

PD 1/61.1989.

## Morphologische Variabilität von *Centronella reicheltii* (Bacillariophyceae) aus der Westslowakei

Morfologická variabilita *Centronella reicheltii* (Bacillariophyceae) ze západního Slovenska

Petr Marvan und František Hindák

MARVAN P.<sup>1)</sup> et HINDÁK F.<sup>2)</sup> (1989): Morphologische Variabilität von *Centronella reicheltii* (Bacillariophyceae) aus der Westslowakei [Morphological variability of *Centronella reicheltii* (Bacillariophyceae) from Western Slovakia]. — Preslia, Praha, 61: 1-14.

Keywords: *Bacillariophyceae*, *Centronella reicheltii*, morphological variation, ecology of sand pit lakes, Czechoslovakia, Danube catchment area.

*Centronella reicheltii*, a rarely occurring planktic diatom spread namely in the Middle European Lowlands has been found in Czechoslovakia for the first time. An abundant population of this alga was recorded from a sand pit lake at Šaštín-Stráže, W Slovakia (catchment area of the Morava River, a left tributary of the Danube), in a water with low mineral contents. In autumn it belonged to the dominant species of the phytoplankton community causing a slight green water coloration. The statistical evaluation of the morphometric data allowed formulation of the hypothesis on the natural changes of the shapes of cells in relation to their gradual decrease in the course of successive cell divisions.

1) Botanisches Institut ČSAV, Arbeitsstelle Brno, Mendlovo nám. 1, 602 00 Brno, Tschechoslowakei

2) Institut für Experimentelle Biologie und Ökologie SAV, Dúbravská cesta 14, 814 34 Bratislava, Tschechoslowakei

### EINLEITUNG

*Centronella reicheltii* VOIGT 1907 gilt für eine seltene, meistens nur vereinzelt auftretende Diatomee des Planktons stehender und langsam fliessender Gewässer mit dem Zentrum der Verbreitung im mitteleuropäischen Tiefland zwischen der Elbe und dem Neman. Nach WOJCIECHOWSKI (1967) deckt sich das Gebiet ihrer stärksten Verbreitung mit dem des skandinavischen Inlandeises der Weichseleiszeit im Pleistozän, wobei das Vorkommen an wenigen ausserhalb dieses Gebiets liegenden Standorten die Folge einer mehr rezenten Expansion der Art sein könnte (siehe Abb. 8 in der zitierten Arbeit).

Zu solchen neuen, wohl jungen Territorien der weiteren Verbreitung gehört nun auch das Stromgebiet des Flusses Myjava, des linksseitigen Zuflusses der Morava (March) in den nördlichen Ausläufern der Pannonischen Tiefebene. *Centronella reicheltii* wurde hier — zum erstenmal in der ČSSR — in einem seichten Wasserbecken bei Šaštín-Stráže in der Nähe von Kúty (Westslowakei) gefunden. Zur Zeit der Probeentnahme bildete sie eine der häufigsten Komponenten des Netzplanktons. Mit beträchtlich schwächerer Abundanz kam sie auch in einem anderen, unweit liegenden Teich vor.

2738/902

## CHARAKTERISTIK DER LOKALITÄT BEI ŠAŠTÍN-STRÁŽE

Das seichte, durch Sandförderung entstandene Wasserbecken bei Šaštín-Stráže befindet sich etwa 1 km südlich von der Gemeinde und ist in den letzten Jahren intenziv zu Rekreationszwecken ausgenutzt worden (VEREŠÍKOVÁ et HORECKÁ 1978). Die mässige Eutrophierung des ursprünglich wohl nährstoffarmen Wassers auf sandiger Unterlage macht sich in steigender Entwicklung von Phytoplankton bemerkbar. Nach den Analysen des Kreishygienieinstituts in Bratislava erreicht die Menge des Nanoplanktons im Hochsommer bis fast 20 000 Ind. pro ml, daneben können auch die kolonienbildenden *Cyanophyceen* (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos-aquae*) vertreten sein. Die BSB<sub>5</sub> — Werte bewegen sich etwa zwischen 1,7 und 3,6 mg.l<sup>-1</sup>, die Sauerstoffkonzentration in der Nähe der Sättigung (8—12 mg.l<sup>-1</sup>). Das Wasser ist schwach mineralisiert (Alkalinität 1 mmol.l<sup>-1</sup>, Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>-Konzentration bei der Probeentnahme im Jänner 1988 betrug 0,58 mmol.l<sup>-1</sup>, Cl<sup>-</sup> 7—10 mg.l<sup>-1</sup>). Die anorganischen N- und P-Quellen wirken hier offensichtlich als die wichtigsten limitierenden Faktoren für die Primärproduktion (die Konzentration von Nitraten höchstens 1 mg.l<sup>-1</sup>, analytisch nicht feststellbare Mengen von NH<sub>4</sub><sup>+</sup> — und meistens auch von PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>).

*Centronella reicheltii* wurde an dieser Lokalität zum erstenmal am 6. 10. 1987 beobachtet und im Jänner 1988 bestätigt. Bei den Herbstprobenentnahmen hatte das Wasser grüne Vegetationsfärbung mit buntem Artenpektrum von kokkalen Grünalgen [*Ankistrodesmus falcatus* (CORDA) RALFS, *A. spiralis* (TURN.) LEMM., *Botryococcus braunii* KÜTZ., *Coelastrum astroidesum* DE-NOT., *C. reticulatum* (DANG.) SENN, *Coenochloris polycocca* (KORŠ.) HIND., *Coronastrum ellipsoideum* FOTT, *Crucigeniella apiculata* (G. M. SMITH) KOM., *Dictyosphaerium pulchellum* WOOD, *Granulocystis elegans* (FOTT) HIND., *Lagerheimia ciliata* (LAGERH.) CHOD., *Micractinium pusillum* FRES., *Oocystis lacustris* CHOD., *Pediastrum biradiatum* MEYEN, *P. duplex* MEYEN, *P. simplex* MEYEN, *P. tetras* (EHRENB.) RALFS, *Planktosphaeria gelatinosa* G. M. SMITH, *Quadricoccus ellipticus* HORTOB., *Scenedesmus aculeolatus* REINSCH, *S. acuminatus* (LAGERH.) CHOD., *S. arcuatus* (LEMM.) LEMM., *S. armatus* CHOD., *S. communis* HEGEW., *S. denticulatus* LAGERH., *S. dispar* (BRÉB.) RABENH., *S. grahneisii* (HEYNIG) FOTT, *S. magnus* MEYEN, *S. opoliensis* P. RICHT., *S. semperfiriens* CHOD., *Schroederia setigera* (SCHRÖD.) LEMM., *Siderocelis ornata* (FOTT) FOTT, *Tetraëdron caudatum* (CORDA) HANSG., *T. minimum* (A. BR.) HANSG., *Tetrastrum staurogeniaeforme* (SCHRÖD.) LEMM.]. Unter den Diatomeen waren *Centronella reicheltii* VOIGT, *Asterionella formosa* HASS. und *Fragilaria crotonensis* KITT. am häufigsten vertreten, daneben auch andere typisch planktische Arten wie *Cyclotella comta* (EHRENB.) KÜTZ., die relativ seltene *C. kuetzingiana* THWAIT., *C. meneghiniana* KÜTZ. und *Stephanodiscus dubius* (FRICKE) HUST., *Aulacosira ambigua* (GRUN.) SIMONS., *Synedra acus* var. *angustissima* (GRUN.) V. HEURCK sensu HUSTEDT 1932 und mehrere eingeschleppte, nicht typisch planktische Arten. Manche davon, wie z.B. *Achnanthes flexella* (KÜTZ.) BRUN., *Cymbella amphicephala* NÄG., *C. cesatii* (RABENH.) GRUN., *C. helvetica* KÜTZ., *C. microcephala* GRUN., *C. subaequalis* GRUN., *Eunotia arcus* EHRENB., *Navicula gastrum* (EHRENB.) KÜTZ., *N. reinhardtii* GRUN. und *Stauroneis anceps* EHRENB. haben ihr Entwicklungsoptimum in saubereren Gewässern.

