

Rostocker Meeresbiologische Beiträge



Die Characeen Deutschlands

Heft 13

&

Jahre Biologische Station Zingst



Rostocker Meeresbiologische Beiträge

Die Characeen Deutschlands

&

25 Jahre Biologische Station Zingst

Heft 13

Universität Rostock

Fachbereich Biowissenschaften

2004

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00005423

HERAUSGEBER DIESES HEFTES:
Ulf

Hendrik Schubert
Karsten

REDAKTION: Ralf
Christian

Grunewald
Blümel

HERSTELLUNG DER DRUCKVORLAGE: Ralf Grunewald

CIP-KURZTITELAUFNahme:

Die Characeen Deutschlands & 25 Jahre Biologische Station Zingst / Univ. Rostock, Fachbereich Biowissenschaften. - Rostock, 2004. – 263 S. – (Rostocker meeresbiologische Beiträge ; 13)

ISSN 0943-822X

© Universität Rostock, Fachbereich Biowissenschaften, 18051 Rostock

BEZUGSMÖGLICHKEITEN:
Universität

Universität

Rostock

sbibliothek, Schriftenaustausch

18051 Rostock

email: maria.schumacher@ub.uni-rostock.de

Universität Rostock

Fachbereich Biowissenschaften

18051 Rostock

Tel. 0381 / 498-6051

Tel. 0381 / 498-6052

DRUCK: Universität

sdruckerei Rostock 1119-04

Umschlagfoto Titel: Der Zerwelinsees in der Uckermark: geringe Tiefe und hohe Wassertransparenz ermöglichen sofortigen Einblick in die Vegetationszonierung mit ausgedehnten *Chara*-Rasen, pflanzenfreiem Zentrum und Schwimmblattrasen im Nordosten (Foto: R. Mauersberger 2000)
Rückseite: *Chara tomentosa*, Darss-Zingster Boddenkette (Foto: H. Schubert 2003)

Inhalt

	Seite
Hendrik SCHUBERT & Ulf KARSTEN Vorwort	7
Christian BLÜMEL & Uwe RAABE Vorläufige Checkliste der Characeen Deutschlands	9
Irmgard BLINDOW, Evelyn ROST, Stefanie JACHNER, Simone FREY & Michael DILGER Entwicklung eines Schlüssels zur Bestimmung von Characeen- Oosporen – eine Projektbeschreibung	27
Michael DILGER Möglichkeiten des Nachweises von Characeen durch rezente Oosporen aus Sedimenten	35
Michael DILGER Neufunde von Characeen im Dubringer Moor	39
Franziska VEDDER Morphologie und Taxonomie rezenter und subfossiler Characeen- Oosporen aus der Ostsee	43
Christian BLÜMEL Die Characeen in Mecklenburg-Vorpommern	55
Hans-Jürgen SPIEß Ergebnisse der Untersuchungen submerser Makrophyten in me- sotroph-eutrophen Seen Mecklenburg-Vorpommerns	73
Rüdiger MAUERSBERGER Zum Vorkommen von Armleuchtergewächsen (Characeae) im Nor- den Brandenburgs	85
Sabine HILT & Michael DILGER An- und Abwesenheit von Characeen in Brandenburger Flachseen während der letzten Jahrtausende – lässt sich ein anthropogener Einfluss nachweisen?	105
Timm KABUS Bewertung mesotroph-alkalischer Seen in Brandenburg vor dem Hintergrund der EU-FFH-Richtlinie anhand von Armleuchteralgen (Characeae)	115
Wolf-Henning KUSBER, Uwe RAABE, Christian BLÜMEL, Ursula GEISLER & Regine JAHN Mittel- und langfristige Trends der Characeen-Vorkommen in Berlin	127
Lothar TÄUSCHER Neubearbeitung der Armleuchteralgen (Charales) als Bestandteil der Roten Liste der Algen des Landes Sachsen-Anhalt (Deutsch- land)	139
Thomas GREGOR Characeen-Floristik in Hessen	147

Klaus VAN DE WEYER & Uwe RAABE	153
Die Erfassung der Armelechteralgen-Gewächse (Characeae) in Nordrhein-Westfalen	
Angela DOEGE	163
Neue Kenntnisse über die Armelechteralgen (Charophyceae) Sachsens	
Heiko KORSCH	173
Neue Kenntnisse zur Characeen-Flora Thüringens	
Klaus SCHMIEDER	179
Die Characeen des Bodensees	
Thomas FRANKE, Susanne SCHNEIDER, Arnulf MELZER, Anton MAYER & Oliver DÜRHAMMER	195
Planung und Struktur der Bayernkartierung sowie eine Zusammenstel- lung aller in Bayern nachgewiesener Characeen-Arten (Checkliste)	

