

Morphologische Studien an den Eiern der Eintagsfliegen (Ephemeroptera) aus der Emergenz des zentralafrikanischen Bergbaches Kalengo

JENS-PETER KOPELKE

Zoologisches Institut der Universität, Olshausenstr. 40-60, D-2300 Kiel 1

Morphological studies on the eggs of mayflies (Ephemeroptera) emerging from Kalengo, a mountain stream in Central Africa - The morphology of the egg shell of 14 Ephemeroptera species from the mountain stream Kalengo in Central Africa has been investigated using a scanning electron microscope. Useful taxonomic characters were identified; these may be used in addition to morphology of male genitalia for species separation in this order.

Bei einer ganzen Reihe von Insekten weisen die Eier artspezifische Strukturen auf und bieten dadurch - sofern sie noch nicht abgelegt sind - die Möglichkeit, auch die im allgemeinen schwer bestimmmbaren ♀♀ sicher zu diagnostizieren. Beispiele bieten die Plecoptera (KNIGHT *et al.*, 1965a, b; ZWICK, 1976), Orthoptera (ONSAGER & MULKERN, 1963), Heteroptera (SOUTHWOOD, 1956; COBBEN, 1968) und Culicidae (ROSS & HORSFALL, 1965). Auch für die Ephemeroptera liegen bereits mehrere Studien vor (BENGTSSON, 1913; MORGAN, 1913; SMITH, 1935; DEGRANGE, 1956, 1960; BOGOESCU & TABACARU, 1966; KOSS, 1968; KOSS & EDMUNDS, 1974). Letztere werden ergänzt durch die vorliegende Bearbeitung der Eier mehrerer zentralafrikanischer Ephemeropteren-Arten. Dabei werden die Eistrukturen mit einem Raster-Elektronenmikroskop (Cambridge, Stereoscan S 4-10) erfasst. Zu diesem Zweck wurden die dafür angefertigten Ei-Präparate nach der «critical-point»-Methode über Frigen 11 und CO₂ getrocknet.

Das Ephemeropteren-Material stammt aus einem umfangreichen Emergenzprogramm an dem zentralafrikanischen Bergbach Kalengo (vgl. BÖTTGER, 1975). Die taxonomische sowie ökologische Bearbeitung des Materials erfolgt an anderer Stelle (KOPELKE, 1979 u. im Druck).

Dank gilt Herrn Prof. Dr. K. BÖTTGER (Zool. Inst. d. Univ. Kiel) für die Überlassung des umfangreichen Tiermaterials und hilfreiche Betreuung der Arbeit. Herrn H.-P. DREYER danke ich für die Hilfe am REM.

MORPHOLOGIE DER EISTRUKTUREN

Ganz allgemein lassen sich an den Eiern der Ephemeroptera unterscheiden:

- Vorrichtungen, die vermutlich der Anheftung dienen. Sie sind in ihrer Gestalt sehr variabel; mitunter auch ganz fehlend.
- Mikropylen; bei einzelnen Arten fehlend.
- Chorion-Grundstruktur; zeigt bei den einzelnen Arten ein sehr unterschiedliches Muster.

Die Mikropylen der Ephemeroptera-Eier bestehen nach KOSS & EDMUNDS (1974) aus einem vorderen, als «sperm guide», und einem hinteren, als «micro-

pylar canal», bezeichneten Abschnitt. «The sperm guide is a chorionic depression and/or a suprachorionic void or depression that leads to and presumably aids in directing sperm to the micropylar canal... The micropylar canal is a tunnel-like passage leading from the sperm guide, through the chorion, and into the egg; it may terminate at the inner surface of the chorion, or continue into the egg for a short distance.»

Im Folgenden wird die Eimorphologie von 14 Ephemeropteren-Arten aus der Kalengo-Emergenz beschrieben.

Baëtidae

Baëtis kalengoensis spec. nov. (Abb. 1-3)

Eier länglich-oval. Besondere Vorrichtungen zur vermutlichen Anheftung fehlen. Chorion mit 2 unterschiedlichen Strukturbereichen: der grösste Teil und damit die Grundstruktur des Eies ist grossporig. Im Äquatorialbereich befindet

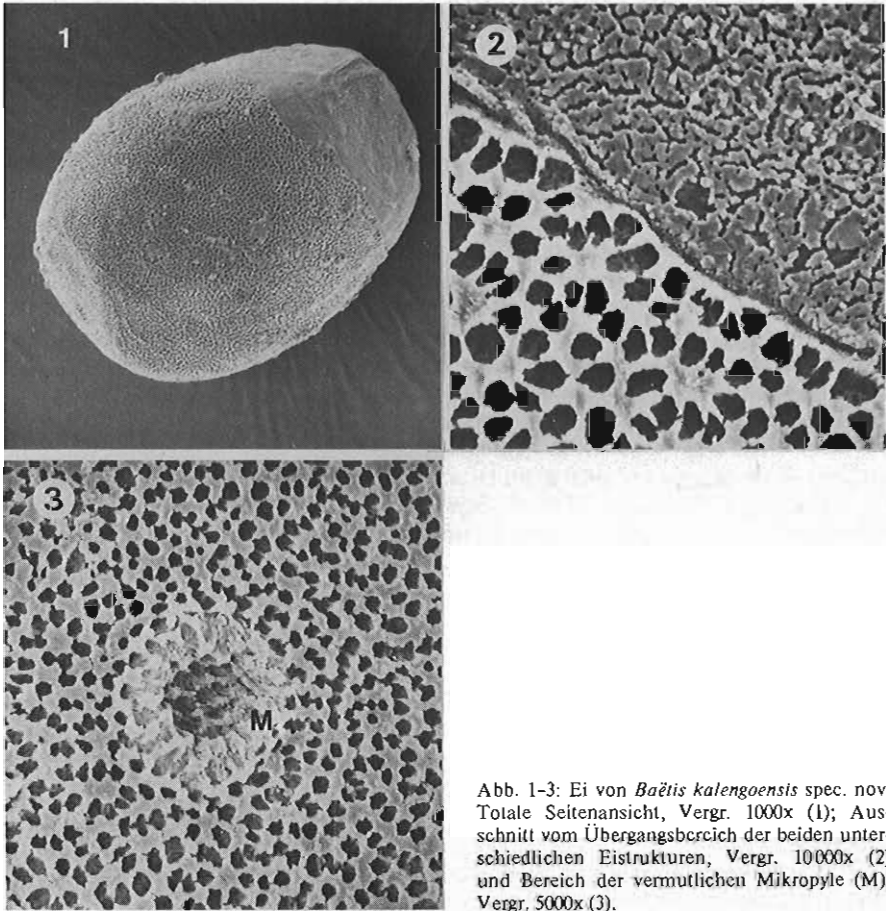


Abb. 1-3: Ei von *Baëtis kalengoensis* spec. nov. Totale Seitenansicht, Vergr. 1000x (1); Ausschnitt vom Übergangsbereich der beiden unterschiedlichen Eistrukturen, Vergr. 10000x (2) und Bereich der vermutlichen Mikropyle (M), Vergr. 5000x (3).

sich hier ein einzelner, allerdings nicht bei allen Eiern von *B. kalengoensis* sichtbarer Krater, der möglicherweise eine Mikropyle (Abschnitt «sperm guide») darstellt (Abb. 3, M). Der andere Bereich bedeckt nur den einen Pol des Eies und ist von der Chorion-Grundstruktur deutlich abgegrenzt. Auf diesem Eipol sind unregelmässige Gebilde festzustellen, die z. T. das Aussehen kleiner, sich verzweigender und mit zackigen Rändern versehener Kanäle besitzen.

