

Schalenstrukturen von *Campylodiscus bicostatus* W. Sm. und nahestehenden Arten (Surirellaceae, Pennales, Basillariophyceae)

Von T. P. CHANG, Weilheim/Obb.

Zusammenfassung

Zum ersten Mal werden die 3-zelligen Kolonien von *Campylodiscus bicostatus* W. Sm. lichtmikroskopisch (LM) betrachtet und mit Hilfe der Raster-Elektronenmikroskopie (REM) die Schalenstrukturen dieser Art und deren Varianten auf beiden Schalseiten detailliert gezeigt. In den untersuchten Proben vom Neusiedlersee konnten einige Schalenfragmente von *C. clypeus* Ehr. und eine Übergangsform von *C. bicostatus* zu *C. clypeus* gefunden werden. Anhand ihrer LM- und REM-Aufnahmen konnten beide Arten und ihre Varianten mit den im Brackwasser und Süßwasser lebenden Arten verglichen werden. Die Ökologie der *Campylodiscus*-Arten wird kurz erläutert.

Einleitung

In den Berichten der Bayer. Bot. Gesellschaft 69: 21 (2001) hat REICHARDT folgende Definition zur Gattung *Campylodiscus* veröffentlicht: „Obwohl es sich bei der Diatomeen-Gattung *Campylodiscus* um ein artenreiches Genus handelt, gibt es nur eine Süßwasserform (*C. hibernicus* Ehr.), die weit verbreitet und relativ häufig vorkommt.“ Weiterhin bemerkte er: „Die meisten Arten sind Bewohner mariner oder brackischer Habitate, die sonstigen Süßwasserformen treten allgemein sehr selten auf und sind zum Großteil nur ungenügend bekannt“. Zum 1. Teil seiner Einleitung hat er zwei in der Schweiz gefundene *Campylodiscus* Arten der Süßwassergruppe zugeordnet und nichts weiter über marine oder brackische Arten in Inlandgewässern erwähnt. Anscheinend zählte er (1996) eine *C. hibernicus* nahestehenden Art, *C. levanderi* Hustedt, die ursprünglich in skandinavischen Gewässern „lebend“ gefunden war, nach seiner Untersuchung an einem Fossilmaterial aus Alaska (USA) nicht mehr der Süßwassergruppe zu. Möglicherweise hat er die zwei Süßwasserformen, die bereits von JERKOVIC (1971) in einem jugoslawischen See vor ca. 30 Jahren gefunden und als neue *Campylodiscus* Arten beschrieben wurden, nicht in Betracht gezogen. Nach eigenen Literatur-Recherchen (PANTOSCÉK 1902, CLEVE-EULER 1952, HUSTEDT 1930, 1959, KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1988, u. a.) scheint eine grosse Ähnlichkeit der oben erwähnten Süßwasseralgen untereinander zu bestehen. Als Parameter-Diatomeen wurden in dieser Arbeit die Algen der „Rabenhorst-Flora“ (Tab. 1) herangezogen.

Entgegen seiner zweiten Äußerung (REICHARDT 2001: 21) über marine oder brackische Arten ist „das Auftreten der brackischen Formen *Campylodiscus clypeus* mit *C. bicostatus* im Neusiedlersee, von denen besonders letztere dort zahlreich vorzukommen scheint“ (GRUNOW 1862: 443) seit langem bekannt. Solche „Soda-Halophyten“ (KUSEL-FETZMANN 1979) wurden weiterhin von vielen Forschern (z. B. PANTOSCÉK 1902, HUSTEDT 1930, 1959; DOKULIL 1978, KUSEL-FETZMANN 1979) im Neusiedlersee nachgewiesen. Heutzutage gilt der Neusiedlersee nicht mehr als „Soda-See“ (KUSEL-FETZMANN 1979), wobei die „Soda-Halophyten“ allmählich abnehmen und logischerweise gleichzeitig die Süßwasserformen zunehmen müssten. Verschwinden wird dann ebenfalls die marine Art *C. bicostatus* (SMITH 1856). Dahingegen müsste sich *C. clypeus* durch ihr Anpassungsvermögen weiterhin im Neusiedlersee massiv entwickeln, weil diese Art zuerst im Fossil, dann im Küstenbereich mit Brackwasser (SMITH 1856) bis fast hin zum reinen Süßwasserbereich (CLEVE-EULER 1952) gefunden wurde. Es ergibt sich daher die Aufgabenstellung, alle derzeitigen Formen der *Campylodiscus*-Arten im Neusiedlersee (47°48'N und 16°47'E, Oberfläche 321 km², durchschnittliche Tiefe 1,1 m) im Rahmen der vorliegenden Arbeit

erneut zu untersuchen. Vor allem die Schalenstrukturen aller dort gefundener Formen waren mit Hilfe der REM-Technik genauer zu betrachten.

