



Plecoptera - Steinfliegen

Systematik und Ökologie
der Süßwasserfauna
Mitteleuropas

Was sind Steinfliegen?

Die Steinfliegen - auch Uferfliegen genannt - bilden eine recht urtümliche Ordnung innerhalb der Klasse der Insekten. Weltweit sind ca. 3.000 Arten bekannt.

In Europa wurden bisher 375 und in Deutschland 123 Arten nachgewiesen.

Viele Arten findet man heute in den „Roten Listen“ bedrohter Tiere.

Steinfliegen - Plecoptera



Plecoptera: Adulte gespannt
Larven genadelt

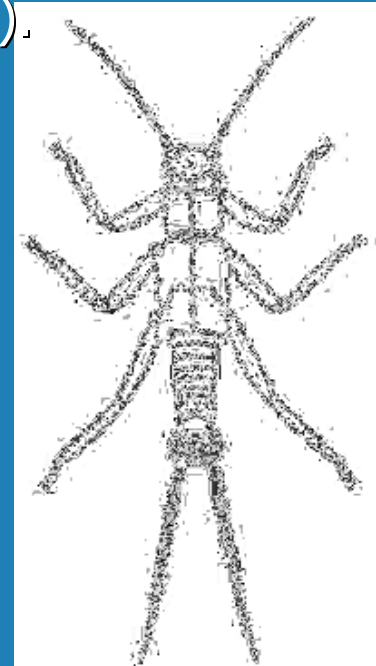
Kennzeichen der Plecoptera



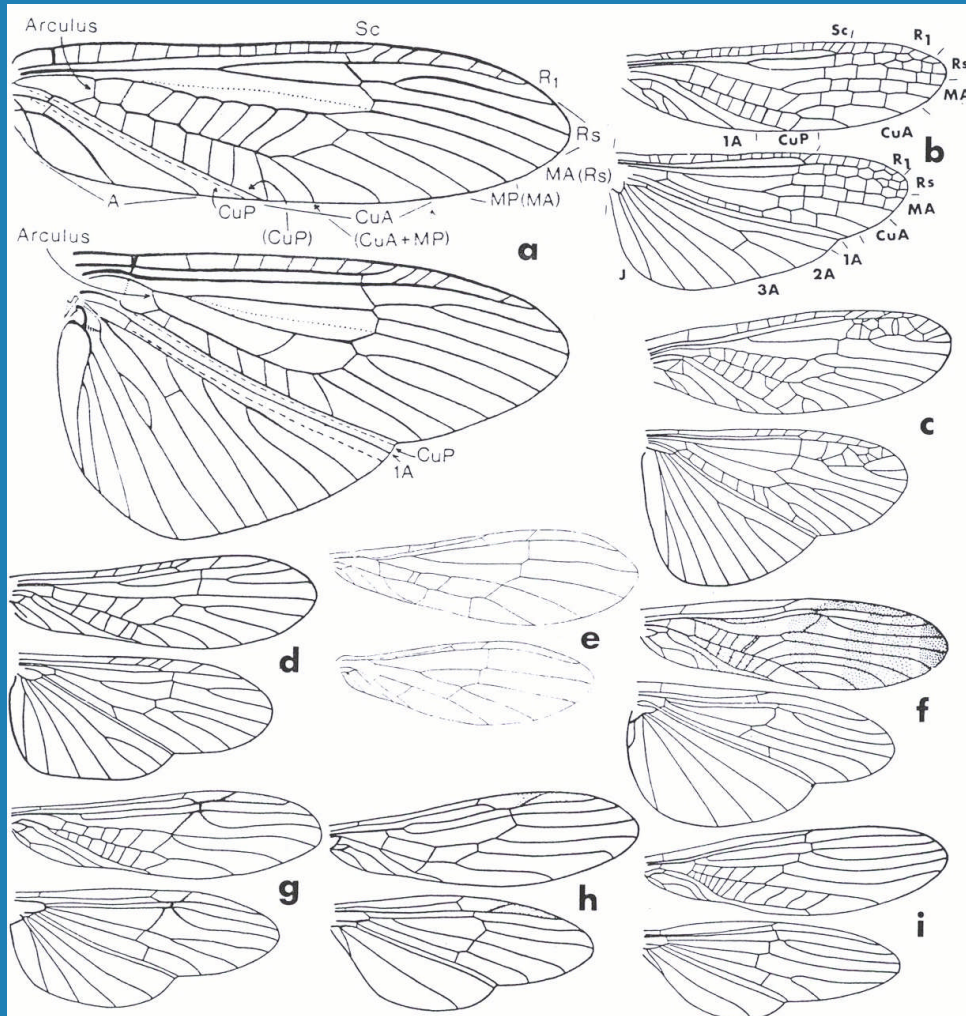
Sie besitzen als voll ausgebildetes Insekt lange dünne Fühler und am Hinterleibsende zwei meist auffällige Schwanzfäden (Cerci). Tarsen dreigliedrig.

Die beiden Flügelpaare werden in Ruhestellung flach über den Körper gelegt oder eng um ihn herum gerollt.

Auf die in Ruhe fächerartig gefalteten Flügel bezieht sich auch ihr wissenschaftlicher Name Plecoptera (vom griechischen plekein = falten und pteron = Flügel).



Flügel und Flügeladerung



- a *Dinocras cephalotes*
- b *Tasmanoperla spec.*
- c *Perlodes microcephalus*
- d *Isoperla spec.*
- e *Haploperla spec.*
- f *Brachyptera trifasciata*
- g *Nemoura spec.*
- h *Capnia nigra*
- i *Leuctra spec.*

Weitere Kennzeichen



Plecopteren sind **hemimetabol**, d.h. sie entwickeln sich direkt ohne Puppenstadium.

Ihre Larven entwickeln sich aquatisch.

Der deutsche Name ‚Steinfliegen‘ beruht darauf, dass sich die Larven vieler Arten gerne unter Steinen aufhalten.

Plecoptera und Ephemeroptera



Unterschiede zwischen
Adulten von *Plecoptera*
und *Ephemeroptera*

Plecoptera:

mit langen Antennen

mit zwei Cerci

Flügel flach über das
Abdomen gefaltet

Erdgeschichtliche Belege

Es gibt zahlreiche fossile Belege dieser Gruppe, aber zeitlich stark fragmentiert.

Erste Nachweise im frühen Perm. Diese Fossilien lassen sich recht gut den rezenten Gruppen, **Arctoperlaria** und **Antarctoperlaria** zuordnen.

Die Tiere aus dem baltischen Bernstein (Tertiär, Miozän, Alter \sim 38-54 Mio. Jahre) sind bereits den modernen Familien zuzuordnen, genau wie andere Versteinerungen.

Älteste Darstellung



Älteste Darstellung
einer Plecoptere
Hoefnagel 1592
- wahrscheinlich
Perlodes spec.

Das Tier wurde als
Megaloptere etc.
missinterpretiert



Lebenszyklus einer Steinfliege

- 1 Eiablage Weibchen
- 2 Eier sinken zu Boden
- 3-5 Larvenentwicklung am Gewässergrund
- 6-8 Larve steigt oder schwimmt zur Wasseroberfläche, das fertige Insekt schlüpft aus der Larvenhülle
- 9 Imagines leben einige Tage bis Wochen in der Nähe des Gewässers und paaren sich
- 10-11 Weibchen kehren zur Eiablage ans Gewässer zurück



Ökologie - Ernährungstypen

Diura knowltoni nymph

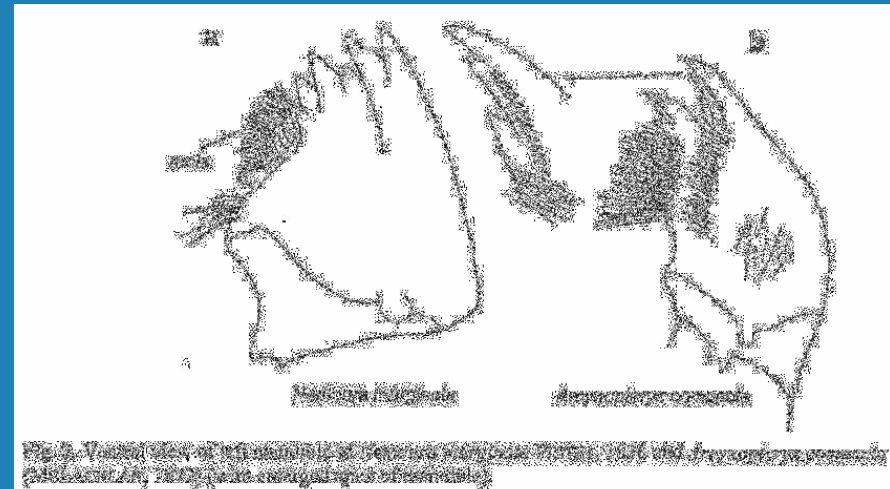


Die meisten Larven sind **shredder**,
oder **collectors**.

Wenige **grazer** oder **predator**.

Viele Adulte nehmen Nahrung auf.

Capnia sp. nymph



Ökologie - Lebensraum

Die Sedimente von Fließgewässern (Quellen / Bächen / Flüssen) - seltener von stehenden Gewässern - sind die natürlichen Lebensräume (Habitate / Biotope) von Plecopteren-Larven.

Sweltsa coloradensis, nymph



Paraperla sp. nymph



Ökologie - Lebensraum

Man findet Larven in Ansammlungen von Blättern (**leaf-packs**), aber auch auf der Sedimentoberfläche.

Die Größe der Larven schwankt nach Art und Alter.

Larven von Räubern erreichen Längen von mehr als 5 cm.

Hydroperla crosbyi, nymph



Acroneuria lycorias nymph



Ökologie - Lebensansprüche

Plecopterenlarven leben in aquatischen Habitaten – einige Arten der Süd-Halbkugel findet man auch bei hoher Luftfeuchte an Land.

Steinige Bäche mit einiger Strömung sind ihr Lebensraum, obwohl einige Arten auch sandige Abschnitte bevorzugen.

Kalte Seen und Teiche werden eher in hohen Breiten besiedelt.

Über Arten aus stehenden Gewässern wissen wir weit weniger als über Fließgewässer-Arten.

Steinige, kalte und schnell fließende Gebirgsbäche werden bevorzugt.

