

REM-Untersuchungen an *Cyclotella kuetzingiana* Thwaites und *Puncticulata comta* (Ehrenberg) Håkansson (Centrales, Basillariophyta)

TSANG-PI CHANG

Zusammenfassung: Zwei kleine Diatomeen, *Cyclotella kuetzingiana* und *Puncticulata comta*, die beide oft in kleineren Gewässern (Stadt-Graben in „Bad Tennstedt“ oder im kleinen „Fischkaltersee“) gleichzeitig vorhanden sind, wurden in dieser Arbeit mit Hilfe eines Raster-Elektronenmikroskops (REM) detailliert studiert. Dadurch konnten beide Kieselalgen klar voneinander abgegrenzt werden.

Summary: Both small diatoms, *Cyclotella kuetzingiana* und *Puncticulata comta*, often found in a ditch (Bad Tennstedt) or in a lake (Fischkaltersee), are analysed by means of scanning electron microscopy in this study. Hereafter both diatoms can be clearly defined.

Einleitung

Bereits 1827 hatte Agardh die kugelförmigen Diatomeen in seinen Proben aus Carlsbad (jetzt: Karlovy Vary in der Tschechischen Republik) als *Frustulia operculata* bezeichnet und eine Skizze dazu angefertigt, die er aber nicht veröffentlichte. Zum ersten Mal wurde der Ausdruck „einfache Kreisform“ (s. CHANG 2006, Abb. 1C, C') von KÜTZING (1833) publiziert. Kützing hatte diese Diatomee aus „Tennstädt in Thüringen“ einer „*Cyclotella*“-Subgruppe zugeordnet. Fünf Jahre später beschrieb BRÉBISSON (1838) die Art als „*Cyclotella operculata*“ und bezeichnete die Form ebenfalls als „Kreisform“. 1844 konnte KÜTZING eine deutliche Abbildung veröffentlichen (s. CHANG 2006, Abb. 1D-D'). Auf Grund dieser Darstellung hatte WALKER-ARNOTT bereits 1860 zwei Formen in einer Art erkannt. Nach Meinung von WALKER-ARNOTT sollte die Form ohne Puncta mit „glattem“ Mittelfeld (s. CHANG 2006, Abb. 1F) THWAITES (1848) folgend als *C. kuetzingiana* bezeichnet werden. Die andere Form mit punktierten Schalen (s. CHANG 2006, Abb. 1F') sollte nach SMITH (1853, fig. V/48) als *C. operculata* bestimmt werden. Diese Annahme wurde bereits in voriger Arbeit (CHANG 2006) lichtmikroskopisch (LM) am Originalmaterial sorgfältig nachgeprüft. In der Tat existiert *C. kuetzingiana* in Kützings Material (s. CHANG 2006, Abb. 2B-B', E-E', O-T) meistens mit gewellten Schalen. Eine solche Undulation der Schalen wurde von THWAITES (1848) als wichtigstes Differentialmerkmal für *C. kuetzingiana* beschrieben. Dadurch konnte er diese Alge von *C. meneghiniana* KÜTZING (1844) mit flachen Schalen abgrenzen. Jedoch beschrieb SMITH (1853) eine Variante von *C. kuetzingiana* ebenfalls mit flachen Schalen. Bei der vorigen LM-Arbeit (CHANG 2006) wurden einige ähnliche flache Schalen gefunden. Um eine Verwechslungsgefahr von *C. kuetzingiana* mit *C. meneghiniana* auszuschliessen, wurde mit Hilfe der

Anschrift des Autors: Dr. Tsang-Pi Chang, Seydlitzstr. 63, D-80993 München

REM für diese Arbeit eine Untersuchung durchgeführt. Weiterhin wurden, um die Bestimmung von *Cyclotella comta* (EHRENBERG) KÜTZING in der vorigen LM-Arbeit (CHANG 2006) noch genauer abzuklären, ebenfalls Zellen von *C. comta* erneut mittels REM untersucht.

