

Der Schlupf von *Epipteca bimaculata* (Zweifleck)

von Hansruedi Wildermuth

Haltbergstrasse 43, CH-8630 Rüti

Obwohl vom Zweifleck während der letzten 15 Jahre in Mitteleuropa manche Neufunde gemacht worden sind (z. Bsp. KOTARAC 1997, TROCKUR & MAUERSBERGER 2000), gilt er in vielen Regionen nach wie vor als selten. Dies trifft auch für Baden-Württemberg zu (TROCKUR & STERNBERG 2000),



E. bimaculata vor dem Jungferflug (hw)

ebenso für die Nachbargebiete Bayern (WOLF 1998), Schweiz (MONNERAT in Vorb.) und Österreich (RAAB & CHOVANEC in Vorb.). Entsprechend selten bietet sich Gelegenheit, den Schlupf der Libelle im Freiland zu beobachten. Etwas einfacher geht es im Labor; Einzelheiten lassen sich hier besser erkennen als in der Freilandsituation. Im Rahmen von Verhaltensstudien an Corduliden-Larven hielt ich ein paar nahezu oder vollständig ausgewachsene Larven (F-0- und F-1-Stadien) während einiger Wochen bis zur Emergenz im Aquarium. Dabei gelang es, den Schlupfvorgang vom Anfang bis zum Ende im Detail zu verfolgen, allerdings nur bei einem Individuum; bei den übrigen Larven verpasste ich den richtigen Augenblick teilweise oder ganz. Das Geschehen wurde protokolllarisch mit Text und Skizzen festgehalten. Beides

diente als Grundlage für die folgende Beschreibung und die Zeichnungen. Zur Ergänzung wurden auch fragmentarische Aufzeichnungen und Fotos zum Schlupfvorgang bei weiteren Individuen herangezogen. Die Einteilung in die verschiedenen Abschnitte erfolgt in Anlehnung an CORBET (1962, 1999), wonach die Imaginalhäutung in vier Phasen gegliedert wird. Beobachtung vom 27. Mai.

Phase 1: Ausstieg der Larve aus dem Wasser und Verankerung am Schlupfsubstrat

08:00

Die weibliche Larve sitzt seit dem Vorabend unbeweglich an einem Seggenhalm. Kopf und vorderer Thoraxteil ragen aus dem Wasser. Die beiden dorsal liegenden Mesostigmata sind bereits funktionstüchtig und die Larve bzw. die Imago in der Larvenhülle atmet nun atmosphärischen Sauerstoff. Wasser- und Lufttemperatur betragen 19 °C.

08:10

Die Larve verlässt das Wasser vollständig, steigt am Halm hoch, macht während dessen mit Vorder- und Mittelbeinen einige Suchbewegungen und kommt nach ca. 30 cm kurz zur Ruhe. Anschließend klettert sie etwa 20 cm rückwärts, steigt in gleicher Weise wie vorher abermals hoch, verankert sich ca. 30 cm über dem Wasser provisorisch am Substrat und verharrt in dieser Stellung.

08:45

Die Larve ist oberflächlich weitgehend abgetrocknet und sitzt nach wie vor unbeweglich am Substrat.

08:55

Im Zeitraum von 12-14 Sekunden erfolgt eine Serie von sechs bis sieben schwachen rhythmischen Bewegungen des Abdomens ("Pumpbewegungen"), kurz darauf wiederholt sich der gleiche Vorgang zweimal.

09:05

Die Larve sucht mit allen Beinen neuen Halt und umklammert dabei mehrere Halme. Darauf folgt eine neue Serie von Abdominalbewegungen.

