

Lauterbornia H. 15: 115-123, Dinkelscherben, März 1994

Interspezifische Morphen zwischen *Pediastrum tetras* (EHRENBERG) RALFS und *Pediastrum biradiatum* MEYEN Hydrodictyaceae, Chlorococcales

[Interspecific morphs between *Pediastrum tetras* (EHRENBERG) RALFS and *Pediastrum biradiatum* MEYEN Hydrodictyaceae, Chlorococcales]

Hans-Otto Glenk

Mit 9 Abbildungen und 2 Tabellen

Schlagwörter: *Pediastrum*, Chlorococcales, Bayern, Deutschland, Morphologie, Taxonomie, Biologie, Ökologie

Häufig in fränkischen Gewässern sowie in den USA aufgefundene Coenobien von *Pediastrum* aus dem Formkreis von *P. tetras* (EHRENBERG) RALFS und *P. biradiatum* MEYEN konnten keiner dieser Arten zugeordnet werden. Diese interspezifischen Morphen stellen einen nahezu lückenlosen Übergang zwischen den genannten Species bzw. deren Varietäten dar. Sie werden beschrieben und ihre Verbreitung, Ökologie und taxonomische Wertung werden diskutiert.

Frequently in Franconian waters and in the USA observed coenobia from the relationship of *Pediastrum tetras* (EHRENBERG) RALFS and *P. biradiatum* MEYEN could not be well coordinated to the original species. These interspecific morphs show a nearly uninterrupted overgoing chain between the above named species or respectively their varieties. They are described and their distribution, ecology and taxonomical evaluation are discussed.

Herrn Prof. Dr. Dr. Walter Gräf, Direktor des Instituts für Umwelthygiene der Universität Erlangen, zum 65. Geburtstag gewidmet.

1 Einleitung

Bei unseren seit 1952 erfolgten Phytoplanktonstudien an etwa 50 fränkischen Gewässern (GLENK 1954, SCHMID 1965, KADEN 1987, MAGES 1992, ZELL 1994, MÜLLER 1994 und weitere) wurden unter den zahlreichen dabei beobachteten Chlorococcalen-Taxa vielfach Coenobien von *Pediastrum*-Arten aufgefunden, die wesentliche morphologische Merkmale der Arten *P. tetras* (EHRENBERG) RALFS und *P. biradiatum* MEYEN, besonders dessen Varietät *longecornutum* GUTWINSKI aufwiesen. Manche dieser Coenobien konnten weder der einen noch der anderen Art eindeutig zugeordnet werden, sondern stellen wegen der verschiedenen Ausprägungen - besonders der Randzellen - Zwischenformen dar.

Als Chlorococcales verstehen wir hier die früher übliche systematische Ordnung "Chlorococcales MARCHAND orth. mut." (vormals Protococcales) innerhalb der Chlorophyceae im Sinne von FOTT 1971 (vgl. auch KOMAREK & FOTT 1983). Die neuere Systematik, bei der die Chlorococcales s. str. in die Klasse der Prasinophyceae gestellt werden und nur noch drei Familien enthalten (Chlorococaceae, Characiochloridaceae und Actinochloridaceae - vgl. ETTL 1981, ETTL & GÄRTNER 1988) während alle anderen früheren Chlorococcalenfamilien zwar bei den Chloro-

phyceae verbleiben, aber in andersbenannte Ordnungen eingereiht werden, kann in praxi noch nicht verwendet werden, da Bestimmungsbücher hierzu immer noch fehlen.

BARRIENTOS hat 1979 in seiner Revision der Gattung *Pediastrum* MEYEN die var. *longicornutum* (sic!) des *P. biradiatum* gestrichen und der var. *biradiatum* eingegliedert. Wir folgen hier aber den Angaben von KOMAREK 1983, der die var. *longecornutum* bei *P. biradiatum* weiterhin als gültig anführt.

