

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

Chorionic structures in Ephemeroptera and their importance
for establishing species-groups among European species
of the genus *Baetis* LEACH, 1815 (Insecta: Baetidae). Part I:
alpinus-, *lutheri*-, *pavidus*-, and *lapponicus*-group.

von

JENS-PETER KOPELKE und INGRID MÜLLER-LIEBENAU

1. Einleitung

Viele Insekten besitzen mit den spezifischen Chorion-Strukturen ihrer Eier ein zusätzliches taxonomisches Merkmal von z. T. großer Bedeutung (SOUTHWOOD 1956; HINTON 1962, 1968; ONSAGER & MULKERN 1963; HARTLEY 1964; COBBEN 1968; SALKELD 1972, 1973, 1975, 1976, 1977, 1978; BRONSKILL & SALKELD 1978; u. a.). Ähnliches gilt auch für die Vertreter der Ephemeroptera (BENGTSSON 1913; SMITH 1935; DEGRANGE 1956, 1960; KOSS 1968, 1970; KOSS & EDMUNDS 1974; KOPELKE 1978, 1980; FLOWERS 1980). Dabei konnten bisher vor allem Eistruktur-Unterschiede zwischen Vertretern verschiedener Familien bzw. Gattungen festgestellt werden. In der vorliegenden Studie werden die Eier von europäischen Arten der Gattung *Baetis* mit Hilfe eines Raster-Elektronen-Mikroskopes (REM) untersucht. In Europa sind von dieser Gattung bis heute ca. 33 Arten bekannt, deren Larven und männliche Imagines sicher bestimmbar sind. Bei den weiblichen Imagines und Subimagines dieser Gattung existieren dagegen in nur wenigen Fällen Merkmale, die eine eindeutige Diagnose zulassen. In der vorliegenden Arbeit soll deshalb ein Vorhandensein von artspezifischen Eistrukturen und gegebenenfalls deren Bedeutung für die von I. MÜLLER-LIEBENAU (1969) aufgestellten Artengruppen geprüft werden. Denn aufgrund zahlreicher morphologischer Merkmale bei Larven und ♂♂ sind 12 Artengruppen aufgestellt worden (MÜLLER-LIEBENAU 1969, 1974), um auf eine besonders enge verwandtschaftliche Beziehung einzelner Spezies untereinander hinzuweisen. Der vorliegende erste Teil dieser eimorphologischen Untersuchung beschränkt sich auf die Vertreter der *alpinus*-, *lutheri*-, *pavidus*- und *lapponicus*-Gruppe mit insgesamt 9 Arten. Die Ergebnisse der weiteren REM-Studien an den Arten der übrigen Gruppen werden an anderer Stelle veröffentlicht (Teil II: *rhodani*-, *vernus*-, *fuscatus*-Gruppe; Teil III: *buceratus*-, *atrebatinus*-, *niger*-, *gracilis*- und *muticus*-Gruppe).

Danksagung

Allen Kolleginnen und Kollegen, die uns mit Material ausgeholfen haben, sei auch an dieser Stelle vielmals für ihre Bemühungen gedankt: Dr. C. Belfiore, Rom; Herr C. F. Jensen, Aarhus; Dr. M. Keffermüller, Posen; Herr F. W. Schmidt, Schlitz; Dr. T. Soldán, Prag; Dr. M. Thibault, Rennes; Dr. S. Ujhelyi, Budapest. Auch Herrn H.-P. Dreyer, Zoologisches Institut der Universität Kiel, gilt unser Dank für die Herstellung der REM-Photos.

2. Material und Methode

Das in 75%igem Alkohol aufbewahrte Material stammt hauptsächlich aus der Sammlung MÜLLER-LIEBENAU. Für die Untersuchungen der Eistrukturen mit Hilfe des REM (Cambridge, Stereoscan S 4-10) war eine Vorbehandlung der Präparate notwendig. Bei dem gesamten Material genügte eine Lufttrocknung, nachdem die Präparate über eine Alkoholreihe bis Alk. abs. geführt wurden. Die Abdomina der getrockneten Tiere konnten danach leicht aufgebrochen und die herausfallenden Eier auf dem mit einer flüssigen, schnell trocknenden Klebmasse bestrichenen Präparationsteller ausgestreut werden. Eine Schrumpfung der auf diese Weise getrockneten Eier war nicht zu beobachten. Soweit vorhanden, wurden sowohl mehrere Larven sowie Subimagines und Imagines derselben Art untersucht, um eine mögliche intraspezifische Variabilität der Strukturen sowie Veränderungen der Chorion-Strukturen bei den verschiedenen Entwicklungsstadien erkennen zu können. Die Art *B. estrelensis* aus der *lutheri*-Gruppe konnte nicht untersucht werden, da kein geeignetes Material vorlag.

3. Morphologie der Eistrukturen

Nach bisherigen detaillierten Studien über die Eimorphologie der Ephemeroptera (DEGRANGE 1960; KOSS 1968; KOSS & EDMUNDS 1974; KOPELKE 1980; u. a.) lassen sich 3 unterschiedliche Struktur-Bereiche unterscheiden:

- Vorrichtungen, die vermutlich der Anheftung dienen ("attachement structures" nach KOSS & EDMUNDS 1974)
- Mikropyle, normalerweise aus zwei Teilen bestehend ("spermguide and a micropylar canal" nach KOSS & EDMUNDS 1974).
- Chorion-Grundstruktur ("chorionic sculpturing" nach KOSS & EDMUNDS 1974).

Jedoch sind die genannten 3 Strukturbereiche nicht immer gemeinsam bei den einzelnen Arten vorhanden. Anheftungsstrukturen konnte KOPELKE (1978, 1980) z. B. nur bei einem afrikanischen Vertreter der Gattung *Pseudocloeon* feststellen. Ferner weisen auch nur wenige Arten der Baetidae Chorion-Bildungen auf, die vielleicht auf Mikropylen schließen lassen. Somit sind für die Untersuchungen an den europäischen Arten der Gattung *Baetis* vor allem Unterschiede in der Chorion-Grundstruktur zu erwarten. Dadurch stellt sich die Frage, ob die Arten innerhalb der einzelnen von I. MÜLLER-LIEBENAU (1969) aufgestellten Gruppen Übereinstimmung in der

Eimorphologie aufweisen und damit ebenfalls — möglicherweise in Kombination mit den morphologischen Merkmalen der Larven und Imagines — auf eine besonders enge verwandtschaftliche Beziehung hindeuten.

3.1. Chorionstrukturen in der *alpinus*-Gruppe

3.1.1. *Baetis alpinus* PICTET (Abb. 1—7)

Imago: Eier länglich-oval, Länge ca. 0,14 mm (Abb. 1). Chorion mit unregelmäßigen, groben und besonders dicht angeordneten Falten versehen (Abb. 2). Zusätzlich vereinzelt und ebenfalls unregelmäßig angeordnete, teilweise von Pol zu Pol ziehende, dabei jedoch stark hervortretende Aufaltungen vorhanden (= Rippenbildungen, Abb. 1, 4, 5). Feinstruktur aus granulösen Noppen bestehend (Abb. 3). Eier teilweise noch mit Überzug ("suprachorionic adhesive layer" Koss 1970; Koss & EDMUNDS 1974) versehen (Abb. 5).