Material und Methodik

Die untersuchten Proben wurden 2003 in Bad Tennstedt aus einem Stadt-Graben zum Schambach gesammelt, nach der Säurebehandlung auf Metall-Objektträger überführt und nach einer Gold-Beschichtung mit einem Raster-Elektronenmikroskop (Hitachi-350) untersucht. Zum Vergleich wurden 2006 andere Proben aus dem Fischkaltersee bei Iffeldorf in Bayern gesammelt, nach gleicher Behandlungsmethode präpariert und ebenfalls einer REM-Studie unterzogen.

Ergebnisse

Die Schalen beider Kieselalgen aus Bad Tennstedt sind von runder Form. Der Durchmesser beträgt 8–18 µm. Beide Diatomeen besitzen unterschiedliche Schalenstrukturen. Ganz entscheidend für die Differenzierung ist das Mittelfeld bei *Cyclotella kuetzingiana*. Es ist wellenförmig mit einer fast glatten Oberfläche, sowohl bei der Innen- als auch der Aussenseite (Abb. 1-2). Dagegen sind die Schalen auf der Aussenseite bei *C. comta* flach, leicht konkav oder konvex auf dem Mittelfeld, mit zahlreichen Poren, angeordnet in verschiedenen strahlenförmigen Reihen (Abb. 3-6). Auffällig sind viele kleine Papillae, die nur auf der Aussenseite zu finden sind (Abb. 3-4, 6). Die Poren öffnen sich auf der Innenseite als Cribra (siebförmige Struktur) oder Fultuportulae (kurzer Tubus mit 3 Satellitenporen). Auf dem Mittelfeld der Innenschalen befinden sich zahlreiche Cribra in strahlenförmiger Anordnung. Dazwischen liegen nur einige Fultuportulae in ringförmiger Anordnung (Abb. 3, 5). Ausserhalb dieser Zone liegt eine einzige Rimoportula (R) mit lippenförmiger Struktur (Abb. 3, 5). Bei *C. kuetzingiana* liegt eine Rimoportula (R) auf einer Marginalcosta (Abb. 2). Alle Marginalcostae mit oder ohne Fultuportulae sind fast gleich gross und dick. Dagegen sind bei *C. comta* die Costae mit Fultuportulae wesentlich dicker als die Costae ohne Fultuportulae. Zwei bis drei dieser dünnen Costae (ohne Fultuportulae) liegen zwischen zwei dicken Costae (mit Fultuportulae), die den Eindruck vermitteln, als würden sie im Randgebiet offene „Kammern“ bilden (vgl. Abb. 9, 12). Bei *C. kuetzingiana* mit gleichen Costae entsteht dieser Eindruck nicht (Abb. 2).

Bei der Aussenansicht von *Cyclotella kuetzingiana* sieht die Marginalzone deutlich uneben aus, da zwischen den Costae etwas tiefer liegende Alveoli zu finden sind (Abb. 1). Dagegen liegen bei *C. comta* sowohl Costae als auch Alveoli fast in einer Ebene, sodass die Marginalzone eine „glatte“ Oberfläche aufweist (Abb. 3-4, 6).

In den Proben vom Fischkaltersee sind sowohl *Cyclotella kuetzingiana* als auch *C. comta* vorhanden (Abb. 7-14). Die Schalen beider Algen sind klein, d.h. fast alle unter 20 µm im Durchmesser. Bei der Aussenansicht sind auf den kleineren Schalen von *C. comta* nur wenige Poren zu erkennen (Abb. 7-8), im Gegensatz zu den grösseren Schalen, wo mehr Poren vorkommen (Abb. 10-11). Auffällig ist, dass im Vergleich zu den Tennstedter Proben (Abb. 3-4, 6), bei dieser Alge keine Papillae zu finden sind (Abb. 7-8, 10-11). Ansonsten sind die Strukturen der Aussen- sowie der Innenseiten fast identisch mit den Strukturen bei den Tennstedter Proben (vgl. Abb. 3-6, 7-12). Auffällig ist, dass die Anzahl der Fultuportulae auf dem Mittelfeld fast gleich ist, trotz unterschiedlicher Grösse der Schalen. Bei den grösseren Schalen sind mehr Cribra vorhanden als bei

