

Ein Beitrag zur Algenflora des Schwingrasens am Lunzer Obersee (Österreich)

Andrea RAUCH & Michael SCHAGERL

Im Jahr 2002 wurden Algenproben am Schwingrasen des Lunzer Obersees entnommen. Dabei wurden 7 Probenstellen 14-mal beprobt, die Parameter Temperatur, Leitfähigkeit, pH Wert, Alkalinität, Ca⁺⁺-Härte, Gesamthärte und Chlorophyll-a erhoben und 150 Algentaxa bestimmt. Die geschätzten Häufigkeiten der Algen wurden auf einer Skala von 1–5 eingestuft und mit den Ergebnissen anderer Autoren verglichen. Die Zonierung des Schwingrasens und somit die Beeinflussung durch Seewasser konnte mit Hilfe abiotischer Parameter dokumentiert werden: So gliedert sich der Schwingrasen in einen seenahen vom See beeinflussten und in einen zentralen ausschließlich von Regenwasser gespeisten Bereich. Die Zuordnung der Algengesellschaft zu bestimmten Zonen war nur bedingt möglich.

RAUCH A. & SCHAGERL M., 2003: Contribution to algal flora in a floating mat of lake Lunzer Obersee (Austria), 2003.

In 2002, algae from a floating mat at lake Lunzer Obersee, a small mountain lake in Austria, were collected. Samples were taken 14 times from seven stations, and the parameters water temperature, conductivity, pH, alkalinity, Ca⁺⁺-hardness, total hardness and Chlorophyll-a were measured and 150 algal taxa were determined. Furthermore, the abundance of taxa was estimated on a scale of 1–5 and compared to the results found by other authors. The zonation of the floating mat was documented based on abiotic parameters, showing the influence of the lake. Sampling stations situated in the center of the floating mat were merely fed by rain water, whereas those at the floating mat's edge near the lake showed signs of incoming lake water. The observed algal assemblages could only partly be assigned to this zonation.

Keywords: algae, peat bog, desmids, community structure, floating mat.

Einleitung

Schwingrasen sind geringmächtige Torfdecken, die auf einem freien Wasserkörper schwimmen und aus flutenden Moosen (*Sphagnum* sp.) sowie rhizombildenden Pflanzen bestehen. Sie haben meist Übergangs- oder Niedermoorcharakter, da es im Winter durch den Schneedruck zu einem Untertauchen unter die Wasseroberfläche und somit zu einer Nährstoffanreicherung kommt. Unter den 33 österreichischen Schwingrasen findet man lediglich drei simultan entstandene, nämlich jene am Seethalersee (Salzburg), am Lunzer Obersee (Niederösterreich) und am Seerosenweiher (Tirol). Die beiden erstgenannten sind durch Hochwasserstände entstanden, letzterer durch Sumpfgasbildung (STEINER 1992). Schwingrasen sind aufgrund ihres Aufbaues und der Zusammensetzung ihrer Lebensgemeinschaften sensible Biotope, die zu ihrer Erhaltung Schutz vor Eingriffen benötigen.

Der Schwingrasen des Lunzer Obersees mit seiner reichhaltigen Algenflora war bisher nur sporadisch Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Die ersten veröffentlichten Studien stammen von BREHM und RUTTNER (1926). Diese enthalten jedoch keine Artenliste der gefundenen Algentaxa. GAMS (1927) beschäftigte sich vorwiegend mit der Entstehung des Schwingrasens und ging nur am Rande auf die Algengemeinschaft der Schlenken ein. Die ausführlichsten Untersuchungen des Schwingrasens stammen von REDINGER (1934). Dieser widmete sich neben der Lebensgemeinschaft auch den chemischen und klimatischen Verhältnissen zweier ausgewählter Schlenken. Außerdem liegen

umfangreiche Artenlisten der gefundenen Taxa vor. Danach finden sich für fast 60 Jahre keine Veröffentlichungen, obgleich die Algen des Schwingrasens in den Sommerkursen der Biologischen Station Lunz jährlich besammelt und mikroskopiert wurden. Erst LENZENWEGER betrieb 1993 weitere Studien von Algenproben, die er bei einem mehrtägigen Aufenthalt sammelte. In seiner Arbeit erstellte er eine Gesamtartenliste der bisher am Schwingrasen gefundenen Desmidiaceen und verglich die Ergebnisse seiner Untersuchungen mit vorangegangenen Arbeiten.

In der vorliegenden Arbeit wurden neben Desmidiaceen auch andere Algengruppen und abiotische Parameter in die Untersuchungen miteinbezogen. Durch mehrere Probennahmen im Jahresverlauf war es möglich, saisonale Aspekte zu berücksichtigen und weitere Einblicke in dieses einzigartige Biotop zu gewinnen.

Untersuchungsgebiet

Der Lunzer Obersee (Abb. 1) liegt 1113 m über dem Meeresspiegel und erstreckt sich über eine Fläche von 14,43 ha, die zu rund 40% von schwimmenden *Sphagnum*-Schwingrasen bedeckt ist.

Der Schwingrasen dürfte vor 7000 Jahren entstanden sein. In einer trockenen Klimaperiode entwickelte sich auf einer Schlickfläche ein Rasen, der durch rasches Ansteigen des Wasserspiegels vom Untergrund abgehoben wurde. Der Schwingrasen ist maximal zwei Meter dick und entlang der Uferzone mit dem Untergrund verbunden. Der Uferbereich wird daher bei Hochwässern überschwemmt, während der zentrale Teil des Schwingrasens am See aufschwimmt und von diesem weitgehend unbeeinflusst bleibt. Wie GAMS (1927) herausgefunden hat, kann nicht von einer Verlandung des Obersees gesprochen werden, da der Schwingrasen gegen den See hin nicht dünner wird, sondern steil abfällt. Im Laufe der Jahre hat der Schwingrasen wohl an Ausdehnung verloren. Dies ist auf die erodierende Wirkung des Sees sowie auf Hochwasserereignisse, bei denen immer wieder Teile abgerissen und verdriftet wurden, zurückzuführen.

Der Schwingrasen ist an einigen Stellen aufgerissen, das größte der so entstandenen offenen Wasserstellen ist das „große Moorloch“, das unter dem Schwingrasen mit dem offenen See in Verbindung steht. Durch die schwimmende Torfschicht wird ein Aufsteigen des Seewassers verhindert, sodass sich an der Oberfläche des Schwingrasens ausschließlich vom Regenwasser gespeiste Hochmoorschlenken entwickeln konnten. Hochmoorschlenken stellen eigenständige kleine Biotope dar, die sich durch Extrembedingungen wie geringe Leitfähigkeit und niederen pH-Wert auszeichnen. Aus diesem Grund werden sie von Spezialisten, wie z. B.: ausgesuchten Desmidiaceen in enormer Individuenzahl besiedelt (LEDERER 2002, WATANABE et al. 2000).

Die klimatischen Verhältnisse am Lunzer Obersee sind geprägt von einer durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge von mehr als 2000 mm, was zu einer sehr hohen Luftfeuchtigkeit im Sommer und zu gewaltigen Schneeeablagerungen im Winter führt. Die Schneedecke erreicht zumeist 2–3 m Dicke und schmilzt oft erst Anfang Juni, weshalb die Vegetationszeit in diesem Gebiet sehr kurz ist (BREHM & RUTTNER 1926).

Material und Methoden

In der Zeit zwischen März und November 2002 wurden sechs ausgesuchte Schlenken (S1 bis S6) und der Rand des großen Moorlochs beprobt (Abb. 1). Der Schwingrasen weist eine deutliche Zonierung auf, die bei der Auswahl der Probenpunkte berücksichtigt wurde.

Da S5 nach zwei Probennahmen völlig ausgetrocknet war, wurde am 2. 7. 2002 eine weitere Schlenke (S6) hinzugenommen, um diese Zone des Schwingrasens weiter untersuchen zu können.

Die Probenstellen wurden an 14 Terminen beprobt, wobei einige Male widrige Umstände (z. B.: Schneebedeckung, Hochwasser) eine Probennahme an manchen Standorten unmöglich machten. So trug am 13. 3. der gesamte See eine 70 cm dicke Eisschicht und

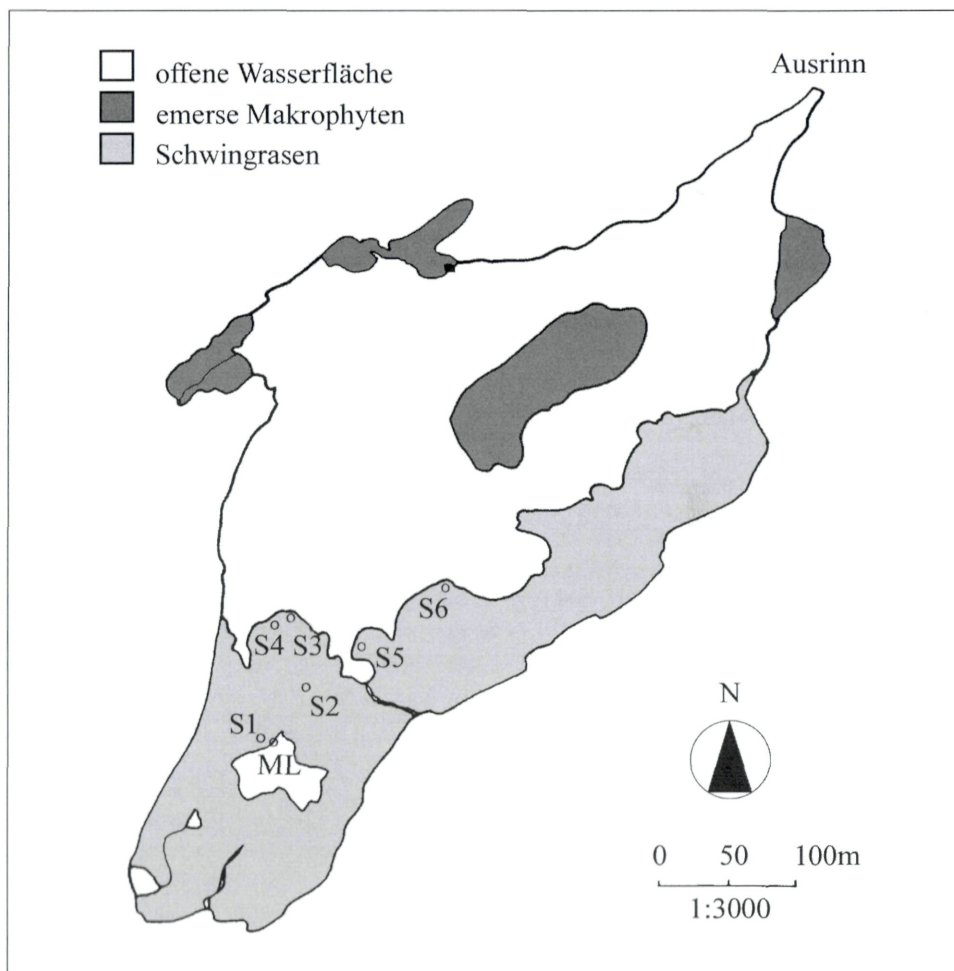


Abb. 1: Lage der Probenpunkte am Lunzer Obersee (Karte nach Lenzenweger 1993, abgeändert).
– Position of the sampling sites at Lake Lunzer Obersee (map according to LENZENWEGER 1993, modified).

der Schwingrasen war vollkommen schneebedeckt. Am letzten Termin, dem 13. 11. fand wegen der herrschenden Schneelage eine eingeschränkte Probennahme unter Eis statt.