Subimago: Eier mit fein-granulös gemustertem Überzug versehen (Abb. 7). Bei einigen zusätzlich eine rippenartige Querfaltung vorhanden (Abb. 6).

Larve: Ähnliche Strukturen wie bei Subimago.

3.1.2. *Baetis maurus* KIMMINS (Abb. 8—10)

Imago: Eier länglich-oval, Länge ca. 0,12 mm (Abb. 8). Chorion mit unterschiedlichen Strukturen:

a) zahlreiche, über die gesamte Oberfläche verstreute, sich deutlich abzeichnende und z. T. kreuzförmig überlagernde Faltenbildungen (Abb. 9).

b) eine homogene, leicht wellige Feinstruktur aus dicht nebeneinanderliegenden Porenbildungen (Abb. 10).

Subimago und Larve: wegen fehlenden Materials nicht untersucht.

3.1.3. *Baetis melanonyx* PICTET (Abb. 11—16)

Imago: Eier größtenteils rund, gelegentlich länglich-oval, Länge ca. 0,14 mm (Abb. 11, 12). Chorion mit unterschiedlichen Strukturbereichen und bei einigen Eiern mit anhaftendem Überzug (Abb. 12). Gelegentlich homogene, kreisförmige Fläche im Bereich des einen Pols mit besonderer Feinstruktur (Abb. 12), bestehend aus sehr kleinen, aneinanderliegenden und stark mäandrierenden Falten (Abb. 13, 14). Das übrige Chorion mit ähnlicher Feinstruktur, jedoch mehr oder weniger überlagert durch größere, stark gekräuselte Falten und granulöse Bildungen (Abb. 12, 15). Neben der Falten-Feinstruktur des Chorions kann bei einigen Eiern auch eine granulöse, körnige Struktur vorherrschen (Abb. 11, 16). Möglicherweise handelt es sich dabei um Eier mit Überzug.

Subimago und Larve: nicht untersucht.

3.2. Chorion-Strukturen in der *lutheri*-Gruppe

3.2.1. *Baetis lutheri* MÜLLER-LIEBENAU (Abb. 17—21)

Imago: Eier länglich-oval, Länge ca. 0,15 mm (Abb. 17). Eioberfläche teilweise schwach gefaltet; Chorion-Feinstruktur aus kleinen, dicht nebeneinanderliegenden Porenbildungen bestehend (Abb. 18, 19). Einige Bereiche mit überlagertem, fein-granulösem Noppenmuster deutlich abgesetzt (Abb. 18).

Subimago: nicht untersucht.

Larve: Eier von etwa gleicher Gestalt wie die der Imagines, jedoch mit einheitlich strukturiertem, fein-granulosem Überzug versehen (Abb. 20, 21).
Larve: Eier mit fein-granulosem Überzug; dieser bei einigen Eiern aufgerissen, so daß die vermutliche Chorionstruktur sichtbar wird, bestehend aus stark gewundenen Rippenbildungen (Abb. 22, 23).

3.2.2. *Baetis vardarensis* IKONOMOV (Abb. 22—23)

Imago und Subimago: nicht untersucht.

3.2.3. *Baetis nigrescens* NAVAS (Abb. 24—29)

Imago: Eier lang-oval; Länge etwa 0,14 mm (Abb. 24). Chorion mit drei unterschiedlichen Strukturen, bestehend aus: a) unregelmäßigen, groben Falten (Abb. 24, 25), b) dicht nebeneinanderliegenden Porenbildungen (Abb. 25, 28), c) feingranulosem Noppenmuster (Abb. 27). Poren in einigen Bereichen der Eioberfläche von den granulösen Noppenbildungen völlig überlagert (Abb. 26). Ein Pol durch eine deutliche ringförmige Aufwölbung des Chorions besonders gekennzeichnet (Abb. 29), bei einigen Eiern zusätzlich in Längsrichtung zum anderen Pol hin fortgesetzt (Abb. 24). Die dadurch entstandene innere, kreisförmige Fläche weniger gefaltet und ohne Noppenmuster, nur mit kleinen Poren versehen.

Subimago: Eier mit einheitlichem, fein-granulosem Noppenmuster des Chorions (ohne Abb.).

Larve: ähnliche Strukturen wie bei Subimago (ohne Abb.).

3.3. Chorionstrukturen in der *pavidus*-Gruppe

3.3.1. *Baetis pavidus* GRANDI (Abb. 30—32)

Imago: Eier länglich-oval, ca. 0,14 mm lang (Abb. 30). Chorion mit z. T. deutlicher, unregelmäßiger Faltenbildung und stärker hervortretenden, ebenfalls unregelmäßig angeordneten Rippen (Abb. 30, 31). Feinstruktur aus dicht aneinanderliegenden Poren bestehend (Abb. 32).

Subimago und Larve: Eier mit fein-granulosem Überzug (ohne Abb.).

3.4. Chorionstrukturen in der *lapponicus*-Gruppe

3.4.1. *Baetis lapponicus* BENGTSOON (Abb. 33—40)

Imago: Eier länglich-oval, Länge ca. 0,14 mm. Aufgrund unterschiedlicher Chorionstrukturen lassen sich 2 Eitypen unterscheiden: a) Chorion stark gefaltet (Abb. 33, 34), z. T. kleine Höcker bildend (Abb. 35). Feinstruktur aus länglichen, z. T. netzartig angeordneten Poren bestehend (Abb. 35). b) Chorionoberfläche mit gleichmäßig angeordneten Waben versehen (Abb. 36, 37). Grundfläche der einzelnen Waben am Rande mit länglichen, zum Zentrum hin mit kreisförmigen Poren (Abb. 38).

Subimago: Eier mit einheitlichem, fein-granulosem Noppenmuster (Abb. 39, 40).

Larve: ähnliche Strukturen wie bei Subimago.

3.4.2. *Baetis sinicus* BOGOESCU (Abb. 41—46).

Imago: Eier länglich-oval, Länge etwa 0,15 mm (Abb. 41). Chorion-Feinstruktur aus kleinen Poren bestehend (Abb. 43). Daneben größtenteils in Längsrichtung verlaufende, regelmäßige und deutlich sichtbare Auffaltungen

vorhanden (= Rippenbildungen, Abb. 41—44). An den Polregionen Auf-faltungen unregelmäßig angeordnet (Abb. 44, Pfeil).

Subimago: wurde nicht untersucht.

Larve: Eier mit Überzug. Oberflächenmuster feingranulös (Abb. 45). Cho-
rion kann bei manchen Eiern auch deutlich wabenartig aufgefaltete sein
(Abb. 46). Bei diesen Eiern ist der Überzug möglicherweise entfernt.

