©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.zobodat.at

Untersuchungen am Typusmaterial von „*Frustulia* (*Cymbella*) *ventricosa* Agardh“ (Pennales, Bacillariophyceae)

TSANG-PI CHANG

Zusammenfassung: In dieser Arbeit wird das Vorkommen zweier Kieselalgen, *Cymbella ventricosa* (C. Agardh) Kützing und *Rhopalodia agardhii* Chang in Agardhs Typusmaterial von *Frustulia* (*Cymbella*) *ventricosa* erneut bestätigt und dargestellt. Beide Arten werden anschließend genauer bestimmt durch den Vergleich mit bereits bekannten Kieselalgen.

Summary: The presence of two diatoms, *Cymbella ventricosa* (C. Agardh) Kützing and *Rhopalodia agardhii* Chang in Agardh´s type-material of *Frustulia* (*Cymbella*) *ventricosa* is again confirmed and here presented. Both species have been identified by comparing them with similar diatoms described in the past.

Einleitung

Carl Adolf AGARDH veröffentlichte 1827 seine Untersuchungsergebnisse von den in Carlsbad (Karlsbad, jetzt Karlovy Vary, Tschechische Republik) gesammelten Algen und beschrieb bei den gefundenen 19 Kieselalgen eine neue Art mit „semilunaria ventricosa“ Form als *Frustulia ventricosa*. Er hatte die Art gezeichnet (Abb. 1), die Skizze jedoch nie veröffentlicht. Drei Jahre später hatte er diese und andere Kieselalgen sogar zusammen der Gattung *Cymbella* Agardh zugeordnet (S. AGARDH 1830). Danach hatte KÜTZING (1833) *Frustulia ventricosa* bei seinen Proben ebenfalls gefunden und zum ersten Mal abgebildet (Abb. 2). Jedoch hatte er erst 1844 eine genauere Abbildung der Alge als *C. ventricosa* veröffentlicht (Abb. 3), nach einer Vorbehandlung seiner Proben mit Säuren oder durch Erhitzen. Ohne Agardhs Originalmaterial nachzuprüfen, wurde die Art, wie KÜTZING (1844) sie beschrieb, von vielen Forschern akzeptiert (bis hin zu HUSTEDT 1909, 1930, Abb. 5). Offensichtlich prüfte GRUNOW (1880) Agardhs Originalmaterial zum ersten Mal nach, fand darin jedoch keine *C. ventricosa*. Deshalb stellte er fest: “*C. ventricosa* Kg nec C. Agardh“ (GRUNOW 1880, pl. 32, f. 15 Legende) und benannte „*C. ventricosa* Kg“ als „*Encyonema ventricosum* (Ktz.) Grunow“ (Abb. 4). Ein gleiches Resultat erhielt REIMER (in PATRICK & REIMER 1975) bei seiner Nachprüfung von Agardhs Originalmaterial und befand daraufhin den Namen „*C. minuta* Hilse ex Rabenhorst“

Anschrift des Autors: T.P. Chang, Biobasis, Seydlitzstrasse 63, D-80993 München;
E-Mail: chang360@web.de

© Bayerische Botanische Gesellschaft e.V. 2012

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.zobodat.at

als richtig. Später wurde diese Alge entweder als *Encyonema* sp. (Ross & Håkansson 2000; *E. ventricosum* (Ag.) Grun., Hoover 1976, Krammer 1996) oder weiterhin als *C. ventricosa* Kützing (Chang 1999) benannt.

Bei der Prüfung an Agardhs Originalmaterial hatte Grunow (1880, pl. 32, f. 11-13; 1885) bereits vermutet, dass Agardhs *Cymbella ventricosa* eigentlich „*Epithemia gibberula* (Ehr.) Kütz. var. *producta* Grun." (Abb. 6) sei. Auch bei ähnlichen Arten (s. Abb. 7-9) gab es andere Vermutungen und Benennungen (s, Müller 1899; Hoover 1976; Håkansson 1979; Chang 2000). Danach schwankten die Artbestimmungen vieler Forscher: Entweder als „*Rhopalodia* sp." (Patrick & Reimer 1975; Ross & Håkansson 2000) oder als neue Art, z. B. *R. operculata* (C. Agardh) Håkansson (s. Håkansson 1979). Daher wurde es notwendig, die Algen in Agardhs gesammeltem Material erneut zu untersuchen, um durch einen Vergleich mit den oben genannten *Epithemia*- oder *Rhopalodia*-Arten eine genauere Artbestimmung zu ermöglichen.

Material und Methoden

Die Mica-Scheiben vom Typusmaterial (*Frustulia ventricosa*, Agardh-Kollektion Nr. 4611) wurden zunächst mit 250-400-facher Vergrößerung durch Lichtmikroskopie (LM) untersucht. Wenn dabei Algenschalen sichtbar waren, wurden sie fotografiert (Abb. 10 & 11). Diese Fotos wurden dann im Fotolabor weiterhin vergrößert, um die Schalenstruktur genauer betrachten zu können. Die Vergrößerung (entspr. 1200 mal) war notwendig, um die artspezifischen Streifen (vgl. Abb. 11A) besser erkennen zu können.

Für die Raster-Elektronmikroskopie (REM) Studien wurde ein kleiner Probenkrümel von einer Mica-Scheibe entnommen und weiter mit H_2O_2 oder HCl behandelt. Danach wurde das behandelte Material auf einen Metallträger übertragen und nach einer Gold-Beschichtung (SEM Coating Unit PS3, Agar Aids, Essex) mit einer REM-Apparatur (Hitachi-S520) untersucht (Abb. 29-39). Beim Freilandmaterial (aus dem Stadtkanal in Karlovy Vary) war die Vorbehandlung der REM-Proben entsprechend (Abb. 40-41).

Folgende Proben von unterschiedlichen Sammlungen wurden zu dieser Arbeit herangezogen.

1. Agardh´s Kollektion in „The Institute of Botany of University Lund, Sweden":
   (a) 19 Mica-Scheiben aus Agardh´s Nr. 4611 Carlsbad-Material von 1825 (Abb. 10-13).
   (b) Agardh´s Material Nr. 4604 „Carlsbad": Eine Mica-Scheibe mit „*Frustulia minor* inter Oscillatoriam" aus dem Fluss Teple in Karlsbad, präpariert von C. Agardh (Abb. 38-39).

2. Hustedtsammlung im Polarforschungsinstitut, Bremerhaven.
   (a) Typusmaterial von „*Rhopalodia operculata* Håkansson**" (**4 Objektträger mit Agardhs Nr. 4611 Carlsbad Material) (Abb. 14-19).

3. British Natural History Museum (BM), London:
   (a) BM-23044, „*Epithemia Westermanii*, I 12a" gesammelt in Lewes, Okt. 15, 1851, für Smith (1853, f. **11**) Publikation (Abb. 20).
   (b) BM-23045, „*Epithemia Westermanii*", British Diatom. Coll. Wm. Smith, Sussex Nov. 1853. Etikett: Mounted in 1887 & det. R. Ross (11.05.1945) as *Rhopalodia musculus* (Ktz) O. Müller (Abb. 21).
   (c) BM-23047, „*Epithemia rupestris* W. S." aus Backsbottom nahe zu Lancaster, Mai 1851, leg. Mr. G. Smith; type-material in Smith´s Synopsis (1853, f. **12**)(Abb. 22).

