

## Chronologische Untersuchung über Agardhs Kieselalgen *Cyclotella operculata* (Centrales) und *Cymbella ventricosa* (Pennales)

Mit einem Nachtrag: Ökologisches Vorkommen in Bayern

Von T.-P. Chang, Wielenbach

### Abstract

In C.A. AGARDHS Originalmaterial von *Frustulia operculata* und *F. ventricosa* befinden sich die Lectotypen von *Cyclotella operculata* (C. Agardh) Bréb., *Cymbella ventricosa* (C. Agardh) C. Agardh und *Rhopalodia agardhii* Chang sp. nov. Beschreibungen dieser 3 Arten sind bereits in einem unveröffentlichten Manuskript mit Handzeichnungen von C.A. AGARDH zu finden. Die Verbreitung, besonders in Bayern, wird kurz dargestellt.

Die beiden Kieselalgen *Frustulia operculata* und *F. ventricosa*, die C.A. AGARDH neben anderen Kieselalgen auf einem vom Thermalwasser angespritzten Felsen in Karlsbad (jetzt Karlovy Vary, Tschechische Republik) fand, wurden von ihm (1827) als neue Arten publiziert. Drei Jahre später veröffentlichte er eine noch detailliertere Beschreibung beider Kieselalgen ohne Abbildungen und ordnete sie gleichzeitig der Gattung *Cymbella* C. Agardh (1830) zu. Die Art-Beschreibungen beider Kieselalgen stammen zweifelsfrei aus seinem Manuskript mit unpublizierten Abbildungen in der AGARDH-Kollektion im Lunder Herbarium, Nr. 4610 (s. Abb. 1). Das Typus-Material beider Kieselalgen wurde von AGARDH auf 19 Micas-Scheibchen (Nr. 4611) präpariert, die sich zusammen mit dem Manuskript (Nr. 4610) in einer gesonderten Herbariummappe in Lund befinden.

Ohne das Originalmaterial nachzuprüfen fand F.T. KÜTZING (1834) ähnliche Kieselalgen in seinen eigenen Proben und ordnete beide unterschiedlichen Untergattungen zu: *Frustulia operculata* zu *Cyclotella* und *F. ventricosa* zu *Cymbella*. L.A. BRÉBISSEON (1838) wiederum kombinierte beide Kieselalgen zu anderen Gattungen um, d.h. „*Cyclotella operculata* Nob. *Frustulia operculata* Ag. Kütz. Europe“ und „*Cymbophora ventricosa* Nob. *Cymbella* Ag. *Frustulia* Kütz. Allemagne, Normandie“. KÜTZING (1844) akzeptierte *Cyclotella operculata*, ließ jedoch *Cymbella ventricosa*, vergleichbar mit „*Frustulia et Cymbella ventricosa* Ag.“ mit einem Fragezeichen stehen, da er keine Möglichkeit hatte, AGARDHS Originalmaterial zu untersuchen.

Unter der Bezeichnung *Epithemia gibberula* (Ehr.) Kütz. var. *producta* Grunov fügte GRUNOV (in VAN HEURCK 1880, Pl. 32, Nr. 11–13 Legende) hinzu: „Le *Cymbella ventricosa* C. Ag. d'après un échantillon authentique de l'auteur, est même forme“. Diese Bezeichnung wurde von MÜLLER (1899) als *Rhopalodia gibberula* (Kütz.) O. Müll. var. *producta* Grunov umbenannt. Weiterhin äußerte GRUNOW (in VAN HEURCK 1880, Pl. 3, f. 15) „l'espèce originale de C. Agardh est l'*Epithemia gibberula* var.“, d.h. „*Cymbella ventricosa* Kützing nec C. Agardh“. Er meinte zum ersten Mal, daß der Typus von *Cymbella ventricosa* nur nach KÜTZING (1834, 1844) zu definieren ist (s. HUSTEDT 1930a). Seitdem wurde *Cymbella ventricosa* Kütz. wie *Cyclotella operculata* (C. Agardh) Kütz. in der Literatur bekannt (s. HUSTEDT 1930 a,b).

