

Unter Zuchtbedingungen mit relativ hohen Dichten an freischwimmenden Erstlarven (*S. dalii*) wurden drei L1 von Polypen eines Nesseltieres aus der Gattung *Hydra* verschlungen.

Präpuppe und Puppe

Die Verpuppung findet bei *Sisyr jutlandica*, *S. iridipennis* und *S. dalii* an Land statt. Die meisten reifen Larven verlassen nachts, im Schutz der Dunkelheit, das Wasser. *S. dalii* und *S. iridipennis* fertigen ihre Kokons nachweislich in unmittelbarer Ufernähe an. Bevorzugt werden tiefere Spalten und Ritzen an Ästen und Wurzeln von Schwarzerlen (*A. glutinosa*), unmittelbar über der Wasseroberfläche. Unter Zuchtbedingungen fertigten sich 15 L3 von *S. iridipennis* sogar auf der permanent vibrierenden Wasserpumpe ihren Kokon an. Die Pumpe befand sich etwa auf Höhe des Wasserspiegels. Im ufernahen Schilf am Neusiedlersee blieb die Suche nach Kokons von *S. jutlandica* erfolglos.

Für das Spinnen der Kokons benötigen die Larven mehrere Stunden ($n = 5$ Kokons), in einem konkreten Fall waren es 6 Stunden.

Das Puppenstadium der drei untersuchten Arten dauert bei 23 °C acht bis neun Tage.

Schlupf der Imagines am Beispiel von *Sisyr dalii*

Auch der Schlupf der Imagines ist ein nächtliches Ereignis, wobei der Schwerpunkt zwischen der Abenddämmerung und etwa 21 Uhr 30 liegt. Als Auslöser fungiert offenbar die Lichtintensität. Bei mehreren schlupffreien Tieren konnte der Schlupfvorgang durch Reduktion der Lichtintensität (Abdunkelung der Zuchtgefäße) evoziert und auf die Mittagszeit vorverlegt werden:

Zuerst beißt die Puppe mit den Mandibeln ein Loch in den Kokon. Es folgt eine kurze Pause, die jedoch bei Störung auf eine Stunde oder noch länger ausgedehnt werden kann. Die Puppe klettert ein Stück aus dem Kokon und streckt den Kopf heraus. Wird sie nicht

