

Lauterbornia H. 26: 55-63, Dinkelscherben, November 1996

Über das Vorkommen von wärmeliebenden Blaualgenarten in einem norddeutschen See

[The occurrence of thermophilic blue green algae in a lake in northern Germany]

Lothar Krienitz und Eberhard Hegewald

Mit 6 Abbildungen und 2 Tabellen

Schlagwörter: *Anabaenopsis*, *Cylindrospermopsis*, *Aphanizomenon*, Cyanophyta, Algen, Mecklenburg-Vorpommern, Deutschland, See, Thermophilie, Fundmeldung, Floristik

Die wärmeliebenden Blaualgenarten *Anabaenopsis elenkinii*, *Aphanizomenon issatschenkoi* und *Cylindrospermopsis raciborskii* wurden in dem polymiktischen, eutrophen Flachsee Lieps (Mecklenburg-Vorpommern) nachgewiesen. Damit wird eine Erweiterung des Areals dieser in tropischen und subtropischen Regionen verbreiteten Arten dokumentiert. Einige physikochemische und phykologische Informationen über das Untersuchungsgewässer sind angefügt.

The thermophilic blue green algal species *Anabaenopsis elenkinii*, *Aphanizomenon issatschenkoi* and *Cylindrospermopsis raciborskii* were observed in the polymictic, eutrophic hardwater lake Lieps (Mecklenburg-Vorpommern). This is a documentation of the enlargement of the areal of these taxa which have a wide distribution in tropical and subtropical regions. Enclosed are some physico-chemical and phykological information about the study site.

1 Einleitung

Verschiedene Arten der Cyanophyceengattungen *Anabaenopsis* MILLER, *Aphanizomenon* MORREN ex BORNET & FLAHAULT und *Cylindrospermopsis* SEENAYA & SUBBA RAJU haben ihr Verbreitungsgebiet in der tropischen oder subtropischen Zone. In den letzten Jahren häufen sich Berichte über das „Einwandern“ dieser Blaualgen zunächst nach Südeuropa aber dann auch weiter in nördlicher gelegene Gebiete Europas. Speziell für *Cylindrospermopsis raciborskii* (VINOGRADSKAJA 1974; PADISÁK 1984, 1990-91; HINDÁK 1988; KOHL, NIXDORF pers. Mitt.), *Anabaenopsis elenkinii* (NIEMI & HÄLLFORS 1974; JEEJI BAI & al. 1977; HÄLLFORS 1979; OLRIK & al. 1984; RÖNICKE 1986; HINDÁK 1988a, 1988b; KRIENITZ 1988) und *Aphanizomenon issatschenkoi* (PADISÁK 1992; HICKEL 1988; HINDÁK 1992; KRIENITZ & al. 1996) sind derartige Arealerweiterungen von Süd nach Nord gemeldet.

Die Interpretation dieser Beobachtungen geht von "bisher übersehen" bis "Resultat des global warming" Im Lichte dieser Diskussionen erscheint das gemeinsame Vorkommen der drei genannten Arten in dem mecklenburgischen See Lieps im Frühherbst 1990 als mitteilenswert. Vorliegender Bericht dient zur

Dokumentation der Verbreitung dieser interessanten Arten und flankiert ein Projekt, das sich mit den Ursachen und Erscheinungen der Expansion wärmeliebender Blaualgen in Gewässern verschiedener geographischer Zonen beschäftigt (PADISÁK in Vorb.).

Über die Mikrophytenflora der Lieps ist bisher kaum berichtet worden. Im Zusammenhang mit Untersuchungen an der GrünalgenGattung *Scenedesmus* im Tollenseesegebiet wird ein erster Eindruck über den Artenreichtum dieses Sees vermittelt (TSARENKO & al. 1996).

2 Untersuchungsgewässer und Methodik

Die Lieps ist ein polymiktischer, eutropher Flachsee im Tollenseesegebiet bei Neubrandenburg in Mecklenburg-Vorpommern. Der See ist 423 ha groß und durchschnittlich 2,2 m tief. Er ist durch eine hohe Kalktrübe charakterisiert, nach KOSCHEL & KASPRZAK (1994) beträgt der CaCO_3 -Gehalt 0,2-12,4 mg/l. Weitere Angaben zum Untersuchungsgewässer sind in Tab. 1 zusammengefasst. Die Lieps wird seit über 10 Jahren mit jährlich 4-10 Probeterminen limnologisch untersucht. In diesem Rahmen wird auch die planktische Algenflora regelmäßig analysiert.