© Bayerische Botanische Gesellschaft e.V. 2012

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.zobodat.at

(d) BM-23041, "*Epithemia musculus* Kütz.", Coll. Wm. Smith, Lymington Hantz, Sept. 1854 (Abb. 23).

4. Weinzierls Kollektion, Botanische Staatssammlung München:
(a) Rabenhorst´s Alg. Europa, Nr. 1261, *Cymbella minuta* Hilse, Schlesien, leg. Hilse, 1861 (Abb. 25).

5. Van Heurck´s Kollektion in „National Botanic Garden of Belgium", Meise bei Brüssel:
(a) Synopsis Diat. Belg., Typus No. 36 von *Encyonema ventricosum* (Kütz.) Grun. forma *major*, France (Abb. 26).
(b) Synopsis Diat. Belg., Typus No. 37 von *Encyonema ventricosum* (Kütz.) Grun. forma *media*, Belgium (Abb. 27).
(c) Synopsis Diat. Belg., Typus No. 38 von *Encyonema ventricosum* (Kütz.) Grun. forma *minuta*, Belgium (Abb. 28).

Ergebnisse

1. LM-Untersuchungen an Agardh´s präparierten Mica-Scheiben mit Nr. 4611 Material (Abb. 10-13).

In den Zwischenräumen der bereits verkrusteten Biomasse auf den Mica-Scheiben (Abb. 10-12) konnten einige Kieselalgen bei 400x LM gesehen und nach ihren Formen bestimmt werden (a: *Cymbella*, b-c: *Rhopalodia*, d: Algenzyst?, e: *Amphora*, f: *Nitzschia*, g: *Gomphonema*). Die artspezifischen Streifen auf *C. ventricosa* konnten nur bei stärkeren Vergrößerungen beobachtet werden (~800x, Abb. 10A**,** ~1200x, Abb. 11A). Solche Ventrikosen-Zellen zeigten eine eindeutige Ventralseite (Vs) und eine geradlinige Dorsalseite (Ds). Dagegen wurden die „zitronenförmigen" Zellen (Agardh: quasi *Cypraea*) bei *Rhopalodia* (Abb. 12c) jeweils von zwei Ventrikosen gebildet (Vt, Abb.13). Alle Zellenden, sowohl die flachköpfigen als auch die messerspitzartigen, zeigten ebenfalls unterschiedliche Größen (klein und rund, s. Abb. 10b, 11b sowie mittelgroße „Halbmonde & Oliven", s. Abb. 12b-b´ und große „Spindeln", s. Abb. 12c, 13). Die kugelförmigen *Rhopalodia*-Zellen mit zahlreichen Rippen (Abb. 10b, 11b) ließen sich deutlich von den runden Algen-Zysten mit einer Vernetzung auf den Schalen (Abb. 10d, 12d) unterscheiden. Die spindelförmigen Schalen mit einem Mittelband (Mb) und zwei gestreiften Ventrikosen-Zellteilen (Vt, Abb. 12c, 13) differierten gegenüber den *Amphora*-Zellen ebenfalls, da diese längliche und feine Streifen besaßen (Abb. 11e).

2. LM-Untersuchungen an „*Rhopalodia operculata* Håkansson**"** (Abb. 14-19).

Die Zitronen-oder Spindel-Formen der *Rhopalodia* Algen waren hauptsächlich bei der Ventralseite zu erkennen, sodass die Schalenstruktur per se auf der flachen Dorsalseite (Abb. 14-15) besser sichtbar war. Eindeutig zu sehen war hier auf dieser Mittelbandansicht ein schmales Band (Mb), das sich durch die Mitte der Schalen hindurch zog und angrenzend zwei Ventrikosen-Zellteile (Vt, Abb. 14-15) besaß. Die Ventrikosen konnten sich sogar vom Mittelband abtrennen (Mb, Abb. 16, 18), sodass zwei „Tochterzellen" in Ventrikosen-Form zu sehen waren (Abb. 17, 19). Die abgetrennten Tochterzellen (Abb. 17, 19) ähnelten sehr stark den Ventrikosen von *Cymbella*-Algen (vgl. Abb. 10A). Bei den *Rhopalodia*-Ventrikosen erschienen nicht nur die transapikalen Rippen (Tr, Abb. 13-19) sondern auch die feinen Streifen (vgl. Abb. 14-19) dazwischen. Bei den *Cymbella*-Zellen (Abb. 10A, 11A) waren nur die feinen Streifen zu erkennen.

© Bayerische Botanische Gesellschaft e.V. 2012

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.zobodat.at

Die *Rhopalodia*-Zellen auf den Präparaten kamen in drei Größen vor (~20 µm, Abb. 14-15; ~30 µm, Abb. 16-17; > 40 µm, Abb. 18-19; vgl. Abb. 11a-c). Die langen, elliptischen Ventrikosen-Zellen waren sichelförmig, mit leicht vorgezogenen Enden (Abb. 18-19), sodass auf dieser Gürtelbandansicht (Gürtelband enthielt Rippen + Streifen) die Ventralseite (Vs) flacher als bei den kleineren Schalen (Abb. 14-17) war. Die Dorsalseite (Ds) war im mittleren Teil leicht gebogen und nicht so gerade wie die bei den kleineren Zellen (Abb. 17). Die hier gefundenen Schalen waren vergleichbar mit den Abbildungen von Grunows beschriebener „*Epithemia gibberula* var." Algen (s. Abb. 6) und auch mit „*E. Westermanii*" (s. Abb. 7).

3. LM-Untersuchungen an *Epithemia Westermanii* Smith (Abb. 20-21).

Die Proben von zwei Objektträgern wurden hierbei untersucht. Auf dem **1**. Objektträger mit Typusmaterial aus Lewis (s. Smith´s Synopsis 1853, f. 11) waren die Schalen spindelförmig und ca. 20 µm lang (Abb. 20a-c). Bei dieser Mittelbandansicht zeigten die Schalen je nach Lageposition ein schmales Band mit längeren transapikalen Rippen (Abb. 20a) oder ein breites Band mit kürzeren Rippen (Abb. 20b-c). Auf der Gürtelbandansicht zeigten die Ventrikosen-Formen gut erkennbare dunkle Rippen, die in einem gewissen Abstand zueinander über die gesamte Schalenstruktur verliefen (Abb. 20d-g). Die feinen Streifen zwischen den Rippen waren kaum noch erkennbar (vgl. Abb. 16-19).

Die Zellen auf dem 2. Objektträger mit Sussex-Proben zeigten ähnliche Spindel-Formen (Abb. 21a-b) wie die bei dem 1. Objektträger (s. Abb. 20b-c). Jedoch besaßen die Ventrikosen-Formen nicht nur kopfige (Abb. 21c-d) sondern auch spitze Enden (Abb. 21e-g). Die Ventrikosen enthielten eine dickere Zellmitte (Abb. 21e-g) als die beim Typusmaterial (Abb. 20d-g). Eine Zellteilung wie bei *Rhopalodia operculata* (s. Abb. 16), konnte nur bei diesen Proben (Abb. 21c-d) gefunden werden. Bemerkenswert ist, dass die Alge wegen einer Verdickung auf der Schalenmitte von Ross (s. Material 3b) als *R. musculus* (Ktz.) O.Müller umbenannt worden war (s. Etikett auf dem Objektträger BM-21452).