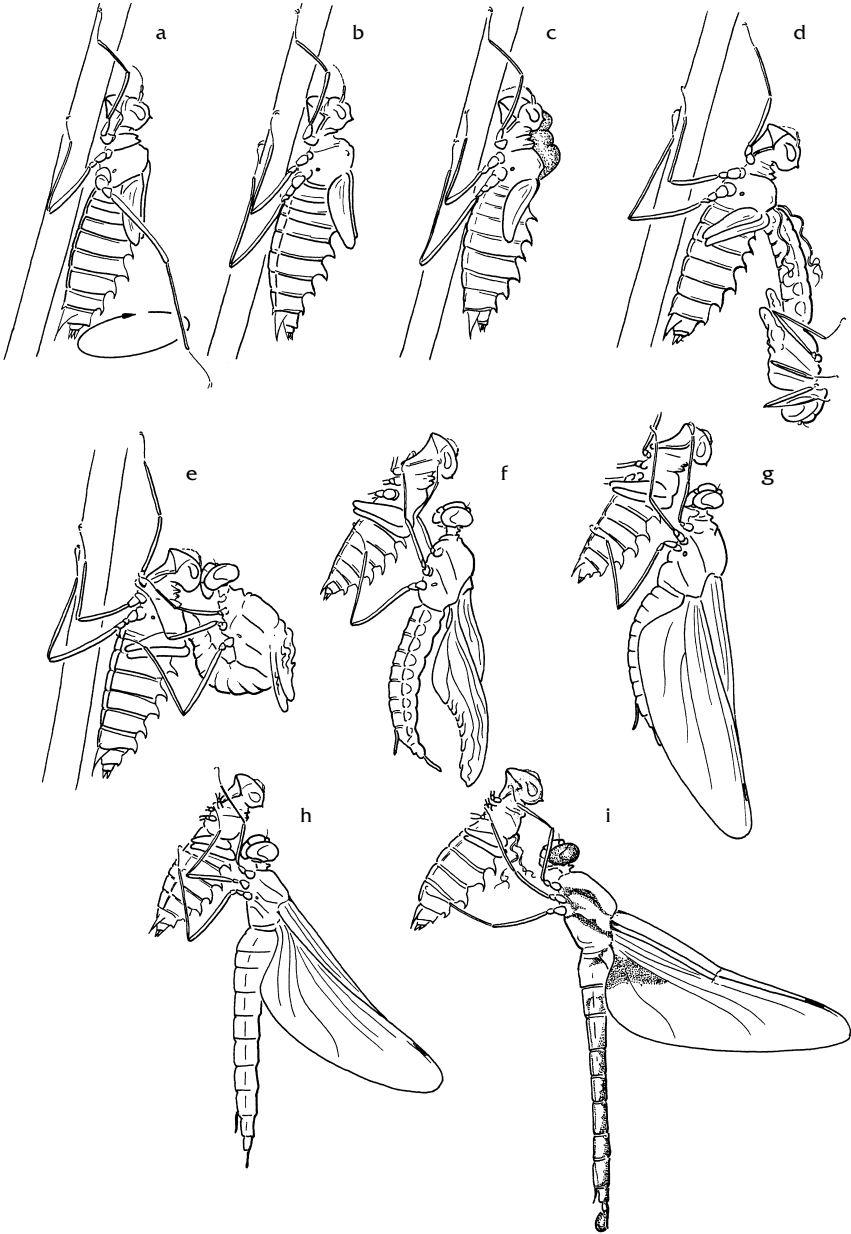


Abb. 1: Schlupfverlauf beim Zweifleck (vgl. Text).

09:10

Mit nahezu gestreckten Hinterbeinen vollführt die Larve einige weit nach lateral und dorsal ausholende Kreisbewegungen. Dabei kommen linkes und rechtes Bein alternierend zum Einsatz.

09:20

Die Larve kreist erneut mit den Hinterbeinen. Gleichzeitig bewegt sich das Abdomen mit geringer Amplitude mehrmals in dorsoventraler Richtung. Dazwischen sind schwache "Pumpbewegungen" des Hinterleibes erkennbar.

09:23

Wieder kreisen die Hinterbeine, darauf folgen weitere "Pumpbewegungen" mit dem Hinterleib.

09:39

Der Vorgang wiederholt sich.

10:06

Die Larve umklammert das Substrat mit allen Beinen von neuem und verankert sich innerhalb einer Minute definitiv. Der Körper schmiegt sich eng an die Unterlage, wobei die Femora von Mittel- und Hinterbeinen von nun an nach hinten und die der Vorderbeine nach vorn gerichtet sind. Es folgen einige abdominale "Pumpbewegungen".