Zur Methodik der physiko-chemischen Probenanalytik vergleiche man bei KRIENITZ & al. (1996). Die phykologischen Untersuchungen basieren auf lebendem Probenmaterial, das mit einem RUTTNER-Schöpfer aus einer Tiefe von 1 m entnommen wurde. Zur Anreicherung der Blaualgen und Algen wurde das Wasser durch Membranfilter von 1 μm Porenweite gefiltert und danach direkt im Lichtmikroskop untersucht. Die Frischmasse der Blaualgen und Algen wurde an Lugol-fixierten Proben in Sedimentationskammern nach der Utermöhl-Methode bestimmt. Um Sedimentationsprobleme mit Gasvakuolen besitzenden Cyanobakterien zu unterbinden, wurden die randvoll mit Probenwasser gefüllten und fest verschlossenen Plastikflaschen mehrfach aus etwa 1 m Höhe auf den Boden fallengelassen, was zum Kollabieren der Vakuolen führte. Die hier vorgestellten Beobachtungen wurden am 04.09.1990 gemacht.

Bei der Bestimmung der meisten Blaualgentaxa mußte auf Originalliteratur zurückgegriffen werden, da nach GEITLER (1930-1932) noch kein umfassendes Bestimmungswerk für Blaualgen publiziert wurde. Die Determination der Arten, die hier im Zentrum des Interesses stehen, basiert auf den Arbeiten von JEEJI-BAI & al. (1977), HORECKÁ & KOMÁREK (1979) und HINDÁK & MOUSTAKA (1988).

| | | Mittelwert der Jahresmittel 1989-1992 | Meßwert vom 04.09.1990 |
|--------------------|--------|---|---------------------------|
| PO ₄ -P | [mg/l] | 0,011 | 0,005 |
| Gesamt-P | [mg/l] | 0,109 | 0,149 |
| O ₂ | [mg/l] | 10,53 | 8,8 |
| NO ₃ -N | [mg/l] | 0,20 | 0,012 |
| NH ₄ -N | [mg/l] | 0,20 | 0,05 |
| pH | | 8,55 | 8,92 |
| Alkalität | [mval] | 3,1 | 2,4 |
| CaCO ₃ | [mg/l] | 3,1 | 0,04 |
| Chi a | [mg/l] | 0,039 | 0,095 |
| Sichttiefe | [m] | 0,8 | 0,5 |
| Temperatur | [°C] | | 18,3 |

3 Ergebnisse

Die Frischmasse der Blaualgen und Algen im Plankton der Lieps am 04. September 1990 betrug 24 mg/l. Davon entfielen etwa 95 % auf die Cyanobakterien, wovon wiederum etwa 90 % der Frischmasse von fädigen und 5 % von coccalen Formen der Blaualgen produziert wurde.

Tab. 2 enthält die Zusammenstellung der Blaualgen und Algen der Lieps zum Untersuchungstermin. Es wird deutlich, daß nahezu ausschließlich heterocystenbildende fädige Blaualgen das Plankton dominierten. Mit Abstand die häufigste Blaualgenart war *Aphanizomenon gracile*. Die Trichome dieser Art leben solitär und sind an den Enden verzüngt (Abb.1). Die Heterocysten waren $5-6 \times 4-5 \mu\text{m}$ groß.

Tab. 2 Blaualgen- und Algenarten im Plankton der Lieps am 04.09.1990. Abundanz: r = vereinzelt, + = mehrfach, ++ = zahlreich, +++ = massenhaft

CYANOPHYCEAE

trichale Arten

| | |
|---|-----|
| <i>Anabaena compacta</i> (NYGAARD) HICKEL | + |
| <i>Anabaena flos-aquae</i> (LYNGYE) BRÉBISSON | + |
| <i>Anabaena solitaria</i> KLEBAHN | + |
| <i>Anabaenopsis elenkinii</i> MILLER | ++ |
| <i>Aphanizomenon gracile</i> LEMMERMANN | +++ |
| <i>Aphanizomenon issatschenkoi</i> (USAČEV) PROSKINA-LAVRENKO | + |
| <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (WOLOSZYNSKA) SEENAYYA & SUBBA RAJU | ++ |
| <i>Planktolymbia subtilis</i> (W. WEST) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK | ++ |
| <i>Pseudanabaena catenata</i> LAUTERBORN | r |

