Michael Hubbard

Spixiana	4	1	39–54	München, 1. März 1981	ISSN 0341-8391

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

(Insecta: Baetidae)

Von

Jens-Peter Kopelke
Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt

Ingrid Müller-Liebenau
Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön

Abstract

Chorionic structures in Ephemeroptera and their importance for establishing species-groups among European species of the genus *Baetis* Leach, 1815

Part II: *rhodani-*, *vernus-* and *fuscatus*-group.

(Insecta: Baetidae)

The chorionic structures of the eggs of 12 European *Baetis*-species of the *rhodani-*, *vernus-*, and *fuscatus*-group have been studied under a scanning microscope. The eggs do not show clear species-specific structures, but, within a single species-group, there are greater conformities of the features. The eggs of final instar nymphs and subimagoes are covered with an adhesive layer. Micropylar openings and attachment structures were not found.

1. Einleitung

Mit Hilfe eines Raster-Elektronen-Mikroskopes (REM) werden die Eier von europäischen Arten der Gattung *Baetis* untersucht, um ein Vorhandensein von artspezifischen Eistrukturen und deren mögliche Bedeutung für die von MÜLLER-LIEBENAU (1969) aufgestellten Artengruppen zu prüfen. Der vorliegende II. Teil der Untersuchung bezieht sich auf die Arten der *rhodani-*, *vernus-* und *fuscatus*-Gruppe. Teil I der Untersuchung (im Druck) befaßt sich mit der *alpinus-*, *lutheri-*, *pavidus-* und *lapponicus*-Gruppe, Teil III (im Druck) mit der *buceratus-*, *atrebatinus-*, *niger-*, *gracilis-* und *muticus*-Gruppe.

2. Material und Methode

Das Material wird in 75%igem Alkohol aufbewahrt und stammt größtenteils aus der Sammlung MÜLLER-LIEBENAU. Die Vorbehandlung der Tiere bzw. Eier für die REM-Untersuchungen beschränkt sich auf eine Lufttrocknung, nachdem die Präparate über eine Alkoholreihe sich erhöhender Konzentrationen und Alk. abs. geführt werden. Die Eier werden aus den getrockneten Abdomina herauspräpariert und auf jeweils einem mit einer Klebemasse bestrichenen Präparationsteller gestreut. Soweit vorhanden, werden mehrere Larven, Subimagines und Imagines derselben Art untersucht.

3. Morphologie der Eistrukturen

3.1 *rhodani*-Gruppe

3.1.1 *Baetis rhodani* Pictet (Abb. 1–4)

Imago: Eier länglich-oval, etwa 0,12 mm lang (Abb. 1). Chorion mit unregelmäßigen, groben Falten versehen (Abb. 1, 2). Zusätzlich deutliche, ebenfalls unregelmäßige, vornehmlich von Pol zu Pol ziehende Rippenbildungen vorhanden. Feinstruktur aus dicht nebeneinanderliegenden Poren (Abb. 3). Eier z. T. noch mit Überzug.

Subimago: Eier mit fein-granulösem Überzug versehen, Oberfläche ohne grobe Auffaltungen (Abb. 4).

Larve: Chorion ähnlich strukturiert wie bei der Subimago.

3.1.2 *Baetis gemellus* Eaton (Abb. 5–9)

Imago: Eier länglich-oval, ca. 0,13 mm lang. Chorion mit unregelmäßigen, groben Falten und zusätzlich deutlichen Rippenbildungen (Abb. 5). Eier z. T. mit Überzug versehen (Abb. 6), darunter deutliche, netzartige Fadenstrukturen sichtbar (Abb. 6, Abb. 7).

Subimago: kein Material vorhanden.

Larve: Eier mit feingranulösem Überzug und nicht faltig (Abb. 8, 9).

3.1.3 *Baetis canariensis* Müller-Liebenau (Abb. 10–12)

Imago: Eier länglich-oval, ca. 0,12 mm lang (Abb. 10). Chorion wie bei *B. rhodani* mit unregelmäßigen, groben Falten und deutlichen, meist von Pol zu Pol ziehenden Rippenbildungen (Abb. 10, 11). Feinstruktur ebenfalls aus dicht nebeneinanderliegenden Poren (Abb. 12). Eier teilweise noch mit Überzug versehen. Subimago und Larve wurden nicht untersucht.

3.1.4 *Baetis pseudorhodani* Müller-Liebenau (Abb. 13–16)

Imago: Eier länglich-oval, ca. 0,10 mm lang und mit deutlicher, unregelmäßiger Auffaltung des Chorions (Abb. 13, 14). Rippenbildungen fehlen. Feinstruktur wiederum aus dicht nebeneinanderliegenden Poren bestehend (Abb. 15). Eier z. T. noch mit Überzug.

Subimago: Eier mit fein-granulösem Überzug, grobe Faltenbildungen werden bereits angedeutet (Abb. 16).

Larve: ähnliche Strukturen wie bei Subimago.

3.2 *vernus*-Gruppe

3.2.1 *Baetis vernus* Curtis (Abb. 17–22)

Imago: Eier rundlich bis langgestreckt, etwa 0,14 mm lang (Abb. 17, 20). Chorionstrukturen variieren z. T. erheblich. Oberfläche kann unregelmäßig, aber deutlich rippenartig gefaltet (Abb. 17) oder mehr oder weniger gleichmäßig strukturiert sein (Abb. 20). Feinstruktur bei allen Eiern jedoch ähnlich gestaltet, und zwar aus sehr kleinen, aneinanderliegenden und geschwungenen Faltenbildungen bestehend (Abb. 18 u. 19 Ausschnitte aus Abb. 17; Abb. 21 Ausschnitt aus Abb. 20). Eier teilweise noch mit Überzug.

Subimago: Eier mit fein-granulösem Überzug (Abb. 22), grobe Strukturen wie z. B. Rippenbildungen z. T. schon erkennbar (ohne Abb.).

Larve: Eier ähnlich strukturiert wie Subimago.

3.2.2 *Baetis tenax* Eaton (Abb. 23–26)

Imago: Eier rund bis länglich (Abb. 23), etwa 0,14 mm lang. Keine derart deutlichen Rippenbildungen des Chorions wie bei *B. vernus* vorhanden, sondern mehr oder weniger gleichmäßig über die Oberfläche verteilte, kleine, runde, warzenartige Aufwölbungen (Abb. 23, 24). Feinstruktur allerdings ähnlich wie bei *B. vernus* aus sehr kleinen, dicht aneinanderliegenden Faltenbildungen bestehend (Abb. 24, 25). Eier auch bei *B. tenax* teilweise noch mit Überzug (Abb. 26).