10:09

Das "Pumpen" wird kräftiger und peristaltisch, dann folgt Ruhe.

10:22

Die Larve ist am Abdomen ventral und am Thorax dorsal stark aufgeschwollen, die Flügelscheiden stehen deutlich ab; der Körper scheint innen unter hohem Druck zu stehen. Am Abdomen, dessen Ende nun leicht nach dorsal gerichtet ist, sind "Pumpbewegungen" sichtbar.

Phase 2: Häutung bis zum Hängestadium und Ruhepause

10:24

Die Larvenkutikula ist im Bereich von Thorax und Kopf stark gespannt.

10:25

Auf der Dorsalseite des Pterothorax, vor der Basis

der Flügelscheiden, platzt die Kutikula. Dabei entsteht ein kleines dreieckiges Loch. Dieses entwickelt sich zu einem dreiaxsig-sternförmigen Riss, der sich rückwärts zu den beiden Flügelbasen und nach vorn entlang der Körperachse zum Kopf erweitert. Dann gabelt sich der vordere Spalt und die Risse ziehen symmetrisch zu beiden Augen. Aus der sich ständig erweiternden Öffnung quellen Kopf und Thorax hervor.

10:28

Kopf und Thorax sind aus der Kutikula befreit und stehen schief von der Exuvie ab.

10:29

Die Tarsen der Vorder-, Mittel- und Hinterbeine werden nacheinander langsam aus der Exuvie gezogen. Gleichzeitig häuten sich die beiden Tracheenpaare, die in die Meso- und Metastigmata münden. Ihre alten Auskleidungen sind als vier gespannte weiße Fäden erkennbar. Der vordere Körperteil ist nach rückwärts gebogen und hängt nach unten.

10:32

Die Imago ist bis auf die letzten Abdominalsegmente frei, bleibt mit diesen aber vorläufig in der Larvenhülle verankert. Hier und da sind schwache Bewegungen an Beinen, Labialpalpen und Antennen zu sehen. Nachdem das Hängestadium erreicht ist, folgt eine längere Ruhepause.

Phase 3: Ausstieg aus der Exuvie, Flügelentfaltung und Abdomenstreckung

10:52

Die Augen sind dunkler geworden; der ventrale Teil ist dunkelgrau, der dorsale braun. An der Flügelgröße hat sich nichts verändert. Zweimal geht eine zuckende Bewegung durch den Körper.

10:54

Innerhalb der nächsten vier Minuten folgen sieben weitere Zuckbewegungen.

10:58

Die Imago ergreift zuerst mit den Hinter-, dann auch mit den Mittel- und Vorderbeinen die Larven-