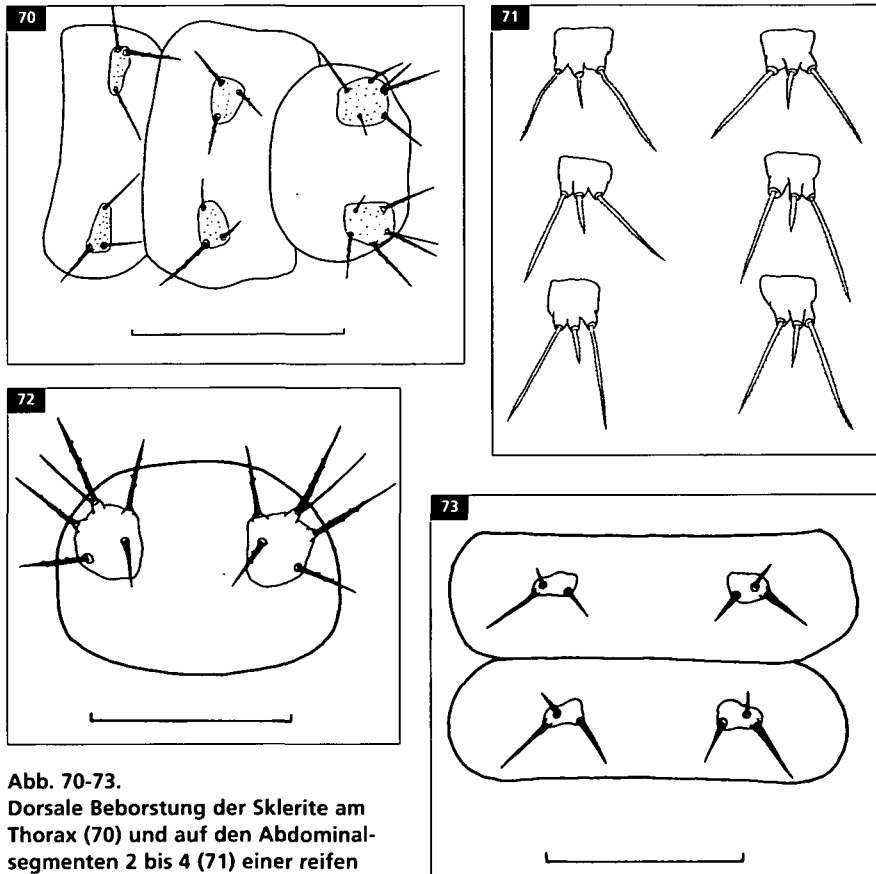


Abb. 70-73. Dorsale Beborstung der Sklerite am Thorax (70) und auf den Abdominalsegmenten 2 bis 4 (71) einer reifen Larve (L3) von *Sisyr fuscata*; 72: Prothorax, dorsal, von *Sisyr terminalis*; 73: dorsale Borstentriplets der Abdominalsegmente zwei und drei von *Sisyr terminalis*. Maßbalken: Abb. 70: 1 mm, Abb. 71-73: 0,5 mm.

Auf Spongillidae guter Kondition und bei Wassertemperaturen von 20 °C dauert die Entwicklung der ersten Larvenstadien sieben Tage. Bei 23 °C Wassertemperatur verkürzt sie sich auf fünf Tage. Die zweiten Larvenstadien benötigen unter denselben Umständen etwa die gleiche Wachstumszeit. Die dritten Larvenstadien waren bei Wassertemperaturen von 20 °C nach acht bis neun Tagen fertig entwickelt.

Die Larven von *Sisyr jutlandica* werden zumindest gelegentlich von Fischen gefressen. Ein Nachweis gelang zufällig bei Nahrungsanalysen an Fischen im Neusiedlersee. Im Magen eines Karpfens (*Cyprinus carpio*), welcher in einer freien Wasserstelle des Schilfgür-

beunruhigt, kriecht sie mit Unterstützung der dorsal gelegenen Hakenreihen am Abdomen weiter heraus. Manchmal verläßt die Puppe den Kokon ganz. Hat sie die Schlupfstellung eingenommen, beginnt sie mit Körperkontraktionen, die vom Abdomenende zum Kopf verlaufen. Die Puppenhaut reißt dorsal am Thorax auf und die Imago schlüpft vorsichtig heraus. Am Schluß werden die Fühlerenden vorsichtig herausgezogen. Die Flügel sind noch gefaltet und werden langsam, innerhalb von drei bis 15 Minuten, aufgepumpt. Die Imago bleibt dabei auf der Puppenexuvie sitzen oder läuft herum und entfaltet die Flügel an einer senkrechten Struktur, mit dem Kopf nach oben schauend. Zeitweise zuckt sie mit den Antennen, Mandibeln oder Beinen. Frisch geschlüpfte Imagines zeigen manchmal auffallende Streckbewegungen des Abdomens. Nach etwa einer halben Stunde bis einer Stunde ist die Flügelfleckung erkennbar, die endgültige Ausfärbung wird aber erst am nächsten Morgen erreicht.

Ökologie

Neben *Sisyr fuscata* und *S. terminalis* (WEIBMAIR 1994) sind auch *S. dali*, *S. jutlandica* und *S. iridipennis* an den Übergangsbereich aquatischer-terrestrischer Lebensräume angepaßt. In Stillgewässern finden sich neben den terrestrischen Entwicklungsstadien meist auch die Larvenstadien im unmittelbaren Uferbereich. Bei Besiedlung von Fließgewässern sind die Larven – je nach Dispersion der Wirte – auch abseits der Ufervegetation bis in Flußmitte vorzufinden.