4. Diskussion

An den Eiern der 9 untersuchten *Baetis*-Arten konnten weder Mikropylen
noch Anheftungsvorrichtungen festgestellt werden. Somit beschränken sich
vorhandene Unterschiede lediglich auf die Chorion-Grundstrukturen ("cho-
rionic sculpturing"), die bei diesen Arten artspezifisch sind (die Unterschiede
werden allerdings größtenteils erst bei sehr starker Vergrößerung mit Hilfe
des REM deutlich). Besonders bemerkenswert sind einerseits die morpholo-
gischen Unterschiede zwischen den Larval- und Imaginaleiern derselben Art
und andererseits die sehr ähnlichen Strukturen der Larvaleier verschiedener
Arten. Wie schon Koss (1970) und Koss & EDMUNDS (1974) bemerken,
besitzen die Eier von manchen Ephemeropteren Überzüge, die die genann-
ten Autoren als "suprachorionic adhesive layers" bezeichnen. Nach vorlie-
gender Untersuchung sind derartige Eiüberzüge auch bei *Baetis*-Arten fest-
zustellen, und zwar vor allem bei Larven und Subimagines. Das Chorion
ist bei den Larvaleiern verschiedener Arten sehr ähnlich, nämlich fein-
granulös strukturiert. Diese Struktur wird als Muster des Überzuges ge-
deutet. Erst bei den Eiern von Imagines ist die endgültige Chorionstruktur
zu erkennen. Jedoch können gelegentlich auch diese noch mit einem Über-
zug versehen sein (vgl. Abb. 5, 12, 26). Wahrscheinlich hängt diese Er-
scheinung vom Stadium der Eireife ab.

Die Chorionstrukturen bei *Baetis*-Imagines innerhalb der einzelnen, hier
untersuchten Artengruppen zeigen neben einigen Gemeinsamkeiten aber
auch deutliche Unterschiede (vgl. Tab. I). So besitzen z. B. die Eier aller
3 Arten der *alpinus*-Gruppe grobe Faltenstrukturen. Die Chorion-Fein-
strukturen unterscheiden sich dagegen bei den genannten Arten deutlich.
Bei *B. alpinus* wird ein fein-granulöses Noppenmuster sichtbar, bei *B.*
maurus ein gleichmäßiges Poren-Muster und bei *B. melanonyx* eine Struktur
aus kleinsten, sehr dicht aneinanderliegenden Falten. Daneben weisen die
Eier von *B. alpinus* eine gewisse Rippenbildung auf, während bei *B. melano-
nyx* ein Bereich der Polregion besonders abgesetzt sein kann.

Die Eier von *B. lutheri* und *B. nigrescens* (*lutheri*-Gruppe) weisen neben
mehr oder weniger deutlichen Faltenstrukturen gleichmäßige Porenmuster
auf. Auffälligster Unterschied zwischen diesen beiden Arten ist die nur bei
den Eiern von *B. nigrescens* auftretende, kreisförmig abgesetzte Polregion.
Die Eier von *B. vardarensis*, die ebenfalls der *lutheri*-Gruppe angehört,
zeichnen sich gegenüber denen von *B. lutheri* und *B. nigrescens* durch die
auffallenden, gewundenen Rippenbildungen aus.

B. lapponicus und *B. sinaicus*, die bisher einzigen aus Europa bekannten
Vertreter der *lapponicus*-Gruppe, weisen wie die Vertreter der *lutheri*-
Gruppe ebenfalls ein mehr oder weniger gleichmäßiges Porenmuster ihrer

Eier auf. Bei *B. sinaicus*-Eiern treten zusätzlich deutliche Rippenbildungen oder gelegentlich auch Waben auf. Das Chorion der *lapponicus*-Eier ist meist stark unregelmäßig gefaltet, kann aber auch wabenartig strukturiert sein. Obwohl das untersuchte Material dieser beiden Arten jeweils aus Poren von einem Fundort stammt, zeigen sich somit bei den Eiern je zwei unterschiedliche Strukturtypen. Eine Erklärung für diese Erscheinung kann zur Zeit nicht gegeben werden.

Wie die vorliegenden Untersuchungen zeigen, beschränken sich einige Strukturen, wie z. B. Poren-Muster bzw. grobe Auffaltungen, nicht nur auf Arten innerhalb der einzelnen Verwandtschafts-Gruppen, sondern sie treten auch bei entfernter verwandten Arten auf. Daneben gibt es Struktur-Formen bzw. -Anordnungen, die im Vergleich zu entsprechenden Bildungen an Eiern der nächsten Verwandten — also innerhalb der Artengruppe — besonders abweichen, wie z. B. die sich kreuzenden, groben Faltenbildungen bei *B. maurus* oder die „Mikrofalten“ bei *B. melanonyx*, die bei keiner anderen Art dieser Gruppe wiederzufinden sind. Aus diesem Grunde ist es kaum möglich, bestimmte Arten aufgrund der Chorionstruktur ihrer Eier einer Artengruppe zuzuordnen bzw. überhaupt Artengruppen nach diesem Kriterium aufzustellen. Darüberhinaus sind die vorhandenen Choriondifferenzierungen in der Praxis als Bestimmungsmerkmale kaum anwendbar, da eindeutige Artunterschiede nur mit Hilfe des REM bei sehr starker Vergrößerung (20 000 x) festzustellen sind.

4. Zusammenfassung

Mit Hilfe eines REM werden die Eistrukturen von 9 europäischen *Baetis*-Arten der Verwandtschaftsgruppen *alpinus*, *lutheri*, *pavidus* und *lapponicus* untersucht. Alle Arten besitzen zwar artspezifische Chorionstrukturen, die aber für eine Aufstellung von Artengruppen keine brauchbare Grundlage liefern. Mikropylen bzw. Anheftungsstrukturen sind an den hier untersuchten *Baetis*-Eiern nicht festzustellen. Die Eier jüngerer Entwicklungsstadien (Larven und Subimagines) besitzen größtenteils noch besondere Überzüge. Die Choriondifferenzierungen der Eier von Imagines sind in der Praxis als Bestimmungsmerkmal kaum zu verwenden, da Unterschiede nur mit Hilfe des REM bei sehr starker Vergrößerung sichtbar werden.

5. Summary

The chorionic structures of the eggs of 9 European species of the genus *Baetis* are examined, using a Cambridge Stereoscan S4-10 microscope. The species studied in this paper belong to the European *alpinus*-, *lutheri*-, *pavidus*- and *lapponicus*-group. The surface features and the fine structures of the chorion are species-specific, but they provide no useful basis for establishing species-groups. Micropylar openings and attachment structures are not found. The eggs of final instar nymphs and subimagoes are covered with an adhesive layer, a compact mass of material surrounding the egg, appearing granular. The chorionic structures of *Baetis*-eggs are of little value for species determination, because differences can be seen only by high magnification under a scanning electron microscope (SEM).

