

*Lauterbornia* 47: 41-58, D-86424 Dinkelscherben, 2003-04-20

## Eistrukturen bei deutschen Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera) - ein Überblick

Egg-structures of German mayflies (Insecta: Ephemeroptera) - an overview

Arne Haybach

Mit 22 Abbildungen

Schlagwörter: Ephemeroptera, Insecta, Deutschland, Ei, Eistruktur, Taxonomie, Ootaxonomie  
Keywords: Ephemeroptera, Insecta, Germany, egg structure, taxonomy, ootaxonomy

Es wird eine Übersicht über charakteristische Eistrukturen der in Deutschland heimischen Ephemeroptera anhand typischer Familienvertreter gegeben. Angaben zur Bestimmungssicherheit und zu weiterführender Literatur sollen ein Selbststudium ermöglichen. Die Eier von *Ametropus fragilis* Albarda und *Isonychia ignota* (Walker) werden erstmals lichtmikroskopisch dargestellt. Das Ei von *Ecdyonurus dispar* (Curtis) wird ebenfalls dargestellt. Es zeigt innerhalb der Gattung eine einzigartige Oberflächenstruktur, die die Bestimmung dieser weit verbreiteten Art wesentlich erleichtert.

An overview on characteristic structures of the egg surfaces of the German mayfly species is presented. Notes on safety of determination and on further useful literature should encourage readers to start own ootaxonomic investigations. Photographs by light microscopy from eggs of *Ametropus fragilis* Albarda and *Isonychia ignota* (Walker) are presented for the first time. Eggs of *Ecdyonurus dispar* (Curtis) are also figured. Their unique structure should be very helpful in validation of determinations throughout the range of this widespread species.

### 1 Einleitung

Sich zu gleichen, wie ein Ei dem anderen ist im Deutschen sprichwörtlich geworden. Möglicherweise ist dieser Redewendung, die sich natürlich auf das Hühnerei bezieht, zu verdanken, dass das Eistadium sich in der deutschen Bestimmungspraxis nur einer geringen Beliebtheit erfreut. Die folgende Übersicht soll einerseits die besondere Mannigfaltigkeit der Formen von Insekteneiern am Beispiel der Ephemeroptera demonstrieren, andererseits aber auch einen Überblick über die Eier der aus Deutschland bekannten Familien unter besonderer Berücksichtigung von taxonomischen Aspekten und der zur Verfügung stehenden Literatur bringen. Ziel ist es, Interesse für eigene Untersuchungen zu wecken.

Aufgrund des sprichwörtlich kurzen Imaginallebens der Eintagsfliegen, das häufig nur wenige Minuten, selten mehrere Tage umfaßt, sind die Eier der

Ephemeroptera bereits im letzten Larvenstadium weitgehend ausgereift und zeigen somit die selben Oberflächenstrukturen, wie die der Subimagines und der Imagines. Nur in seltenen Fällen sind von den Bearbeitern gravierendere Unterschiede zwischen den Stadien erkannt worden. Ansonsten eignet sich die Bestimmung über die Eier hervorragend für die ansonsten unbestimmbaren Subimagines, wie sie in selbsttötenden Emergenzfallen häufig zu Hunderten anfallen. Auch ergeben sich neue, weitergehende Möglichkeiten zur Differenzierung eng verwandter Arten, deren Larven sich praktisch nicht und deren Männchen sich nur mit Mühe unterscheiden lassen, wie dies besonders in der Familie Heptageniidae häufiger der Fall ist. Auch zur Klärung systematischer Verhältnisse eignet sich das Ei durchaus, und so ist in der Summe verständlich, warum sich weltweit selbst die größten Experten, von denen ich hier nur Koss und Edmunds (USA), Bengtsson (Schweden), Degrange (Frankreich), Studemann (Schweiz), Bauernfeind und Humpesch (Österreich), Elliott (England), Gaino (Italien), Malzacher und Müller-Liebenau (Deutschland) nennen möchte, stets auch mit dem Eistadium intensiv beschäftigt haben.

## 2 Material und Methodik

Die Eier werden aus dem Abdomen der Weibchen, weiblichen Subimagines oder weiblichen schlupffreien Larven entnommen und können direkt in Alkohol oder Wasser mikroskopiert werden. Auch Dauerpräparate sind möglich. Eine Phasenkontrasteinrichtung ist sehr hilfreich aber nicht unbedingt erforderlich. Mikroskopiert wird bei Vergrößerungen zwischen 200 x und etwa 630 x, nur selten ist zum Erkennen von feinsten Strukturen des Chorions auch eine stärkere Vergrößerung notwendig.

Es können drei Hauptmerkmale unterschieden werden: Größe und Form der Eier, Art- und Anzahl von Anheftungsstrukturen und Art und Ausprägung von Oberflächenstrukturen.

Die Abmessungen der Eier der meisten Arten liegen bei 150-200  $\mu\text{m}$  x 90-150  $\mu\text{m}$ , die der größeren Arten können auch das doppelte Volumen aufweisen. Die Anzahl der Eier schwankt zwischen etwa 200 bei *Prosopistoma pennigerum* und über 8000 z.B. bei *Ecdyonurus torrentis*. Nicht selten gibt es auch innerhalb einer Art Schwankungen um das 3-5-fache, da die Anzahl der Eier unter anderem auch von der Größe der Weibchen abhängt und diese vom Frühjahr zum Herbst bei langfliegenden Arten stetig abnimmt. Über die Anzahl und Größe der Eier von etwa 50 mitteleuropäischen Arten vgl. Degrange (1960). Eine weitergehende Übersicht mit Angaben zur Eiablage, Eibiologie und ausführlicher Bibliographie geben Elliott & Humpesch (1980).

Die Form der Eier kann sehr unterschiedlich sein. Grundsätzlich herrschen rundovale Formen vor, z.B. bei den Baetidae, Heptageniidae, Ephemeridae und

anderen, es treten aber auch diskus- oder rautenförmige (Palingeniidae, Ameletidae, Isonychiidae, Oligoneuriidae) und annähernd spindelförmige (viele Lep-tophlebiidae) Formen auf.

Koss & Edmunds (1974) haben sehr detailliert und ausführlich die verschiedenen Typen von Anheftungsorganen und Chorionstrukturen beschrieben. Ich verzichte hier auf eine grundlegende Darstellung und verweise auf die unten folgenden Beschreibungen zu den einzelnen Familien.

Die nur geringe Anzahl verfügbarer Merkmale eines Eies, häufig noch sekundär reduziert, hat zur Folge, dass es nicht für alle Familien eine eindeutige Merkmalskombination gibt. Auf einen Familienschlüssel wird deshalb verzichtet. Versuche eines solchen finden sich bei Degrange (1960) und Koss & Edmunds (1974). Da die Eier aber nicht im Gelände gesammelt, sondern den Nymphen, Subimagines oder Weibchen entnommen werden, kann hier auch darauf verzichtet werden; die entsprechenden Familien und Gattungen genannter Stadien lassen sich z.B. mit Bauernfeind & Humpesch (2001) bestimmen. Nomenklatur sowie Angaben zur Arten- und Gattungszahl in den einzelnen Familien folgen Haybach & Malzacher (2002).

