

Sabine HILT & Michael DILGER

An- und Abwesenheit von Characeen in Brandenburger Flachseen während der letzten Jahrtausende – lässt sich ein anthropogener Einfluss nachweisen?

Presence and absence of *Characeae* in shallow Brandenburg lakes during the last millennia – dependent on the anthropogenic impact?

Abstract

The abundance of *Characeae* in shallow Brandenburg (north-eastern Germany) lakes during the last 1000-2000 years was inferred from sediment cores taken from six shallow lakes. Subfossil oospores were found in all lakes, but often periods with and without oospores alternate. *Chara contraria* was most common. Additional data on other macrofossil remains, phytoplankton pigments and diatom-inferred nutrient reconstructions suggest the occurrence of bistability in these lakes since more than 1000 years. Presence or absence of *Characeae* was not found to be related to anthropogenic impacts in the catchment area.

Keywords: *Chara* oospores, shallow lakes, stable states, decline, macrophyte-dominated state

1 Einleitung

Submerse Makrophyten spielen in Flachseen eine wichtige Rolle, da sie hier potenziell den gesamten Seeboden bedecken können und durch verschiedene Mechanismen in der Lage sind, auch bei steigenden Nährstoffkonzentrationen einen Klarwasserzustand zu stabilisieren. Bisher wurde angenommen, dass dieser makrophytenreiche Klarwasserzustand der ursprüngliche Zustand der meisten Flachseen ist (SCHEFFER 1998).

Bei zunehmender Eutrophierung kommt es zum Verlust der submersen Flora und damit zum Umschlag des gesamten Systems in den trüben, Phytoplankton-dominierten Zustand (SCHEFFER 1998). Mit dem Verschwinden der Makrophyten verändert sich die Zusammensetzung der gesamten Biozönose des Sees, da auch die auf und von ihnen lebenden Invertebraten, Fische und Vögel verschwinden sowie zahlreiche Räuber-Beute-Beziehungen durch den fehlenden Schutz der Beute durch die Makrophyten gestört werden.

Das alternative Vorkommen dieser zwei stabilen Zustände wird für Flachseen, dem dominierenden Seentyp in Brandenburg, für einen Nährstoffbereich zwischen 10-100 µg Gesamt-Phosphor (TP)/l vermutet (JEPPESEN et al. 1991). In diesem Bereich können Flachseen also bei gleicher Nährstoffkonzentration entweder trüb und Phytoplankton-dominiert oder klar und Makrophyten-dominiert sein, mit den entsprechenden Auswirkungen auf die Biozönose.

Characeen-Wiesen sind eine der häufigen Vegetationsformen von Makrophyten-dominierten Flachseen. Sie spielen insbesondere bei der Sanierung von eutrophierten Flachseen eine besondere Rolle, da sie schnelle Besiedler sind und die niedrigwüchsigen Formen im Vergleich zu anderen submersen Makrophytenarten weniger Probleme mit der anthropogenen Nutzung von Gewässern erzeugen (VAN DEN BERG et al. 1998). Von den submersen Makrophyten sind Characeen-Arten jedoch oft auch die ersten, die während der Eutrophierung verschwinden (BLINDOW 1992).

Im Rahmen eines Projektes zur Ermittlung von Referenzzuständen im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in Brandenburger Flachseen wurden zwischen 2001 und 2002 Sedimentkerne aus unterschiedlichen Brandenburger Flachseen zur Analyse diverser biologischer und sedimentologischer Parameter entnommen (NIXDORF & MISCHKE 2003). Das Ziel der folgenden Arbeit ist es, die im Rahmen dieses Projektes erhobenen Daten zu Characeen dahingehend auszuwerten, inwiefern sich ein Einfluss anthropogener Aktivität während der letzten Jahrtausende auf die Anwesenheit von Characeen nachweisen lässt. Des Weiteren wurde eine Artbestimmung der subfossilen Oosporen vorgenommen.