Baëtis permultus spec. nov. (Abb. 4-5)

Eier ebenfalls länglich-oval. Vorrichtungen zur möglichen Anheftung fehlen. Chorion gleichmässig strukturiert über gesamte Oberfläche. Diese Grundstruktur setzt sich aus zahlreichen kleinen und nahezu tellerförmigen Gebilden zusammen. Diese «Teller» sind mit vielen ringförmig angeordneten Lamellen versehen. Einzelne «Teller» besitzen ausserdem zentral gelegene, leicht erhabene Gebilde mit z. T. rauher Oberfläche. Diese Bildungen sind gleichmässig über die gesamte Oberfläche des Chorion verstreut. Etwa am Äquator des Eies befindet sich eine kreisrunde, bei allen untersuchten Eiern zu beobachtende Öffnung. Vermutlich handelt es sich auch hier um den vorderen, erweiterten Abschnitt einer Mikropyle (M).

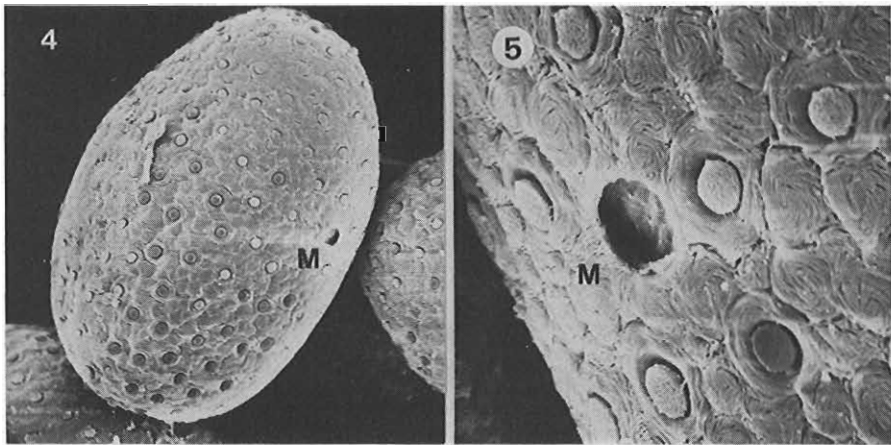


Abb. 4 und 5: Ei von *Baëtis permultus* spec. nov. Totale Seitenansicht, Vergr. 1000x (4) und Bereich der vermutlichen Mikropyle (M), Vergr. 5000x (5).

Baëtis monikae spec. nov. (Abb. 6-7)

Eier ebenfalls länglich, jedoch an den beiden Polen fast kantig. Das Chorion ist nicht gleichmässig gewölbt, sondern an verschiedenen Stellen mit mehr oder weniger deutlichen Vertiefungen versehen. Ob diese Unebenheiten Artefakte (Folgen des für die REM-Untersuchungen notwendigen Trocknungsprozesses) darstellen, ist unklar. Chorion mit relativ homogener, feinporiger Grundstruktur. Daneben lassen sich über die gesamte Oberfläche gleichmässig verstreute, etwas erhabene und z. T. spitze Gebilde feststellen. Vor allem Bereiche der Eipole mit

mehreren kreisrunden Vertiefungen. Vermutlich handelt es sich dabei um die «sperm guides» der Mikropylen (M).

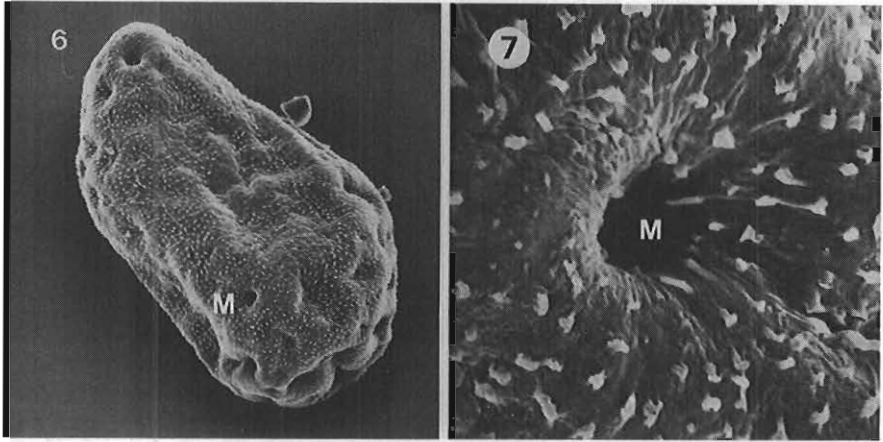


Abb. 6 und 7: Ei von *Baëtis monikae* spec. nov. Totale Seitenansicht, Vergr. 1000x (6) und Bereich der vermutlichen Mikropyle (M), Vergr. 6700x (7).

Baëtis insolitus spec. nov. (Abb. 8-9)

Eier länglich-oval. Chorion mit einzelnen stärkeren Wölbungen, die vielleicht wiederum Artefakte bedeuten; ausserdem mit relativ gleichmässig strukturierter Oberfläche, die aus dicht aneinanderliegenden und z. T. miteinander verflochtenen, winzigen Falten besteht. Ausserdem sind auf dem Chorion zahlreiche deutlich eingesenkte Poren festzustellen, die unregelmässig über die gesamte Oberfläche verteilt sind. Vermutlich handelt es sich wieder um «sperm guides» von Mikropylen (M).