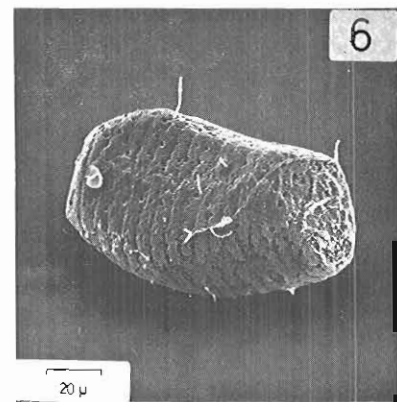
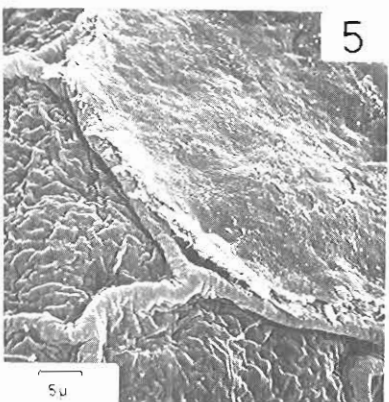
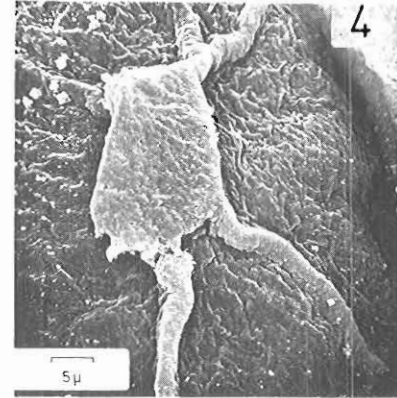
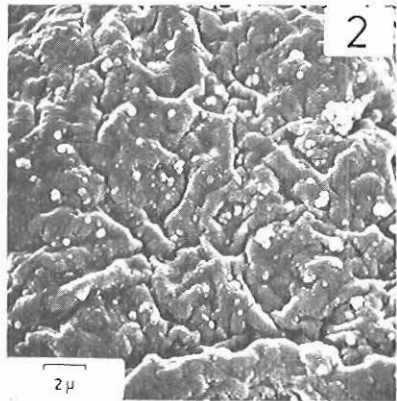
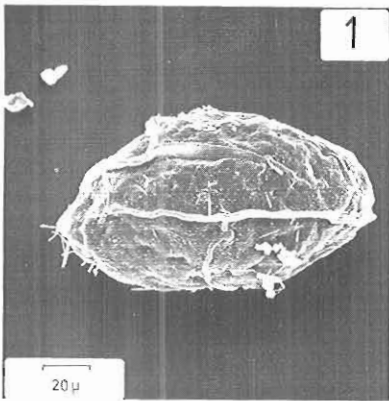
Tab. 1: Chorion-Strukturen der Eier von europäischen *Baetis*-Imagines aus der *alpinus*-, *lutheri*-, *pavidus*- und *lapponicus*-Gruppe.

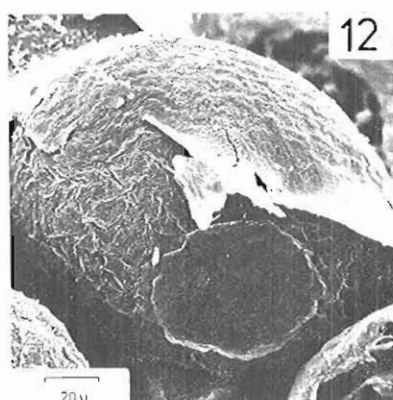
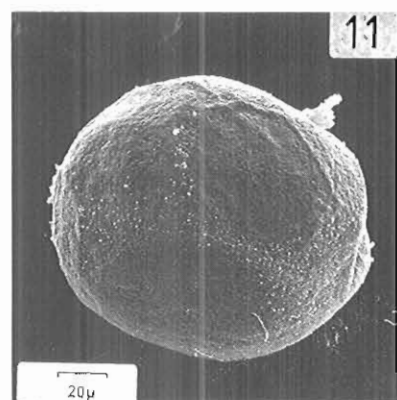
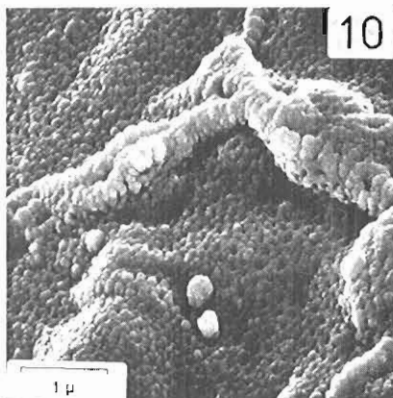
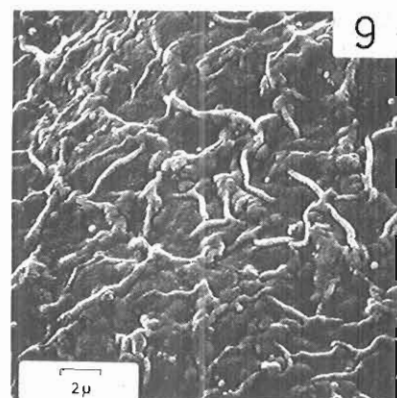
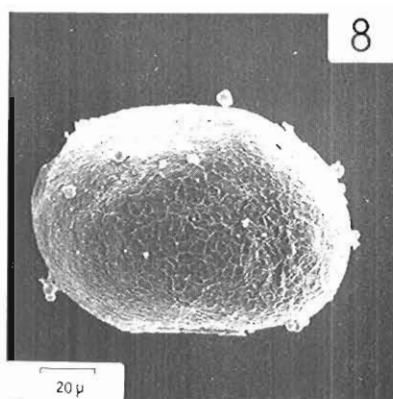
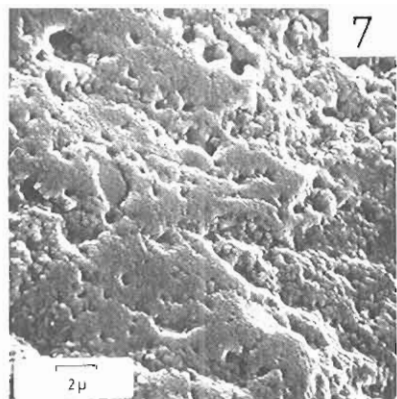
Art	Eigröße (Imagines) in mm	Chorion-Strukturen						
		Waben- bildung	Falten- strukturen (grob)	Falten- strukturen (fein)	Poren	Noppen- muster fein- granulös	Rippen- bildung	Polregion abgesetzt
<i>alpinus</i> -Gruppe								
<i>B. alpinus</i>	0,14 —	—	x	—	—	x	x	—
<i>B. maurus</i>	0,12 —	—	x	—	x	—	—	—
<i>B. melanonyx</i>	0,14 —	—	x	x	—	x	—	(x)
<i>lutheri</i> -Gruppe								
<i>B. lutheri</i>	0,15 —	—	(x)	—	x	(x)	—	—
<i>B. vardarensis</i>	—	—	x	—	?	—	x	—
<i>B. nigrescens</i>	0,14 —	—	x	—	x	x	—	x
<i>pavidus</i> -Gruppe								
<i>B. pavidus</i>	0,14 —	—	x	—	x	—	x	—
<i>lapponicus</i> -Gruppe								
<i>B. lapponicus</i>	0,14 —	x	x	—	x	—	—	—
<i>B. sinicus</i>	0,15 —	—	x	—	x	—	x	x