2 Beobachtungen

Die aufgefundenen Formen sind in Abbildungen 1-9 dargestellt. Zumeist wurden vierzellige Coenobien beobachtet. Öfters fanden sich auch fünfzellige Formen (*P. biradiatum* var. *longecornutum* in KOMAREK & FOTT 1983: 307). Größere Zellverbände (8-16-zellig) kamen bei den Zwischenformen nur sehr selten vor.

Die Größe der in Abb. 1-6 dargestellten vierzelligen Coenobien schwankte zwischen 10 und 30 μm . Eine Abhängigkeit der Größenentwicklung oder der Formbildung von äußeren Milieubedingungen (Saprobie, Trophie, Wetterbedingungen) konnte ebensowenig festgestellt werden wie ein ursprünglich angereicherter Saisonpolymorphismus. Vielmehr könnte es sich hierbei möglicherweise um Entwicklungsstadien handeln, da neben den erheblich von den Ikonotypen der Artbeschreibungen abweichenden Formen in vielen Proben gleichzeitig Coenobien mit der typischen Ausprägung gefunden wurden.

Abb.1 zeigt ein vierzelliges Coenobium von *Pediastrum tetras* mit dem typischen, schmalen und spitzwinkligen Einschnitt in den Zellen. Die Zellen sind mit ihren Seiten auf der ganzen Länge zusammengewachsen. Der Außenrand der Coenobien ist fast gerade und trägt keine Ausläufer. Bei den in der Literatur publizierten Abbildungen von *P. tetras* ist ein völlig gerader Rand bisher nur von G. M. SMITH (vgl. FOTT 1971: 309) dargestellt worden. Gewöhnlich erscheint der Außenrand der Zellen mehr oder weniger geschwungen, die Zellwände der Nachbarzellen sind gegeneinander gewinkelt (KOMAREK & FOTT 1983: 305). In der Mitte unseres Coenobiums ist eine sehr kleine Lücke deutlich erkennbar. Trotz dieser beiden etwas "atypischen" Merkmale handelt es sich eindeutig um *P. tetras*.

Bei der Form der Abb. 2 ist der scharfe Einschnitt in den Randzellen erweitert, die Zellen sind an den Außenecken der Ausschnitte zu beinahe zelllangen Fortsätzen ausgezogen. Ein ähnliches, allerdings 16-zelliges Coenobium wurde von PHILIPOSE 1967 abgebildet (KOMAREK & FOTT 1983: 305) und als *P. tetras* eingestuft. Nicht typisch für diese Art ist bei unserer Form wiederum die kleine zentrale Lücke zwischen den Zellen.

Am Coenobium der Abb. 3 erscheint der Außenrand leicht geschwungen, die Zelleinschnitte sind bauchig erweitert. Auch hier findet sich wiederum eine minimale Zentrallücke im Coenobium. Es handelt sich wohl noch um *P. tetras*. Eine Abbildung für diese Form ist in der Literatur nicht vorhanden.

Ähnliches gilt für die Form der Abb. 4, bei der aber -entsprechend der Form 2 - längere Fortsätze an den Rändern der Zelleinschnitte stehen. Das Coenobium in Abb.5 zeigt neben einer, nun bereits größeren zentralen Lücke die bei den Formen 3 und 4 geschilderten morphologischen Ausprägungen.