REIMER (in PATRICK & REIMER 1975) wiederholte die Überprüfung von AGARDHS Material und fand darin gar keine Schalen von *Cymbella ventricosa* Kütz., sondern nur die kleine Form von *Rhopalodia*; daher hatte er den Namen *Cymbella minuta* Hilse ex Rabenh. geändert, um die unterschiedliche Definitionen von AGARDH und KÜTZING klar zu stellen. Fest steht, daß weder REIMER noch GRUNOW die kleine Form von *Frustulia (Cymbella) ventricosa* in AGARDHS Material gesehen hatte.

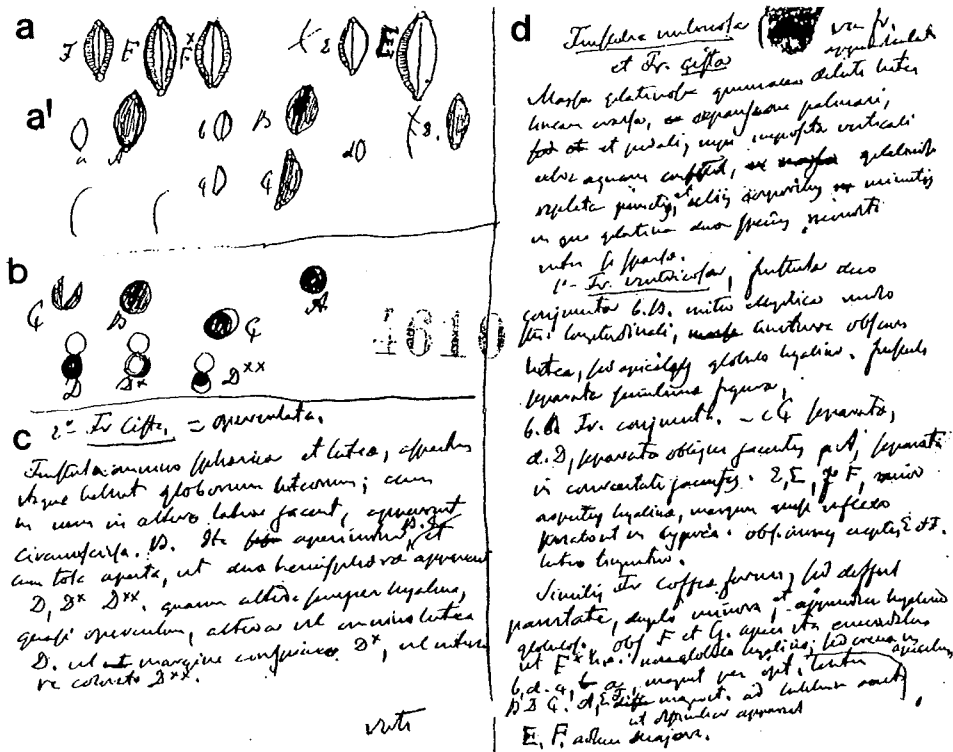


Abb. 1: Agardhsches Manuskript (Nr. 4610, Agardh Collection, Lunder Herbarium; Veröffentl. genehmigt durch den Kurator).

Nach der erneuten Untersuchung von AGARDHS-Material fand H. HÅKANSSON (1979) ebenfalls nicht die kleine Form von *Frustulia* (*Cymbella*) *ventricosa* wieder und stellte daher fest, daß *Frustulia operculata* und *F. ventricosa* mit *Rhopalodia musculus* (Kütz.) O. Müll. identisch sind. Für die letztere Art schuf sie die Namenskombination *R. operculata* (C. Agardh) Håk. (1979). Weiterhin ersetzte sie *Cyclotella operculata* (C. Agardh) Kütz. durch *C. tecta* Håk. et Ross (1984), um die Gattung *Cyclotella* (Kütz.) Bréb. (1838) zu erhalten, da sie in AGARDHS Material keine zentrischen Kieselalgen gefunden hatte. In KÜTZINGS Material (Nr. 139 Kützing-Collection, British Museum for Natural History) fand sie lediglich *Cyclotella distinguenda* Hust. (Homonym von *C. kützingiana* Thwaites bzw. *C. tecta* Håk. et Ross; s. HÅKANSSON 1989, 1991, 1993). Daher erhob sich anschließend die Frage, ob sowohl *Cyclotella operculata* (C. Agardh) Kütz. als auch *Cymbella ventricosa* Kütz. überhaupt jemals in AGARDHS Material existierten. In seinem Protolog hatte AGARDH anhand seines damaligen Mikroskops die Variante beider Kieselalgen bereits deutlich bezeichnet (Abb. 1), vor allem zwei Formen für *Frustulia* (*Cymbella*) *ventricosa* (Abb. 1a, a'). Es liegt deshalb die Vermutung nahe, daß wegen ihres geringen Vorkommens im Originalmaterial, *Cyclotella operculata* und *Cymbella ventricosa* von den oben erwähnten Autoren schlichtweg übersehen wurden.