Subimago: nur fein-granulöse Chorion-Oberfläche vorhanden (ohne Abb.).

Larve: ähnliche Strukturen wie bei Subimago.

3.2.3 *Baetis liebenauae* Keffermüller (Abb. 27–29)

Imago: Eier länglich-oval, ca. 0,13 mm lang (Abb. 27). Chorion mit wenigen, deutlich hervortretenden, aber unregelmäßig angeordneten Rippenbildungen (Abb. 27). Feinstruktur aus sehr kleinen Falten bestehend (Abb. 28, 29).

Subimago: nicht untersucht.

Larve: mit feingranulösem Chorionmuster (ohne Abb.).

3.2.4 *Baetis macani* Kimmins (Abb. 30–33)

Imago: Eier länglich-oval, ca. 0,12 mm lang (Abb. 30). Chorion mit groben, unregelmäßigen Auffaltungen (Abb. 30, 31). Feinstruktur mit dicht nebeneinanderliegenden, z. T. undeutlich hervortretenden Poren (Abb. 32). Eier teilweise noch mit Überzug (Abb. 33).

Subimago und Larve wurden nicht untersucht.

3.2.5 *Baetis tracheatus* Keffermüller & Machel (Abb. 34–36)

Imago: Eier länglich-oval, etwa 0,15 mm lang (Abb. 34). Chorionoberfläche unregelmäßig aufgefaltet (Abb. 34, 35). Feinstruktur aus dicht nebeneinanderliegenden, sehr kleinen Falten bestehend (Abb. 35, 36). Eier oft noch mit Überzug versehen, so daß Feinstruktur z. T. verdeckt wird.

Subimago: Eier mit feingranulösem Überzug.

Larve: Eier wie bei Subimago strukturiert.

3.2.6 *Baetis subalpinus* Bengtsson (Abb. 37–40)

Imago: Eier länglich-oval, ca. 0,19 mm lang (Abb. 37). Chorion mit mehr oder weniger gleichmäßig verteilten, deutlich hervortretenden Warzenbildungen versehen (Abb. 37, 38). Daneben meist von Pol zu Pol ziehende, vereinzelt auftretende Rippenbildungen vorhanden. Feinstruktur aus dicht nebeneinanderliegenden, geschwungenen und sehr kleinen Falten bestehend (Abb. 38, 39).

Subimago: Chorion mit feingranulösem Überzug (Abb. 40).

Larve: Struktur ähnlich wie bei Subimago.

3.3 *fuscatus*-Gruppe

3.3.1 *Baetis fuscatus* Linné (Abb. 41–44)

Imago: Eier länglich-oval, etwa 0,14 mm lang (Abb. 41). Chorionstruktur gleichmäßig, aus dicht aneinanderliegenden, mehr oder weniger langen und unregelmäßigen Falten (oder runden Höckern) bestehend (Abb. 42). Feinstruktur zeigt längliche bis dreieckige Porenbildungen (Abb. 43).

Subimago: Chorion läßt grobe, unregelmäßige Auffaltungen bereits erkennen (Abb. 44). Doch wird die porige Feinstruktur noch von einem fein-granulösem Überzug verdeckt.

Larve: nicht untersucht.

3.3.2 *Baetis scambus* Eaton (Abb. 45–46)

Imago: nicht untersucht.

Subimago: Chorion zeigt bei dieser Art ähnliche Strukturen wie bei Subimago von *B. fuscatus*, bestehend aus unregelmäßig angeordneten groben Auffaltungen (Abb. 45, 46). Feinstruktur bei Subimago noch von fein-granulösem Überzug verdeckt. Eilänge etwa 0,12 mm.

Larve: nicht untersucht.

4. Diskussion

Wie schon bei den Arten der *alpinus-*, *lutheri-*, *pavidus-* und *lapponicus*-Gruppe (Teil I), können auch bei den Vertretern der in diesem II. Teil untersuchten Gruppen weder Mikropylen noch Anheftungsvorrichtungen festgestellt werden. Außerdem besitzen die Larven und Subimagines der Arten aus der *rhodani-*, *vernus-* und *fuscatus*-Gruppe ähnliche Eiüberzüge wie die in Teil I untersuchten Arten. Diese Überzüge bestehen aus einer einheitlichen, fein-granulösen Struktur. Derartige „adhesive layers" wurden bereits von Koss (1970) und Koss & Edmunds (1974) bei Vertretern verschiedener Ephemeropteren-Familien festgestellt.

Die Chorion-Strukturen der Eier der von uns in diesem II. Teil untersuchten europäischen *Baetis*-Arten aus der *rhodani-*, *vernus-* und *fuscatus*-Gruppe zeigen größtenteils keine so deutlich hervortretenden, artspezifischen Muster wie z. B. die Arten der *alpinus-*, *lutheri* und *lapponicus*-Gruppe (Teil I) oder die an anderer Stelle untersuchten afrikanischen Arten der gleichen Gattung (Kopelke 1980). Innerhalb der in diesem Teil un-

tersuchten Verwandtschaftsgruppen sind stärkere Übereinstimmungen zu erkennen. So besitzen z. B. die meisten Arten der *rhodani*-Gruppe eine unregelmäßige, grobe Auffaltung ihres Chorions sowie eine porige Feinstruktur. Zusätzlich weisen die Eier der Arten *rhodani, gemellus* und *canariensis* noch deutliche Rippenbildungen auf. Im Gegensatz zu allen Arten der *rhodani*-Gruppe zeigen die Eier von *B. gemellus* netzartige Feinstrukturen (Tab. I).