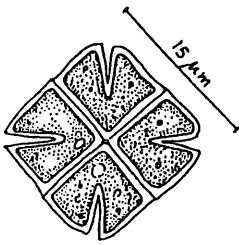


Abb. 1

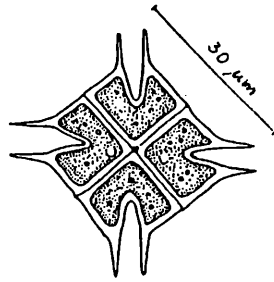


Abb. 2

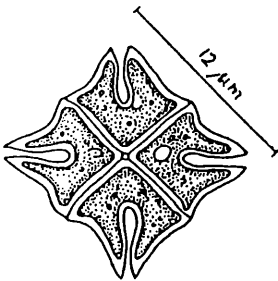


Abb. 3

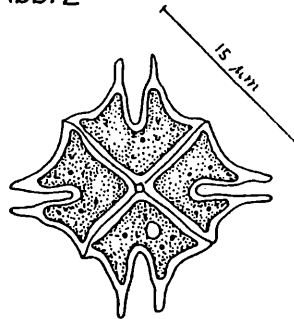


Abb. 4

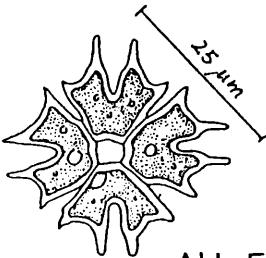


Abb. 5

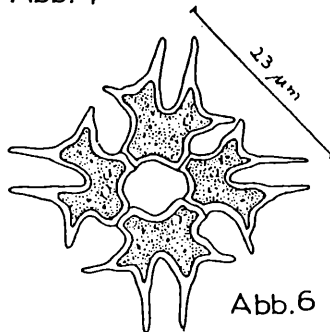


Abb. 6

Abb. 1-6: Übergangsreihe zwischen *Pediastrum tetras* (EHRENBERG) RALFS und *P. biradiatum* var. *longecornutum* GUTWINSKI. Abb. 1: *P. tetras*, Abb. 2-5: interspezifische Morphen, Abb. 6: *P. biradiatum* var. *longecornutum*

gen. Neu ist hier erstmals, daß die Randzellen von der Außenseite her auseinanderzuweichen beginnen und daß auch die äußeren Ecken der Zellen kurze Fortsätze tragen. Damit ist der Übergang zu *P. biradiatum* hergestellt. Auch die Formen der Abb. 4 und 5 sind bisher in der Literatur noch nicht abgebildet oder beschrieben worden.

Abb. 6 stellt ein typisches Coenobium von *P. biradiatum* var. *longecornutum* GUTWINSKI dar: große zentrale Lücke, Zellen mit breiten Einbuchtungen; an

den Außen- und Seitenwänden geschwungen bis buchtig. Jede (Rand)zelle mit vier Ausläufern, die fast senkrecht zueinander, jedoch in einer Ebene stehen (KOMAREK & FOTT 1983: 307).

Das Coenobium in Abb. 7 entspricht demjenigen der Abb. 6, besteht jedoch aus fünf Zellen.

Die Abb. 8 und 9 stellen typische Exemplare des *P. biradiatum* var. *longecornutum* dar.

Überblickt man die in den Abb. 1-6 dargestellten sechs Coenobien, so werden die Zuordnungsschwierigkeiten beim Bestimmen der Arten klar: Eindeutig bestimmbar sind nur die Formen 1 und 6 und zwar als *Pediastrum tetras* bzw. *P. biradiatum* var. *longecornutum*. Mit Einschränkung lassen sich die Formen 2 und 3 zu *P. tetras* rechnen, die Form 5 eher zu *P. biradiatum* var. *longecornutum*, wohingegen das Coenobium der Abb. 4 zwischen beiden Arten steht.

3 Vorkommen und Ökologie

Die in den Abbildungen 2-5 aufgezeichneten Formen wurden erstmals in den fünfziger Jahren im Dechsendorfer Weiher bei Erlangen entdeckt (GLENK 1954), später auch in anderen fränkischen Gewässern in der Umgebung von Erlangen, z. B. in einem Regnitz-Altwater bei Vach, im Oberndorfer Weiher und im Kosbacher Weiher (SCHMID 1963), im Rhein-Main-Donau-Kanal (BUCK 1977), in der Rotweiher-Kette (CLAUSS-GLENK 1987), im Zentholzweiher (MÖLLER-GÖTZ 1987), im Oberen Dechsendorfer Weiher (SCHMIDT 1990) und in einem Fischteich bei Baiersdorf (MÜLLER in Vorber.) aufgefunden.

Einige der dargestellten Zwischenformen konnten auch bei Phytoplanktonstudien in den USA beobachtet werden (Milford Lake bei Manhattan/Kansas, Geary County; Lake Okechobee und Lake Istokpoga in Südflorida) und zwar sowohl im Frühjahr als auch im Herbst (GLENK unveröffentlicht).