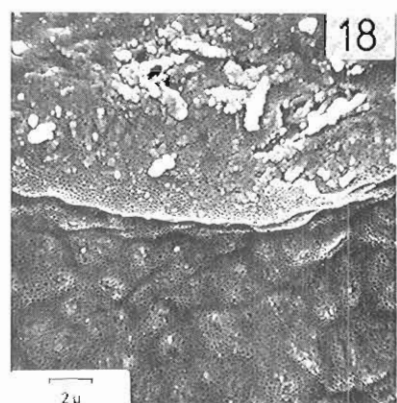
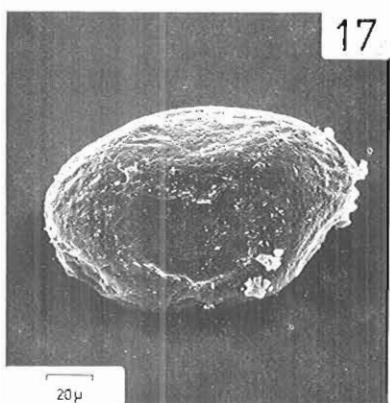
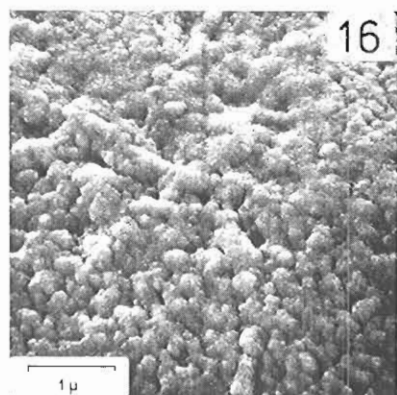
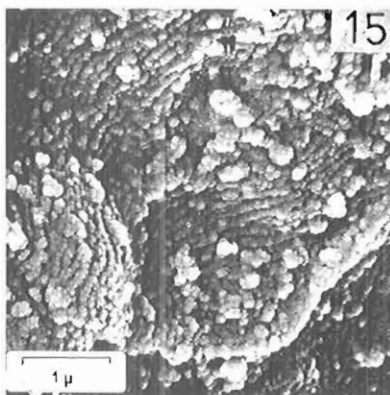
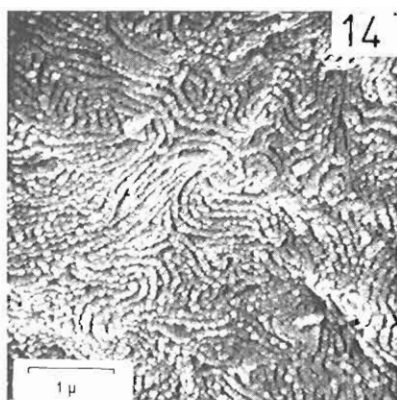
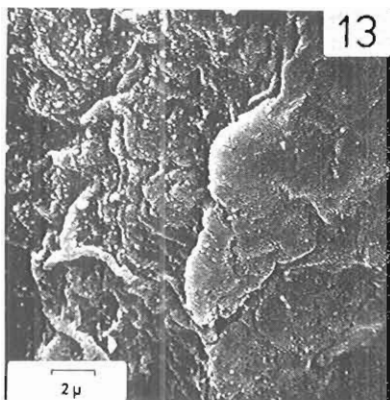
6. Literaturverzeichnis