Im Freiland wurden die Parameter Temperatur und Leitfähigkeit mit den Messgeräten WTW Lf 90 und WTW Oxi 330i gemessen. Zur Bestimmung des pH-Wertes, der Alkalinität, der Gesamthärte und der Ca-Härte wurden Wasserproben entnommen. Diese wurden am Tag nach der Probennahme im Labor filtriert und anschließend analysiert. Der pH Wert wurde mit Hilfe einer Spezialelektrode für geringe Leitfähigkeit (Mettler Toledo 405-88TE-S7/165), Alkalinität mittels Endpunkttitration (KS 4,3, Metrohm: pH-Meter, Impulsomat 614, Dosimat 665), Gesamthärte durch komplexometrischer Titration mit Titriplex III gegen Mischindikator (Aquamerck 8039) und Ca-Härte mit Titration mit Titriplex III gegen Calconcarbonsäure bestimmt (LEGLER 1988). Die Berechnung des freien CO₂ erfolgte nach der Methode DEV, D8 (Verfahren 2) von BAUER (1981).

Weiters wurden an den sechs Schlenken quantitative Algenproben entnommen, wobei eine definierte Fläche des Phytobenthos mit einem Schlauch aufgesaugt wurde. Dafür wurde ein Plastikzylinder auf das Phytobenthos gesetzt und seine Grundfläche mit einem Schlauch abgesaugt. Dieser Vorgang wurde 8–10mal pro Schlenke wiederholt, um Ungleichverteilungen in der Schlenke miteinbeziehen zu können (WATANABE 2000). Diese Proben wurden im Labor zuerst auf 500 ml verdünnt und danach der Chlorophyll-a-Gehalt mittels Filterextraktion in 90% Aceton und anschließender Vermessung am Spektralphotometer bei 663 nm festgestellt (SCHAGERL 2000).

An jedem Standort wurden außerdem mit einem Schlauch qualitative Algenproben entnommen, die in den Tagen nach der Probennahme im lebenden Zustand in einem Polyvar-Mikroskop der Firma Reichert-Jung determiniert wurden. Bestimmungsliteratur: fädige Cyanoprokaryota – GEITLER (1932); coccale Cyanoprokaryota – KOMAREK & ANAGNOSTIDIS (1999); Cryptophyta – BOURELLY (1970); Bacillariophyceae – KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986, 1988, 1991 a, b); Eustigmatophyceae – Ettl (1978); Euglenophyta – HUBER-PESTALOZZI (1955); Dinophyta – POPOVSKY & PFIESTER (1990); coccale Chlorophyta – KOMAREK & FOTT (1983); fädige Chlorophyta – HEERING (1914); Desmidiaceen – LENZENWEGER (1996, 1997, 1999), WEST & WEST (1904, 1905, 1908, 1912), WEST W. ET AL (1923) und RUZICKA (1977, 1981).

Die Schätzung der relativen Häufigkeiten der Algenarten erfolgte nach LOUB et al. (1954) auf einer Skala von eins bis fünf. Dabei bedeutet: 1 sehr selten, 2 in geringer Menge, 3 in zahlreichen Exemplaren, 4 sehr häufig und 5 dominant. Die Listen wurden anschließend vereint, wobei für Algenarten an der jeweiligen Probenstelle galt: – nicht vorkommend, + an 1–3 Terminen, ++ an 4–6 Terminen und +++ an mehr als 7 Terminen vertreten.

Am 21. 8. 02, einem bewölkten, mäßig warmen Tag wurde bei S3 ein Data-Logger exponiert, um Schwankungen der Temperatur (Wasser, Boden und Luftraum 10 cm oberhalb der Schlenke) zu dokumentieren.

Ergebnisse

Um die einzelnen Standorte hinsichtlich ihrer Abiotik kurz zu charakterisieren, werden in Tabelle 1 die Mittelwerte und die Standardabweichung der gemessenen Variablen wiedergegeben. Das Moorloch unterscheidet sich hinsichtlich der Abiotik deutlich von den anderen Standorten. So ist z. B. die mittlere Temperatur im Moorloch deutlich geringer als an den übrigen Probenstellen. Der pH-Wert zeigt keinen nennenswerten

Abweichungen zwischen den Standorten. Die Chlorophyll-a-Konzentrationen sind mit 5,2 und 3,6 $\mu\text{g cm}^{-2}$ in S2 und S5 am geringsten, das Maximum liegt bei S1, einer sehr großen Schlenke, die – mit Ausnahme des Moorlochs – auch die größte Anzahl an bestimmten Taxa aufweist. Die berechnete Konzentration des freien CO_2 beträgt zwischen 1,3 und 2,2 mg l^{-1} .

Tab. 1: Mittelwerte $\pm$ Standardabweichung ausgesuchter Standortparameter. – Mean $\pm$ standard deviation of selected environmental variables.

	ML	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Lf[$\mu\text{S cm}^{-1}$]	164 $\pm$ 34	13 $\pm$ 6	13 $\pm$ 6	17 $\pm$ 8	15 $\pm$ 4	23 $\pm$ 15	23 $\pm$ 11
T[°C]	12,9 $\pm$ 6,8	17,3 $\pm$ 7,6	16,9 $\pm$ 5,0	16,6 $\pm$ 6,2	16,6 $\pm$ 6,4	15,2 $\pm$ 1,5	18,0 $\pm$ 8,2
pH Wert	8,2 $\pm$ 0,2	7,3 $\pm$ 0,1	6,8 $\pm$ 0,3	7,2 $\pm$ 0,2	7,1 $\pm$ 0,2	6,8 $\pm$ 0	7,0 $\pm$ 0,2
Alkalinität[mval l ⁻¹]	1,82 $\pm$ 0,36	0,30 $\pm$ 0,26	0,19 $\pm$ 0,04	0,24 $\pm$ 0,06	0,22 $\pm$ 0,03	0,15 $\pm$ 0	0,19 $\pm$ 0,04
Härte[mval l ⁻¹]	1,75 $\pm$ 0,33	0,15 $\pm$ 0,07	0,15 $\pm$ 0,10	0,24 $\pm$ 0,26	0,18 $\pm$ 0,06	0,21 $\pm$ 0,15	0,15 $\pm$ 0,05
Ca Härte[mval l ⁻¹]	1,68 $\pm$ 0,32	0,11 $\pm$ 0,06	0,10 $\pm$ 0,06	0,13 $\pm$ 0,08	0,12 $\pm$ 0,09	0,21 $\pm$ 0,17	0,10 $\pm$ 0,03
Chl-a[$\mu\text{g cm}^{-2}$]	-	20,4 $\pm$ 7,6	5,2 $\pm$ 2,8	15,7 $\pm$ 4,2	17,0 $\pm$ 5,5	3,6 $\pm$ 2,8	9,8 $\pm$ 5,5
c(CO ₂)[mg l ⁻¹]	1,30 $\pm$ 0,54	1,53 $\pm$ 1,26	2,16 $\pm$ 1,02	1,31 $\pm$ 0,48	1,67 $\pm$ 0,54	1,82 $\pm$ 0	1,53 $\pm$ 0,38

In Tabelle 2 wurde der prozentuelle Anteil der Algenklassen an der an diesem Standort bestimmten Gesamtartenzahl berechnet. Auffällig ist, dass die Chlorophyta in allen Probenstellen den Hauptanteil der Algenvegetation (Abb. 3–9) bilden. Der Großteil der bestimmten Chlorophyta waren Desmidiaceen, die an diese Extremstandorte angepasst sind und daher in enormer Formenfülle und hoher Individuenzahl auftreten (LUSCINSKA 1998, LEDERER 2002). Auch die Cyanoprokaryota sind relativ häufig vertreten, während der Anteil anderer Algenklassen äußerst gering ist.

Tab. 2: %-Anteil der Algenklassen an der Gesamtartenzahl des jeweiligen Standorts. – Percentage of algal classes on the total determined algae on the respective site.

	ML	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Cyanoprokaryota	18	20	20	16	21	18	11
Cryptophyta	1	1	2	2	2	3	3
Heterokontophyta	10	4	5	3	5	8	4
Euglenophyta	0	0	1	1	0	5	4
Dinophyta	2	3	3	3	5	5	0
Chlorophyta	69	72	69	75	67	61	78

Hinsichtlich der Algenklassenverteilung sind keine besonderen Unterschiede zwischen den einzelnen Standorten erkennbar. Dies trifft allerdings nicht für die Artenzusammensetzung zu, wie Tabelle 3 zeigt. Die von anderen Standorten abweichende Chemie des Moorlochs drückt sich auch in der Algengemeinschaft aus: Es ist mit 108 bestimmten Taxa am artenreichsten und weist eine völlig andere Artenzusammensetzung auf als die übrigen Probenstellen. Außerdem konnten einige Algen ausschließlich im Moorloch gefunden werden: Zum einen sind dies sehr große Desmidiaceenarten wie z. B.: *Actinotaenium turgidum*, *Closterium ehrenbergii* var. *ehrenbergii*, *Euastrum oblongum* var. *oblongum*, *Micrasterias crux-melitensis*, *Penium margaritaceum* und *Pleurotaenium trabecula*, zum anderen fädige Algen wie *Desmidium swartzii* var. *swartzii*, *Hyalotheca dissiliens* var. *dissiliens*, *Spirogyra* sp., *Spirulina spirulinoides*, und *Zygnema* sp. Wei-

ters sind auch Planktonalgen wie z. B.: *Asterionella formosa*, *Coelastrum sphaericum*, *Nephrocytium limneticum*, *Pediastrum boryanum* und *Scenedesmus decorus*, die Aufwuchsalgen *Bulbochaete* sp. und *Chaetophora* sp., sowie einige *Cosmarium*- und *Staurastrum*-Arten nur im Moorloch zu finden.

Tab. 3: Artenliste; SI-ML = Probenpunkte, L = nach LENZENWEGER (1993), R = nach REDINGER (1934) (Varietäten nicht berücksichtigt); – nicht vorkommend, + an 1–3 Terminen, ++ an 4–6 Terminen, +++ an mehr als 7 Terminen beobachtet. – List of determined algae; SI-ML study sites, L = according to LENZENWEGER (1993), R = according to REDINGER (1934) (varieties disregarded); – not found, + on 1–3 dates, ++ on 4–6 dates, +++ on more than 7 dates found.

