

## Zur Tagesperiodik des Schlüpfens von Ephemeropteren und Plecopteren

EBERHARD THOMAS

Ökologische Station Messaure, Schweden

Eingegangen am 13. April 1969

### *Diurnal Periodicity of Emergence of Plecoptera and Ephemeroptera*

*Summary.* The diurnal periodicity of emergence of several stonefly and mayfly species was studied on the shore of lake Mondsee, Austria. *Nemoura cinerea* (Plecoptera) emerges during the whole day with peaks in the morning and afternoon. The Ephemeroptera *Leptophlebia marginata*, *Ephemera danica* and *Centroptilum luteolum* emerge as subimagines at noon and in the afternoon, *Ephemerella ignita* in the evening around sunset. The duration of the subimaginal life of these mayfly species was determined. The importance of the temperature-dependent length of subimaginal life for the diurnal periodicity of the imagoes' emergence from subimaginal stage is discussed.

*Zusammenfassung.* Am Ufer des Mondsees, Oberösterreich, wurde die Tagesperiodik des Schlüpfens folgender Insektenarten in einem Schlüpfkasten experimentell untersucht: *Nemoura cinerea*: Schlüpft während des ganzen Tages mit Maxima zwischen 6.00 und 10.00 Uhr und nachmittags; *Ephemerella ignita*: Schlüpfmaximum von 18.00—20.00 Uhr; *Leptophlebia marginata*, *Ephemera danica* und *Centroptilum luteolum*: Schlüpfmaxima von 12.00—16.00 Uhr.

Die Dauer des Subimaginallebens der untersuchten Ephemeropterenarten wurde durch Aufzucht zur Imago festgestellt. Die Bedeutung dieser temperaturabhängigen Entwicklungszeit für die Tagesperiodik der Imaginalhäutung wird diskutiert.

### Einleitung

Experimentelle Untersuchungen zur Tagesperiodik des Schlüpfens von Eintagsfliegen in gemäßigten Breiten führten bisher lediglich MORGAN u. WADDELL (1961) durch, für Steinfliegen fehlen sie ganz. Freilandbeobachtungen dagegen sind bei beiden Gruppen recht zahlreich. Allein SCHÖNEMUND (1930) macht in seinem Bestimmungswerk für 13 Arten und 2 Familien zeitliche Angaben zum Schlüpfen der Subimagines von Ephemeropteren. Beobachtungen zur Tageszeit des Schlüpfens von Steinfliegen finden sich bei BRINCK (1949) und ELLIOTT (1967, 1968). Genaue tageszeitliche Festlegung des Beginns, Höhepunktes und Endes der Schlüpfzeit wird auf diese Weise jedoch kaum möglich.

Keinerlei Beachtung fand bisher die Tagesperiodik der Imaginalhäutung der Ephemeropteren. Zwar ist seit CLEMENS (1917) bekannt, daß die Länge des subimaginalen Lebens temperaturabhängig ist. Die Entwicklung zur Imago vollzieht sich bei höheren Temperaturen schneller als

bei tiefen. TIENSUU (1935) und LYMAN (1944) bestätigen dies und geben für einige Arten Werte an. Welche Konsequenzen das aber für den tageszeitlichen Ablauf der Imaginalhäutung haben könnte, wurde nicht erörtert.

Dies soll neben der Untersuchung der Schlupfzeit einiger häufiger Formen anhand von Beispielen besprochen werden.

### Methoden

Die folgenden Untersuchungen wurden am Mondseestrand bei der zum Institut für Gewässerforschung Scharfling gehörenden Fischzuchtanstalt Kreuzstein im Sommer 1968 durchgeführt. Larven der untersuchten Arten wurden in einem mit Moos und Steinen gefüllten ca. 20 cm tief im Wasser stehenden Kasten zum Schlüpfen gebracht. Alle 2 Std erfolgte die Auszählung geschlüpfter Tiere und die Registrierung von Wasser- und Lufttemperatur sowie des Bewölkungsgrades. Ephemeropteren-Subimagines wurden ohne Berührung durch Abklopfen in Gläsern gefangen. Bis zum Schlüpfen der Imagines standen die mit Gaze verschlossenen Gefäße in 2 m vom Wasser entfernten Ufergebüsch. Während der sehr heißen Zeit Ende Juni bis Anfang Juli 1968 wurden Tiere einiger Proben zum Vergleich im Bruthaus der Fischzuchtanstalt zur Entwicklung gebracht. Die Temperatur lag bei hoher Luftfeuchtigkeit und etwas verminderter Lichtstärke um ca. 4°C niedriger als im Freien.