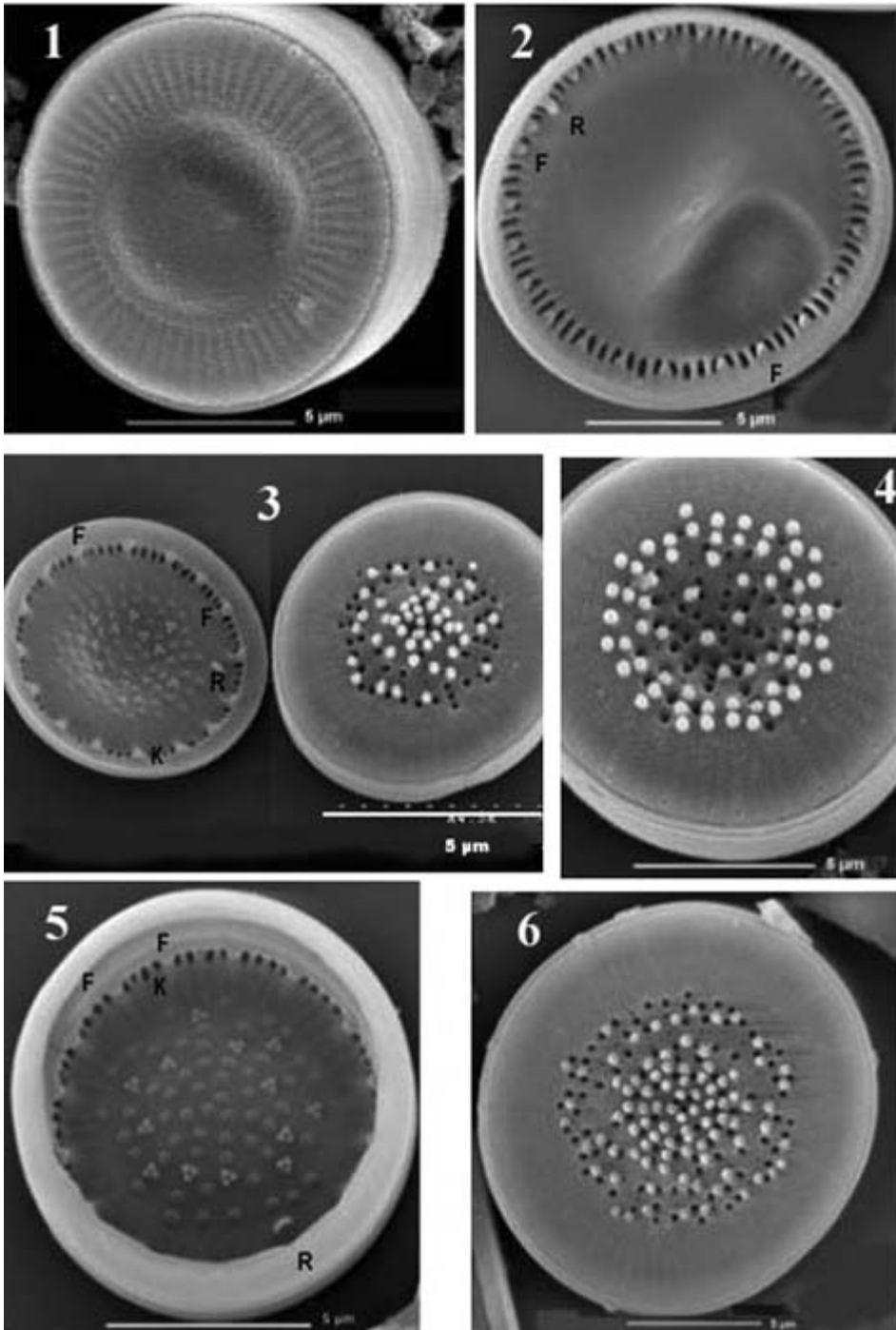


Abb. 1-6: *Cyclotella kuetzingiana* (1-2) und *Puncticulata comta* (3-6) aus Bad Tennstedt, Thüringen.
 F: Fultuportulae, R: Rimoportula, K: offener Kammer.