### 3 Vorstellung der Familien mit typischen Vertretern

#### Siphonuridae Ulmer, 1920

Die einzige mitteleuropäische Gattung mit 5 Vertretern, *Siphonurus* Eaton, besitzt etwa 190 x 130 µm große ovale Eier, die eine leicht erhabene netzartige Struktur zeigen (Abb. 17). Die Eier der einzelnen Arten sind nach Studemann & Tomka (1991) einander sehr ähnlich und lassen sich lichtmikroskopisch wahrscheinlich nicht trennen. Auf der Oberfläche sind einzelne große Punkte erkennbar, die nach Degrange (1960) bei Wasserkontakt aufquellen und pinselartige faserige Anheftungsstrukturen darstellen. Nach Smith (1935) legen nordamerikanische *Siphonurus*-Arten ihre Eier auch in eine gallertartige Masse zu einem zusammenhängenden Gelege (Abb. 19).

#### Ameletidae McCafferty, 1991

In Deutschland 2 Gattungen, *Ameletus* Eaton und *Metreletus* Demoulin mit je einer Art. Die Eier sind in Seitenansicht annähernd rautenförmig mit mehr oder weniger flachen Ober- und Unterseiten. Daher ist lichtmikroskopisch ein großer Bereich des Eies scharf sichtbar (Abb. 4). Eioberflächen mit typischem stark erhabenen Netzmuster. An den Verbindungsstellen des Netzes finden sich häufig runde Löcher (Abb. 5), die ich als Aeropylen deute, d.h. sie dienen wahrscheinlich dem Gasaustausch. Das Ei von *Ameletus inopinatus* ist bereits von Bengtsson (1913) (sub. *A. alpinus*), das von *Metreletus balcanicus* von De-

moulin (1952) (sub. *M. hessei*) lichtmikroskopisch untersucht und dargestellt worden. Die Zeichnungen Demoulin's stellen darüber hinaus auch nach künstlerisch-ästhetischen Gesichtspunkten einen besonderen Genuß dar. Das Ei von *Metreletus* ist nach den genannten Autoren mit  $370 \times 230 \mu\text{m}$  deutlich größer als das von *Ameletus* ( $230 \times 150 \mu\text{m}$ ). Eine vergleichende Darstellung beider Arten in SEM-Darstellung geben Studemann & Tomka (1991).

### Ametropodidae Bengtsson, 1913

In Europa nur *Ametropus fragilis* Albarda. Das annähernd runde, ohne Polkappe etwa  $234 \times 221 \mu\text{m}$  große, gelbliche Ei besitzt eine feste zylinderförmige rot-orange Polkappe = Eianker, die sich in Form und Farbe sehr deutlich vom Ei abhebt (Abb. 22). In dieser Polkappe sind eng zusammengelegt lange Faserbündel, die bei Kontakt mit Wasser (oder bei Druck) den Deckel des Zylinders als runde Scheibe absprengen und sich entfalten. Dies ist meines Wissens die erste lichtoptische Darstellung des Eies von *A. fragilis*. Jedoch wurde auf der letzten internationalen Ephemeroptera-Tagung in Perugia, 2001, ein Poster der polnischen Kolleginnen Klonowska-Olejnik und Jazdzewska mit einer elektronenmikroskopischen Studie an *Ametropus* und weiteren seltenen Tieflandarten vorgestellt. Koss & Edmunds (1974) zeigen eine lichtmikroskopische Aufnahme von *A. albrighti*, welche makrooptisch die gleichen Strukturen wie unsere Art aufweist.

### Baetidae Leach, 1815

Die Familie Baetidae ist in Deutschland mit 2 Unterfamilien vertreten. Innerhalb der Baetinae finden sich *Baetis* und Verwandte – also auch die Gattungen bzw. Untergattungen *Acentrella*, *Nigrobaetis* und *Labiobaetis*. In der Unterfamilie Cloeoninae findet sich die Cloeon-Verwandtschaft, also auch *Proclaeon*, *Simileclaeon*, *Raptobaetopus* und *Centropitulum*. Mit der Ootaxonomie dieser Familie habe ich mich nur wenig befaßt. Kopelcke & Müller-Liebenau (1981a,b, 1982) lieferten jedoch eine zusammenfassende elektronenmikroskopische Untersuchung der Baetinae. Als Fazit dieser Studie kann man sagen, dass zwar nicht alle Arten der Unterfamilie nach Eiern sicher bestimmbar sind, so dass eine Bestimmung der Weibchen nach Eiern nach wie vor nicht möglich ist, dass jedoch auch bei *Baetis* s. l. einige Arten charakteristische Merkmale zeigen, die oft sogar bei eng verwandten Arten differieren. Daher kann z.B. bei Auswertungen von Material aus Gebieten mit eingeschränktem Artenpool eine Untersuchung der Eier auch taxonomisch lohnend sein.

Die rundovalen Eier der Cloeoninae zeigen nach Degrange (1960) und Keffermüller & Sowa (1975) einige sehr charakteristische Strukturen, häufig mehrere äquatorial angeordnete Reihen aus Papillen (Abb. 18). Obwohl letztere

nannte Autoren bereits allein aufgrund geringer Unterschiede bezüglich der Struktur des Eichorion ein eigenes Taxon (*P. parapulchrum*) gründeten, ist die Variationsbreite verschiedener Merkmale doch erheblich größer, als allgemein angenommen (teste Kluge & Novikova 1992) und somit bieten gerade *Procloeon*, *Similecloeon* und *Centroptilum* noch genügend Spiel für eigene Untersuchungen. Zu beachten ist hierbei, dass das Exochorion dieser Taxa nur hauchdünn und lichtmikroskopisch häufig nur bei beschädigten Eiern mit partiell ausgelaufenem Dotter gut sichtbar ist. *Cloeon* s. str. selbst stellt bekanntlich die einzige ovovivipare Gattung in Europa. Die Eioberfläche gibt entsprechend taxonomisch nichts her, trotzdem sind Eier älterer Weibchen mit bereits gut entwickelten Embryonen ein sehr lohnendes Studienobjekt.

### Oligoneuriidae Ulmer, 1914

In Deutschland bislang nur *Oligoneuriella rhenana* (Imhoff). Eier (Abb. 7) in Alkohol flach, scheibenförmig. Das Exochorion ist von einer mukösen Schicht überlagert, die zahlreiche runde Löcher aufweist, welche besonders an den seitlich überragenden Stellen gut sichtbar sind. Nach Degrange (1960) werden nach Wasserkontakt überall auf der Oberfläche kurze pinselförmige Anheftungsstrukturen sichtbar.