[illegible]

[illegible]

Taxon	S1	S2	S3	S4	S5	S6	ML	L	R
<i>Cosmarium portianum</i> ARCH.								*	
<i>Cosmarium pseudobirenum</i> BOLDT								*	
<i>Cosmarium pseudoholmii</i> BERGE								*	
<i>Cosmarium pseudonitidulum</i> NORDST.								*	
<i>Cosmarium pseudoornatum</i> EICHLER ET GUTW.								*	
<i>Cosmarium pseudopyramidatum</i> var. <i>pseudopyramidatum</i> LUND.	+++	+++	+++	+++	-	-	+	*	*
<i>Cosmarium punctulatum</i> BREG.								*	*
<i>Cosmarium quadratulum</i> (GAY) DE TONI									*
<i>Cosmarium quadratum</i> RALFS								*	
<i>Cosmarium quasilus</i> LUND.								*	
<i>Cosmarium rectangulare</i> GRUN.								*	
<i>Cosmarium regnellii</i> WILLE								*	
<i>Cosmarium reniforme</i> (RALFS) ARCH.								*	
<i>Cosmarium retusifforme</i> var. <i>incrassatum</i> GUTW.	+++	-	++	-	-	-	-	*	*
<i>Cosmarium sexnotatum</i> GUTW.								*	
<i>Cosmarium</i> sp.1 CORDA	+	-	-	-	-	-	++		
<i>Cosmarium</i> sp.2 CORDA	+	-	-	-	-	-	+		
<i>Cosmarium speciosum</i> LUND								*	
<i>Cosmarium sphagnicolum</i> WEST ET WEST									*
<i>Cosmarium staurastroides</i> EICHL. ET GUTW.									*
<i>Cosmarium subcostatum</i> var. <i>minus</i> (W. & G.S. WEST) FÖRSTER	+++	+	-	-	-	-	-	*	
<i>Cosmarium subcucumis</i> SCHMIDLE								*	
<i>Cosmarium subochthodes</i> SCHMIDLE								*	
<i>Cosmarium subtumidum</i> NORDST.								*	*
<i>Cosmarium synostegos</i> (?)									*
<i>Cosmarium tetraophthalmum</i> (KÜTZ.) RALFS								*	
<i>Cosmarium trilobulatum</i> var. <i>depressum</i> cf. PRINTZ	+	+++	+++	-	-	-	-		
<i>Cosmarium truncatellum</i> (PETRY) RABENH.	+	+++	-	-	-	-	-		
<i>Cosmarium tumidum</i> LUND									*
<i>Cosmarium turpinii</i> var. <i>eximium</i> W. & G. S. WEST	-	-	-	-	-	-	+	*	
<i>Cosmarium undulatum</i> CORDA									*
<i>Cosmarium variolatum</i> LUND.								*	
<i>Cosmarium venustum</i> var. <i>minus</i> (WILLE) KRIEGER & GERLOFF	+	-	-	-	-	-	-	*	*
<i>Cosmarium venustum</i> var. <i>venustum</i> (BREG.) ARCH. IN PRITCHARD	+++	+++	+++	+++	-	-	-	*	*
<i>Cosmarium vexatum</i> WEST								*	
<i>Cosmarium vogesiakum</i> LEM.								*	*
<i>Cylindrocystis brebissonii</i> MENEGH.	+++	+	+++	+++	++	+++	++	*	*
<i>Cylindrocystis crassa</i> cf. DE BARY	-	-	+	-	+	+	-	*	*
<i>Cylindrocystis diplospora</i> cf. LUND.	-	-	-	+	-	++	-		
<i>Desmidiium aptogomum</i> BREG.								*	
<i>Desmidiium swartzii</i> var. <i>swartzii</i> (C. A. AGARDH.) EX RALFS	-	-	-	-	-	-	++	*	*
<i>Dictyosphaerium sphagnale</i> cf. HIND.	+++	+	-	-	-	-	-		

Taxon	S1	S2	S3	S4	S5	S6	ML	L	R
<i>Staurastrum subbrebissonii</i> cf. SCHMIDLE	–	–	+	–	–	–	–		
<i>Staurastrum subscabrum</i> NORDST.	+++	+++	+++	+++	++	+++	++	*	
<i>Staurastrum teliferum</i> RALFS								*	*
<i>Staurastrum tetracerum</i> var. <i>tetracerum</i> (KÜTZ.) RALFS	+++	++	+++	+++	+	–	+		*
<i>Staurastrum trapezicum</i> BOLDT								*	
<i>Staurodesmus brevispina</i> (BREB.) CROAS.								*	
<i>Staurodesmus connatus</i> (LUND.) THOM									*
<i>Staurodesmus convergens</i> (EHR.) TEIL.								*	*
<i>Staurodesmus dejectus</i> var. <i>dejectus</i> (BREB. EX RALFS) TEIL.	+++	+	++	–	–	–	+	*	*
<i>Staurodesmus dickiei</i> (RALFS) LILLIER								*	
<i>Staurodesmus incus</i> (BREB.) TEIL									*
<i>Staurodesmus mamillatus</i> (NORDST.) TEIL								*	
<i>Staurodesmus omearii</i> cf. (ARCH.) TEIL.	+++	+++	+++	+	+	–	+	*	*
<i>Staurodesmus phimus</i> (TURN.) THOM								*	
<i>Staurodesmus</i> sp. TEILING	–	–	–	–	–	–	+		
<i>Staurodesmus spencerianus</i> (MASK.) TEIL.								*	
<i>Staurodesmus triangularis</i> (LAGERH.) TEIL								*	
<i>Stigeoclonium</i> sp. KÜTZING	–	–	–	–	–	+	++		
<i>Teilingia excavata</i> var. <i>excavata</i> (RALFS EX RALFS) BOURRELLY	++	+++	++	–	–	–	–	*	*
<i>Tetmemorus granulatus</i> (BREB.) RALFS								*	*
<i>Tetmemorus laevis</i> var. <i>minutus</i> cf. (DE BARY) KRIEG.	+++	+++	+++	+++	++	+++	+		*
<i>Ulothrix</i> sp. KÜTZING	–	–	–	–	–	–	++		
<i>Zygnema</i> sp. C. A. AGARDH	–	–	–	–	–	–	+++		
<i>Zygogonium ericetorum</i> KÜTZING	+	–	–	–	–	–	–		

Die artenreichste Schlenke ist S1 mit 70 Arten. Sie wird von *Chroococcus turgidus* dominiert und weist zahlreiche typische Hochmoorbewohner wie z. B.: *A. cucurbita* var. *cucurbita*, *C. amoenum* var. *amoenum*, *Cylindrocystis brebissonii*, *E. huetkemuellerei*, *Netrium digitus*, *P. polymorphum*, *Pleurotaenium minutum*, *St. inconspicuum*, *St. margaritaceum*, *St. orbiculare* var. *depressum*, *St. subscabrum* und *Tetmemorus laevis* var. *minutus* auf. *A. cucurbita*, *Pl. minutum*, *P. polymorphum* und *St. margaritaceum* sind für oligotrophe Standorte typisch (PETERFI 1974).

S2 zählt mit 61 Arten ebenfalls zu den artenreichsten, obwohl die als Chlorophyll-a-Werte ausgedrückte Algenbiomasse (Tab. 1) verhältnismäßig gering ist. In dieser Schlenke war das ganze Jahr über *St. subscabrum* dominant. Erstaunlich ist, dass sich in dieser recht kleinen und zum Teil ausgetrockneten Schlenke *E. insigne* var. *insigne* und *M. truncata*, zwei recht große Desmidiaceen, in beträchtlicher Individuendichte entwickeln konnten, während sie beispielsweise in S1 völlig fehlen.

Eine weitere artenreiche Schlenke stellt S3 mit 64 gefundenen Arten dar. Die Algen-gemeinschaft dieser Schlenke wurde an den ersten drei Terminen von *Staurodesmus omearii* dominiert. Dieser verlor aber zunehmend an Bedeutung und wurde von *Chlorobotrys polychloris*, *Chr. turgidus*, *Cl. lunula*, *P. polymorphum*, *St. tetracerum* und *St. subscabrum* abgelöst.

Am Probenpunkt S4 wurden insgesamt 43 Taxa gefunden. Dieser wurde durchgehend von *Cl. nilssonii* var. *nilssonii* dominiert. Weitere häufige Arten waren: *Chr. turgidus*, *Neglectella eremosphaerophila*, *St. tetracerum* und *T. laevis* var. *minutus*.

In der Schlenke S5 wurden lediglich 38 Arten gefunden, wobei hier zu berücksichtigen ist, dass dieser Standort nur fünf Mal beprobt werden konnte. Im Mai war *Cyl. brebissonii* und *P. polymorphum* dominant, im August und Oktober waren *Cyl. crassa*, *Gloeocystis polydermatica* und *Mesotaenium mirificum* häufig zu finden. Zwischen den genannten Monaten war diese Schlenke zumeist ausgetrocknet. Dies wird auch gut mit dem Vorkommen von *G. polydermatica*, einer aerischen, auf sauren Felsen, Holz und Moosen vorkommenden Alge dokumentiert. *St. subscabrum* kam auch an diesem Standort häufig vor.

Die weitaus artenärmste Moorschlenke stellt S6 mit nur 27 Arten dar. *St. subscabrum* dominiert hier, weitere in großer Zahl vorkommende Arten sind *A. cucurbita* var. *cucurbita*, *Cyl. brebissonii*, *N. digitus*, *Oscillatoria Annae* cf. und *T. laevis* var. *minutus*.

Die Messung mit dem Data Logger führte zu dem Ergebnis, dass eine Schlenke im Vergleich zu anderen aquatischen Systemen bereits an einem mäßig warmen Sommertag extremen Temperaturschwankungen unterworfen ist (Abb. 2). Wie schon REDINGER (1934) zeigte, erwärmt sich das Wasser untertags stärker als die Luft, in der Nacht erreicht die Luft ein Minimum von etwa 8,5 °C, das Wasser aber kühlt nur auf ca. 12 °C ab.