Ökologie - Lebensansprüche

Larven einzelner Arten bevorzugen bestimmte Mikrohabitate:

große *Perlidae* und *Perlodidae* findet man eher in Bereichen großer Steine -

Chloroperlidae in Kiesabschnitten -

Nemouridae, *Leuctridae* in Moospolstern und Blattpacken (**leaf packs**).

Für eine erfolgreiche Entwicklung benötigen Larven kaltes und sauerstoffreiches Wasser – sie sind **kaltstenotherm**.

Sie reagieren schnell auf Veränderungen von Gewässern durch den Menschen (Verbau von Ufern und Boden, Abwasser etc.).



Ökologie - Lebensansprüche

Durch jede Art von Abwasser-Einleitung, die den Sauerstoffgehalt verringert, werden die Larven beeinflusst.

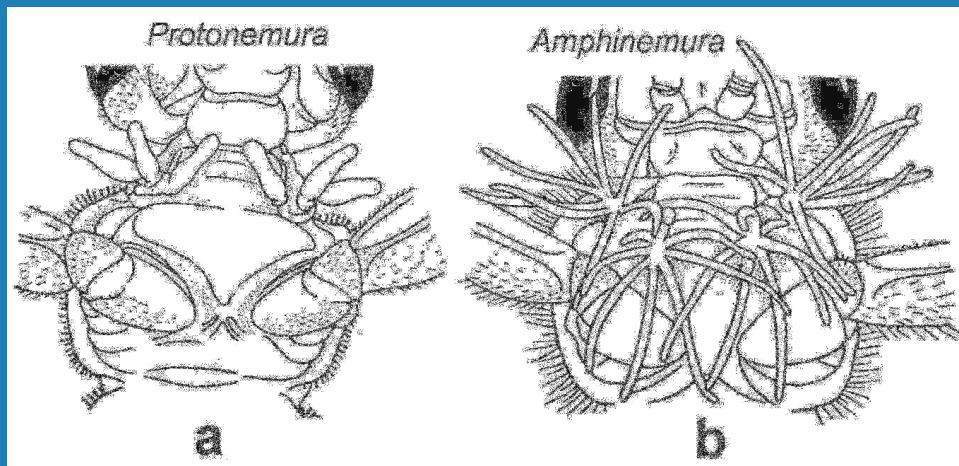
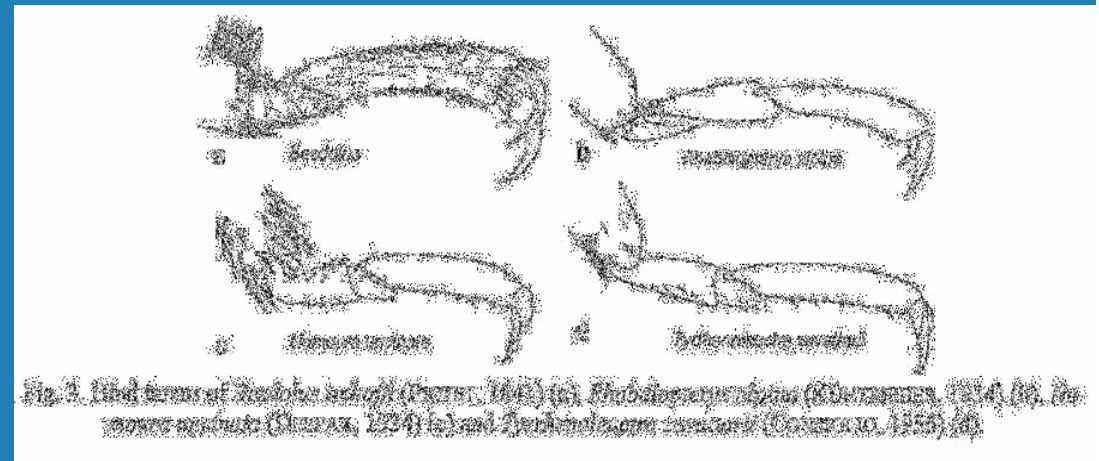
Bereits geringe Einleitungen kleiner Bauernhöfen können so das Leben in umliegenden Bächen zerstören.

Kahlschläge und die Beseitigung von Ufervegetation – erhöht die Wassertemperatur – können Steinfliegen eliminieren.

Plecoptera, sind von daher gute Indikatoren für die Intaktheit von Fließgewässern – sie dienen als feine Gewässerindikatoren.

Einheimische Plecoptera - Kennzeichen

Fuß 3-gliedrig
Segmente
Verschieden lang

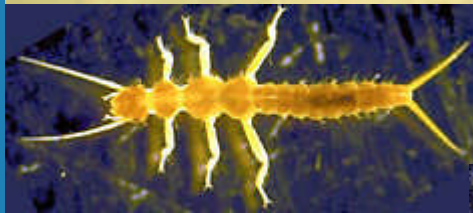


Verschiedene
Kiemen-Typen

Europäische Plecopterenlarven



Capnia vidua
Chloroperla spec.



Leuctra spec.



Protonemura spec.

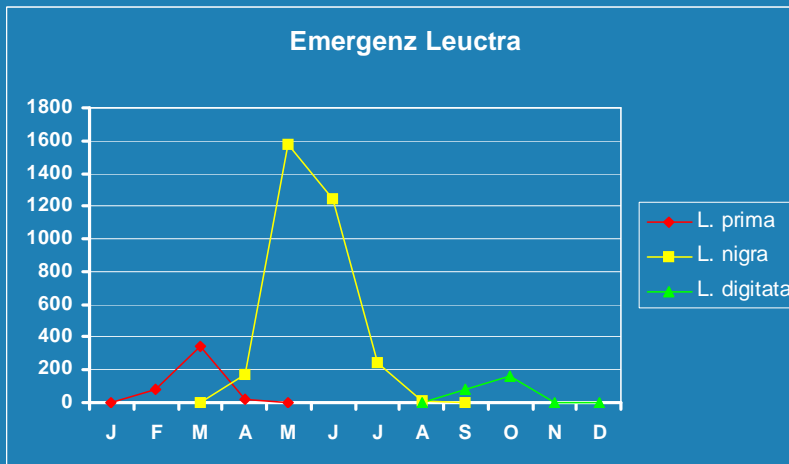
Ein guter Plecopterenbach



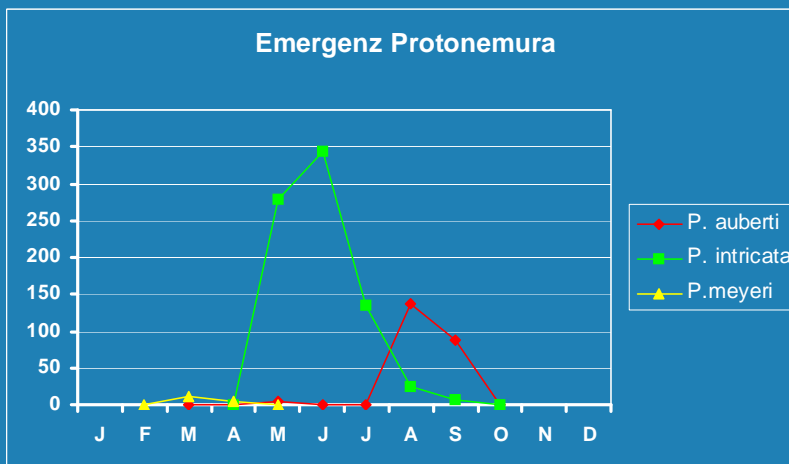
Ein sauberer Bach mit Laubeintrag, intaktem Ufer und Sonneneinstrahlung bietet auch *Perla*-Larven Platz.



Verteilung der Arten im Jahr

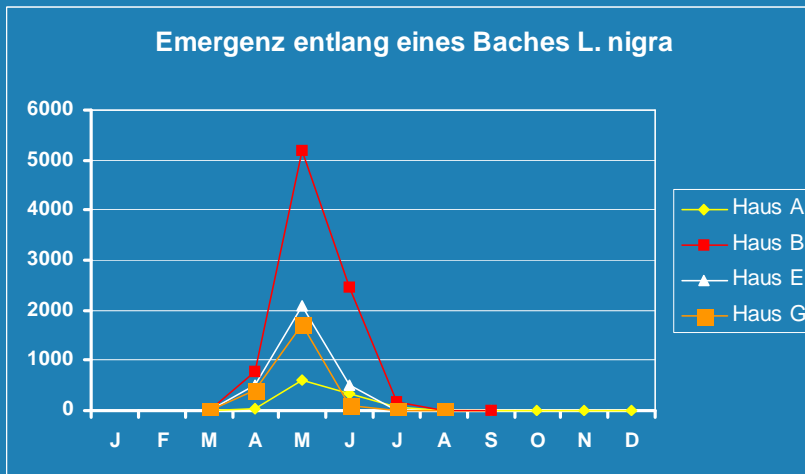


Arten der gleichen Gattung entwickeln sich derart, dass sie sich keine Konkurrenz machen.

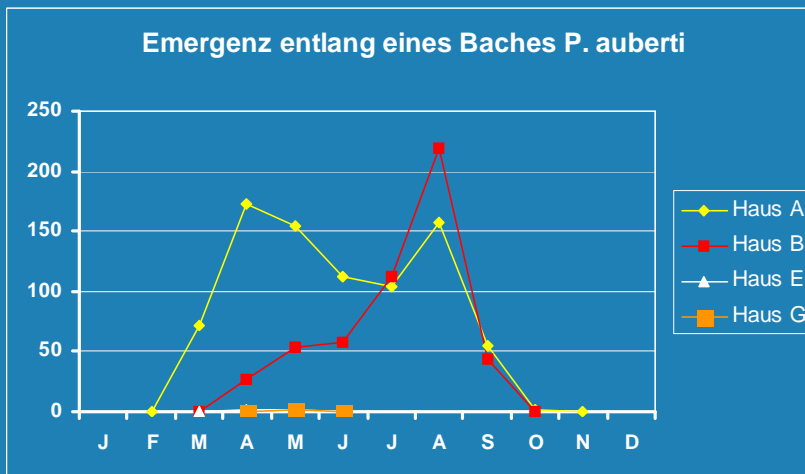


Ökologische Nischen werden nur einmal besetzt.