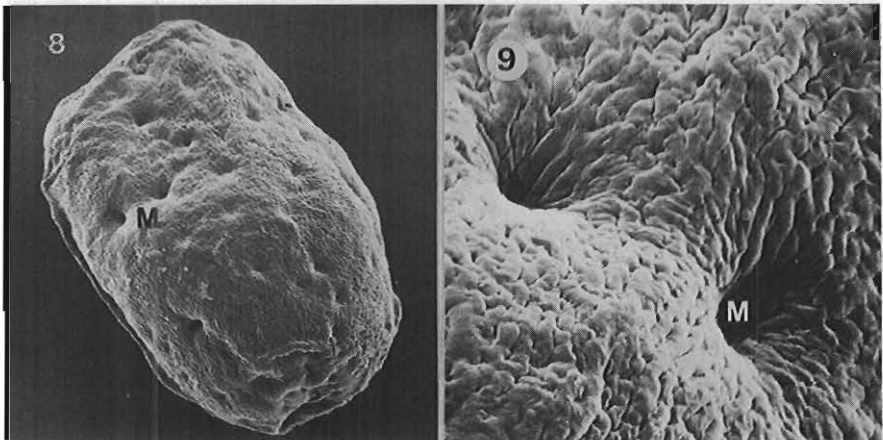


Abb. 8 und 9: Ei von *Baëtis insolitus* spec. nov. Totale Seitenansicht, Vergr. 1000x (8) und Bereich der vermutlichen Mikropyle (M), Vergr. 5000x (9).

Centroptilum boettgeri spec. nov. (Abb. 10-11)

Eier länglich-oval mit gleichmässig strukturiertem Chorion, das hier ein z. T. unterschiedlich dichtes Flechtwerk kleiner und relativ kantiger Falten aufweist. In verschiedenen Bereichen erscheint dieses Flechtwerk allerdings etwas aufgelockerter und lückenhafter (Abb. 11). Mikropylen liessen sich nicht feststellen.

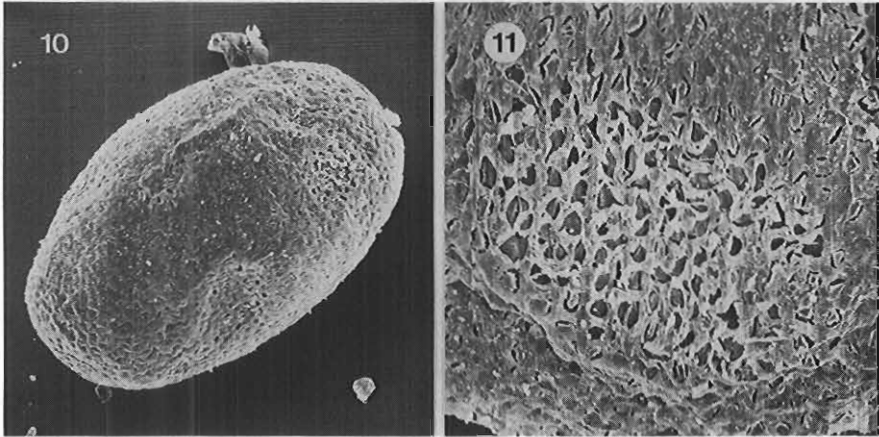
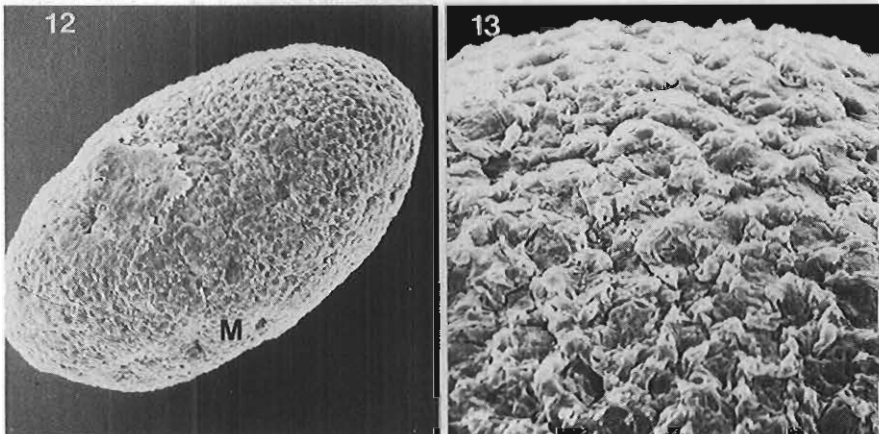


Abb. 10 und 11: Ei von *Centroptilum boettgeri* spec. nov. Totale Seitenansicht, Vergr. 760x (10) und Ausschnitt aus der Oberfläche, Vergr. 2000x (11).

Centroptilum badium spec. nov. (Abb. 12-14)

Eier länglich-oval und ebenfalls mit relativ gleichmässig strukturiertem Chorion. Die Chorionstruktur besteht im einzelnen aus kleinen, nahezu schuppig angeordneten Falten, die ihrerseits noch stark aufgerauht sind. Am Äquator des Eies lassen sich einzelne deutlich sichtbare Vertiefungen mit Poren feststellen (vermutlich «sperm guides» von Mikropylen [M]).



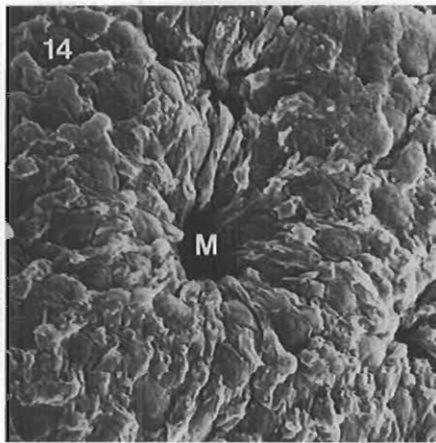


Abb. 12-14: Ei von *Centroptilum badium* spec. nov. Totale Seitenansicht, Vergr. 940x (12), Ausschnitt aus der Oberfläche, Vergr. 5000x (13) und Bereich der vermutlichen Mikropyle (M), Vergr. 5250x (14).

Centroptilum montanum KIMMINS (1960) (Abb. 15-16)

Eier länglich-oval und mit auffälligem Chorionmuster. Dieses besteht vor allem aus einer deutlich hervortretenden, wabenähnlichen Struktur, deren einzelne Waben jedoch mehr oder weniger starke Unregelmässigkeiten in ihrer Form erkennen lassen. An den Polregionen kleine, jedoch deutlich sichtbare Vertiefungen vorhanden, die jeweils mit einem Porus versehen sind. Dabei handelt es sich möglicherweise wieder um «sperm guides» der Mikropyle (M).

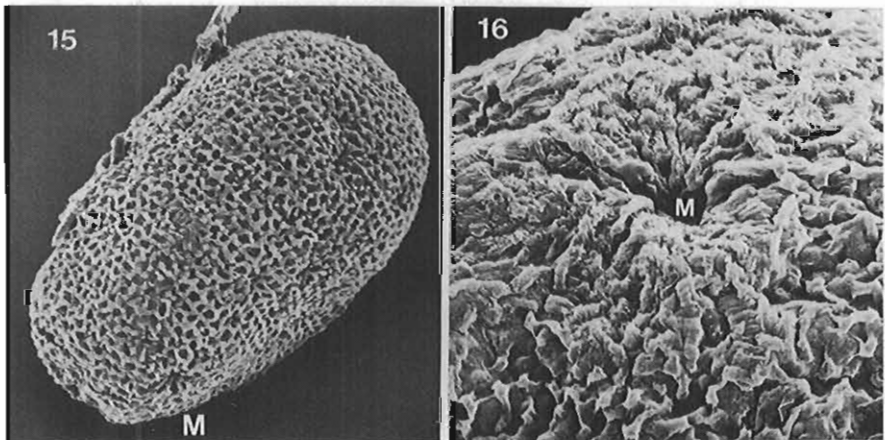


Abb. 15 und 16: Ei von *Centroptilum montanum* KIMMINS (1960). Totale Seitenansicht, Vergr. 1000x (15) und Bereich der vermutlichen Mikropyle (M), Vergr. 3000x (16).