2 Material und Methoden

Aus dem Sediment von 6 Brandenburger Flachseen (detaillierte Angaben in Tab. 1), die alle beim Abschmelzen der letzten Eiszeit vor etwa 12000 Jahren entstanden, wurden 2001 und 2002 2,50 - 3 m lange Gefrierkerne entnommen (nähere Angaben zur Methode in NIXDORF & MISCHKE 2003). Vier der Seen liegen im Spree-Dahme-Flusssystem, wobei der Schwielochsee und der Dämeritzsee von der Spree durchflossen werden, der Große Kossenblatter See in die Spree und der Lange See bei Dolgenbrodt in die Dahme entwässern (die über den Dahme-Umflutkanal mit der Spree verbunden ist, allerdings oberhalb der untersuchten Seen). Aus dem Großen Kossenblatter See und dem Langen See bei Dolgenbrodt wurden außerdem an jeweils 4 bzw. 3 verschiedenen Uferbereichen Kurzkerne von 50 cm Länge mithilfe eines Sedimentstechers entnommen. Diese wurden in 5 cm Abschnitte unterteilt.

Tabelle 1 Lage, Größe und Tiefe der untersuchten Brandenburger Flachseen sowie Größe des Einzugsgebiets (EZG)

	Lage	Größe (km ²)	EZG (km ²)	Max. Tiefe (m)	Mitt. Tiefe (m)
Blankensee	westlich von Trebbin	2,9	738	3,9	1,2
Großer Kossenblatter See	südwestlich von Beeskow	1,7	<40	1,8	1,1
Langer See	südlich von Dolgenbrodt	1,4	395	3,5	1,4
Rangsdorfer See	östlich von Rangsdorf	2,5	41	2,0	1,5
Schwielochsee	südlich von Beeskow	11,5	530	4,0	3,1
Dämeritzsee	östlich von Berlin	1,0		5,7	2,7

Die Aufteilung der gefrorenen Bohrkernstücke erfolgte in 10cm-Schritten mittels eines erhitzten Silberdrahtes. Für die Analyse der makrofossilen Reste wurde jeweils ein Teilstück von etwa 40-100 cm³, das jeweils eine Länge von 7 cm hatte (13-19 cm, 23-29 cm etc.), entnommen und tiefgekühlt aufbewahrt. Für die Analyse wurde nach Auftauen das Volumen des Sediments durch Wasserverdrängung in einem Messzylinder bestimmt und das Material durch 3 Siebe von 400 µm, 200 µm und 150 µm gesiebt. Das gesiebte Material wurde im Kühlschrank bei 4°C bis zur Bestimmung gelagert. Für die Bestimmung der makrofossilen Reste wurde die 400µm-Fraktion vollständig unter einem Binokular mit 10-40facher Vergrößerung durchsucht und alle makrofossilen Reste submerser und emerser Pflanzen gezählt, heraussortiert und getrennt in Mikrotiter-Platten mit Glycerin aufbewahrt (BIRKS ET AL. 2001; BRUSH & HILGARTNER 2001). Die im jeweiligen Volumen enthaltene Menge an Makrofossilien wurde auf 100 cm³ umgerechnet.

Die Bestimmung der *Characeae*-Arten erfolgte auf der Basis von KRAUSE (1997). Die Artenzuordnung erfolgte aufgrund der Abmessungen (Länge, Breite, Verhältnis Länge : Breite, Größe der Klauen) im Vergleich mit Richtwerten (aus KRAUSE 1997 sowie der Rezentensammlung von KRAUSE), der Form (Anzahl der Rippen, Rippengestaltung, Form und Anzahl der Klauen) und der spezifischen Besonderheiten der Oberfläche. Im rezenten Bereich ist die Farbe der Oospore für die Bestimmung verwendbar, was im fossilen Bereich nicht oder nur vereinzelt zutrifft. Das Vermessen der Oosporen erfolgt bei 80facher Vergrößerung. Waren mindestens 10 komplette Oosporen vorhanden, bildeten diese die Bestimmungsgrundlage. Oft waren weitaus weniger, oder nur Bruchstücke zur Bewertung vorhanden. In vielen Fällen war eine Zuordnung zur Art nicht möglich.