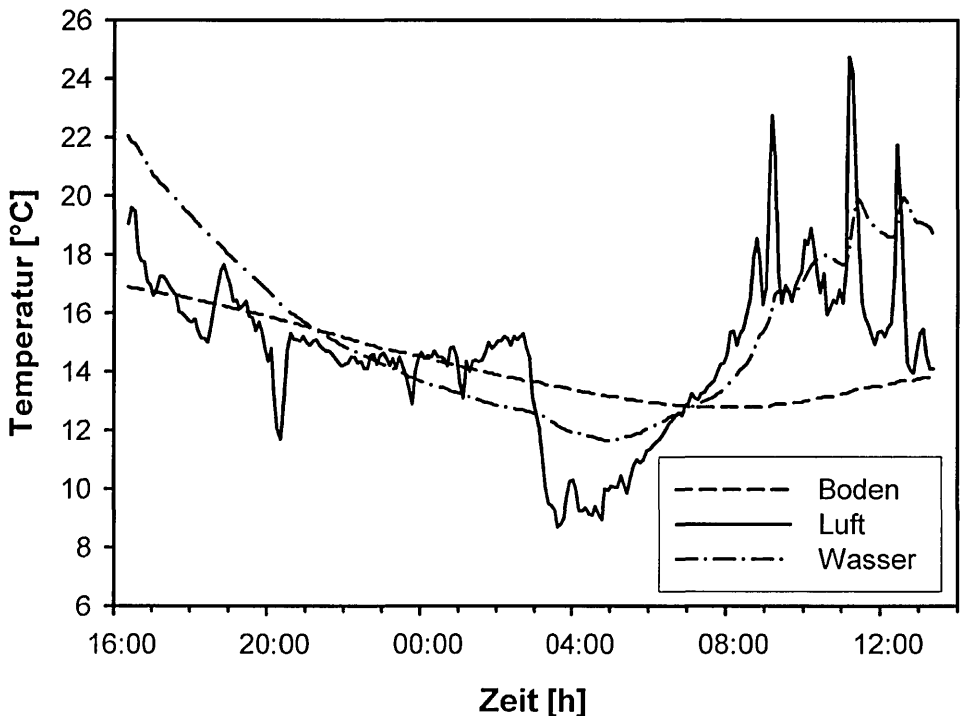


Abb. 2: Temperaturkurven für Wasser, Luft und Boden an der Schlenke S3 am 21. 8. 02. – Temperature curves of water, air and soil at S3 on the 21-08-02.

Während also die Temperatur der Luft um mehr als 16°C und die des Wassers um 8°C schwankt, sind die Temperaturschwankungen des Bodens mit nur 4°C äußerst gering. Dies ist auf die schlechte Wärmeleitfähigkeit des Torfes zurückzuführen.

Diskussion

Es wurden große Unterschiede in den Werten des freien CO₂ in der vorliegenden (1,3–2,2 mg l⁻¹) und der Arbeit REDINGERS (1934) (10–50 mg l⁻¹) festgestellt. Diese beruhen vermutlich auf der unterschiedlichen Methodik. Außerdem ist die Konzentration des CO₂ u. a. abhängig von pH-Wert und Leitfähigkeit, deren Messung in diesem schlecht gepufferten System in früheren Tagen Probleme bereitete.

Mit Ausnahme von sporadischen Überflutungen (z. B.: Niederdrückung unter den Seespiegel durch Schneebedeckung) sind die Schlenken hauptsächlich auf Niederschläge und deren atmosphärisch mitgeführten Staub angewiesen, was zu äußerst niedrigen Ionengehalten führt. Dies drückt sich neben geringer Leitfähigkeit u. a. auch in einer niedrigen Gesamthärte und Ca⁺⁺-Härte aus.

Die geringen Chlorophyll-a-Konzentrationen in S2 und S5 lassen sich damit erklären, dass diese beiden Schlenken im Vergleich zu den anderen deutlich kleiner sind und auch immer wieder stark vom Austrocknen bedroht waren, wodurch die Algengemeinschaft in ihrer Entwicklung gestört war.

Die u. a. von LENZENWEGER (1993) festgestellte Zonierung des Schwingrasens ist auch aus den in der vorliegenden Arbeit gemessenen Werten der Standortparameter ersichtlich (Tab. 1). So gliedert sich der Schwingrasen in einen seenahen, vom See beeinflussten Bereich mit den Standorten S3, S4 und S5, an denen Leitfähigkeit, Gesamthärte und Ca⁺⁺-Härte deutlich erhöht sind und in einen seeabgewandten, ausschließlich vom Regenwasser gespeisten Bereich mit den Standorten S1 und S2 mit geringeren Werten für die oben angegebenen Parameter. Interessant ist, dass die Schlenke S1, die unmittelbar neben dem Moorloch liegt, von diesem anscheinend weitgehend unbeeinflusst bleibt. Das Moorloch nimmt eine Sonderstellung ein, die sich im Chemismus und in der Algengemeinschaft ausdrückt. Es ist – im Gegensatz zu den Schlenken – eine kleine offene Wasserfläche im Schwingrasen, die mit dem See in Verbindung steht. So ist z. B.: die Leitfähigkeit im Moorloch um ein Vielfaches höher als an den übrigen Standorten. Hervorzuheben ist, dass sowohl die extremen abiotischen Verhältnisse als auch die großen tageszeitlichen Temperaturschwankungen in den Schlenken ein Selektionskriterium darstellen.

Hinsichtlich der Algengemeinschaft ist zwar eine gewisse Zonierung erkennbar, es gestaltet sich allerdings schwierig, die einzelnen Biotope aufgrund der Phytobenthoscönose einer bestimmten Zone zuzuordnen. Die untersuchten Schlenken zeigen hinsichtlich der Artenzusammensetzung Ähnlichkeiten. So wurde zwischen den Standorten S1 und S2 mit 57, S1 und S3 mit 56 und S2 und S3 mit 55 gemeinsamen Algentaxa die größte Übereinstimmung verzeichnet. Interessanterweise liegen diese 3 Schlenken sehr weit voneinander entfernt, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, dass genau diese Probenpunkte auch die drei artenreichsten sind. Die Standorte S6 und ML sowie S4, S5 und S6 weisen die größten Unterschiede in Bezug auf die Algengemeinschaft auf. Dies lässt sich einerseits durch die Sonderstellung des Moorlochs erklären, andererseits dadurch, dass die Schlenken S4–S6 zugleich die artenärmsten sind. Hervorzuheben ist, dass sich benachbarte Standorte hinsichtlich der Algenzusammensetzung stärker unterscheiden

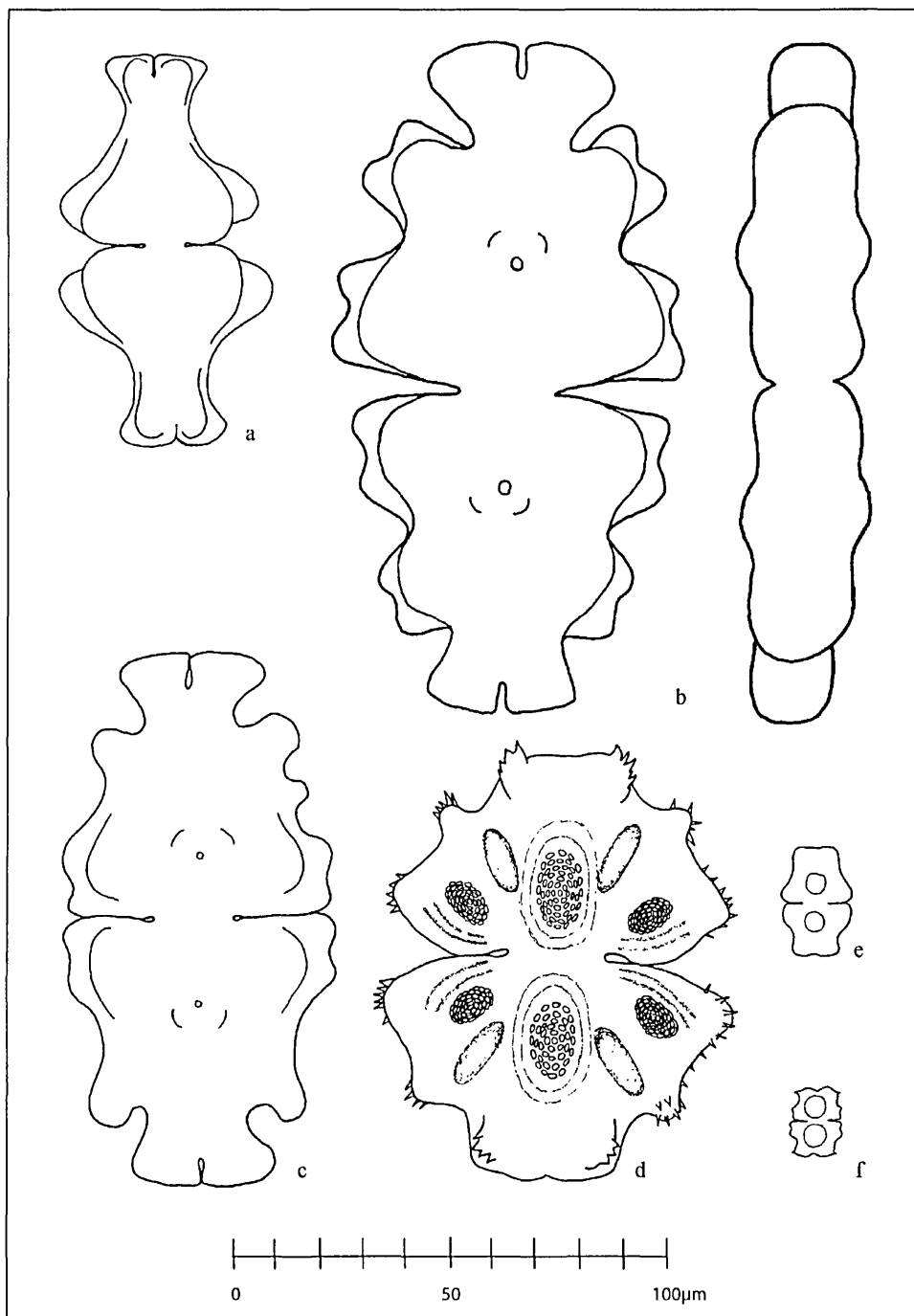


Abb. 3: a *Euastrum insigne* var. *insigne*, b *Euastrum oblongum* var. *oblongum*, c *Euastrum pin-natum*, d *Euastrum verrucosum* var. *alpinum*., e *Euastrum luetkemuellieri* cf., f *Euastrum subal-pinum* var. *subalpinum* cf.