COCCALE ARTEN

| | |
|--|---|
| <i>Aphanothece clathrata</i> W. & G. S. WEST | + |
| <i>Coelosphaerium kützingianum</i> NÄGELI | ┆ |
| <i>Cyanocatena planctonica</i> HINDÁK | ┆ |
| <i>Cyanodictyon imperfectum</i> CRONBERG & WEIBULL | ┆ |
| <i>Cyanogranis ferruginea</i> (WAWRICK) HINDÁK | ┆ |
| <i>Merismopedia tenuissima</i> LEMMERMANN | ┆ |
| <i>Microcystis flos-aquae</i> (WITTRICK) KIRCHNER | ┆ |
| <i>Microcystis incerta</i> LEMMERMANN | ┆ |

BACILLARIOPHYCEAE

| | |
|---|---|
| <i>Aulacoseira granulata</i> (EHRENBERG) SIMONSEN | + |
| <i>Asterionella formosa</i> HASSALL | ┆ |
| <i>Cyclotella spec.</i> | ┆ |
| <i>Fragilaria crotonensis</i> KITTON | + |
| <i>Nitzschia spec.</i> | ┆ |

CHLOROPHYCEAE

| | |
|---|---|
| <i>Actinastrum hantzschii</i> LAGERHEIM | ┆ |
| <i>Ankistrodesmus falcatus</i> (CORDA) RALFS | ┆ |
| <i>Ankistrodesmus fusiformis</i> CORDA | ┆ |
| <i>Chlorotetraedron incus</i> (TEILING) KOMÁREK & KOVÁČIK | ┆ |
| <i>Coelastrum astroideum</i> DE-NOTARIS | ┆ |
| <i>Crucigenia apiculata</i> (LEMMERMANN) SCHMIDLE | ┆ |
| <i>Hyaloraphidium contortum</i> PASCHER & KORSCHIKOFF | ┆ |
| <i>Koliella longiseta</i> (VISCHER) HINDÁK | ┆ |
| <i>Lagerheimia ciliata</i> (LAGERHEIM) CHODAT | ┆ |
| <i>Lagerheimia genevensis</i> (CHODAT) CHODAT | ┆ |
| <i>Lagerheimia subsalsa</i> LEMMERMANN | ┆ |
| <i>Monoraphidium contortum</i> (THURET) KOMÁRKOVÁ-LEGERNOVÁ | + |
| <i>Nephrochlamys subsolitaria</i> (G. S. WEST) KORSCHIKOFF | ┆ |
| <i>Pediastrum boryanum</i> (TURPIN) MENEGHINI | ┆ |
| <i>Pediastrum duplex</i> MEYEN | ┆ |
| <i>Pediastrum tetras</i> (EHRENBERG) RALFS | ┆ |
| <i>Phacotus lenticularis</i> (EHRENBERG) STEIN | ┆ |
| <i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (KORSCHIKOFF) HEGEWALD & DEASON | ┆ |
| <i>Pseudoschroederia antillarum</i> (KOMÁREK) HEGEWALD & SCHNEPP | ┆ |
| <i>Quadricoccus laevis</i> FOTT | ┆ |
| <i>Scenedesmus abundans</i> (KIRCHNER) CHODAT | ┆ |
| <i>Scenedesmus acuminatus</i> (LAGERHEIM) CHODAT | + |
| <i>Scenedesmus arcuatus</i> v. <i>platydiscus</i> G. M. SMITH | ┆ |
| <i>Scenedesmus armatus</i> CHODAT | ┆ |
| <i>Scenedesmus communis</i> HEGEWALD | ┆ |
| <i>Scenedesmus ellipticus</i> CORDA | ┆ |
| <i>Scenedesmus magnus</i> MEYEN | ┆ |
| <i>Scenedesmus obliquus</i> (TURPIN) KÜTZING | ┆ |
| <i>Scenedesmus opoliensis</i> P. RICHTER | ┆ |
| <i>Scenedesmus pectinatus</i> MEYEN | + |
| <i>Scenedesmus raciborskii</i> WOLOSZYNSKA | ┆ |
| <i>Scenedesmus subspicatus</i> CHODAT | ┆ |