Die Datierung der Sedimentkerne erfolgte mithilfe der Pollenanalyse durch Arthur Brande und Cornelia Schindler von der TU Berlin. Die Sedimentkerne reichen demnach bis etwa 800, 1400, 2800, 3500, 3800 bzw. 5000 Jahre (Rangsdorfer See, Dämeritzsee, Langer See, Kossenblatter See, Schwielochsee bzw. Blankensee) zurück. Es wurden 5 relevante Zeitebenen mit unterschiedlicher anthropogener Beeinflussung der Gewässer festgelegt, wobei die Völkerwanderungszeit bis zum Frühmittelalter (350-950 n. Chr.) sowie die neuzeitliche vorindustrielle Periode zwischen 1500 und 1750 n. Chr. als Perioden geringen anthropogenen Einflusses definiert wurden (Tab. 2). Die Kurzkerne aus dem Großen Kossenblatter See und dem Langer See wurden nicht datiert.

Tabelle 2 Perioden unterschiedlicher anthropogener Beeinflussung der Gewässer in Brandenburg (Nach NIXDORF & MISCHKE 2003)

	Datierung	Menschlicher Einfluss	Menschliche Aktivitäten im Einzugsgebiet mit Relevanz für die Gewässer
V	1950-2000 n. Chr.	Stark - sehr stark	Bevölkerungszuwachs, Phosphathaltige Waschmittel
IV	1750-1950 n. Chr.	Stark	Beginn der Industrialisierung, Bevölkerungszuwachs, Flussbegradigungen, Meliorationen,
III	1500-1750 n. Chr.	Gering	Agrarkrise, 30-jähriger Krieg, Pest, Rückgang der Landnutzung, Wiederbewaldung
II	950-1500 n. Chr.	Mäßig – stark	Starker Bevölkerungszuwachs, großflächige Rodungen, Anlage von Mühlenstauen
I	Vor 950 n. Chr.	Fehlend - Gering	Völkerwanderungszeit und Frühmittelalter

2 Ergebnisse

In den 6 untersuchten Brandenburger Flachseen konnten 5 Characeen-Arten (max. 3 Arten innerhalb eines Sees) in Abundanzen zwischen 1 und 245 Oosporen je 100 ml Sediment nachgewiesen werden (Tab. 3, Abb. 1). Die am häufigsten gefundene Art ist *Chara contraria*, die in 4 von den 6 Seen in jeweils 3 bis 4 Zeithorizonten auftrat (Tab. 3). Die ältesten Proben mit etwa 2800 Jahren fanden sich im Großen Kossenblatter See. Der Zustand der Oogonien und Oosporen war sehr unterschiedlich. Überwiegend waren die Oosporen unvollständig und flachgedrückt. Eine Artbestimmung an unvollständigen Oosporen war nicht möglich.

Alle untersuchten Flachseen weisen ein unterschiedliches Muster der Characeen-Vorkommen auf. Sie reichen vom einmaligen Auftreten in Periode II im Schwielochsee über längerfristige durchgängige Vorkommen über mehrere Perioden im Rangsdorfer See (I-IV) und Blankensee (II-V) bis zum mehrmaligen Auftreten und Verschwinden im Dämeritzsee, Großen Kossenblatter See und Langen See (Abb. 1).

Tabelle 3 Arten subfossiler *Chara*-Oosporen in Brandenburger Flachseen in Phasen verschiedener anthropogener Beeinflussung

	I	II	III	IV	V
Blankensee	?	<i>C. aspera</i> <i>C. contraria</i> <i>L. barbatus</i>	<i>C. contraria</i>	<i>C. contraria</i>	<i>C. contraria</i>
Dämeritzsee	-	<i>C. contraria</i>	<i>C. aspera</i> <i>C. contraria</i>	<i>C. contraria</i>	-
Großer Kossenblatter See	<i>C. contraria</i>	<i>C. contraria</i>	<i>C. contraria</i>	-	-
Langer See	-	<i>C. contraria</i>	<i>C. contraria</i>	<i>C. contraria</i>	?
Rangsdorfer See	<i>C. globularis</i>	<i>C. globularis</i>	<i>C. globularis</i>	<i>C. aspera</i> <i>C. globularis</i> <i>C. hispida</i>	-
Schwielochsee	-	<i>C. aspera</i>	-	-	-