Die Imagines von *S. dali* halten sich hauptsächlich in dichten, über dem Wasser hängenden Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*), Tamarisken (*Tamarix* spp.) und Weiden (*Salix* spp.) auf (Abb. 78). Pro Baum/Gebüschgruppe konnten in Schwarzerlen bis zu acht und in Tamarisken bis zu drei Imagines gesichert werden. Auf einem für die Art optimal strukturierten Uferstreifen von 250 Metern Länge gelang der Fang von 17 Adulti. Die Zahlen lassen auf relativ hohe Populationsdichten schließen. Das Geschlechterverhältnis war ausgeglichen oder zugunsten der ♂♂ (2:1) verschoben.



Abb. 74-78. 74: Imago von *Sisyr jutlandica* (Vorderflügelänge ca. 6 mm); 75: Umgebung der Biologischen Station in Illmitz am Neusiedlersee, Lebensraum von *Sisyr jutlandica* und *Sisyr fuscata*; 76: Habitat von *Sisyr iridipennis* in Sardinien (Fluß Flumendosa); 77: Die Imagines von *Sisyr dali* sind aufgrund ihrer gefleckten Flügel leicht von den übrigen europäischen *Sisyr*-Spezies zu unterscheiden; 78: Lebensraum von *Sisyr dali* im Nordwesten von Spanien (Rio Tera).

Der aquatische Lebensraum von *S. dalii* in Nordwestspanien (Rio Tera, Abb. 78) kann folgendermaßen kurz charakterisiert werden: Wasser klar bis leicht bräunlich (Huminsäuren), gut sauerstoffversorgt, rascher Wechsel von Fließstrecken und Kolken (>2 m tief), Wassertemperatur (Juli) 22 °C, Durchfluß ca. 3-4 m³/sek.; Grundgestein silikatisch, Substrat überwiegend grober Schotter (>10 cm Durchmesser); große Bestände von Wasserhahnenfuß (*Ranunculus* spp.), Eintagsfliegenlarven (vor allem reinwasserbewohnende Heptageniidae-Arten) sind häufig, Steinfliegenlarven (Perlidae), Köcherfliegenlarven (Hydropsychidae), mehrere *Calopteryx*-Arten sehr häufig, vereinzelt Flußnapfschnecken (*Ancylus fluviatilis*), auffallend viele Fische (Cyprinidae und Salmonidae). Die Dichten der Larven auf den Schwammoberflächen variieren erheblich. Untersucht wurden vier Schwammkolonien zwischen 30 und 130 cm² (insgesamt 215 cm²). Die Besiedlungsdichte beträgt etwa eine Larve/8 cm² (Minimum = 1 La./27cm², Maximum = 1 La./4cm²).

Sisyra iridipennis bewohnt in Sardinien ein ähnliches Habitat (Abb. 76). Das Vorkommen von Süßwasserschwämmen im Unterlauf des kleinen Flusses Flumendosa muß als außergewöhnlich groß bezeichnet werden. In manchen Kolken bildeten die Schwämme mehrere Quadratmeter große, grüne Teppiche über Felsen und Steinen am Grund und ragten mit bis zu einem halben Meter langen Fortsätzen in den Wasserkörper.

Der Biotop von *S. jutlandica* (und *S. fuscata*) in Illmitz unterscheidet sich von den meistens bewohnten Habitaten der übrigen *Sisyra*-Arten. Die terrestrischen Entwicklungsstadien von *S. jutlandica* leben offenbar im Schilfgürtel des Neusiedlersees (Abb. 75) und nicht in der verholzten Ufervegetation. In den wenigen Bäumen und Sträuchern am Seeufer bei der Biologischen Station Illmitz konnten keine Imagines oder Puppen nachgewiesen werden. In unmittelbarer Umgebung wurden bis zu 10 Imagines pro Nacht mittels Lichtfallen gefangen.

Sisyra fuscata kommt sowohl mit *S. jutlandica* in Illmitz als auch mit *S. iridipennis* in Sardinien sympatrisch vor.