Die Arten der *vernus*-Gruppe besitzen neben mehr oder weniger starken, unregelmäßigen Auffaltungen des Chorions (z. B. *vernus, liebenauae, macani, tracheatus)* z. T. auch deutlich hervortretende Warzenbildungen *(subalpinus, tenax)*. Als Feinstruktur treten vor allem dicht nebeneinanderliegende, sehr kleine Falten auf *(vernus, tenax, liebenauae, subalpinus, tracheatus)*. *B. macani* hebt sich diesbezüglich aus der *vernus*-Gruppe heraus, da nur diese Art eine Poren-Feinstruktur aufweist (Tab. I). Aufgrund der nur geringen eimorphologischen Unterschiede muß die Frage weiterhin offen bleiben, ob es sich bei *B. vernus* und *B. tenax* um 2 Arten handelt bzw. ob deren Synonymisierung (MÜLLER-LIEBENAU 1969) gerechtfertigt ist, zumal gerade bei *B. vernus* größere Variationen der Chorionstrukturen festgestellt werden konnten. Nach MACAN (pers. Mitteilung) handelt es sich bei *vernus* und *tenax* um zwei ökologisch differenzierte Arten. Eier von *B. vernus,* die einem Eigelege aus einer Zuchtanlage entnommen wurden, erwiesen sich als ungeeignet für unsere Untersuchung, da sie insgesamt mit Überzügen versehen waren und keinerlei Chorionstrukturen erkennen ließen. Ähnliches dürfte auch bei Eigelegen anderer *Baetis*-Arten zutreffen.

Die Eier der beiden Arten aus der *fuscatus*-Gruppe sind dadurch charakterisiert, daß ihr Chorion unregelmäßig angeordnete, grobe Faltenbildungen aufweist. Als Feinstruktur wird nur bei *B. fuscatus* ein weitporiges Muster festgestellt. Die Feinstruktur der *scambus*-Eier kann nicht geklärt werden, da alle untersuchten Eier mit einem Überzug versehen sind.

Die Eistrukturen der in der vorliegenden Studie untersuchten Arten zeigen somit z. T. auffällige Übereinstimmungen innerhalb der gleichen Verwandtschaftsgruppe, die sich vor allem auf die Feinstruktur beziehen. Daneben gibt es jedoch auch Ausnahmen (u. a. bei *B. macani* in der *vernus*-Gruppe und bei *B. gemellus* in der *rhodani*-Gruppe, vgl. Tab. I), so daß eine eindeutige Zuordnung der Arten in eine entsprechende Verwandtschaftsgruppe aufgrund von eimorphologischen Merkmalen nicht sicher durchführbar ist. Denn ein derartiges, feingefaltetes Chorionmuster wie es in der *vernus*-Gruppe vorherrscht, ließ sich z. B. auch bei *B. melanonyx* nachweisen (Teil I), und diese Art wurde aufgrund morphologischer Merkmale bei Larven und Imagines der *alpinus*-Gruppe zugeordnet. Bei den bisher untersuchten Arten sind hinsichtlich der Eimorphologie lediglich gewisse Tendenzen einer Verwandtschaftsgruppen-Zugehörigkeit festzustellen. Infolgedessen lassen sich die Artengruppen mit Hilfe der Eisstrukturen nicht exakt voneinander abgrenzen. Diese Befunde zeigen eine auffällige Parallele zu den nach wie vor bestehenden Schwierigkeiten bei der Bestimmung von Larven einiger Arten speziell der hier untersuchten Arten-Gruppen aufgrund ihrer äußeren Morphologie, z. B. *rhodani-gemellus, vernus-tenax-subalpinus, fuscatus-scambus.*

Tab. I: Chorion-Strukturen der Eier von europäischen Baetis-Imagines aus der rhodani-, vernus- und fuscatus-Gruppe.

Art	Eigröße (Imago) in mm	Chorion - Strukturen					
		Faltenstrukturen - grob	Rippenbildungen	Warzenbildungen	Faltenstrukturen - fein	Poren	Fadenbildungen
rhodani-Gruppe							
B. rhodani	0,12	x	x	-	-	x	-
B. gemellus	0,13	x	x	-	-	-	x
B. canariensis	0,12	x	x	-	-	x	-
B. pseudorhodani	0,10	x	-	-	-	x	-
vernus-Gruppe							
B. vernus	0,14	(x)	(x)	-	x	-	-
B. tenax	o,14	-	-	x	x	-	-
B. liebenauae	0,13	x	x	-	x	-	-
B. macani	0,12	x	-	-	-	x	-
B. tracheatus	0,15	x	-	-	x	-	-
B. subalpinus	0,19	-	x	x	x	-	-
fuscatus-Gruppe							
B. fuscatus	0,14	x	-	-	-	x	-
B. scambus	o,12	x	-	-	?	?	-

5. Literatur

KOPELKE, J.-P. 1980: Morphologische Studien an den Eiern der Eintagsfliegen (Ephemeroptera, Insecta) aus der Emergenz des zentralafrikanischen Bergbaches Kalengo. – Schweiz. Ent. Ges. **53**: 297–311

KOPELKE, J.-P. & MÜLLER-LIEBENAU, I. (im Druck): 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

— — (im Druck): Eistrukturen 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-*, *gracilis-* und *muticus*-Gruppe. – Dtsch. Ent. Z.

KOSS, R. W. 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

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

Angenommen am 18. 6. 1980

Abbildungen

Baetis rhodani

Imago:
Abb. 1: Ei, totale Seitenansicht.
Abb. 2: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Abb. 3: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Subimago:
Abb. 4: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Baetis gemellus

Imago:
Abb. 5: Ei, totale Seitenansicht.
Abb. 6: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche mit Überzug
Abb. 7: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche mit Überzug
Larve:
Abb. 8: Ei, totale Seitenansicht.
Abb. 9: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Baetis canariensis

Imago:
Abb. 10: Ei, totale Seitenansicht.
Abb. 11: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Abb. 12: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Baetis pseudorhodani

Imago:
Abb. 13: Ei, totale Seitenansicht.
Abb. 14: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Abb. 15: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Subimago:
Abb. 16: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Baetis vernus

Imago:
Abb. 17: Ei, totale Seitenansicht.
Abb. 18: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche des Eies in Abb. 17.
Abb. 19: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche des Eies in Abb. 17.
Abb. 20: Übersicht über mehrere Eier.
Abb. 21: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche eines Eies der Abb. 20.
Subimago:
Abb. 22: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Baetis tenax

Imago:
Abb. 23: Ei, totale Seitenansicht.
Abb. 24: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Abb. 25: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Abb. 26: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche mit z. T. aufgerissenem Überzug.

Baetis liebenauae

Imago:
Abb. 27: Ei, totale Seitenansicht.
Abb. 28: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Abb. 29: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Baetis macani

Imago:
Abb. 30: Ei, totale Seitenansicht.
Abb. 31: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Abb. 32: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Abb. 33: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche mit z. T. aufgerissenem Überzug.