Die *Cyanophyceen* waren in der Zeit der Probeentnahme mit *Chroococcus*

*limneticus* LEMM., *Lyngbya limnetica* LEMM., *Merismopedia elegans* A. BR., *Microcystis aeruginosa* (KÜTZ.) KÜTZ., *M. incerta* LEMM., *Pseudanabaena catenata* LAUTERB. und *Snowella lacustris* (CHOD.) KOM. et HIND. relativ schwach vertreten. Von übrigen Algengruppen kamen nur wenige Arten vor [*Ceratium hirundinella* (O. F. MÜLL.) SCHRANK, *Trachelomonas planctonica* SVIR., *T. volvocina* EHRENB., *Trachydiscus sexangulatus* ETTL, *Closterium limneticum* LEMM., *Staurastrum pingue* TEIL. sowie einige weitere nicht näher bestimmte Desmidiaceen].

Die ökologische Ansprüche von *Centronella reicheltii* scheinen denen der allgemein verbreiteten *Asterionella formosa* ähnlich zu sein, mit welcher sie oft gemeinsam vorkommen soll. Ob sie ähnlich wie *Asterionella formosa* bei starker Eutrophierung zurücktritt, bleibt z.Z. noch offen. Nach den Angaben einiger Autoren soll diese Art kältere Jahresperiode bevorzugen. HEYNIG's (1984) Funde stammen vom Dezember und Jänner. Auf der Lokalität bei Šaštín-Stráže wurde sie noch bei der Probeentnahme im Jänner beobachtet, jedoch in beträchtlich schwächerer Abundanz.

Die zweite Lokalität von *C. reicheltii* liegt direkt am Rand der Gemeinde Šaštín-Stráže. Es handelt sich um einen kleinen Teich mit verschlammteten Boden, in dem diese Art weniger günstige Bedingungen zu ihrer Entwicklung gefunden hat. Man kann weitere Verbreitung im Gebiet nicht ausschliessen.

#### MORPHOLOGISCHE CHARAKTERISTIK DER POPULATION

Die Population von *C. reicheltii* in dem untersuchten Standort weist nur relativ schwache Variabilität der morphologischen Merkmale auf. Die Zellen bestehen aus 3 langen und schmalen Armen (Fig. 1, 5, 6) und sind mit feinem Schleim in Form einer schmalen, vom Ende der Arme zur Zellenmitte sich verbreitenden, unscharf begrenzten, jedoch in Tuschpräparaten gut sichtbaren Zone umgeben. Im Einklang mit Beobachtungen von HEYNIG (1984) ist nur ein einziger dreilappiger, gewöhnlich nur bis zu etwa 1/3-2/5 der gesamten Armenlänge reichender Chloroplast (oder 2 parallel liegende Chloroplasten) vorhanden.

Es wurden immer nur einzelne Zellen beobachtet. Sie sind in der Gürtelbandsicht schmal linear bis linear-lanzettlich (den Enden zu gewöhnlich  $\pm$  deutlich verjüngt) und ihre Schalenform entspricht völlig jener auf HUSTEDT's Zeichnungen in A.S. Atl., T. 306: 32—34 vom locus classicus. Der Zentralteil der Zellen hat die Form eines annähernd gleichseitigen Dreiecks mit tief ausgebuchteten Seiten. An diesen zentralen Teil sind die drei Arme so angesetzt, dass immer eine Seite (hier als dorsale bezeichnet) ungefähr in der Verlängerung einer Seite des Dreiecks verläuft, die andere (als ventrale bezeichnete) Seite dagegen mit der anliegenden Seite des Dreiecks einen stumpfen Winkel bildet. Diese Seite ist oberhalb ihrer Ansatzstelle immer  $\pm$  tief eingeschnürt. In der von WOJCIECHOWSKI (1967) eingeführten Terminologie ist also die Einschnürung ausgesprochen schräg zur Längsachse des Armes orientiert (vgl. seine Abb. 1b). Oberhalb der Einschnürung verläuft die ventrale Seite der Arme ungefähr in der Verbindungsleitung des Mittelpunktes des Zentraldreiecks und des Apexes. Die Anschwellung der Umrisslinie der Schale zwischen jedem Paar der Einschnürungen ist also immer deutlich auf die ventrale Seite der Arme verschoben. Es wurden niemals Zellen beobachtet, bei denen diese Anschwellungen regelmässig symmetrisch

um die Schalenmitte angeordnet wären und einen runden, von den Armen scharf abgesetzten zentralen Teil abgränzten. Diesbezüglich unterscheidet sich diese Population von Populationen aus manchen anderen Lokalitäten, in denen mindestens teilweise Individuen mit Andeutungen eines runden Zentralteils vorkamen (vgl. WYSOCKA 1959, HEYNIG 1984, HUSTEDT 1932, Fig. 724c u.a.).