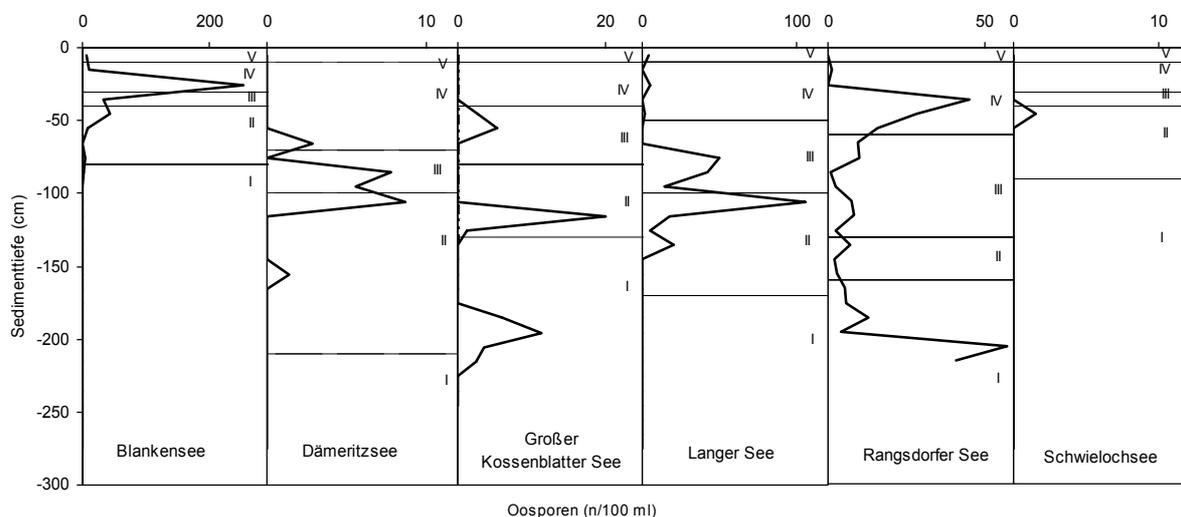


Abb. 1 Vorkommen von *Chara*-Oosporen in Sedimentkernen aus 6 Brandenburger Flachseen in Perioden unterschiedlicher anthropogener Beeinflussung (I-V, siehe Tab. 2) während der letzten 1000-5000 Jahre

In den undatierten Kurzkernen aus den Litoralbereichen des Großen Kossenblatter Sees und des Langer Sees fanden sich zwischen 1 und 45 Oosporen/100 ml Sediment (Abb. 2 a + b). Im Kossenblatter See zeigten 3 der 4 Kerne eine qualitativ ähnliche Verteilung, im Langer See traten Oosporen ebenfalls in allen 3 Kernen in vergleichbaren Tiefen auf. Im Kossenblatter See wurden auch die Oosporen der Kurzkern ausschließlich *C. contraria* zugeordnet. Im Langer See kamen zu den im Langkern festgestellten Arten weitere hinzu (Tab. 4).