Baetis tracheatus

Imago:
Abb. 34: Ei, totale Seitenansicht.
Abb. 35: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Abb. 36: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

Baetis subalpinus

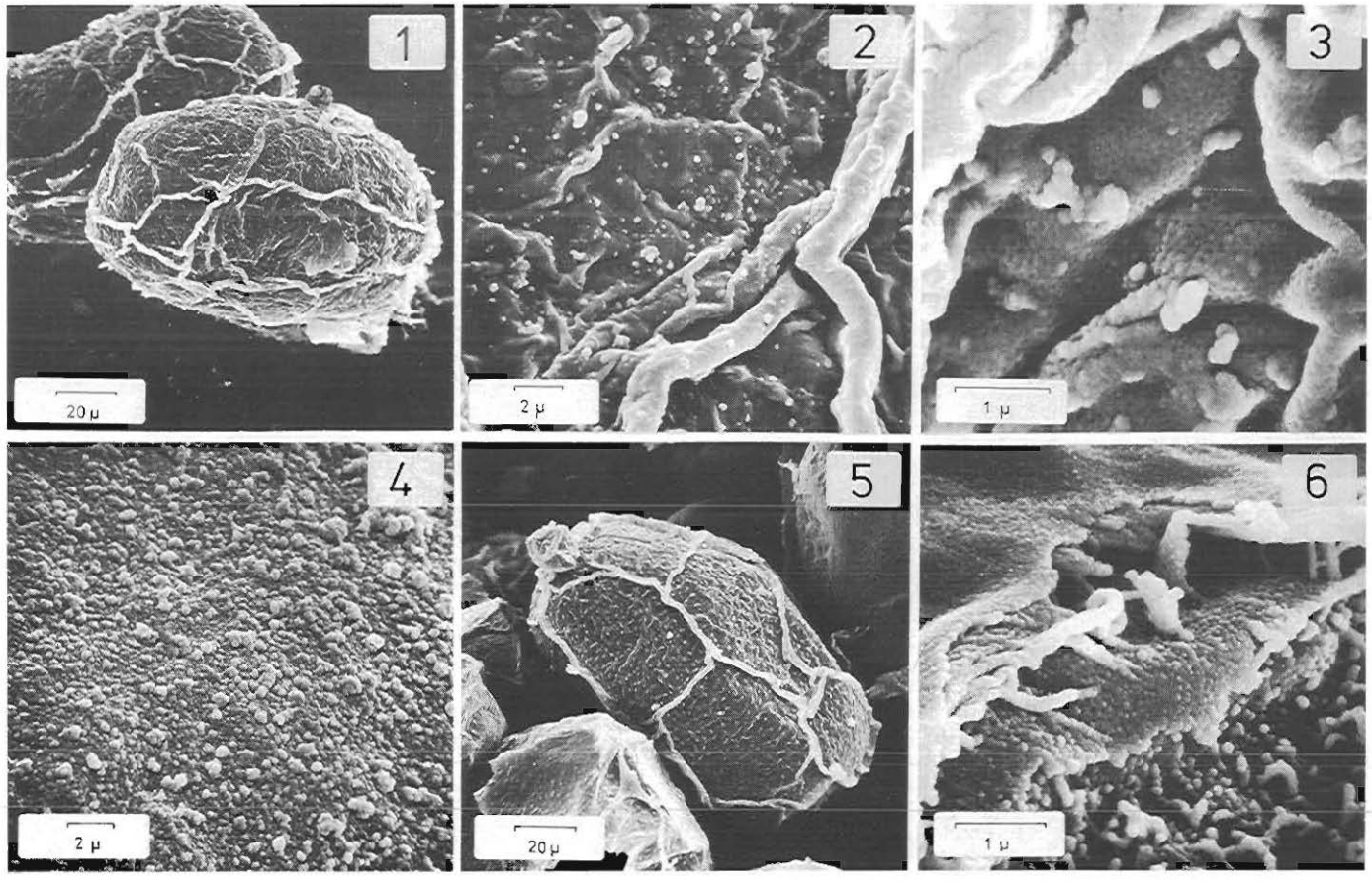
Imago:
Abb. 37: Ei, totale Seitenansicht.
Abb. 38: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Abb. 39: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Subimago:
Abb. 40: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