Die mittleren Temperaturen, denen die Subimagines ausgesetzt waren, sind aus den im 2 Std-Intervall gemessenen Werten am Standort der Hälterungsgefäße errechnet worden.

Kreise über den Zeichnungen zeigen den Bewölkungsgrad, senkrechte Striche Regen an; dunkle Balken kennzeichnen die Nachtlänge von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang.

### Resultate und Diskussion

#### 1. *Nemoura cinerea*

Ende April/Anfang Mai wurden ca. 2000 erwachsene Larven der Steinfliegenart *Nemoura cinerea* eingesammelt und in den Schlüpfkästen zum Schlüpfen gebracht. Abb. 1 gibt den tageszeitlichen Verlauf dieses Vorgangs wieder. Wie schon BRINCK (1949) erwähnt, schlüpfen die Imagines von *N. cinerea* den ganzen Tag über. Deutlich werden aber die Morgenstunden von 6—10 Uhr, in geringerem Maße die Nachmittagsstunden zwischen 16 und 18 Uhr bevorzugt. Die Tagesperiodik des Schlüpfens weist zwei Maxima auf.

#### 2. *Leptophlebia marginata*

Von der in der Uferzone des Mondsees häufigen Eintagsfliege *Leptophlebia marginata* wurden etwa 2500 Larven eingesammelt und zum Schlüpfen gebracht; ein Teil der Subimagines wurde bis zur Imaginalhäutung gehalten. Die Abb. 2 und 3 geben die Tagesperiodik des Schlüpfens (C) und der Imaginalhäutung (D) wieder. Während die Subimagines

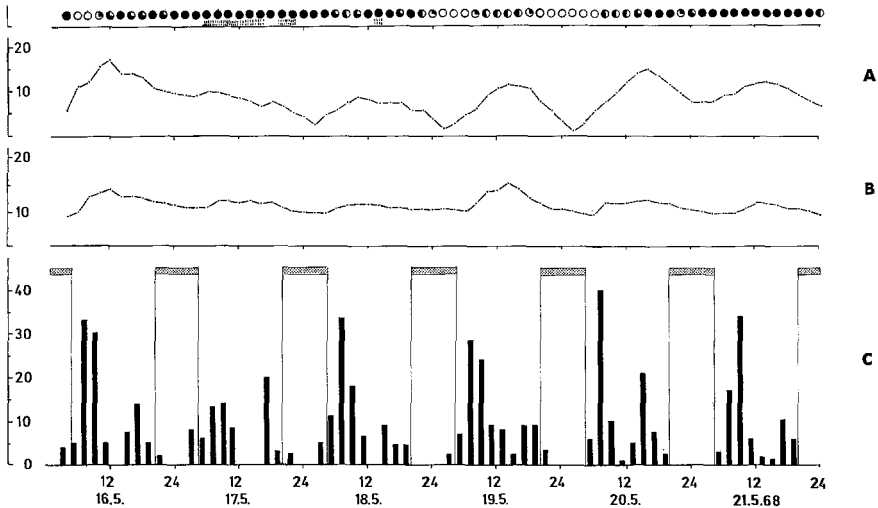


Abb. 1. Tageszeitlicher Verlauf des Schlüpfens von *Nemoura cinerea*. A Lufttemperatur, B Wassertemperatur, C Geschlüpfte Imagines/2 Std. Die Kreise über der Zeichnung zeigen den Bewölkungsgrad, senkrechte Striche Regen an. Abszisse: Tageszeit in Stunden; Ordinate: A und B: °C, C: Anzahl/2 Std

nur in der Mittagszeit schlüpfen, erscheinen die Imagines zu sehr verschiedenen Tageszeiten. Bevorzugt werden dabei die Morgen- und Nachmittagsstunden, wie vor allem aus der Summierung der Imaginalhäutungen (Abb. 4) hervorgeht.

Wie eingangs berichtet, ist die Zeit zwischen dem Schlüpfen der Subimago und der Häutung zur Imago temperaturabhängig. In Abb. 5 ist dies deutlich zu erkennen; ob es sich dabei um einen linearen Prozeß handelt oder nicht, mag noch dahingestellt sein. Im vorliegenden Beispiel fällt auf, daß Entwicklungszeiten, bei denen sich die Tiere nachts gehäutet hätten, weitgehend fehlen; Abb. 4 hatte dies deutlich gezeigt. Bei reiner Temperaturabhängigkeit der Subimaginalzeit, wie sie die anfangs genannten Autoren annehmen, müßten sich Fliegen aber auch nachts häuten, wenn sie bei entsprechender Temperatur gehalten werden.