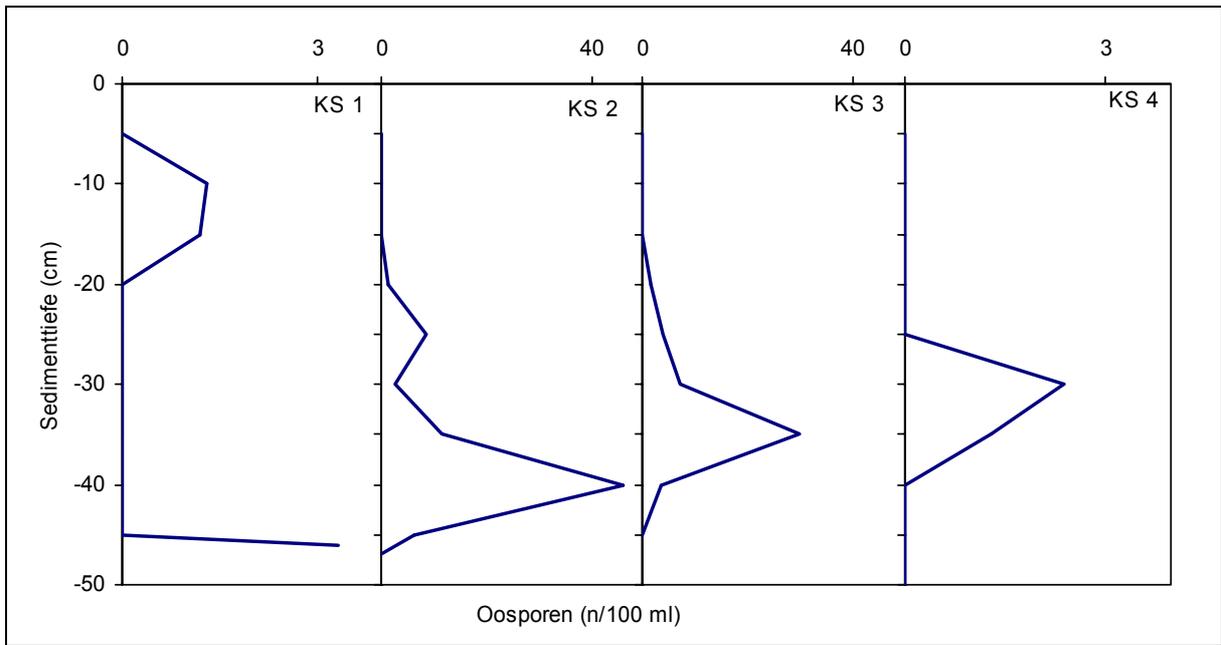


Abb. 2 a Vorkommen von *Chara*-Oosporen in Kurzkernen aus dem Litoralbereich des Großen Kossenblatter Sees (KS)

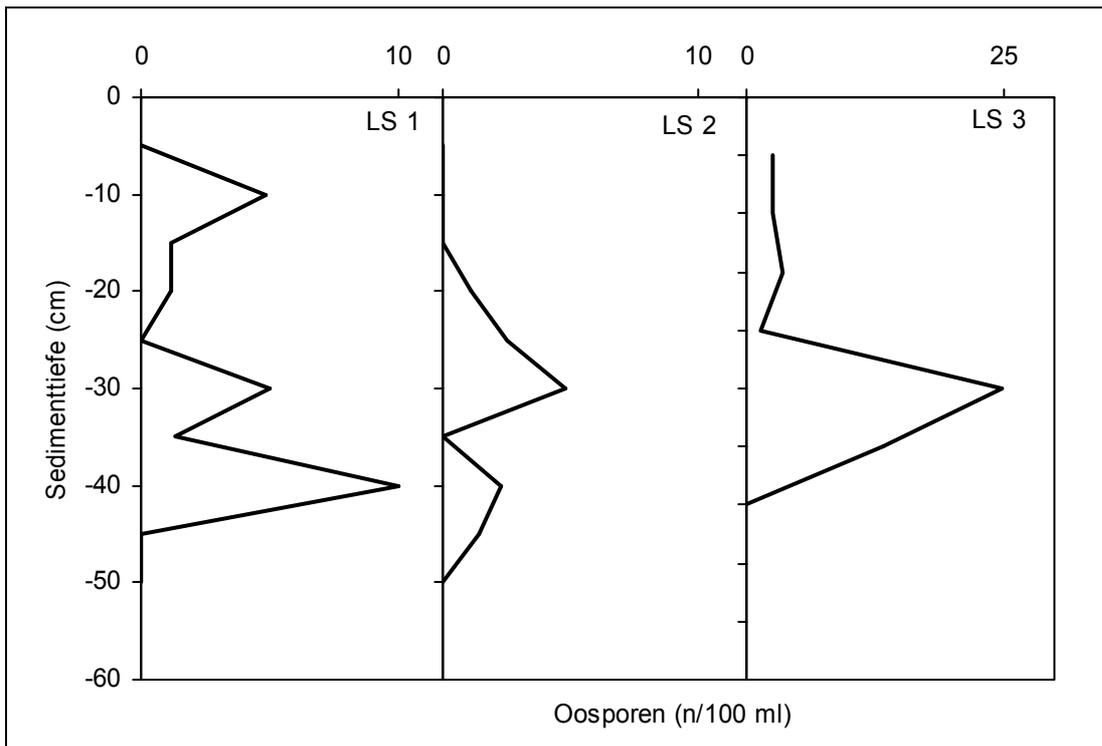


Abb. 2 b Vorkommen von *Chara*-Oosporen in Kurzkernen aus dem Litoralbereich des Langen Sees bei Dolgenbrodt (LS)