Zum Jubiläum der Biologischen Station Zingst der Universität Rostock

Ulf KARSTEN	205
Einleitung	
Prof. Dr. Wolfgang METHLING	207
Grußwort des Umweltministers des Landes Mecklenburg- Vorpommern	
Prof. Dr. Detlef CZYBULKA	209
Grußwort des Prorektors der Universität Rostock	
Prof. Dr. Gerhard GRAF	213
Grußwort des Dekans der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock	
Ulrich SCHIEWER	215
Zur Historie der Eutrophierung der Darß-Zingster Boddenkette	
Ernst Albert ARNDT	223
Von Erbsenzählerei zur kausalen Analyse von tierischen Besied- lungsmustern - Tiergemeinschaften, Ökophysiologie ausgewählter Arten, tiergeografische Aspekte	
Hendrik SCHUBERT	225
Das Lichtklima in den Darß Zingster Bodden	
Ingolf STODIAN	227
Der Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft im Verbund des europäischen Schutzgebietssystems NATURA 2000	
Mario VON WEBER	233
Die EU-Wasserrahmenrichtlinie - Ziele, Instrumente und Umset- zung in den Küstengewässern	
Henning BAUDLER	241
Der Salzgehalt und N-Nährstoffhaushalt in der Darß Zingster Bod- denkette	

Horst SCHEUFLER	247
Die Darß Zingster Boddenlandschaft – Lebensraum für bedrohte Vogelarten	
Helmut M. WINKLER	253
Fischgemeinschaften in der Darß-Zingster Boddenkette, fischbiologische Arbeiten - ein kurzer Rückblick	
Boris V. CHUBARENKO, Irina P. CHUBARENKO & Henning BAUDLER	261
Darss-Zingst Bodden Chain and Vistula Lagoon in a context of numerical modelling application	
Jana WÖLFEL & Ulf KARSTEN	269
Saisonale Sukzession in der photoautotrophen Schicht mikrobieller Matten des Windwattes der Darß-Zingster Boddenkette	

Christian BLÜMEL & Uwe RAABE

Vorläufige Checkliste der Characeen Deutschlands

Preliminary checklist of Charophytes in Germany

Abstract

The paper presents a preliminary checklist of charophytes in Germany. The list includes 39 species. 3 additional ones (*Chara galiodes*, *Chara gymnophylla*, *Chara kokeilii*) are erroneously reported from Germany. *Chara curta* and *Chara crassicaulis* are among the taxa not accepted as species. A separate table shows the distribution of the species in the different federal states of Germany.

Keywords: Checklist, Charophytes, Characeae, Charales, Germany

1 Einleitung

Die Erforschung der Characeen hat in Deutschland eine lange Tradition mit einem deutlichen Höhepunkt im 19. Jahrhundert. Viele Sippen wurden aus Deutschland erstmals für die Wissenschaft beschrieben. Zu den bedeutendsten Kennern dieser Gruppe, die auch über die Grenzen Deutschlands hinaus bekannt sind, gehören Alexander Braun (1805 - 1877), Walter Migula (1863 - 1938) und Werner Krause (1911 - 2000). Letzterer lieferte mit einem ausschließlich den Characeen gewidmeten Band der Süßwasserflora Mitteleuropas eine wichtige aktuelle Grundlage für die Beschäftigung mit den Armleuchteralgen Europas (Krause 1997).

Nach einem langen „Dornröschenschlaf“ im 20. Jahrhundert ist seit einigen Jahren erfreulicherweise wieder ein zunehmendes Interesse an den Armleuchteralgen, die als Makrophyten eine Zwischenstellung einnehmend, angesiedelt zwischen den Gefäßpflanzen auf der einen Seite und den „typischen“ Algen auf der anderen, festzustellen. In jüngster Zeit hat dazu nicht zuletzt die FFH-Richtlinie der Europäischen Gemeinschaft beigetragen, in der im Anhang I der Lebensraumtyp „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation mit Armleuchteralgenbeständen (Characeae)“ aufgeführt ist, für den besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen (Richtlinie 92/43/EWG). Darüber hinaus haben die Characeen eine große Bedeutung bei der Bewertung von Gewässern im Zusammenhang mit der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union (Richtlinie 2000/60/EG).

Inzwischen liegen für Deutschland (Schmidt et al. 1996) und die meisten Bundesländer zwar Rote Listen, die die mehr oder weniger starke Gefährdung fast aller Arten aufzeigen, und Florenlisten der Characeen vor; es fehlt jedoch eine detaillierte aktuelle Bestands- bzw. Verbreitungsübersicht. Die Informationen über die Verbreitung der Characeen sind ungleich schlechter als z. B. bei den Farn- und Blütenpflanzen oder Moosen.

Zu den wesentlichen Grundlagen für eine bundesweite Erfassung der Characeen gehört eine kritische Checkliste, die für ganz Deutschland als Referenzliste dienen kann. Einen Ansatz hierzu lieferte zwar bereits die letzte Rote Liste und Florenliste für Deutschland (Schmidt et al. 1996), doch haben sich hierzu inzwischen eine Reihe Änderungen, Ergänzungen und Korrekturen ergeben.

2 Methodische Grundlagen

Der Bezugsraum der folgenden Liste ist das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland. Sie umfasst alle in diesem Gebiet sicher nachgewiesenen Arten sowie – besonders gekennzeichnet – einige Arten, die auch in der neueren Literatur z. T. noch für Deutschland angegeben werden, deren (ehemaliges) Vorkommen nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse aber sehr zweifelhaft ist.

Die in der Checkliste aufgeführten Arten wurden nach den bis her für Deutschland publizierten Daten zusammengestellt. Die wichtigsten Grundlagen sind dabei die Monographien von Krause (1997) und Schubert & Blindow (2004) sowie die bereits erwähnte Rote Liste und Florenliste für Deutschland (Schmidt et al. 1996). Die Nomenklatur und Abgrenzung der Sippen orientiert sich weitgehend an diesen Werken. Darüber hinaus fand aber auch ein Abgleich mit der weltweiten Monographie von Wood & Imahori (1965) statt. Die in diesem Werk für die einzelnen Sippen verwendeten Namen sind jeweils aufgeführt. Schließlich wurden die Ergebnisse aktueller Kartierungen und Herbarstudien berücksichtigt.