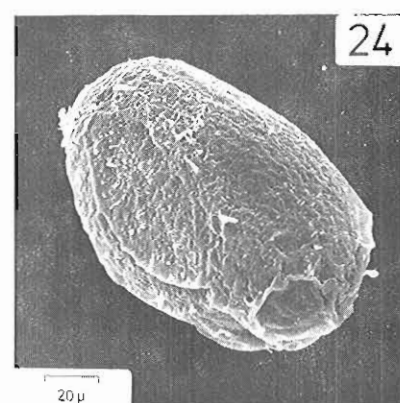
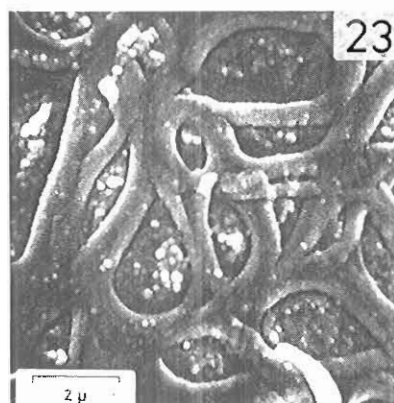
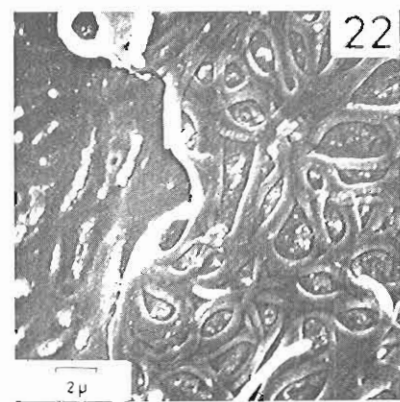
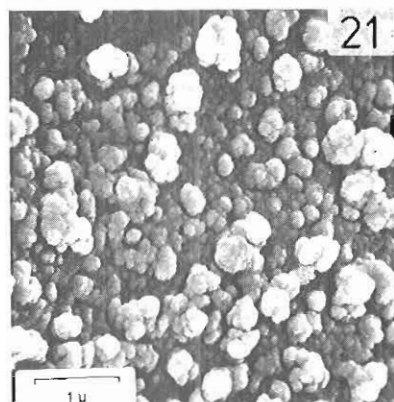
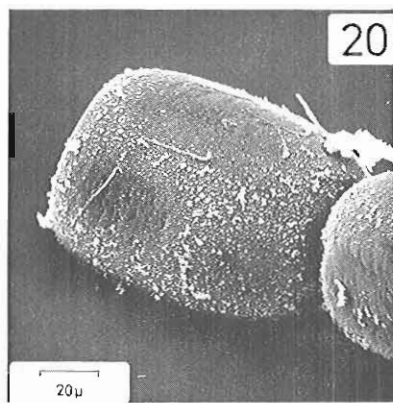
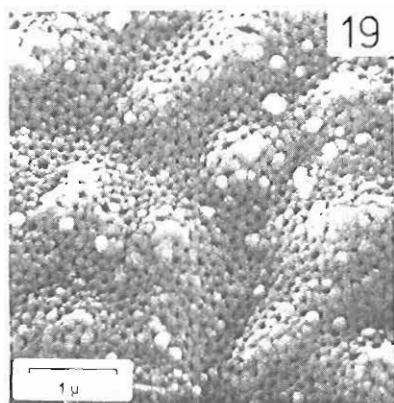
- BENTSSON, S. (1913): Undersökningar öfver äggen hos Ephemeriderna. — Ent. Tidskr. **34**: 271—320.
- BRONSKILL, J. F. & SALKELD, E. H. (1978): The micropylar area of some Hymenopterous eggs. — Can. Ent. **110**: 663—665.
- COBLEN, P. S. (1968): Evolutionary trends in Heteroptera. Part I. Eggs, architecture of the shell, gross embryology and eclosion. — Centre for Agric. Publ. and Documentation, Wageningen, 475 pp.
- DEGRANGE, C. (1956): Sur les micropyles des oeufs des Éphéméroptères. — Bull. Soc. ent. Fr. **61**: 146—148.
- (1960): Recherches sur la reproduction des Éphéméroptères. — Trav. Lab. Hydrobiol. Grenoble **51**: 7—193.
- FLOWERS, R. W. (1980): A review of the nearctic *Heptagenia* (Heptageniidae, Ephemeroptera). — From: Advances in Ephemeroptera Biology, ed. J. F. Flannagan and K. E. Marshall (Plenum Press, New York, 1980).
- HARTLEY, J. C. (1964): The structure of the eggs of the British Tettigoniidae (Orthoptera). — Proc. Roy. Ent. Soc. London (A) **39**: 111—117.
- HINTON, H. E. (1962): The structure of the shell and respiratory system of the eggs of *Helopeltis* and related genera (Hemiptera, Miridae). — Proc. Zool. Soc. (London) **139**: 483—488.
- (1968): Structure and protective devices of the egg of the mosquito *Culex pipiens*. — J. Insect Physiol. **14**: 145—161.
- KOPELKE, J.-P. (1978): Taxonomische, morphologische und ökologische Studien an den Ephemeroptera (Insecta) aus der Emergenz des zentralafrikanischen Bergbaches Kalengo. — Dissertation, Kiel.
- (1980): Morphologische Studien an den Eiern der Eintagsfliegen Ephemeroptera aus der Emergenz des zentralafrikanischen Bergbaches Kalengo. — Schweiz. Ent. Ges. **53**: 297—311.
- KOPELKE, J. P. u. I. MÜLLER-LIEBENAU (1981): Eisstrukturen bei Ephemeroptera und deren Bedeutung für die Aufstellung von Artengruppen am Beispiel der europäischen Arten der Gattung *Baetis* LEACH, 1815 (Insecta: Baetidae). Teil II: *rhodani*-, *vernus*- und *fuscatus*-Gruppe — Spixiana **4** (1): 39—54, München.
- KOPELKE, J. P. u. I. MÜLLER-LIEBENAU (1981): Eisstrukturen bei Ephemeroptera und deren Bedeutung für die Aufstellung von Artengruppen am Beispiel der europäischen Arten der Gattung *Baetis* LEACH, 1815 (Insecta: Baetidae). Teil III: *buceratus*-, *atrebatinus*-, *niger*-, *grcilis*- und *muticus*-Gruppe. — Deutsche Entomol. Z., N. F. **28** (1—3): 1—6, Berlin.

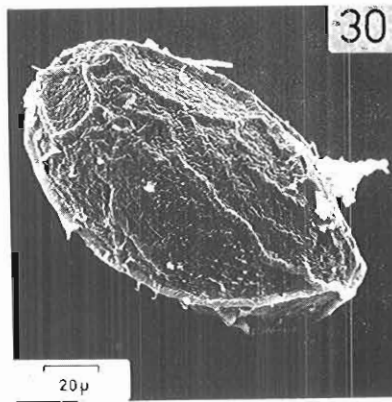
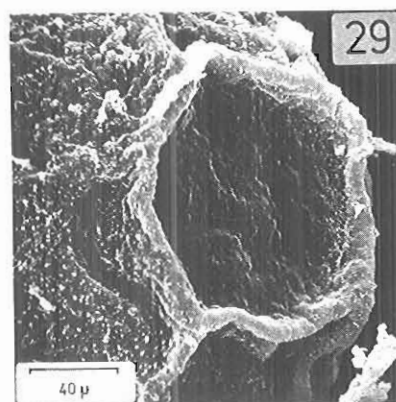
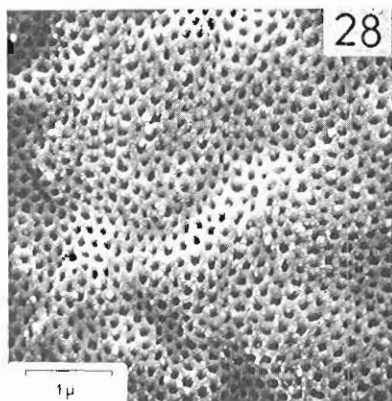
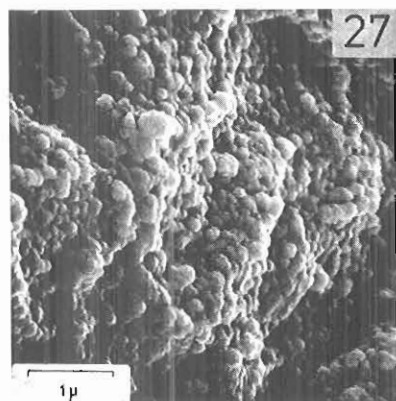
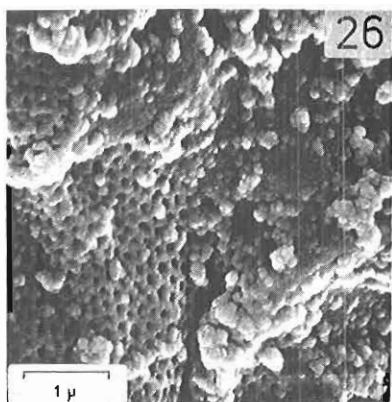
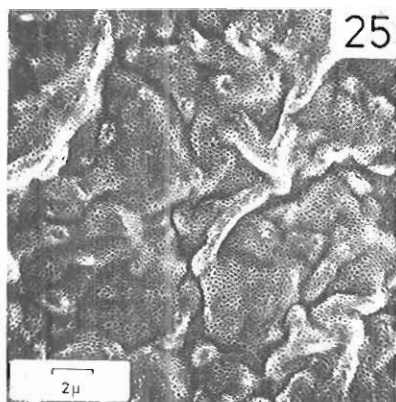
- KOSS, R. W. (1968): Morphology and taxonomic use of Ephemeroptera eggs. — *Ann. Ent. Soc. Amer.* **61**: 696—721.
- (1970): Ephemeroptera eggs: sperm guide morphology and adhesive layer formation. — *Trans. Amer. Microsc. Soc.* **89**: 295—299.
- KOSS, R. W. & EDMUNDS, G. F. (1974): Ephemeroptera eggs and their contribution to phylogenetic studies of the order. — *Zool. J. Linn. Soc.* **55** (4): 267—349.
- MÜLLER-LIEBENAU, I. (1969): Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* LEACH, 1815 (Insecta, Ephemeroptera). — *Gewässer und Abwässer* **48—49**: 1—214. Max-Planck-Gesellschaft — Dokumentationsstelle, Göttingen.
- (1974): Baetidae aus Südfrankreich, Spanien und Portugal (Insecta, Ephemeroptera). — *Gewässer und Abwässer* **53—54**: 7—42.
- ONSAGER, J. A. & MULKERN, G. B. (1963): Identifikation of eggs and egg-pods of North Dakota grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). — *N. Dak. State Univ. Agr. Exp. Sta., Dep. Entomol. Tech. Bull.* **46**: 48 pp.
- SALKELD, E. H. (1972): The chorionic architecture of *Zelus exsanguis* (Hemiptera: Reduviidae). — *Can. Ent.* **104**: 433—442.
- (1973): The chorionic architecture and shell structure of *Amathes c-nigrum* (Lepidoptera: Noctuidae). — *Can. Ent.* **105**: 1—10.
- (1975): Biosystematics of the genus *Euxoa* (Lepidoptera: Noctuidae) IV. Eggs of the subgenus *Euxoa* HBN. — *Can. Ent.* **107**: 1137—1152.
- (1976): Biosystematics of the genus *Euxoa* (Lepidoptera: Noctuidae) VII. Eggs of the subgenera *Chorizagrotis*, *Crassivesica*, *Longivesica*, and *Pleonectopoda*. — *Can. Ent.* **108**: 1371—1385.
- (1977): Biosystematics of the genus *Euxoa* (Lepidoptera: Noctuidae) IX. Morphological and electrophoretic characteristics of the eggs of the „*declarata* group“. — *Can. Ent.* **109**: 1137—1144.
- (1978): The chorionic structure of the eggs of some species of bumblebees (Hymenoptera: Apidae: Bombinae), and its use in taxonomy. — *Can. Ent.* **110**: 71—83.
- SMITH, O. R. (1935): The eggs and egg-laying habits of North American mayflies. — In: J. G. NEEDHAM, J. R. TRAVER & Y.-C. HSU. *The Biology of Mayflies*, pp. 67—89. Iihaca, 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.