4. LM-Untersuchungen an *Epithemia rupestris* Smith (Abb. 22).

Bei der Mittelbandansicht ließen sich drei Formen erkennen (zwei Spindel-Formen, 26–35 µm bzw. 15–25 µm lang, Abb. 22a-d; eine Zylinderform, Abb. 22e-f). Die länglichen Zellen (Abb. 22a) waren schon von Smith (1853, f. 11) gezeichnet (s. Abb. 8b) worden; lange Ventrikosen-Formen (Abb. 7a) waren bei diesem Präparat jedoch nicht zu finden. Die kleineren Zellen (sich teilende und nicht-teilende Schalen, Abb. 22b und 22c-d) ähnelten denen von *Epithemia Westermanii* (Abb. 20b-c, 21a-d). Die zylindrischen Zellen (Abb. 22a, e-f) könnten zu einer anderen Art gehören.

5. LM-Untersuchungen an *Epithemia musculus* Kützing (Abb. 23).

Bei der Mittelbandansicht zeigte diese Art (Abb. 23a) keine Unterschiede zu den vorher untersuchten Kieselalgen (*E. Westermanii*, s. Abb. 20b-c, 21a-b; *E. rupestris*, Abb. 22b-d). Deutliche Unterschiede fand man jedoch durch die Gürtelbandansicht bei den Ventrikosen-Formen; alle besaßen feine radiale und transapikale Streifen (Abb. 23b-g). Die größeren Zellen mit einer Sichelform (Abb. 23b) waren vergleichbar mit *Rhopalodia gibberula* (s. Hustedt 1930, f. 743) und die kleineren (Abb. 23e-g) mit *R. musculus* (s. Smith 1853, pl. 1, f. 10; Hustedt 1930, f. 745). Alle Formen dieser Kieselalge waren bereits von O. Müller (1895, 1899) als *Rhopalodia*-Arten beschrieben worden (vgl. Abb. 9).

© Bayerische Botanische Gesellschaft e.V. 2012

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.zobodat.at

6. LM-Untersuchungen an *Cymbella ventricosa* in Kützings Nr. 320 Material (Abb. 24).

Alle Schalen dieser Art besaßen Ventrikosen-Formen mit kleinkopfigen Zellenden (Abb. 24). Die größeren Zellen (25 bis 45 µm lang, Abb. 24a) zeigten eine dickere Zellmitte (Ventralseite, Vs), sodass die Raphen (R) zur Dorsalseite (Ds) hin abgebogen erschienen. Dagegen standen die Raphen bei den kleineren Zellen (15 bis 25 µm lang, Abb. 24b-f) geradlinig und parallel zur Dorsalseite. Bei allen Formen trafen sich die Raphen in der Zellmitte auf einer knotenartigen Stelle. KÜTZING (1844, f. 6/16) konnte damals die Art nur anhand der gefundenen kleineren Zellen beschreiben (vgl. Abb. 3 und 24b-f), d. h. die größeren (Abb. 24a) sind vermutlich Varietäten.

7. LM-Untersuchungen an *Cymbella minuta* Hilse in Rabenhorst (Abb. 25).

Alle Ventrikosen-Schalen dieser Art waren nur zwischen 10 - 15 µm lang und sehr häufig auf dem Objektträger zu finden (Abb. 25). Solche kleinen Schalen mit zwei geradlinigen Raphen besaßen spitze Zellenden und einen etwas gewellten Dorsalrand, sodass sie wegen der leicht konvexen Zellmitte im Vergleich mit der vorher behandelten Art (Abb. 24b-f) nur geringfügige Unterschiede aufwiesen.

8. LM-Untersuchungen an *Encyonema ventricosum* Grunow (Abb. 26-28).

Auf den 3 Objektträgern mit Grunows Material waren 3 verschiedene Zellgrößen zu finden (20 bis 45 µm lang, f. *major*, Abb. 26; 10 bis 20 µm lang, f. *media*, Abb. 27; unter 12 µm lang, f. *minuta*, Abb. 28). Alle Ventrikosen-Formen verjüngten sich mäßig zum Zellende hin, sodass die Zellen kopfige Zellenden besaßen. Die mittelgroßen Zellen (Abb. 26d-f, 27b-c) zeigten vor allem eine geradlinige Dorsalseite; somit ähnelten sie denen von *Cymbella ventricosa* (s. Abb. 24b-f) und *C. minuta* (s. Abb. 25b-d). Die langen Zellen mit geradlinigen Raphen (Abb. 26a-b) zeigten keine Ähnlichkeit mit den großen Schalen von *C. ventricosa*, da dort die gebogenen Raphen (Abb. 24a) vorhanden waren. Ebenso ähnelten die kleinen Zellen mit einer leicht konvexen Dorsalseite (Abb. 26c-d, 27a-d, 28a-d) nicht mehr denen von *C. ventricosa* nach der Beschreibung von Kützing (s. Abb. 3a). Eine Mittelbandansicht, wie Kützing sie damals zeichnete (s. Abb. 3b-c) war nur bei kleineren Zellen (Abb. 27e-f, 28e-f) zu finden.

9. REM-Untersuchungen an *Rhopalodia agardhii* (Abb. 29-36) und *Cymbella ventricosa* (Abb. 37-41).

Die Unterschiede bei Zellformen und Größen der *Rhopalodia*-Algen, bedingt durch ihre Lageposition (bei den LM-Untersuchungen bereits vorgestellt, s. Abb. 11-12) konnten weiterhin in dieser Arbeit mit der REM noch deutlicher heraus gearbeitet werden (Abb. 29-36). Die Zellen lagen auf dem Bauch der Ventralseite und zeigten ihre Dorsalseite mit einer flachen Mittelbandansicht (Abb. 29-30). Beide Zellen traten in zwei Größen auf (15 µm, Abb. 29; 22 µm, Abb. 30). Die vordere Zelle mit einem runden Umriss (Abb. 29) könnte jedoch so groß sein wie die andere mit einem spindelförmigen Umriss (Abb. 30), sah aber wegen der schrägen Lageposition kürzer aus. Beide Zellen (Abb. 29-30) besaßen ein schmales Mittelband (Mb) und zwei symmetrische Ventrikosen-Zellteile (Vt, s. Abb. 13-16). Abb. 31 zeigt eine Zelle, die auf der flachen Dorsalseite lag und deren „dicker Bauch" mit schmaleren, miteinander überlappend verbundenen Streifen umwickelt schien (Abb. 31). Solche zitronenförmigen oder spindelartigen Zellen konnten sich teilen (vgl. Abb. 16-19), sodass die „Tochterzellen" (mit Mb-Resten, s.

© Bayerische Botanische Gesellschaft e.V. 2012

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.zobodat.at

Abb. 34, 16-17) fast nur in einer Ventrikosen-Form vorkamen (Abb. 32-34). Bei der Gürtelbandansicht (C: Costae, Abb. 32) war am Ventralrand ein starker Kiel (K, Abb. 29-35) zu erkennen, der in der Zellmitte bei vielen Zellen etwas eingedellt war (Stern, Abb. 30-31, 34). Dieser Kiel enthielt eine feine Kanalraphe (R, Abb. 35), die schwer zu erkennen war. Die porige Membran der Ventrikosenteile war befestigt am kielartigen Zellrand (K, Abb. 35) und von dickeren und schmaleren Rippen (C: Costae, Abb. 36) zwischen Ventral- und Dorsalrand gestützt (vgl. Abb. 13-19, 29-36). Die Schalenstruktur ist nach einer HCl-Behandlung (Abb. 35-36) genauer erkennbar als die bei den von H_2O_2 behandelten Zellen (noch mit Schleim bedeckt, Abb. 32-34).