Schlupf entlang eines Baches



Der Schlupf von *Leuctra nigra* ist zeitlich gut synchronisiert



Im Quellabschnitt des Baches schlüpft *Protonemura auberti* eher und länger

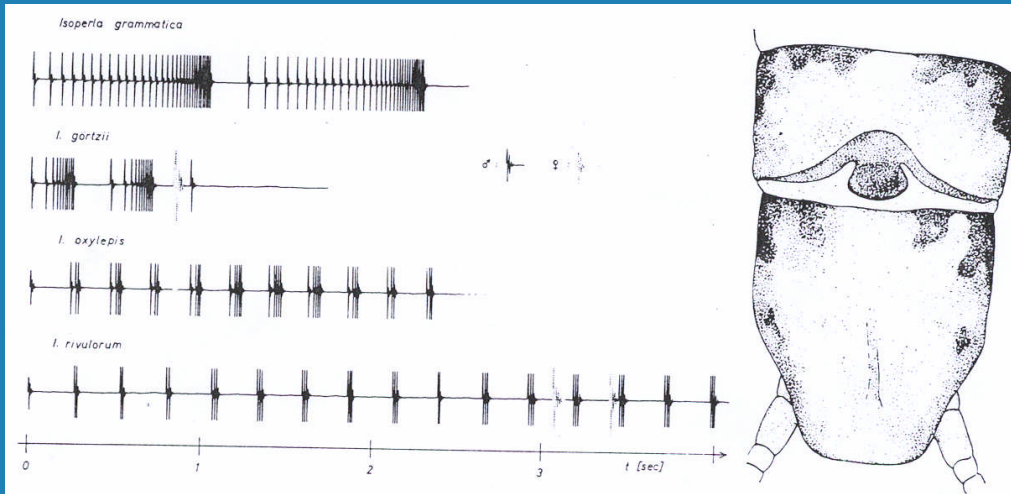
Die Paarung der Steinfliegen

Perlesta decipiens, with eggs

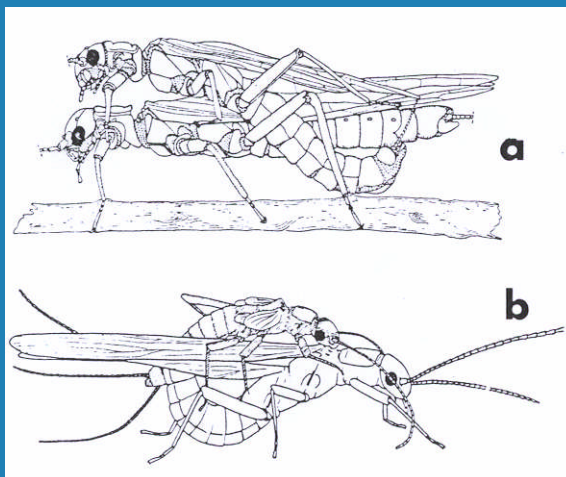


Die Paarung erfolgt auf dem Boden oder dem Uferbewuchs. Dem Paarungsakt geht oft das "**Trommeln**" der Männchen voraus. Durch Aufschlagen des Hinterleibes wird ein klopfendes Geräusch erzeugt, das alle 5-10 Sekunden wiederholt wird.

Geschlechterfindung und Kopula

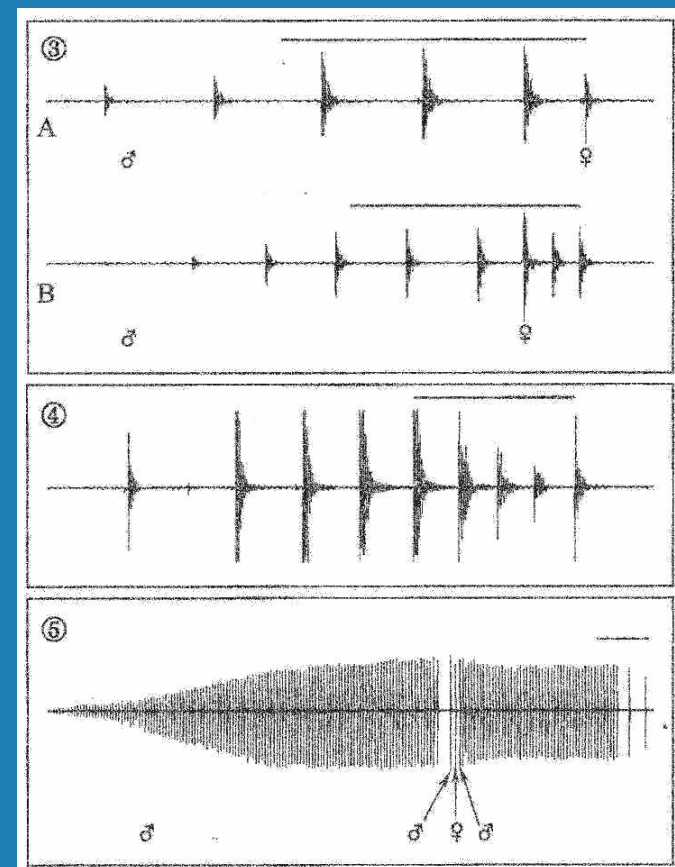
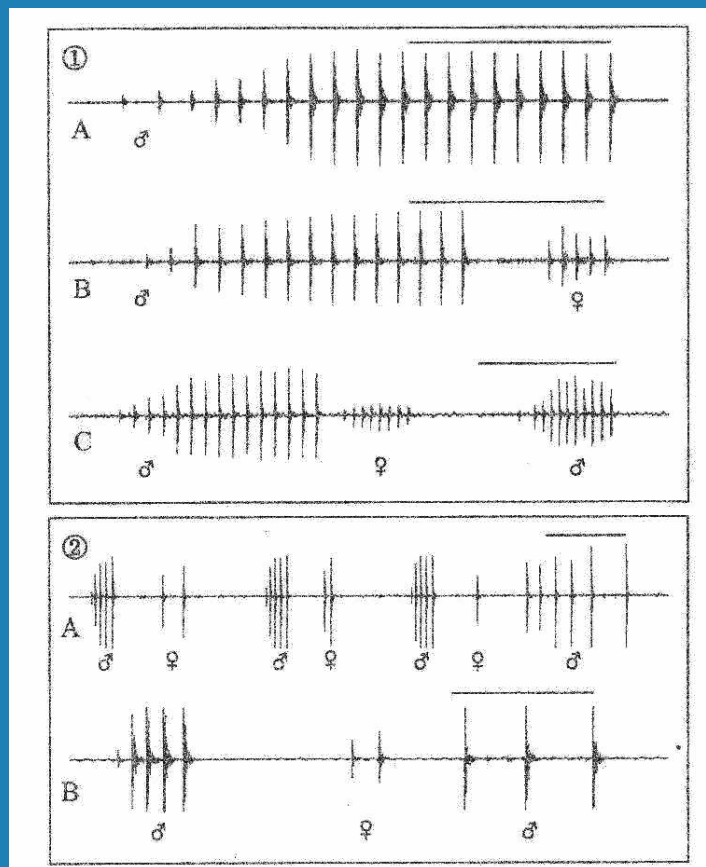


Verständigung durch
Trommelsignale
Oscillogramme
verschiedener
Arten



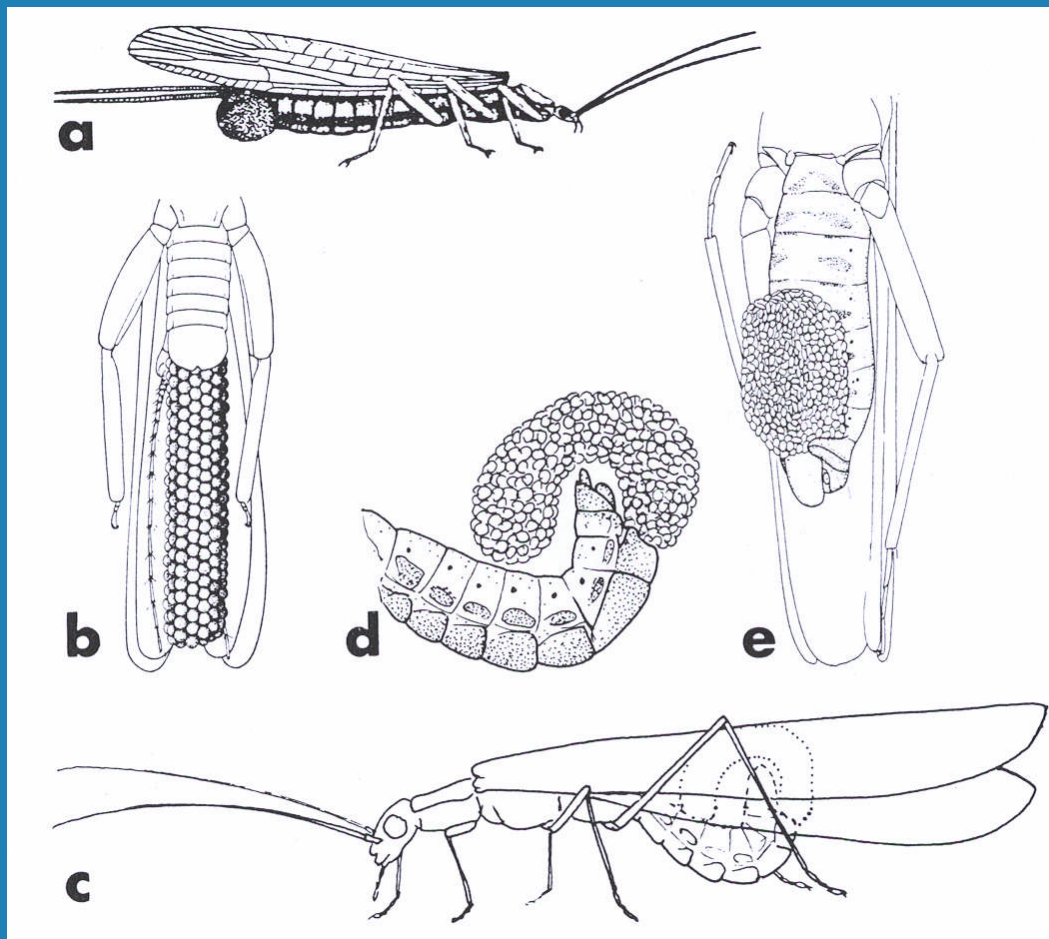
Kopula (a) bzw.
Verweigerung (b)

Plecoptera - Oszillagramme



Ein Frage- und Antwortspiel

Plecopterenweibchen mit Gelegen



A – *Perla* sp.