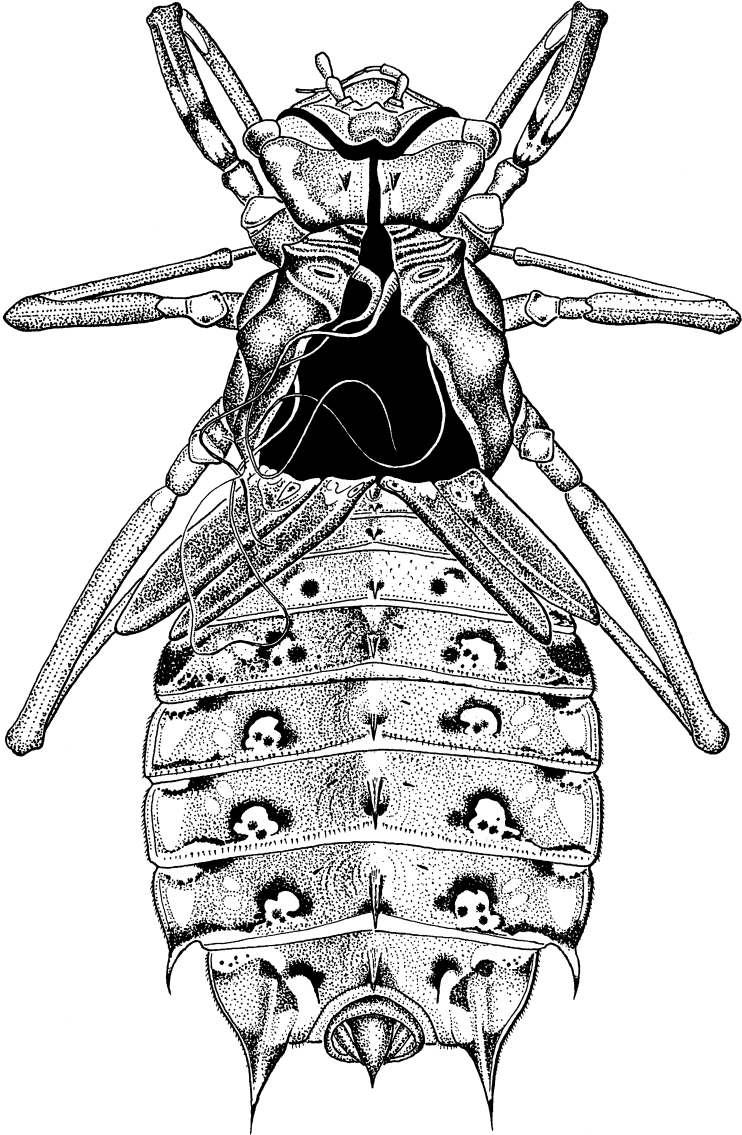


Abb. 2: Exuvie des Zweiflecks. In der Schlupföffnung auffällig ist die verdickte Tracheenbasis bei den Mesostigmata.

hülle, zieht das Abdomen aus der alten Kutikula und hängt nun völlig frei an der Exuvie; die Häutung ist abgeschlossen. Jetzt beginnen sich die 9 mm langen Flügel zu entfalten, indem die Adern mit Hämolymphe und Luft aufgepumpt werden.

11:05

Die Hinterflügel sind 22 mm lang geworden und überall noch stark zerknüllt.

11:09

Die Hinterflügel sind 35 mm lang, durch Flüssigkeit zwischen den beiden Membranen milchig trüb gefärbt und nur noch am Hinterrand gefaltet. Subgenitalplatte und Labialpalpen stehen vom Körper ab.

11:18

Die Hinterflügel haben eine Länge von 41 mm erreicht. Sie sind voll entfaltet, weitgehend getrocknet und allmählich durchscheinend geworden.

11:22

Der Hinterleib ist konkav gekrümmt und beginnt sich langsam zu strecken.

11:43

Nun hat das Abdomen die volle Länge erreicht, es ist geradlinig und zylindrisch. Die immer noch weiche Imago sucht mehrmals neuen Halt an der Exuvie.

12:10

Der Basisfleck an den Hinterflügeln ist deutlich sichtbar geworden.

12:15

Am After erscheint ein großer Flüssigkeitstropfen, der dann abfällt.

12:20

Die Libelle hängt leicht schief und mit beinahe gestreckten Beinen an der Exuvie.

12:25

Thorax und Abdomen haben eine ziemlich kräftige gelbbraune Färbung angenommen. Das Zeichnungsmuster ist deutlich geworden.

12:33

Es werden zwei weitere Tropfen Flüssigkeit abgegeben, das Abdomen erscheint von der Seite nochmals etwas schlanker.

Phase 4: Vorbereitung zum Jungfernflug

12:50

Die bisher zusammengefalteten Flügel öffnen sich plötzlich und werden waagrecht ausgebreitet. Sie glänzen und sind noch nicht voll ausgehärtet.

12:52

Ein weiterer Flüssigkeitstropfen wird abgegeben.

12:55

Die Libelle gibt zum letzten Mal Flüssigkeit ab.

13.06

Die Flügel beginnen zu vibrieren; die Flugmuskulatur wärmt sich auf.

13.08

Unvermittelt hebt die Libelle von der Unterlage ab und fliegt weg.