### Isonychiidae Burks, 1953

In Europa nur *Isonychia ignota* (Walker). Eier im Durchschnitt um 212 x 204 µm, annähernd kreisrund (Abb. 6a) und diskusförmig (Abb. 6b) mit zahlreichen kurzen Anheftungsfäden. Recht ähnlich ist das Ei von *Oligoneuriella*. Bei *Isonychia* fehlt jedoch die muköse Schicht. Mir ist keine lichtoptische Darstellung von *Isonychia ignota* bekannt, die Abbildungen nordamerikanischer Arten in Smith (1935) sind jedoch makrooptisch identisch, so dass die dargestellte Struktur für die Gattung typisch sein dürfte. Eine elektronenmikroskopische Darstellung geben Klonowska-Oljenik & Jazdzewska (in press).

### Heptageniidae Needham, 1901

In Deutschland 6 Gattungen mit derzeit 44 Arten. Die Eier der Heptageniidae sind stets rundoval, hühnereiförmig. Sie besitzen niemals eine Polkappe. Den allgemeinen Bau zeigt Degrange (1960) am Beispiel von *Heptagenia sulphurea* (Abb. 8). Die Oberfläche ist meist feinwarzig, selten auch lichtoptisch glatt. Im äquatorialen Bereich finden sich je nach Art und Gattung zwischen 1-5 Mikropylen (Abb. 3). Als Anheftungsorgane dienen stets KCTs (Abb. 2, engl. von knob terminated coiled threads, etwa knopfförmig endende spiralförmige Fäden), die in den meisten Fällen deutlich auf einen der beiden Pole konzentriert sind.

Gewöhnlich treten sie auch an anderen Stellen des Eis auf, sind dann aber weniger zahlreich und häufig kleiner.

Die Eier der beiden heimischen Arten der Gattung *Epeorus* Eaton besitzen als eine der Ausnahmen keine KCTs und haben auch keine auffälligen Chorionstrukturen. Sie sind  $\pm$  glatt bis sehr feinwarzig. Die Weibchen beider Arten (*E. assimilis* und *E. alpicola*) lassen sich einfach über Färbungsmerkmale trennen, weshalb den Eiern taxonomisch kaum Bedeutung zukommt.

Die Eier der deutschen Arten der Gattung *Rhithrogena* Eaton sind leider noch nicht monographisch beschrieben. Grundsätzlich sind die Eier jedoch taxonomisch außerordentlich wertvoll, zumal sich zahlreiche Arten larval kaum trennen lassen und zudem auch die Männchen, z.B. innerhalb der *R. ferruginea*-Verwandtschaft, kaum sicher trennbar sind. Wie in kaum einer anderen Gattung eignet sich das Ei hier zur Bestimmung von schlupffreien Larven, die selber häufig nur bis zu einer Artengruppe bestimmbar sind. Auch ist im deutschen Mittelgebirge, wo nur ein reduzierter Artenpool existiert, das Ei hervorrage nd zur schnellen und sicheren Determination geeignet.

Die Eier der Arten der *diaphana*-Verwandtschaft – *R. beskidensis* und *R. savoiensis* - unterscheiden sich durch eine leistenartige Anordnung der sog. Makrogranulae (großer Warzen) deutlich von allen anderen Taxa (Alba-Tercedor & Sowa 1987).

Haybach (1998, 2003) trennt die Arten der *semicolorata*-Verwandtschaft, namentlich *R. semicolorata*, *R. germanica*, *R. picteti*, *R. puytoraci*, *R. iridina*, *R. taurisca* und *R. carpatoalpina*. Die Exochorionstrukturen erweisen sich innerhalb dieser Untergruppe als zuverlässiges und schnelles Bestimmungsmerkmal und so ist verständlich, dass Bauernfeind (1992) für *R. taurisca* eine weibliche Nymphe (mit Eiern) als Typus der Art erklärt, um Verwechslungen im Stadium der Larve oder Männchen mit anderen diesbezüglich sehr ähnlichen Arten zu vermeiden. Die umfangreichste elektronenmikroskopische Bearbeitung mit 8 Arten, darunter *R. carpatoalpina*, *R. circumtetrica*, *R. loyolaeae*, *R. podbalensis*, *R. puytoraci*, *R. semicolorata* stammt von Klonowska-Olejnik (1997). Eine zusammenfassende Arbeit über die Arten der *alpestris*-Verwandtschaft, darunter *R. alpestris*, *R. landai* und *R. allobrogica* findet sich bei Gaino & al. (1989).

Am schwierigsten erscheinen mir die Verhältnisse bei den Arten der *bercyntia*- und *hybrida*-Verwandtschaft, zu denen zwar Beschreibungen der Eier häufig existieren, eine zusammenfassende Arbeit, mit Nennung von Differentialmerkmalen jedoch fehlt.

Die Gattungen *Heptagenia* Walsh und *Kageronia* Matsumura sind bislang ootaxonomisch nur stiefmütterlich behandelt worden. Grund mag die leichte Bestimmbarkeit der Weibchen und die geringe Anzahl von insgesamt nur 5 Arten sein. Nach Bauernfeind & Humpesch, 2001 sind die Unterschiede der

Eichorionstrukturen nur gering. Trotzdem lassen sich möglicherweise Merkmale finden und eine Bearbeitung dieser kleinen Gattungen sollte sich durchaus lohnen. Degrange (1960) bildet *H. sulphurea* ab (vgl. Abb. 8) und beschreibt *H. coeruleans* ohne Abbildung unter Nennung von Unterschieden in der Position und Größe der KCTs an den Polen.

Die Gattung *Electrogena* Zurwerra & Tomka erfreut sich hingegen unter Ootaxonomen einiger Beliebtheit. Grund ist wohl die Einförmigkeit der männlichen Genitalstrukturen, die im deutlichen Kontrast zur Vielgestaltigkeit der Eier und auch der Larven steht. Alle drei in Deutschland vorkommenden Arten wurden lichtmikroskopisch dargestellt bei Haybach (1998). Elektronenmikroskopische Bearbeitungen der Arten lieferten Gaino & al. 1987 (*E. lateralis*), Landolt & al. (1991) *E. ujhelyii* (sub. *E. rivuscellana*) und Belfiore et al. (1999) (*E. affinis*). Es sei an dieser Stelle noch einmal auf die gravierenden Unterschiede der Eistrukturen von *E. lateralis* aus Italien und Deutschland verwiesen, die eine subspezifische Unterscheidung sicher begründen können. Eine solche Bearbeitung ist in Vorbereitung.