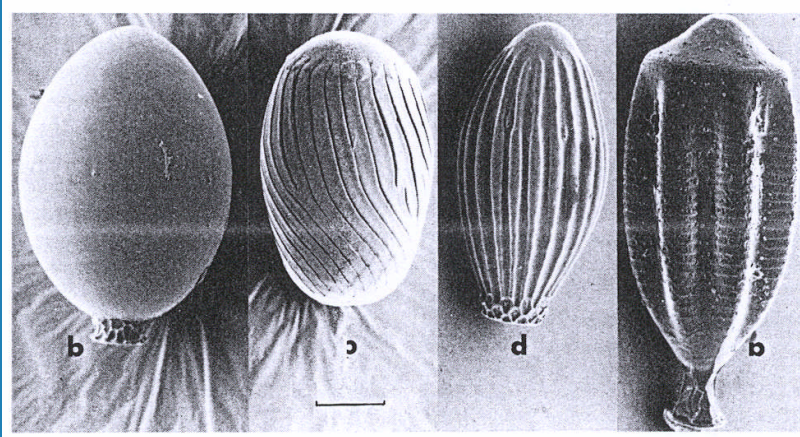
B – *Anacroneuria*

C, D –

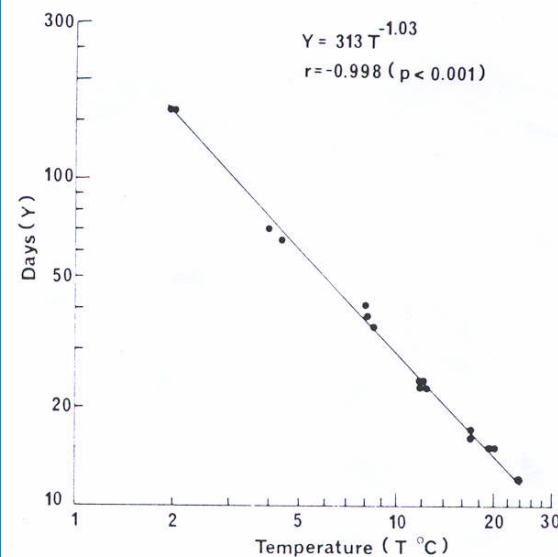
Leuctra nigra

E – *Brachyptera*
seticornis

Eier und Eientwicklung



Eier von *Neoperla* sp.,
N. conradti, *N.*
breodoana und *N.*
lujana (von links)



Die Eientwicklung ist
meist streng
temperaturabhängig

Plecoptera – Eiformen

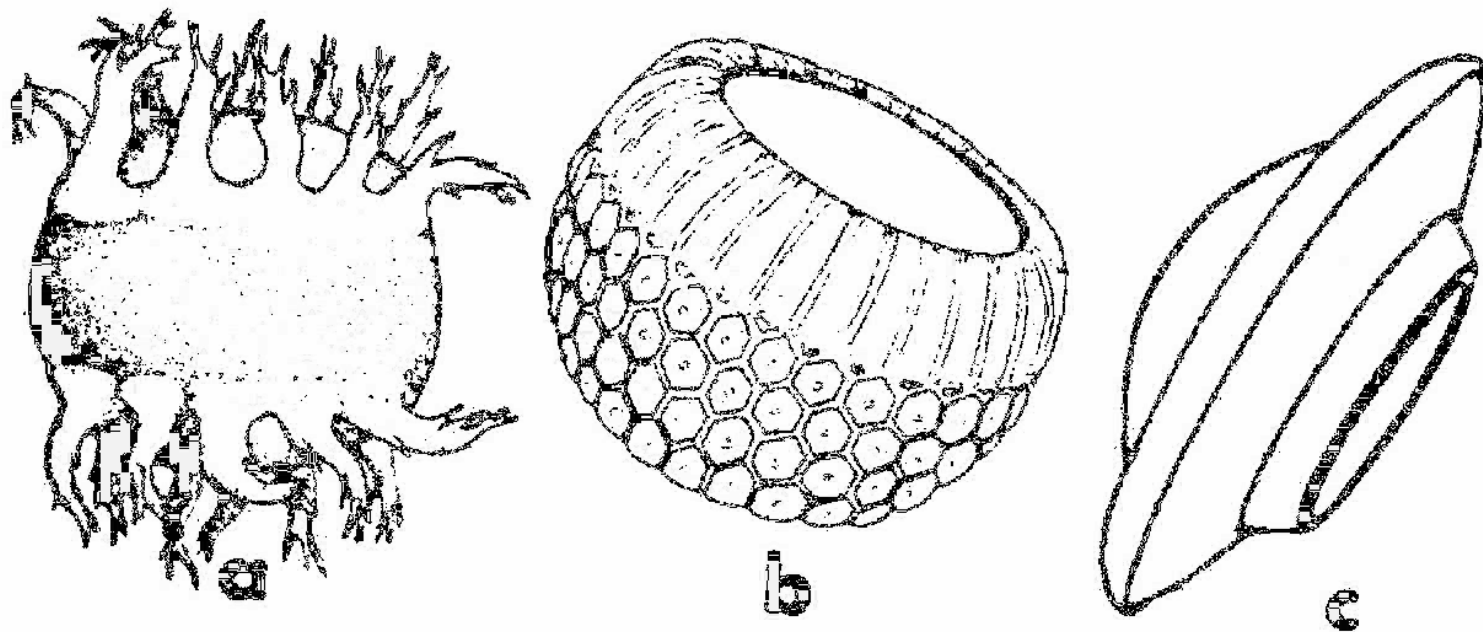
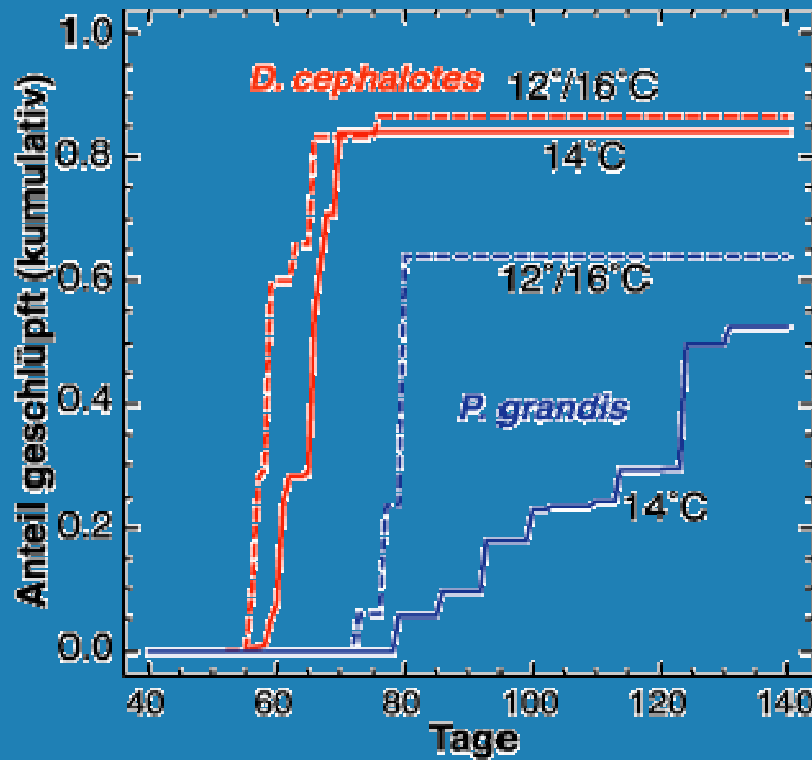


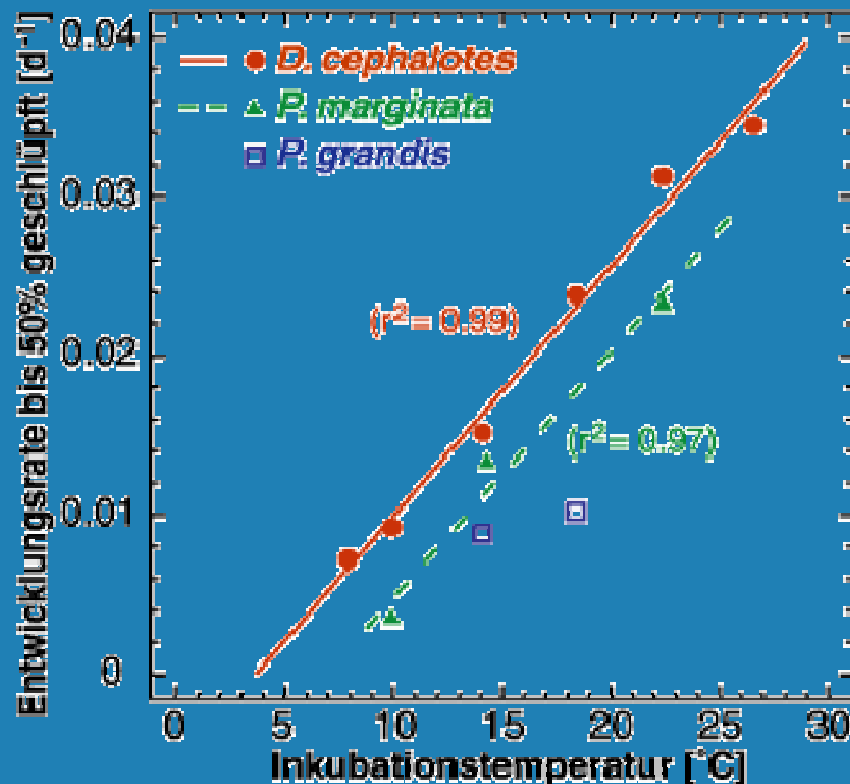
Fig. 60: Eier von Gripopterygidae. a, *Chilenoperla semitincta* [721]; b, *Ceratoperla fazi* [721]; c, *Riekoperla tuberculata*, beim Schlüpfen wird der flache Teil rechts abgesprengt [230].

Embryonalentwicklung - Schlupf



Die Entwicklungsdauer von Plecoptereeneiern sowie deren Schlupferfolg sind von der **Art** und den vorherrschenden **Umweltfaktoren** – hier **Temperatur** – abhängig.

Eientwicklung und Temperatur



Die Entwicklung der Eier von Plecopteren ist meist streng temperaturabhängig.

Diapause und andere ‚Ruhezustände‘ können verzögernd eingeschoben werden.