Material und Methodik

Es wurden 3-mal Proben entnommen. Die erste wurde an einem windigen Oktobertag 1991 am Nordufer bei Neusiedel entnommen. Die zweite wurde an einem Regentag im September 1993 bei Podersdorf gesammelt (Abb. 27a–b). Noch eine Probe wurde an einem sonnigen Tag im November 1995 bei Windstille am Südostufer in der Nähe von Illmitz entnommen. Den Proben wurden bereits vor Ort Formalin zugefügt, so dass die Mikroorganismen durch eine insgesamt 3–4-%igen Formalin-Lösung fixiert wurden. Die Algen wurden später im Labor mikroskopisch untersucht (Zeiss, Axiovert-35, Abb. 7, 23). Danach wurden sie mit konzentrierter H_2SO_4 -Säure behandelt und anschließend mit destilliertem Wasser und durch Zentrifugationen mehrmals gewaschen, bis der neutrale Wert $pH = 7,0$ messbar in der Lösung war. Die gereinigten Diatomeenschalen wurden auf Objektträger übertragen, die einerseits für die Lichtmikroskopie (LM, Abb. 6, 8–12) und andererseits für die Raster-Elektronmikroskopie (Hitachi-350) bestimmt waren (Abb. 13–22). Die Artbestimmungen wurden nach SMITH (1856), GRUNOW (1862), HUSTEDT (1930, 1959) und KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1988) durchgeführt. Weiterhin wurden diese Präparate mit denen aus der WEINZIERL-Sammlung (zwei *Campylodiscus*-Kisten mit insgesamt 113 Objektträgern) der Münchener Botanischen Staatssammlung verglichen. Darunter waren nur 25 Objektträger mit dem Material aus der „Rabenhorst“-Europaflora. Auf manchen Objektträgern fehlten jedoch die Exemplare (möglicherweise durch zu wenig verfügbare Proben). Auf anderen Objektträgern befanden sich nur Schalenfragmente (vgl. Abb. 30–31). Manche waren so winzig, dass sie unbrauchbar für die Untersuchungen waren. Daher konnten nur einige in dieser Arbeit (Tab. 1) herangezogen werden.

Tabelle 1. *Campylodiscus*-Arten in der Weinzierl-Sammlung

Name	Objektträger REA* oder W*	Sammler	Fundort	Sammelzeit	Abbildung Foto Nr.
<i>C. clypeus</i>	REA-1181	?	Franzensbad (Böhmen)	1864	Abb. 28
	REA-2397	?	Franzensbad (Böhmen)	29.06.1881	Abb. 29
	REA-2557 (=W-48)	Nordhorst	Brögarp (Schweden)	1880?	Abb. 31
	W-56	?	Toco (Chile)	1951	Abb.30
	W-48	?	Christianstadt (Schweden)	1882	Fragmente
	W51	?	?	1952	Fragmente
<i>C. bicostatus</i>	W-91 u. W-92	Bernecker	Podersdorf (Neusiedlersee)	1960	Abb.24
	REA-2397	?	Geestemunde	09.03.1873	Abb.25
	REA-502	A. v. Bory	Tübingen	April 1855	Abb. 33
<i>C. hibericus</i>	REA-1855	?	?	25.03.1955	Abb. 34
	REA-581		Salzburg	?	Fragmente
	REA-602	Hilze	Strehlen	1947	Fragmente
	REA-1305	?	Mühldorf, Österreich	1861	Fragmente
	REA-1481	?	Honduras	?	Fragmente
	<i>C. noricus</i> (<i>C. punctatus</i>)*	REA-881a	Bleisch	Strehlen?	31.03.1877

REA* (Rabenhorst-Europa-Algenflora, in RABENHORST L. (1864): Flora Europaea Algarum. Sectio-I),
W* (WEINZIERL-Sammlung), # (*C. punctatus* Bleisch = *C. noricus* Ehrb., s. RABENHORST 1864, S.46), ? (unbekannt)

Beobachtung und Diskussion

Die gefundenen Formen (Abb. 8–12) sind mit den von GRUNOW (1862) beschriebenen Varianten von *Campylodiscus bicostatus* (Abb. 1–5) vergleichbar. Man sieht die Schiffs-Formen (Abb. 1–2, 8–9, 12) mit ihren Streifen (S) und Rippen (C), die sich von der Zentralzone (CA) her ausstrecken und von einer ringförmigen Struktur (R) unterbrochen werden. Von der „Zungenspitze“ (Stern in Abb. 1–5, 8–11, 13, 16, 18) des Schalenrandes (m) bis hin zur Zentralzone ist eine Symmetrieachse vorstellbar, die zwei Schalenhälften (Abb. 1–2, 8–9) entstehen lässt. Die Ähnlichkeit beider Schalen Seiten ist noch deutlicher zu erkennen bei den runden (Abb. 4–5, 7) und viereckigen (Abb. 3, 6, 10–12) Formen. Jedoch nur bei den Schiffs-Formen sieht man die Raphe (*) auf der Marginalzone (MA). Zwischen Schalenrand und Schalenzentrum befindet sich der Ring, der bei runden Schalen rund und bei den viereckigen Schalen ebenfalls viereckig ist. Dieser Ring unterbricht die vom Schalenzentrum bis zum Rand ausgehenden, strahlenartigen Rippen und Streifen. Jedoch verändert eine solche „Unterbrechung“ die optische Symmetrie der Schalen nicht. Die Streifen, die GRUNOW gezeichnet hat (Abb. 1, 5), sind sehr feinporig. Bei den LM-Aufnahmen (Abb. 6–11) sind diese feinen Poren nicht deutlich zu erkennen.