Abb. 6 macht diese Zusammenhänge auf andere Weise deutlich. Zwischen 20 und 2 Uhr werden kaum Imagines angetroffen. PITTEDRIGH (1966) bezeichnet den Zeitraum innerhalb einer 24 Std-Periode, in dem allein der Schlüpfakt von *Drosophila* möglich ist, als „gate“. Mit einem ähnlichen „gate-Effekt“ haben wir es wohl im vorliegenden Beispiel zu tun. In diesem Zusammenhang ist nun auch das Morgenmaximum in Abb. 4 erklärbar. Es handelt sich dabei um Tiere, deren Entwicklung während der Nacht abgeschlossen war. Eine Häutung wurde

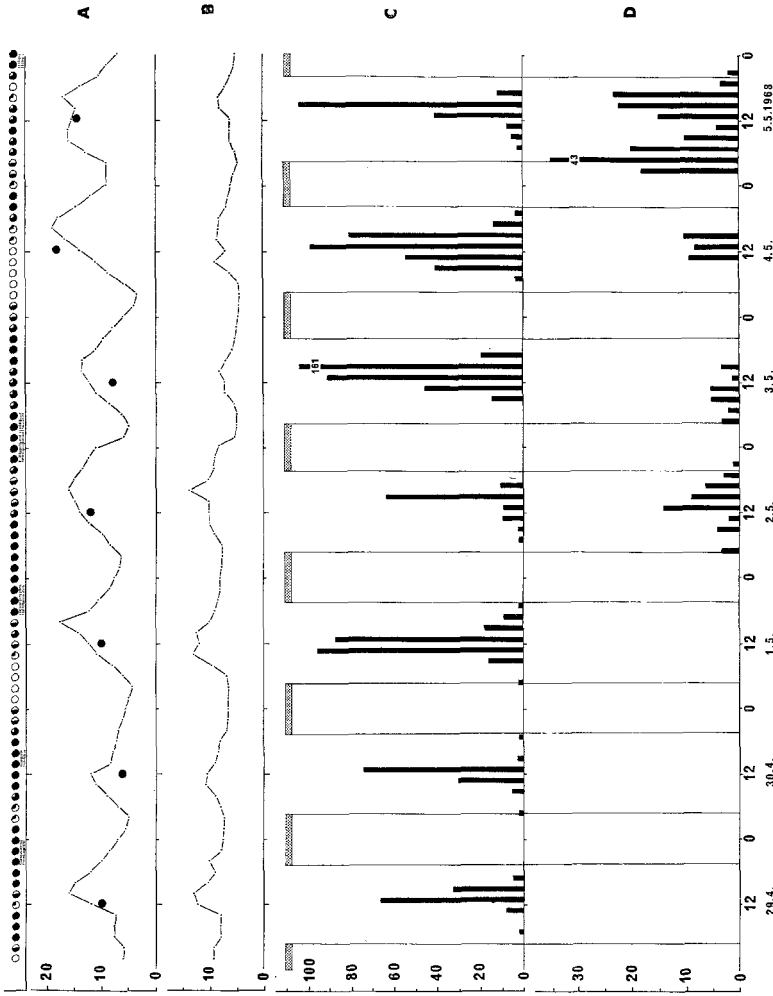


Abb. 2. Tageszeitlicher Verlauf des Schlüpfens der Subimagines und Imagines von *Leptophlebia marginata*. A Lufttemperatur (Punkte: Tagesmittel). B Wassertemperatur, C Subimagines, D Imagines. Abszisse: Tageszeit in Stunden; Ordinate: A und B: °C, C und D: Anzahl/2 Std