Tabelle 4 Arten subfossiler *Chara*-Oospren aus Litoral-Sedimentkernen des Großen Kosenblatter (KS) und Langen Sees (LS) in verschiedenen Sedimenttiefen (undatiert)

	KS 2	KS 4	LS 2	LS 4	LS 5
5-10				<i>C. cf. vulgaris</i>	
10-15			<i>C. contraria</i> <i>C. globularis</i>		
15-20					
20-25	<i>C. contraria</i>		<i>C. globularis</i>		
25-30		<i>C. contraria</i>	<i>C. globularis</i>		<i>C. globularis</i>
30-35					<i>C. aspera</i>
35-40				<i>C. spec.</i>	
40-45 cm	<i>C. contraria</i>				

3 Diskussion

Aus den paläolimnologischen Untersuchungen an 6 Brandenburger Flachseen lässt sich für die Zeit vor 1950 kein eindeutiger Einfluss anthropogener Aktivität auf das Vorkommen von Characeen feststellen. Die Mehrzahl der Seen zeigt in jeder der Phasen unterschiedlicher anthropogener Beeinflussung sowohl Perioden mit als auch ohne Characeen (Tab. 5). Das Fehlen von Characeen in 4 von 6 Seen während der Phase V mit dem stärksten anthropogener Einfluss lässt allerdings den Rückschluss zu, dass die starke Eutrophierung der Gewässer in diesem Zeitraum zu einem Rückgang der Characeen in Flachseen führte. Der Anteil der Nordostdeutschen Flachseen ohne submerse Makrophytenbesiedlung erhöhte sich in diesem Zeitraum von 30 auf etwa 70 % (KÖRNER 2002). Über einen Rückgang der Characeen in der industrialisierten Region Berlins gegen Ende des 19. Jahrhunderts berichten bereits KRAUSE (1981), SCHMIDT (1981), SUKOPP & BRANDE (1995) und KÖRNER (2001). Zu beachten ist hierbei, dass die zeitliche Auflösung der Untersuchung je nach Sedimentationsrate nur zwischen ca. 30 und 300 Jahren liegt, und dass für die Analyse der makrofossilen Reste jeweils 7 cm Sediment, also 25-200 Jahre zusammengefasst wurden, in denen natürlich ebenfalls Perioden mit und ohne Characeen vorgekommen sein können.

Tabelle 5 Anzahl der Seen mit Perioden mit und ohne Characeen-Vorkommen in den 5 Phasen verschiedener anthropogener Beeinflussung

	Anthropogener Einfluss	Seen mit Perioden mit Characeen	Seen mit Perioden ohne Characeen
V	Stark - sehr stark	2	4
IV	Stark	4	5
III	Gering	5	5
II	Mäßig – stark	6	5
I	Fehlend - Gering	2	5

Auch in der Zahl der nachgewiesenen Arten lässt sich kein Zusammenhang zur anthropogenen Beeinflussung nachweisen (Tab. 3). Das kann verschiedene methodische und/oder inhaltliche Ursachen haben. Da pro See nur ein Sedimentkern untersucht wurde, kann dieser nur begrenzt Informationen über den gesamten Art-

bestand geben. Die Ergebnisse der Kurzkerne aus dem Langen See bei Dolgenbrodt belegen, dass die Entnahme von Sedimentkernen an verschiedenen Stellen und insbesondere aus dem Litoralbereich die Zahl der nachgewiesenen Arten erhöht. Möglicherweise variiert auch der Erhaltungszustand zwischen verschiedenen Arten. Die Ursachen des unterschiedlichen Erhaltungszustandes von Oosporen innerhalb einer Probe sind unklar. Oogonien und Oosporen aus dem Bodensee 3800 v. Chr. aus Unteruhdingen, Arbon und Zürich sind im Erhaltungszustand weitaus ausgeglichener und besser. Bei den hier untersuchten Flachseen wäre ein Einfluss von Sediment-Resuspension bei Starkwindereignissen, aber auch größerer Druck aufgrund höherer Sedimentationsraten denkbar.