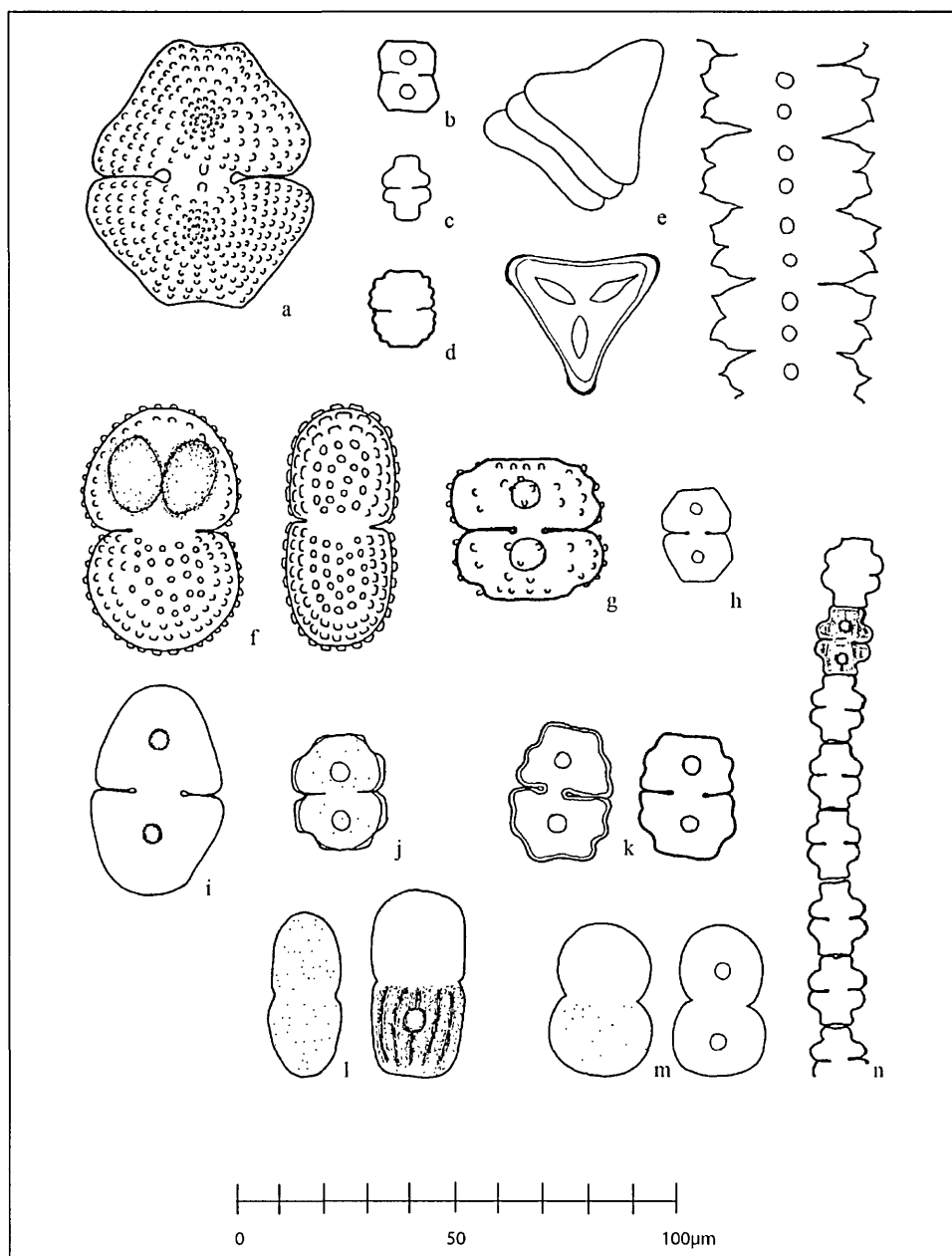


Abb. 4: a *Cosmarium turpinii* var. *eximium*, b *Cosmarium angulosum* var. *angulosum* cf., c *Cosmarium trilobulatum* var. *depressum* cf., d *Cosmarium subcostatum* var. *minus*, e *Desmidium swartzii* var. *swartzii*, f *Cosmarium amoenum* var. *amoenum*, g *Cosmarium boeckii* cf., h *Cosmarium laeve* var. *laeve*, i *Cosmarium pseudopyramidatum* var. *pseudopyramidatum*, j *Cosmarium retusifforme* var. *incrassatum*, k *Cosmarium venustum* var. *venustum*, l *Actinotaenium cucurbita* var. *cucurbita*, m *Actinotaenium globosum* var. *globosum*, n *Spondylosium pulchellum* var. *pulchellum*.

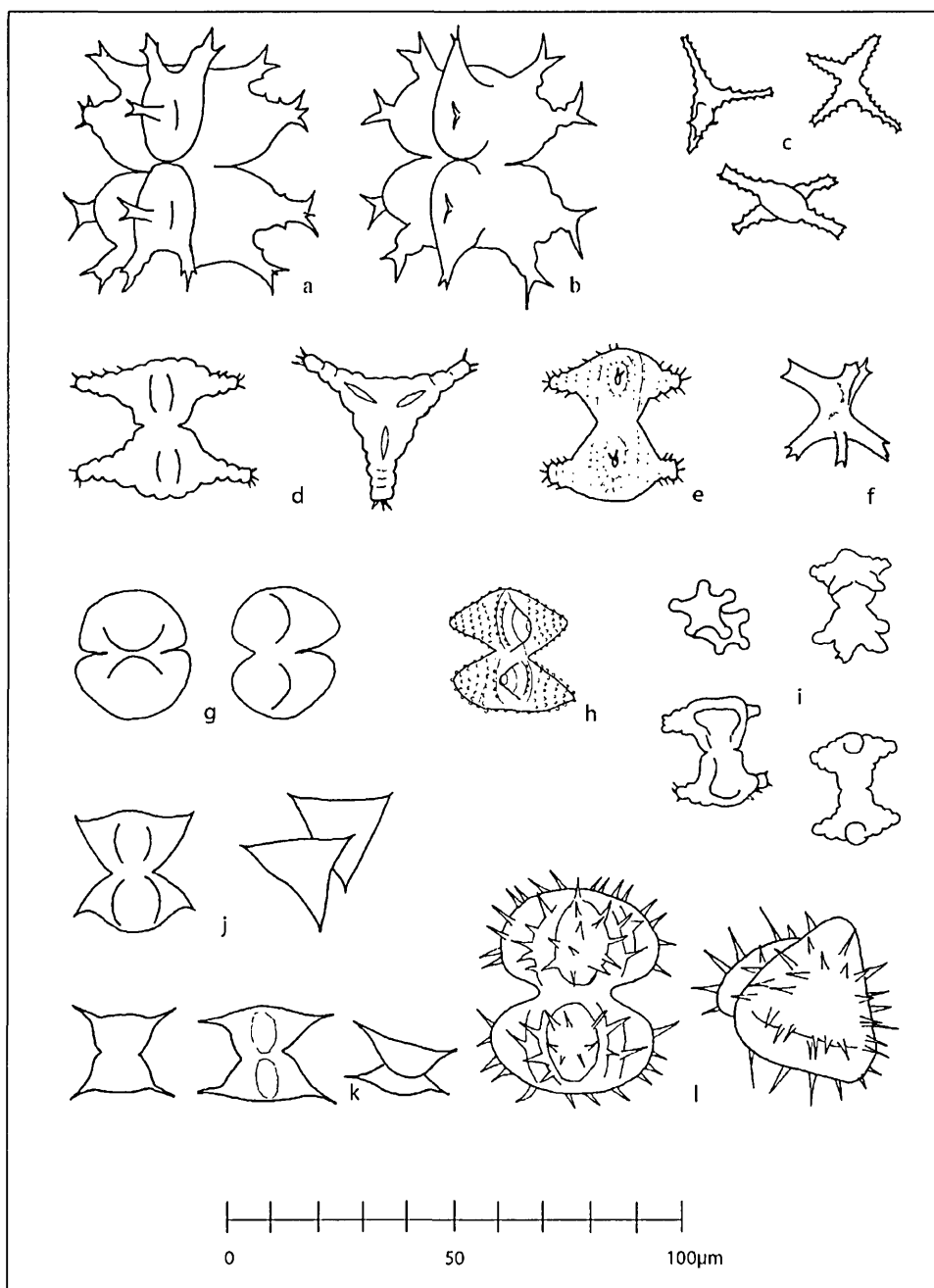


Abb. 5: a, b *Staurastrum furcigerum*, c *Staurastrum tetracerum* var. *tetracerum*, d *Staurastrum boreale* var. *boreale* cf., e *Staurastrum crenulatum* var. *crenulatum* cf., f *Staurastrum brachiatum* var. *brachiatum*, g *Staurastrum orbiculare* var. *depressum*, h *Staurastrum dispar* cf., i *Staurastrum margaritaceum*, j *Staurodesmus dejectus* var. *dejectus*, k *Staurodesmus omearii* cf., l *Staurastrum subbrebissonii* cf.

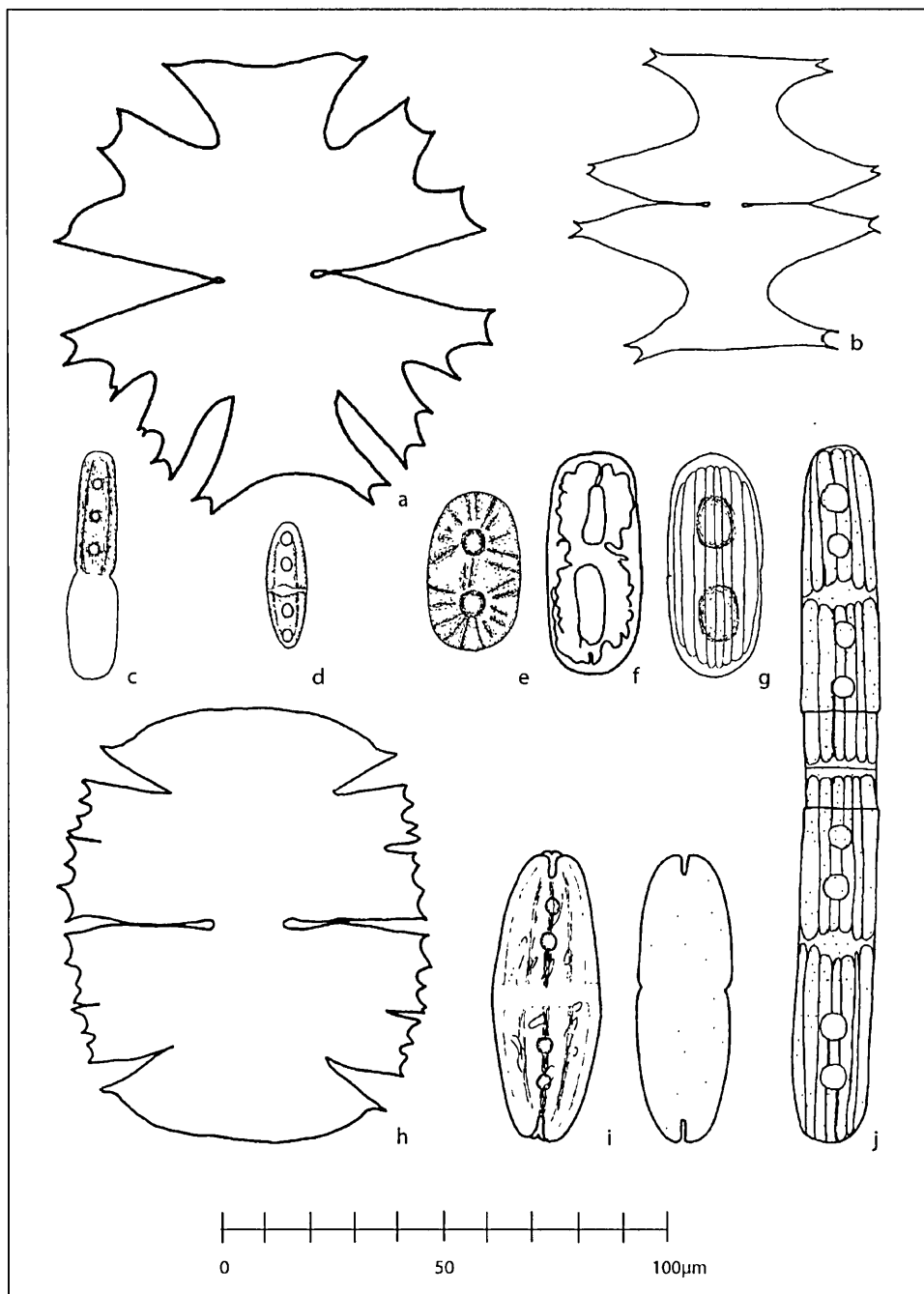


Abb. 6: a *Micrasterias crux-melitensis*, b *Micrasterias pinnatifida*, c *Pleurotaenium minutum*, d *Closterium navicula* var. *navicula*, e *Cylindrocystis diplospora* cf., f *Cylindrocystis brebissonii*, g *Penium polymorphum*, h *Micrasterias truncata*, i *Tetmemorus laevis* var. *minutus* cf., j *Penium margaritaceum* cf.