In Fängen mit Planktonnetzen (60 µm) waren in den Aufsammlungen die geschilderten Zwischenformen nur ganz vereinzelt vertreten. Lediglich größere, über achtzellige Coenobien zumeist der typischen Arten konnten aufgefunden werden (vgl. die in den Abb. 1-9 angegebenen Dimensionen). Die Zwischenformen konnten nur mit Nanoplankton-Netzen oder in Schöpfproben und bei Röhrenentnahmen erbeutet werden (GLENK 1962, 1963).

Die Abundanz war zumeist sehr gering. Sie schwankte bei Verwendung einer sechsstufigen Skala zwischen 1 und 2 für *P. biradiatum* bzw. 3-4 für *P. tetras*.

Bei unseren Phytoplanktonuntersuchungen wurde eine sechstufige Abundanzskala verwendet (GLENK 1954): 1 = sehr vereinzelt, erratisch; 1 = vereinzelt; 2 = mäßig häufig; 3 = häufig; 4 = sehr häufig; 5 = massenhaft

Die Fundorte in Franken unterschieden sich hinsichtlich ihrer Trophielage und Saprobität zunächst nur wenig. Der Dechsendorfer Weiher war zur Zeit der ersten Beobachtungen in den fünfziger Jahren als oligo- bis meso-tropher, schwach belasteter Teich einzustufen (Tab. 1).

Es fiel auf, daß bei steigender Trophie und stärkerer anthropogener Belastung einzelner Gewässer die Funde von *P. biradiatum* ziemlich stark zurück-

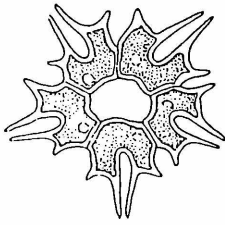


Abb. 7

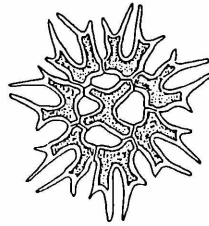


Abb.8

Abb. 7 und 8: *Pediastrum biradiatum* var. *longecomutum*. Fünfcelliges Coenobium (Irregulartät) und achtzelliges Coenobium

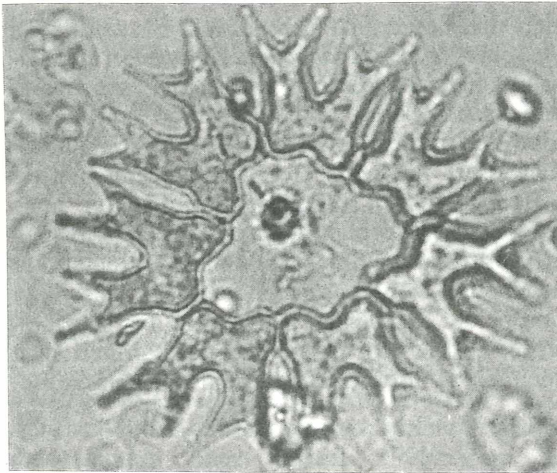


Abb. 9: *Pediastrum biradiatum* var. *longecomutum*. Achtzelliges Coenobium, Zentralzelle aufgelöst (Aufnahme A. Müller)

gingen und die beschriebenen Zwischenformen seltener auftraten. *P. tetras* scheint dagegen hierbei etwas weniger empfindlich zu sein. Es fand sich auch noch in stark eutrophen Gewässern zusammen mit den begleitenden ubiquitären Chlorococcalen-Taxa des Sommerplanktons, wie z. B. *Pediastrum duplex*, *P. boryanum*, verschiedenen *Scenedesmus*-Arten, *Planktosphaeria gelatinosa*, *Monoraphidium*-, *Coelastrum*- und *Oocystis*-Arten u. a. m.