Für polymiktische Flachseen des Norddeutschen Tieflandes haben alle nachgewiesenen *Chara*-Arten heute nach SCHAUMBURG et al. (2003) den Status der für Referenzstellen typspezifischen Arten. *C. aspera* gilt heute in Brandenburg als vom Aussterben bedroht, *C. contraria* als stark gefährdet und *C. hispida* als gefährdet (BENKERT & KLEMM 1993).

Die am häufigsten nachgewiesene *C. contraria* fand sich sowohl in Seen aus dem Spree-Dahme-System (aber nicht im Schwielochsee) als auch im Blankensee. Erstaunlich ist, dass diese Art in mehreren Seen auch nach langen Phasen (bis zu 1200 Jahre im Großen Kossenblatter See) der Abwesenheit immer wieder auftaucht. Hier stellt sich die Frage nach dem Ursprung der Oosporen bei einer Neu- bzw. Wiederbesiedlung. Unklar ist, ob immer wieder Oosporen aus umliegenden Gewässern in den jeweiligen See eingetragen wurden oder ob Oosporen derartig lange Perioden im Sediment überlebensfähig bleiben können. Nachgewiesen wurden bisher nur Zeiträume von ca. 10 Jahren (z.B. DE WINTON et al. 2000).

Der mehrfache Wechsel zwischen Perioden mit und ohne Characeen im Dämeritzsee, Großen Kossenblatter See und Langen See deutet darauf hin, dass der Nährstoffgehalt in diesen Seen schon sehr lange Zeit in einem Bereich liegt, der auch eine Phytoplankton-Dominanz ermöglichte. Die Nachweise anderer Makroreste sowie parallele Untersuchungen der fossilen Phytoplankton-Pigmente sowie die Rekonstruktion der Phosphorkonzentrationen aus Diatomeenschalen (NIXDORF & MISCHKE 2003) unterstützen diese Annahme. Dass der (natürliche und anthropogene) Nährstoffeintrag in die Brandenburger Flachseen möglicherweise schon seit mehr als 3000 Jahren zu Wechseln zwischen Makrophyten- und Phytoplankton-Dominanz geführt hat, macht es schwierig, eine „ursprüngliche“ Besiedlung als „Leitbild“ zu definieren. Für eine Definition des Referenzzustandes zur Besiedlung Brandenburger Flachseen mit submersen Makrophyten muss vorerst die Frage offen bleiben, ob eine überwiegende Besiedlung mit Characeen, eine reiche Laichkraut- und Schwimmblattpflanzenbesiedlung oder aber das Fehlen submerser Vegetation für die Mehrzahl der Seen dem anthropogen unbeeinflussten Zustand entspricht.

4 Zusammenfassung

Die subfossilen Funde von *Chara*-Oosporen aus verschiedenen Brandenburger Flachseen belegen, dass Characeen in allen untersuchten Seen innerhalb der letzten 3000 Jahre vorkamen. Sie stellen jedoch (zumindest innerhalb des untersuchten Zeithorizonts) nicht die „ursprüngliche“ Vegetation dieser Seen dar, sondern wech-

seln mit Phasen der Dominanz anderer Unterwasserpflanzen oder Phytoplankton-Dominanz. Ein Zusammenhang des Auftretens bzw. Fehlens von Characeen zur anthropogenen Aktivität im Einzugsgebiet konnte für den Zeitraum vor dem starken Rückgang innerhalb der letzten 100 Jahre nicht festgestellt werden.

Umfassende Aussagen zum Vorkommen verschiedener Arten können aufgrund der Unsicherheiten bei der Bestimmung (insbesondere unvollständig erhaltener Oosporen) sowie der Untersuchungsmethode (meist nur 1 Sedimentkern pro See untersucht) nicht getroffen werden.

Danksagung

Die Autoren danken Herrn Dr. Arthur Brande und Frau Cornelia Schindler (TU Berlin) für die Datierung durch Pollenanalyse, Frau Prof. Brigitte Nixdorf (BTU Cottbus) für die Initiierung und Leitung des Projektes, Frau Dr. Ute Mischke (IGB Berlin) für die Projektkoordination, Herrn Ronald Varlemann (FU Berlin) und Ingo Henschke (BTU Cottbus) für die Probenahme der Gefrierkerne sowie dem MLUR Brandenburg und der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin für die Finanzierung der Untersuchungen.