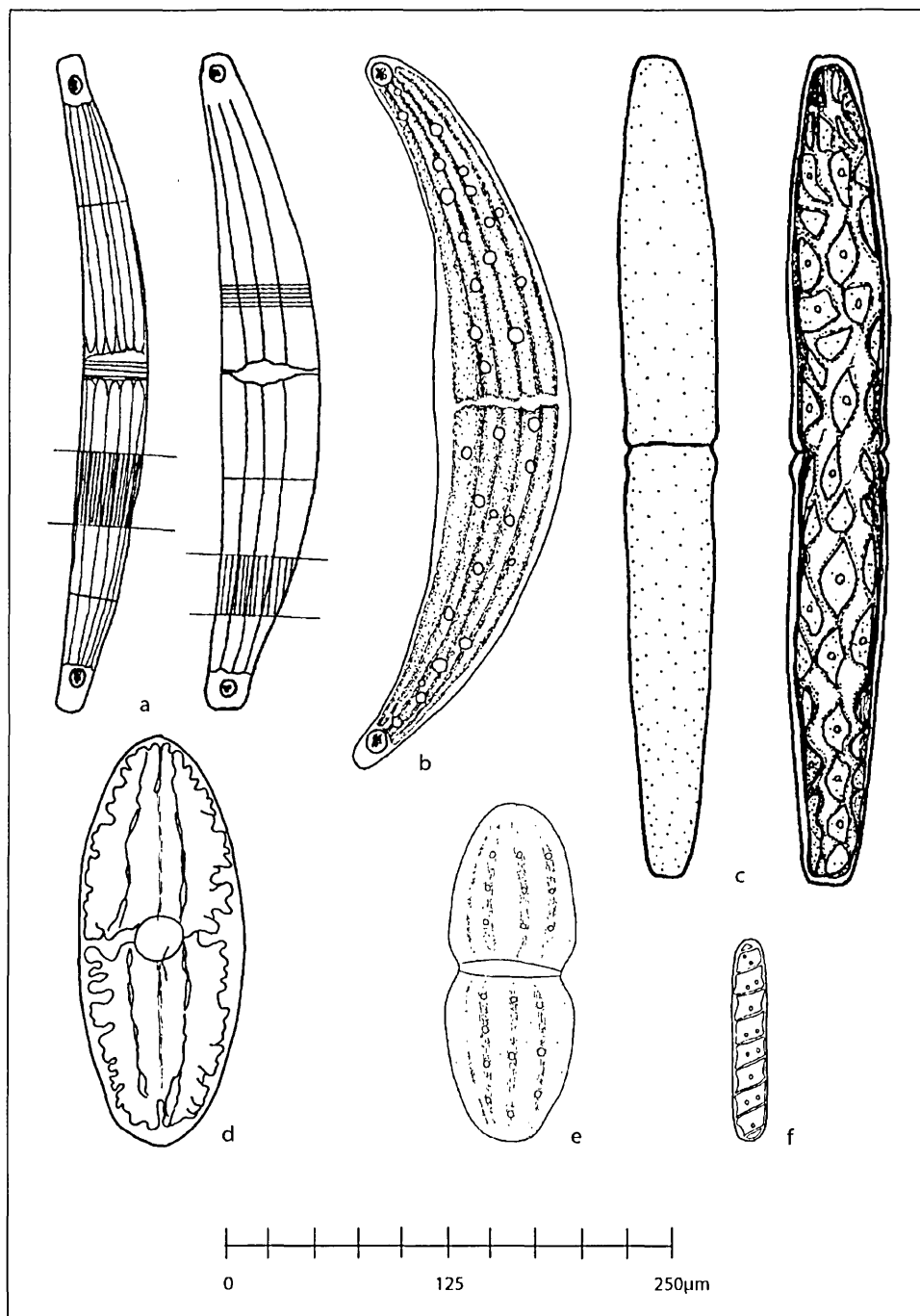


Abb. 7: a *Closterium striolatum* var. *striolatum*, b *Closterium ehrenbergii* var. *ehrenbergii*, c *Pleurotaenium trabecula*, d *Netrium digitus*, e *Actinotaenium turgidum* var. *turgidum*, f *Spirotaenia condensata*.

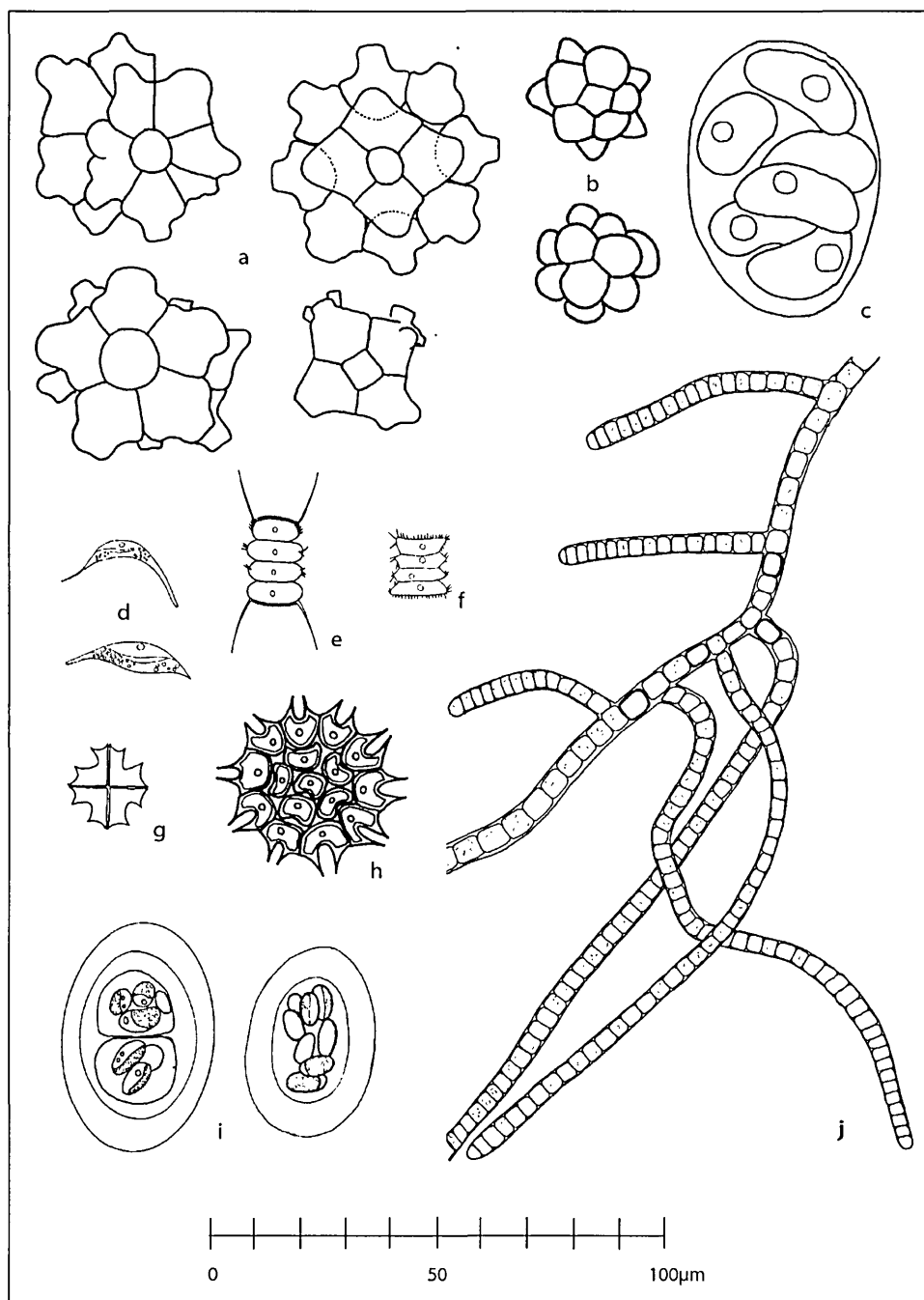


Abb. 8: a *Coelastrum sphaericum*, b *Coelastrum astroideum*, c *Nephrocystium limneticum*, d *Korshikoviella limnetica* cf., e *Scenedesmus decorus*, f *Scenedesmus serratus*, g *Pediatrum tetras*, h *Pediatrum boryanum* var. *boryanum*, i *Gloeocystis polydermatica*, j *Hapalosiphon intricatus* cf.