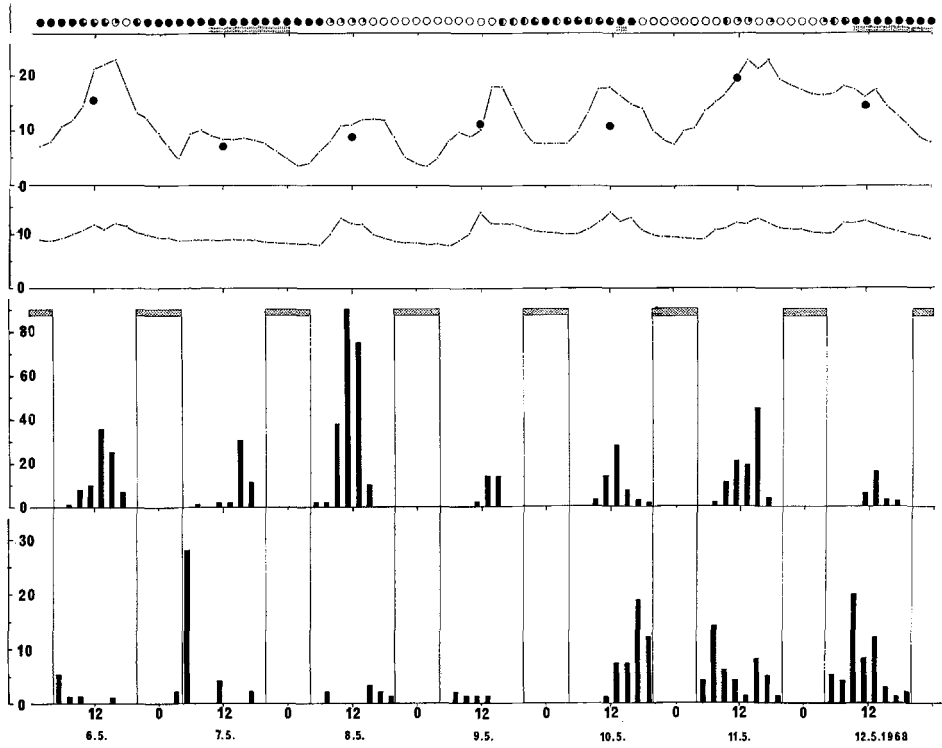


Abb. 3. Tageszeitlicher Verlauf des Schlüpfens der Subimagines und Imagines von *Leptophlebia marginata*. Erläuterungen s. Abb. 2

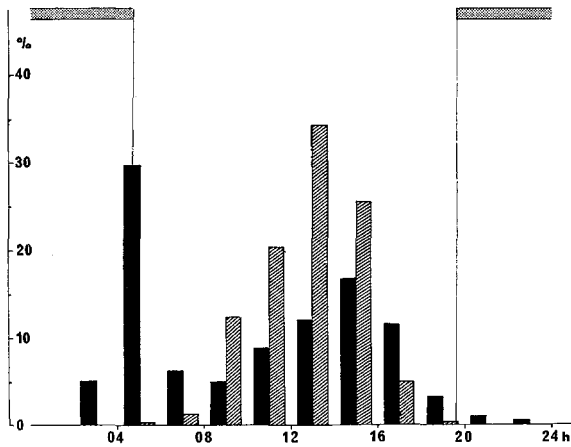
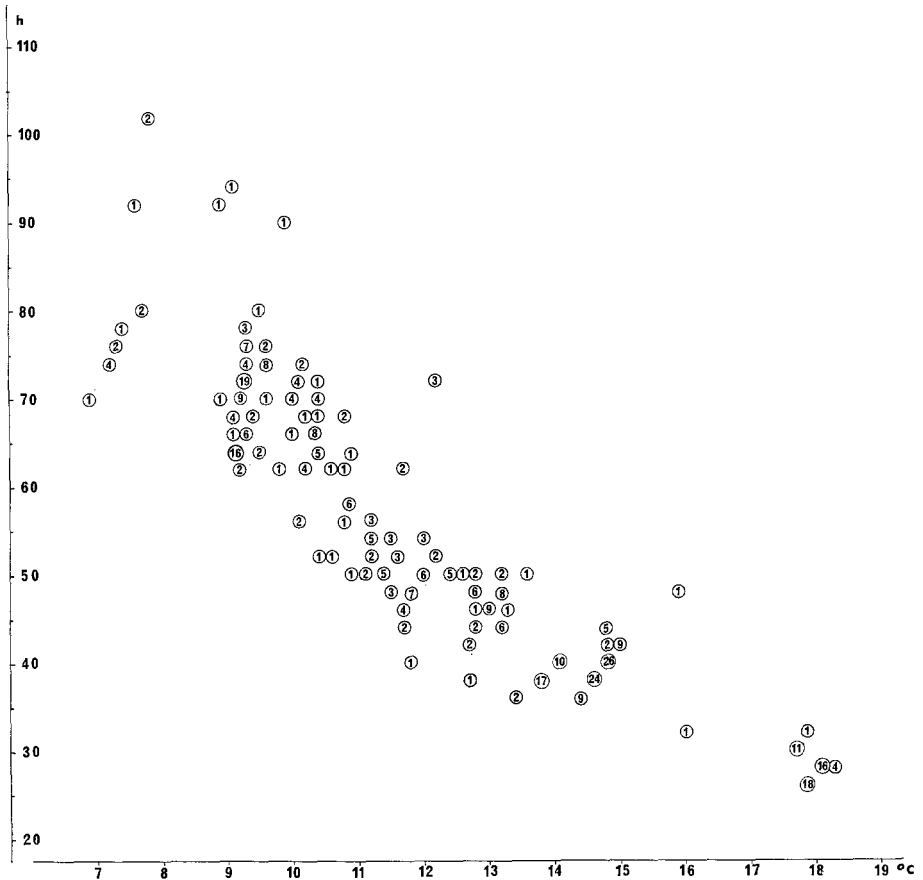