Ziel einer Checkliste sollte auch die Klärung der Synonymie der betrachteten Taxa sein. Dies konnte aufgrund der großen Zahl publizierter und nicht publizierter Namen im Rahmen dieses Projektes nicht vollständig geleistet werden. Die unter den jeweiligen Artnamen aufgeführten Namen und Synonyme spiegeln den derzeitigen Kenntnisstand wider. Unberücksichtigt bleiben vor allem solche Namen und Synonyme, deren Zugehörigkeit nur anhand von weiteren Studien an Typusmaterial erfolgen kann, dass im Rahmen dieses Projektes noch nicht eingesehen werden konnte. Weitgehend unberücksichtigt blieb in der Checkliste außerdem die Vielzahl der vor allem im 19. Jahrhundert beschriebenen Varietäten und Formen, z. B. von *Chara vulgaris* Linnaeus 1753 und *Chara globularis* Linnaeus 1753 (vgl. Migula 1897).

Zu beachten ist auch, dass in der Vergangenheit vielfach Namen auf andere Sippen bezogen wurden, z. B. „*Chara translucens* Pers.“ auf *Nitellopsis obtusa* (Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps 1810) J. Groves 1919 oder „*Chara tomentosa* L.“ auf *Chara hispida* Linnaeus 1753.

3 Ergebnisse

3.1 Checkliste der Characeen Deutschlands

Nachfolgende Checkliste der Characeen Deutschlands umfasst 39 Arten, von denen 20 auf die Gattung *Chara*, 10 auf die Gattung *Nitella*, 4 auf die Gattung *Tolypella*, 3 auf die Gattung *Lamprothamnium* und jeweils eine auf die Gattungen *Lychnothamnus* und *Nitellopsis* entfallen.

Bei drei weiteren Arten er scheint ein (ehemaliges) Vorkommen in Deutschland sehr fraglich. Die Angaben dürften auf Fehlbestimmungen beruhen. Sie sind zwar in der Checkliste enthalten, jedoch besonders kenntlich gemacht (Die Namen wurden nicht fett hinterlegt.); auf die Angabe von Synonymen etc. wurde hier verzichtet. Dies betrifft *Chara galioides* De Candolle 1813, *Chara gymnophylla* (A. Braun 1834) A. Braun 1835 und *Chara kokeilii* A. Braun 1847.

Übereinstimmend mit Krause (1997) wird *Chara curta* Nolte ex Kützing 1857 nicht als eigenständige Art betrachtet sondern in das Taxon *Chara aspera* Willdenow 1809 eingeschlossen. Auch *Chara crassicaulis* (Schleicher ex A. Braun 1834) Kützing 1857 wird – im Gegensatz zu Krause (1997) – nicht als eigene Art geführt sondern in das Taxon *Chara vulgaris* Linnaeus 1753 einbezogen. *Lamprothamnium hansenii* (Sonder 1890) Corillion 1957 wird im Gegensatz zu Krause (1997) dagegen als eigenständige Art akzeptiert.

Chara hispida Linnaeus 1753 wird im Sinne der meisten Autoren als Taxon weitergeführt. Die Revision des Taxons nach Wood (1962) wird hier verworfen, da noch zu viele offene Fragen mit der Abgrenzung und Benennung verbunden sind.

Die Namen *Chara intermedia* A. Braun 1859 und *Chara polyacantha* A. Braun 1859 sind in dieser Checkliste verwendet obwohl es a) für beide Taxa andere, prioritäre Namen gibt, deren Status allerdings während der Erarbeitung dieser Checkliste nicht abschließend verifiziert werden konnte, b) weil beide Namen weit verbreitet und etabliert sind und daher eine Konservierung gegen die weitgehend unbekannteren prioritären Namen wünschenswert wäre und c) weil nach wie vor erhebliche Schwierigkeiten bei der Interpretation von Namen und Typen innerhalb der *Chara hispida*-Gruppe bestehen (Wood & Imahori 1965, Moore 1986).

In zwei Fällen (*Chara virgata* Kützing 1834, *Nitella confervacea* (Brébisson 1849) A. Braun ex Leonhardi 1863) wurden die gebräuchlichen Namen aus Prioritätsgründen in die Synonymie verwiesen. Soweit möglich, wurden die Gründe dafür kenntlich gemacht bzw. durch Kommentare erläutert. Ausführlich sind sie auf der Homepage der Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands dargestellt (<http://www.biologie.uni-rostock.de/oekologie/agcd/checklist.htm>).

Viele Taxa der Armleuchteralgen wurden aus Deutschland beschrieben. Soweit die Namen in der nachfolgenden Liste Berücksichtigung fanden, sind sie gesondert gekennzeichnet. Arten, deren taxonomischer bzw. nomenklatorischer Status noch unzureichend geklärt ist, wurden ebenfalls besonders gekennzeichnet.