Embryogenese und Temperatur

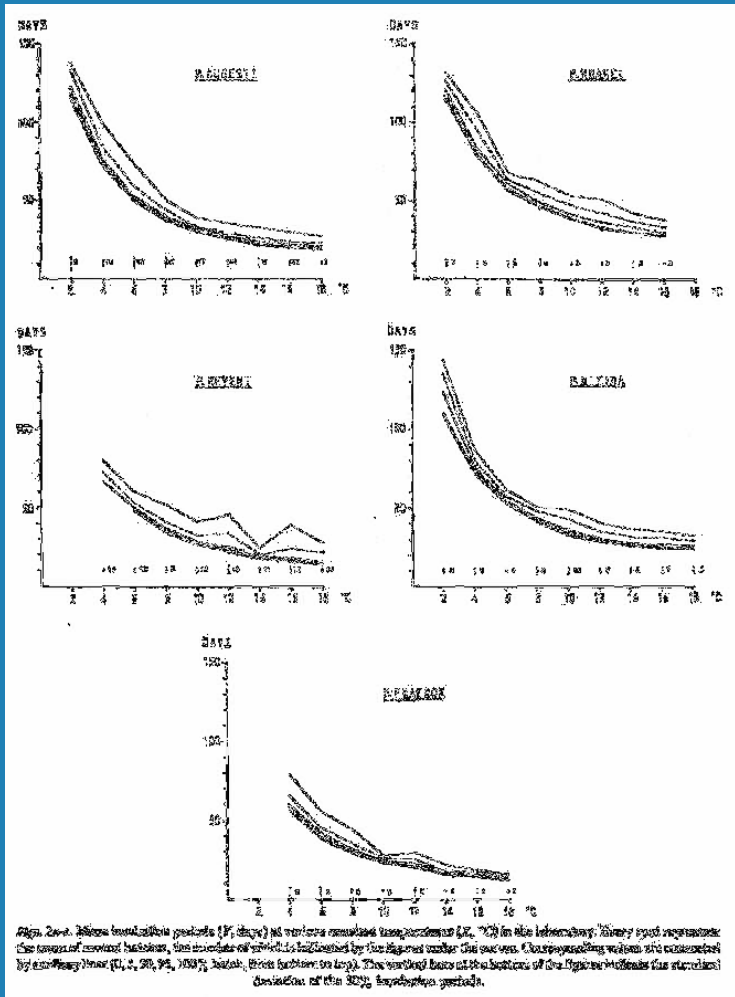


Fig. 2. - Relation between incubation periods (P, days) and various constant temperatures (T, °C) in the laboratory. Three eggs represent the average of several incubations; the standard deviation is indicated by the figures under the curves. Corresponding values are obtained by extrapolation (1, 2, 50, 95, 100% hatch, from bottom to top). The vertical bars at the bottom of the figure indicate the standard deviation of the 50% incubation periods.

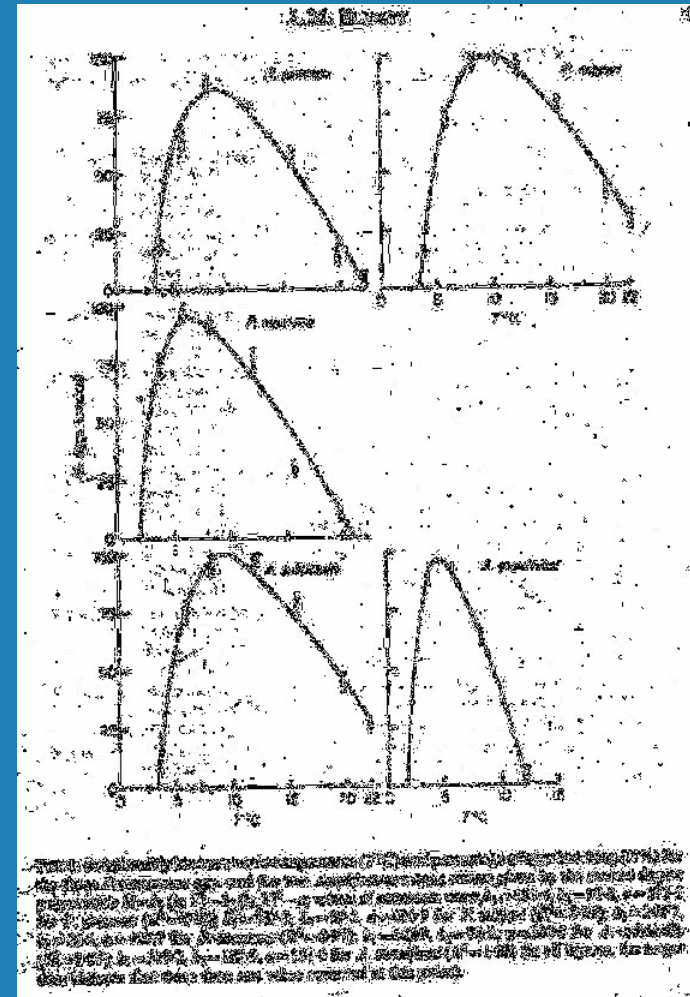


Fig. 3. - Relation between incubation periods (P, days) and various constant temperatures (T, °C) in the laboratory. Three eggs represent the average of several incubations; the standard deviation is indicated by the figures under the curves. Corresponding values are obtained by extrapolation (1, 2, 50, 95, 100% hatch, from bottom to top). The vertical bars at the bottom of the figure indicate the standard deviation of the 50% incubation periods.

Larvalentwicklung - Diapause

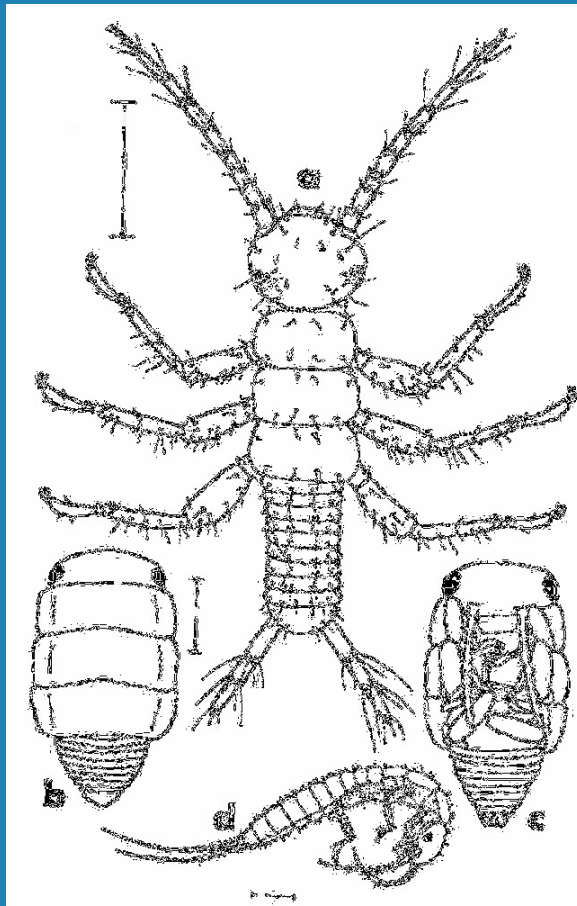
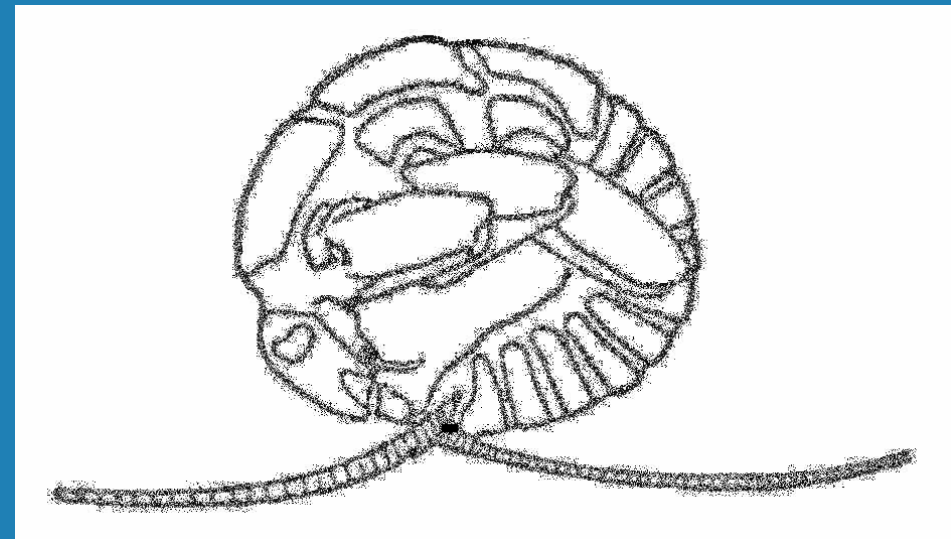
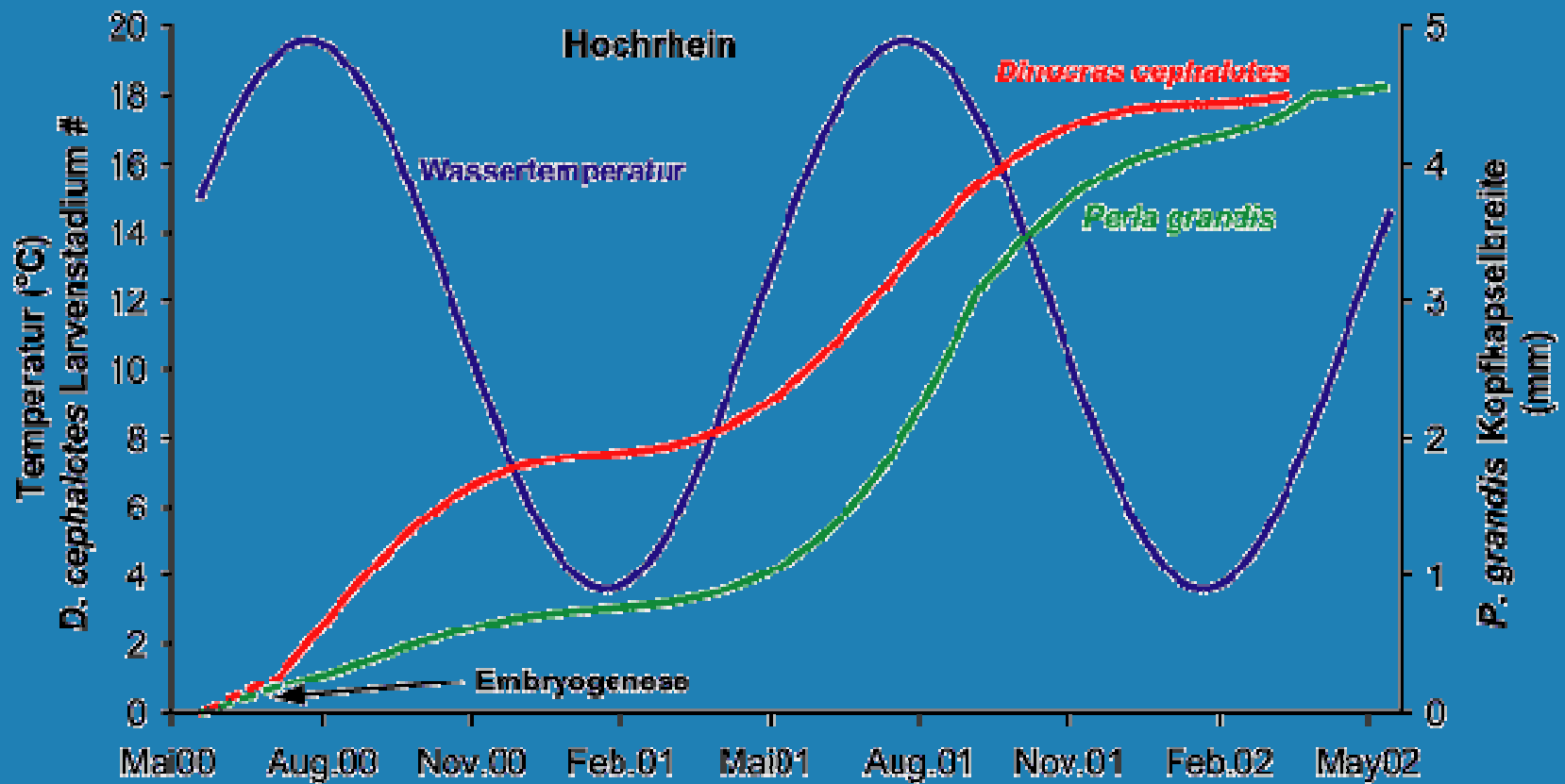