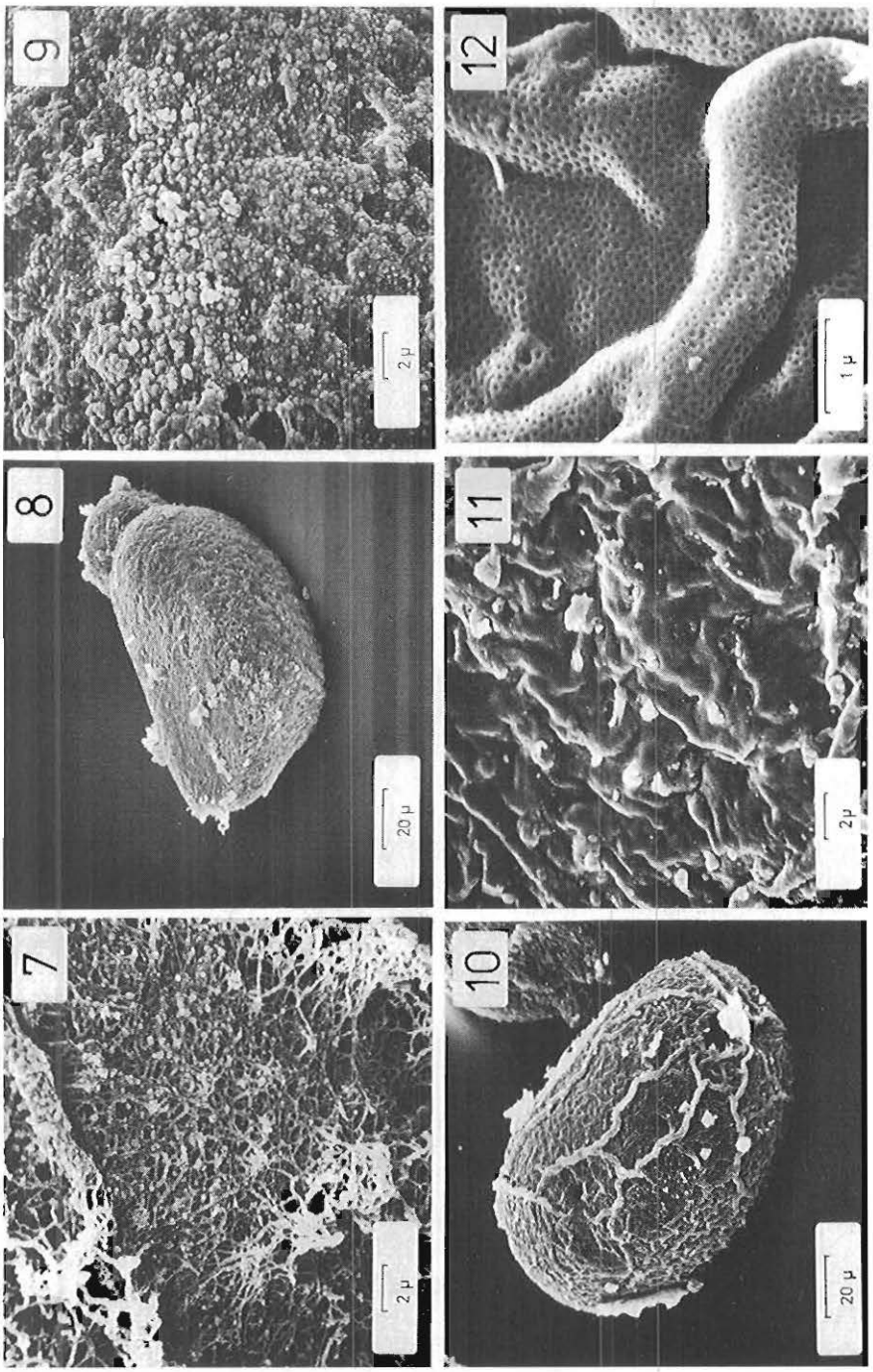
Baetis fuscatus

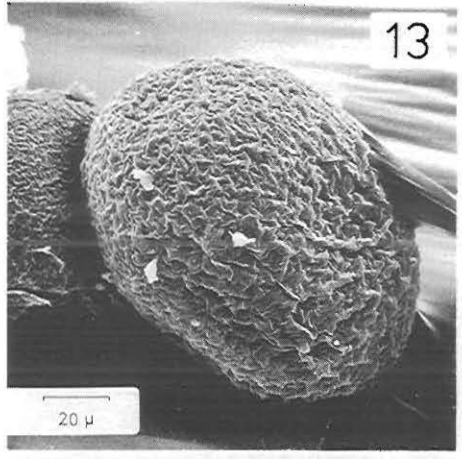
Imago:
Abb. 41: Ei, totale Seitenansicht.
Abb. 42: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Abb. 43: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.
Subimago:
Abb. 44: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

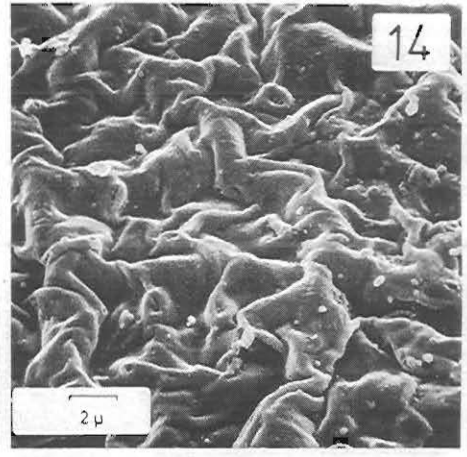
Baetis scambus

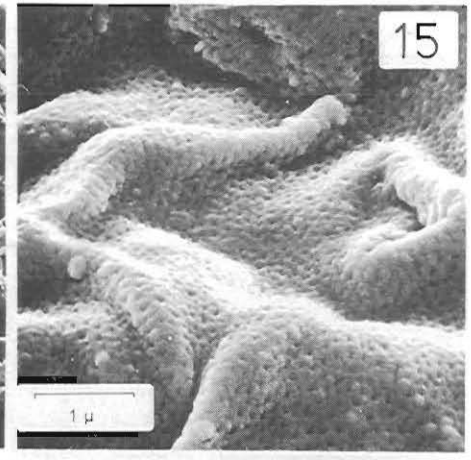
Subimago:
Abb. 45: Ei, totale Seitenansicht.
Abb. 46: Ei, Ausschnitt aus der Oberfläche.