Die Gattung *Ecdyonurus* Eaton ist in Deutschland derzeit mit 14 Arten vertreten, deren ootaxonomische Bearbeitung praktisch noch gänzlich aussteht. Bauernfeind & Humpesch (2001) bemerken zwar kategorisch "Das Eichorion zeigt keine diagnostisch verwertbaren Strukturen". Es gibt jedoch Ausnahmen. Degrange (1960) bildete zwar nur das Ei von *E. helveticus* ab, welches grundsätzlich der hier gezeigten *H. sulphurea* (Abb. 8) ähnelt, es sind jedoch an beiden Polen KCTs vorhanden. Er beschrieb jedoch auch die Eier von *E. insignis* und *E. dispar* (sub. *E. fluminum*). Die letztere Art zeigt eine einzigartige dichte Verteilung von großen KCT über das gesamte Ei (Abb. 9). Degrange beschreibt die Eier wie folgt: "Les organes adhésifs, tous de même dimensions sont répartis régulièrement sur toute la surface du chorion et distants de 3 à 5  $\mu$  les uns de autres". Ich fand derartige Eier neben deutschem Material auch in Nymphen aus der Westtürkei, so dass von einer hohen Konstanz dieses Merkmals über das gesamte Verbreitungsgebiet auszugehen ist.

### Arthropleidae Balthasar, 1937

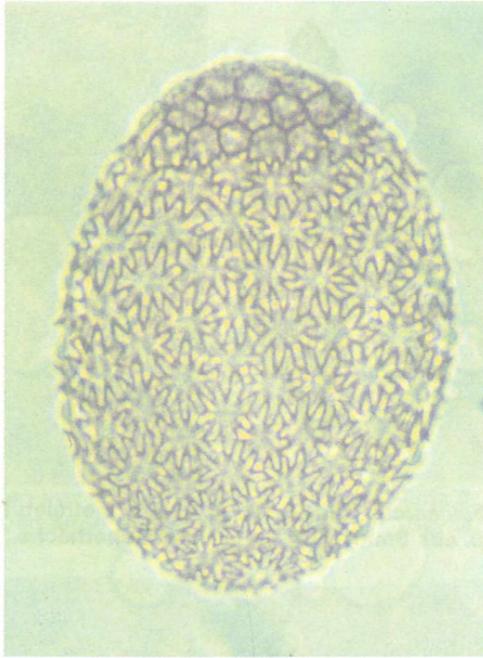
Die Arthropleidae sind eine monotypische Familie, die einem basalen Stamm der Heptageniidae nahe steht. In Europa nur *Arthroplea congener* Bengtsson. Das Exochorion der hühnereiförmigen Eier hat eine warzige Grundstruktur, äquatorial befinden sich 3-4 schlaufenförmige Mikropysten. Über die Eioberfläche verteilt, hauptsächlich jedoch polar befinden sich in Ruhe spiralig aufgewundene Fäden, die, anders als bei den Heptageniidae, nicht immer eine knopfförmige Endstruktur besitzen (Abb. 10). Eine erste Beschreibung aufgrund lichtmikroskopischer Untersuchungen lieferte bereits Bengtsson (1913),

Studemann & al. (1987) setzten dem eine sehr detaillierte monographische Bearbeitung aller Stadien hinzu.

### Leptophlebiidae Banks, 1900

Die Leptophlebiidae sind in Deutschland mit 3 Unterfamilien vertreten, deren 11 Arten sich auf 6 Gattungen verteilen. Die Eier sind häufig sehr schlank oval, fast spindelförmig, haben niemals eine Polkappe und zeigen durchweg ausgeprägte, artspezifische Muster der Chorionstruktur. Wenn auch die subjektiv empfundene Schönheit kein Kriterium ist, so bereiten doch die Eistrukturen der Gattungen *Thraululus* Eaton und *Choroterpes* Eaton (Abb. 1) auch ästhetischen Genuß. Die Oberfläche setzt sich aus einer Vielzahl sternförmiger, erhabener Teile zusammen. Zentral ist jeweils eine runde Struktur vorhanden (cf. Abb. 1, vor allem am linken Seitenrand sichtbar), wobei es sich möglicherweise auch um Aeropylen handelt. Der obere Pol ist deutlich anders gestaltet, als das übrige Ei. Dies ist ein guter Hinweis auf eine Sollbruchstelle für den Austritt des Embryo, der bei den Ephemeroptera selten so deutlich ausgeprägt ist. *Habroleptoides confusa*, *Habrophlebia lauta* und *H. fusca* zeigen längliche rippenhafte Strukturen (Abb. 20), wobei die Art und Größe der Rippen selbst, und der kleinen, nur angedeuteten Querverbindungen zwischen ihnen die Arten trennt. *H. auberti* zeigt hingegen eine netzartige Oberfläche. Auch die *Leptophlebia*-Arten lassen sich sicher und eindeutig unterscheiden. Ob dies bei *Paraleptophlebia* der Fall ist, mag ich aufgrund mir fehlender Beschreibungen von *P. werneri* und *P. cincta* nicht entscheiden. Eine sehr schöne Beschreibung und Abbildung der Eier aller Arten außer den zuletzt genannten und *H. fusca* zeigt Degrange (1960), dem auch die Abb. 20a entnommen ist. *Habrophlebia fusca* ist in der Folge erst kürzlich von Thomas & al. 1999 nach britischem Material (Terra typica!) beschrieben worden, nachdem sich gezeigt hatte, dass sich *H. fusca* in der exzellenten elektronenmikroskopischen Bearbeitung von Gaino & Mazzini (1984) auf ein mediterranes Taxon, nämlich *H. eldae* bezogen hatte. Nichtsdestotrotz werden in dieser Arbeit neben anderen auch die Eier von *H. lauta*, *H. confusa* (sub *modesta*) und *H. auberti* dargestellt und beschrieben.

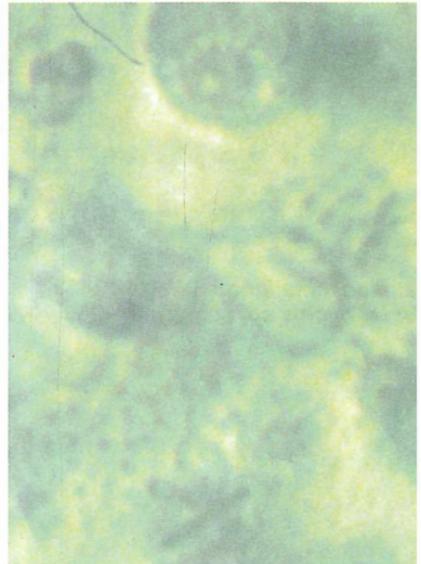
Die Eier der folgenden 4 Familien, die alle zu den grabenden Eintagsfliegen gehören und die in der Überfamilie Ephemeroidea zusammengefaßt werden, erscheinen mir insofern bemerkenswert, als dass sie untereinander keinerlei Ähnlichkeit aufweisen und z.T. einzigartige Form oder bizarre Anheftungsstrukturen besitzen.