Bisher gibt es nur für wenige Characeen mehr oder weniger gängige deutsche Namen. Zur Förderung der Akzeptanz von Characeen, z. B. bei interessierten Laien oder auch im Naturschutz, erscheinen diese jedoch wichtig. Daher wurden für alle in

der Checkliste geführten Arten auch deutsche Namen vorgeschlagen, die sich an den in der neueren Literatur bereits verwendeten Bezeichnungen orientieren. Es erschien sinnvoll, nach Möglichkeit auch die verschiedenen Gattungen anhand der deutschen Namen zu trennen.

In der Checkliste verwendete Zeichen und Abkürzungen:

- ◇ - Das Taxon wurde aus Deutschland beschrieben.
- - Taxa, die aufgrund ihrer unklaren systematischen Stellung besonderer Beachtung bedürfen. Auf das Vorkommen ist besonders zu achten; Belegmaterial ist besonders erwünscht.
- a – von Wood & Imahori (1965)¹ verwendete Namen
- b – Basionym
- ≡ – homotypisches Synonym
- = – heterotypisches Synonym
- – abweichender Namensgebrauch
- c – sonstige wissenschaftliche Namen
- d – sonstige deutsche Namen
- excl. synonym. – excluso synonymum
- f. excl. – forma excludenda
- in herb. – in herbariis
- nom. illeg. – nomen illegitimum
- nom. ined. – nomen ineditum
- nom. nud. – nomen nudum
- s. orig. – sensu originali
- s. post auct. – sensu post auctorum
- sp. excl. – species excludenda
- sp. incl. – species includenda

◇ *Chara aspera* Willdenow 1809² – Raue Armleuchteralge

- a) *Chara globularis* var. *aspera* (Willdenow 1809) R. D. Wood 1962 f. *aspera*
- = ◇ *Chara pusilla* Floerke 1848 p. p.³, non Migula 1897 (= *Chara canescens* Loiseleur-Deslongchamps 1810)
- = *Chara desmacantha* (H. & J. Groves 1898) J. Groves & Bullock-Webster 1920
- c) "*Chara aspera*" Detharding, nom. ined., in herb.

¹ Die Autorenschaft von Wood (Wood 1962, Wood & Imahori 1965) wurde nur in den Fällen kenntlich gemacht, in denen es sich tatsächlich um Neukombinationen handelt. In allen anderen Fällen, in denen es sich lediglich um Autonymbildung unterhalb einer Rangstufe handelt, bleibt die Original-Autorenschaft nach Art. 26.3 des Internationalen Codes der botanischen Nomenklatur (ICBN) (Greuter et al. 2000) unverändert erhalten.

² Die Angabe von "ex" bei Autorzitatoren ist nach Art. 46.4 ICBN generell fakultativ. Danach wäre sowohl *Chara aspera* Detharding ex Willdenow 1809 als auch *Chara aspera* Willdenow 1809 legitim (vergleiche dazu Beispiele 1 - 4 zu Art. 46.4 ICBN). Da Detharding zur Beschreibung des Taxons – mit Ausnahme des Namens – nichts beigetragen hat, ist *Chara aspera* Willdenow 1809 das exaktere Zitat.

Zu nomenklatorischen Problemen siehe auch Fußnote 10, S. 2, unter *Chara hispida* Linnaeus 1753.

³ Das Typusmaterial von *Chara pusilla* Floerke 1848 ist eine Mischung von sehr kleinen Pflanzen von *Chara aspera* Willdenow 1809 und *Chara canescens* Loiseleur-Deslongchamps 1810 s. orig.

sp. incl.: ◇ *Chara curta* Nolte ex Kützing 1857 •

- a) *Chara aspera* [var. *aspera*] f. *curta* (Nolte ex Kützing 1857) R. D. Wood 1962
= *Chara aspera* var. *curta* (Nolte ex Kützing 1857) A. Braun ex Leonhardi 1864
- c) "*Chara curta*" Nolte, nom. ined., in herb.

***Chara baltica* Bruzelius 1824⁴ – Baltische Armleuchteralge**

- a) *Chara hispida* var. *baltica* (Bruzelius 1824) R. D. Wood & Imahori 1965 f. *baltica*
- a) *Chara hispida* [var. *baltica*] f. *liljebladii* (Wallman 1853) R. D. Wood & Imahori 1965 •
= ◇ *Chara nolteana* A. Braun 1834 •
= ◇ *Chara baltica* var. *breviaculeata* Kützing 1849
= *Chara liljebladii* Wallman 1853 •

◇ *Chara baueri* A. Braun 1847 – Bauers Armleuchteralge

- a) *Chara baueri* A. Braun 1847 f. *baueri*
- = ◇ *Chara scoparia* Bauer ex Reichenbach 1829, nom. illeg., non Chevallier 1827 (= ?, fide Braun 1847: 13)
- = *Charopsis scoparia* Kützing 1843

◇ *Chara braunii* C. C. Gmelin 1826 – Brauns Armleuchteralge

- a) *Chara braunii* C. C. Gmelin 1826 f. *braunii*
- ≡ *Charopsis braunii* (C. C. Gmelin 1826) Kützing 1843
- ≡ *Nitella braunii* (C. C. Gmelin 1826) Rabenhorst 1847, non Wallman 1853 (= *Nitella guineensis* Kützing 1849)
- = ◇ *Chara coronata* Bischoff 1828
- c) "*Chara coronata*" Ziz, nom. ined., in herb.