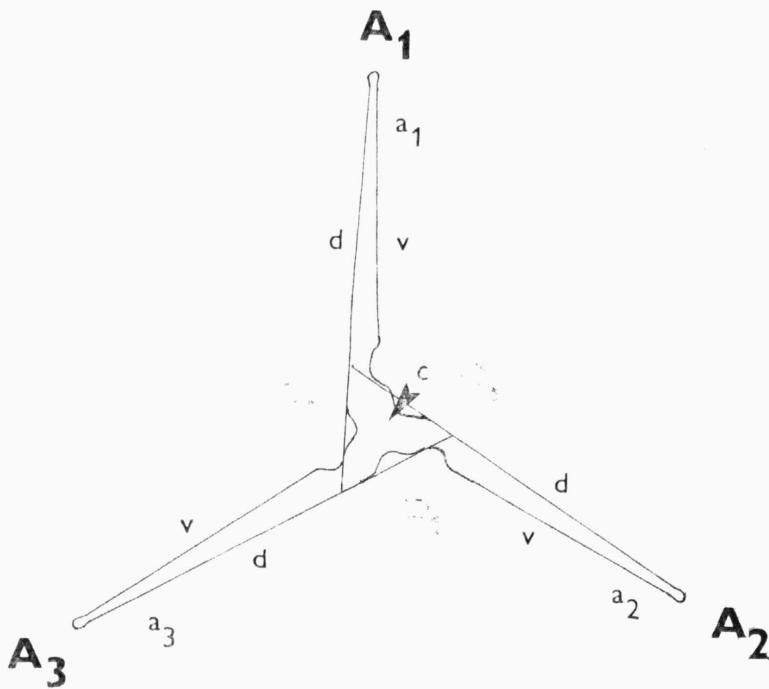


Fig. 1. — Schematische Darstellung der orientierten *Centronella*-Zelle;  $A_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) Apex des Arms  $a_i$ ; C Schalenzentrum;  $A_iC$  Länge des Arms  $a_i$ ; d, v dorsale und ventrale Seite des Arms.

Die ganze Schalenfläche ist mit feinen, jedoch bei schiefer Beleuchtung gut sichtbaren, durch sehr enge lineare Axialarea unterbrochenen Streifen bedeckt. Die Dichte der Streifen beträgt 19—20/10  $\mu\text{m}$ , ist also bei dieser Population niedriger als in der Literatur angegeben wird (22—26/10  $\mu\text{m}$ ). In EM (Fig. 6) sieht man kleine, spitzige, nach vorne gerichtete, regelmässig am Rande jeder Transapikalrippe geordnete Dörnchen, die hier jedoch normalerweise nicht zur Verbindung der Zellen zu Kolonien dienen.

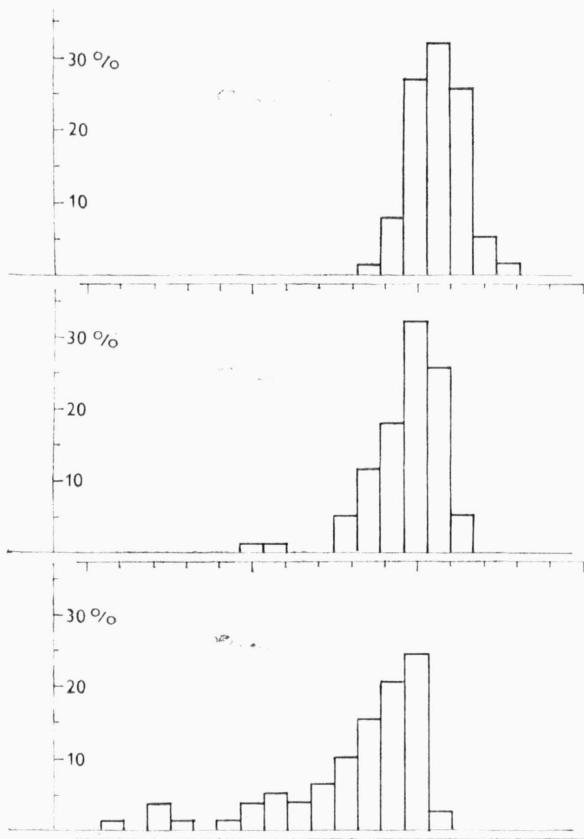
In Allgemeinfall sind die einzelnen Arme der *Centronella*-Zellen ungleich lang und die Winkel zwischen den Armen verschieden gross. Dieses Phänomen wurde schon von früheren Autoren beobachtet und besonders von WYSOCKA (1959) eingehend untersucht. Wie aus den Daten in der Tab. 1 bei WYSOCKA hervorgeht, vergrössert sich mit steigender Asymmetrie des Zentralteiles und der Armenbasen auch die Differenz zwischen dem kleinsten und dem grössten Winkel. In Extremfällen wurden die Zellen mit Winkeln

Tab. 1. — Morphometrische Charakteristik der Population von *Centronella reicheltii* aus Šaštín-Stráže (Westslowakei):  $a_{\max}$ ,  $a_{\text{med}}$ ,  $a_{\min}$  der längste, mittellange und kürzeste Arm;  $\varphi_{\max}$ ,  $\varphi_{\text{med}}$ ,  $\varphi_{\min}$  der grösste, mittelgrosse und kleinste Winkel zwischen den Armen; weitere Erläuterungen siehe im Text, p. 4–7.

		$\bar{x}$	$s_x$	$n$	$\bar{d}$	$s_d$	$t$
Länge von $a_{\max}$	µm	30,37	0,73	40	-0,51		
$a_{\text{med}}$		29,38	1,24	40	-1,57		
$a_{\min}$		27,81	2,13	40			
Länge des Arms							
zwischen $\varphi_{\max}$ und $\varphi_{\text{med}}$		29,31	1,94	39			
$\varphi_{\text{med}}$ und $\varphi_{\min}$		29,06	1,89	39			
$\varphi_{\min}$ und $\varphi_{\max}$		29,24	1,68	39			
vor dem $\varphi_{\max}$		29,76	1,50	40			
hinter dem $\varphi_{\max}$		28,72	1,92	40	-1,04	1,85	3,552**
vor dem $\varphi_{\text{med}}$		29,42	1,68	39			
hinter dem $\varphi_{\text{med}}$		28,95	2,10	39	-0,47	2,43	1,206
vor dem $\varphi_{\min}$		28,38	2,00	39			
hinter dem $\varphi_{\min}$		29,92	1,09	39	1,53	2,37	4,032**
vor dem $a_{\max}$		38,24	2,35	33			
hinter dem $a_{\max}$		28,51	1,54	33	0,27	2,45	0,632
vor dem $a_{\text{med}}$		29,20	1,83	29			
hinter dem $a_{\text{med}}$		28,71	2,60	29	-0,49	3,73	0,702
vor dem $a_{\min}$		29,88	0,96	36			
hinter dem $a_{\min}$		30,03	1,05	36	0,14	1,18	0,735
Winkel $\varphi_{\max}$	°	125,49	2,94	40	-5,65		
$\varphi_{\text{med}}$		119,84	2,05	40	-5,22		
$\varphi_{\min}$		114,62	3,07	40			
Winkel							
zwischen $a_{\max}$ und $a_{\text{med}}$		121,01	5,03	36			
$a_{\text{med}}$ und $a_{\min}$		120,34	5,29	33			
$a_{\min}$ und $a_{\max}$		118,48	5,28	29			
vor dem $a_{\max}$		116,94	4,17	33			
hinter dem $a_{\max}$		122,70	5,14	33	5,76	7,78	4,253**
vor dem $a_{\text{med}}$		120,67	6,05	29			
hinter dem $a_{\text{med}}$		120,78	4,26	29	0,11	8,99	0,064
vor dem $a_{\min}$		122,13	3,77	36			
hinter dem $a_{\min}$		116,79	4,88	36	-5,34	7,08	4,526**
vor dem $\varphi_{\max}$		116,22	3,90	40			
hinter dem $\varphi_{\max}$		118,24	3,20	40	2,02	6,55	1,951
vor dem $\varphi_{\text{med}}$		121,38	5,85	39			
hinter dem $\varphi_{\text{med}}$		118,63	6,32	39	-2,75	12,00	1,430
vor dem $\varphi_{\min}$		122,33	3,17	39			
hinter dem $\varphi_{\min}$		123,01	4,17	39	0,68	6,71	0,630

von etwa  $145^\circ$ ,  $115^\circ$  und  $100^\circ$  beobachtet. In demselben Material wurden nur etwa 6 % der gemessenen Zellen mit annähernd gleichlangen Armen, dagegen 26 % mit einem verkürzten Arm (meistens um  $1 \mu\text{m}$ ) und 68 % mit einem verlängerten Arm (meistens um  $1,5 \mu\text{m}$ ) vertreten.