**Abb. 1: *Choroterpes picteti* Eaton, 1881**



**Abb. 2: Anheftungsstruktur KCT**



**Abb. 3: Eintrittsstelle des Spermiums (Mikropyle)**

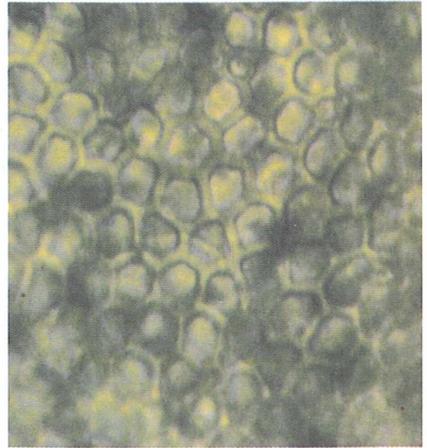
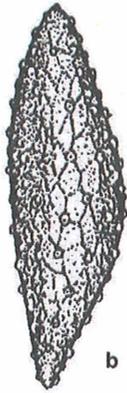
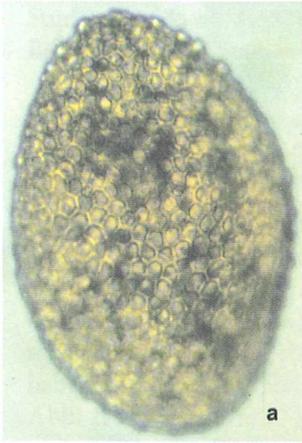


Abb. 4a: *Metreletus balcanicus* (Ulmer, 1920)  
Abb. 4b: *Ameletus* sp. aus Smith 1935

Abb. 5: *Metreletus balcanicus*. Detail der Eioberfläche., vergrößert

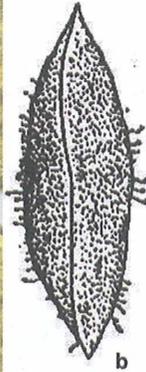
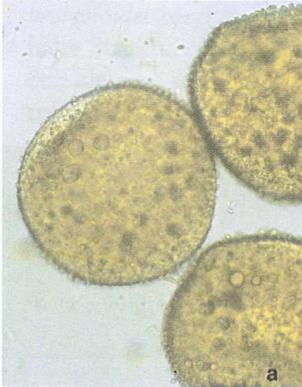


Abb. 6a: *Isonychia ignota* (Walzer, 1853)  
Abb. 6b: *Isonychia* sp. aus Smith 1935

Abb. 7: *Oligoneuriella rhenana* (Imhoff, 1852)

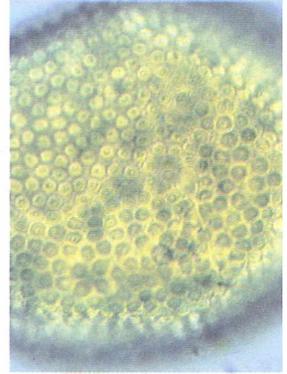
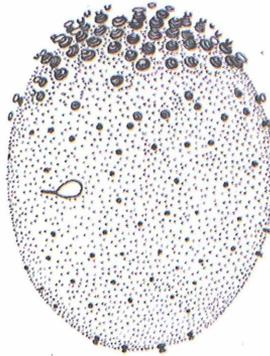


Abb. 8: *Heptagenia sulphurea* (Müller, 1776)  
rechts: Übersicht aus Degrange 1960

Abb. 9: *Ecdyonurus dispar*  
(Curtis, 18834)

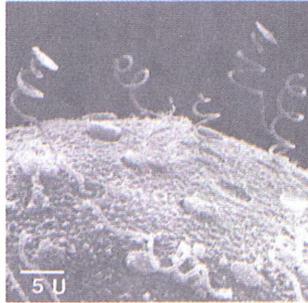
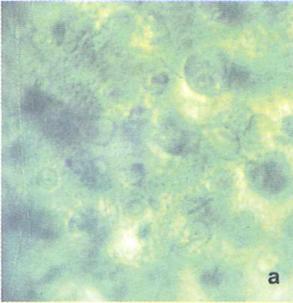


Abb. 10: *Arthroplea congener* Begtsson, 1908. a = Mikropyle und feinwarzige Oberfläche, vergrößert; b = SEM Detail der Eioberfläche: Spiralen ohne Endknopf aus Studemann & al. 1987.

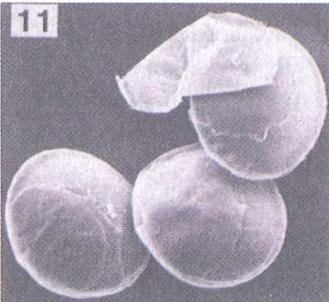


Abb. 11: *Palingenia longicauda*  
(Olivier, 1791) aus Landolt & al. 1995

Abb. 12: *Ephoron virgo* (Olivier, 1791)  
a = Übersicht; b = Detail der Polkappe

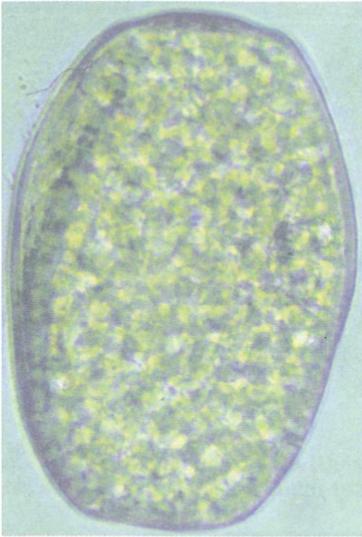


Abb. 13: *Ephemera danica*  
Müller, 1764



Abb. 14: *Potamanthus luteus*  
(Linnaeus, 1767)



Abb. 15: *Ephememerella mucronata*  
(Bengtsson, 1909)