Die Zellen von *Cymbella ventricosa* besassen alle Ventrikosen-Formen (Abb. 37-41). Besonders bei *C. ventricosa* waren Schalen mit transapikalen „Perlenreihen“ (P) zu finden, radial angeordnet zur Ventralseite hin (Abb. 37-39). Parallel zur Dorsalseite liefen zwei Raphen von einem „Knoten“ in der Zellmitte (A) aus jeweils bis zum Zellende hin, wo sie eine Krümmung zeigten. Bei der Innenschalenansicht (Abb. 40-41) lässt sich erkennen, dass das Raphenende (R) in einem etwas angehobenen Knoten endete. Deutlich zu sehen sind dabei auch die „Perlenreihen“ mit Poren zwischen den transapikalen Costae auf beiden Seiten der Raphen (Abb. 40-41). Im Vergleich ließ sich dabei feststellen, dass die Schalenstruktur von *C. ventricosa* (Abb. 37-41) stark differiert gegenüber der von *Rhopalodia*-Algen (Abb. 29-36).

Diskussion

Die Algenarten mit Ventrikosenformen (Abb. 10-12a-c, e), die auf den Mica-Scheiben mit Agardhs Typusmaterial von *Frustulia* (*Cymbella*) *ventricosa* gefunden wurden, sind fast identisch mit denen, die Agardh beschrieben und per Hand gezeichnet (Abb. 1*aA-FF*) hatte. Die zitronenförmigen und spindelförmigen (Agardh: semilunaria) Zellen mit starken und dicken Costae (Abb. 1*aA-bB*, 1*dD*, 1*EE-FF*) konnten eindeutig als *Rhopalodia* Algen bestimmt werden (vgl. Abb. 20a-c, 21a-b, 22c-d, 23a). Die von Agardh abgebildeten ventrikosenförmigen Zellen (Agardh: ventricosa, vgl. Abb. 1*cC*) konnten wegen ihrer geringen Größe (< 18 µm lang) und ihrer feinen Striae (Abb. 10aA) als *Cymbella ventricosa* Kützing (Abb. 3a) bestimmt werden (Abb. 11A, 37-41), da im Gegensatz dazu die *Rhopalodia*-Schalen zwar auch Ventrikosen-Zellen bilden können (Abb. 17, 19, 32-34), jedoch unterschiedliche Schalenstrukturen, nicht nur in der LM (Abb. 10-19), sondern auch bei der REM (Abb. 29-41) zeigten. Daher ist zu vermuten, dass Agardh damals beide Arten bei seiner LM-Untersuchung mit niedrigen Vergrößerungen (< 400x) zusammen als eine Art betrachtet hatte.

Das Vorkommen von *Rhopalodia*-Schalen in Agardhs Originalmaterial ist so überwiegend, dass manche Forscher (Grunow 1880, 1885; Reimer in Patrick & Reimer 1975, Håkansson 1979, Ross & Håkansson 2000) vermuten, Agardh (1827, 1830) hätte mit der Beschreibung von *Cymbella ventricosa* diese *Rhopalodia*-Zellen gemeint. Dagegen ist *C. ventricosa* Kützing (Abb. 3a, 24c-f) im Material so spärlich, dass man die Betrachtung der Alge vernachlässigte und sie in Agardhs Typusmaterial gar nicht vermutete oder suchte (s. Grunow 1880; Reimer in Patrick & Reimer 1975). Seit langem ist bekannt, dass diese Kieselalge durch ihre aktive Fortbewegung (Kützing 1833, 1844) überall im Süßwasser vereinzelt oder in geringer Menge, dafür aber oft auftreten kann (s. Hustedt 1930, S. 359). Sie ist sogar noch in Thermalquellen zu finden (Kützing: Thermalquelle in Timavo Italien und Agardh: Bernadi-Quelle in Carlsbad). Da die Bernadi-Quelle seit langem mit einer großen Trinkhalle über-

© Bayerische Botanische Gesellschaft e.V. 2012

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.zobodat.at

baut worden ist, wurde deshalb eine erneute Probennahme im jetzigen Stadtkanal notwendig, wo das Quellwasser stark von Abwässern aus Haushalten und auch der Umgebung vermischt war. Dort wurde nur „*C. ventricosa* Kützing" (Abb. 40-41) gefunden, jedoch keine *Rhopalodia*-Zellen. Bei der REM-Probe mit von Agardh im Fluss Teple gesammeltem Material war ebenso nur *C. ventricosa* (Abb. 38-39) zu finden und wie im Stadtkanal, keine *Rhopalodia*-Algen. Daher ist zu vermuten, dass die Fundstelle (Felsen an Bernadi-Quelle) damals immer vom Thermalwasser mit einem bestimmten hohen Salzgehalt überrieselt wurde, sodass diese Typus-Lokalität ein guter Wuchsort für halophile *Rhopalodia*-Algen (s. HUSTEDT 1930, S. 389) war (die Zellen meistens mit eingetrocknetem Zellinhalt, Abb. 10-11). Jedoch waren diese Algen nicht lebensfähig im verdünnten Fließwasser, zumal dort auch noch niedrigere Temperaturen vorherrschten im Vergleich zur Thermalquelle. Fazit: AGARDH hatte damals (1827, 1830) die *Rhopalodia*-Algen lediglich an der Bernadi-Quelle gefunden.

Die ventrikosenförmigen Zellen (Agardh: ventricosa, Abb. 1*cC*) in den jetzigen Proben (Abb. 10aA, 11aA) sind mit geringfügigen Abweichungen bei Zellformen und Größe fast identisch mit denen von „*Cymbella ventricosa* Kützing" (Abb. 24) bzw. „*C. minuta* Hilse" (Abb. 25) und „*Encyonema ventricosum* Kütz." (Abb. 26-28). Bekanntlich besaß *C. ventricosa* eine größere Variabilität (s. HUSTEDT 1930, S. 359); daher wurden alle Formen einer Art zugeordnet. Die beiden letzteren wurden von REIMER (in PATRICK & REIMER 1975) und GRUNOW (1880, 1885) bzw. VAN HEURCK (1896) umbenannt, als sie in Agardhs Typusmaterial keine *C. ventricosa* gefunden hatten. Die Präsenz dieser Kieselalge in Agardhs Originalmaterial wurde jedoch erneut in dieser Arbeit bestätigt. Daher muss die Alge (s. CHANG 1999, f. 6 & 30; 2000, f.16-19) mit ihren zahlreichen Varietäten (Abb. 20-25) „*C. ventricosa* (C Agardh) Kützing" (s. CHANG 2000) genannt werden anstatt *C. minuta* Hilse (PATRICK & REIMER 1975) oder *Encyonema ventricosum* (Agardh) Grunow (KRAMMER 1997, pl. 7, f. 3-5) bzw. *E. silesiacum* (Bleisch) D.G.Mann (KRAMMER 1997, pl. 7, f. 1-2). Es ist auch nicht gerechtfertigt, *C. ventricosa* als „aktive Schwimmerin" den *Encyonema*-Arten zuzuordnen (wie Kützing es tat), da diese Algen sich als „inaktive Bewohner" in schlammigen Schläuchen befinden (s. KÜTZING 1833, 1844).