Diskussion

Entwicklungsstadien

Die Beschreibungen der präimaginalen Entwicklungsstadien von *S. jutlandica*, *S. iridipennis* und *S. dalii* stellen Neubeschreibungen dar. Somit sind nach den Untersuchungen von WEIBMAIR (1993) und WEIBMAIR & WARINGER (1994), welche *S. fuscata* und *S. terminalis* bearbeiteten, alle Entwicklungsstadien der fünf europäischen Schwammhafte bekannt.

Bei den Erstlarven von *S. jutlandica*, *S. iridipennis* und *S. dalii* sind die Femura oft blasig erweitert. Die Ursache liegt wahrscheinlich darin, daß die distalen Seiten der Femura nur häutig ausgebildet sind und diese durch die Konservierungsflüssigkeit aufgetrieben werden. Die Funktion könnte mit der Sauerstoffaufnahme in Zusammenhang stehen. Erstlarven haben noch keine Tracheenkiemen und müssen den Gasaustausch über die Körperoberfläche bewerkstelligen.

In den Arbeiten von WEIBMAIR (1993) und WEIBMAIR & WARINGER (1994) passierten bei den Beschreibungen der Entwicklungsstadien kleine Irrtümer, welche richtiggestellt werden müssen. Die zweiten Larvenstadien von *S. terminalis* besitzen auf den dorsalen Borstenreihen der Abdominalsegmente zwei bis sechs nicht zwei Borsten, sondern – wie auch die anderen *Sisyra*-Arten – drei Borsten pro Tuberkel. Die mittlere Borste der vorderen Segmente kann allerdings sehr klein sein. Auch die Puppenstadien von *S. fuscata* und *S. terminalis* tragen die dorsal gelegenen, stark chitinierten Haken auf den Abdominalsegmenten drei bis sieben, und nicht auf den Segmenten zwei bis sechs.

Biologie und Ethologie

Imagines

Die Imagines von *Sisyra jutlandica*, *S. iridipennis* und *S. dalii* sind anscheinend tagsüber weniger aktiv als *S. fuscata* und *S. terminalis*. Kopulation und Eiablage finden bei den letztgenannten Arten auch vormittags statt (WEIBMAIR 1993), konnten bei den Erstgenannten aber frühestens in den Abendstunden beobachtet werden.

Hinsichtlich der Nahrung waren keine wesentlichen Unterschiede zu *S. fuscata* und *S. terminalis* festzustellen. Die Imagines der europäischen *Sisyra*-Spezies sind polyphag und fressen mit Vorliebe tote Arthropoden.

Neben den Chrysopidae (Florfliegen) zeigen auch die Schwammhafte vor der Kopula ein Werbeverhalten in Form von Geräuschen bzw. Vibrationen, welches erstmals von RUPPRECHT (1995) für *S. fuscata* (und *S. terminalis*) beschrieben wurde. Ob diese Gesänge wie bei den Chrysopidae (DUELLI 1995) durch rhythmische Auf- und Abbewegungen des Hinterleibes erzeugt werden, ist noch nicht geklärt, aber wahrscheinlich. Bewegungen bestimmter Körperteile konnten aufgrund der geringen Ablenkung, der kurzen Dauer und der sehr raschen Abfolge nicht wahrgenommen werden. Außerdem reagieren die Tiere empfindlich auf Störungen. Bei geringsten Beunruhigungen hören sie zum Singen auf. Beobachtungen unter höherer Vergrößerung bedarf stärkerer Beleuchtung, wodurch die Tiere gestört würden. Unter speziellen Zuchtbedingungen konnten auch bei *S. jutlandica* und *S. dalii* derartige Gesänge mit freiem Ohr wahrgenommen werden, ohne diese jedoch unterscheiden zu können. Etwa 15-20 frisch geschlüpfte adulte Tiere befanden sich in einem kleinen, sonst leeren Kunststoffgefäß (250 ml), welches mit einer starken Klarsichtfolie abgedeckt war. Die Wände aus Kunststoff verstärkten die Vibrationen so stark, daß sie auch für das menschliche Ohr, bei vollkommener Ruhe (Beobachtung nach Mitternacht), aus kurzer Distanz relativ gut wahrnehmbar waren. *S. iridipennis* wurde zwei Jahre vorher gezüchtet, weshalb über diese Art bezüglich Gesänge keine Informationen vorliegen. Vermutlich kommunizieren alle paarungsreifen *Sisyra*-Imagines Europas mittels derartiger Substratvibrationen.