Cloëon permirum spec. nov. (Abb. 17-18)

Eier länglich-oval mit homogener Chorion-Oberfläche, die aus einer stark aufgerauhten, mit winzigen Rissen und Spalten versehenen Struktur besteht. Strukturen, die auf Mikropyle schliessen lassen, wurden nicht festgestellt.

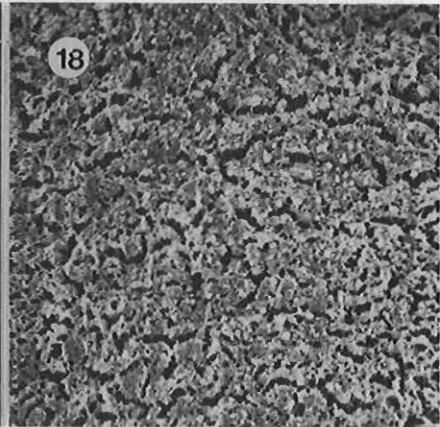
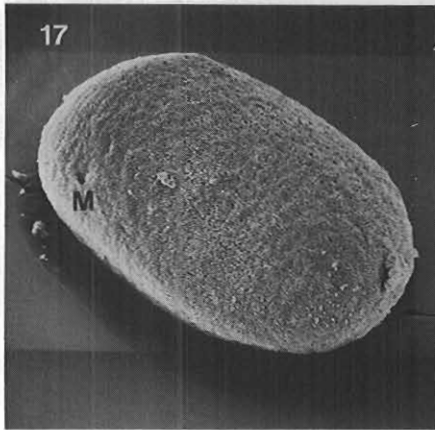


Abb. 17 und 18: Ei von *Cloëon permirum* spec. nov. Totale Seitenansicht, Vergr. 785x (17) und Ausschnitt aus der Oberfläche, Vergr. 5000x (18).

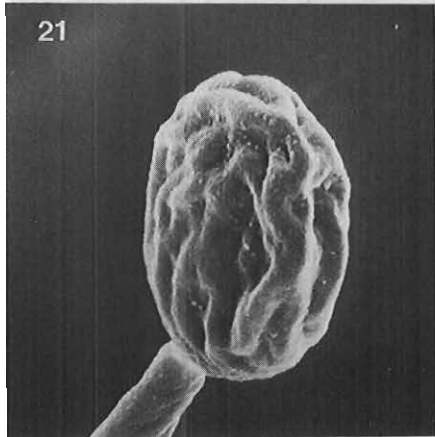
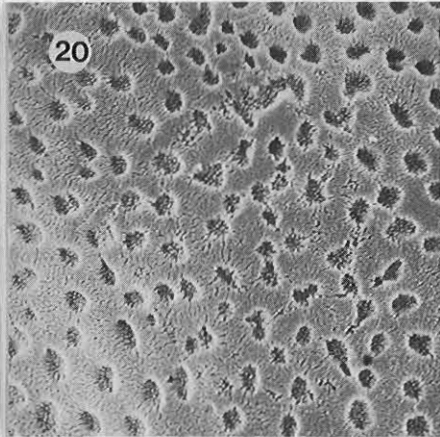
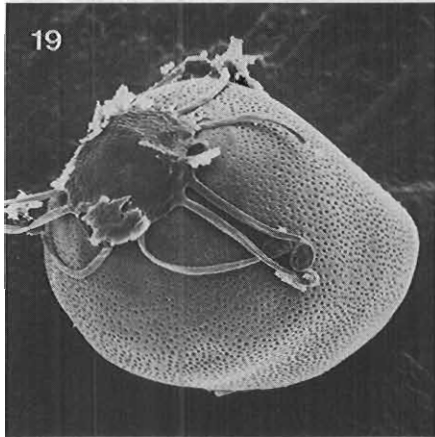


Abb. 19-21: Ei von *Pseudocloëon tenuicrinum* spec. nov. Polansicht mit vermutlichen Anheftungsstrukturen, Vergr. 800x (19), Ausschnitt aus der Oberfläche, Vergr. 5000x (20) und Endkolben eines Schlauches der vermutlichen Anheftungsvorrichtung, Vergr. 9500x (21).

Pseudocloëon tenuicrinium spec. nov. (Abb. 19–21)

Eier länglich-oval. Chorion mit weitgehend einheitlichen Strukturen, bestehend aus gleichmässig verteilten, dunklen, etwa kreisrunden und sehr kleinen Makeln. Letztere liegen leicht eingesenkt und weisen eine z.T. warzige Grundfläche auf. Von diesen Makeln gehen mehr oder weniger strahlenförmig winzige, dicht aneinanderliegende Risse ab.

Die Eier zeigen zusätzlich nur an einem Pol feststellbare Vorrichtungen, die vermutlich der Anheftung dienen. Diese Vorrichtungen bestehen aus einer grösseren, runden Kappe, an deren äusserem Rand etwa 12–14 längere Schläuche ansetzen. Die Enden dieser Schläuche sind jeweils mit einem grösseren Endkolben versehen, der zahlreiche z.T. deutlich hervortretende, längsverlaufende Falten aufweist (Abb. 21).

Strukturen, die auf Mikropylen schliessen lassen, sind an den Eiern nicht zu bemerken.

Leptophlebiidae

Adenophlebia infuscata NAVAS (Abb. 22–23)

Eier länglich-oval. Chorion mit homogener Struktur aus runden, etwas erhabenen Einzelplatten, die eine aufgeraute Oberfläche besitzen. Median wird hier eine kleinere, glattere Innenfläche durch einen teilweise unterbrochenen Ringkanal deutlich abgegrenzt. Spalte zwischen den Einzelplatten mit zahlreichen, strahlenförmig verlaufenden, etwas tiefer liegenden Falten. Strukturen, die auf Mikropylen deuten, fehlen.