Problematischer ist die Artbestimmung von *Rhopalodia*-Zellen in Agardhs Originalmaterial von *Frustulia* (*Cymbella*) *ventricosa*, da sie in zwei Formen (Agardh: „semilunaria" & „ventricosa") vorhanden waren (Abb. 14-19, 31-34). Die länglichen Zellen in Agardhs Originalmaterial (Abb. 18-19, 34) konnten den großen Schalen von *E. rupestris* (Abb. 7, 22a & 22e-f) oder denen von *E. musculus* (Abb. 23b) nicht genau entsprechen. Die kleineren (Abb. 13-17) konnten nicht als *R. musculus* (Kützing) O. Müller (1899; vgl. HUSTEDT 1930, f. 745) angesehen werden (s. HÅKANSSON 1979), weil diese Alge eine dickere Schalenmitte hatte (Abb. 21e-g). Mit kleinen kopfigen Enden und geradliniger Dorsalseite sahen sie (Abb. 13-19) anders aus als die bei *Epithemia Westermanii* (= *Cymbella ventricosa* Agardh, s. HOOVER 1976) mit spitzen Enden (Abb. 20d-g). Auch *R. ventricosum* mit spitzen Zellenden und weit gebogener Dorsalseite (Abb. 23d-g) wies keine Ähnlichkeit mit *Rhopalodia*-Zellen auf (Abb. 13-29). Daher ist es nicht möglich, diese *Rhopalodia* Alge in Agardhs Originalmaterial bislang bekannten Arten zu zuordnen. Sie ist eine neue Art, jedoch nicht als *R. operculata* (C Agardh) Håkansson (s. HÅKANSSON 1979) zu benennen, weil sie nicht kugelförmig ist (vgl. Abb. 29-30). In dieser Arbeit wird die Alge weiterhin als „*R. agardhii* Chang" zur Ehrung von Agardh genannt (s. CHANG 1999, 2000).

© Bayerische Botanische Gesellschaft e.V. 2012

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.zobodat.at

Danksagung

Der Autor bedankt sich bei Frau Dr. Triebel (München), Frau Dr. Ried (London) und Herrn Dr. Larson (Lund) für die Ausleihung von designierten Proben in Agardhs, Kützings, Rabenhorsts und Smiths Kollektionen. Ebenfalls herzlichen Dank an Frau Hella Chang-Schneider (München) für ihre Mitarbeit und vor allem an Herrn Dr. F. Schuhwerk (München) für seine Korrekturen.

Literatur

AGARDH, C. A. 1827: Aufzählung einiger in den östreichischen Ländern gefundenen neuen Gattungen und Arten von Algen nebst ihrer Diagnostik und beigefügten Bemerkungen. – Flora oder Botanische Zeitung, Regensburg **10**: 625-646.

AGARDH, C. A. 1830: Conspectus Criticus Diatomacearum. – Part **1**: 1-16. Lundae.

CHANG, T. P. 1999: Re-examination of diatom type material of "*Frustulia operculata* et *F. ventricosa*" C. A. Agardh. – Proceedings of 14th International Diatom Symposium 1996 (Tokyo): 23-34.

CHANG, T. P. 2000: Chronologische Untersuchung über Agardhs Kieselalgen *Cyclotella operculata* (Centrales) und *Cymbella ventricosa* (Pennales). Mit einem Nachtrag: Ökologisches Vorkommen in Bayern. – Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft **69/70**: 181-187.

GRUNOW, A. 1880: In VAN HEURCK, H. (ed.), Synopsis des Diatomées de Belgique. – Atlas, 132 plates + 2 supliments. (pl. 3 *Encyonema*, pl. 32, *Epithemia*). Anvers.

GRUNOW, A. 1885: In VAN HEURCK, H. (ed.), Synopsis des Diatomées de Belgique. – Texte, 235 pp. Édité Par L´Auteur, Anvers.

HÅKANSSON, H. 1979: Examination of diatom type material of C.A.Agardh. – Nova Hedwigia, Beiheft **64**: 163-168.

HOOVER, R. B. 1976: Inventory of the original typical collection of the reverend William Smith. – Henri Van Heurck Museum, Antwerp, 106pp.

HUSTEDT, F. 1909: Süsswasser-Diatomeen Deutschland. Handbücher für die praktische naturwissenschaftliche Arbeit V. – 70 S. Franckh´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

HUSTEDT, F. 1930: Bacillariophyta (Diatomeae). In: PASCHER, A. (ed.), Die Süsswasser-Flora Mitteleuropas Heft **10**: 1-466. – G. Fischer, Jena (Koeltz reprinted in 1976).

KRAMMER, K. 1997: Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. Allgemeines und *Encyonema* Part. – Bibliotheca Diatomologica, **36**. 382 S.

KÜTZING, F. T. 1833: Synopsis diatomearum oder Versuch einer systematischen Zusamenstellung der Diatomeen. – Linnaea **8**: 529-629.

KÜTZING, F. T. 1844: Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen. – 152 S. (Zweiter Abdruck, 1865) Nordhausen.

MÜLLER, O. 1899: Bacillariaceen aus den Natronthälern von El Kab (Ober-Aegypten). – Hedwigia **38**: 274-321.

PATRICK, R. & REIMER, C. W. 1975: The diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Vol. 2, Part 1. – Monographs of the Academy of National Sciences of Philadelphia **13**: 1-213.