Larvenstadien

Nach dem Schlupf fallen die Eilarven ins Wasser und durchlaufen ebenfalls eine Phase des Freischwimmens, wie sie bei *S. fuscata* und *S. terminalis* beobachtet wurde (WEIBMAIR 1994). Ihre Körperhaltung ist dabei entweder gestreckt, oder das Abdomen wird leicht ventrad gekrümmt, ähnlich wie bei *S. terminalis*. Bei der Effektivität der Schwimmbewegungen

waren keine Unterschiede festzustellen. Die Besiedlung der Schwämme erfolgte bei *S. dalii* unter Zuchtbedingungen meist nach einem Tag. In einem Gefäß mit zahlreichen freischwimmenden Erstlarven (L1) und einem geringen Angebot an Wirten lagen viele L1 verendet am Gefäßboden. Mit hoher Wahrscheinlichkeit verhungerten diese Larven, weil die max. Besiedlungsdichte des Wirtes überschritten wurde. Diese betrug etwa 10 L1/cm². Die L1 von *S. fuscata* und *S. terminalis* besiedelten unter diesen Umständen die Schwämme in wesentlich höheren Dichten.

Als mögliche Freßfeinde der Erstlarven von *Climacia areolaris* führt BROWN (1952) auch Polypen der Nesseltiere an. Sein Verdacht konnte unter Zuchtbedingungen (hohe Larvendichte) für *S. dalii* bestätigt werden. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß unter natürlichen Bedingungen die Dichten der freischwimmenden L1 aller *Sisyra*-Arten wesentlich geringer sind, und diese daher nur ausnahmsweise von Nesseltieren erbeutet werden können.

Ökologie

Die Sisyridae stellen hohe und spezifische Ansprüche an ihren Lebensraum. Für die aquatischen Larven muß die Gewässerbeschaffenheit eine genügende Entwicklung von Spongillidae (Süßwasserschwämme) ermöglichen. Damit die schlüpfenden Erstlarven ins Wasser gelangen, sind die austrocknungsempfindlichen Eigelege an geschützten Strukturen über der Wasseroberfläche zu deponieren. Für *S. dalii*, *S. iridipennis*, *S. fuscata* und *S. terminalis* ist in den untersuchten Biotopen die verholzte, unmittelbare Ufervegetation von entscheidender Bedeutung für alle terrestrischen Entwicklungsstadien (Imago, Ei, Puppe). Die landlebenden Stadien der einzigen bekannten österreichischen Population von *S. jutlandica* bewohnen offenbar den Schilfgürtel des Neusiedlersees im Burgenland. Sämtliche erbeuteten Imagines stammen von Lichtfängen aus den Sommermonaten (Juni bis August, bis zu 10 Tiere pro Leuchtnacht) nahe der Biologischen Station (bzw. von deren Fenster- und Türscheiben). Die Ufervegetation des Neusiedlersees und des Verbindungskanals von der

Station zum See wird von Schilf (*Phragmites australis*) dominiert. Die bei den zwei weiteren heimischen Arten (*S. fuscata* und *S. terminalis*) vielfach erprobte und erfolgreiche Sammelmethode des Abkescherns und Abstreifens der verholzten Vegetation unmittelbar am Gewässerufer versagte hier gänzlich, obwohl sich das Angebot auf einzelne Bäume und Büsche beschränkte. Offenbar bewohnt die sympatrisch vorkommende *S. fuscata* (mehrere Nachweise am Licht) hier auch den Schilfgürtel, denn sie war in den Bäumen und Büschen trotz gezielter Suche nicht zu finden. Für die Besiedlung des Schilfgürtels spricht auch die frisch gefressene und fast unversehrte, im Magen eines Karpfens gefundene, reife Larve von *S. jutlandica*. Der Karpfen hielt sich zum Fangzeitpunkt in einer freien Wasserstelle mitten im hier mehrere hundert Meter breiten Schilfgürtel auf. Die gefangenen Karpfen waren laut Aussage von Auer und Wolfram zum Fangzeitpunkt relativ stationär.