Um die Variabilität und Korrelation dieser Merkmale näher zu charakterisieren, haben wir Messungen der Länge einzelner Arme (definiert als Entfernung des Apexes  $A_i$  vom Mittelpunkt  $C$  der Schale, siehe Fig. 1) und der Entfernung zwischen den Apexen der Arme an einer Gesamtheit von zufällig gewählten *Centronella*-Zellen durchgeführt. Aufgrund dieser Messungen wurden die Winkel zwischen den Armen, bzw. weitere Parameter berechnet. Die Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichungen ( $s_x$ ) der gemessenen Längen der Arme und der Zwischenwinkel sind in der Tab. 1 zusammengefasst. Zum Vergleich der an derselben Zelle gemessenen Wertepaare wurde der *t*-Test für paarweise Beobachtungen benutzt (vgl. z.B. WEBER 1972, p. 191). Die dazu berechneten Standardabweichungen  $s_d$  für die Differenzen der Messwerte sind in der vorletzten Säule der Tab. 1 angeführt. Ist der Mittelwert



$d$  der Differenzen hoch signifikant (mit der Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha < 1\%$ ) von Null verschieden, sind die resultierenden  $t$ -Werte in der letzten Säule mita\*\* versehen. Für die gegenseitige Lage der Arme und der Zwischenwinkel in der orientierten *Centronella*-Zelle wird folgende Terminologie eingeführt:

Der Arm  $a_i$  liegt *vor* dem Arm  $a_j$  (oder *vor* dem Winkel  $\varrho$ ), falls er mit seiner ventralen Seite der dorsalen Seite des Armes  $a_j$  (oder dem Winkel  $\varrho$ ) zugekehrt ist; und er liegt *hinter* dem Arm  $a_j$  (oder *hinter* dem Winkel  $\varrho$ ), falls er mit seiner dorsalen Seite zu der ventralen Seite des Armes (oder zu dem Winkel  $\varrho$ ) gewendet ist. Ähnlicherweise liegt der Winkel  $\varrho_i$  *vor* dem Winkel  $\varrho_j$  (oder *vor* dem Arm  $a$ ), falls er die dorsale Seite des zwischenliegenden Arms anliegt; und er liegt *hinter* dem Winkel  $\varrho_j$  (oder *hinter* dem Arm  $a$ ), falls er die ventrale Seite des zwischenliegenden Arms anliegt (Fig. 1).

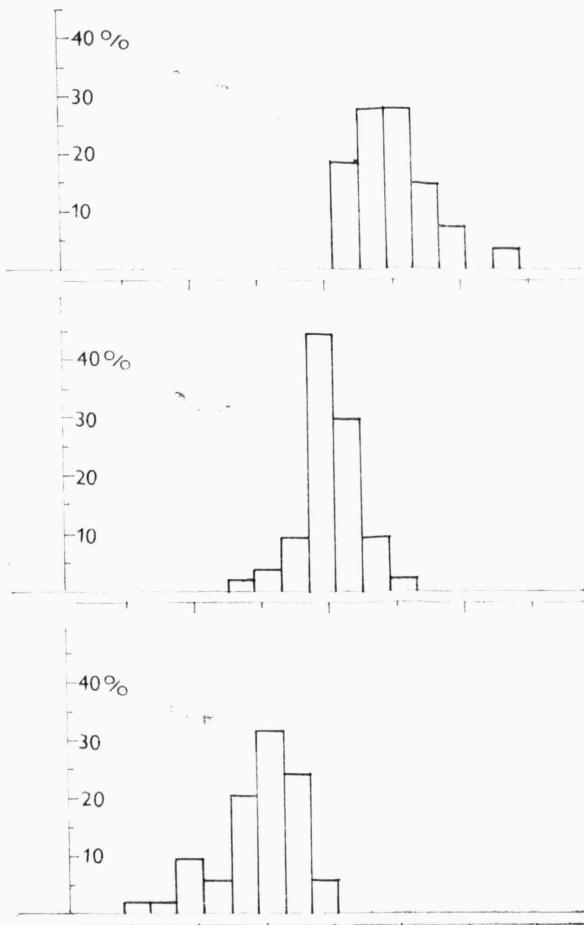


Fig. 3. — Verteilung der Werte für den grössten (oben), mittelgrossen (in der Mitte) und den kleinsten (unten) Winkel zwischen den Armen der Zellen von *Centronella reicheltii* in der Population von Šaštín-Stráže (Zahl der gemessenen Zellen 54).