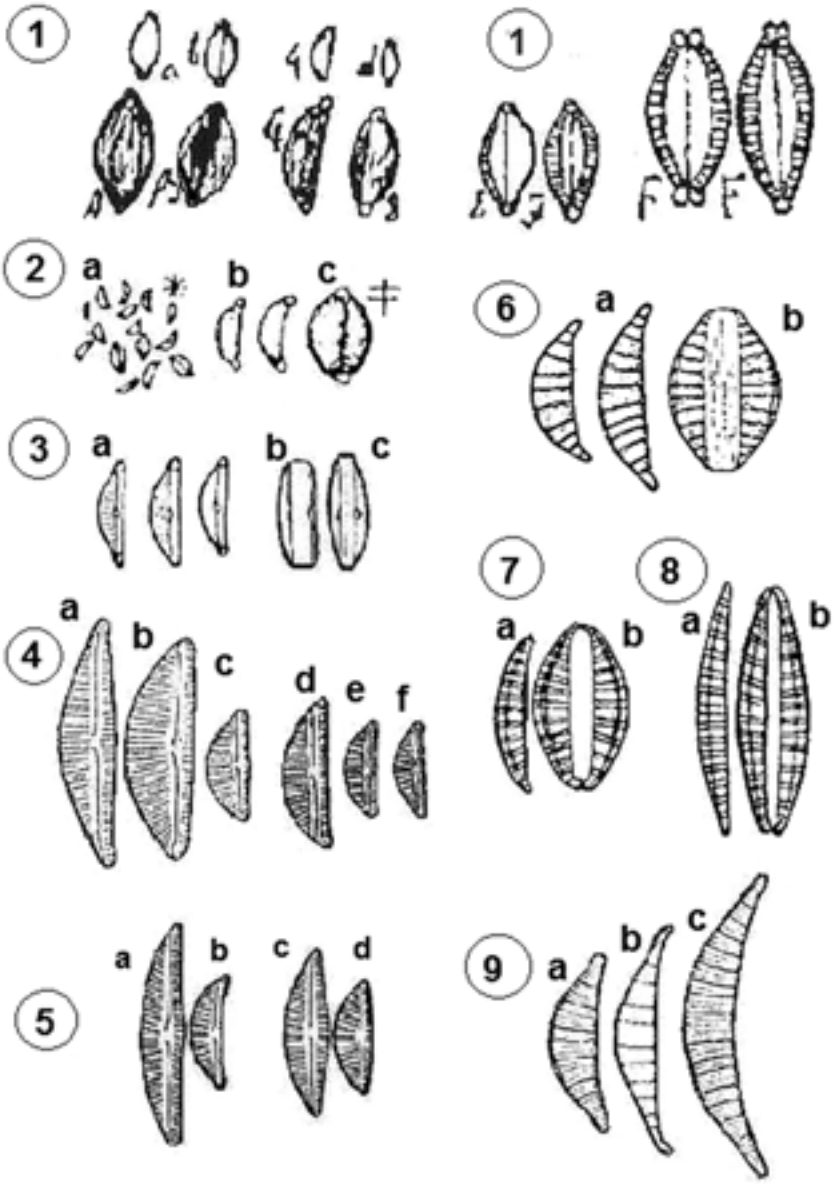
ROSS, R. & HÅKANSSON, H. 2000: Re-examination of the type material of *Frustulia ventricosa* Agardh and *F. operculata* Agardh (*Rhopalodia operculata* (Agardh) Håkansson). – Diatom Research **15**: 263-284.

SMITH, W. 1853: A Synopsis of the British Diatomaceae. – Vol. **I**: 1-89. Smith & Beck, London.

VAN HEURCK, H. 1896: A Treatise on the Diatomaceae. – 558 pp. Translated by W. E. Baxter & published by William Wesley & Son in London.

© Bayerische Botanische Gesellschaft e.V. 2012

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.zobodat.at



1, *Frustulia ventricosa* Agardh (unpublizierte Skizze, kleine Buchstaben nach seinen mikroskopischen Beobachtungen ~400x; grosse Buchstaben kursiv ~ Vergrößerung ~800x); **2**, *Cymbella ventricosa* Kützing (1834, f. 7; Stern é ***a***, ~200x Mikroskopie; doppeltes Kreuz é ***b***, Skizze in Vergrößerung ~600x; **3**, *Cymbella ventricosa* Kützing (1844, pl. 6, f. 16); **4**, *Encyonema ventricosum* (Kütz.) Grunow (1880-1, pl. 3, f. 15-17 in Abb. **4a-c**; f. *minuta = C. minuta* Hilse in Abb. **4d-f**); **5**, *Cymbella ventricosa* Kützing (**a-b**, HUSTEDT 1909, pl. 7, f. 11-12; **c-d**, HUSTEDT 1930, f. 661); **6**, *Epithemia gibberula* var. *producta* Grunow (1880-1, pl. 32, f. 11-13; VAN HEURCK 1896, pl. 9, f. 361); **7**, *Epithemia Westermanii* Kütz. (SMITH 1853, f. 11); **8**, *Epithemia rupestris* Smith (1853, f. 12); **9**, *Rhopalodia gibberula* var. (s. O. MÜLLER 1899, pl. 10, f. 20 (**a,** var. *rupestris*); pl. 11, f. 6 (**b**, var. *vanheurckii*); pl. 10, f. 16-17 (**c**, var. *producta*).