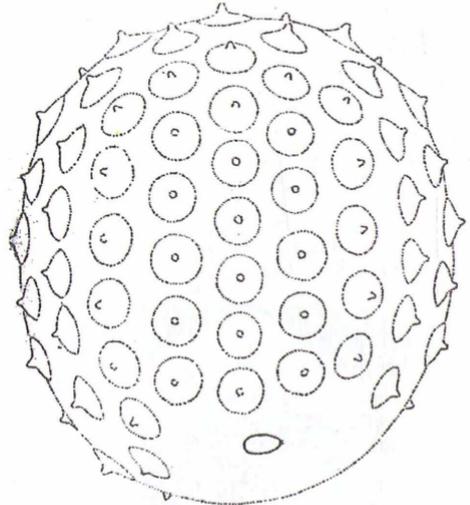


Abb. 16: *Prosopistoma pennigerum*  
(Müller, 1785) aus Degrange 1960

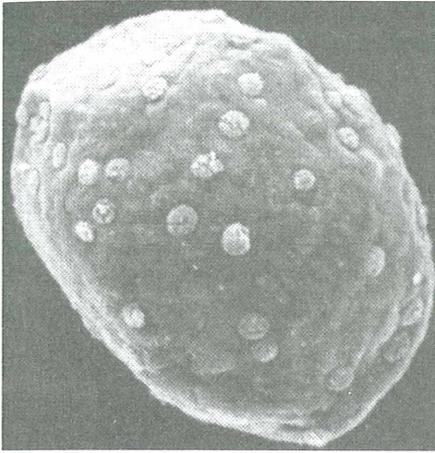


Abb. 17: *Siphonurus armatus* Eaton, 1870  
aus Studemann & Tomka 1991

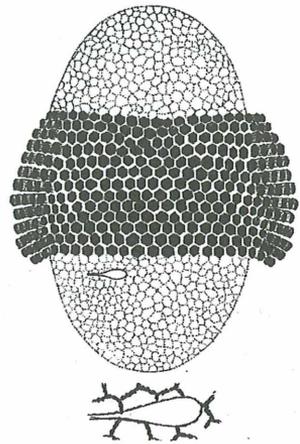


Abb. 18: *Procloeon* sp. aus Degrange,  
1960 sub ?*Centroptilum lituratum*

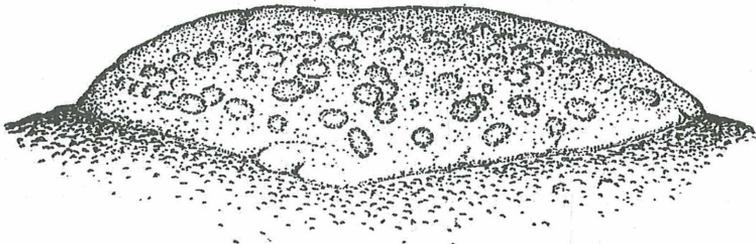


Abb. 19: *Siphonurus* sp., Gelege, aus Smith 1935

### Ephemeridae Latreille, 1810

Die Eier der 4 heimischen Arten der einzigen Gattung *Ephemer* Linnaeus sind bis auf *E. lineata* bereits von Degrange (1960) beschrieben. Das Exochorion der etwa tonnenförmigen Eier (Abb. 13) zeigt keine signifikanten Unterschiede bei verschiedenen Arten.

### Palingeniidae Albarda, 1888

In Mitteleuropa nur *Palingenia longicauda* (Olivier). Die Eier (Abb. 11) sind diskusförmig etwa 360  $\mu\text{m}$  im Durchmesser, aber nur etwa 150  $\mu\text{m}$  in der Breite. Sie besitzen eine Art häutige Polkappe, ihr Rand ist leistenartig verstärkt. Diese Angaben sowie die SEM-Darstellung aus Landolt & al. (1995), die auch

weitere Ansichten des Eies zeigen. Eine lichtmikroskopische Untersuchung mit Darstellung der gesamten Embryogenese findet sich bei Landolt & al. (1997).

### **Polymitarcyiidae Banks, 1900**

Die etwa  $260 \times 175 \mu\text{m}$  großen Eier der einzigen mitteleuropäischen Art *Ephoron virgo* (Olivier) besitzen eine deutliche Polkappe, die, wie sich nach Wasserkontakt sofort zeigt, aus einzelnen dicken Anheftungsfäden zusammensetzt ist (Abb. 12). Diese Fäden haben durchaus Ähnlichkeit mit Glasfaserkabeln. Degrange (1960) bildet sie vorbildlich ab und Smith (1935) zeigt, wie Koss & Edmunds (1974), dass auch amerikanische *Ephoron*-Arten solche auffällige Strukturen besitzen.

### **Potamanthidae Albarda, 1888**

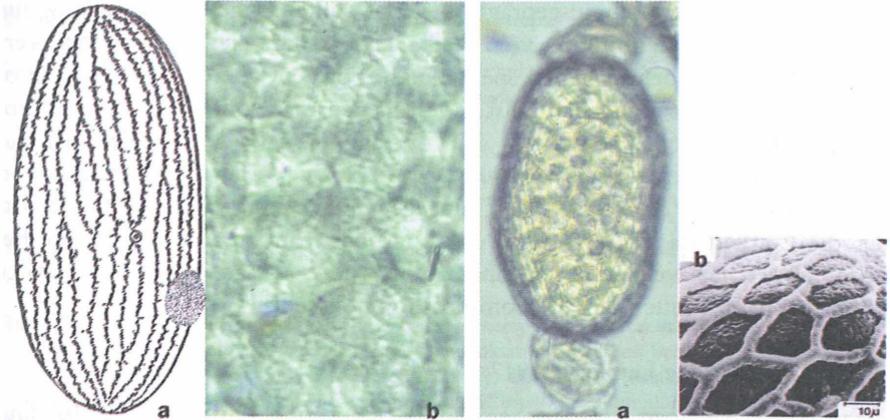
In Europa nur *Potamanthus luteus* (Linnaeus). Eier (Abb. 14) mit zwei großen Polkappen und zusätzlichen Anheftungsstrukturen, die sich lichtoptisch als große Scheiben darstellen und in der Abbildung am linken Seitenrand des Eies in Seitenansicht angedeutet sind. Dimensionen ohne Polkappen etwa  $170 \times 125 \mu\text{m}$ . Nach Wasserkontakt entwickeln sich nach Degrange (1960) daraus pinselförmige Anheftungsstrukturen an etwa  $100 \mu\text{m}$  langen Fäden.

### **Ephemerellidae Klapálek, 1909**

In Deutschland 3 Gattungen mit 5 Arten. Die etwa  $200\text{-}220 \times 150 \mu\text{m}$  großen, ovalen Eier der Gattungen *Ephemerella*, *Serratella* und *Torleya* besitzen je 1 Polkappe und ein hexagonales Grundmuster (Abb. 15), dass bei *S. ignita* weitgehend reduziert ist. Als weitere Anheftungsstrukturen treten hier vereinzelt KCTs auf, die unregelmäßig über das Ei verteilt sind. Eine lichtmikroskopische Studie von *E. mucronata*, *S. ignita* und *T. major* gibt Degrange (1960), während Studemann & Landolt (1997) in einer SEM-Studie auch *S. mesoleuca* und *E. notata* zeigen. Nach zuletzt genannten Autoren sollten alle Arten über die Chorionstruktur trennbar sein, wobei sich *E. notata* und *E. mucronata* sehr ähnlich sehen. Nach eigener Erfahrung ist die Trennung lichtmikroskopisch dennoch schwierig.