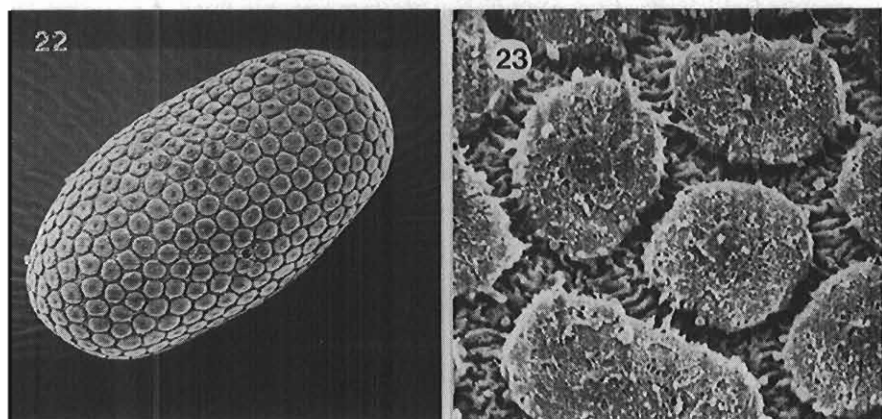


Abb. 22 und 23: Ei von *Adenophlebia infuscata* NAVAS (1936). Totale Seitenansicht, Vergr. 650x (22) und Ausschnitt aus der Oberfläche, Vergr. 5000x (23).

Choroterpes (Euthraulius) magnaculeata spec. nov. (Abb.24-25)

Eier langgestreckt, oval. Chorion mit gleichmässiger Struktur, bestehend aus nebeneinander liegenden, rosettenähnlichen Gebilden. Dabei werden die mäandrischen Ränder der einzelnen Rosetten von deutlich abgegrenzten, leicht erhabenen Falten gebildet. In der Mitte dieser Gebilde befindet sich eine warzenähnliche Vorwölbung, die von einem porösen Hof umgeben ist. Mikropylenstrukturen fehlen wiederum.

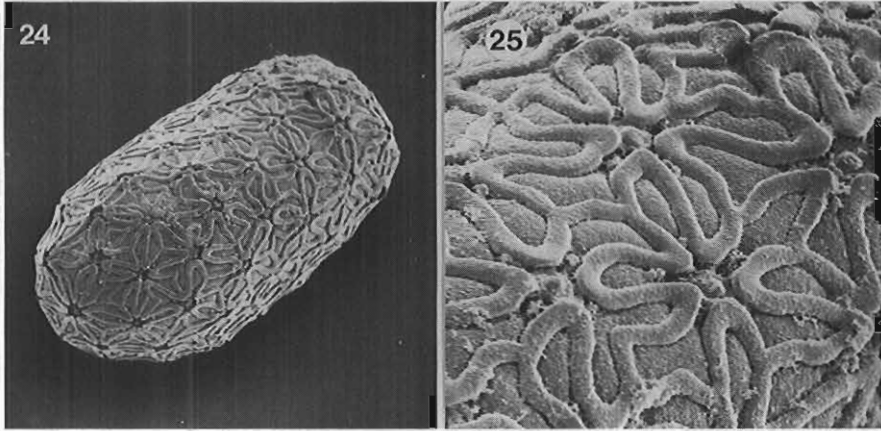


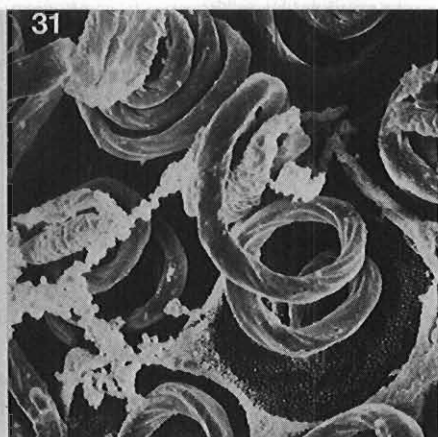
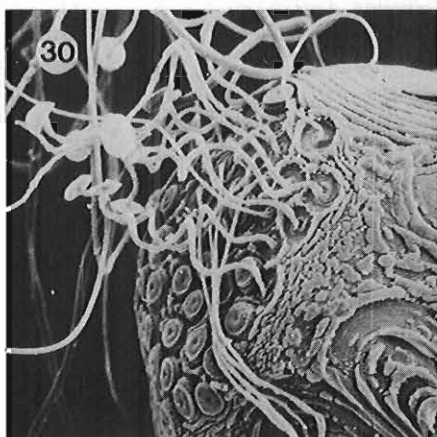
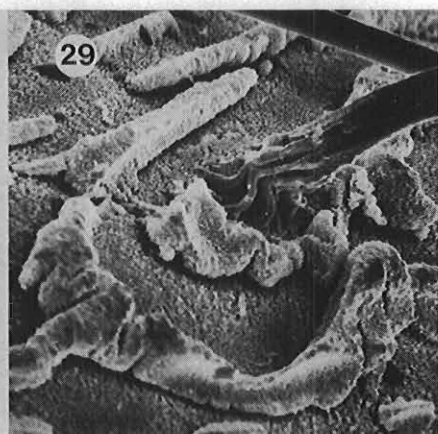
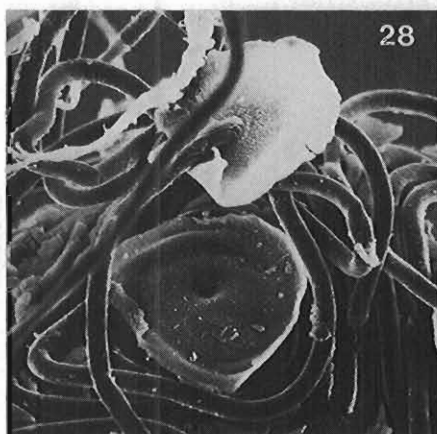
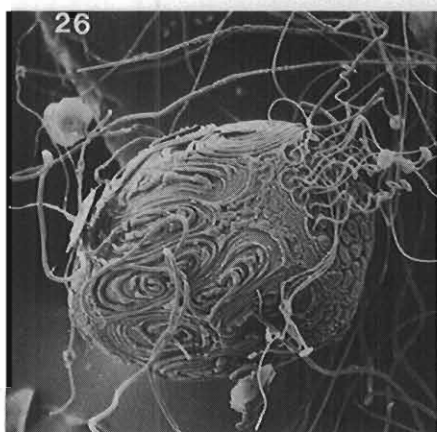
Abb. 24 und 25: Ei von *Choroterpes (Euthraulius) magnaculeata* spec. nov. Totale Seitenansicht, Vergr. 750x (24) und Ausschnitt aus der Oberfläche, Vergr. 2500x (25).