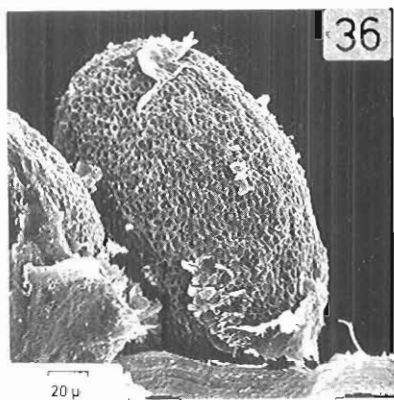
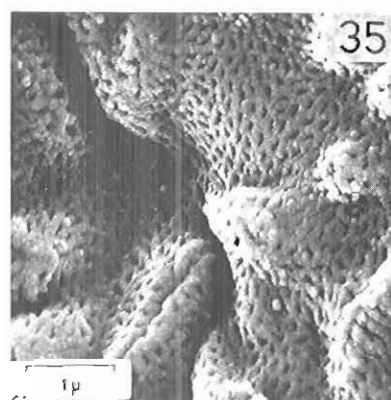
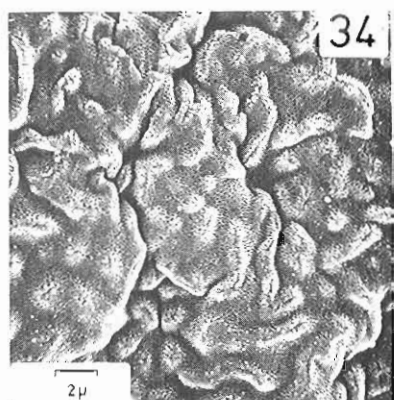
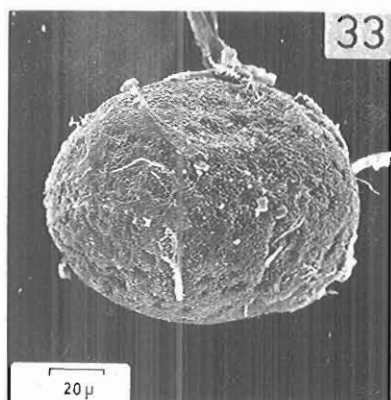
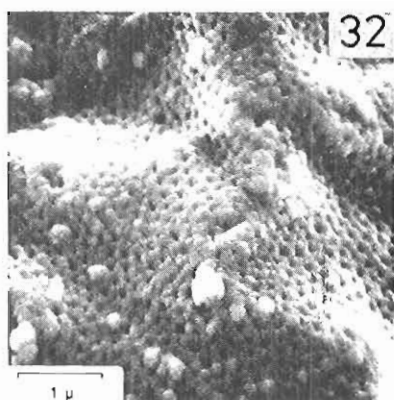
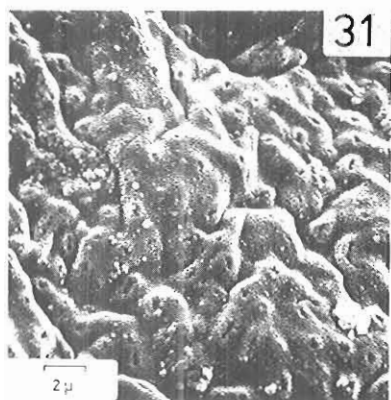