Die oft in der Literatur gezeigte „Achterbahn“-Form ist auch hier zu sehen (Abb. 13–14). Eindeutig besteht die Frustule aus zwei stark verkieselten Schalen (Epitheca, EV u. Hypotheca, HV), die von einem dicken Gürtelband zusammen gehalten werden (Abb. 13). Auf der Schalenoberfläche erscheinen ausgebuchtete Streifen und eingesunkene Rippen. Auf der Marginalzone tritt eine Raphe mit scharfer Kante (r, Abb. 13–14) auf. Die Struktur beider Schalen ist fast identisch. Ist das Gürtelband sehr schmal, so wandelt sich die „Achterbahn“-Form zur Schiffs-Form (Abb. 14) um und weiterhin sogar zu einem viereckigen „Lappen“ (Abb. 15). Dabei ist eine deutliche Struktur auf der Innenansicht solcher Schalen (Abb. 14–18) zu sehen. Die Streifen bestehen aus den Siebmembranen, die von einem Ring unterbrochen werden. Am Schalenrand bilden sich die Kammern (K, Abb. 15, 17), die in der Tat Raphenkänale (Abb. 16–18) sind und von den Rippen teilweise verdeckt werden (Abb. 16–18). Die Rippen sind unterschiedlich breit, manche verdicken sich so stark, dass die Siebmembrane größtenteils bedeckt wird. Die Porenreihen auf den Siebmembranen sind daher oft nicht regelmässig (Abb. 14–17, ohne Punkte, Abb. 18).

Die Struktur der Außenschalen, die bei dem kleinen Foto (Abb. 13) nicht genau sichtbar wird, ist bei den größeren Aufnahmen (Abb. 19–22) deutlicher dargestellt. Im Allgemeinen zeigt sie eine ähnliche Struktur, wie sie an den Innenseiten (Abb. 14–18) erkennbar ist. Als einziges Unterscheidungsmerkmal besitzt die Raphe am Schalenrand eine stumpfe Kante. Hinter der Kante liegen vermutlich die kleinen Rippen-Öffnungen (vgl. Abb. 14), die in den Abbildungen (Triangel, Abb. 20–22) z.T. noch sichtbar sind. Die Porenreihen, vor allem auf dem Zentralbereich, sind ebenso variabel (von Punkten bis hin zu Linien) wie die auf der Innenseite (Abb. 15–18). Das schmale Gürtelband ist kaum zu erkennen (Abb. 21–22).

Die Schiffs-Formen können sich in der Natur aufeinander stapeln, so dass die dreizelligen Kolonien entstehen wie sie hier zum ersten Mal abgebildet werden (Abb. 23). Ihre Schalenstruktur konnte nach Entfernung des Zellinhalts genauer studiert werden (vgl. Abb. 7, 23 mit Abb. 6, 8–12 [behandelt]). Diese Struktur wich geringfügig von der in den bekannten Proben gefundenen (Abb. 24–25) ab, ähnelte jedoch bei den größeren Schalen der von *Campylodiscus clypeus* (Abb. 26–31). Bei *C. clypeus* sind die Porenreihen noch unregelmässiger auf der Zentralzone der Schalen verteilt (Abb. 26–29) als bei *C. bicostatus* und auf der Marginalzone durch Verschmelzung mit den Rippen (Stern in Abb. 26–27) teilweise verschwunden, vor allem auf den lateralen Schalen Seiten (Stern in Abb. 29–31). Diese „Abtrennung der Marginalstreifen“ erscheint jedoch nicht bei *C. bicostatus* (Abb. 6–11, 23) und ist bei *C. clypeus* seit GRUNOW (1862) bekannt. Jedoch zeigten PADDOCK & SIM (1977) keine und KÜTZING (1844, LM) bzw. KRAMMER (1986, REM) beide Möglichkeiten. Bei *C. bicostatus* wurde eine Verbreiterung der Rippen (Pfeile in Abb. 16–17) beobachtet und somit auch der Beginn einer „Abtrennung der Marginalstreifen“. Eine Übergangsform von *C. bicostatus* zu *C. clypeus* wurde bei meinen Proben gefunden (Abb. 12). Daher ist es schwierig, wegen der unterbrochenen Marginalstreifen, *C. clypeus* von *C. bicostatus* abzugrenzen.