Höhere Saprobilitätsgrade sind aber auch für *P.tetras* ungünstig. So findet man heute im jetzt stark abwasserbelasteten Dechsendorfer Weiher (GRÄF, KERSCH & PAWLOFSKY 1981; vgl.auch Tab. 2) weder *P. biradiatum* noch *P.tetras*. Auch die Artendiversität des früher reichen sommerlichen Chlorococca-

Tab. 1: Nährstoffstandard des Dechsendorfer Weiher 1953-1962 (aus GLENK & FOTT 1971 verändert)

Alkalität (+p)	0,6 mmol/l	Nitrat-N	0,033-0,167 mg/l
Karbonathärte	1,68-2,50 °DH	Eisen (als Hydroxid)	0,6 mg/l
Gesamthärte	3,93-4,00 °DH	Mangan (als Hydroxid)	0,5 mg/l
o-Phosphat-P	0,00-0,02 mg/l	Silizium (als Silikat)	2,0-10,0 mg/l
Ammonium-N	0,00-0,02 mg/l	KMnO ₄ -Verbrauch	24,7 mg/l
Nitrit-N	0,002 mg/l	pH-Wert	6,8-7,1

Tab. 2: Nährstoffstandard des Dechsendorfer Weiher 1985-1993 (aus GLENK & al., unveröff.)

Alkalität (+p)	0,4-1,3 mmol/l	Nitrat-N	5,90-21,8 mg/l (1)
Karbonathärte	7,60-8,40 °DH	Chlorid	25,0-44,0 mg/l
Gesamthärte	7,00-8,80 °DH	KMnO ₄ -Verbrauch	18,2-119,0 mg/l
o-Phosphat-P	2,30-5,03 mg/l (1)	Leitfähigkeit	450-480 µS/cm
Ammonium-N	0,26-14,2 mg/l (1)	pH-Wert	8,0-10,5 (1)
Nitrit-N	0,24-0,96 mg/l		

lenplanktons ist extrem reduziert und beschränkt sich auf fünf bis zehn Taxa (z. B. *Ped. duplex*, *P. boryanum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Characium sp.*, *Oocystis* und *Hydrodictyon*). Daraus folgt, daß die beschriebenen Formen hinsichtlich ihres Auftretens und ihrer Entwicklung an niedrige Trophielagen und geringe Saprobiestufen gebunden sind. In gedüngten oder anderweitig anthropogen belasteten, saproben Gewässern mit hoher Trophiestufe kommen sie nicht vor. Auf Grund unserer Beobachtungen stufen wir *P. biradiatum*, seine var. *longecornutum* sowie die abgebildeten Morphen 2, 4 und 5 als oligo- bis beta-mesosaprob, *P. tetras* und die Form 3 als beta- bis alpha-mesosaprob ein.

Die Funde in Franken einerseits und Nordamerika andererseits weisen auf eine geographische Verbreitung in der nördlichen gemäßigten bis subtropischen Flora hin. Möglicherweise sind die von uns gefundenen Formen auch kosmopolitisch verbreitet. Jedoch fehlen dazu noch weitere phycologische Beobachtungen.

4 Taxonomische Wertung

Bekanntermaßen sind die Charakteristika der Artabgrenzung bei Mikroalgen oft nur unscharf definiert. Aus diesem Grund gibt es sehr viele Taxa, die dringend einer Revision bedürfen. Für die Artbestimmung in der phytoplanktologischen Praxis hat die schon früher übliche, teilweise bis heute noch durchgeführte Beschreibung immer neuer Arten bei gleichzeitig fehlenden, eindeutig erkennbaren, konstanten und diakritischen, morphologischen Merkmalen zu großen Problemen geführt. Man denke etwa an die Fülle der nahezu undefinierbaren Arten bei Desmidiaceae (besonders der Gattung *Cosmarium*), bei manchen benthischen Bacillariophyceae (Gattung *Navicula*) und besonders bei der Chlorococcalengattung *Scenedesmus* über 1000 Arten wurden in den letzten 170 Jahren beschrieben!