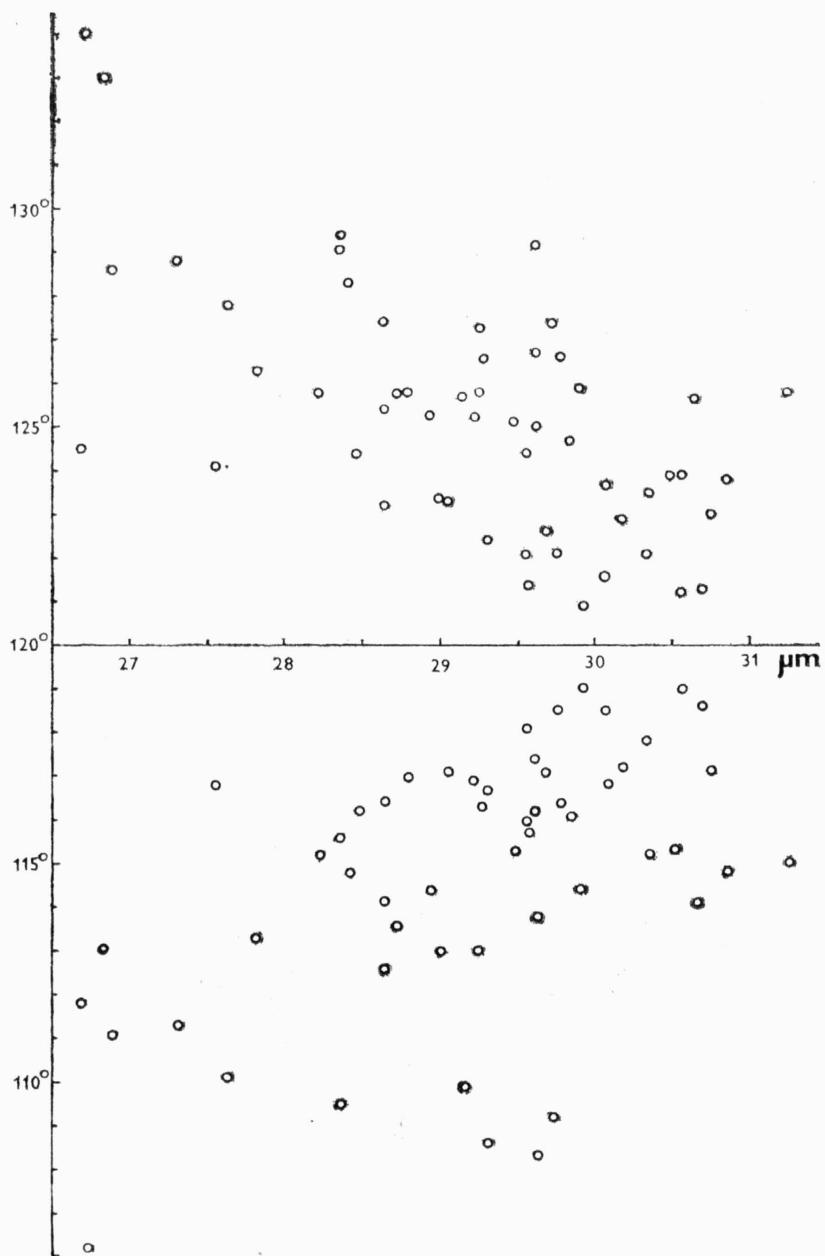


Fig. 4. — Die unterschiedliche Neigung der Arme bei verschiedenen grossen Zellen von *Centronella reicheltii* aus der Lokalität bei Šaštín-Stráže; die Messwerte für den grössten (oben) und den kleinsten Winkel zwischen den Armen; auf der x-Achse die durchschnittliche Länge des Arms.

Die wichtigsten Ergebnisse der Auswertung von Messdaten sind wie folgt zusammenzufassen:

1. Bei allen beobachteten Zellen ist die Krümmung der Arme gleichsinnig orientiert, d.h. jeder Arm kehrt sich mit seiner dorsalen Seite zu der Ventralseite des anderen Arms. Das gilt übrigens auch für andere Populationen von *C. reicheltii* (eine Ausnahme stellt die Zeichnung 3 auf der Pl. bei WYSOCKA (1959), wo ein Arm umgekehrt orientiert ist).

2. Die gesamte Spanne der Längen von Armen beträgt 20–32  $\mu\text{m}$ , liegt also bei niedrigeren Werten des in der Literatur für diese Art angegebenen Bereichs von 22–40  $\mu\text{m}$ .

3. Der längste Arm der Zelle unterliegt nur relativ kleinen Schwankungen der Länge (vgl. Fig. 2 und die berechnete Streuung der Messwerte in Tab. 1). Der zweitlängste Arm ist im Durchschnitt um etwa 1,0  $\mu\text{m}$  kürzer, die gemessenen Werte sind deutlich asymmetrisch verteilt und die beobachtete Spanne breiter als bei dem längsten Arm. Die Verteilung der Länge des kürzesten Arms ist noch asymmetrischer und hat eine noch breitere Spanne. Der Unterschied in der durchschnittlichen Länge des zweitgrößten und des kürzesten Arms beträgt etwa 1,6  $\mu\text{m}$ .

4. Der kürzeste Arm der Zelle kann sowohl vor dem längsten Arm als auch hinter ihm liegen, wobei der erste Fall etwas höher frequentiert ist als der zweite.

5. Die kleinen Unterschiede in der Länge des vor und hinter dem längsten Arm liegenden Arms (Mittelwert 0,27  $\mu\text{m}$ ) sind statistisch nicht gesichert. Dasselbe gilt auch für andere Paare der Arme.

6. Die Verteilung der Werte für den grössten, mittelgrossen und kleinsten Winkel ist in Fig. 3 graphisch dargestellt. Alle Verteilungspolynome weichen nur leicht von symmetrischer Verteilung ab und die Streuung (Tab. 1) ist bei den beiden Extremen gegenüber der Streuung für den mittelgrossen Winkel nur leicht erhöht.

7. Der von dem längsten Arm liegende Winkel (durchschnittlich 116,9°) ist hoch signifikant verschieden von dem Winkel hinter dem längsten Arm (122,7° als Mittelwert); und der vor dem kürzesten Arm liegende Winkel (durchschnittlich 122,1°) ist ebenfalls hoch signifikant verschieden von dem dahinterliegenden Winkel (durchschnittlich 116,8°). Die den mittellangen Arm umliegenden Winkel sind dagegen im Durchschnitt praktisch gleich gross (Mittelwerte 120,7° und 120,8°).

8. Der Arm vor dem grössten Winkel ist im Durchschnitt um 1,0  $\mu\text{m}$  länger als der Arm hinter diesem Winkel ( $t = 3,55$ , die Unterschiede sind also hoch signifikant). Der Arm vor dem kleinsten Winkel ist im Durchschnitt um 1,5  $\mu\text{m}$  kürzer als der Arm hinter diesem Winkel ( $t = 4,03$ , die Längenunterschiede sind also hoch signifikant).

9. Es zeigt sich eine deutliche Tendenz zur Vergrösserung eines Winkels und Verminderung eines anderen mit abnehmender durchschnittlicher Länge der Arme (siehe Fig. 4).

## DISKUSSION

*Centronella reicheltii* mit ihren triradiaten Zellen bleibt stets ein taxonomisches Enigma. Ähnliche Zellformen kommen bei den pennaten Diatomeen äusserst selten vor und werden meistens für anomale, in den Populationen

typischer zweipoliger Zellen selten auftretende Abweichungen gehalten, für die sogar die Zuschreibung eines infraspezifischen Ranks recht problematisch ist. Die drei Arme erscheinen wohl schon bei Erstlingszellen und diese Gestalt bleibt auch bei folgenden Zellteilungen erhalten. Sie sind vor allem in der Gattung *Fragilaria*, bzw. *Raphoneis* bekannt, daneben aber auch bei anderen Diatomeen (vgl. *Denticula vanheurckii* f. *trigona* HUST. 1935). Man erkennt in solchen Fällen immer, welcher typischen zweipoligen Art sie angehören.