Einige leere Schalen von *Campylodiscus clypeus* (Abb. 26–27) wurden nur bei der dritten Probenentnahme am Südostufer des Neusiedlersees gefunden. Ebenso fand GRUNOW (1862) diese Diatomee vereinzelt an dem südlichen Uferbereich, wo die Salzkonzentration durch Einleitung von Drainage und Abwasser im Umfeld, vor allem nach Unwettern, ziemlich hoch war und bis heute gelegentlich

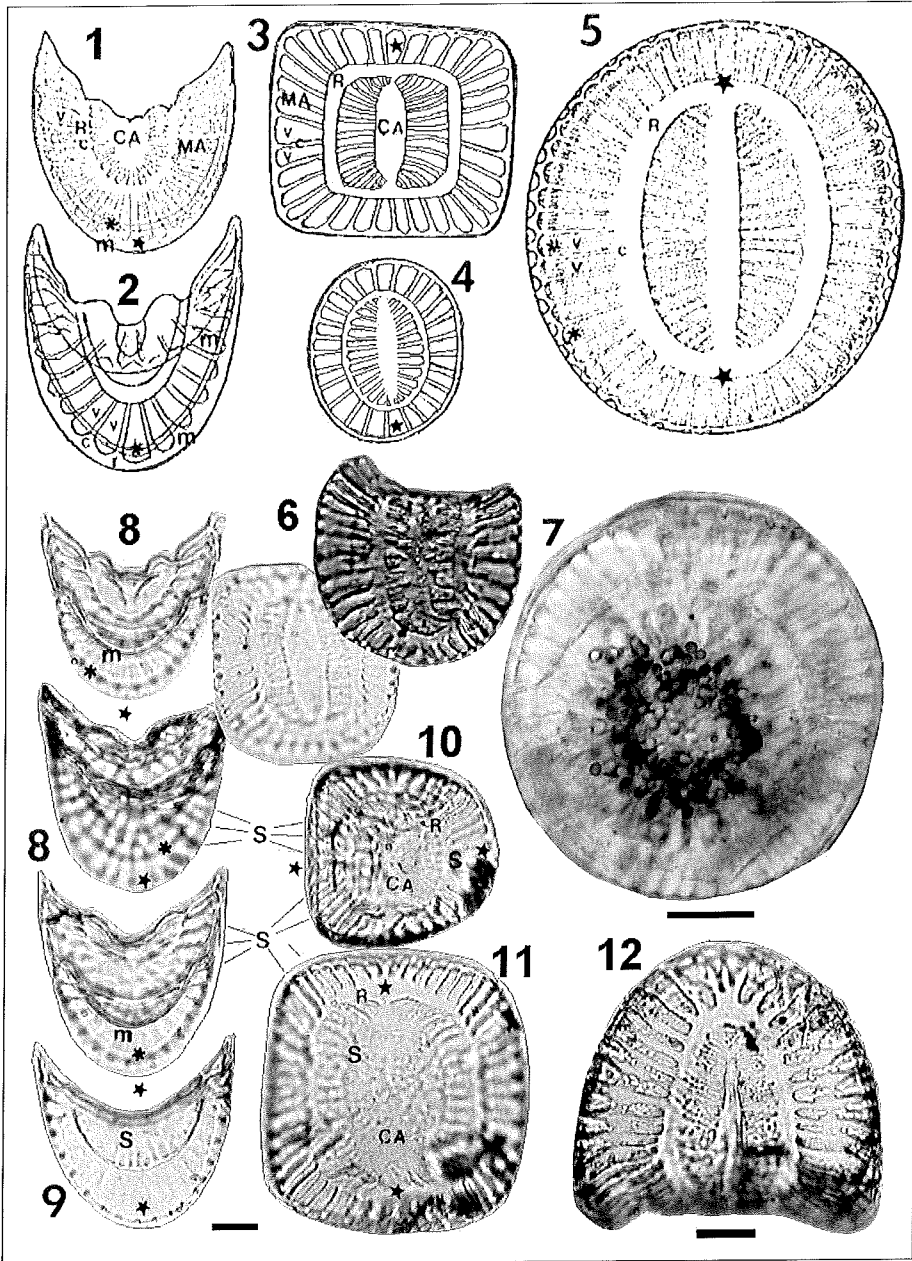


Abb. 1–12. Unterschiedliche Formen von *Campylodiscus bicostatus*. Maßstab=10 μm . 1–5 (aus GRUNOW 1862), 1 (Var. α . *genuinus*), 2 (Var. β . *parvulus*), 3 (Var. γ . *peisonis*) und 4–5 (Var. δ . *quadratus*), 6–12 (Unbehandelte Proben aus dem Neusiedlersee).