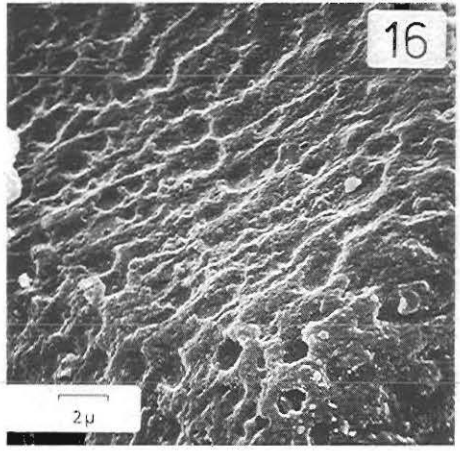

1
20 µ
2
2 µ
3
1 µ
4
2 µ
5
20 µ
6
1 µ

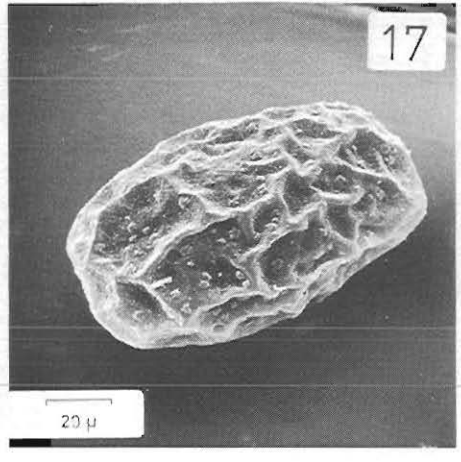

7
2 µ
8
20 µ
9
2 µ
10
20 µ
11
2 µ
12
1 µ

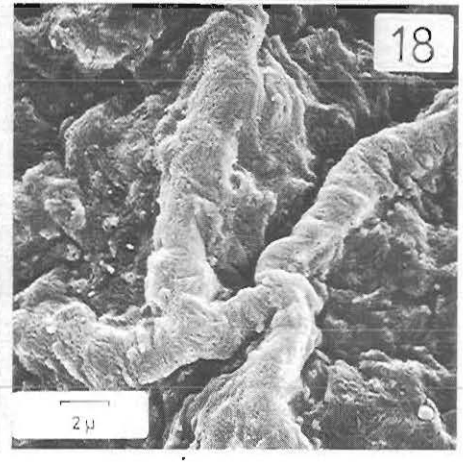

13
20 µ

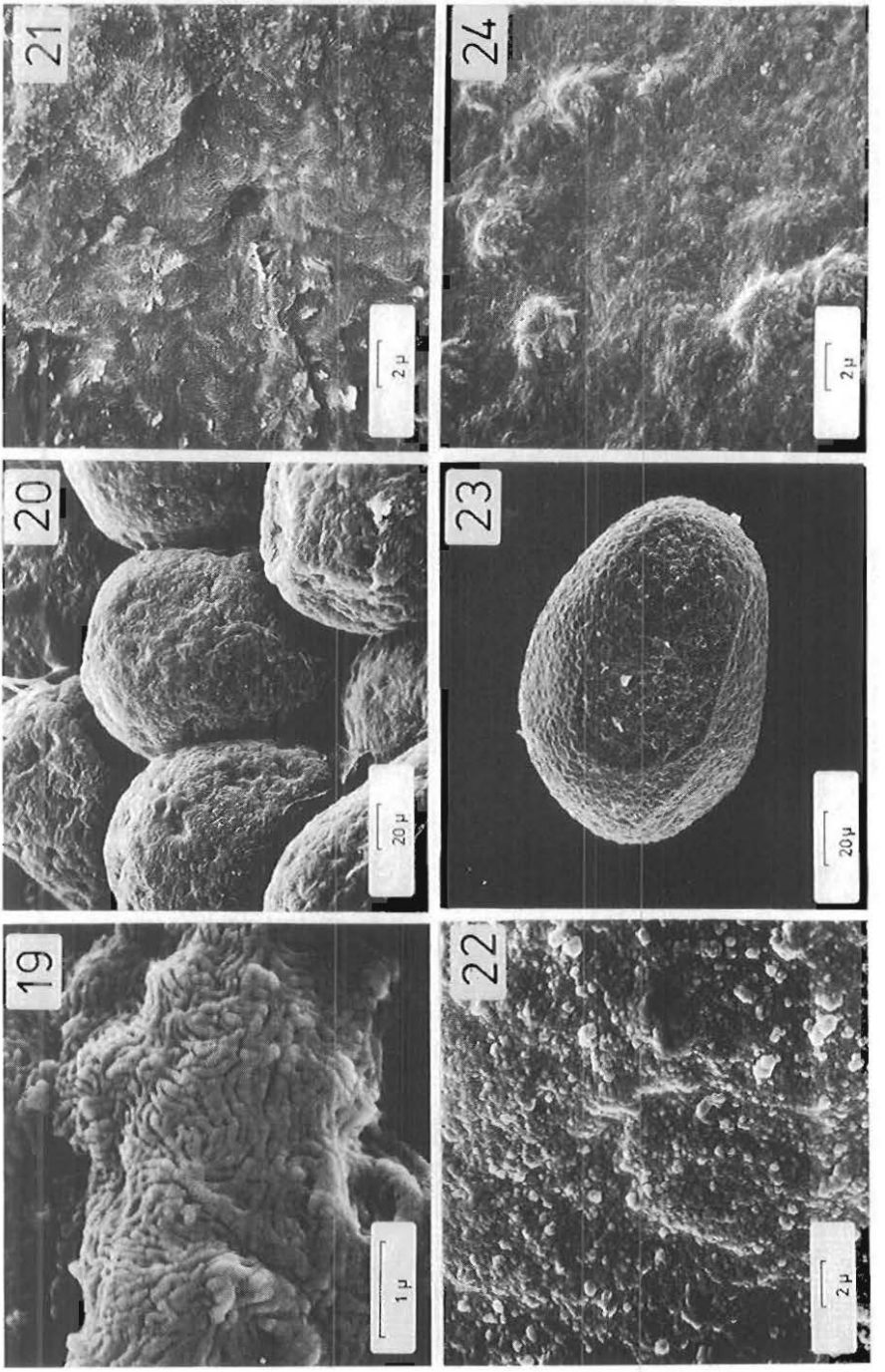

14
2 µ


15
1 µ

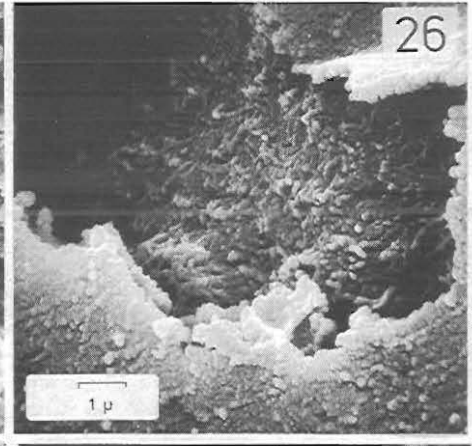

16
2 µ

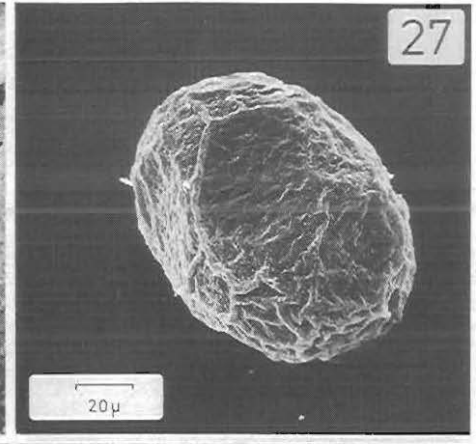

17
20 µ

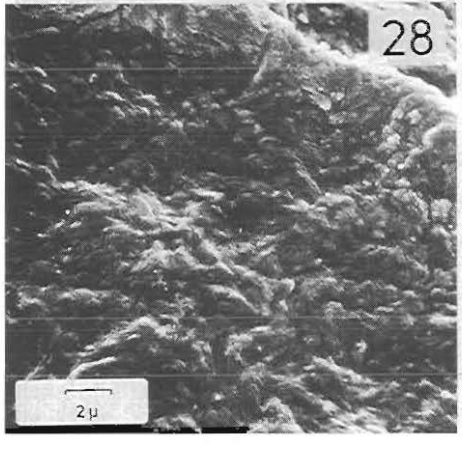