Literatur

- BENKERT, D. & KLEMM, G. (1993): Gefährdete Farn- und Blütenpflanzen, Algen und Pilze im Land Brandenburg: Rote Liste. - Unze-Verlag, Potsdam.
- BIRKS, H. H., PEGLAR, S. M., BOOMER, I., FLOWER, R. J. & RAMDANI, M. (2001): Palaeolimnological responses of nine North African lakes in the CASSARINA Project to recent environmental changes and human impact detected by plant macrofossil, pollen and faunal analysis. - *Marine Biology*, 133: 519-525.
- BLINDOW, I. (1992): Decline of charophytes during eutrophication: comparison with angiosperms. - *Freshwater Biology*, 28: 9-14.
- BRUSH, G. S. & HILGARTNER, W. B. (2001): Paleoecology of submerged macrophytes in the Upper Chesapeake Bay. - *Ecological Monographs*, 70: 645-667.
- DE WINTON, M., CLAYTON, J.S. & CHAMPION, P.D. (2000): Seedling emergence from seed banks of 15 New Zealand lakes with contrasting vegetation histories. - *Aquatic Botany*, 66: 181-194.
- JEPPESEN, E., KRISTENSEN, P., JENSEN, J.P., SØNDERGAARD, M., MORTENSEN, E. & LAURIDSEN, T. (1991): Recovery resilience following a reduction in external phosphorus loading of shallow, eutrophic Danish lakes: duration, regulating factors and methods for overcoming resilience. In: Giussani, G., Van Liere, L. und Moss, B. (Hrsg.), *Ecosystems Research in Freshwater Environment Recovery*. - *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, 48: 127-148.
- KÖRNER, S. (2001): Development of submerged macrophytes in shallow Lake Müggelsee (Berlin, Germany) before and after its switch to the phytoplankton-dominated state. - *Archiv für Hydrobiologie*, 152: 395-409.
- KÖRNER, S. (2002): Loss of Submerged Macrophytes in Shallow Lakes in North-Eastern Germany. - *International Revue of Hydrobiology*, 87: 377-386.
- KRAUSE, W. (1981): Characeen als Indikatoren für den Gewässerzustand. - *Limnologica* 13: 399-418.
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae). In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (Hrsg.): *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 18. G. Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.
- NIXDORF, B. & MISCHKE, U. (2003): Untersuchungen zu Leitbild-Biozönosen in Gewässern des Landes Brandenburg anhand der Merkmalskomponente Phytoplankton. Teilbericht 3: Paläolimnologische Untersuchungen in brandenburgischen Flachseen zur Ableitung eines Leitbildes. - Studie im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung Brandenburg, 141 S (http://www-f.igb-berlin.de/ABericht_MLUR703_180803.pdf)
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., MEILINGER, P., SCHNEIDER, S. (2003): Erarbeitung eines ökologischen Bewertungsverfahrens für Fließgewässer und Seen im Teilbereich Makrophyten und

Phytobenthos zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. - Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft. 226 S.

SCHEFFER, M. (1998): Ecology of Shallow Lakes. Chapman & Hall, London.

SCHMIDT, D. (1981): Die Characeen - eine im Aussterben begriffene Pflanzengruppe unserer Gewässer. - Gleditschia, 8: 141-157.

SUKOPP, H. & BRANDE, A. (1996): Historische Floren- und Faunenveränderung im Tegeler See (Berlin) und deren Ursachen. - Umweltbundesamt-Texte, 74: 51-63.

VAN DEN BERG, M.S., SCHEFFER, M. & COOPS, H. (1998): The role of Characean algae in the management of eutrophic shallow lakes. - Journal of Phycology, 34: 750-756.

Autoren:

Dr. Sabine Hilt (geb. Körner)
Leibniz-Institut für Gewässerökologie und
Binnenfischerei
Müggelseedamm 301, 12587 Berlin

e-mail: hilt@igb-berlin.de

Michael Dilger
Wachwitzer Bergstr. 12 b
01326 Dresden

e-mail: mdilger12b@yahoo.de

Manuskripteingang: 15.09.2004; angenommen: 11.10.2004