***Chara canescens* Loiseleur-Deslongchamps 1810 s. orig.⁵ – Brackwasser-Armleuchteralge**

- a) *Chara canescens* Loiseleur-Deslongchamps 1810 f. *canescens*⁵
- = ◇ *Chara crinita* Wallroth 1815
- = ◇ *Chara horridula* Detharding ex Reichenbach 1829
- = ◇ *Chara pusilla* Floerke ex Kützing 1843 p. p.⁶
- = ◇ *Chara horridula* Rabenhorst 1847, nom. illeg., non Detharding ex Reichenbach 1829 (= *Chara canescens* Loiseleur-Deslongchamps 1810)
- = *Chara condensata* Wallman 1853, nom. illeg., non Ruprecht 1845 (= *Nitella hyalina* (De Candolle in Lamarck & De Candolle 1815) C. A. Agardh 1824)
- c) "*Chara nigricans*" Nolte, nom. ined., in herb.

⁴ Die Auffassung von *Chara baltica* Bruzelius 1824 wurde dem aktuellen Kenntnisstand angepasst. Neuere Untersuchungen (Blümel 2004) zeigen jedoch, dass a) *Chara liljebladii* Wallman 1853 eine gut abgrenzbare Sippe darstellt, der deshalb mindestens der Rang einer Varietät einzuräumen ist (*Chara baltica* var. *liljebladii* (Wallman 1853) A. Braun 1859), b) *Chara nolteana* A. Braun 1834 eine Form von *Chara baltica* mit unberindeten Blättern ist und bestenfalls den Charakter einer Varietät hat (*Chara baltica* var. *breviaculeata* Kützing 1849) und c) sehr kleine büschelige Pflanzen oft als var. *densa* Migula 1897 abgetrennt wurden.

⁵ Wood (1965: 154ff) fasst unter *Chara canescens* Loiseleur-Deslongchamps 1810 die europäischen diözischen und die nordamerikanischen monözischen haplostischen Characeen zusammen. Da im Allgemeinen Einhäusigkeit und Zweihäusigkeit als Merkmal der Artunterscheidung angewendet wird, kann es in diesem Fall nicht einfach verworfen werden. Deshalb wird hier unter *Chara canescens* Loiseleur-Deslongchamps 1810 s. orig. das vom Autor beschriebene diözische Taxon verstanden.

⁶ siehe Fußnote 3, S. 2

- d) Grauerdende Armleuchteralge

***Chara connivens* Salzm. ex A. Braun 1835 – Gebogene Armleuchteralge**

- a) *Chara globularis* [var. *globularis*] f. *connivens* (Salzm. ex A. Braun 1835) R. D. Wood 1962
= *Chara galioides* ssp. *connivens* (Salzm. ex A. Braun 1835) A. Braun 1867

◇ ***Chara contraria* A. Braun ex Kützing 1845⁷ – Gegensätzliche Armleuchteralge**

- a) *Chara vulgaris* [var. *vulgaris*] f. *contraria* (A. Braun ex Kützing 1845) R. D. Wood 1962
a) *Chara vulgaris* [var. *vulgaris*] f. *hispidula* (A. Braun 1847) R. D. Wood 1962
= *Chara stricta* Kützing 1834
= *Chara contraria* var. *hispidula* A. Braun 1847
= *Chara contraria* f. *hispidula* (A. Braun 1847) A. Braun 1882

***Chara denudata* A. Braun 1847 – Nackte Armleuchteralge**

- a) *Chara vulgaris* var. *denudata* (A. Braun 1847) R. D. Wood 1962 f. *denudata*
= *Chara dissoluta* A. Braun ex Leonhardi 1864

◇ ***Chara filiformis* Hertsch 1855 – Faden-Armleuchteralge**

- a) *Chara vulgaris* [var. *kirghisorum*] f. *filiformis* (Hertsch 1855) R. D. Wood 1962
b) ◇ *Chara jubata* A. Braun ex Kützing 1857, nom. illeg.

***Chara galioides* De Candolle 1813⁸ – Große Raue Armleuchteralge**

non C. A. Agardh 1824 = *Chara aspera* Willdenow 1809, nec Garcke 1856
= *Chara vulgaris* Linnaeus 1753

- a) *Chara globularis* [var. *aspera*] f. *galioides* (De Candolle 1813) R. D. Wood 1962

***Chara globularis* Thuillier 1799 – Zerbrechliche Armleuchteralge**

- a) *Chara globularis* Thuillier 1799 var. *globularis* f. *globularis*
= *Chara capillacea* Thuillier 1799
= *Chara fragilis* Desvaux 1810
= ◇ *Chara pulchella* Wallroth 1815
= *Chara hedvigii* C. A. Agardh 1824
= *Chara fulcrata* Ganterer 1847
= *Chara conniventi-fragilis* Hy 1913
d) *Brüchige Armleuchteralge, Bruch-Armleuchter*

***Chara gymnophylla* (A. Braun 1834) A. Braun 1835⁹ – Nacktblättrige Armleuchteralge**

⁷ Die Originalbeschreibung Brauns (Kützing 1845) umfasst auch Pflanzen, die heute zu *Chara vulgaris* Linnaeus 1753 gestellt werden. Dieses Problem bearbeitete bereits Wood (Wood & Imahori 1965). Das von ihm fälschlicherweise als Holotyp bezeichnete Originalmaterial von Braun besteht aus 8 separaten Belegen. Der von Wood als Lectotyp ausgewählte Beleg enthält in Brauns Handschrift den Zusatz "von *vulgaris* hauptsächlich im Verhalten der Rindenröhrchen der Stengel unterschieden."