Was nach dem Schlupf zurück bleibt, ist die leere Larvenhülle – die Exuvie. An ihr lassen sich außer den artspezifischen Merkmalen auch Einzelheiten erkennen, die Rückschlüsse auf den Häutungsvorgang erlauben. Ein solches Detail ist zum Beispiel die Stellung der Flügelscheiden. Diese verlaufen bei der Larve parallel zur Körperlängsachse, bei der Exuvie hingegen stehen sie beinahe senkrecht dazu. Offenbar wurden sie beim Schlüpfen an ihrer Basis nach hinten gedrückt und dabei bis zu 90° abgedreht. Auf diese Weise entstand eine große Ausschlupföffnung, die bei der Exuvie teilweise erhalten ist. Sie beginnt an den Flügelscheidenbasen als breiter Riss und verzängt sich zum Prothorax hin zu einem schmalen Spalt. Dieser zieht über den Hinterkopf nach vorn, gabelt sich auf dem Scheitel in zwei Äste und endet vor den Augen, nahe beim Gelenk der Labialpalpen. Bei der Häutung von Kopf und Thorax klafften die Teile der larvalen Chitinkapsel auch im Kopfbereich weit auseinander, schlossen sich aber im noch feuchten Zustand aufgrund ihrer Elastizität wieder, nachdem sich der vordere Körperteil aus der Larvenhülle befreit hatte. Während der Ruhepause im Hängestadium konnte die Exuvie am Thorax trocknen, die Kutikula erstarrte und die Öffnung schloss sich hier später nicht mehr.