Heptageniidae

Afronurus subflavus spec. nov. (Abb.26-32)

Eier schwach oval und etwas gestaucht. Mit sehr komplizierten und stark ausgeprägten Vorrichtungen, die vermutlich der Anheftung dienen. Dabei sind die Vorrichtungen der lateralen Fläche und der beiden Polbereiche unterschiedlich gestaltet:

- In dem lateralen Bereich als relativ lange Schläuche, in Ruhe in eigens dafür vorgesehenen, spiralgig verlaufenden und durch Falten gekennzeichneten Bahnen aufgerollt (Abb.26, 29). Die Enden dieser Schläuche mit jeweils einer tellerförmigen «Haftscheibe» versehen (Abb.28). Die Scheiben auf der Dorsal-seite mit einer median liegenden, kleinen Vertiefung. Ränder lappig ausgefranst und deutlich von einer äusseren, ringförmig verlaufenden Falte abgesetzt. In der Ruhelage befinden sich die Scheiben immer aussen auf den spiralgig aufgerollten Schläuchen. Möglicherweise handelt es sich um Saugscheiben, wie sie auch bei verschiedenen Wasserinsekten, z.B. den Simuliidae oder Blephariceridae (vgl. WESENBERG-LUND, 1943) auftreten. Ob zusätzlich noch ein Klebstoff an diesen Scheiben auftritt, ist unklar. Die langen Schläuche setzen jeweils an der Unterseite der «Haftscheiben» in Höhe der dorsalen Vertiefung an (Abb.28). Sie bestehen aus einzelnen leicht umeinander gewundenen Fibrillen, die besonders deutlich im



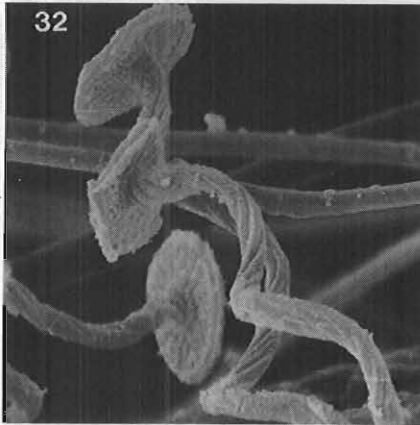


Abb. 26-32: Ei von *Afronurus subflavus* spec. nov. Totale Seitenansicht mit vermutlichen Anheftungsvorrichtungen, Vergr. 550x (26); Ausschnitt aus der Oberfläche mit den vermutlichen Anheftungsvorrichtungen des lateralen Bereiches, Vergr. 850x (27); «Haftscheiben» der vermutlichen Anheftungsvorrichtungen des lateralen Bereiches, Vergr. 2200x (28); Ausschnitt aus der Oberfläche mit basaler Ansatzstelle der vermutlichen Anheftungsschläuche des lateralen Bereiches, Vergr. 5000x (29); Polansicht mit vermutlicher Anheftungsvorrichtung, Vergr. 1000x (30); Ausschnitt aus dem polaren Bereich mit einzelnen vermutlichen Anheftungsschläuchen, Vergr. 5000x (31); und «Haftscheiben» der vermutlichen Anheftungsschläuche des polaren Bereiches, Vergr. 5000x (32).

basalen Abschnitt der Schläuche hervortreten (Abb.29). Aus diesem Grund können letztere vermutlich einem stärkeren Zug standhalten, wie er z. B durch die Strömung in Bächen hervorgerufen wird.

- An den Polbereichen Vorrichtungen, bestehend aus zahlreichen spiralfederartig aufgewundenen Schläuchen, deren Enden ebenfalls mit jeweils einer tellerförmigen «Haftscheibe» versehen sind (Abb.32). In Ruhelage werden die Schlauchspiralen stark zusammengedrückt. Dabei liegen die Scheiben den letztgenannten deckelartig auf (Abb.30, 31). Scheiben der polaren Vorrichtungen ähnlich gestaltet wie die der lateralen Flächen. Dorsal ebenfalls mit median liegender, kreisrunder Vertiefung. Ränder nur schwach ausgefranst und eine ringförmig verlaufende, leicht erhabene Falte aufweisend. An Unterseite der Scheiben jeweils ein aus mehreren Fibrillen bestehender Schlauch ansetzend, ausgehend von einer stark aufgerauhten und durch einen Wall deutlich abgegrenzten, kreisrunden Fläche.

Strukturen, die auf Mikropylen deuten, lassen sich an diesen Eiern nicht feststellen.

Caenidae

Caenomedea magnipilosa spec. nov. (Abb.33-37)

Eier länglich-oval. Chorion mit einer homogenen, nur schwach aufgerauhten Grundstruktur. An den Polen andere Struktur aus unzähligen, deutlich hervortretenden Poren. Zusätzlich an den Polen kappenartige Vorrichtungen, die vermutlich der Anheftung dienen. Sie bestehen aus längeren Schläuchen, die in den Poren der Polregionen ansetzen. Schlauchenden jeweils mit einem ovalen Endkolben versehen. Endkolben alle in einer Ebene angeordnet und so die Polkappen bildend.

Strukturen, die auf Mikropylen deuten, sind auch an diesen Eiern nicht festzustellen.