*Centronella reicheltii* stellt in dieser Hinsicht eine Ausnahme dar:

a) man kennt keine bipolare Art, mit der man diese Diatomee eindeutig in Verbindung stellen könnte. Von den die *Centronella* auf der Lokalität bei Šaštín-Stráže begleitenden Diatomeen steht ihr *Fragilaria crotensis* am nächsten, sie unterscheidet sich jedoch nicht nur in der Zellform, sondern auch in der Dichte der Streifen, in ausgeprägter Tendenz zur Bildung von Kolonien und im Zellumriss in der Gürtelbandansicht. Eine Verbindung mit dem Formenkreis um *Fragilaria capucina* s.l. (in der Konzeption von LANGE-BERTALOT 1980) ist zwar nicht ausgeschlossen, jedoch bisher nicht nachgewiesen worden.

b) *C. reicheltii* ist durch ihre Zellform der pelagischen Lebensweise gut angepasst und hat wohl auch bessere Schanzen, die Perioden stärkerer Entwicklung von Filtratoren zu überdauern. Sie stellt also eine ökologisch von der hypothetischen biopolaren Urform differenzierte Abweichung mit gesonderten Lebensstrategie dar.

c) Infolge der Dorsiventralität der Arme sind die meisten Zellen von *C. reicheltii* gegen keine der Transversalebenden spiegelsymmetrisch. Bei den Zellen mit gleichlangen Armen und mit gleich entfernten Apexen bleibt allerdings eine eingetümliche Art der Symmetrie erhalten. Sie ist im Prinzip analog der Diagonalsymmetrie bipolarer pennater Diatomeen, wie sie z.B. bei *Gyrosigma* oder *Stenopterobia* bekannt ist. Ein solcher Symmetrietyp kommt aber bei den Fragilariaeaceen nur ausnahmsweise vor (vgl. *Fragilaria bicapitata* var. *sigmoidea* SCHIMANSKI 1978). Die Tripolarität ist hier also von einem weiteren morphologischen Merkmal begleitet, der sonst für andere Gattungen derselben Familie nicht typisch ist.

Infolge der seltsamen Form der Zelle hat *C. reicheltii* die Aufmerksamkeit mehrerer Algologen angezogen, sodass sie bezüglich ihrer Variabilität relativ besser bekannt ist, als viele andere allgemein verbreitete Diatomeen. Dabei zeigt es sich, dass sich die einzelnen Populationen von *Centronella* in der Variationsspanne einzelner morphologischer Merkmale und ihrer gegenseitigen Korrelation beträchtlich unterscheiden können. Hier wollen wir uns hauptsächlich auf den Vergleich unserer Beobachtungen mit denen von WYSOCKA (1959) und WOJCIECHOWSKI (1967) beschränken.

a) Für das von WOJCIECHOWSKI untersuchte Material aus oligotrophen Gewässern bei Lublin (Polen) ist eine regelmässige Anordnung der 3 Paare von Einschnürungen um den runden erweiterten Zentralkörper charakteristisch und gab schon früher WOŁOSZYŃSKA (1922) Anlass zur Beschreibung einer zweiten Art der Gattung, *C. rostafinskii*. Gleichzeitig hat der Autor in demselben Material morphologisch stark abweichende Zellen beobachtet, bei denen die Zahl der die Schalenmitte umgebenden Einschnürungen zu 3 reduziert wurde (var. *concinna* Wojc. 1967). Auch bei diesen Zellen bleibt also die Symmetrie des Schalenzentrums erhalten. In dem Material von

WYSOCKA (und wohl auch von meisten anderen Autoren) sind sowohl die Zellen mit einem fast symmetrischen Zentralteil als auch Zellen mit ausgesprochen schräg orientierten Ansatzstellen der Arme vertreten. Die Population von Šaštín-Stráže besteht dagegen durchaus nur aus Zellen mit stark asymmetrischem Zentralteil.

b) In allen genannten Populationen sind sowohl Zellen mit  $\pm$  gleich grossen Winkeln zwischen den Armen als auch Zellen mit deutlichen Differenzen in den Winkeln vertreten, wobei aus den Daten von WYSOCKA eine deutliche Tendenz zur Steigerung dieser Differenzen mit zunehmender Asymmetrie des Zentralteils hervorgeht (im Gegensatz zu beiden anderen Populationen).

c) Die Auswertung der Messdaten aus Šaštín-Stráže zeigt, dass es mit abnehmender Grösse der Zellen zur Steigerung der Differenzen zwischen den Winkeln (und wohl auch in der Länge einzelner Arme) kommt. Ähnliche Tendenz geht auch aus den Daten von WOJCIECHOWSKI hervor. Bei der typischen *C. rostafinskii* var. *rostafinskii* waren die Arme relativ lang (27–39  $\mu\text{m}$  nach den Angaben in seiner Tab. 2) und die eingeschlossenen Winkel betrugen 110 bis 125°; dagegen waren die Zellen von *C. rostafinskii* var. *concinna* deutlich kleiner (angegebener Bereich der Armenlängen 23–25  $\mu\text{m}$ ) und zugleich auch durch relativ grössere Unterschiede in den Winkeln charakterisiert (angegebener Bereich 108 bis 138°). Man könnte also vermuten, dass die fortschreitende Zellteilung zugleich auch mit gesetzmässigen Änderungen der Umrisslinie der Schalen verbunden ist. Diesen Vorstellungen nach zeigen die ursprünglich wohl gleich langen und unter dem Winkel von 120° divergierenden Arme verschieden starke Tendenz zur Verkürzung und zur Zuneigung zu einem anderen Arm. Der ganze Prozess sollte letztlich zu einer  $\pm$  geraden zweipoligen Zelle führen. In den natürlichen Populationen wird ein solcher Zustand weitaus nicht erreicht, die in den überalteten Kulturen von *C. rostafinskii* var. *concinna* von WOJCIECHOWSKI beobachteten Zellformen mit einem sehr stark bis völlig reduzierten Arm unterstützen jedoch diese Vermutung.

d) WYSOCKA (1959) macht auf eine andere mögliche Erklärung der Unterschiede in der Länge der Arme (bzw. auch verschieden grosser Winkel) aufmerksam: sie könnten Folge einer Anheftung von *Centronella*-Zellen mit entweder einem einzigen oder mit 2 Armen zur festen Unterlage sein. Ihre Beobachtungen von sessilen Stadien konnten wir auf unserer Lokalität nicht bestätigen. In der Probe von Litoralalgen (*Cladophora fracta*) wurden gar keine epiphytischen *Centronella*-Zellen gefunden und auch die Untersuchung der Zellen in Tuschpräparaten hat keine Anhäufung von Schleimsubstanz um die Enden der Arme bestätigt. Sollte dieses Phänomen bei der Differenzierung der Armenlängen mitwirken, so könnte man erwarten, dass die Differenzen in der Länge beider kürzerer (oder umgekehrt beider längerer) Arme  $\pm$  deutlich kleiner sein sollten als die Längendifferenzen zu dem dritten Paar. Die Ergebnisse unserer Messungen deuten jedoch eine solche Tendenz nicht an.