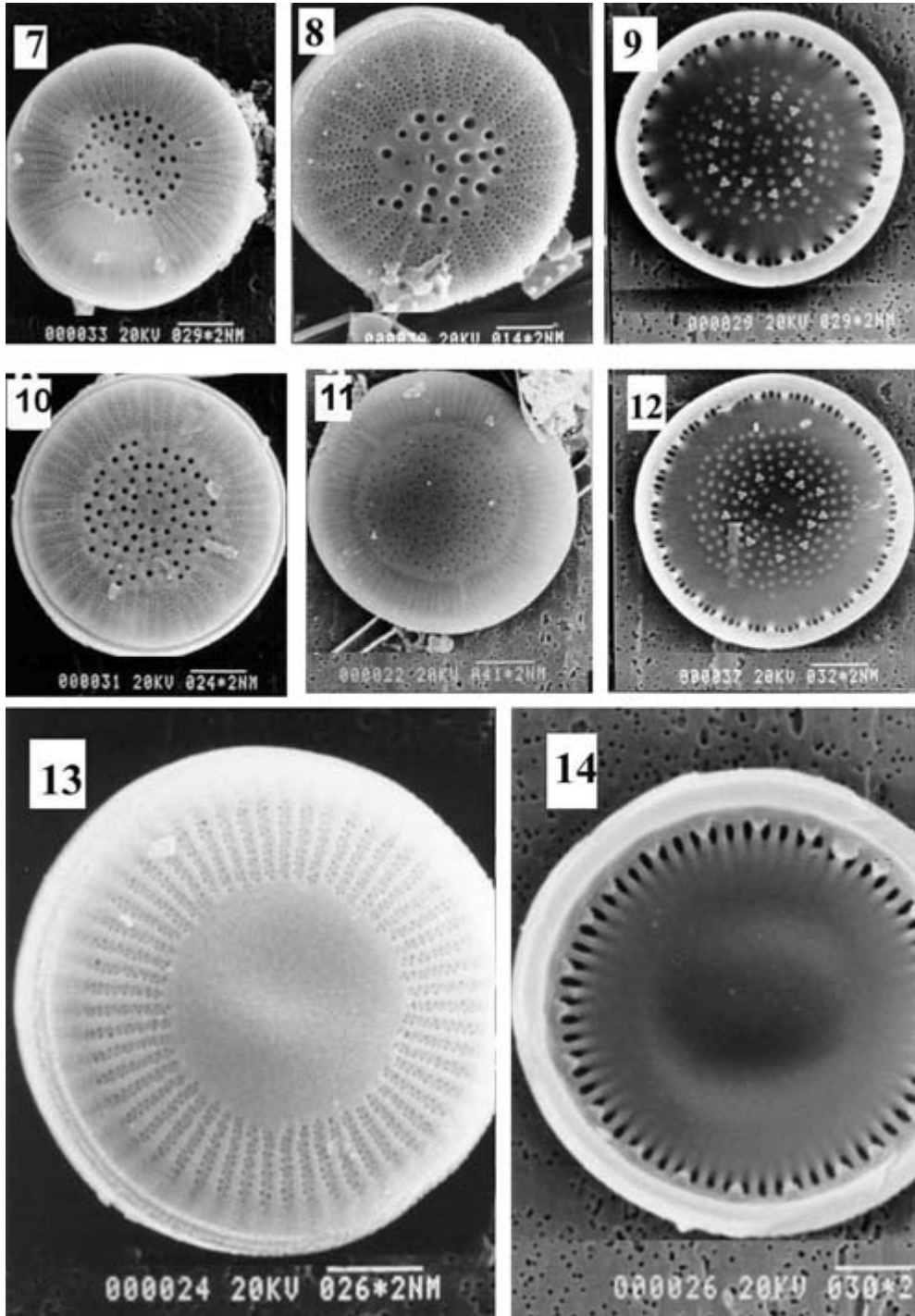


Abb. 7-14: *Cyclotella kuetzingiana* (7-12) und *Puncticulata comta* (13-14) aus Fischkaltersee, Bayern.

den kleineren Schalen (Abb. 9, 12). Bei *Cyclotella kuetzingiana* sind die Schalenstrukturen aus dem Fischkaltersee (Abb. 13-14) ebenfalls identisch mit denen von Bad Tennstedt (Abb. 1-2).