© Bayerische Botanische Gesellschaft e.V. 2012

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.zobodat.at

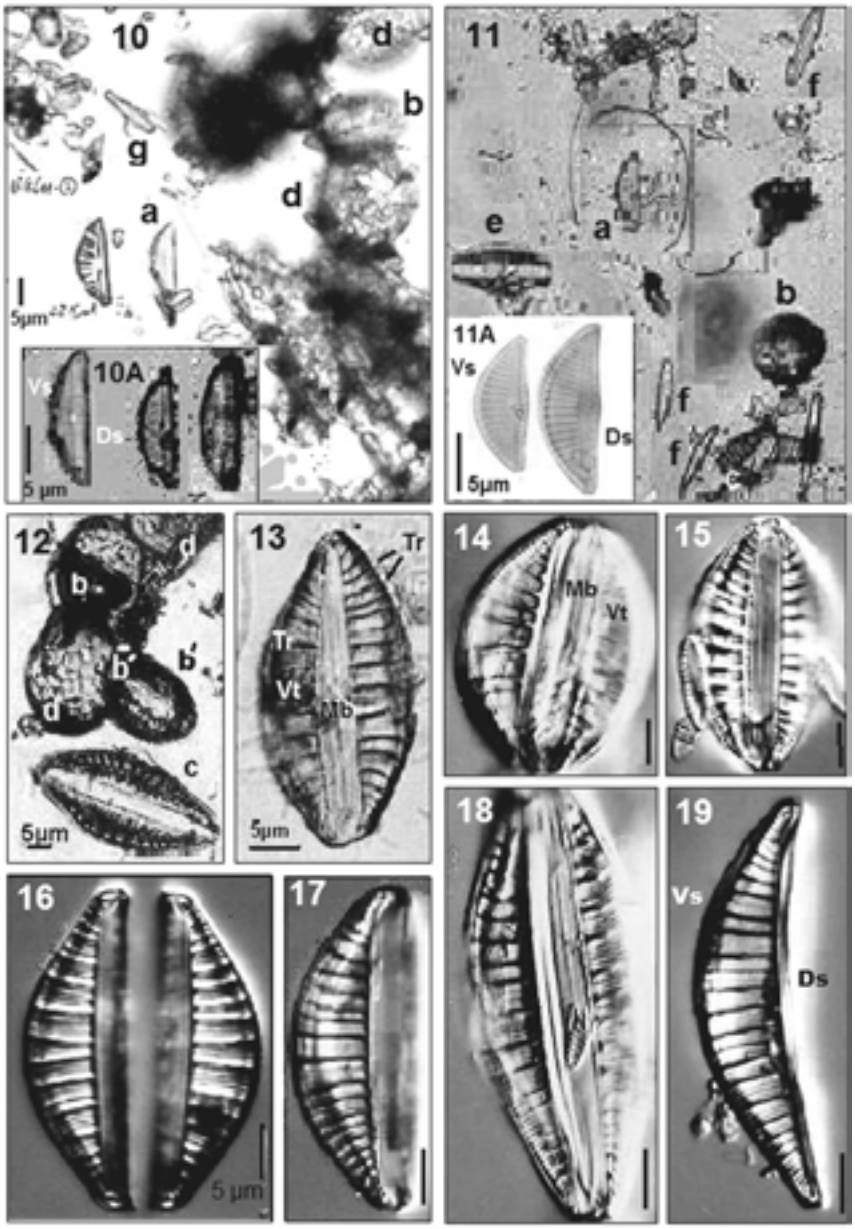


Abb. 10-19. LM-Aufnahmen von *Cymbella ventricosa* (10aA, 11aA) und *Rhopalodia agardhii* (**10b, 11b, 12b-c, 13-19**). – **10-13**, LM-Aufnahmen von Agardh´schen Mica-Scheiben (**10-11**, ~ 400x, a, *Cymbella*; **b-c**, *Rhopalodia*; d, Algenzyst; **e,** *Amphora*; f, *Nitzschia*; g, *Gomphonema*; **10**A, ~800x, *C. ventricosa*; **11**A, ~1200x, *C. ventricosa* in der Stadtkanalprobe von Karlsbad; **12**, ~800x, **b-c**, *Rhopalodia*, **d**, Algenzyste; **13**, ~1300x, *R. agardhii*); **14-19**. LM-Aufnahmen von „*R. operculata*" (Håkansson, Präparierte Objektträger aus der Hustedtsammlung mit dem Agardh´schen Nr. 4611 Material). Abgekürzte Bezeichnungen: Mb, Mittelband; **Vt**, Ventrikosenformen; Ds, Dorsalseite; Vs, Ventralseite. Alle Maßstäbe = 5 µm.

© Bayerische Botanische Gesellschaft e.V. 2012

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.zobodat.at

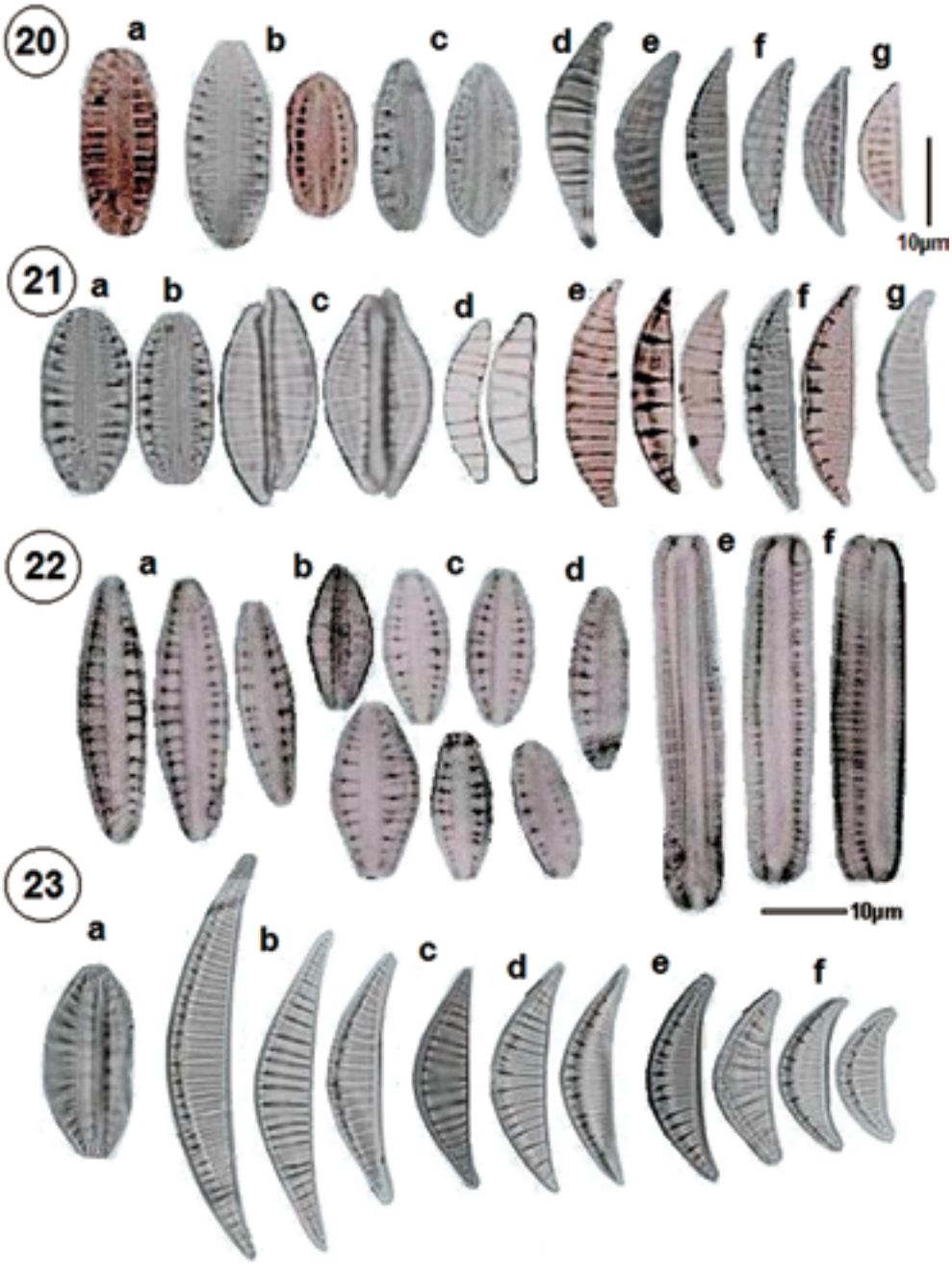


Abb. **20-23**. LM-Aufnahmen von *Epithemia* und *Rhopalodia* Arten. – **20-21**, *Epithemia Westermanii* Kütz. (**20**, BM-23044; **21**, BM-23045, Ross bestimmte die Alge als *Rhopalodia musculus* (Ktz.) O. Müller); **22**, BM-23047, *Epithemia rupestris* Smith; **23**, BM-23041, *Epithemia musculus* Kütz. Alle Maßstäbe = 10 µm.