HÅKANSSON hatte die Proben von AGARDHS Material entnommen und mit Säuren behandelt; danach ist die Schalenstruktur der Kieselalgen leicht mit dem Lichtmikroskop zu erkennen. Im Typus-Material von *Rhopalodia operculata* (C. Agardh) Håk. wurden runde Schalen von *Frustulia operculata* gefunden (Abb. 2-5). Durch unterschiedliche Fokussierungen (a+b, Abb. 3-6) kann man die feinen Streifen am Schalenrand, sogar die kleinen Punctae (oft 1 selten 2) auf dem glatten/matten Mittelfeld deutlich erkennen. In AGARDHS Material ist solche Schalenstruktur trotz niedriger Vergrößerung (ca. 400x) bei leeren Zellen bzw. gebrochenen Schalen (Abb. 7-8) deutlich zu erkennen (jedoch nicht bei Zellen mit einem schwarzen Inhalt, Abb. 6). Zwischen den Rippen (Abb. 9-14) sind die feinen Striae (oft 3-5) bei *R. operculata* zu erkennen. Diese Anordnung ist in HÅKANSSONS Präparaten oft deutlich zu sehen (Abb.

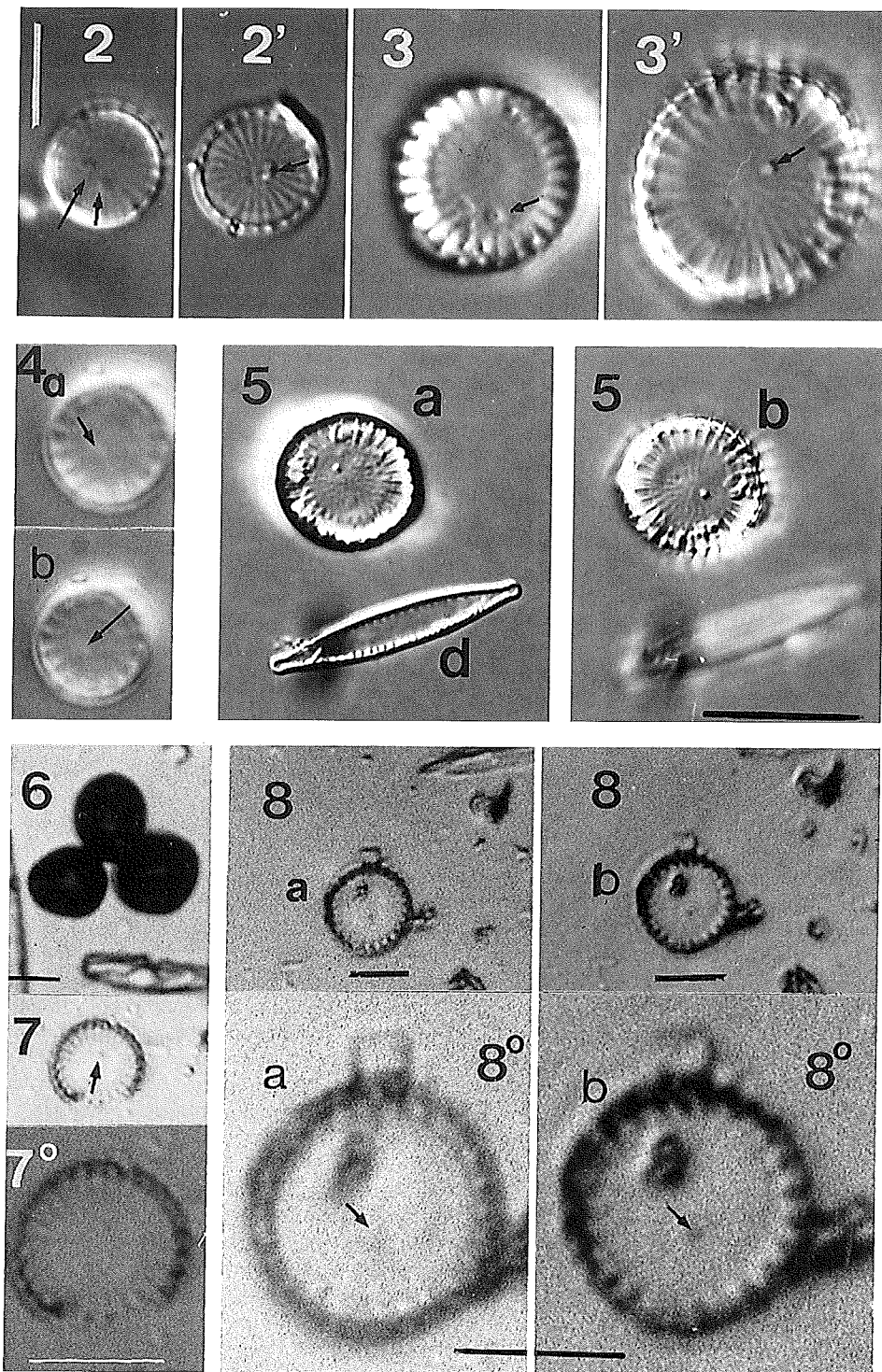


Abb. 2–8: *Cyclotella operculata* (C. Agardh) Bréb., a+b zwei Fokuserungen. Maßstab = 10 µm. 2–5: Håkansson-Präparation (d = *Nitzschia* sp.); 7°, 8° vergrößert von 7, 8, Agardhs Material (6–8)

9–14). In AGARDHS Material sind die Rippen lediglich bei der größeren Form von *Frustulia ventricosa* (Abb. 15, 17) zu finden, jedoch die feinen Striae auch bei den kleineren Formen (Abb. 16–19). Trotz der ventricosen Form kann man mittels eines modernen Mikroskops beide Formen von *F. ventricosa* zweifellos als unterschiedliche Kieselalgen-Arten bestimmen (Abb. 15–16). Die größere Form mit Marginal-Streifen (Abb. 1a) ist eindeutig die Art *R. gibberula* var. *producta* oder *R. operculata* (Abb. 9–15) und die kleinere mit den senkrechten Linien (Abb. 1 a') gehört zu *Cymbella ventricosa* (Abb. 16–19). Daher sollte man die größere Form von *Frustulia* (*Cymbella*) *ventricosa* besser als *Rhopalodia agardhii* Chang sp. nov. (*nomen novum*, §46.4 in GREUTER et al. 1994) anstatt *R. operculata* (C. Agardh) Håk. benennen (vgl. Tabelle 1). Nach der genauen Sachlage muß man die kleine Form von *F. ventricosa* in AGARDHS Originalmaterial als Lectotypus für *Cymbella ventricosa* (C. Agardh) C. Agardh ansehen, anstatt in KÜTZINGS Material einen Neotypus von *Cymbella minuta* Hilse ex Rabenh. zu suchen (Homonym von *Cymbella ventricosa* Kütz., s. PATRICK & REIMER 1975; vgl. Tabelle 1).

AGARDH (1827) fand nur *Frustulia operculata* und *Melosira varians*, zwei zentrische Kieselalgen in Carlsbad. Im Typus-Material von *Frustulia operculata* wurden jedoch, allerdings nur in geringer Menge, einige zentrische Kieselalgen (z.B. *M. varians*, *Stephanodiscus* sp. u. *Cyclotella comta*) gefunden. *M. varians* mit ihrer Erscheinung von Zellketten ist leicht zu bestimmen. Es ist jedoch unklar, ob AGARDH alle runden Algen gemeinsam *F. operculata* zugeordnet hatte (vgl. Abb. 1 b) oder ob er nur die hier dargestellten Formen (Separat zu den anderen Arten; HAKANSSON 1989, 1991, 1993) gesehen hatte. Solche runden Kieselalgen, die weniger als 15 µm Durchmesser haben (Abb. 2–8, > 15 µm bei *C. comta*), sollten nach der Nomenklatur (GREUTER et al., 1994) als Lectotypus für *Cyclotella operculata* (C. Agardh) Bréb. in AGARDHS Originalmaterial wieder eingerichtet werden (s. Tabelle 1).