Diskussion

Die Annahme von CHANG (2006) in der vorigen Arbeit, dass jene Diatomeen, die von KÜTZING (1833, 1844) als *Frustulia operculata* oder *Cyclotella operculata* bezeichnet wurden, tatsächlich zwei Arten (vgl. WALKER-ARNOTT 1860) enthielten, ist weiterhin bestätigt. Die Schalenstruktur von *C. kuetzingiana* aus Bad Tennstedt (Abb. 1-2) ist fast identisch mit der aus dem Fischkaltersee (Abb. 13-14). In dieser REM-Studie zeigte sich *C. kuetzingiana* nur mit gewellten Schalen ohne Puncta (Abb. 1-2, 13-14) und bestätigte die Beschreibung der „Undulation“ der blanken Schalen, spezifisch für *C. kuetzingiana* von THWAITES (1848, fig. xi/D; vgl. SMITH 1853, fig. V/47; GRUNOW 1882, fig. 94/1-12). Daher ist die Bestimmung von *C. kuetzingiana* mit nur einigen Puncta auf flachen Schalen (LM, bei HUSTEDT 1930b, fig. 62; REM bei HÅKANSSON 2002, figs 330-338) sehr fraglich. In der Tat hat sich HÅKANSSON (2002) auf eine solche Alge (z. B. *C. krammeri* HÅKANSSON 1990), als *C. kuetzingiana* bezogen.

Die Schalenstruktur von *Cyclotella comta* im Fischkalter See (Abb. 7-12) ist fast identisch mit der von den Tennstedter Algen (Abb. 3-6). Als einziges Unterscheidungsmerkmal ist das Auftreten von Papillae anzusehen, die nur auf den Tennstedter Algen zu finden sind. Für die Entstehung solcher Papillae kann die hohe Konzentration von Mineralien im Wasser verantwortlich sein. Trotz der Ablagerung von Mineralien kann man diese Diatomee anhand der ähnlichen Schalenstrukturen weiterhin als *C. comta*, jedoch nicht als *C. operculata* (auch punktiert, SMITH, 1853 fig. V/48), bestimmen und bezeichnen. Es ist interessant zu erwähnen, dass beide Kieselalgen, *C. comta* sowie *C. kuetzingiana*, nicht nur im harten, Mineralien-reichen Gewässer (Bad Tennstedt) sondern auch im weichen, Mineralien-armen Seewasser (Fischkaltersee) als einzige Vertreter von Centrales neben zahlreichen Pennales gleichzeitig vorkommen, sogar dominant auftreten.

Nach HUSTEDT (1930a, b) ist die Erscheinung von dicken „Schattenlinien“ nur für *Cyclotella comta* (s. CHANG 2006, Abb. 1N-R, 2-3) charakterisierend. Bei *C. kuetzingiana* hat er diese nicht erwähnt. In der Tat sind alle Costae bei *C. kuetzingiana* gleich dick. Dagegen sind bei *C. comta* manche Costae, bei denen marginale Fultuportulae anhaften, wesentlich dicker als die blanken Costae ohne Fultuportulae. Solche dicken Costae hat HUSTEDT unter dem Lichtmikroskop als „Schattenlinien“ gesehen.