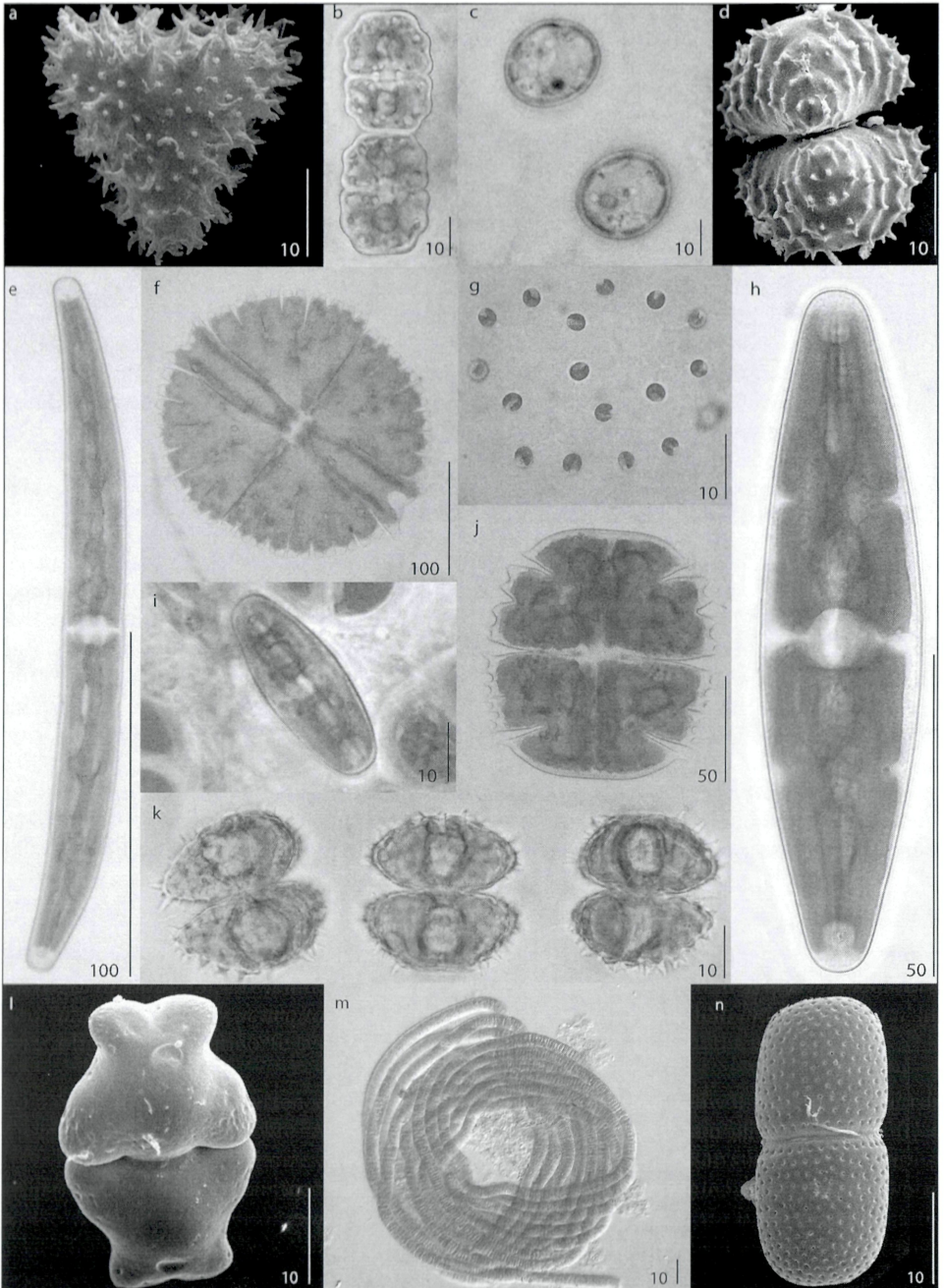


Abb. 9: a *Staurastrum subscabrum*, b *Cosmarium venustum* var. *venustum*, c *Chlorobotrys polychloris*, d *Staurastrum subscabrum*, e *Closterium nilssonii* var. *nilssonii* cf., f *Micrasterias rotata*, g *Dictyosphaerium sphagnale* cf., h *Closterium closterioides* var. *intermedium*, i *Closterium navicula* var. *navicula*, j *Micrasterias truncata*, k *Staurastrum subscabrum*, l *Euastrum luetkemulleri* cf., m *Oscillatoria* sp., n *Actinotaenium cucurbita* var. *cucurbita*.

als andere. So haben z. B.: S3 und S4 nur 39 Taxa gemein. Daraus lässt sich ableiten, dass es sich bei Hochmoorschlenken um eigenständige, voneinander abgegrenzte Biotope handelt.

Anhand der Arbeit von LOUB et al. (1954) über die Algenzonierung in Mooren wurde versucht, die Standorte bestimmten Zonen zuzuordnen, was nur teilweise gelang: Der Probenpunkt S6 liegt sehr nahe am See, was vermuten ließe, dass er durch Überschwemmungen mit Seewasser eindeutigen Übergangsmoorcharakter aufweist. Betrachtet man allerdings die Algengemeinschaft, ergibt sich, dass S6 der für das stark saure Hochmoor charakteristischen Zone A zuzuordnen ist. BRAUN (1996) stellte für den Schwingrasen des Hechtensees ebenfalls fest, dass häufig seenahe Bereiche in die Zone A einzuordnen sind. Sie kommt zu dem Schluß, dass der Torfkörper die Schlenke gegen den See gut abdichtet. Der Standort S6 ist zwar nicht durch einen stark sauren pH-Wert gekennzeichnet ($7,0 \pm 0,2$), es stimmen aber andere die Algenzusammensetzung betreffende Merkmale mit der Zone A überein. So zeichnet er sich durch Artenarmut und Individuenreichtum aus und weist eine Algengemeinschaft ähnlich der der Zone A auf: *Cyl. brebissonii*, *N. digitus* (in Zone A *N. oblongum*), *St. subscabrum* (in Zone A *St. scabrum*), *Chr. turgidus*, *A. cucurbita* (bei LOUB et. al. 1954 als *C. cucurbita*), *T. laevis*, *Pl. minutum* (bei LOUB et al. 1954 als *P. minutum*), *St. inconspicuum*, *St. margaritaceum* und *Oedogonium sp.*

Die Zone B wurde weder im Hechtenseegebiet gefunden (BRAUN 1996), noch konnte einer der Standorte am Oberseeschwingrasen eindeutig dieser Zone zugeordnet werden. In der Schlenke S2 waren zwar einige Charakterarten der Zone B anzutreffen, bei näherer Betrachtung der Artenzusammensetzung, der Artenzahl (zwischen 50 und 60) und der Alkalinität ($0,20\text{--}0,35\text{ mval l}^{-1}$) ergibt sich allerdings eine Zugehörigkeit zur Zone C. Ein weiterer Hinweis für die Zone C ist das Auftreten von *Cl. striolatum*, welche eine Charakterart für diese Zone darstellt (REPITZ 1993). Andere Zeigerarten sind *M. rotata*, *M. truncata*, *C. amoenum*, *C. pseudopyramidatum*, *N. digitus*, *Eremosphaera viridis*, *Neg. sp.*, *Botryosphaerella sudetica*. Folgt man der Arbeit von LOUB et al. (1954), so ist der Hauptanteil am Schwingrasen des Lunzer Obersees als Zone C zu qualifizieren. Diese Zone beschränkt sich vermutlich, wie auch am Hechtensee, auf die zentralen Schwingrasenbereiche (BRAUN 1996), dies sollte jedoch in zukünftigen Arbeiten bestätigt werden.

Zone D ist für seenahe Randbereiche von Schwingrasen charakteristisch und wurde am Hechtensee auch häufig dort gefunden (BRAUN 1996). In der vorliegenden Arbeit konnten die Schlenken in Seenähe (S3–S6) allerdings nicht dieser Zone zugeordnet werden. Dies könnte daran liegen, dass diese Probenstellen zu weit vom See entfernt liegen. Der beprobte Randbereich des Moorlochs beinhaltet jedoch einige Zeigerarten der Zone D wie *M. crux-melitensis*, *Aphanothece sp.*, *Cymbella sp.*, *Coelastrum sp.* und *Spirogyra sp.*

Die Zuordnung zu den von LOUB et al. (1954) definierten Zonen bereitet zwar gewisse Schwierigkeiten, sie erscheint aber durchaus sinnvoll, da gewisse Algenzusammensetzungen für bestimmte Umweltbedingungen typisch sind. Weitere Studien über die Umweltansprüche von Algengesellschaften wären wünschenswert.

Ein Vergleich mit einer von KUSEL-FETZMANN und URL (1965) durchgeführten Arbeit an einem vergleichbaren Standort, nämlich dem Schwingrasenmoor am Goggausee, lieferte die Erkenntnis, dass dieser Schwingrasen zwar in ähnlicher Weise wie der des Lunzer Obersees in Zonen mit unterschiedlichen abiotischen und biotischen Verhältnissen gegliedert ist, diese Zonen aber anders als am Oberseeschwingrasen ausgeprägt sind.

So ist am Goggausee im Gegensatz zum Obersee eine saure Hochmoorschlenkengesellschaft weit verbreitet. Auch im Hinblick auf die Algengesellschaft waren Unterschiede zu verzeichnen.

In der vorliegenden Arbeit wurden insgesamt 150 Arten bestimmt, wobei 48 auch von LENZENWEGER (1993) und 39 von REDINGER (1934) verzeichnet wurden. LENZENWEGER (1993) fand insgesamt 144 Taxa, während REDINGER (1934) lediglich 76 Taxa anführt. Die schlechte Übereinstimmung mit der Arbeit REDINGERS (1934) rührt vermutlich daher, dass dieser sich bei der Beprobung auf zwei Schlenken des Schwingrasens konzentrierte, LENZENWEGER (1993) bestimmte ausschließlich Desmidiaceen. Ein Vergleich mit den Untersuchungen von GAMS (1927) lieferte 8 gemeinsame Arten, auf deren Auflistung daher verzichtet wurde.

M. rotata konnte im Gegensatz zu LENZENWEGER (1993) nur an vier und nicht an allen Standorten gefunden werden. Es wurden jedoch folgende Arten an allen Standorten gefunden: *A. cucurbita* var. *cucurbita*, *Chr. turgidus*, *Cryptomonas* sp., *Cyanothece aeruginosa*, *Cyl. brebissonii*, *Navicula* sp., *N. digitus*, *Oedogonium* sp., *P. polymorphum*, *St. subscabrum* und *T. laevis* var. *minutus*. Diese Taxa traten zum Teil massenhaft auf. *N. digitus*, *Cyl. brebissonii* und *Cryptomonas* sp. wurden auch von LEDERER (2002) in unterschiedlichen Moortypen angetroffen.