C (Rippen, Costae oder Fibulae), CA (Zentralzone der Schalen), m (Schalenrand), MA (Marginalzone), Asterik (*, Raphenkanal), Stern δ „Zungenspitze“ der Schalen), R (Ringförmige Struktur), S (Streifen), V (Siebmembrane).

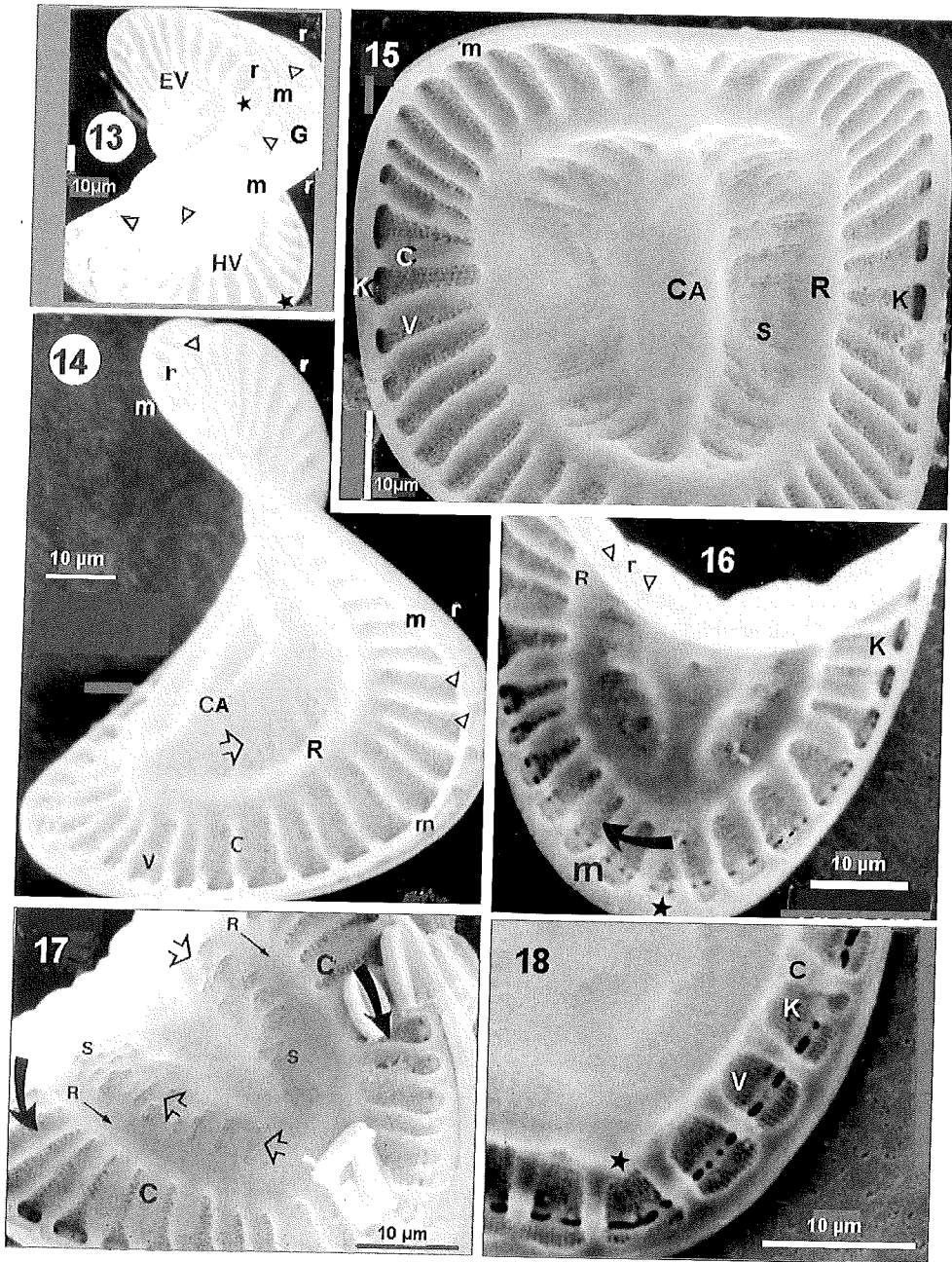


Abb. 13–18. Schalenstrukturen von *Campylodiscus bicostatus*. Maßstab=10 µm. 13 (Frustule mit Epitheca, EV und Hypotheca, HV), 14–18 (Innenansicht), K (Kammer), S (Streifen oder Striae), r (Kante des Schalenrandes), weiße Pfeile (Streifen auf der Zentralstreifenzone), schwarze Pfeile (Verdickung der Costae), Triangel (Rippenöffnungen), andere Zeichen s. vordere Tafel.