Cyclotella kuetzingiana zeigt in dieser Arbeit grosse Ähnlichkeit mit *C. distinguenda* (s. HÅKANSSON 2002, figs 230-237) und nur ganz geringe mit der von HÅKANSSON (2002, figs 230-237) beschriebenen *C. kuetzingiana* (= *C. krammeri*, s. HÅKANSSON 2002, figs 2336-338). *Cyclotella comta*, in dieser Arbeit wiederum, zeigt mehr Ähnlichkeit mit *C. comta* (vgl. HÅKANSSON 2002, figs 413-414) als mit *C. radiosa* (s. HÅKANSSON 2002, figs 415-421). Neuerdings hat HÅKANSSON (2002) *C. comta* und *C. radiosa* wegen ihrer Puncta (Cribra und Fultuportulae) in eine neue Gattung von *Puncticulata* HÅKANSSON als *P. comta* (EHRENBERG) HÅKANSSON und *P. radiosa* (LEMMERMANN) HÅKANSSON eingruppiert. Nach den REM-Untersuchungen in dieser Arbeit scheint die Eingliederung von *C. comta* bzw. *C. radiosa* in die neue Gattung *Puncticulata* HÅKANSSON gerechtfertigt. Im Gegensatz zu der in dieser Arbeit untersuchten Alge *C. kuetzingiana* (ohne Punctae) sollte die schwedische Alge *C. krammeri*, die von HÅKANSSON (2002) als *C. kuetzingiana* bestimmt wurde (s. oben), wegen einiger Punctae (nur Fultuportulae vorhanden) auf dem Mittelfeld der Schalen ebenfalls in die neue Gattung eingeordnet werden.

Danksagung

Der Verfasser bedankt sich bei Herrn R. Klee vom Bayerischen Landesamt für Umwelt in Wienlbach für die wertvolle Diskussion. Weiterhin Dank an Frau Hella Chang-Schneider für ihre Mitarbeit.

Literatur

- AGARDH, C. A. 1827: Aufzählung einiger in den österreichischen Ländern gefundenen neuen Gattungen und Arten von Algen nebst ihrer Diagnostik und beigefügten Bemerkungen. – Flora oder Botanische Zeitung, Regensburg **40**: 625-646.
- BRÉBISSEON, A. de 1838: Considerations sur les Diatomées. 20 pp. Falaise, Paris.
- CHANG, T. P. 2006: Die Wiederentdeckung zweier zentrischer Kieselalgen *Cyclotella kützingiana* Thwaites und *C. comta* (Ehrenberg) Kützing in Tennstädt (Bad Tennstedt in Thüringen) nach 170 Jahren. – Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft **76**: 33-40.
- GRUNOW, A. 1882: In: VAN HEURCK, H., Synopsis des Diatomées de Belgique. 219 pp, pls. 92 + 93 (*Cyclotella comta*).
- HÅKANSSON, H. 1990: A comparison of *Cyclotella krammeri* nov. sp., *C. rossi* nov. sp. and *C. schumanni* nov. sp. stat. with similar species. – Diatom Research **5**(2): 261-271.
- HÅKANSSON, H. 2002: A compilation and evaluation of species in the genera *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos* and *Cyclotella* with a new genus in the family Stephanodiscaceae. – Diatom Research **17**(1): 1-139.
- HUSTEDT, F. 1930a: Bacillariophyta. – In: RABENHORST, L., Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Teil **1**, 920 pp. (1977 Reprint, Koeltz).
- HUSTEDT, F. 1930b: Bacillariophyta (Diatomeae). – In: Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas (PASCHER, A. ed.), Heft **10**, 466 pp. Jena (1976 Reprint, Koeltz).
- KÜTZING, F. T. 1833: Synopsis diatomearum oder Versuch einer systematischen Zusammenstellung der Diatomeen. – Linnæa **8**: 529-629.
- KÜTZING, F. T. 1844: Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen. 152 pp, (2nd ed. 1865), Nordhausen.
- SMITH, W. 1853: British Diatomaceae Synopsis. Vol. I, 1-89 pp. London.
- THWAITES, G. H. K. 1848: Further observations on the Diatomaceae with descriptions of new genera and species. – Annals and Magazine of Natural History, ser. **3**, **1**: 161-272.
- WALKER-ARNOTT, G. A. 1860: On *Cyclotella*. – Quarterly Journal Microscopic Science **3**: 244-248.