In Nordwestungarn gelangen Nachweise von *S. jutlandica* am Donauufer und an einem kleinen Fließgewässer (Mitt. G. SZIRÁKI und L. ABRAHAM). Bei beiden handelt es sich um Lichtfänge.

Über *S. dalii* schreibt ELLIOTT (1996), daß viele Nachweise von adulten Tieren auf den Britischen Inseln von Fließgewässern des Hochlandes stammen, die Art aber auch in der Nähe kleiner Seen und Kanäle vorkommt.

Im Juli 1994 wurde der von ZELNY (1961) genannte Fundort von *S. dalii* in Tschechien (Fluß Orlice bei Potstejn) aufgesucht. Die Art konnte leider nicht festgestellt werden, dafür aber einige Larven und Imagines von *S. fuscata* und *S. terminalis*. Das Flußtal hat sich in der Zwischenzeit vermutlich kaum verändert und macht einen sehr naturnahen Eindruck. Verschlechterungen in der Gewässergüte der Orlice sind wahrscheinlicher. Bei der Suche nach Larven war leichter Abwassergeruch feststellbar. Interessant ist die Ähnlichkeit des Fundortes mit jenem von *S. dalii* im Nordwesten von Spanien. Die Orlice ist dem Rio Tera ein morphologisch sehr ähnlicher, kleiner Fluß mit klarem bis leicht bräunlichem Wasser (Huminsäuren, silikatischer Untergrund). Beispielsweise bilden mehrere Wasserhahnfuß-Arten ebenfalls große Bestände, und am Ufer dominierten auch Schwarzerlen.

Wie bei *S. fuscata* und *S. terminalis* (WEIBMAIR 1994) schwanken die Abundanzen der Larven von *S. jutlandica*, *S. iridipennis* und *S. dalii* auf den Schwammoberflächen sehr stark. Die Besiedlungsdichte ist abhängig vom Angebot an vitalen Wirten und vom jeweiligen Entwicklungsstand der Populationen. In Österreich treten beispielsweise bei *S. fuscata* meist im Spätsommer und Frühherbst deutlich die höchsten Larvendichten auf (WEIBMAIR unveröffentlicht). Die in Südeuropa angetroffenen großen Vorkommen von Süßwasserschwämmen zeigten bei *S. dalii* im Mai und Juli relativ geringe Larvendichten, welche deutlich unter den Werten von *S. fuscata* (WEIBMAIR 1994) in Österreich liegen. Hinsichtlich des Entwicklungsstandes der Population wäre etwa ein mittleres Larvenvorkommen zu erwarten. Möglicherweise sind im mediterranen Süden von Europa andere Habitatparameter, wie z.B. die Uferstrukturierung von größerer Bedeutung, wenn eine bestimmte Dichte an Wirten überschritten wird.

Danksagung

Mag. Brigitte Auer (Wien) und Mag. Georg Wolfram (Wien) gebührt Dank, da sie mir freundlicherweise eine L3 *Sisyrta jutlandica* zur Verfügung stellten, welche sie bei Nahrungsanalysen im Magen eines Karpfens gefunden hatten. Univ.-Prof. Dr. Horst Aspöck (Wien), Univ.-Doz. Dr. Ulrike Aspöck (Wien), Hubert und Renate Rausch (Scheibbs) und Dr. Erwin Hauser (Sierning) möchte ich für die Unterstützung beim Lichtfang in Illmitz danken. E. Hauser begleitete mich auch bei der Sammelreise nach Sardinien, wo *S. dalii* für die Zucht erbeutet werden konnte. Dem Leiter der Biologischen Station in Illmitz, Univ.-Prof. Dr. Alois Herzig, der Nationalpark-Verwaltung Neusiedlersee-Seewinkel und dem Amt der Burgenländischen Landesregierung danke ich für die Sammelbewilligung im Nationalpark Neusiedlersee-Seewinkel.