noch ansteigt. Zur Aufklärung des geringen Vorhandenseins von *C. clypeus* im Neusiedlersee werden zwei Möglichkeiten in Betracht gezogen. Erstens, anhand gefundener Übergangsformen, könnte *C. clypeus* eine „ausgewachsene“ Form von *C. bicostatus* sein, wobei *C. clypeus* mit ihrer grösseren und

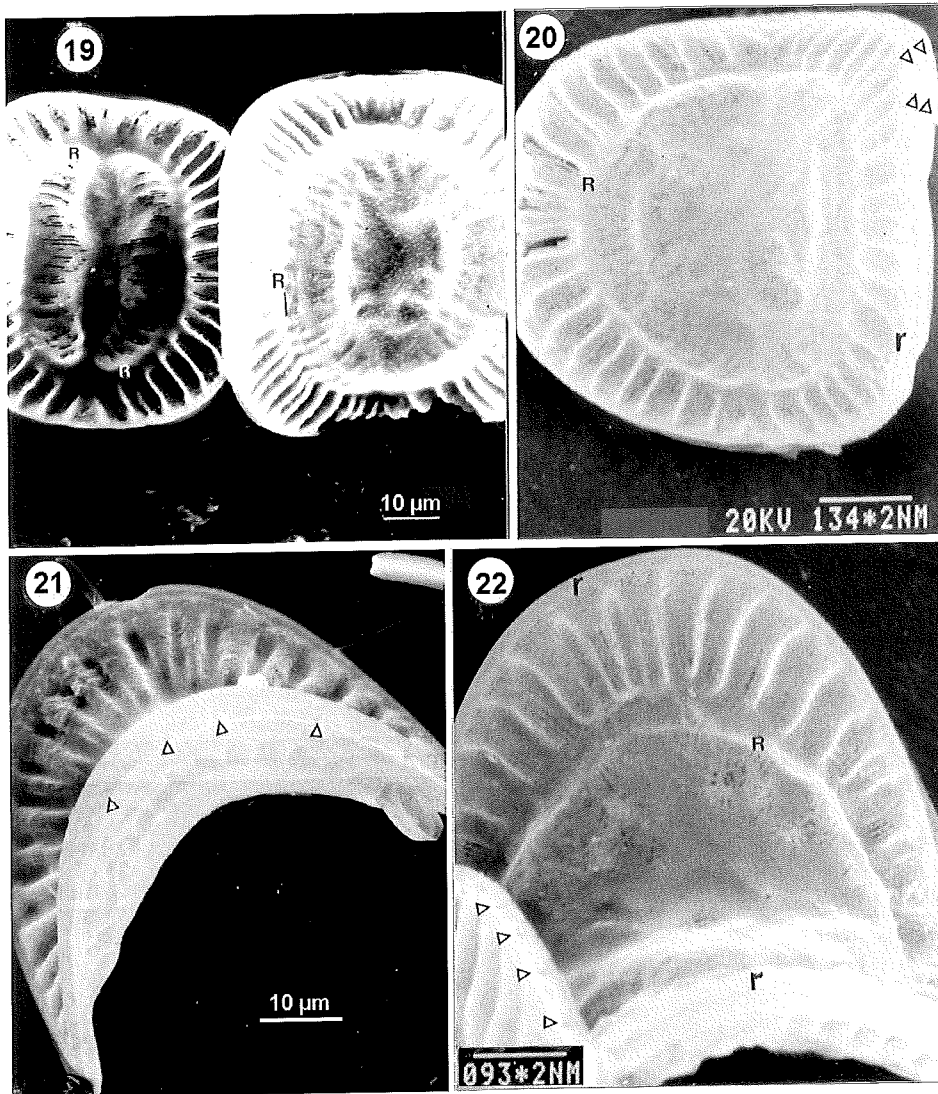


Abb. 19–22. Außenansicht von *Campylodiscus bicostatus*. Maßstab = 10 µm. Triangel (Rippen-Ausgang), andere Zeichen s. vordere Tafeln.

schwereren Form auf den Seeboden gesunken und schließlich von Schlamm und Sand bedeckt wurde. Gelegentlich sind einige leere Schalen und Fragmente durch Turbulenzen im Seewasser aufgewirbelt und dann im Plankton gefunden worden. Infolgedessen ist die Betrachtung von HUSTEDT (1959) berechtigt, dass *C. bicostatus* eine Varietät von *C. clypeus* ist. Zweitens, *C. clypeus* könnte überhaupt eine Fossilart im Seeumland sein und wird gelegentlich vom Erosions-Wasser in den See hinein gespült. Trotz der abnehmenden Salzkonzentration bietet der Neusiedlersee bislang für *C. clypeus* keinen guten Standort für ihre Entwicklung, wirkt sich jedoch sehr günstig auf *C. bicostatus* (oder *C. peisonis* Pantoscék 1902) aus. Über ihr Aufreten im Neusiedlersee wurde von Reichardt (2001) jedoch nichts erwähnt.