Im Folgenden sollen einige der gefundenen Algenarten kritisch betrachtet und auf Probleme bei der Bestimmung hingewiesen werden: Bei *Cl. nilssonii* var. *nilssonii* BORGE (Abb. 9e) besteht eine Verwechslungsmöglichkeit mit *Cl. abruptum* WEST, es unterscheidet sich von diesem durch eine zarte, oft schwer erkennbare Zellwandstreifung. Laut BROOK et al. (1993) handelt es sich allerdings bei *Cl. nilssonii* var. *nilssonii* und *Cl. abruptum* um identische Taxa. *C. trilobulatum* var. *depressum* PRINTZ (Abb. 4c) ist in Größe und Form Einzelzellen von *Spondylosium pulchellum* var. *pulchellum* ARCH. EX ARCH. (Abb. 4n) sehr ähnlich. Probleme bei der Bestimmung bereiteten Grenzformen zwischen *E. subalpinum* var. *subalpinum* MESSIK. (Abb. 3f), dem kleineren *E. gayanum* DE TONI und *E. pseudotuddalense* MESSIK. (LENZENWEGER 1996). *E. luetskemuelleri* DUC. (Abb. 9l) unterscheidet sich durch eine Mittellängswand mit einer Pore von den Alternativen *E. insulare* (WITTR.) ROY und *E. binale* (TURP.) EHR. Die Bestimmungen von *St. boreale* var. *boreale* cf. W. & G. S. WEST (Abb. 5d), *St. brachiatum* var. *brachiatum* RALFS (Abb. 5f), *St. crenulatum* var. *crenulatum* cf. (NÄG.) DELP. (Abb. 5e), *St. dispar* cf. BREB. (Abb. 5h) und *St. subbrebissonii* cf. SCHMIDLE (Abb. 5l) beruhen auf nur sehr wenigen Exemplaren, weshalb diese Arten mit cf. (= confer, vergleiche) versehen wurden. *St. brachiatum* ist bekannt für seine morphologische Variabilität (PRESCOTT et al. 1982). *Std. omearii* (ARCH.) TEIL. (Abb. 5k) ist ebenfalls eine sehr variable Art und laut LENZENWEGER (1997) nur durch die Form der Zygoten eindeutig von *Std. incus* (BREB.) TEIL. zu differenzieren. *Hapalosiphon intricatus* W. & G. S. WEST 1894 (Abb. 8j) ähnelt *H. hibernicus* W. & G. S. WEST 1896, der allerdings Zellbreiten von 7,2–9,2 µm aufweist, was für das gezeichnete Exemplar (5–7 µm) nicht zutrifft. Aufgrund der Verbreitung kommen beide Arten in Frage, da *H. intricatus* in stehenden Gewässern zwischen Moosen und *H. hibernicus* in stehenden Gewässern und Hochmooren anzutreffen ist. Erschwerend wirken vor allem zu wenig detaillierte Zeichnungen in der Literatur.

Die vorliegende Arbeit bietet Einblicke in dieses einzigartige Biotop und soll zu weiteren Arbeiten auf diesem Gebiet anregen. Auch im Bereich des Umweltschutzes und der Renaturierung können Algengesellschaften eine Zeigerfunktion haben. Hier wären vor allem Langzeitstudien wünschenswert, da man dadurch einen besseren Einblick in die

Veränderung dieses empfindlichen Ökosystems und die Wirkung von Umwelteinflüssen dokumentieren könnte (WEDDINGEN & GEIßLER 1980; COESEL et al. 1978, WERNER 1977).

Dank

Unser besonderer Dank gilt Frau Prof. Elsalore KUSEL-FETZMANN, die wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beitrug. An dieser Stelle sei auch den Mitarbeitern der Biologischen Station Lunz gedankt, die uns in jeder nur denkbaren Weise unterstützt haben. Frau Katerina RUZICKA trug wesentlich zum reibungslosen Ablauf unserer Probennahmen bei.

Literatur

- BAUER K., 1981: Zur Bedeutung der freien Kohlensäure in Forellenzuchtbetrieben. AF2 – Fischwaid. Der Fischwirt 31, 1.
- BOURRELLY P., 1970: Les algues d'eau douce. Tome III: Les algues bleues et rouges, Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Ed. Boubée, Paris, 512pp.
- BRAUN B., 1996: Die Algengesellschaften und ihre Zonierung im Mooregebiet des Hechtensees bei Mariazell (Steiermark). Diss. Univ. Wien.
- BREHM V. & RUTTNER F., 1926: Die Biozosen der Lunzer Gewässer. Int. Rev. Ges. Hydrobiol. 16, 281–391.
- BROOK A. J., WILLIAMSON D. B., & SHOESMITH E., 1993: On the status of *Closterium abruptum* WEST and *Cl. nilssonii* Borge (Desmidiaceae: Zygnemaphyceae). Nova Hedwigia 57, 255–268.
- COESEL P. F. M., KWAKKESTEIN R., & VERSCHOOR A., 1978: Oligotrophication and eutrophication tendencies in some dutch moorland pools, as reflected in their desmid flora. Hydrobiologia 61, 21–31.
- ETTL H., 1978: Xanthophyceae. In: ETTL H., GERLOFF J., & HEYNIG H. (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 3/1, G. Fischer Verlag, 530pp.
- GAMS H., 1927: Die Geschichte der Lunzer Seen. Moore und Wälder. Int. Rev. Ges. Hydrobiol. 18, 305–387.
- GEITLER L., 1932: Cyanophyceae. In: R. Kolkwitz (Ed.): Die Algen. Dr. L. RABENHORST's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 14. Band 2nd Ed., reprint 1985, Koeltz Scientific Books, 1196pp.
- HEERING W., 1914: Chlorophyceae III. In: PASCHER A. (Ed.): Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, Heft 6. G. Fischer Verlag, Jena, 250pp.
- HUBER-PESTALOZZI G., 1955: Das Phytoplankton des Süßwassers, Systematik und Biologie, 4. Teil: Euglenophyceen, 606 p. In: A. Thienemann (Hsg.) Die Binnengewässer, Schweizerbart Stuttgart, Band 16, 4. Teil, 606p.
- HÜTTER L., 1984: Wasser und Wasseruntersuchung. Methodik, Theorie und Praxis chem., chem.-physikal. u. bakteriolog. Untersuchungsverfahren/Leonard a. Hütter. – 2. neu bearb. Aufl. – Frankfurt am Main; Salzburg: Sauerländer (Laborbücher Chemie).
- KOMAREK J. & ANAGNOSTIDIS K., 1999: Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales. In: ETTL H., GÄRTNER H., HEYNIG H., & ANAGNOSTIDIS K. (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 19/1, G. Fischer Verlag, 548pp.
- KOMAREK J. & FOTT B., 1983: Chlorophyceae (Grünalgen); Ordnung: Chlorococcales. In: HUBER-PESTALOZZI G. (Ed.): Das Phytoplankton des Süßwassers, Heft 7/1. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1044pp.

- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1986: Bacillariophyceae, Teil 1: Naviculaceae. In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H., & Mollenhauer D. (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/1. G. Fischer, Stuttgart – New York, 876pp.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1988: Bacillariophyceae, Teil 2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H., & Mollenhauer D. (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2. G. Fischer, Stuttgart – New York, 596pp.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1991a: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, Teil 3: Naviculaceae. In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H., & Mollenhauer D. (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3. G. Fischer, Stuttgart – New York, 576pp.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1991b: Bacillariophyceae, Teil 4: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H., & Mollenhauer D. (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4. G. Fischer, Stuttgart – New York, 437pp.
- KUSEL-FETZMANN E. & URL W., 1965: Das Schwinggrasenmoor am Goggausee und seine Algengesellschaften. Mathem.-naturw. Kl., Abt. 1, 174. Bd., 7–10. Heft.
- LEDERER F., 2002: Biodiversity and ecology of algae in mountain bogs (Bohemian Forest, Central Europe). Algological studies 106, 151–183.
- LEGLER C. (Ed.) 1988: Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung. Bd. 1: Chemische, physikalisch-chemische und physikalische Methoden. G. Fischer, Jena.
- LENZENWEGER R., 1993: Beitrag zur Kenntnis der Desmidiaceenflora des Lunzer Obersees. Linzer biol. Beitr. 25/1, 283–320.
- LENZENWEGER R., 1996: Desmidiaceenflora von Österreich. Teil 1. Bibliotheca Phycologica 101, 157 pp.
- LENZENWEGER R., 1997: Desmidiaceenflora von Österreich. Teil 2. Ibid. 102, 216 pp.
- LENZENWEGER R., 1999: Desmidiaceenflora von Österreich. Teil 3. Ibid. 104, 210 pp.
- LOUB W., URL W., KIEMAYER O., DISKUS A., & HILMBAUER K., 1954: Die Algenzonierung in Mooren des österreichischen Alpengebietes. Mathem.-naturw. Kl., Abt. 1, 163. Bd., 6–7. Heft.
- LUSCINSKA M. & SOSKA R., 1998: Algal communities of humic acid sites: biomass and diversity in lake water versus peat-mat water. Polish Journal of Ecology, 46, 2 123–135.
- PETERFI L. S., 1974: Structure and pattern of desmid communities occurring in some Romanian ombrophilous peat bogs. Nova Hedwigia 25 (3–4), 651–664.
- POPOVSKY J. & PFIESTER L., 1990: Dinophyceae. In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H., & Mollenhauer D. (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 6, G. Fischer, 272pp.
- PRESCOTT G. W., BICUDO C. E. M., & VINYARD W. C., 1982: A synopsis of North American desmids, Part 2, Section 4. University of Nebraska Press, Lincoln, 700 pp.
- REDINGER K., 1934: Studien zur Ökologie der Moorschlenken. Beih. z. Bot. Centralbl. 52, Abt B, 231–309.
- REPITZ E., 1993: Beiträge zur Desmidiaceenflora der Bregenzer Moore. Diplomarbeit Univ. Wien.
- RUZICKA J., 1977: Die Desmidiaceen Mitteleuropas Bd.1, 1. Lief. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 292 pp.
- RUZICKA J., 1981: Desmidiaceen Mitteleuropas Bd.1, 2. Lief. Ibid.: 293–736.
- SCHAGERL M. & PICHLER C., 2000: Pigment composition of freshwater Charophyceae. Aquatic botany 67, 117–129.
- STEINER G. M., 1992: Österreichischer Moorschutzkatalog. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie. 509pp.

- UTERMÖHL H., 1958: Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. Mitt. internat. Ver. Limnol. 9, 1–38.
- WATANABE M. M., MAYAMA S., HIROKI M., NOZAKI H., 2000: Biomass, species composition and diversity of epipelagic algae in mire pools. *Hydrobiologia* 421, 91–102.
- WEDDINGEN U. & GEIßLER U., 1980: Vergleichende Untersuchungen zur Algenflora zweier Berliner Naturschutzgebiete (Pech- und Barssee) unter besonderer Berücksichtigung der Desmidiaceen. *Nova Hedwigia* 33 (1–2), 95–144.
- WERNER E., 1977: Desmidiaceen im Huddelmoos. Mitteil. Thurgauische Naturforsch. Ges. 42, 7–98.
- WEST W. & WEST G. S., 1904: A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. I., London, 216 pp.
- WEST W. & WEST G. S., 1905: A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. II., London, 125 pp.
- WEST W. & WEST G. S., 1908: A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. III., London, 274 pp.
- WEST W. & WEST G. S., 1912: A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. IV., London, 118 pp.
- WEST W., WEST G. S., & CARTER N., 1923: A monograph of the British Desmidiaceae. Vol. V., London, 300 pp.

Manuskript eingelangt: 2003 05 30

Anschrift:

Mag. Andrea RAUCH und Univ.-Prof. Michael SCHAGERL, Institut für Ökologie und Naturschutz, Abteilung Hydrobotanik, Althanstrasse 14, A-1090 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: [140](#)

Autor(en)/Author(s): Schagerl Michael, Rauch Andrea

Artikel/Article: [Ein Beitrag zur Algenflora des Schwingrasens am Lunzer Obersee \(Österreich\). 67-92](#)