⁸ Für dieses Taxon liegen historische Angaben vor (Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern). Die Revision der noch vorhandenen Herbarbelege zeigte jedoch, dass es sich um Verwechslungen mit *Chara aspera* Willdenow 1809 handelt (vgl. auch Schubert & Blindow 2004).

⁹ Historische Angaben liegen für Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, Baden-Württemberg und Bayern vor. Bei diesen Belegen handelt es sich jedoch ausschließlich um mehr oder weniger nacktästige Formen von *Chara vulgaris* Linnaeus 1753 oder *Chara baltica* Bruzelius 1824. Eine his-

- a) *Chara vulgaris* var. *gymnophylla* (A. Braun 1834) R. D. Wood 1962 f. *gymnophylla*

***Chara hispida* Linnaeus 1753 s. auct. mult.¹⁰ – Steifborstige Armleuchteralge**

- a) *Chara hispida* var. *major* (Hartman 1820) R. D. Wood 1962 f. *major*
= *Chara major* Hartman 1820
= ◊ *Chara equisetina* Kützing 1834
= *Chara spinosa* Nordstedt 1863, nom. illeg., non Amici 1827 (= *Lychnothamnus barbatus* (Meyen 1827) Leonhardi 1864)
- *Chara tomentosa* s. post auct., non *Chara hispida* Linnaeus 1753 s. orig.

***Chara horrida* Wahlstedt 1862 – Struppige Armleuchteralge**

- a) *Chara hispida* [var. *baltica*] f. *fastigiata* (Wallman 1853) R. D. Wood 1962
≡ *Chara hispida* ssp. *horrida* (Wahlstedt 1862) A. Braun 1876
c) f. excl.: *Chara polyacantha* f. *horrida* A. Braun 1859 in Braun, Rabenhorst & Stitzenberger 1857 – 1878 (= *Chara polyacantha* A. Braun 1859)
c) "*Chara horrida*" Wallman, nom. ined.

◊ *Chara intermedia* A. Braun 1859 in A. Braun, Rabenhorst & Stitzenberger 1857 - 1878 – Kurzstachelige Armleuchteralge

- a) *Chara hispida* [var. *major*] f. *intermedia* (A. Braun 1859) R. D. Wood 1962
= *Chara aculeolata* Kützing in Reichenbach 1832¹¹
= *Chara aculeolata* Kützing in Reichenbach 1832 sensu J. Groves & Bullock-Webster 1924 p. p. (schließt *Chara polyacantha* A. Braun 1859 mit ein)

***Chara kokeilii* A. Braun 1847 – Kokeils Armleuchteralge¹²**

- a) *Chara globularis* var. *kokeilii* (A. Braun 1847) R. D. Wood 1962

◊ *Chara polyacantha* A. Braun 1859 in A. Braun, Rabenhorst & Stitzenberger 1857 - 1878 – Vielstachelige Armleuchteralge

torische Angabe für Hamburg (vgl. Geissler & Kies 2003) wurde bisher nicht anhand von Herbarbelegen überprüft. Es ist davon auszugehen, dass es sich auch in diesem Fall um eine Fehlbestimmung handelt.

¹⁰ Die Nomenklatur dieses Taxons, das in den meisten Floren als *Chara hispida* Linnaeus 1753 geführt wird, ist sehr schwierig. Nach Wood (1965: 142) folgen die meisten Autoren nämlich nicht Linnaeus' Intention beim Verständnis dieser Art. Dieser untersuchte 1959 die von Linnaeus hinterlegten Belege und beobachtete dabei relativ kleine Pflanzen mit tylacanthen Berindung. Er schlug deshalb vor, alle kleinen, tylacanthen *hispida*-ähnlichen Characeen unter dem Namen *Chara hispida* var. *hispida* zusammenzufassen. Dem gegenüber eröffnet er mit *Chara hispida* var. *major* Hartman 1820 ein neues Taxon, was auf den Beschreibungen von Vaillant (1721) und Hartman (1820) basiert und der heutigen generellen Auffassung von *Chara hispida* Linnaeus 1753 entspricht.

Neuerliche Studien am Typusmaterial Linnaeus' (van Raam, pers. Mitt.) ergaben jedoch, dass es zum Großteil aus *Chara aspera* Willdenow 1809 besteht. Sollte sich dies bestätigen, wäre mit weitreichenden nomenklatorischen Konsequenzen bei beiden Arten zu rechnen. Wir bleiben hier zunächst bei dem Namen *Chara hispida* Linnaeus 1753 als die in Deutschland allgemein gängige Bezeichnung für diese Sippe.

¹¹ Es konnte bisher nicht abschließend geklärt werden, ob sich *Chara aculeolata* Kützing in Reichenbach 1832 und *Chara intermedia* A. Braun 1859 auf das selbe Taxon beziehen. Sollte sich dies bestätigen, wäre *Chara aculeolata* Kützing in Reichenbach 1832 der korrekte Name für dieses Taxon.

¹² Historische Nachweise aus Schleswig-Holstein erscheinen sehr zweifelhaft (vgl. auch Krause 1997, Hamann & Garniel 2002).