| | |
|--|---|
| <i>Schroederia setigera</i> (SCHRÖDER) LEMMERMANN | r |
| <i>Sphaerellopsis lefevrei</i> BOURRELLY | r |
| <i>Staurastrum</i> spp. | r |
| <i>Tetraedron caudatum</i> (CORDA) HANSGIRG | r |
| <i>Tetraedron minimum</i> (A. BRAUN) HANSGIRG | r |
| <i>Tetraedron triangulare</i> KORSCHIKOFF | r |
| <i>Tetrastrum elegans</i> PLAYFAIR | r |
| <i>Tetrastrum staurogeniiforme</i> (SCHRÖDER) LEMMERMANN | r |
| EUGLENOPHYCEAE | |
| <i>Phacus trypanon</i> POCHMANN | r |
| <i>Trachelomonas hispida</i> (PERTY) STEIN | r |

Die drei hier besonders interessierenden Arten waren in ihrer Abundanz als mehrfach bis zahlreich einzustufen.

Anabaenopsis elenkinii trat in bis zu 11/2-fach gewundenen Trichomen auf, deren Zellen morphologisch recht stark differierten. Sie waren entweder gedrunken (Abb. 2), $7-12 \times 6-7 \mu\text{m}$ groß, oder relativ schmal und langgezogen (Abb. 3, 5) und $9-12 \times 4-5 \mu\text{m}$ groß. Die endständigen, nahezu kugelförmigen Heterocysten hatten einen Durchmesser von $3,5-6 \mu\text{m}$.

Cylindrospermopsis raciborskii entwickelte gerade Trichome, deren Zellen $2-3,5 \mu\text{m}$ dick waren. Die entständigen, tropfenförmigen Heterocysten hatten Dimensionen von $4-6 \times 1,5-3 \mu\text{m}$ (Abb. 4, 5).

Aphanizomenon issatschenkoi bildete lange, kaum gebogene, solitäre Fäden von $5-7 \mu\text{m}$ Durchmesser, die in haarförmigen Zellen endeten (Abb. 6). Heterocysten und Akineten waren nicht benachbart, sondern immer in relativ großem Abstand zueinander in den Trichomen angeordnet. Die Zelldimensionen der tonnenförmigen Heterocysten betragen $5-9 \times 2-3 \mu\text{m}$, die der ebenfalls tonnenförmigen Akineten $10-18 \times 2-5 \mu\text{m}$.

Als Begleitflora erreichten lediglich verschiedene Grünalgenarten Zellzahlen von über 100 000 Individuen/ml.

4 Diskussion

Als subdominante Formen traten im Plankton der Lieps im September 1990 folgende drei Blaualgen auf, die nach Angaben der Literatur ihre Hauptverbreitung in tropischen und subtropischen Regionen haben: *Anabaenopsis elenkinii*, *Cylindrospermopsis raciborskii* und *Aphanizomenon issatschenkoi*. Gegen die Hypothese, daß diese Arten bis zu diesem Zeitpunkt bei planktologischen Untersuchungen in diesem See einfach übersehen wurden, spricht die Tatsache, daß seit den 80er Jahren regelmäßig Wasserproben in diesem Gewässer phykologisch ausgewertet wurden. In den Folgejahren bis 1995 kamen die Arten nicht in dieser massiven Form vor. *Cylindrospermopsis raciborskii* wurde nach 1990 überhaupt nicht wieder in der Lieps gefunden. *Anabaenopsis elenkinii* und *Aphanizomenon issatschenkoi* traten lediglich vereinzelt auf.