Zusammenfassung

Die präimaginalen Entwicklungsstadien von *Sisyra jutlandica*, *S. iridipennis* und *S. dalii* werden erstmals beschrieben. Die Aufarbeitung differentialdiagnostischer Merkmale unter Einbeziehung der Stadien von *S. fuscata* und *S. terminalis* resultieren in einem Bestimmungsschlüssel für die zweiten und dritten Larvenstadien und für die Kokons der Präpuppen bzw. das Puppenstadium aller fünf in Europa vorkommenden Sisyridae. Die Erstlarven sind vorerst nicht sicher unterscheidbar.

Während der Freilandarbeiten und Zuchten gelangen biologische, ökologische und ethologische Erkenntnisse über *S. jutlandica*, *S. iridipennis* und *S. dalii*.

Besonders bemerkenswert sind die von den Imagines zur Unterstützung bei der Partnerfindung und -erkennung produzierten Geräusche bzw. Vibrationen („Gesänge“), welche bei *S. jutlandica* und *S. dalii* registriert wurden.

Neben *S. fuscata* und *S. terminalis* sind auch *S. jutlandica*, *S. iridipennis* und *S. dalii* an den Übergangsbereich aquatischer-terrestrischer Lebensräume angepaßt. Bei den untersuchten Biotopen von *S. iridipennis* und *S. dalii* spielt für die landlebenden Stadien die verholzte unmittelbare Ufervegetation eine wichtige Rolle. Die terrestrischen Entwicklungsstadien von *S. jutlandica* leben offenbar im Schilfgürtel des Neusiedlersees und nicht in der spärlich vorhandenen, verholzten Ufervegetation. Eine klare Trennung der Mikrohabitate aller europäischen Sisyridae ist bislang nicht möglich.

Literatur

- ASPÖCK H., ASPÖCK U. & H. HÖLZEL (1980): Die Neuropteren Europas. — Goecke und Evers, Krefeld, Bd. 1: 459 pp., Bd. 2: 355 pp.
- BARNARD P.C., O'CONNOR J.P. & M.C.D. SPEIGHT (1991): A review of published data for Irish Neuroptera (Insecta), together with additional records and a check-list of the Irish species. — Bull. Ir. biogeo. Soc. **14**: 109-122.
- BROWN H.P. (1952): The life history of *Climacia areolaris* (HAGEN), a neuropteran parasite of freshwater sponges. — Amer. Midl. Naturalist **47**: 130-160.
- DUELLI P. (1995): Neueste Entwicklungen im *Chrysopa carnea* Komplex. — Tagungsbericht d. 3. Arbeitstagung deutschsprachiger Neuropterologen. — Galathea **2** (Supplement): 6-7.
- EISNER M. (1989): Biologie und Larvalmorphologie der wasserlebenden Neuropteren Mitteleuropas (Neuropteroidea; Megaloptera, Planipennia). — Diss. Institut f. Umweltwissenschaften u. Naturschutz, Österr. Akad. Wiss., Graz.
- ELLIOTT J.M. (1977): A key to the larvae and adults of British freshwater Megaloptera and Neuroptera with notes on their life cycles and ecology. — Freshw. biol. Ass. sci. Publ. **35**: 52 pp.
- ELLIOTT J.M. (1996): British freshwater Megaloptera and Neuroptera: A key with ecological notes. — Freshw. biol. Ass. sci. Publ. **54**: 67pp.
- KILLINGTON F.J. (1929): A synopsis of British Neuroptera. — Trans. ent. Soc. England **5**: 36 pp.
- KILLINGTON F.J. (1936): A monograph of the British Neuroptera. I. — Ray Society **122**, 269 pp., London.
- KOKUBU H. & P. DUELLI (1983): Adult food of sponge flies: Observations on the Kropf and gut content of *Sisyra terminalis* CURTIS (Planipennia: Sisyridae). — Neuroptera Int. II (3): 157-162.
- LANGFORD T.E. (1975): The emergence of insects from a British river, warmed by power station cooling-water. — Hydrobiologia **47**: 91-133.
- PLANT C.W. (1994): Provisional atlas of the lacewings and allied insects (Neuroptera, Megaloptera, Raphidioptera and Mecoptera) of Britain and Ireland. — Monks Wood. NERC Institute of Terrestrial Ecology, 208 pp.
- RUPPRECHT R. (1995): Anmerkungen zum Paarungsverhalten von *Sisyra*. — Tagungsbericht d. 3. Arbeitstagung deutschsprachiger Neuropterologen. — Galathea **2** (Supplement): 14-17.
- STELZL M. (1991): Untersuchungen zum Nahrungsspektrum mitteleuropäischer Neuropteren-Imagines (Neuropteroidea, Insecta). — J. Appl. Ent. **111**: 469-477.
- STELZL M. (1992): Comparative studies on mouthparts and feeding habits of adult Raphidioptera and Neuroptera (Insecta: Neuropteroidea). — Proc. Fourth Internat. Symp. Neuropterology: 341-437.
- STITZ H. (1931): Planipennia. — In: SCHULZE P., Biologie der Tiere Deutschlands **35**: 103-117.