- a) *Chara hispida* [var. *hispida*] f. *polyacantha* (A. Braun 1859) R. D. Wood 1962
- = *Chara aculeolata* Kützing in Reichenbach 1832 sensu J. Groves & Bullock-Webster 1924 p. p. (schließt *Chara intermedia* A. Braun 1859 mit ein)
- = ◇ *Chara pedunculata* Kützing 1834¹³
- = ◇ *Chara spondylophylla* Kützing 1843, nom. illeg. (= *Chara pedunculata* Kützing 1834)
- = ◇ *Chara polyacantha* f. *horrida* A. Braun 1859 in Braun, Rabenhorst & Stitzenberger 1857 – 1878 (= *Chara polyacantha* A. Braun 1859)

◇ ***Chara rudis* (A. Braun 1857) Leonhardi 1864 – Furchenstachelige Armleuchteralge**

- a) *Chara hispida* [var. *major*] f. *rudis* (A. Braun 1857) R. D. Wood 1962

◇ ***Chara strigosa* A. Braun 1847 – Striemen-Armleuchteralge**

- a) *Chara globularis* [var. *aspera*] f. *strigosa* (A. Braun 1847) R. D. Wood 1962

◇ ***Chara tenuispina* A. Braun 1835 – Dünnstachelige Armleuchteralge**

- a) *Chara globularis* var. *tenuispina* (A. Braun 1835) R. D. Wood 1962
- c) "*Chara belemnophora*" Schimper, nom. ined. (fide Braun 1867: 7)

***Chara tomentosa* Linnaeus 1753 – Hornblättrige Armleuchteralge**

- a) *Chara tomentosa* Linnaeus 1753 var. *tomentosa*
- = ◇ *Chara latifolia* Willdenow 1809
- = ◇ *Chara ceratophylla* Wallroth 1815
- = *Chara ceratophylla* f. *macroteles* A. Braun 1847
- d) Filzige Armleuchteralge, Breitblättrige Armleuchteralge

◇ ***Chara virgata* Kützing 1834 – Feine Armleuchteralge**

- a) *Chara globularis* var. *virgata* (Kützing 1834) R. D. Wood 1962 f. *virgata*
- = *Chara delicatula* C. A. Agardh 1824, nom. illeg., non Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps 1810 (= *Chara aspera* Willdenow 1809)
- = *Chara pilifera* C. A. Agardh 1824
- = ◇ *Chara trichodes* Kützing 1834
- = ◇ *Chara fragilis* var. *longibracteata* Rabenhorst 1847
- = *Chara fragilis* var. *delicatula* (C. A. Agardh 1824, non Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps 1810 = *Chara aspera* Willdenow 1809) Leonhardi 1864

***Chara vulgaris* Linnaeus 1753 – Gewöhnliche Armleuchteralge**

- a) *Chara vulgaris* Linnaeus 1753 var. *vulgaris* f. *vulgaris*
- = ◇ *Chara vulgaris* var. *papillata* Wallroth 1815
- = *Chara foetida* A. Braun 1834
- = ◇ *Chara polysperma* Kützing 1845, nom. illeg., non A. Braun 1834 (= *Tolypella intricata* (Trentepohl ex Roth 1800) Leonhardi 1863)
- = ◇ *Chara stricta* Kützing 1834

¹³ Aus Prioritätsgründen ist *Chara pedunculata* Kützing 1834 der korrektere Name für dieses Taxon. Da jedoch *Chara polyacantha* A. Braun 1859 allgemein gebräuchlich ist, sollte dieser gegen den prioritären Namen konserviert werden. Wir haben daher vorerst den Namen *Chara polyacantha* A. Braun 1859 übernommen.

- = *Chara sphagnoides* Wallman 1853, nom. illeg., non Griffith 1849 (= *Chara canescens* Loiseleur-Deslongchamps 1810)
- = *Chara papillata* (Wallroth 1815) A. Braun 1867
- d) Gemeine Armleuchteralge, Stinkende Armleuchteralge

sp. incl.: ◇ *Chara crassicaulis* (Schleicher ex A. Braun 1834) Kützing 1857

- a) *Chara vulgaris* [var. *vulgaris*] f. *crassicaulis* (Schleicher ex A. Braun 1834) R. D. Wood 1962
- b) *Chara foetida* var. *crassicaulis* Schleicher ex A. Braun 1834
- = *Chara vulgaris* var. *crassicaulis* (Schleicher ex A. Braun 1834) Kützing 1849
- = *Chara longibracteata* var. *crassicaulis* (Schleicher ex A. Braun 1834) Wallman 1853
- c) "*Chara crassicaulis*" Schleicher 1821, nom. nud.