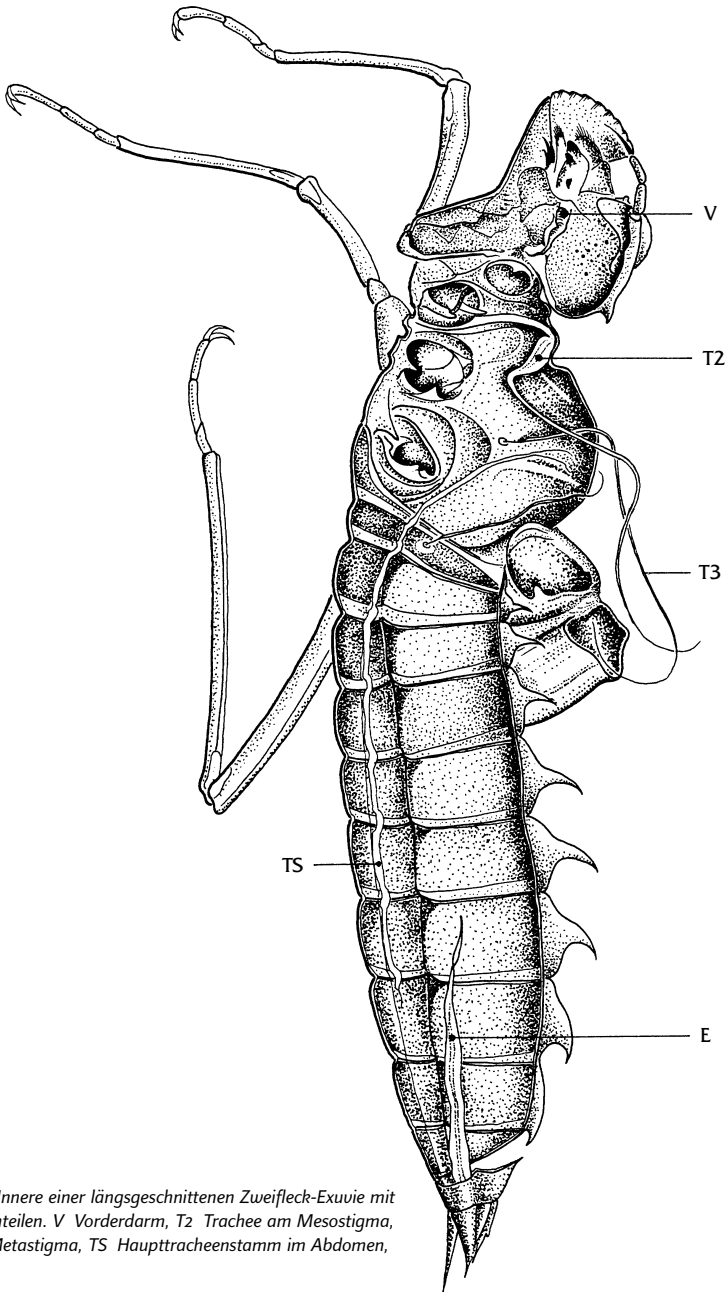


Abb. 3: Blick ins Innere einer längsgeschnittenen Zweifleck-Exuvie mit gehäuteten Innenteilen. V Vorderdarm, T₂ Trachee am Mesostigma, T₃ Trachee am Metastigma, TS Haupttracheenstamm im Abdomen, E Enddarm

Ein Blick ins Innere der längs aufgeschnittenen Exuvie zeigt bei Lupenvergrößerung, wo die Tracheen münden. Dabei fallen diejenigen der Mesostigmata besonders auf. Sie sind nahe der Mündung blasenförmig aufgetrieben, was darauf hinweist, dass sie bereits vor der Häutung die Aufnahme von atmosphärischem Sauerstoff ermöglichten. Im Gegensatz dazu erscheinen die Tracheen des dritten Thorakal- und des ersten Abdominalsegmentes im Mündungsbereich dünn und kollabiert; sie endeten im larvalen Zustand an noch verschlossenen Stigmen und blieben wie diese bis zur Emergenz funktionsuntüchtig. Dasselbe trifft für die großen Tracheenstämme zu, die das Abdomen längs durchziehen und in jedem Segment mit einem Stigmenpaar an den ventral liegenden Pleuren verbunden sind. Alle großen Tracheen werden beim Schlupf der Imago mitgehäutet. Ihre Reste bleiben im Innern der Exuvie als weiße Röhren zurück, deren dünner werdendes Ende an der Ausschlupföffnung sichtbar ist. Was ebenfalls gehäutet wird, ist der Enddarm. Seine alte, vertrocknete Kutikula hängt an der Analpyramide und ragt frei in das Innere des hohlen Abdomenendes.

Nach der beschriebenen Einzelbeobachtung brauchte das *Epithea bimaculata*-Weibchen für den Schlupf etwa fünf Stunden. Dabei vergingen vom Platzen der Larvenhaut bis zum Abflug knapp drei Stunden. Phase 1 dauerte am längsten. BILEK (1961) kam – ebenfalls im Labor – auf vergleichbare Zeiten. Im Freiland erhielt COPPA (1991) ähnliche Ergebnisse, nämlich 188 ± 23 min ($n = 26$) für die Phasen 2 bis 4 und etwa eine Stunde für Phase 1. Dabei ist der Beginn dieses Abschnittes im Freiland schwieriger erfassbar als im Labor. Bereits geringe Störungen führen dazu, dass die Larven den Platz wechseln, was Phase 1 wesentlich verlängern kann. Bei *E. bimaculata sibirica* und *E. marginata*, die beide in Japan vorkommen, ermittelte SONEHARA (1967) für die Phasen 2 – 4 Werte von zwei bzw. 1.7 Stunden. *Cordulia aenea amurensis*, die ostpaläarktische Unterart von *C. aenea*, benötigt für dieselben Phasen zwischen drei und fünf Stunden (UBUKATA 1973) und die westpaläarktische *C. a. aenea* ungefähr drei (ROBERT 1959, WILDERMUTH 1998), wobei unsicher ist, ob es sich um einen echten Unterschied zwischen den beiden Unterarten handelt. Bei *Somatochlora alpestris* dauert der ganze Vorgang einschließlich Phase 1 etwa dreieinhalb Stunden (KNAUS 2000), bei *S. meridionalis* viereinhalb (GRAND 1997). Damit läuft der Schlupf bei den Corduliiden etwa in der gleichen Zeit ab wie bei den Libelluliden (ROBERT 1959) und dauert entschieden länger als bei den Gomphiden (SUHLING & MÜLLER 1996).