#### Nachtrag: Ökologisches Vorkommen von AGARDHS Kieselalgen in Bayern

Die oben erwähnten drei Kieselalgen besitzen ganz unterschiedliche ökologische Ansprüche. *Cyclotella operculata* (vielfach mit Formen von *C. comta* verwechselt) ist eine Litoral- und Planktonform in stehenden Gewässern, hier und da auch in Flüssen (HUSTEDT 1930). Dagegen ist *Rhopalodia agardhii* einschließlich einiger Salzwasserarten, *R. gibberula*, *R. musculus* u.a. aber auch häufig in Salzwässern des Binnenlands, Salinen, Salzseen etc. zu finden (HUSTEDT 1930, S. 391). Schließlich verbreitet sich *Cymbella ventricosa* im Süßwasser, und zwar sehr häufig (HUSTEDT 1930, S. 359), entweder in Gallertschläuchen eingeschlossen oder frei schwimmend zwischen Planktonarten in vielen Gewässern (MAYER 1913).

Trotz dieser ökologischen Unterschiede konnten die Algen bisher gemeinsam in Carlsbad auftreten („*Frustulia operculata* und *F. ventricosa*“ zusammen in der Gelatinemasse mit anderen Algen auf dem vom Thermalwasser angespritzten Felsen, AGARDH 1827, 1830). Es ist vorstellbar, daß sich die beiden Kieselalgen, *Cyclotella operculata* und *Cymbella ventricosa*, wegen der schlechten Wachstumsbedingungen auf dem nassen Felsen nur mangelhaft entwickeln konnten und beispielsweise deshalb auch nur in geringfügigen Mengen in AGARDHS Material zu finden waren. Lediglich Salzwasserformen wie *R. agardhii* konnten auf dem von Mineralien beschichteten Felsen anwachsen und sich in größeren Mengen ausdehnen. Der von AGARDH beschriebene Fundort ist heutzutage leider durch einige Neubauten unzugänglich geworden, so daß diese Alge nur zusammen mit anderen Kieselalgen aus dem Karlsbader Kanal entnommen werden konnte (auch im Mischwasser vom Tepla, eigene Studie).

Mit Sicherheit ist es heutzutage nicht mehr möglich wie 1827 alle drei Kieselalgen gemeinsam in den heutigen modernen Bädern Bayerns zu finden. Fast alle bayerischen Bäder besitzen eine moderne Kanalisation, so daß kaum noch offene Wuchsorte für *R. agardhii* und andere (*R. gibberula* var. *producta*) vorhanden sind. In der BAYERNLISTE (1990) sind keine Angaben zu dieser Art gemacht worden. Die beiden anderen Kieselalgen, *Cyclotella operculata* im Seeplankton und *Cymbella ventricosa* im aquatischen Uferbereich (HUSTEDT 1930), sind seit langem in vielen offenen bayerischen Gewässern zu finden. MAYER (1913) berichtete bereits über das Vorkommen von *Cyclotella operculata* (ebenso *C. meneghiniana*) in fast allen kleineren und grösseren Seen, auch in einem Teich bei Nürnberg und in den Flüssen Würm und Isar; dagegen kam *C. kützingiana* früher sehr selten im fließenden Wasser (z. B. Donau) vor. MAYER (1929) konnte in Ammersee-Proben nur *Cyclotella operculata*, *C. schroeteri* und *C. melosirodes* finden. Später (LENHART 1987) traten sogar bis 8 *Cyclotella* Arten (inkl. *C. operculata* und var. *unipunctata*) im Ammersee auf. In allen bayerischen Gewässern war hin und wieder *Cymbella*