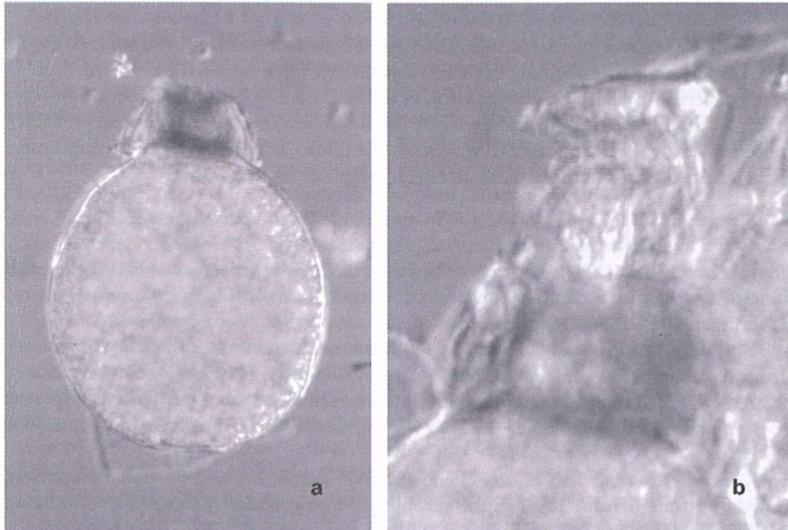
### **Caenidae Newman, 1853**

Die Eier aller einheimischen Caenidae-*Brachycercus harrisella* und weitere 9 Arten der Gattung *Caenis* Stephens sind in einer elektronenmikroskopischen Studie von Malzacher (1982) monographisch und in herausragender Qualität dargestellt worden. Die Übertragung dieser Abbildungen in das lichtoptische Bild gelingt auch dem ambitionierten Anfänger leicht. In den meisten Fällen ist



**Abb. 20: *Habrophlebia lauta* Eaton, 1884**  
a = Übersicht aus Degrange 1960  
b = Detail der Rippenstruktur, vergrößert

**Abb. 21: *Caenis lactea* (Burmeister, 1839)**  
a = Übersicht; b = Detail der Chorionstruktur aus Malzacher 1982



**Abb. 22: *Ametropus fragilis* Albarda, 1878.** a = Übersicht: die kompakte zylinderförmige Polkappe verbirgt den Eianker; b = Detail einer aufgesprungenen Polkappe.

das Eichorion arttypisch ausgeprägt. Die Eier sollten daher routinemäßig zur Absicherung der Bestimmung von Weibchen und Larven herangezogen werden. Unter ihnen befinden sich spektakuläre Formen, wie die mit einem groben Netz aus stark erhabenen Leisten versehenen Eier von *Caenis lactea* (Abb. 21). Für den Praktiker relevant ist der Umstand, dass bei den larval manchmal recht ähnlichen Arten *C. rivulorum* 2 Epithemata (Polkappen) bei den von *Caenis beskidensis/pseudorivulorum* hingegen nur 1 Epithema ausgebildet ist. Da die Epithemata sich als helle Punkte farblich vom Ei abheben, ist die Bestimmung reifer weiblicher Nymphen über dieses einfache und zuverlässige Merkmal bereits unter dem Stereomikroskop möglich.

### Prosopistomatidae Lameere, 1917

Die Eier der einzigen europäischen Art *P. pennigerum* (Müller) (Abb. 16) sind nach Degrange (1960) etwa 220 x 180 µm groß. Exochorion mit scheibenförmigen, zentral erhabenen Strukturen, die an einem der Pole fehlen und 1 Mikropyle.

### Dank

Für die freundliche Überlassung von z.T. sehr seltenen und kostbaren Arten (*I. ignota*, *A. fragilis*, *A. congener*, *C. lactea*) zur Untersuchung der Eier bedanke ich mich herzlich bei Herrn Prof. Dr. Bohle (Marburg), Herrn Torsten Berger (Potsdam), Frau Dr. Engblom (Skinnskatteberg, Schweden) und Herrn Ralf Küttner (Neukirchen). Herrn Klaus Enting (Mainz) danke ich für seine vielfältigen Hilfestellungen bei der Anfertigung der Photographien, die ohne das freundliche Entgegenkommen des zoologischen Institutes der Universität Mainz nicht möglich gewesen wären.

### Literatur

- Alba-Tecedor, J. & R. Sowa (1987): New representatives of the Rhithrogena diaphana group from Continental Europe, with a redescription of *R. diaphana* Navás, 1917 (Ephemeroptera, Heptageniidae).- *Aquatic Insects* 9: 65-83, Lisse
- Bauernfeind, E. (1992): *Rhithrogena taurisca* sp.n. - A new representative of the *Rh. semicolorata* group from Austria (Insecta: Ephemeroptera).- *Linzer Biologische Beiträge* 24: 139-149, Linz
- Bauernfeind, E. & U. H. Humpesch (2001): Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie.- 239 pp. (Verlag des Naturhistorischen Museums Wien) Wien
- Belfiore, C., A. Haybach & M. Klonowska-Olejnik (1999): Taxonomy and phenetic relationships of *Electrogena affinis* (Eaton, 1883) (Ephemeroptera: Heptageniidae).- *Annales de Limnologie* 35: 245-256, Paris
- Bengtsson, S. (1913): Undersökningar öfver Äggen hos Ephemeriderna.- *Entomologisk tidskrift* 34: 271-320, Stockholm
- Degrange, C. (1960): Recherches sur la reproduction des Ephéméroptères.- *Travaux du Laboratoire d'Hydrobiologie et de Pisciculture de l'Université de Grenoble* 50/51: 7-193, Grenoble
- Demoulin, G. (1952): Sur les affinités Siphonuridiennes du genre *Metreletus* Demoulin, 1938 (Insectes Éphéméroptères).- *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique* 28 (31): 1-11, Bruxelles