In Phase 1 zeichnen sich die Corduliiden durch eine Besonderheit aus: das Beinkreisen. Es wurde zuerst bei *E. bimaculata* (BILEK 1961) beschrieben, später auch bei *Somatochlora meridionalis*, *Cordulia aenea* und *S. alpestris* (GRAND 1997, WILDERMUTH 1998, KNAUS 2000). Vermutlich prüfen die schlupfbereiten Larven – eigentlich sind es Imagines in der letzten Larvenhülle – mit ihren langen Hinterbeinen, ob genügend freier Raum für die Entfaltung von Flügeln und Abdomen vorhanden ist. Unterstützung erhält diese Vermutung durch ein einfaches Experiment: Stößt eines der Beine beim



E. bimaculata Weibchen bei der Abgabe eines Flüssigkeitstropfens (fw)

Kreisen auf ein festes Hindernis, beispielsweise auf einen in den Weg gehaltenen Bleistift, verlässt die Larve den Platz und sucht einen neuen (WILDERMUTH 2000). In einem Fall konnte ich den Vorgang bei *Cordulia aenea* auch in der Natur beobachten. Dabei kletterte die Larve an einem doppelt geknickten, U-förmigen Seggenblatt (*Carex acutiformis*) bis zur ersten Umbiegung hoch, begann mit der Kreisbewegung und berührte mit dem rechten Hinterbein ein Nachbarblatt. Gleich darauf kroch sie unter dem waagrecht verlaufenden Blattteil weiter, kam nach sieben Zentimetern zum Stillstand, prüfte den Raum nochmals, ohne dabei auf ein Hindernis zu stoßen und verharrete schließlich an dieser Stelle in horizontaler Lage. Hier fand dann – in Rückenlage – auch die Häutung statt.

Ob die Larve definitiv verankert ist, lässt sich an der Körperhaltung erkennen. Das Abdomen wird eng an die Unterlage geschmiegt. Die Femora der Vorderbeine sind nach vorn, die der Hinterbeine deutlich nach rückwärts gerichtet, die der Mittelbeine ebenfalls. Diese können aber auch seitlich abstehen. Die Position der Beine ändert sich später nicht mehr und ist auch noch bei der Exuvie erhalten. *Cordulia aenea* verhält sich in dieser Situation ähnlich (WILDERMUTH 1998).

Die Imaginalhäutung am Ende des mindestens zweijährigen Larvenlebens des Zweiflecks ist ein äußerst delikater Prozess, bei dem neben kompakten Körperteilen auch feingliedrige und teils im Innern liegende Organe wie Tarsen, Antennen und Tracheen intakt von der alten Kutikula gelöst und aus der Larvenhülle herausgezogen werden müssen. Ebenso schwierig ist die Entfaltung der Flügel. Manchmal geschieht es, dass der Schlupf misslingt. Entweder vermag sich die Imago nicht oder nur teilweise aus der Exuvie zu befreien oder die Flügel können sich nicht entfalten. Verwunderlich ist eigentlich nur, dass die Häutung so oft gelingt und so selten missglückt – verwunderlich, wenn man bedenkt, welche Präzision nötig ist, um jedes Bein bis zu den Tarsenspitzen unverletzt aus der Larven-

hülle zu ziehen. Auch ein Blick auf den Verlauf der Tracheen in der offenen Exuvie lässt erahnen, dass während des Schlupfes im Innern der Libelle Erstaunliches abläuft. Es lohnt sich, die nötige Geduld aufzubringen, um einmal in aller Ruhe das faszinierende Emergenzgeschehen zu verfolgen – es muss nicht gleich *Epitheca* sein...