- TJEDER B. (1944): A note on the food of the adult *Sisyra fuscata* F. (Neuroptera, Planipennia). — Ent. Tidskr. **65**: 203-204.
- WEIBMAIR W. (1993): Larvaltaxonomie, Biologie und Verbreitung heimischer Schwammfliegen (Insecta: Neuroptera: Sisyridae). — Diplomarb. Univ. Wien, 134 pp.
- WEIBMAIR W. (1994a): Eidonomie, Ethologie und Ökologie zweier europäischer Schwammfliegen-Arten (Neuroptera: Sisyridae). — Entomol. Gener. **18** (3/4): 261-272.
- WEIBMAIR W. (1994b): Zur Verbreitung der Schwammfliegen in Österreich. — Lauterbornia **19**: 71-79.
- WEIBMAIR W. & J. WARINGER (1994): Identification of the larvae and pupae of *Sisyra fuscata* (FABRICIUS, 1793) and *Sisyra terminalis* CURTIS, 1854 (Insecta: Planipennia: Sisyridae), based on Austrian material. — Aquatic Insects **16** (3): 147-155.
- WEIBMAIR W. & P. MILDNER (1995): Zur Kenntnis der Schwammfliegen (Neuroptera: Sisyridae), ihrer Wirte und Wohngewässer in Kärnten. — Carinthia II **185/105**: 535-552.
- WEIBMAIR W. & J. WARINGER (1995): Sisyridae. – Teil III, 4 pp. — In: MOOG O. (Hrsg.): Fauna Aquatica Austriaca, Lieferung Mai/95. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- WEIBMAIR W. & P. MILDNER (1998): Erstnachweis von *Sisyra terminalis* CURTIS 1854 (Neuroptera: Sisyridae) aus Kärnten, und neue Funde von *Sisyra fuscata* (FABRICIUS 1793) — Carinthia II **188/108**: 507-512.
- WITHYCOMBE C.L. (1923): Notes on the biology of some British Neuroptera (Planipennia). — Trans. ent. Soc. London **1922**: 501-594.
- WITHYCOMBE C.L. (1925): Some aspects of the biology and morphology of the Neuroptera. With special reference to the immature stages their possible phylogenetic significance. — Trans. ent. Soc. London **1924**: 303-411.
- ZELENY J. (1961): A contribution to the knowledge of the order Neuroptera in Czechoslovakia. — Cas. ceske Spol. ent. **59**: 59-67.

Anschrift des Verfassers:

Mag. Werner WEIBMAIR

Dietachstr. 13

A-4493 Wolfern

Austria

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Stapfia](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [0060](#)

Autor(en)/Author(s): Weißmair Werner

Artikel/Article: [Präimaginale Stadien, Biologie und Ethologie der europäischen Sisyridae \(Neuropterida: Neuroptera\) 101-128](#)