e) Wie aus den Beobachtungen von WYSOCKA (1959) hervorgeht, ist mindestens in gewissen Populationen die zunehmende Differenz in den Armenlängen und den Zwischenwinkeln mit der Reduktion des Zentralkörpers und Verschiebung des konvexen Teils der Umrisslinie zwischen den Einschnürun gen auf die ventrale Armenseite korreliert. Das deutet darauf, dass auch die Form des zentralen Schalenteiles gesetzmässigen Änderungen im Laufe

der sukzessiven Zellteilungen unterliegen kann. Im Einklang mit dieser Vermutung waren die völlig symmetrischen *Centronella*-Zellen aus den Gewässern in der Umgebung von Lublin beträchtlich grösser als die Zellen in der Population von Šaštín-Stráže mit ausgesprochen dorsiventral gebauten Armen. Die symmetrische Entwicklung der Schalenmitte bei *C. rostafinskii* var. *concinna* widerspricht nicht unbedingt diesen Vorstellungen: ihre Schalenform könnte auch von typischen *C. reicheltii*-Zellen abgeleitet werden, bei denen die weit auf die Dorsalseite der Arme verschobenen Einschnürungen reduziert wurden, sodass sich auch die Unterschiede in dem Verlauf der dorsalen und ventralen Seite verwischt haben könnten. Anzeichen für eine solche Entwicklung konnten am Material von Šaštín-Stráže beobachtet werden, indem ausnahmsweise die Einschnürung an der Dorsalseite eines Armes fehlte.

f) Auch wenn man die Hypothese der sukzessiven Änderung der Schalenform annimmt, so kann man kaum bestreiten, dass die Tendenz zum Verlust der Spiegelsymmetrie der Armenbasen bei den Populationen aus verschiedenen Gebieten und Gewässertypen verschieden stark entwickelt werden kann und dass die Unterschiede nicht nur durch verschiedene Standortsbedingungen verursacht, sondern auch genetisch fixiert werden können. Trotzdem scheint uns die spezifische Trennung von *C. rostafinskii* von *C. reicheltii* von fraglicher Berechtigung zu sein. Weder die Schalenform, noch die Streifendichte (die im Material von Šaštín-Stráže beobachtete Spanne 19—20/10  $\mu\text{m}$  fällt völlig in den für *C. rostafinskii* angegebenen Bereich von 18—21/10  $\mu\text{m}$  (WOJCIECHOWSKI 1967, p. 319) erlaubt genug scharfe Trennung beider Taxa.

#### Danksagung<sup>1</sup>

Wir danken RNDr. Marta VEREŠÍKOVÁ und RNDr. Mária HORECKÁ für die Daten über die chemische Zusammensetzung des Wassers aus der Lokalität bei Šaštín-Stráže, RNDr. Václav HOUK für die elektromikroskopischen Aufnahmen und RNDr. Oldřich LHOŠTSKÝ für sprachliche Korrektur des Manuskripts.

#### ZUSAMMENFASSUNG \*

1. *Centronella reicheltii* VOIGT, eine seltene Diatomé des Planktons oligotropher bis eutropher Gewässer mit Hauptverbreitung im mitteleuropäischen Tiefland, wurde zum erstenmal in der ČSSR gefunden. Die Art bildete eine der wichtigsten Komponenten des Herbstplanktons eines seichten, durch Sandförderung entstandenen Wasserbeckens bei Šaštín-Stráže in dem Einzugsgebiet des Flusses Myjava, Záhorie (Westslowakei). Das Wasser ist durch niedrigen Elektrolytgehalt und mässige Eutrophierung charakterisiert und trug in der Zeit der Probeentnahme schwache Vegetationsfärbung mit überwiegenden grünen kokkalen Algen.

2. Die Schalenform der Zellen der untersuchten Population entspricht völlig den typischen Zellen von *C. reicheltii* mit ausgesprochen asymmetrischer Form des zentralen Schalenteils, die Dichte der Streifen fällt dagegen in den für *C. rostafinskii* charakteristischen Bereich. Die Länge der Arme beträgt 20—32  $\mu\text{m}$  und liegt so bei niedrigeren Werten der in der Literatur angegebenen Spanne. Die lebenden Zellen sind mit feiner Schleimschicht umgeben und enthalten einen einzigen dreilappigen Chloroplast.

3. Die Zellenarme sind meistens ungleich lang und sind unter ungleich grossen Winkeln zueinander geneigt, wobei der längste Arm beträchtlich schwächeren Schwankungen in der Länge unterliegt als der kürzeste. Mit abnehmender durchschnittlicher Länge der Arme vergrössern sich auch die Differenzen zwischen dem grössten und dem kleinsten Winkel. Der grösste Winkel liegt gewöhnlich an der dorsalen Seite des längsten Arms, der mittelgrosse Winkel an der dorsalen Seite des mittellangen Arms und der kleinste Winkel an der dorsalen Seite des kürzesten Arms.

4. Folgende Hypothese scheint im Einklang mit bisher bekannten Ergebnissen unserer

Beobachtungen, sowie literarischen Angaben über die morphologische Variabilität von *Centronella*-Zellen zu stehen: Die Nachkommen der ursprünglich symmetrischen Mutterzelle (Erstlingszelle?) mit scharf abgesetztem rundem Zentralteil und mit gleich langen, gleich grosse Winkel schliessenden Armen verlieren im Laufe sukzessiver Teilungen ihre Symmetrie als Folge der ungleich starker Tendenz zur Verkürzung der einzelnen Zellenarme. In einigen Populationen bleibt dabei die Form des zentralen Schalenteils erhalten; bei anderen Populationen kommt es dagegen zur Verschiebung der ursprünglich symmetrisch um das Zentrum der Schalen gelagerten Einschnürungen auf eine der Armenseiten, sodass auch die einzelnen Arme ihre Symmetrie verlieren. Von den beiden kürzeren Armen zeigt jener Arm stärkere Tendenz zur Verkürzung, der mit seiner ventralen (basal eingeschnürten) Seite zu der dorsalen Seite des längsten Armes zugewandt ist. Hand in Hand mit seiner progressiven Verkürzung ändert sich auch die gegenüberseitige Neigung der Arme, und zwar so, dass sich der kürzeste Arm immer stärker zu dem längsten Arm zoneigt, der mittellange Arm dagegen umgekehrt von dem längsten Arm abneigt. Liegt dagegen der kürzeste Arm an der dorsalen Seite des längsten Arms, so sind die Unterschiede in der Grösse des Zwischenwinkel kleiner und im Durchschnitt kaum von  $120^\circ$  abweichend. Die vorausgesetzte Reduktion der Zellgrösse im Laufe der sukzessiven Zellteilungen scheint also mit gesetzmässigen Änderungen der Zellform verbunden zu sein, die mindestens bei einem Teil der Population zur gewissen Annäherung an die hypothetische biradiate Urform führen. Diese Tendenz ist jedoch mit beiseitiger Variabilität der einzelnen Messgrössen überdeckt und bei den natürlichen Populationen macht sie sich nur andeutungsweise beobbar.