Um von unsicheren Artbestimmungen bzw. falschen taxonomischen Zuord-

nungen der Mikroalgen zu Einteilungen zu kommen, die den tatsächlichen Verwandtschaftsverhältnissen entsprechen, hat man daher in manchen Fällen die teilweise unsichere alleinige Identifikation nach morphologischen Kriterien verlassen und ähnlich wie in der Bakteriologie mit Erfolg biochemische Eigenschaften der Taxa zur Beurteilung herangezogen (z. B. KESSLER 1982, 1992; dort weitere Literatur). So können auch in schwierigen Fällen, bei denen morphologische Ausprägungen unsicher oder variabel sind bzw. gänzlich fehlen, sichere Zuordnungen erfolgen.

Auch moderne molekularbiologische Methoden bieten neuerdings Möglichkeiten zur taxonomischen Einordnung oder Revision. Diese, auf der Basis von Guanin-Cytosin-Gehaltsbestimmungen (vergl. KESSLER 1992), DNA-Hybridisierungen (HUSS, HUSS & KESSLER 1989) oder ribo-RNA-Sequenzierung (HUSS & SOGIN 1990) fußenden Untersuchungen sind aber methodisch und apparativ sehr aufwendig und zeitraubend. Immerhin bleibt zu hoffen, daß derartige taxonomische Revisionen Gattungen mit zahlenmäßig überhöhtem, unsicherem und damit unbestimmbarem Artenbestand - z. B. die Gattung *Scenedesmus* - richtigstellen werden (vgl. KESSLER 1991).

Zwei wesentliche Charakteristika für eine konventionelle, einigermaßen zuverlässige gegenseitige Abgrenzung von Arten bei Mikroalgen sind zweifelsohne erstens die eindeutige Erkennbarkeit brauchbarer diakritischer Merkmale und zweitens die Merkmalskonstanz innerhalb aufeinander folgender Generationen.

Die visuelle Signifikanz kann für viele Taxa durch Anwendung geeigneter Untersuchungsmethodik gesteigert werden, wie dies erfolgreich durch Verwendung des Raster-Elektronen-Mikroskops bei Chrysothecae schon geschehen ist (z. B. GLENK & FOTT 1971, KIES & BERNDT 1984, MÖLLER-GÖTZ 1987, PLANKL 1992). Für den Praktiker ist dieses Verfahren allerdings wegen der dazu erforderlichen umständlichen Präparationstechnik und der teureren Geräte nicht sehr geeignet. Möglicherweise bringt hier der Einsatz von inversen Laser-Scanner-Mikroskopen (z. B. ZEISS LSM 410 invert) Fortschritte. Mittels dieser Apparate könnten Phytoplanktonproben in Sedimentationskammern ohne weitere Präparation bei stärksten laseroptischen Vergrößerungen untersucht werden.

Die Merkmalskonstanz, die zur Abgrenzung echter Arten von Varietäten, Modifikationen usw. unbedingte Voraussetzung darstellt, kann am besten an Reinkulturen *in vitro* durch Beobachtung der aufeinanderfolgenden Generationen abgesichert werden; sie läßt sich aber bis zu einem gewissen Grade durch Langzeitbeobachtungen von Populationen *in natura* ersetzen.

Wenn auch nur eine dieser genannten Voraussetzungen nicht erfüllt ist, sollte von Beschreibungen neuer Arten strikt abgesehen werden.

An den von uns beschriebenen Formen konnten bisher noch keine elektronenmikroskopischen Untersuchungen ausgeführt werden. Auch Kulturversuche stehen noch aus. Somit kann nicht festgestellt werden, ob die morphologischen Ausprägungen, insbesondere das Fehlen oder das Vorkommen von peripheren Zellfortsätzen, die mehr oder weniger ausgebildeten Ausbuchtungen der Randzellen oder die Bildung einer zentralen Lücke im

Coenobium konstante und diakritisch brauchbare Merkmale darstellen. Da bei unseren Funden lichtmikroskopisch keine besondere Zellwandstruktur gesehen werden konnte, scheidet auch diese, nach SULEK 1969 und BARRIENTOS 1979 als infraspezifisches Merkmal angesehene Ausprägung in unseren Fällen aus. Auch Porenapparate konnten bisher nicht beobachtet werden.