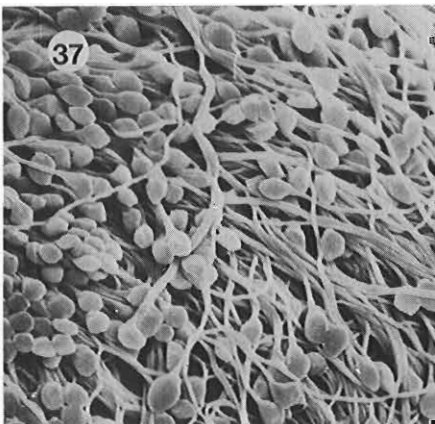
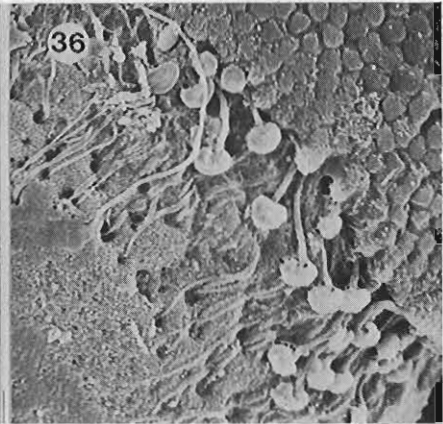
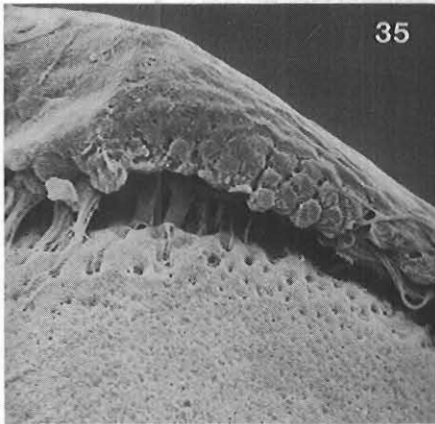
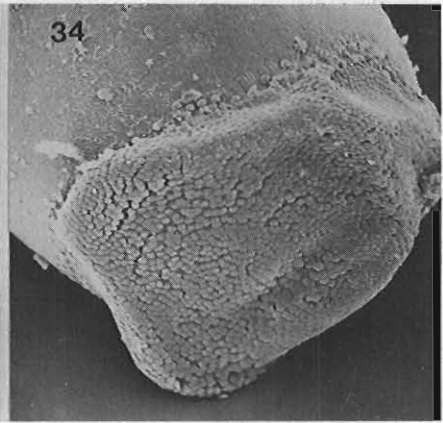
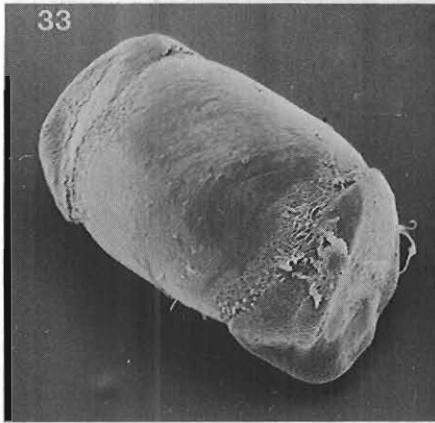
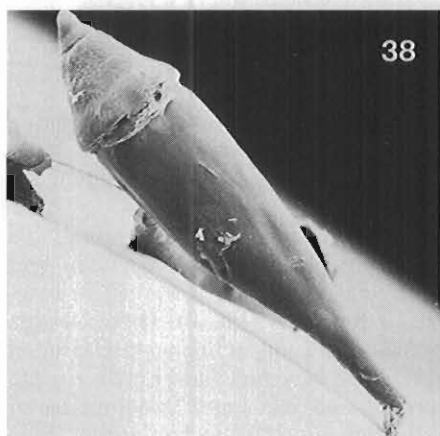
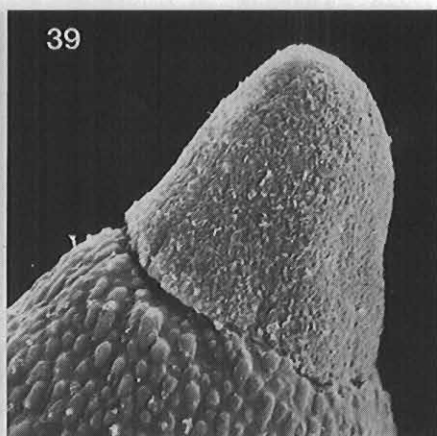


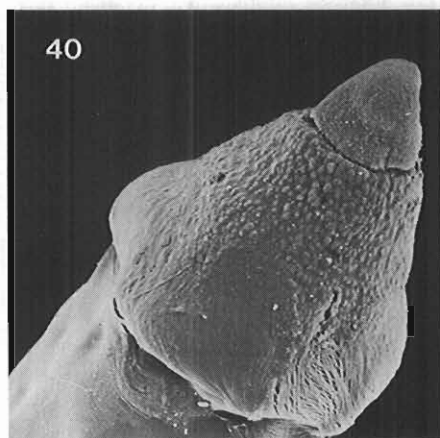
Abb. 33-37: Ei von *Caenomedea magnipilosa* spec. nov. Totale Seitenansicht mit Polkappen, die vermutlich der Anheftung dienen, Vergr. 650x (33); Polkappe, Vergr. 1500x (34); Ausschnitt aus einer polaren, leicht angehobenen Kappe, Vergr. 5000x (35); Ansatzstellen und Endkolben der Schläuche, die die polaren Kappen bilden und vermutlich der Anheftung dienen, Vergr. 5000x (36); und Endkolben der Schläuche der polaren Kappen, Vergr. 5000x (37).



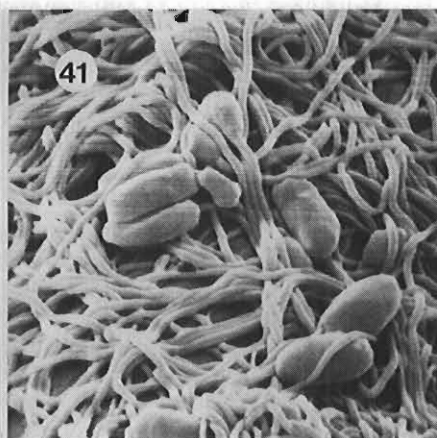
38



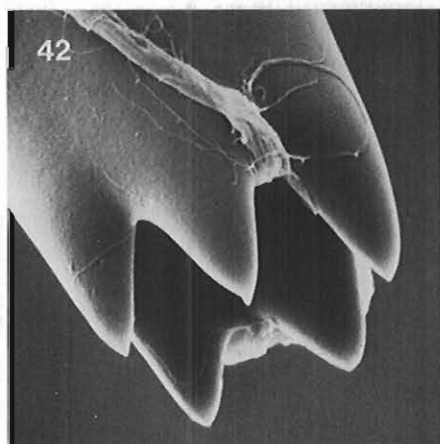
39



40



41



42

Abb. 38-42: Ei von *Ephemerythus dissimilimus* spec. nov. Totale Seitenansicht mit Polkappe, die vermutlich der Anheftung dient, Vergr. 350x (38); Ausschnitt aus dem Polkappen-Bereich, oberer Teil, Vergr. 2900x (39); Gesamtansicht der zweiteiligen Polkappe, Vergr. 1100x (40); Endkolben der Schläuche, die die Polkappe bilden, Vergr. 10 000x (41); und kronenartiges Ende des einen, lang ausgezogenen Pols, Vergr. 6400x (42).

Tricorythidae

Ephemerythus dissimillimus spec. nov. (Abb.38-42)

Eier sehr langgestreckt. Chorion mit glatter Grundstruktur. Polregionen unterschiedlich ausgebildet:

- Eine Polregion zu einem stielartigen Fortsatz ausgezogen. Dieser Fortsatz in einer 5zackigen, stark ausgebildeten Krone endigend.
- Die gegenüberliegende Polregion mit kappenartiger Vorrichtung, die vermutlich der Anheftung dient. Diese kegelförmige Kappe aus 2 Abschnitten bestehend: einer apikalen, stark aufgerauhten Spitze (Abb.39) sowie einem basalen, kegelmüpfähnlichen und z.T. warzigen Bereich (Abb.40). Dieser untere Abschnitt wird von zahlreichen längeren Schläuchen gebildet, die an ihren Enden mit jeweils einem ovalen, kolbenförmigen Gebilde versehen sind. Letztgenannte sind ebenfalls alle in einer Ebene angeordnet und von einer undefinierbaren Masse überzogen, so dass der betreffende Bereich ein teilweise homogenes Aussehen erhält.

Strukturen, die auf Mikropylen deuten, können an diesen Eiern nicht festgestellt werden.