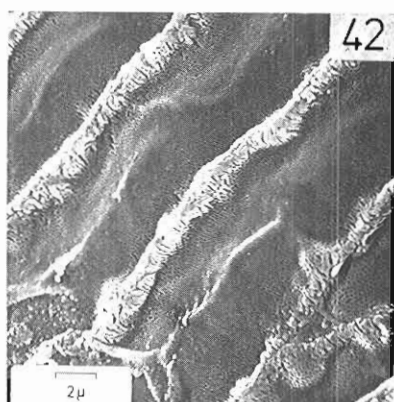
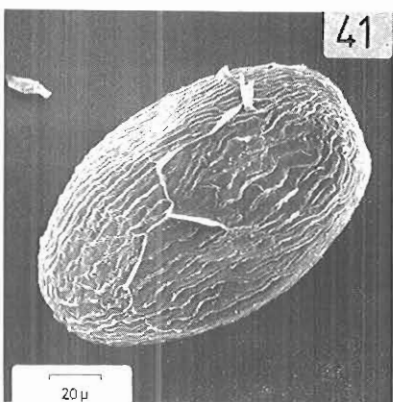
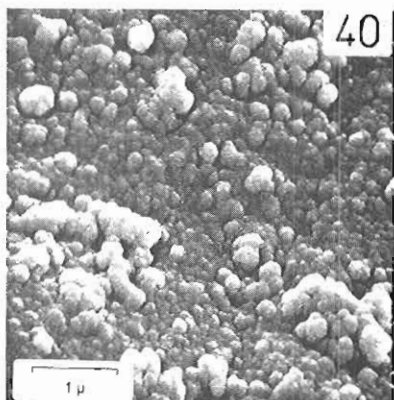
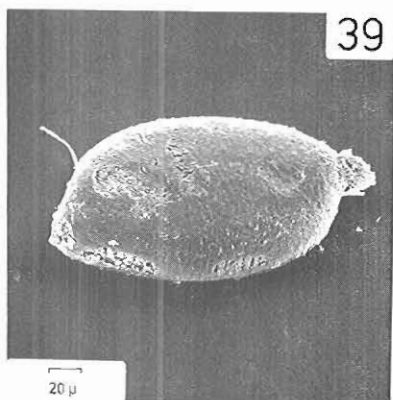
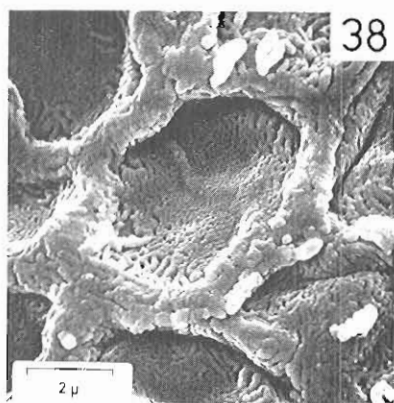
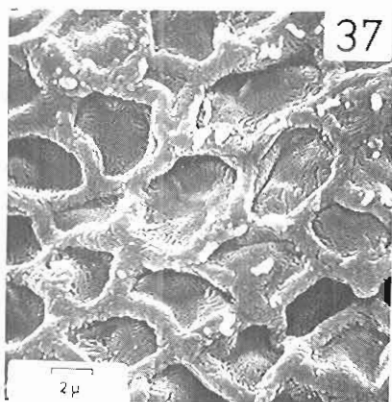


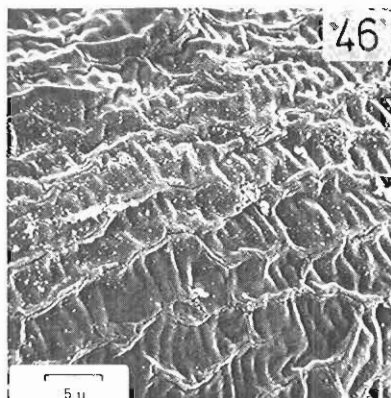
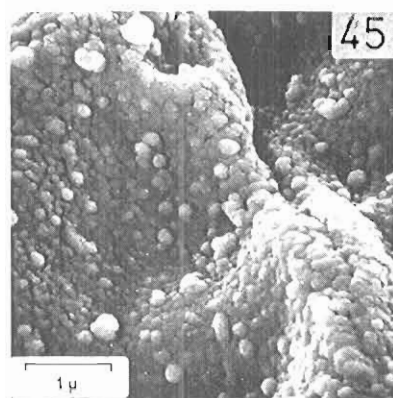
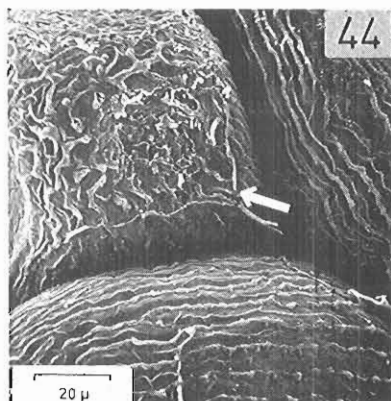
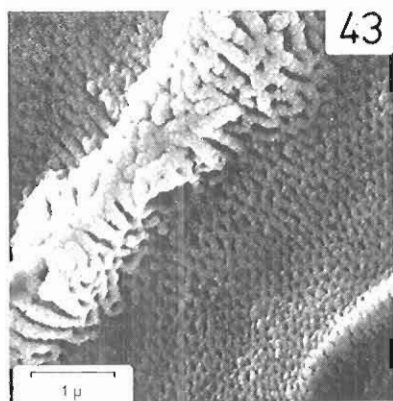












Legende zu den Abbildungen

Baetis alpinus

Imago:

Abb. 1: Ei, totale Seitenansicht.

Abb. 2: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Abb. 3: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Abb. 4: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche mit Rippenbildungen.

Abb. 5: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche mit Überzug.

Subimago:

Abb. 6: Ei, totale Seitenansicht.

Abb. 7: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Baetis maurus

Imago:

Abb. 8: Ei, totale Seitenansicht.

Abb. 9: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Abb. 10: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Baetis melanonyx

Imago:

Abb. 11: Ei, totale Seitenansicht.

Abb. 12: Ei, Seitenansicht mit Überzug.

Abb. 13: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Abb. 14: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Abb. 15: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Abb. 16: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche mit vermutlicher Überzugstruktur.

Baetis lutheri

Imago:

Abb. 17: Ei, totale Seitenansicht.

Abb. 18: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Abb. 19: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Larve:

Abb. 20: Ei, totale Seitenansicht.

Abb. 21: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Baetis vardarensis

Larve:

Abb. 22: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche mit vermutlicher Endstruktur.

Abb. 23: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche mit vermutlicher Endstruktur.

Baetis nigrescens

Imago:

Abb. 24: Ei, totale Seitenansicht.

Abb. 25: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Abb. 26: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche mit Poren und granulösen Noppenbildungen.

Abb. 27: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche mit granulösen Noppenbildungen.

Abb. 28: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Abb. 29: Ei, Polregion mit ringförmiger Aufwölbung

Baetis pavidus

Imago:

Abb. 30: Ei, totale Seitenansicht.

Abb. 31: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Abb. 32: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Baetis lapponicus

Imago:

Abb. 33: Ei, totale Seitenansicht des Eitypes a).

Abb. 34: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche des Eies in Abb. 33.

Abb. 35: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche des Eies in Abb. 33.

Abb. 36: Ei, totale Seitenansicht des Eitypes b), z. T. noch mit Überzug.

Abb. 37: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche des Eies in Abb. 36.

Abb. 38: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche des Eies in Abb. 36.

Subimago:

Abb. 39: Ei, totale Seitenansicht.

Abb. 40: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Baetis sinaicus

Imago:

Abb. 41: Ei, totale Seitenansicht.

Abb. 42: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Abb. 43: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Abb. 44: Ausschnitt aus der Oberfläche verschiedener Eier in Seitenansicht und Polaufsicht (Pfeil).

Larve:

Abb. 45: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Abb. 46: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Anschriften der Verfasser:

Dr. JENS-PETER KOPELKE, Forschungsinstitut Senckenberg, Senckenberganlage 25, D-6000 Frankfurt 1.

Dr. INGRID MÜLLER-LIEBENAU, Max-Planck-Institut für Limnologie, Abteilung Allgemeine Limnologie, Postfach 165, D-2320 Plön.