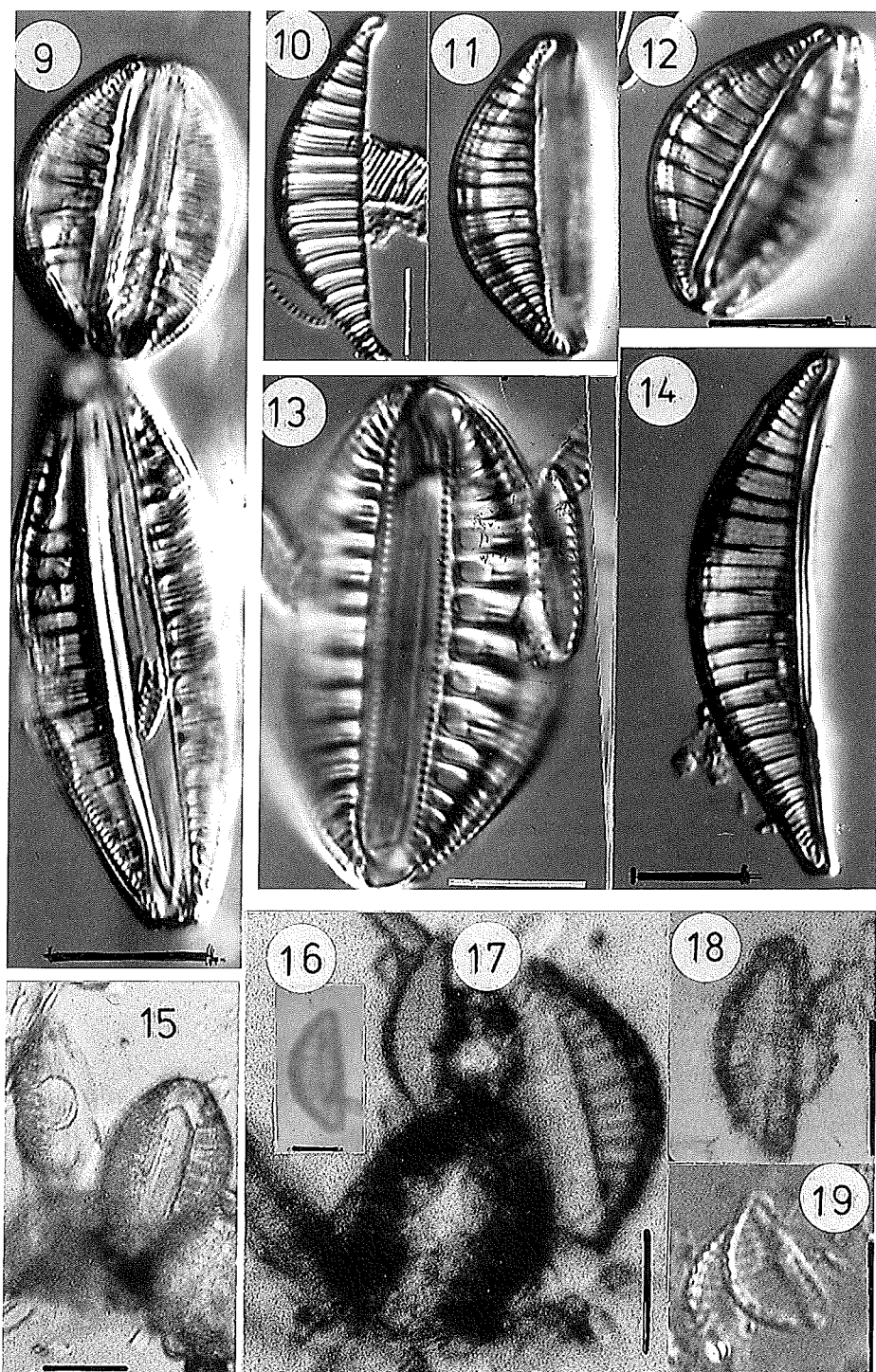


Abb. 9–19: Zwei Formen von *Frustulia ventricosa* C. Agardh, Maßstab = 10  $\mu\text{m}$ . 9–15: *Rhopalodia agardhii* sp. nov. (im Typus-Material von *Rhopalodia operculata*, Hustedt Collection, Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven) und 15–19 in Agardhs Material; 16–19: *Cymbella ventricosa* (C. Agardh) C. Agardh.