Abb. 4. Tageszeitlicher Verlauf des Schlüpfens der Subimagines und Imagines von *Leptophlebia marginata*, Sommierung 29. 4. bis 13. 5. 68. Gestreifte Balken: Subimagines; Schwarze Balken: Imagines; Abszisse: Tageszeit in Stunden; Ordinate: Anzahl Tiere/2 Std in % aller Versuchstiere



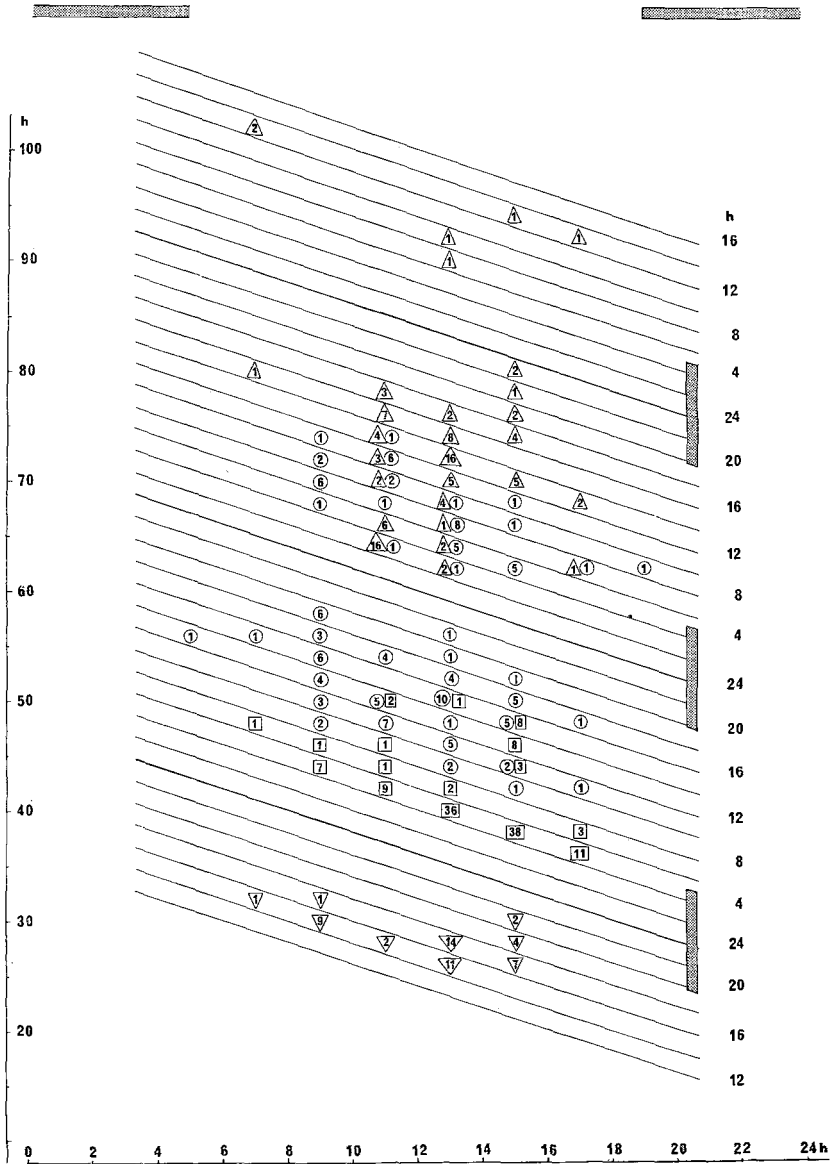


Abb. 6. Dauer des Subimaginallebens von *Leptophlebia marginata* in Beziehung zur täglichen Schlüpfzeit der Subimagines. Abszisse: Schlüpfintervall der Subimagines. Ordinate: Zeit zwischen Schlüpfen und Imaginalhäutung in Stunden. Die schrägen Linien grenzen die Intervalle ab, in denen die Imaginalhäutung stattfand. Die durchschnittlichen Temperaturen, bei denen die Subimagines gehalten wurden, zeigen die Symbole Dreieck ( $< 10,0$  bzw.  $15,9^\circ$ ), Kreis ( $10,0-12,9^\circ$ ) und Rechteck ( $13,0-15,9^\circ$ ) an. Zahlen in den Symbolen geben die Anzahl Imaginalhäutungen an diesem Punkt an