Zunächst müssen wir daher von einer gültigen taxonomischen Einordnung absehen. Auch unsere Vermutung, es könne sich um Stadien in der Ontogenie handeln, kann weder bestätigt noch widerlegt werden. Bis zur weiteren Klärung bezeichnen wir unsere Funde vorläufig nur als zwischen den Arten stehende, "interspezifische Morphemen", wobei durchaus offen bleibt, ob es sich um Entwicklungsstadien, Mutanten, Varietäten, Subspecies oder sogar um echte Arten handelt. Der geschilderte, nahezu lückenlose Übergang von der Art *P. tetras* zu derjenigen von *P. biradiatum* var. *longecornutum* läßt für einzelne der gefundenen Übergangsstufen möglicherweise unterschiedliche Festlegungen erwarten.

Literatur

- BARRIENTOS, O. O. P. (1979): Revision der Gattung *Pediastrum* MEYEN (Chlorophyta).- Bibliotheca phycologica 48, 183 S., (Cramer) Vaduz.
- BUCK, R. (1977): Limnologische Untersuchungen am Rhein-Main-Donau-Kanal im Bereich Nürnberg-Forchheim.- 143 S., Diss. Univ. Erlangen.
- CLAUSS-GLENK, G. (1987): Phycologische Untersuchungen an acidotrophen Gewässern Frankreichs.- 137 S., Diplomarbeit, Inst. Bot. Pharm. Biol. Univ. Erlangen.
- ETTL, H. (1981): Die neue Klasse Chlamydomphycaceae, eine natürliche Gruppe der Grünalgen (Chlorophyta).- Plant. Syst. Evol. 137: 107 - 127, New York.
- ETTL, H & G. GÄRTNER (1988): Chlorophyta II, Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendralles.- In: ETTL, H., J. GERLOFF, H. HEYNIG & D. MOLLENHAUER (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, begr. von A. Pascher 10, 436 S., (G.Fischer) Stuttgart.
- FOTT, B. (1971): Algenkunde.- 2. Aufl. unter Mitarbeit von H. O. Glenk, 581 S., (G.Fischer) Stuttgart und Jena.
- GLENK, H. O. (1954): Die jahreszeitlichen Schwankungen des Phytoplanktons im Dechsendorfer Weiher bei Erlangen.- Sitz. Ber. Phys. med. Soc. Erlangen 77: 58-157, Erlangen.
- GLENK, H. O. (1962/1963): Pflanzliches Plankton- Methoden der wissenschaftlichen Planktonuntersuchung. Teil I-V.- Mikrokosmos 51: 178-182, 207-211, 268-271, 338-342, 52: 203-206, Stuttgart.
- GLENK, H. O. & B. FOTT (1971): Zur Frage der Validität von *Mallomonas* schwemmleii GLENK und ihrer Unterscheidung von *M. coronifera* MATVIENKO.- Arch. Protistenkunde. 113: 220-229; Jena.
- GRÄF, W., D. KERSCH & C. M. PAWLOFSKY (1981): Hygienische und mikrobiologische Beeinflussung natürlicher Gewässerbiotope durch Algen und Wasserpflanzenaufwuchs, 2. Mitteilung.- Zentralbl. Bakt. Hyg. I. Abt., Orig. B 174: 530-555, Stuttgart.
- HUSS, V. A. R., G. HUSS & E. KESSLER (1989): Deoxyribonucleic acid reassociation and interspecies relationships of the genus *Chlorella* (Chlorophyceae).- Plant. Syst. Evol. 168: 71-82, New York.
- HUSS, V. A. R. & M. L. SOGIN (1990): Phylogenetic position of some *Chlorella* species within the Chlorococcales based upon complete small-subunit ribosomal RNA sequences.- J. mol. Evol. 31: 432-442; New York.
- KADEN, K. (1987): Synopsis der phytoplanktologischen und produktionsbiologischen Gewässernamense des nördlichen Teils des mittelfränkischen Beckens unter besonderer Berücksichtigung umweltbelastender Faktoren.- 570 S., Diss. Univ. Erlangen.
- KESSLER, E. (1982): Chemotaxonomy in the Chlorococcales. Progress in Phycological Res. 1: 111, Amsterdam.