Fig. 70: *Tentopteryx hartzii*, a, Larve; b, c, diapausierende Larve; d, *Allochroa virgata*, diapausierende Larve; Maßstab 3,2 mm. a: (1851); b-d: (1882).

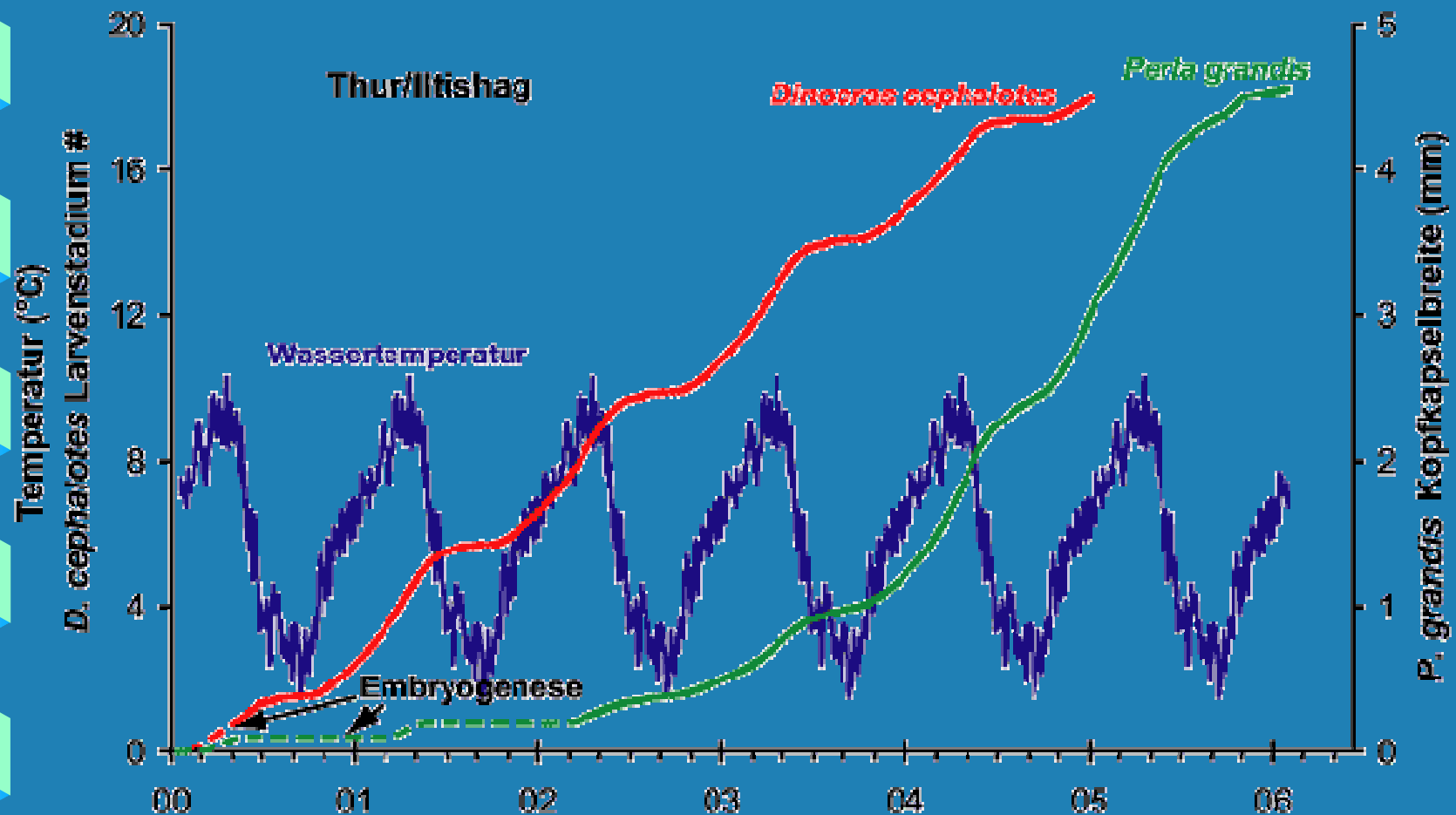


Larvale Diapause

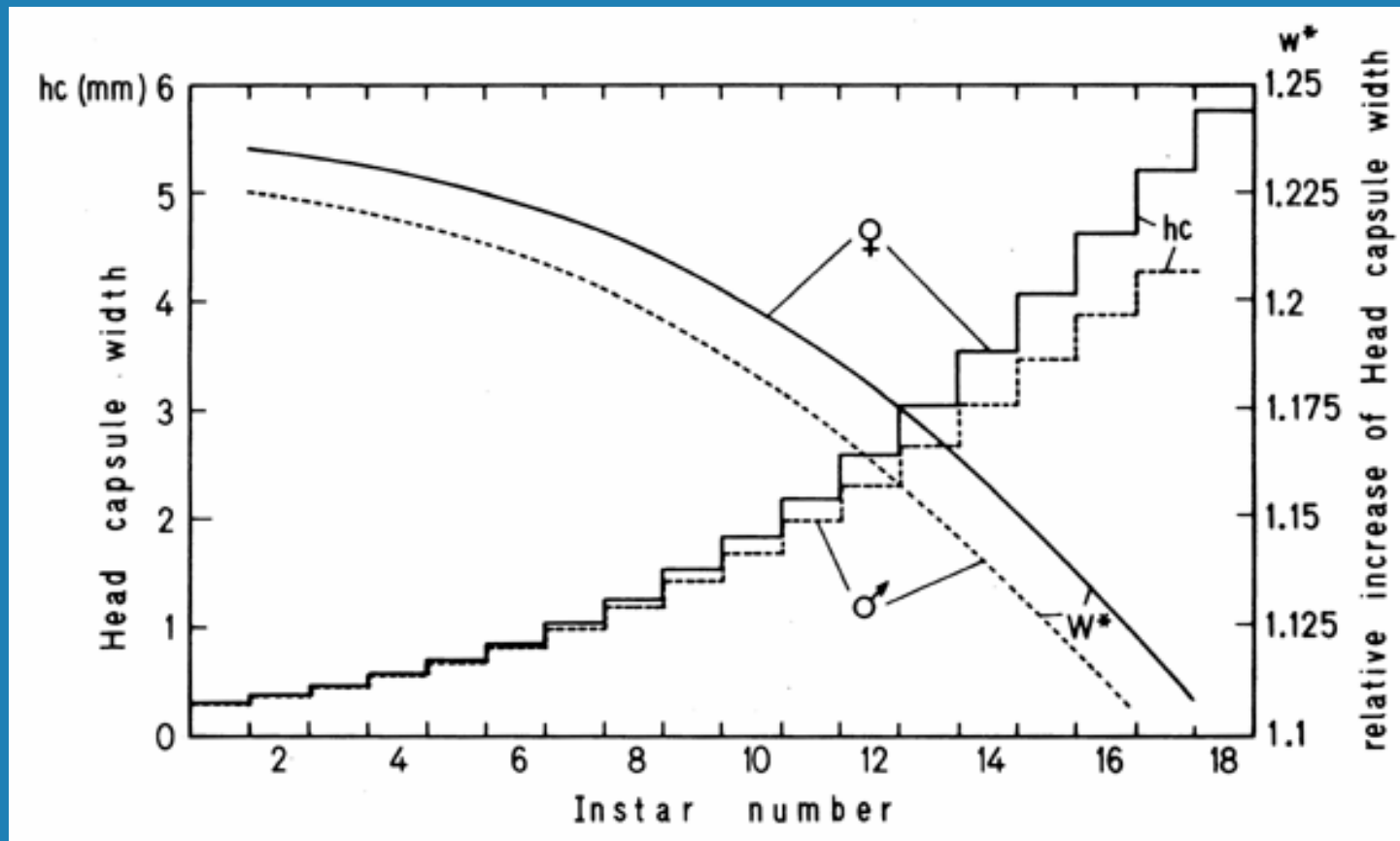
Entwicklung zweier Plecoptera



Entwicklung zweier Plecoptera



Das Wachstum der Plecoptera



Larvale Mundwerkzeuge

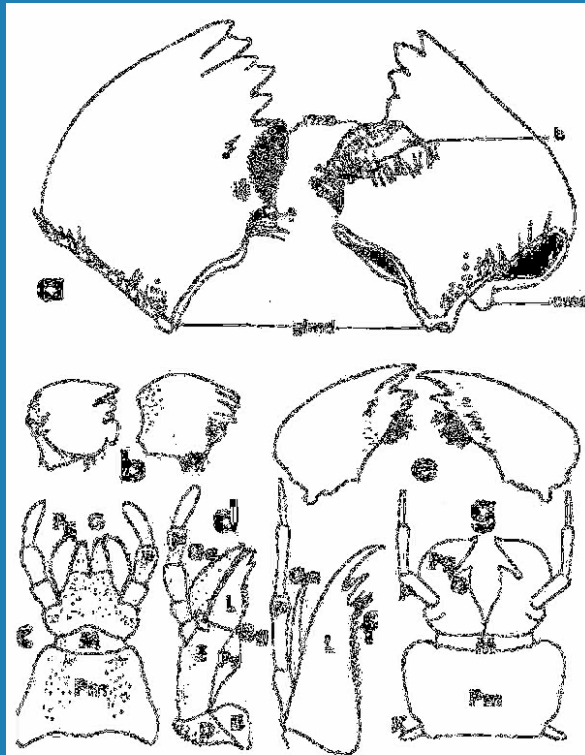


Fig. 25: Mundgliedmaßen phytophager (a-d) und räuberischer Larven (e-g). a. *Nematode cinctus*, Mandibeln daraus [440]. Mandibel (b), Labium (c) und Maxille I (c) von *Peronospora dorsalis* [95] und *Hesperoides colubrinus* (e-g) [145]. B: Basicarda; b: steiler Abfall der Mola zur Dorsal-seite; smd: Gelenkkopf; d: Disticarda; G: Glossa; Ga: Disticarda; gland: Gelenkkapsel; L: Lacinia; M: Mentum; P: Palpus; Pg: Puzosina; Pm: Postmentum; Pa: Parastipes; mo: Mola; S: Stipes.