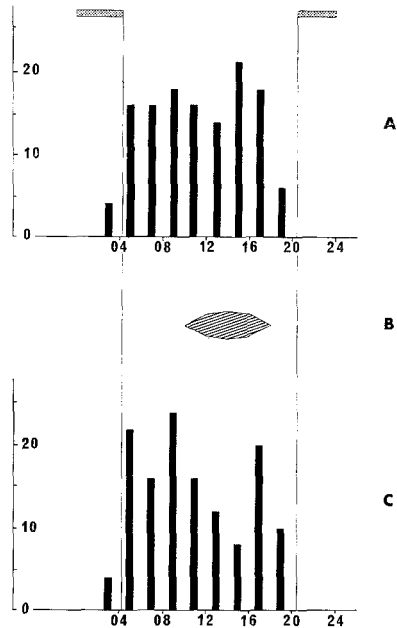


Abb. 7. Tageszeitlicher Verlauf des Schlüpfens von *Ephemera danica* und *Centroptilum luteolum*. A Imagines von *E. danica*, Sommierung 20.—29. 5. 68; B Subimagines beider Arten; C Imagines von *C. luteolum*, Sommierung 20.—29. 5. 68. Abszisse: Tageszeit in Stunden; Ordinate: Anzahl Imaginalhäutungen/2 Std

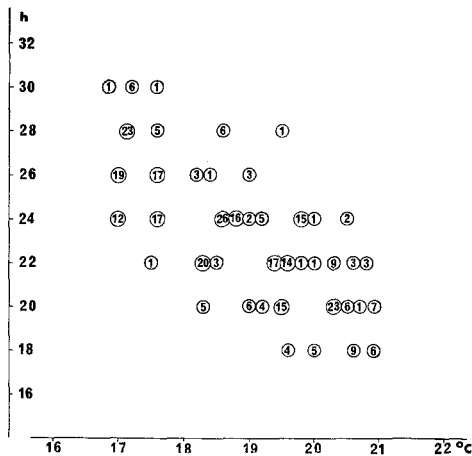


Abb. 8. Dauer des Subimagonallebens von *Ephemera ignita* in Abhängigkeit von der Temperatur. Abszisse: Durchschnittstemperaturen, bei denen sich die Subimagines zur Imago entwickelten; Ordinate: Zeit zwischen Schlüpfen und Imaginalhäutung in Stunden. Zahl in den Kreisen: Anzahl Imaginalhäutungen an diesem Punkt