## SOUHRN

1. Při studiu řasové flóry zastoupených pískoven v oblasti Záhorie (záp. Slovensko) byl poprvé na území ČSSR zjištěn výskyt *Centronella reicheltii*, ojediněle se vyskytující planktonní rozsivky v oligotrofních až eutrofních vodách s hlavním rozšířením v jezerech středoevropské nížiny. Druh tvořil jednu z hlavních komponent fytoplanktonu nádrže, ležící asi 1 km na jih od obce Šaštín-Stráže, v podstatně menším zastoupení byl zjištěn i v nádrži při západním okraji obce. Voda první lokality je slabě mineralizována, postupná eutrofizace, podmíněná i intenzitním využíváním nádrže k rekreaci, výsledkem se projevovala vegetačním zbarvením s převládajícími zelenými kokálními řasami. Doba hromadného výskytu (říjen 1987) odpovídá poznatkům z jiných nálezů tohoto druhu v Evropě.
2. Tvarem odpovídají naše sběry typickým buňkám *C. reicheltii* s výrazně asymetrickou středovou částí a lehce dorziventrální stavbou dlouhých a úzkých ramen, hustota strice spadá však do rozmezí udávaného pro *C. rostafinskii*, známého zatím jen z okolí Lublina (Polsko). Výsledky základních morfometrických měření jsou shrnuty v tab. 1. Živé buňky mají jediný trojlaločný chloroplast různě daleko zasahující k apexům ramen a jsou na povrchu obdány tenkou vrstvou jemného slizu.
3. Ramena buněk jsou i většinou nestejnou délhou a k sobě skloněna pod úhly lišícími se od  $120^\circ$ , přičemž délka nejdélšího ramene kolísá v podstatně užším rozsahu než délka nejkraťšího ramene (tab. 1, obr. 2). So sňížující se průměrnou délkom ramen vzrůstají současné rozdíly mezi největším a nejmenším úhlem. Největší úhel leží obvykle při dorzální straně nejdélšího ramene, středně velký úhel při dorzální straně středně dlouhého ramene a nejmenší úhel při dorzální straně nejkraťšího ramene.
4. K vysvětlení rozdílů ve variabilitě morfologických znaků u populace *C. reicheltii* s.l. z různých lokalit a korelačních vazeb mezi jednotlivými znaky se nabízí tato hypotéza: z původně symetrické buňky (prvotní buňky?) s ostré odsazenou okrouhlou částí a se stejně dlouhými, pod úhly  $120^\circ$  skloněnými rameny vznikají v průběhu následných buněčných dělení jedinci s postupně se sňížující symetrií; jednotlivá ramena buňky přitom vykazují nestejnou tendenci k zkrajevání. U některých populací zůstává původní tvar středové části zachován, u jiných se středové zaškrceniny (obr. 1, 5, 6) postupně posouvají na jeden z okrajů ramene; ramena těchto buněk pak mají odlišně probíhající dorzální a ventrální okraj. (Některé populace *C. reicheltii* z oblasti hlavního výskytu obsahují plynulou řadu přechodů mezi symetrickými a asymetrickými středovými buněkami.) Z obou kratších ramen vykazuje silnější tendenci k postupné reduci délky to rameno, které je svým ventrálním (při bázi přškrceným) okrajem přivrácené k dorzálnímu okraji nejdélšího ramene. Souběžně s jeho zkrajeváním se mění i sklon ramen, a to tak, že se úhel mezi nejkraťším a nejdélším ramenem zmenšuje a úhel mezi nejdélším a středně dlouhým ramenem zvětšuje. U buněk, jejichž nejkraťší rameno leží při dorzální straně nejdélšího ramene, je změna sklonu ramen podstatně méně výrazná a úhly mezi všemi rameny kolísají kolem průměrné hodnoty blízké  $120^\circ$ . Předpokládané zmenšování rozsivkové buňky provázející následná buněčná dělení je tedy, jak se zdá, provázeno zákonitými změnami tvaru buňky, které alespoň u části populace

vede k určitému přiblížení k hypotetické biradiátní původní formě. Tento směr vývinu je ovšem u přírodních populací *C. reicheltii* realizován jen náznakově a překryt oboustrannou variabilitou jednotlivých znaků.

## LITERATUR

- HEYNIG H. (1984): Interessante Phytoplankter aus Gewässern des Bezirks Halle (DDR) 4. — Arch. Protistenk., Jena, 128 : 341—349.
- HUSTEDT F. (1932): Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. — Rabenhorst's Kryptogamenflora, Leipzig, 7(2) : 177—320.
- (1935): Die fossile Diatomeenflora in den Ablagerungen des Tobasees auf Sumatra. — Arch. Hydrobiol., Stuttgart, Suppl. 14 : 143—192.
- KRAMMER K. et LANGE-BERTALOT H. (1986): Bacillariophyceae. 1. Teil. — Süsswasserfl. v. Mitteleuropa, Stuttgart—New York, 2/1 : 1—876.
- KRIEGER W. (1927): Die Gattung *Centronella* VOIGT. — Ber. Deutsch. Bot. Ges., Stuttgart, 45 : 281—290.
- LANGE-BERTALOT H. (1980): Zur systematischen Bewertung der bandförmigen Kolonien bei *Navicula* und *Fragilaria*. — Nova Hedwigia, Braunschweig, 33 : 723—755.
- SCHIMANSKI H. (1978): Beitrag zur Diatomeenflora des Frankenwaldes. — Nova Hedwigia, Vaduz, 30 : 557—611.
- VEREŠÍKOVÁ M. et HORECKÁ M. (1978): Das Auftreten von Algen in Wasserflächen der Westslowakei (Gebiet Záhorie) und deren hygienische Bedeutung. — In: HINDÁK F. (red.), Proceedings of the Cryptogamological Symp. SAS, Bratislava, p. 159—169.
- WEBER, E. (1972): Grundriss der biologischen Statistik. — 7. Aufl., VEB G. Fischer Verl., Jena, 706 pp.
- WOJCIECHOWSKI I. (1964): Nowe stanowisko *Centronella reicheltii* VOIGT na Pojezierzu Leczyńsko-Włodawskim (Lubelszczyzna). New habitat of *Centronella reicheltii* VOIGT in the lake-land situated between Lęczna and Włodawa (in the region of Lublin). — Fragmenta Florist. et Geobot., Kraków, 10 : 283—285.
- (1967): *Centronella Rostafinskii Wołosz.* aus Seen im Lubliner Land (Polen). — Schweiz. Z. Hydrol., Basel, 29 : 311—331.
- WOŁOSZYŃSKA J. (1922): Nowy gatunek okrzeszki *Centronella Rostafinskii* n. sp. oraz spis roślin planktonowych z jezior: Firlejowskiego i Kunowskiego. — Rozpr. Wydz. Mat.-Przr. PAU, Kraków, 62 : 89—92.
- WYSOCKA H. (1959): On the morphology and biology of *Centronella Reicheltii* VOIGT. — Acta Soc. Bot. Poloniae, Kraków, 28 : 263—275.

Eingegangen am 10. Mai 1988

Siehe auch Fig. 5 und 6 (Tab. III—IV) am Schluss des Heftes.