Ernährungstypen:
Sammler – collector
Zerkleinerer – shredder
Räuber - predator
wenige Weider – grazer

Parasiten von Plecopteren

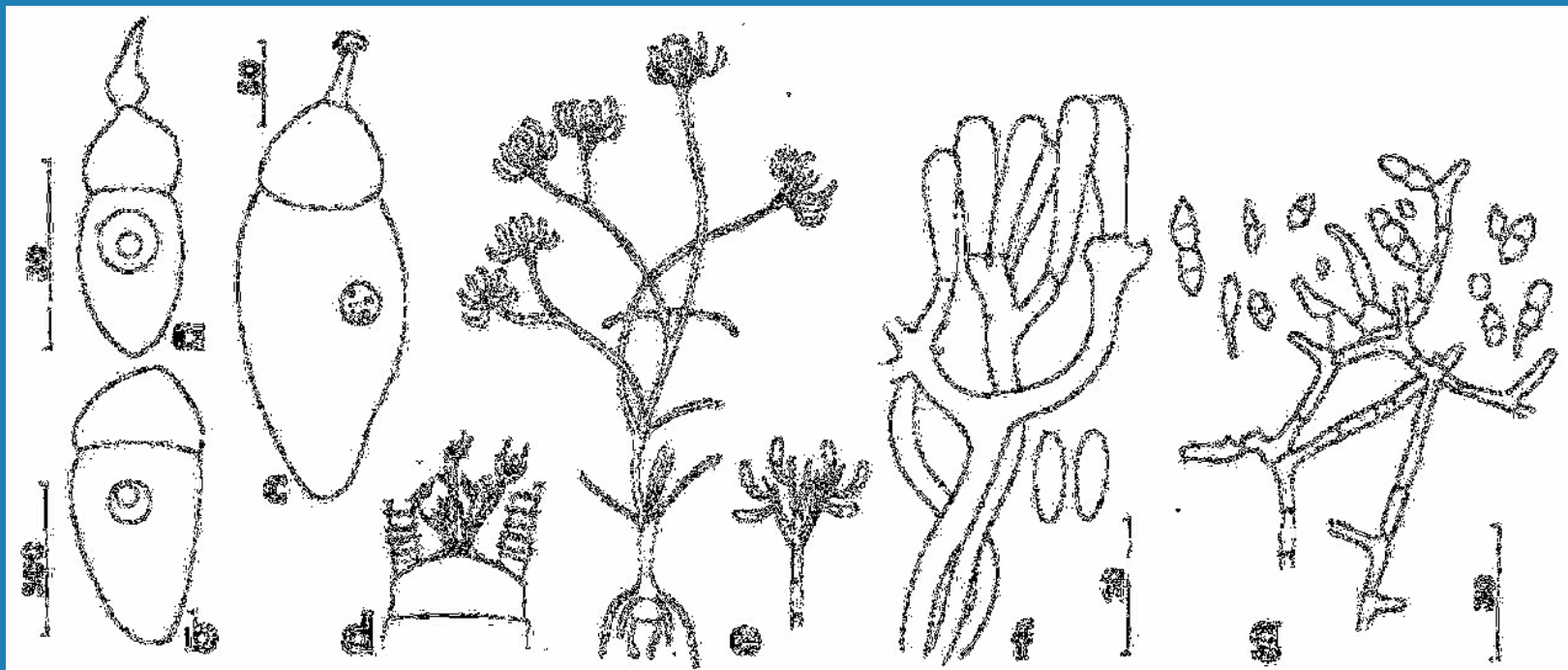
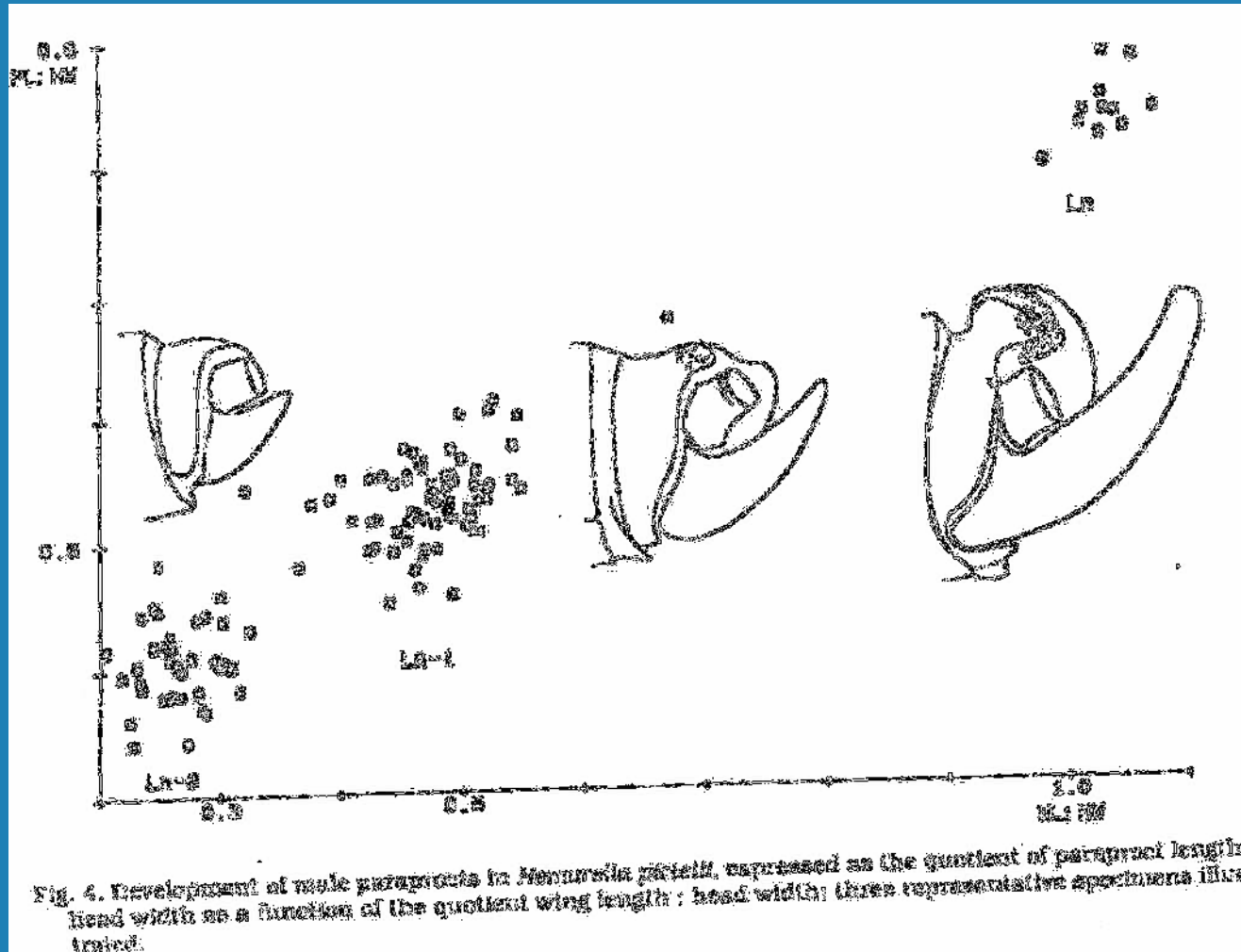


Fig. 23: Oogonidia (a–c) und Pilze (d–g) als Parasiten in Plecopteren. a, b, *Plecoptera nemora*, Oogonidium und Gamet; c, *Ascyrospora curvata*, Gamont [128]. d, Abdomenspitze einer *Leuctra*-Larve mit den vermutlichen Anstücken [164]. e, Habitus und Sporenstand von *Ophioidia curvata* (Trichomyces) aus dem Enddarm von Nematocidalarven [379]. f, g, Hyphen und Sporen zweier unbestimmter Pilze, aus toten Imagines von *Protonemura* spec., vgl. Text; Originals. Maße in Mikron.