18
2 µ

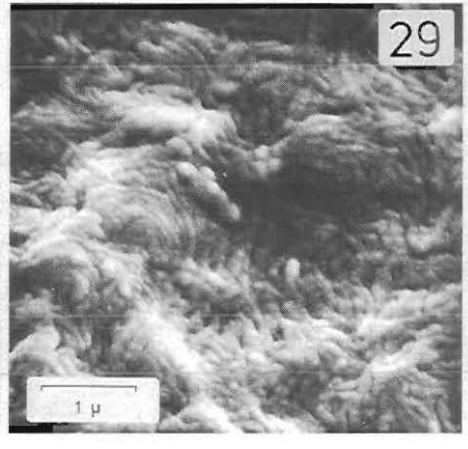

19
1 µ
20
20 µ
21
2 µ
22
2 µ
23
20µ
24
2 µ

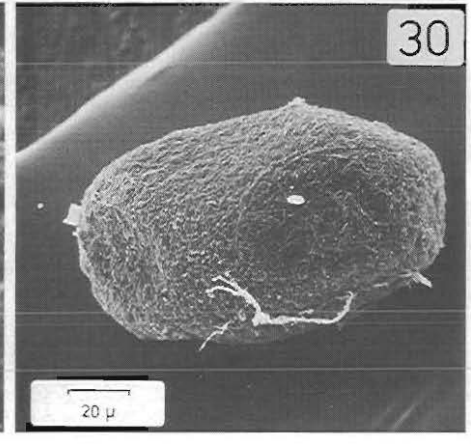
25
1 μ

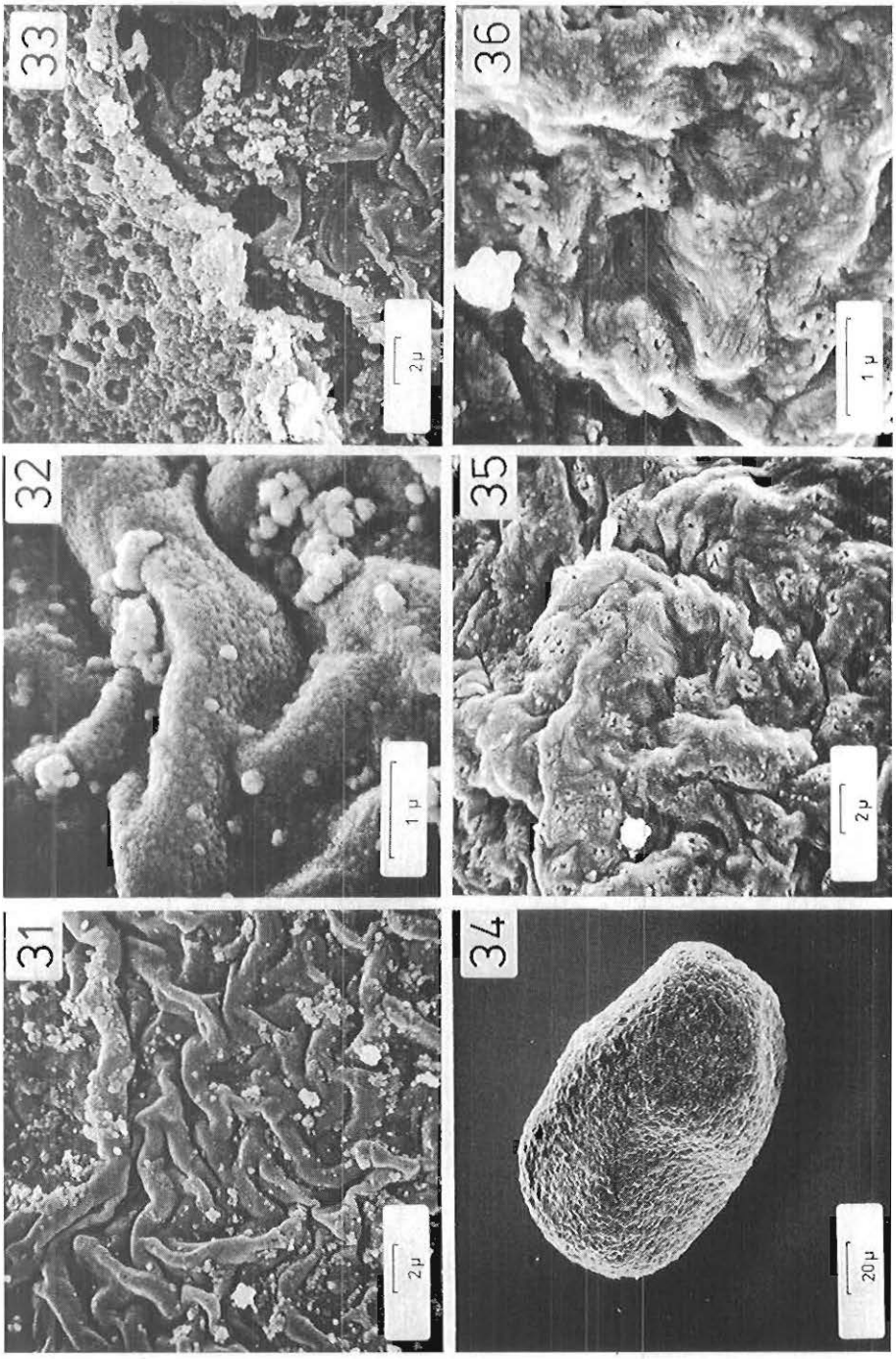

26
1 μ

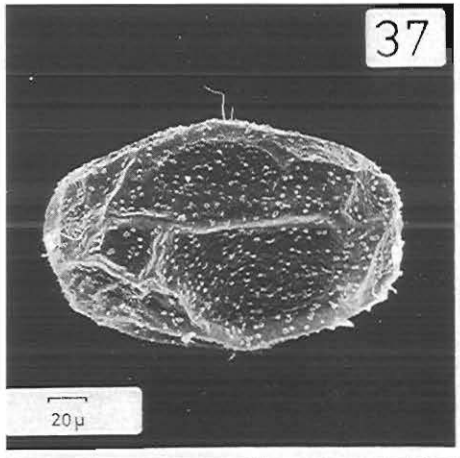

27
20 μ

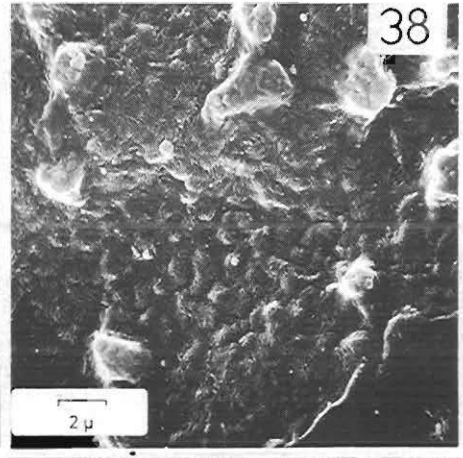

28
2 μ

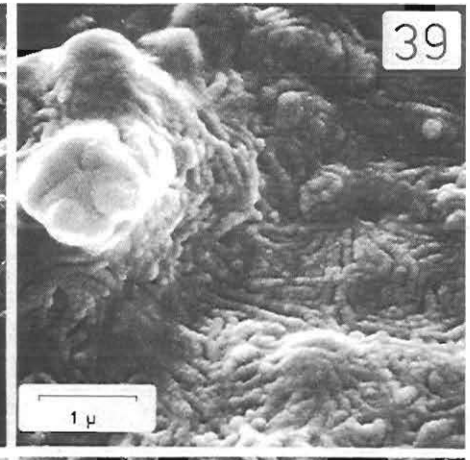

29
1 μ

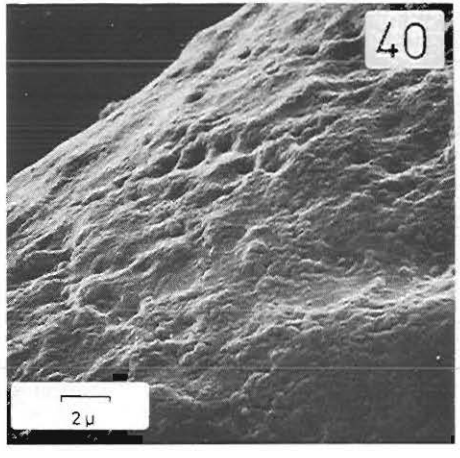