Die Benennung von *Campylodiscus*-Arten im Neusiedlersee ist immer problematisch. GRUNOW (1862) gab neben *C. clypeus* vier Varietäten von *C. bicostatus* neue Namen (s. Abb. 1–5). HUSTEDT (1959) fand in seinen Proben aus dem Neusiedlersee viele Übergangsformen und beschrieb alle Varianten als „*C. clypeus* var. *bicostata* (W. Smith) Hustedt“. Anschließend hatte KUSEL-FETZMANN (1979) die überall

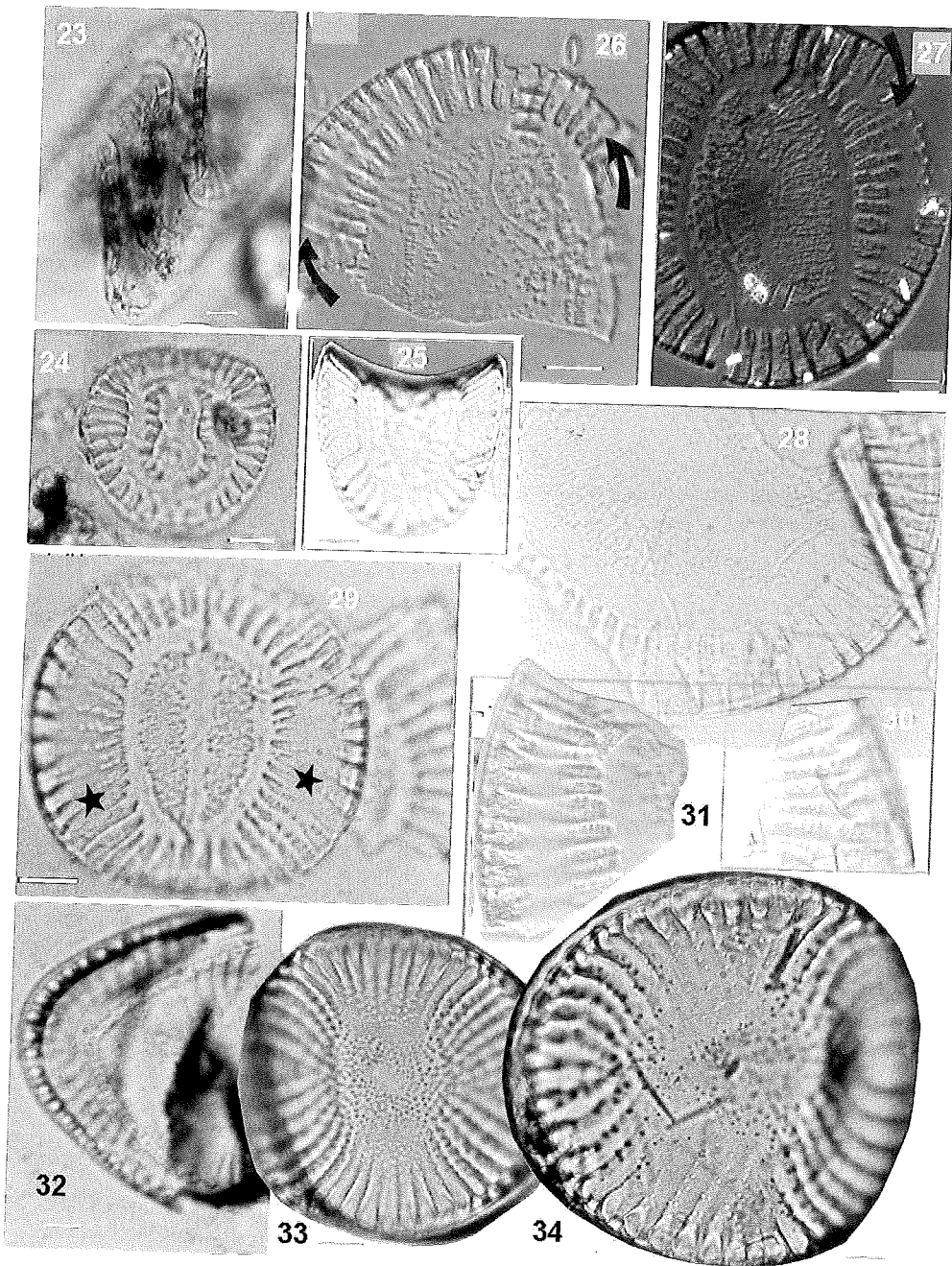


Abb.23–34. Mikrofotografien von *Campylodiscus*-Arten. Maßstab=10 µm. *C. bicostatus* (Abb. 23–25), *C. clypeus* (Abb. 26–31) *C. noricus* (Abb. 32) und *C. hibericus* (Abb. 33–34).