*ventricosa* mit zahlreichen Varietäten und Formen als Aufwuchsart zu finden (MAYER 1913, 1929), auch im Ammersee (LENHART 1987). Im Lauf der Zeit hat man beide Kieselalgen, *Cyclotella operculata* und *Cymbella ventricosa*, nach der neu erarbeiteten Revision (*Cyclotella*, HAKANSSON 1991 und *Cymbella*, PATRICK & REIMER 1975, KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986), wohl überall auch in Bayern gefunden, vermutlich aber mit anderen Namen bestimmt. Z.B. findet man in der BAYERNLISTE (1990) keine Angaben zu *Cyclotella operculata* (während *C. ocellata* 3mal und *C. comensis* 4mal registriert wurden), die vermutlich in die undefinierte Gruppe von *Cyclotella*-Arten eingegliedert wurde. Solche "Cyclotella-spp."-Funde wurden immerhin mit 664 Nachweisen dargestellt. Weiterhin wird nicht nur in Bayern sondern auch anderswo angenommen, daß *Cymbella minuta* bzw. *C. silesiaca* identisch ist mit *C. ventricosa* (BAYERNLISTE 1990, KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986). Es ist daher also dringend notwendig, eine taxonomische Korrektur nach Überprüfung des Originalmaterials (GREUTER u.a.1994) durchzuführen.

Tabelle 1. Übersicht zu den 3 Agardhschen Kieselalgen:  
(aus dem Typusmaterial von "*Frustulia ventricosa* et *F. operculata*" Agardh 1827

1. *Cyclotella operculata* (C. Agardh) Bréb. (1838) Abb. 1b, 2–5, 7–8  
Lectotypus von *Frustulia operculata* C. Agardh 1827  
[ *Cymbella operculata* C. Agardh 1830  
? = *Pyxidicula operculata* Ehr. Infus., 1830, Taf. 10, Fig. 1  
? = *Discoplea kützingii* Ehr. Bericht 1840, p. 14  
? = *Cyclotella operculata* Kütz. z.B. in Synopsis Belg. p. 214, pl. 43, figs. 22 & 28  
= *Frustulia (Cyclotella) operculata* Kütz. 1834  
= *Cyclotella operculata* Bréb. 1838, consid. Diat. Falaise.  
= *Cyclotella operculata* (C. Agardh) Kütz. z.B. in Hust. 1930, Südwasserflora ME, 10, p. 102
  
2. *Cymbella ventricosa* (C. Agardh) C. Agardh (1830) Abb. 1a'c, 16–19  
Lectotypus der kleineren Form von *Frustulia ventricosa* C. Agardh 1827  
≡ *Cymbella ventricosa* C. Agardh 1830 pro parte  
? = *Cymbella ventricosa* Kütz. 1844  
? = *Encyonema ventricosa* (C. Agardh) Grunov =? *Encyonema ventricosa* (Kütz.) Grunov (1885, 10, 59)  
= *Cymbella minuta* Hilse ex Rabenh. in Patrick & Reimer (1975)  
? = *Encyonema minutum* (Hilse in Rabenh.) D.G. Mann in Atlas Brit. Diat. (1996, pl. 70, fig. 4)
  
3. *Rhopalodia agardhii* nov. sp. Chang (1999) Abb. 1a, 9–15  
(in 14th Diat. Symp., Tokyo, 1996, Proc. S. 23–34, Koeltz 1999)  
Lectotypus der größeren Form von *Frustulia ventricosa* C. Agardh 1827  
≡ *Cymbella ventricosa* C. Agardh (1830, pro parte)  
≡ *Rhopalodia operculata* (C. Agardh) Håk. (1979, p. 163)  
? = *Epithemia gibberula* (Ehr.) Kütz. var. *producta* Grunov in Synopsis, pl. 32, figs. 11–13  
? = *Rhopalodia gibberula* (Kütz.) O. Müller var. *producta* Grunov in O. Müller (1899)  
? = *Rhopalodia musculus* (Kütz.) O. Müller in Håk. (1979)  
? = *Epithemia minuta* Hantzsch 1863 in Rabenh. Alg. Eur. 1501

#### Danksagung

Der Autor bedankt sich bei Herrn Dr. M. Crawford (u. Frau R. Hinz in der Hustedt-Sammlung, Institut für Polarforschung, Bremerhaven), Dr. Lasson (Herbarium Lund) und Frau K. Webb (British Museum, London) für die Zusendung des Untersuchungsmaterials. Und insbesondere einen herzlichen Dank an Herrn Dr. Lippert (Botanische Staatsammlung München) für seine kritische Durchsicht des Manuskripts.