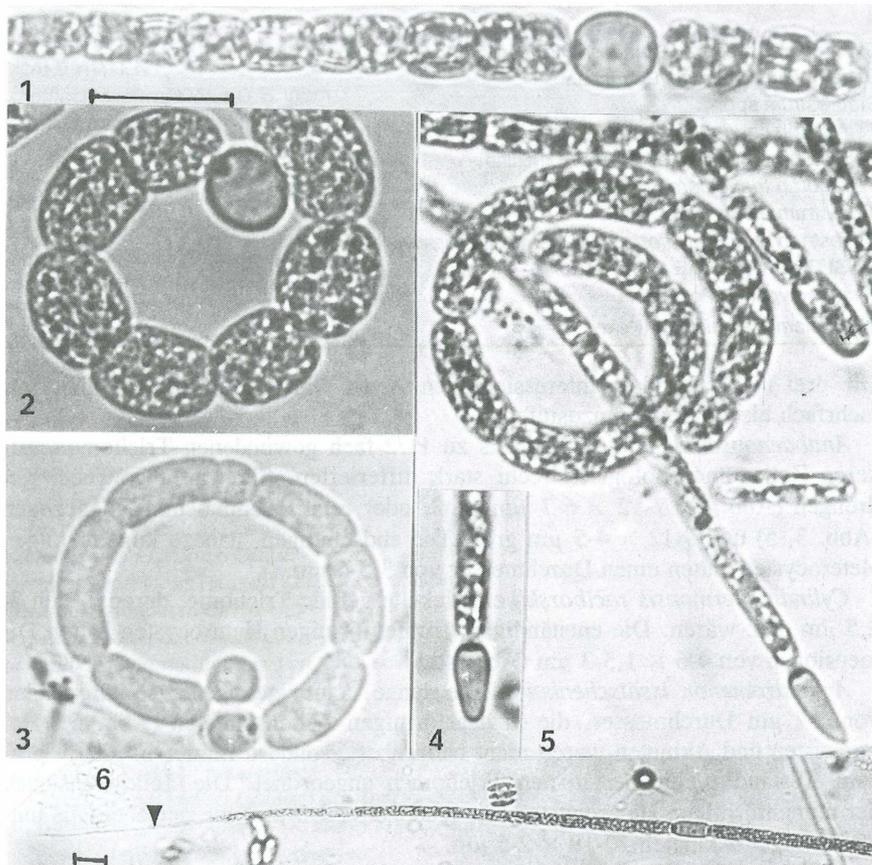


Abb. 1-6: Dominierende Blaualgenarten im Plankton der Lieps am 04.09.1990.

Abb. 1: *Aphanizomenon gracile*, Abb. 2, 3: *Anabaenopsis elenkinii*, Abb. 4: Trichotomende von *Cylindrospermopsis raciborskii* mit Heterocyste, Abb. 5: *Aphanizomenon gracile*, *Anabaenopsis elenkinii* und *Cylindrospermopsis raciborskii* (von unten nach oben), Abb. 6: *Aphanizomenon issatschenkoi* mit haarförmiger Endzelle (Pfeilspitze). Die Maßstabskalen entsprechen einer Länge von 10 µm; Abb. 1-5 haben den gleichen Maßstab

Vielmehr kann angenommen werden, daß diese Arten in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten ihr Areal erweitert haben. *Anabaenopsis elenkinii* wurde noch von KOMÁREK (1958) und JEEJI-BAI & al. (1977) als tropische und subtropische bzw. südeuropäische Art gewertet. NIEMI & HÄLLFORS (1974) und HÄLLFORS (1979) wiesen die Art in der Ostsee nach. OLRİK & al. (1984) fanden sie in einem Dänischen See. In Deutschland wurde sie bisher regelmäßig im Arendsee (RÖNICKE 1986) und dem Elbaltarm Goldberger See im Biosphärenreservat Mittlere

Elbe (KRIENITZ 1988) (beide Gewässer in Sachsen-Anhalt) nachgewiesen. Der erste Nachweis der Gattung *Anabaenopsis* in Deutschland geht auf SCHOLZ (1960) zurück; er fand in einem Berliner Kleingewässer die Art *A. arnoldi*, die unseres Wissens nie wieder in Deutschland beobachtet wurde.

Cylindrospermopsis raciborskii (Syn. *Anabaenopsis raciborskii* WOLOSZYNSKA - die Taxonomie dieses Verwandtschaftskreises wird ausführlich von HORECKÁ & KOMÁREK [1979] diskutiert) gilt als pantropische Art (GLIWITZ & LAMPERT 1990). VINOGRADOVA (1974) dokumentiert die Vorkommen seit dem Zeitpunkt der Beschreibung der Art bis in die 70er Jahre. PADISÁK & al. (1984) sowie PADISÁK (1990-91) geben ausführliche Verbreitungsangaben aus Ungarn. DOKULIL & JANAUER (1995) fanden *Cylindrospermopsis raciborskii* in der Alten Donau bei Wien. Aus Nordeuropa sind bisher keine dokumentierten Fundorte publiziert, lediglich aus persönlichen Gesprächen ist bekannt, daß diese Art auch in Norddeutschland vorkommt (KOHL, NIXDORF pers. Mitt.)