- Elliott, J. M. & U. H. Humpesch (1980): Eggs of Ephemeroptera.- Annual Report of the Freshwater Biological Association 48:: 41-52, Ambleside, Cumbria
- Gaino, E., C. Belfiore & M. Mazzini. (1987): Ootaxonomic investigation of the Italian Species of the genus *Electrogena* (Ephemeroptera, Heptageniidae).- *Bollettino di Zoologia* 54: 169-175, Torino
- Gaino, E & M. Mazzini (1984): Scanning electron microscope study of the eggs of some *Habroplebia* and *Habroleptoides* species (Ephemeroptera, Leptophlebiidae).- In: Landa, V., T. Soldán & M. Tonner (eds): Proceedings of the 4th. International Conference on Ephemeroptera, Bechyne 1983: 193-202, České Budejovice
- Gaino, E., M. Mazzini, C. Degrange & R. Sowa (1989): Etude en microscopie a baylage des oeufs de quelques espèces de *Rhithrogena* Eaton groupe alpestris (Ephemeroptera, Heptageniidae).- *Vie et Milleu* 39: 219-229, Paris
- Haybach, A. (1998): Die Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera) von Rheinland-Pfalz - Zoogeographie, Faunistik, Ökologie, Taxonomie und Nomenklatur Unter bes. Berücksichtigung der Familie Heptageniidae und unter Berücksichtigung der übrigen aus Deutschland bekannten Arten.- Dissertation FB Biologie, Universität Mainz 417 pp. + Anh. (unpubl.)
- Haybach, A. (2003, in press): Eitaxonomische Untersuchungen an Arten der *Rhithrogena* semicolorata Untergruppe aus Rheinland-Pfalz (Insecta: Ephemeroptera: Heptageniidae) mittels Lichtmikroskopie.- *Mainzer naturwissenschaftliches Archiv* 40: 261-267, Mainz
- Haybach, A. & P. Malzacher, P. (2002): Verzeichnis der Eintagsfliegen Deutschlands (Insecta: Ephemeroptera).- *Entomologische Zeitschrift* 112: 34-45, Stuttgart
- Keffermüller, M. & R. Sowa (1975): Les espèces du groupe *Centropitulum pulchrum* Eaton (Ephemeroptera, Baetidae) en Pologne.- *Polskie Pismo Entomologiczne* 45: 479-486, Wrocław
- Klonowska-Olejnik, M. (1997): The Use of Egg Morphology in the Taxonomy of Some Species of the Genus *Rhithrogena* (Ephemeroptera, Heptageniidae).- In: Landolt, P. & M. Sartori (eds): *Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics: 372-381*, Fribourg
- Klonowska-Olejnik M. & T. Jazdzewska (in press): Scanning electron microscopy study of the eggs of some rare mayfly species: *Ametropus fragilis* Albarda, *Isonychia ignota* (Walker) and *Neophemera maxima* (Joly).- Proceedings of the 9th International Conference on Ephemeroptera and 13th International Symposium on Plecoptera, Perugia 2001
- Kluge, N. J. & E. A. Novikova (1992): Revision of Palearctic Genera and Subgenera of Mayflies in the Subfamily Cloeoninae (Ephemeroptera, Baetidae) with Descriptions of New Species from the USSR.- *Entomological review* 71(9): 29-54, Washington
- Kopelke, J.-P. & I. Müller-Liebenau (1981a): Eistrukturen bei Ephemeroptera und deren Bedeutung für die Aufstellung von Artengruppen am Beispiel der europäischen Arten der Gattung *Baetis* Leach, 1815 Teil III: buceratus-, atrebatinus-, niger-, gracilis- und muticus-Gruppe (Ephemeroptera, Baetidae).- *Deutsche entomologische Zeitschrift* 28: 1-6, 7 T., Berlin
- Kopelke, J.-P. & I. Müller-Liebenau (1981b): Eistrukturen bei Ephemeroptera und deren Bedeutung für die Aufstellung von Artengruppen am Beispiel der europäischen Arten der Gattung *Baetis* Leach, 1815 Teil II: rhodani-, vernus-, und fuscatus-Gruppe.- *Spixiana* 4: 39-54, München
- Kopelke, J.-P. & I. Müller-Liebenau. (1982): Eistrukturen bei Ephemeroptera und deren Bedeutung für die Aufstellung von Artengruppen am Beispiel der europäischen Arten der Gattung *Baetis* Leach, 1815 (Insecta: Baetidae). Teil I: alpinus-, lutheri-, pavidus- und lapponicus-Gruppe.- *Gewässer und Abwässer* 68/69: 7-25, Krefeld
- Koss, R.W. & G.F. Edmunds, Jr. (1974): Ephemeroptera eggs and their contribution to phylogenetic studies of the order.- *Zoological journal of the Linnean Society* 55: 267-349, London
- Landolt, P., M. Dethier, P. Malzacher & M. Sartori (1991): A new *Electrogena* species from Switzerland (Ephemeroptera, Heptageniidae).- *Bulletin de la société vaudoise des sciences naturelles* 80: 459-470, Lausanne
- Landolt, P., M. Sartori, C. Elpers & I. Tomka (1995): Biological Studies of *Palingenia longicauda* (Olivier) (Ephemeroptera: Palingeniidae) in one of its Last European Refuges - Feeding Habits,

- Ethological Observations and Egg Structure.- In: Corkum, L. D. & J. J. H. Ciborowski (eds): Current Directions in Research on Ephemeroptera, Maine (1992): 273-281, Toronto
- Landolt, P., M. Sartori. & D. Studemann (1997): *Palingenia longicauda* (Ephemeroptera, Palingeniidae): From Mating to the Larval Stage. In: Landolt, P. & M. Sartori (eds): Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics: 15-20, Fribourg
- Malzacher, P. (1982): Eistrukturen europäischer Caenidae (Insecta, Ephemeroptera).- Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie A (Biologie) 356: 1-15, Stuttgart
- Smith, O. R. (1935): Chapter VII - The Eggs and Egg-laying Habits of North American Mayflies.- In: Needham, J. G., J. R. Trav & Y.-C. Hsu (1935): The biology of Mayflies, with a systematic account of North-American species: 67-89, (Comstock Publ. Co.) Ithaca, New York
- Studemann, D., P. Landolt & I. Tomka (1987): Complement a la description de *Arthroplea* congener Bengtsson, 1908 (Ephemeroptera) et a so statut systematique.- Bulletin de la Societé Fribourgeoise des Sciences Naturelles 76: 144-167, Fribourg
- Studemann, D. & P. Landolt (1997): Eggs of Ephemerellidae (Ephemeroptera).- In: Landolt, P. & M. Sartori (eds): Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics: 362-71, Fribourg
- Studemann, D. & I. Tomka (1991): European Siphonuridae (Ephemeroptera): A phylogenetic system for the four genera.- In: Alba-Tercedor, J. & A. Sánchez-Ortega (eds): Overview and Strategies of Ephemeroptera and Plecoptera: 103-114, Gainesville
- Thomas, A. G. B., E. Gaino, & V. Marie (1999): Complementary description of *Habrophlebia vailantorum* Thomas, 1986 in comparison with *H. fusca* (Curtis, 1834) (Ephemeroptera, Leptophlebiidae).- *Ephemera* 1(1): 9-21, Le Chesnay

*Anschrift des Verfassers:* Dr. Arne Haybach, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Kaiserin-Augusta-Anlagen 15-17, D - 56068 Koblenz

*Manuskripteingang:* 2003-01-09

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lauterbornia](#)

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: [2003 47](#)

Autor(en)/Author(s): Haybach Arne

Artikel/Article: [Eistrukturen bei deutschen Eintagsfliegen \(Insecta: Ephemeroptera\) - ein Überblick. 41-58](#)