Abschliessend kann gesagt werden, dass die Eier der untersuchten Species aus der Kalengo-Emergenz ein artspezifisches Aussehen zeigen und damit ein verlässliches taxonomisches Merkmal darstellen. Dabei lassen sich allerdings nicht immer jene 3 von KOSS (1968, 1970) bzw. KOSS & EDMUNDS (1974) unterschiedenen Bereiche der Mikropylen-, Anheftungs- sowie Grundstrukturen des Chorions feststellen. Die Strukturen, die vermutlich der Anheftung dienen, sind z.T. besonders kompliziert und stark ausgebildet, wie es für diverse Arten bereits von anderen Autoren dargestellt wurde (SMITH, 1935; PLESKOT, 1953; DEGRANGE, 1960; LEHMKUHL, 1976). Den kugeligen Endkolben der einzelnen Fibrillen wird eine Klebefunktion zugesprochen, mit deren Hilfe die Eier am Untergrund anhaften können (ILLIES, 1968). Bei vielen Arten erfolgt die Eiablage im Flüge, wobei das Eipaket abgeworfen oder abgespült wird und die Eier einzeln zu Boden sinken. In diesem Fall ist eine Verankerung der Eier notwendig, um einer stärkeren Verdriftung vorzubeugen. Doch es ist nicht bekannt, ob alle Arten mit derart komplizierten Eistrukturen auch ein in ähnlicher Weise ablaufendes Eiablageverhalten aufweisen. *Baëtis*-Weibchen kleben ihre Eier z.B. in regelmässigen Reihen an Steinen unter Wasser an.

Aus diesem Grunde sind an letzteren besondere Haftvorrichtungen nicht notwendig bzw. vorhanden. Dieses liess sich auch durch die vorliegenden Untersuchungen bestätigen. Die recht komplizierten und unterschiedlich stark ausgebildeten Strukturen, die vermutlich der Anheftung dienen, können deshalb möglicherweise auf verschiedene Verhaltensweisen bei der Eiablage deuten.

LITERATURVERZEICHNIS

- BENGTSSON, S. 1913. *Undersökningar öfver äggen hos Ephemeriderna*. Ent. Tidskr. 34: 271-320.
- BOGOESCU, C. & TABACARU, I. 1966. *Beiträge zur Kenntnis der morphologischen Artmerkmale der Ephemeropteren-Weibchen aus der Familie der Baëtidae. I. Gattung Centropitulum EATON*. Entomol. Ts. Arg. 87: 171-178.
- BÖTTGER, K. 1975. *Produktionsbiologische Studien an dem zentralafrikanischen Bergbach Kalengo*. Arch. Hydrobiol. 75. 1-31.

- COBBEN, R. H. 1968. *Evolutionary trends in Heteroptera. Part I. Eggs, architecture of the shell, gross embryology and eclosion.* Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 475 pp.
- DEGRANGE, C. 1956. *Sur les mikropyles des œufs des Éphéméroptères.* Bull. Soc. ent. Fr. 61: 146-148.
- DEGRANGE, C. 1960. *Recherches sur la reproduction des Éphéméroptères.* Trav. Lab. Hydrobiol. Grénoble 51: 7-193.
- ILLIES, J. 1968. *Ephemeroptera (Eintagsfliegen).* Handb. Zool. Berlin 4: 1-63.
- KIMMINS, D. E. 1960. *Notes on East African Ephemeroptera, with descriptions of new species.* Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Ent. 9: 337-355.
- KNIGHT, A. W., NEBEKER, A. V. & GAUFIN, A. R. 1965a. *Descriptions of the eggs of common Plecoptera of Western United States.* Entomol. News 76: 105-111.
- KNIGHT, A. W., NEBEKER, A. V. & GAUFIN, A. R. 1965b. *Further descriptions of the eggs of Plecoptera of Western United States.* Entomol. News 76: 233-239.
- KOPFELKE, J.-P. 1979. *Ephemeroptera aus der Emergenz des zentralafrikanischen Bergbaches Kalengo (Zaire). Teil I Baetidae.* Entom. Abh. Mus. Tierk. Dresden 43: 99-129.
- KOPFELKE, J.-P. (im Druck). *Ephemeroptera (Insecta) aus der Emergenz des zentralafrikanischen Bergbaches Kalengo. II. Leptophlebiidae, Heptageniidae, Tricorythidae, Caenidae.* Mitt. Schweiz. Ent. Ges.
- KOPFELKE, J.-P. (im Druck). *Ökologische Studien an Eintagsfliegen (Ephemeroptera) am Beispiel der Emergenz des zentralafrikanischen Bergbaches Kalengo (Zaire).* Entom. Abh. Mus. Tierk. Dresden.
- KOSS, R. W. 1968. *Morphology and taxonomic use of Ephemeroptera eggs.* Ann. Ent. Soc. Amer. 61: 696-721.
- KOSS, R. W. 1970. *Ephemeroptera eggs: spinn guide morphology and adhesive layer formation.* Trans. Amer. Micros. Soc. 89: 295-299.
- KOSS, R. W. & EDMUNDS, G. F. 1974. *Ephemeroptera eggs and their contribution to phylogenetic studies of the order.* Zool. J. Linn. Soc. 55: 267-349.
- LEHMKE, D. M. 1976. *Mayflies.* Blue Jay 34: 70-81.
- MORGAN, A. H. 1913. *A contribution to the biology of mayflies.* Ann. ent. Soc. Am. 6: 371-441.
- NAVAS, L. 1936. *Insectes du Congo Belge.* Rev. Zool. Bot. Afr. 18: 1-21.
- ONSAGER, J. A. & MULKERN, G. B. 1963. *Identification of eggs and egg-pods of North Dakota grasshoppers (Orthoptero: Acrididae).* N. Dak. State Univ. Agr. Exp. Sta., Dep. Entomol. Tech. Bull. 46: 48 pp.
- PLESKOT, G. 1953. *Zur Ökologie der Leptophlebiiden (Ins. Ephemeroptera).* Österr. Zool. Z. 4: 45-107.
- ROSS, H. H. & HORSFALL, W. R. 1965. *A synopsis of the mosquitoes of Illinois (Diptera, Culicidae).* Ill. Nat. Hist. Surv. Biol. Notes 52: 50 pp.
- SMITH, O. R. 1935. *The eggs and egg-laying habits of North American mayflies.* In: NEEDHAM, J. G., TRAYER, J. R. & HSU, Y.-C., *The biology of mayflies*, pp. 67-89, Ithaca, N. Y.
- SOUTHWOOD, T. R. E. 1956. *The structure of the eggs of the terrestrial Heteroptera and its relationship to the classification of the group.* Trans. Roy. Entomol. Soc. Lond. 108: 163-221.
- WESENBERG-LUND, C. 1943. *Biologie der Süßwasserinsekten.* Verlag J. Springer 1943, Berlin-Wien, 682 S.
- ZWICK, P. 1976. *Neoperla (Plecoptera, Perlidae) emerging from a mountain stream in Central Africa.* Int. Revue ges. Hydrobiol. 61: 683-697.