Aphanizomenon issatschenkoi ist eine Charakterform südeuropäischer Gewässer (KOMÁREK, pers. Mitt.; HINDÁK 1988; PADISÁK 1992). Jedoch taucht sie zunehmend in nördlicher gelegenen Gewässern auf (HICKEL 1988, KRIENITZ & al. 1996).

Über die Ursachen dieser Arealerweiterung kann gegenwärtig nur spekuliert werden. Sicher kommen sowohl klimatische Faktoren, wie das "global warming", als auch besonders günstige trophische Bedingungen in den Gewässern als Möglichkeiten in Betracht. Aber auch die Anpassung der Blaualgen an die Verhältnisse in kühleren Klimazonen z. B. durch kälteresistentere Mutationen könnte als Erklärung angesehen werden. PADISÁK (in Vorb.) unternimmt den Versuch einer Analyse am Beispiel der Arealerweiterung von *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Auf die Verhältnisse in der Lieps übertragen, läßt sich zwar sagen, daß die physiko-chemischen Bedingungen für das Wachstum heterocystenbildender Cyanobakterien gut geeignet sind, bezüglich eines Anstieges der mittleren Wassertemperatur im Sommer 1990 ergab sich jedoch eher das Gegenteil. Die mittlere Wassertemperatur von Mai bis September im Epilimnion des Feldberger Haussee, einem Hartwassersee in Mecklenburg, der hier für Vergleichszwecke herangezogen werden soll, weil von diesem See das dichteste Probenraster vorliegt, betragen 1987 17,1 °C, 1988 19,4 °C, 1989 18,5 °C und 1990 17,9 °C. Dieser Trend kann auch auf die Lieps übertragen werden. Daraus ergibt sich, daß 1990 das Wasser kühler war, als in den beiden Vorjahren, als die o. g. Blaualgenarten nicht auftraten. Die Temperatur kann also nicht die alleinige Ursache sein.

Ausgehend von KOMÁREK (1985) kann angenommen werden, daß ein großer Teil der Blaualgentaxa ein begrenztes geographisches Areal besitzt und daß die Arealgrenzen einem Wandel unterliegen. Bei weitem nicht alle Blaualgen sind Kosmopoliten. Am Beispiel der Blaualgenflora von Cuba zeigt KOMÁREK, daß nur 15 % der Arten, die auf dieser Insel vorkommen, als Kosmopoliten anzuse-

hen sind. Es kann angenommen werden, daß die Blaualgenflora von Europa ebenfalls nicht nur aus Kosmopoliten besteht.