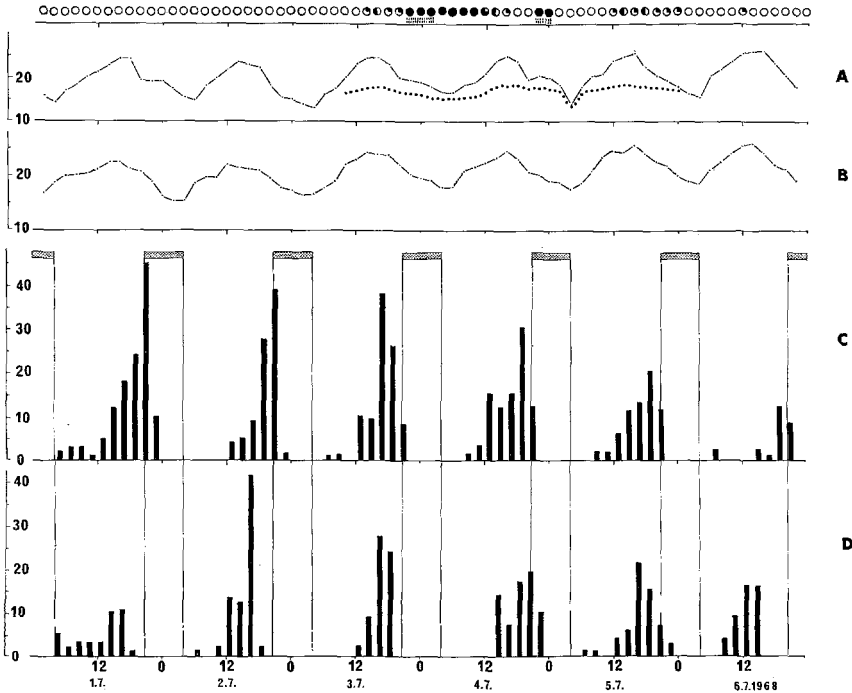


Abb. 9. Tageszeitlicher Verlauf des Schlüpfens der Subimagines und Imagines von *Ephemera ignita*. A Lufttemperaturen; im Freien gestrichelt, im Bruthaus der Fischzuchtanstalt Kreuzstein gepunktet. B Wassertemperatur, C Subimagines, D Imagines. Abszisse: Tageszeit in Stunden; Ordinate: A und B: °C, C und D: Anzahl Tiere/2 Std

*E. danica* 146—40 Std für 8—19° Durchschnittstemperatur, für *C. luteolum* 120—26 Std für 8—18,5°.

#### 4. *Ephemera ignita*

*Ephemera ignita* benötigt zwischen 17—21°C 30—18 Std zwischen Schlüpfen und Imaginalhäutung (Abb. 8). Die an einem Tag geschlüpften Subimagines haben mit Ende des nächsten Tages ihre letzte Häutung hinter sich. Die Insekten verlassen als Subimagines am Abend das Wasser (Abb. 9). Im Freien lagen die Maxima der Imaginalhäutung 2—4 Std vor denen des Schlüpfens. Bei um 4°C tieferen Temperaturen im Bruthaus gehaltenen Subimagines erscheinen die Maxima der Häutung zur gleichen oder etwas späteren Zeit wie die des Schlüpfens.

Die vorliegende Arbeit wurde durch die finanzielle Unterstützung der Max-Planck-Gesellschaft möglich. Dem Leiter des Bundesinstituts für Gewässerforschung

und Fischereiwirtschaft in Scharfling/Mondsee (Oberösterreich), Herrn Dr. ERICH BRUSCHEK, möchte ich an dieser Stelle danken für die herzliche Gastfreundschaft, die sich nicht nur in der Bereitstellung eines Arbeitsplatzes erschöpfte.

### Literatur

- BRINCK, P.: Studies on the Swedish stoneflies (Plecoptera). Opusc. Ent., (Lund) Suppl. **11**, 1—250 (1949).
- CLEMENS, W. A.: An ecological study of the mayfly *Chironetes*. Univ. Toronto Stud. Biol. Ser. **17**, 1—43 (1917).
- ELLIOTT, J. M.: Invertebrate drift in a Dartmoor stream. Arch. Hydrobiol. **63**, 202—237 (1967).
- LYMAN, E. F.: Effect of temperature on the emergence of mayfly imagoes from the subimago stage. Ent. News **5**, 113—115 (1944).
- MORGAN, N. C., and A. B. WADDELL: Diurnal variation in the emergence of some aquatic insects. Trans. nog. Ent. Soc. Lond. **113**, 123—137 (1961).
- PITTENDRIGH, C. S.: The circadian oscillation in *Drosophila pseudoobscura* pupae: A model for the photoperiodic clock. Z. Pflanzenphysiol. **54**, 275—307 (1966).
- SCHOENEMUND, E.: In: DAHL, Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, 106 S. Eintagsfliegen oder Ephemeroptera. Jena: Gustav Fischer 1930.
- TIENSUU, L.: On the Ephemeropteran fauna of Laatokan Karjala (Karelia Ladogensis). Suom. Hyönt. Aikak. **1**, 1—23 (1935).

Dr. EBERHARD THOMAS  
6301 Leihgestern  
Gießener Straße 10