- KESSLER, E. (1984): Systematics of the Green Algae. Ed. D. E. G. Irvine & D. M. John.- 391 S., (Academic Press) London.
- KESSLER, E. (1991): Scenedesmus: Problems of a highly variable genus of Green Algae.- *Botanica Acta* **104**: 169-256, Stuttgart.
- KESSLER, E. (1992) Chlorella - Biochemische Taxonomie einer für Forschung und Biotechnologie wichtigen Gattung einzelliger Grünalgen.- *Naturwissenschaften* **79**: 260-265, Berlin.
- KIES, L. & M. BERNDT (1984): Die Synura-Arten (Chrysophyceae) Hamburgs und seiner nord-östlichen Umgebung.- *Mitt. Inst. Allg. Bot. Hamburg* **19**: 99-122, Hamburg.
- KOMAREK, J. & B. FOTT (1983): Chlorophyceae, Ordnung Chlorococcales.- In: HUBER-PESTALOZZI, G. (Hrsg.): Das Phytoplankton des Süßwassers.- *Die Binnengewässer* **16,7,1**, 1044 S., (Schweizerbart) Stuttgart.
- MAGES, J. (1992): Vierzig Jahre Phytoplanktonforschung in Franken: Eine computergestützte Analyse einiger phykologischer und limnochemischer Ergebnisse.- 149 S., Diplomarbeit Inst. Bot. Pharm. Biol. Univ. Erlangen.
- MÖLLER-GÖTZ, H. (1987): Limnologische Untersuchungen an Fischteichen bei Adelsdorf/Mfr. unter besonderer Berücksichtigung der Chrysophyceen.- 200 S., Diplomarbeit Inst. Bot. Pharm. Biol. Univ. Erlangen.
- MÜLLER, A. (in Vorber.): Vergleichende Phytoplanktonstudien an einem Carpiniden und einem Salmonidengewässer.- Diplomarbeit Inst. Bot. Pharm. Biol. Univ. Erlangen.
- PLANKL, A. (1992): Phytoplanktonbeobachtungen an unbelasteten Gewässern mit bes. Berücksichtigung der Chrysophyceen.- 169 S., Diplomarbeit Inst. Bot. Pharm. Biol. Univ. Erlangen.
- SCHMID, R. (1963): Ökologische Phytoplanktonuntersuchungen an Flachgewässern der Umgebung Erlangens.- *Diss. Univ. Erlangen und Ber. Nat. wiss. Ges. Bayreuth* **11**: 289-352, Bayreuth.
- SCHMID, R. (1965): Untersuchungen über die Schwankungen der Biomasse in Flachgewässern der Umgebung Erlangens.- *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* **50**: 57-71, Berlin.
- SCHMIDT, P. (1990): Beobachtungen zur limnochemischen und phytoplanktologischen Gewässersituation des Oberen Dechsendorfer Weihers bei Erlangen mit besonderer Berücksichtigung aktiv beweglicher Phytoplankter im Lichtgradienten.- 140 S., Diplomarbeit Inst. Bot. Pharm. Biol. Univ. Erlangen.
- SULEK, J. (1969): Taxonomische Übersicht der Gattung Pediastrum MEYEN.- *Studies in Phycology*: 197-261 (Academia Praha) Praha.
- ZELL, C. (in Vorber.): Phytoplanktongesellschaften in Kleingewässern.- Diplomarbeit Inst. Bot. Pharm. Biol. Erlangen.

Anschrift des Verfassers: Dr. Hans-Otto Glenk, Lehrbeauftragter, Institut für Botanik und Pharmazeutische Biologie der Universität Erlangen-Nürnberg, Staudtstr. 5, D-91058 Erlangen

Manuskripteingang: 11.02.1994

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lauterbornia](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [1994_15](#)

Autor(en)/Author(s): Glenk Hans-Otto

Artikel/Article: [Interspezifische Morphen zwischen *Pediastrum tetras* \(Ehrenberg\) Ralfs and *Pediastrum biradiatum* Meyen Hydrodictyaceae, Chlorococcales. 115-123](#)