LITERATUR

- BILEK, A. (1961): Die Zucht von *Epitheca bimaculata* Charp. aus dem Ei bis zur Imago mit biologischen und morphologischen Angaben (Odonata). – NachrBl. Bayer. Ent. 10: 124-130.
- COPPA, G. (1991): Note sur la durée de l'émergence d'*Epitheca bimaculata* (Charpentier) (Odonata: Corduliidae). – *Martinia* 7: 53-57.
- CORBET, P. S. (1962): *A Biology of Dragonflies*. – Witherby, London, 247 S.
- CORBET, P. S. (1999). *Dragonflies, Behaviour and Ecology of Odonata*. – Harley Books, Colchester, U.K. 829 S.
- GRAND, D. (1997): *Somatochlora meridionalis* Nielsen, 1935 (Odonata, Anisoptera). Analyse bibliographique et compléments biologiques. – *Martinia* 13: 67-86.
- KNAUS, P. (2000): Emergenzstudie an einer subalpinen Population von *Somatochlora alpestris* (Sélys) in den Zentralalpen (Anisoptera: Corduliidae). – *Libellula* 19: 117-142.
- MONNERAT, C. (in Vorb.): *Epitheca bimaculata* – Zweifleck). – In: WILDERMUTH, H. & A. MAIBACH (Red.): *Libellenatlas der Schweiz*. Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF/SZKF) und Schweizerische Entomologische Gesellschaft (SES/SEG), Neuchâtel.
- RAAB, R. & A. CHOVANEK (in Vorb.): *Verbreitungsatlas der Libellen Österreichs*.
- ROBERT, P.-A. (1959): *Die Libellen* (Odonata). – Kümmerly & Frey, Bern, 404 S.
- SONEHARA, I. (1967): On the life history of the dragonflies of the genus *Epitheca* with special reference to *E. bimaculata sibirica* Sélys in Mt.

Yatsugatake. – Tombo 10: 2-24.

SUHLING, F. & O. MÜLLER (1996): Die Flussjungfern Europas. – Die Neue Brehm Bücherei 628.

Westarp Wissenschaften, Magdeburg. 237 S.

TROCKUR, B. & K. STERNBERG (2000): *Epithea bimaculata* (Charpentier, 1825) – Zweifleck. – In: STERNBERG, K. & R. BUCHWALD (Hrsg.): Die Libellen Baden-Württembergs Bd. 2: 218–231. Ulmer, Stuttgart.

UBUKATA, H. (1973): Life history and behaviour of a corduliid dragonfly *Cordulia aenea amurensis* Selys. I. Emergence and pre-reproductive periods. – J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI, Zool. 19: 251-269.

WILDERMUTH, H. (1998): Ethologische und ökologische Beobachtungen an Larven von *Cordulia aenea* (Linnaeus) (Anisoptera: Corduliidae). – Libellula 17: 1 – 24.

WILDERMUTH, H. (2000): Emerging larvae of the Downy Emerald *Cordulia aenea* (L.) examine the space for eclosion with their hind-legs. – J. Br. Dragonfly Society 16: 59-62.

WOLF, T. (1998): Zweifleck. In: KUHN, K. & K. BURBACH (Hrsg.): Libellen in Bayern. – Ulmer, Stuttgart. 333 S.

***Cordulegaster bidentata* (Gestreifte Quelljungfer) im südlichen Feldberg-Gebiet (Schwarzwald): höchstgelegenes Vorkommen in Deutschland außerhalb der Alpen**

von Rainer Buchwald

INU, Hochschule Vechta
Driverstraße 22, 49377 Vechta

Einleitung

Cordulegaster bidentata ist in den meisten Mittelgebirgen Deutschlands verbreitet. Sie besiedelt in erster Linie Quellfluren und –bäche der Laub-(misch)wälder, selten auch kalkreiche Hangquellmoore und –sümpfe (BUCHWALD 1988, STERNBERG et al. 2000). Außerhalb der Alpen sind Vorkommen in der kollinen und montanen Stufe bekannt; so wurden im Schwarzwald Populationen in einer Höhe zwischen 200 und 980 m üNN nachgewiesen mit einem Schwerpunkt bei 350-450 m üNN. Im



C. bidentata Männchen (rb)

Vergleich dazu liegt die bekannte Höchstgrenze in den bayerischen Alpen bei 1.470 m (STÜMPEL et al. 1998), in den schweizerischen Alpen gar bei 1.880 m (MAIBACH & MEIER 1987). Einzelfunde der 1990er Jahre im Feldberggebiet weisen darauf hin, dass es im Schwarzwald möglicherweise auch oberhalb 1.000 m eine dauerhafte Population geben könnte. So fand G. Kersting (mdl. Mitt.) im Juli 1991 eine