## Literatur

AGARDH, C. A. 1827: Aufzählung einiger in den österreichischen Ländern gefundenen neuen Gattungen und Arten von Algen nebst ihrer Diagnostik und beigelegten Bemerkungen. – Flora oder Botanische Zeitung, Regensburg 10: 625–646. – AGARDH, C. A. 1830: Conspectus Criticus Diatomacearum. Part 1: 1–16. Lundae. — BAYERNLISTE 1990: Biologische Gewässeranalyse in Bayern – Taxaliste der Gewässerorganismen. – Informationsber. Bayer. Landesamt Wasserwirt. 4/90, 221 S. München. – BRÉBISSEON, A. de. 1838: Considerations sur les Diatomées. 20 pp. Falaise, Paris. – CHANG, T.P. 1999: Re-examination on diatom type material of "*Frustulia operculata* et *F. ventricosa*" C.A. Agardh. S. 23–34 in: Mayama, Idei & Koizumi (eds.): 14<sup>th</sup> Diatom Symposium 1996. Koeltz 1999 – GREUTER, G. et al. 1994: International Code of Botanical Nomenclature (Tokyo Code), adopted by 15th Internal Botanical Congress, 1993, Yokohama. – HÅKANSSON, H. 1979: Examination of diatom type material of C.A. Agardh. – Nova Hedwigia, Beiheft 64: 163–168. – HÅKANSSON, H. 1989: A light and electron microscopical investigation of the type species of *Cyclotella* (Bacillariophyceae) and related forms, using original material. – Diatom Research 4(2): 255–267. – HÅKANSSON, H. 1991: Centrales, pp 5–89. In: KRAMMER, G & H. LANGE-BERTALOT: Bacillariophyceae Teil 3, Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer, Stuttgart. – HÅKANSSON, H. 1993: Morphological and taxonomic problems in four *Cyclotella* species (Bacillariophyceae). – Diatom Research 8(2): 309–316. – HÅKANSSON, H. and R. ROSS 1984: Proposals to designate conserved types for *Cymbella* C. Agardh and *Cyclotella* (Kützing) Brébisson, and to conserve *Rhopalodia* O. Müller against *Pyxidicula* Ehrenberg (all Bacillariophyceae). – Taxon 33: 525–530. – HUSTEDT, F. 1930a: Die Kieselalgen. In: Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Teil 1: 1–920. (1977 reprint, Koeltz). – HUSTEDT, F. 1930b. Bacillariophyta. In: PASCHER Süßwasserflora von Mitteleuropa. 10: 1–466. – KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT 1986: Bacillariophyceae 2/1, 876 S. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer, Stuttgart. – KÜTZING, F.T. 1834: Synopsis diatomearum oder Versuch einer systematischen Zusammenstellung der Diatomeen. – Linnaea 8: 529–629. – KÜTZING, F.T. 1844: Die kieselchaligen Bacillarien oder Diatomeen. 152 pp, Nordhausen. – LENHART, B. 1987: Limnologische Studien am Ammersee 1984–1986. – Informationsber. Bayer. Landesamt Wasserwirt. 2/87, 112 S. – MAYER, A. 1913: Die Bacillariaceen der Regensburger Gewässer. – Ber. Naturw. Verein Regensburg, Heft 14, 364 S. – MAYER, A. 1929: Bacillariales aus dem Ammersee. – Kryptog. Forsch. 2: 129–155. – MÜLLER, O. 1899: Bacillariaceen aus den Natronthälern von El Kab (Ober-Aegypten). – Hedwigia 38: 274–321. – PATRICK, R. and C.W. REIMER 1975: The diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. 2/1. – Monogr. Acad. Natl. Sci. Philadelphia 13: 1–213. – VAN HEURCK, H. 1880–1885: Synopsis des Diatomées de Belgique. – Atlas, Table alphabétique, 120 S. Anvers 1884, Texte 235 S., Anvers 1885.

Dr. Tsang-Pi CHANG  
Institut für Wasserforschung  
Demollstraße 31  
D-82407-Wielenbach