im Plankton, Benthos und Periphyton gefundenen Formen als „*C. clypeus* und var. *bicostatus*“ bezeichnet. Dagegen hatte DOKULIL (1978) alle *Campylodiscus*-Formen in seinen zehnjährigen Phytoplanktonstudien am See pauschal nur als „*C. clypeus*“ benannt. Vielleicht waren die Forscher unsicher bei den Artbestimmungen durch die vielen Übergangsformen beider Arten, die sich im Laufe der Zeit bei der Reduzierung vom Salzgehalt im See weiter entwickelt haben. In dieser Arbeit zeigte

C. bicostatus mit ihren Varianten fast eine einheitliche Schalenstruktur, die wiederum mit der von *C. chlypeus* ohne „Abtrennung von Marginalstreifen“ (vgl. PADDOCK & SIM 1977, KRAMMER 1986) vergleichbar ist. Trotz der Unterbrechung der Streifen durch das Ringsystem sind die Schalenstrukturen beider Arten sehr ähnlich, so dass sie sich von anderen Süßwasserformen unterscheiden. Nach meinen Vergleichsstudien mit den bekannten Abbildungen (PANTOCSEK 1902, CLEVE-EULER 1952, HUSTEDT 1930, 1959, KRAMMER (1986) & LANGE-BERTALOT 1988, u.a.) ist zu vermuten, dass die jugoslawischen Süßwasserformen (JERKOVIĆ 1971) wegen geringfügiger Unterschiede in der Morphologie in die Gruppe von *C. noricus* Ehr. (Abb. 30) gehören und könnten entweder den beiden Schweizer Arten (REICHARDT 2001) oder auch der finnischen Art (REICHARDT 1996) im Formenkreis von *C. hibericus* zugeordnet werden (Abb. 31–32, „*C. noricus* var. *hibericus* (Ehr.) Grun.“ in HUSTEDT 1930). Solche Süßwasserformen sind noch nicht im Neusiedlersee aufgetreten, obwohl der Neusiedlersee kein „Soda-See“ mehr ist.

Dank

Der Verfasser bedankt sich herzlich bei Frau Dr. D. Triebel für die Ermöglichung, Präparate aus der Weinzierl-Sammlung zu mikroskopieren. Ebenfalls herzlichen Dank an Herrn Dr. W. Lippert für die Durchsicht der Arbeit.

Literatur

- CLEVE-EULER, A. 1952: Die Diatomeen von Schweden und Finnland V. – Kungl. Svendka Vetenskapsakademiens Handlingar, 3(3): 1–153. – DOKULIL, M. 1978: 10 Jahre Phytoplanktonstudien am Neusiedlersee. – Schriften Verein Verbreitung nat. Kenntnisse in Wien 117/118: 161–175 (Separat-Abdruck). – GRUNOW, A. 1862: Österreichische Diatomeen I. – Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 12: 315–472. – HUSTEDT, F. 1930: Bacillariophyta. In: PASCHER, A. (ed.): Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas 10: 1–466, Jena. – HUSTEDT, F. 1959: Die Diatomeenflora des Neusiedler Sees im österreichischen Burgenland. – Österreichische Botanische Zeitschrift 106: 390–430. – JERKOVIĆ, L. 1971: Two new relic *Campylodiscus* species (diatoms) of Ohrid Lake (Yugoslavia). – Phycologia 10: 277–280. – KRAMMER, K. 1986: Kieselalgen. Biologie, Baupläne der Zellwand, Untersuchungsmethoden. 140 S. – Kosmos-Handbuch, Franckh., Stuttgart. – KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1988: Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. – Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/2: 1–596. – KUSEL-FETZMANN, E. 1979: The algal vegetation of Neusiedlersee. pp. 172–202. In: LÖFFLER, H. (Hrsg.): Neusiedlersee: The limnology of a shallow lake in Central Europe. – Monography Biologica 37: 1–543, Junk Publishers. – PANTOCSEK, J. 1902: Kieselalgen oder Bacillarien des Balatons, 112 S, Wien. – PADDOCK, T.B.B. & SIMS, B.A. 1977: A preliminary survey of the raphe structure of some advanced groups of diatoms (Epithemiaceae-Surirellaceae). – Nova Hedwigia. Beih. 54: 291–322. – REICHARDT, E. 1996: Die Identität von *Campylodiscus levanderi* Hust. – Diatom Research 11: 81–87. – REICHARDT, E. 2001: Zwei in Europa unbekannt *Campylodiscus*-Arten (Bacillariophyceae) im Iffigsee, Schweiz. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 71: 21–27. – SMITH, W. 1856: A Synopsis of the British Diatomaceae II: 1–107. – Smith & Beck, London.

Dr. Tsang-Pi CHANG,
Ahornstrasse 3b,
D-82362 Weilheim/Obb.
e-mail: chang360@aol.com