30
20 μ

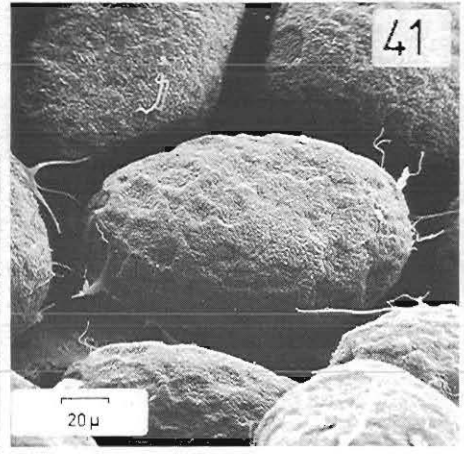

31
2 μ
32
1 μ
33
2 μ
34
20 μ
35
2 μ
36
1 μ

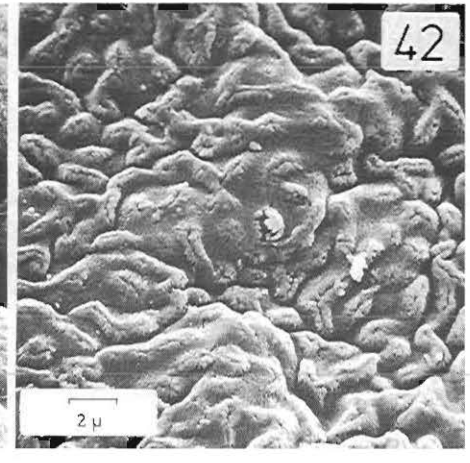

37
20 µ

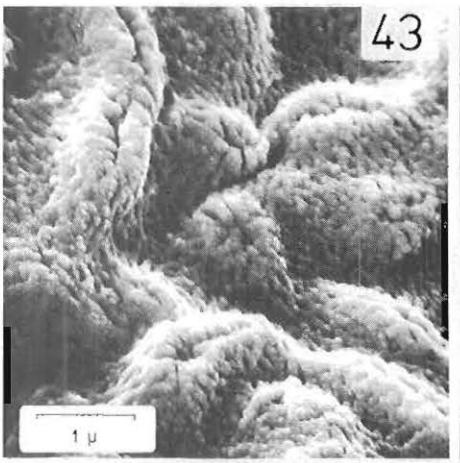

38
2 µ

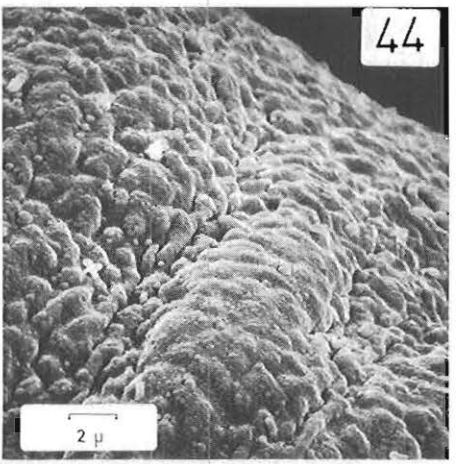

39
1 µ

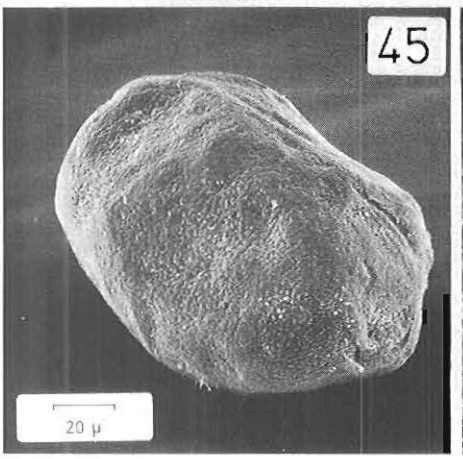

40
2 µ

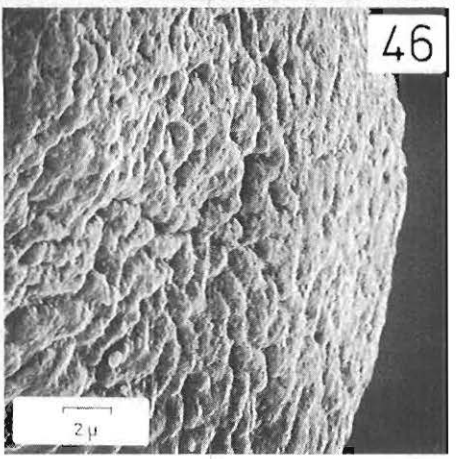

41
20 µ


42
2 µ


43
1 µ


44
2 µ


45
20 µ


46
2 µ