© Bayerische Botanische Gesellschaft e.V. 2012

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.zobodat.at

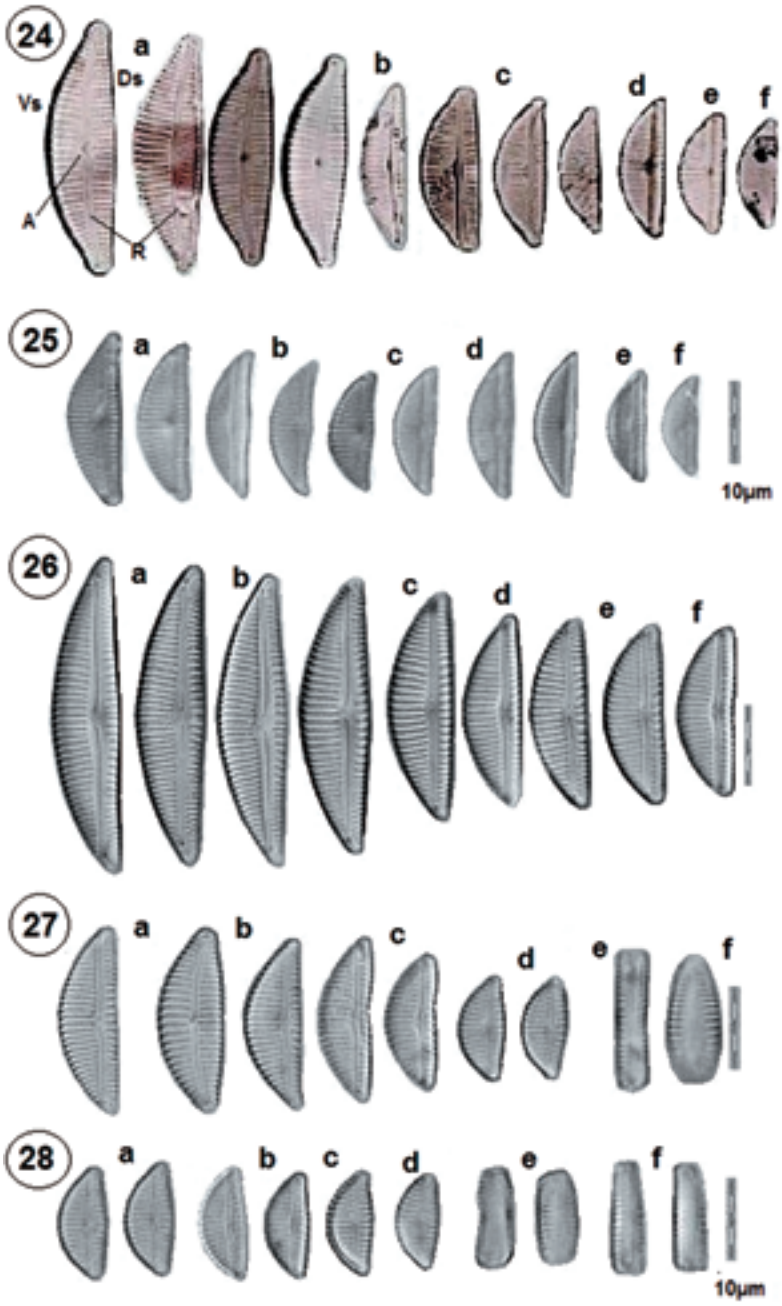


Abb. **24-28**. LM-Aufnahmen von *Cymbella ventricosa* Kütz. (**24**), *C. minuta* Hilse ex Rabenhorst (**25**) und *Encyonema ventricosum* (Kütz.) Grunow (**26-28**). – **24**, BM-18537; **25**, Alg. Europ. Nr. 1261; **26**, forma *major* Grunow, V. H. Typus-36; **27**, forma *medium* Grun., V. H. Typus-37; **28**, forma *minita* Grunow, V. H. Typus-38. Abgekürzte Bezeichnungen: **A**, Zentralareal; **Ds**, Dorsalseite; **Vs**, Ventralseite. Alle Maßstäbe = 10 µm.

© Bayerische Botanische Gesellschaft e.V. 2012

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.zobodat.at

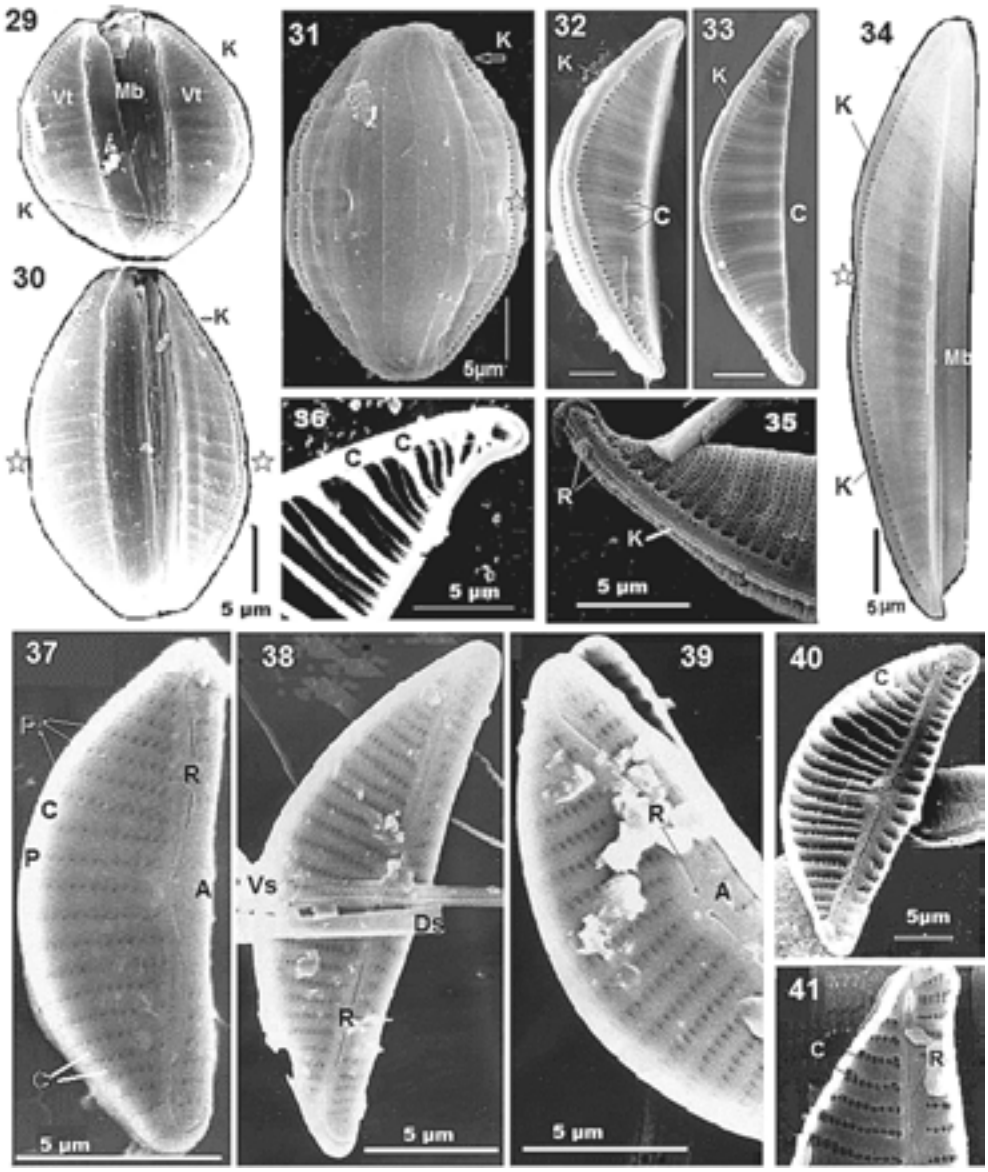


Abb. 29-41. REM-Aufnahmen von *Rhopalodia agardhii* (**29-36**) und *Cymbella ventricosa* (37-41). – **37**, Agardhs Nr. 4611 Material; **38-39**, Argardhs Nr. 4604 Material, Fluss Teple; **40-41**, Stadtkanal Probe aus Karlsbad). – Abgekürzte Bezeichnungen: **A**, Zentralareal; **K**, Kiel; **R**, Kanalraphe; **Mb**, Mittelband; **Vt**, Ventrikosenformen; **Ds**, Dorsalseite; **Vs**, Ventralseite; **Stern**, eingedellte Stelle. Alle Maßstäbe = 5 µm.

© Bayerische Botanische Gesellschaft e.V. 2012

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.zobodat.at

© Bayerische Botanische Gesellschaft e.V. 2012

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der Flora

Jahr/Year: 2012

Band/Volume: 82

Autor(en)/Author(s): Chang Tsang-Pi

Artikel/Article: Untersuchungen am Typusmaterial von "Frustulia (Cymbella) ventricosa Agardh" (Pennales, Bacillariophyceae) 5-18