Veränderungen in den letzten Larvenstadien



Veränderungen im letzten Larvenstadium

% AFDW/DW

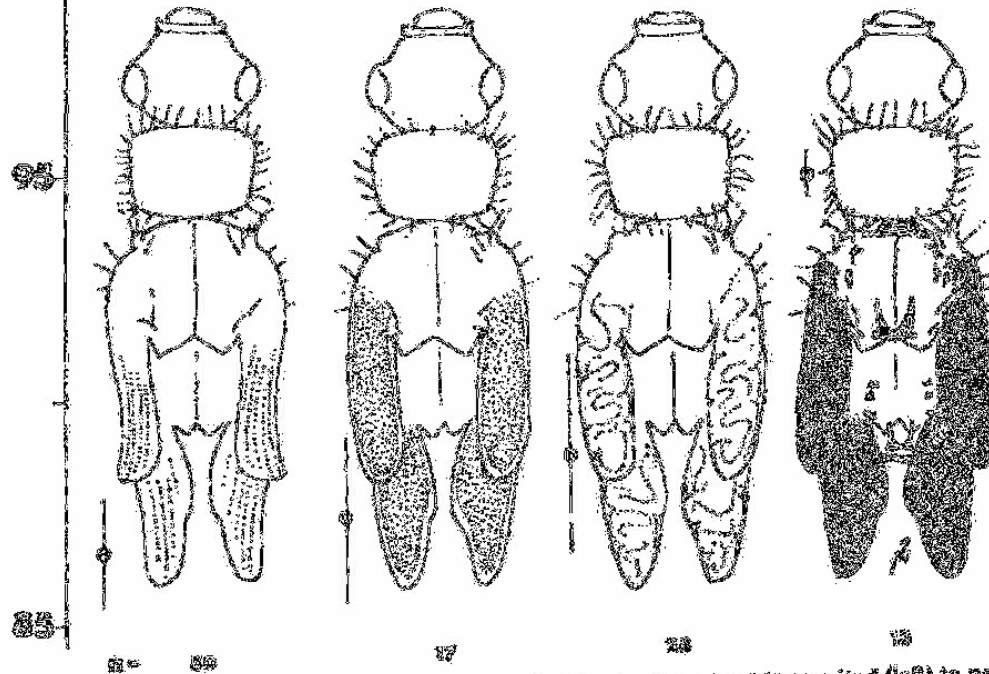


Fig. 5. *Leucobrycon grana*, morphological changes during the last instar from freshly moulted (left) to near adult emergence (right). The mean percentage of ash free dry weight of total dry weight is indicated, with 95% c.i. n is the number of specimens weighed.

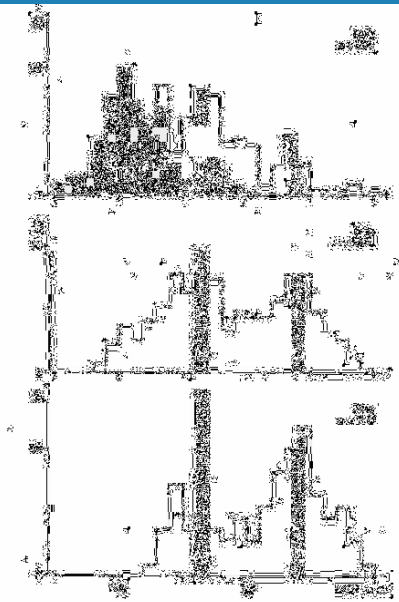


Fig. 6. Mean ash-free dry weight of total dry weight of *Leucobrycon grana* larvae at the final instar, 1954-55. n is the number of specimens weighed. The error bars represent the standard error of the mean (SEM). The percentage of ash-free dry weight of total dry weight is indicated on the left side of the chart. The x-axis represents the stage number (16, 17, 18, 19) and the y-axis represents the percentage of AFDW/DW (85 to 95). The chart shows a general increase in the percentage of AFDW/DW from stage 16 to stage 19, with a slight dip at stage 18.

Mundwerkzeuge der Adulten

Capnia lineata, head



Mundwerkzeuge der Adulten Plecopteren scheinen weniger spezialisiert, als die der Larven.

Insgesamt ist eine Reduzierung vieler Teile festzustellen, so dass nur wenig Nahrung aufgenommen wird.

Nahrungsaufnahme der Adulten

Leuctra ferruginea



Zealeuctra hitei



Bis vor kurzem nahm man an, dass erwachsene Plecopteren keine Nahrung – ausser Wassertropfen – aufnehmen.

Inzwischen kennt man zahlreiche Arten, die an Land z.B. Algen von Baumrinden abweiden.

Lebenszyklus - Ortsbewegung

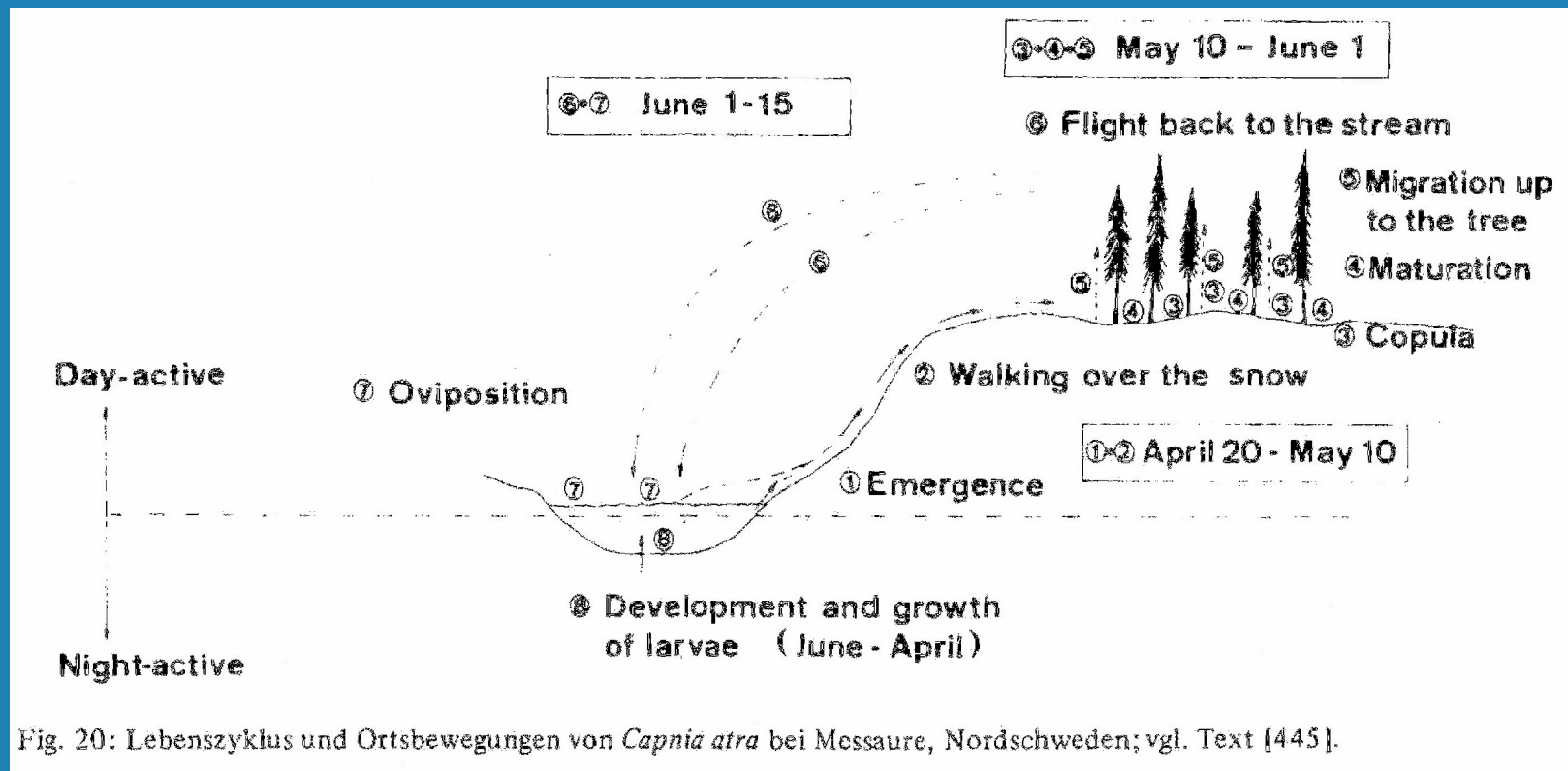


Fig. 20: Lebenszyklus und Ortsbewegungen von *Capnia atra* bei Messaure, Nordschweden; vgl. Text [445].

Plecopteren – Ovipositoren

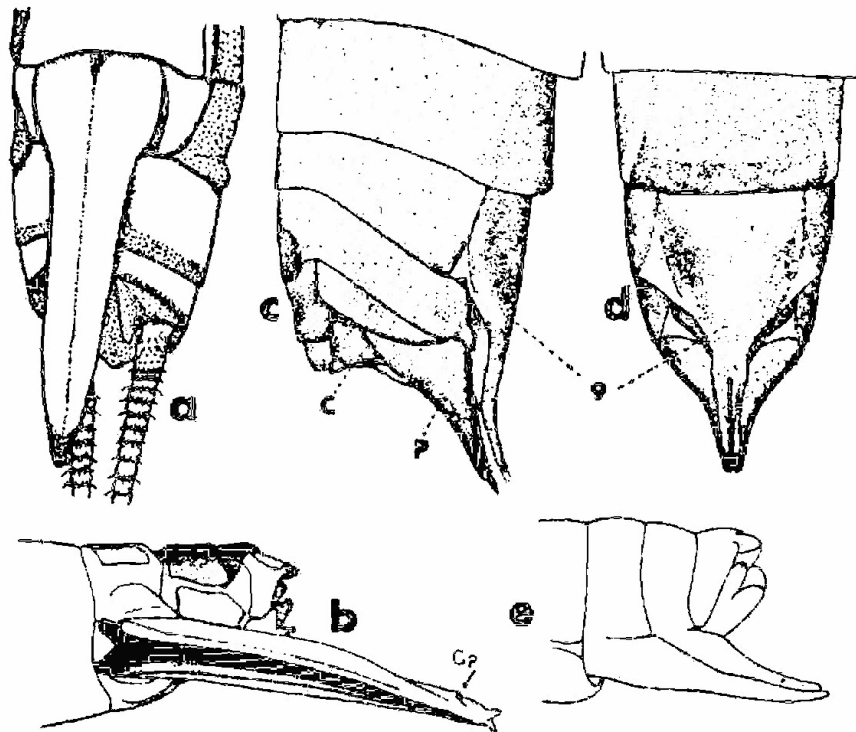


Fig. 59: Alternative Bauformen von Ovipositoren, vgl. Text.
a, *Vesicaperla substirpes* [400]; b, *Neofulla areolata* [254];
c, d, *Aphanicercopsis amatolae* [33]; e, *Megaleuctra compli-*
cata [721]. C: Cercus; Gp: Gonoporus; P: Paraproct; 9:
Sternum 9.



Pteronarcys sechellina, P. Zwick 2002



Thaumatoperla alpina (SO-Australien)

Thaumatoperla flaveola





Thaumatoperla robusta (Victoria)

Eustenia venosa (Victoria)