Literatur

- DOKULIL, M. T. & G. A. JANAUER (1995): Alternative stable states during eutrophication of a shallow urban lake in Vienna, Austria.- Proc. 6th Internat. Conf. on the Conservation and management of lakes, Kasumiguara **95**: 730-733.
- GEITLER, L. (1930-1932): Cyanophyceae von Europa unter Berücksichtigung anderer Kontinente.- In: RABENHORST, L. (Hrsg.): Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz.- 2. Aufl., 14: 1-1196, Berlin.
- GLIWITZ, Z. M. & W. LAMPERT (1990): Food thresholds in *Daphnia* species in the absence and presence of blue-green filaments.- Ecology **71**: 691-702, Brooklyn, N. Y.
- HÄLLFORS, G. (1979): A preliminary check-list of the phytoplankton of the northern Baltic Sea.- Publ. Water Res. Inst., National Board of Waters Finland **34**: 3-24, Helsinki.
- HICKEL, B. (1988): Unexpected disappearance of cyanophyte blooms in Plußsee (North Germany). Arch. Hydrobiol. Suppl. **80** (Algol. Stud. 50-53): 545-554, Stuttgart.
- HINDÁK, F. (1988a): Planktic species of two related genera *Cylindrospermopsis* and *Anabaenopsis* from Western Slovakia.- Arch. Hydrobiol. Suppl. **80** (Algol. Stud. 50-53): 283-302, Stuttgart.
- HINDÁK, F. (1988 b): Planktic cyanophytes of Lake Volvi, Greece.- Arch. Hydrobiol. Suppl. **80** (Algol. Stud. 50-53): 497-528, Stuttgart.
- HINDÁK, F. (1992): Several interesting planktic cyanophytes.- Arch. Hydrobiol. Suppl. **94** (Algol. Stud. 66): 1-15, Stuttgart.
- HINDÁK, F. & M. T. MOUSTAKA (1988): Planktic cyanophytes of Lake Volvi, Greece.- Arch. Hydrobiol. Suppl. **80** (Algol. Stud. 50-53): 497-528, Stuttgart.
- HORECKÁ, M. & J. KOMÁREK (1979): Taxonomic position of three planktonic blue-green algae from the genera *Aphanizomenon* and *Cylindrospermopsis*.- Preslia **51**: 289-312, Praha.
- JEEJI-BAI, N., E. HEGEWALD & C. J. SOEDER (1977): Revision and taxonomic analysis of the genus *Anabaenopsis*.- Arch. Hydrobiol. Suppl. **51** (Algol. Stud. 18): 3-24, Stuttgart.
- KOMÁREK, J. (1958): Die taxonomische Revision der planktischen Blaualgen der Tschechoslowakei.- In: KOMÁREK, J. & H. Ettl (Hrsg.): Algologische Studien: 10-206.- Nakl. CSAV, Praha.
- KOMÁREK, J. (1985): Do all cyanophytes have a cosmopolitan distribution?- Arch. Hydrobiol. Suppl. **71** (Algol. Stud. 38/39): 359-386, Stuttgart.
- KOSCHEL, R. & P. KASPRZAK (Red.) (1994): Der Tollensesee. Gewässerökologie - Umweltschutz - Wasser- und Fischwirtschaft.- 58 S., (Kupijai & Prochnow) Berlin.
- KRIENITZ, L. (1988): Algologische Beobachtungen in Gewässern des Biosphärenreservates „Steckby-Lödderitzer Forst“ (DDR).- Limnologica **19**: 61-81, Berlin.
- KRIENITZ, L., P. KASPRZAK & R. KOSCHEL (1996): Long term study on the influence of eutrophication, restoration and biomanipulation on the structure and development of phytoplankton communities in Feldberger Haussee (Baltic Lake District, Germany) - Hydrobiologia (in press).
- NIEMI, A. & G. HÄLLFORS (1974): Some phytoplankton species from baltic waters.- Mem. Soc. Fauna Flora Fenn. **49**: 77-93, Helsinki.
- OLRIK, K., S. LUNDOER & K. RASMUSSEN (1984): Interactions between phytoplankton, zooplankton, and fish in the nutrient rich shallow Lake Hjarbaek Fjord, Denmark.- Int. Rev. ges. Hydrobiol. **69**: 389-405, Berlin.
- PADISÁK, J., L. G. TOTH & L. VÖRÖS (1984): *Anabaenopsis raciborskii* WOLOSZ. Bloom in lake Balaton in the summer and autumn of 1982. - BFB-Bericht **51**: 77-81.
- PADISÁK, J. (1990-91): Occurrence of *Anabaenopsis raciborskii* WOLOSZ. in the pond Tómalom near Sopron, Hungary.- Acta Bot. Hung. **36**: 163-165, Budapest.

- PADISÁK, J. (1992): Seasonal succession of phytoplankton in a large shallow lake (Balaton, Hungary) - a dynamic approach to ecological memory, its possible role and mechanisms.- J. Ecol. **80**: 217-230, Oxford.
- RÖNICKE, H. (1986): Beitrag zur Fixation des molekularen Stickstoffs durch planktische Cyanophyceen in einem dimiktischem, schwach durchflossenem Standgewässer.- 129 S., Diss. Humboldt- Univ. Berlin.
- SCHOLZ, H. (1960): *Anabaenopsis arnoldii* Aptekarj in Deutschland.- Nova Hedwigia **2**: 269-271, Berlin, Stuttgart.
- TSARENKO, P. M., E. HEGEWALD & L. KRIENITZ (1996): LM and SEM studies on *Scenedesmus* of lake Tollense (Baltic Lake District, Germany).- Algal. Stud. (im Druck).
- VINOGRADSKAJA, T. A. (1974): On distribution and ecology of rare and interesting species of blue-green algae.- Ukrain. Bot. J. **31**: 733-739 (ukrainisch), Kiew.

Anschrift der Verfasser: Dr. Lothar Krienitz, Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, D-16775 Neuglobsow; Dr. Eberhard Hegewald, KFA, IBT 3, D-52425 Jülich.

Manuskripteingang: 25.05.1996

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lauterbornia](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [1996_26](#)

Autor(en)/Author(s): Krienitz Lothar, Hegewald Eberhard

Artikel/Article: [Über das Vorkommen von wärmeliebenden Blaualgenarten in einem norddeutschen See. 55-63](#)