◇ *Lamprothamnium hansenii* (Sonder 1890) Corillion 1957 – Hansens Fuchsschwanzleuchteralge

- b) ◇ *Lamprothamnus hansenii* Sonder 1890
- ≡ *Chara hansenii* (Sonder 1890) Ophel 1947

***Lamprothamnium papulosum* (Wallroth 1833) J. Groves 1916 – Gewöhnliche Fuchsschwanzleuchteralge**

- a) *Lamprothamnium papulosum* (Wallroth 1833) J. Groves 1916 var. *papulosum* f. *papulosum*
- b) *Chara papulosa* Wallroth 1833
- = *Chara wallrothii* Ruprecht 1845
- = *Chara alopecuroides* Delile ex A. Braun 1847, nom. illeg.
- = *Lamprothamnus wallrothii* (Ruprecht 1845) Wahlstedt 1875
- = *Lamprothamnus alopecuroides* (Delile ex A. Braun 1847) A. Braun 1882 nom. illeg.
- = *Lamprothamnus papulosus* (Wallroth 1833) Beguinot & Formiggini 1907

◇ *Lamprothamnium sonderi* Garniel 2004 – Sonders Fuchsschwanzleuchteralge

◇ *Lychnothamnus barbatus* (Meyen 1827) Leonhardi 1864 – Bart-Glanzleuchteralge

- a) *Lychnothamnus barbatus* (Meyen 1827) Leonhardi 1864 f. *barbatus*
- b) ◇ *Chara barbata* Meyen 1827
- ≡ *Charopsis barbata* (Meyen 1827) Kützing 1843
- ≡ *Nitella barbata* (Meyen 1827) Rabenhorst 1847
- d) Bartschaftheu

***Nitella capillaris* (Krocker 1814) J. Groves & Bullock-Webster 1920 – Haarfeine Glanzleuchteralge**

- b) *Chara capillaris* Krocker 1814
- = ◇ *Chara capitata* Nees 1818
- = *Nitella capitata* (Nees 1818) C. A. Agardh 1824
- = *Nitella syncarpa* var. *capitata* (Nees 1818) Kützing 1845
- = *Chara syncarpa* var. *capitata* (Nees 1818) Ganterer 1847

***Nitella confervacea* (Brébisson 1849) A. Braun ex Leonhardi 1863 – Kleinste Glanzleuchteralge**

- a) *Nitella gracilis* [ssp. *gracilis*] var. *confervacea* (Brébisson 1849) R. D. Wood 1965 f. *confervacea*
- b) *Nitella gracilis* var. *confervacea* Brébisson 1849
 - = *Chara batrachosperma* Thuillier acc. Reichenbach 1830, nom. illeg., non Weiss 1770 (= *Batrachospermum gelatinosum* (Linnaeus 1753) De Candolle 1801), nec Thuillier 1799 (= *Chara vulgaris* Linnaeus 1753)
 - = *Chara glomerata* Reichenbach 1834, nom. illeg., non Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps 1810 (= *Tolypella glomerata* (Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps 1810) Leonhardi 1864)
 - = *Nitella tenuissima* var. *batrachosperma* (Thuillier acc. Reichenbach 1830) Kützing 1845, nom. illeg.
 - = *Chara tenuissima* var. *batrachosperma* (Reichenbach 1830) Ganterer 1847, nom. illeg.
 - = *Nitella batrachosperma* (Thuillier acc. Reichenbach 1830) A. Braun 1847, nom. illeg.

***Nitella flexilis* (Linnaeus 1753) C. A. Agardh 1824 – Biegsame Glanzleuchteralge**

- a) *Nitella flexilis* (Linnaeus 1753) C. A. Agardh 1824 var. *flexilis* f. *flexilis*
- b) *Chara flexilis* Linnaeus 1753
 - = ◇ *Chara furcatula* Reichenbach 1829
 - = ◇ *Chara commutata* Ruprecht 1845

***Nitella gracilis* (J. E. Smith 1810) C. A. Agardh 1824 – Zierliche Glanzleuchteralge**

- a) *Nitella gracilis* (J. E. Smith 1810) C. A. Agardh 1824 ssp. *gracilis* var. *gracilis* f. *gracilis*
- b) *Chara gracilis* J. E. Smith 1810
 - = *Chara flexilis* var. *gracilis* (J. E. Smith 1810) S. F. Gray 1821
- d) Fadenschaftheu

***Nitella hyalina* (De Candolle in Lamarck & De Candolle 1815) C. A. Agardh 1824 – Vielästige Glanzleuchteralge**

- a) *Nitella hyalina* (De Candolle in Lamarck & De Candolle 1815) C. A. Agardh 1824 var. *hyalina* f. *hyalina*
- b) *Chara hyalina* De Candolle in Lamarck & De Candolle 1815
 - = *Nitella hyalina* var. *oligactis* A. Braun 1867

***Nitella mucronata* (A. Braun 1834) Miquel in van Hall 1840 emend. Wallman 1853 – Stachelspitzige Glanzleuchteralge**

- a) *Nitella mucronata* var. *mucronata* (A. Braun 1834) R. D. Wood 1962 f. *mucronata*, sp. excl.: *Nitella wahlbergiana* Wallman 1853
- b) *Chara mucronata* A. Braun 1834
 - = ◇ *Chara flabellata* Reichenbach 1834
 - = *Nitella exilis* A. Braun 1847
- d) Stachelschaftheu

***Nitella opaca* (Bruzelius 1824) C. A. Agardh 1824 – Dunkle Glanzleuchteralge**

- a) *Nitella flexilis* (Linnaeus 1753) C. A. Agardh 1824 var. *flexilis* f. *flexilis* sensu R. D. Wood 1962 p. p. (schließt *Nitella flexilis* (Linnaeus 1753) C. A. Agardh 1824

mit ein)

- b) *Chara opaca* Bruzelius 1824
- ≡ *Chara capitata* var. *opaca* (Bruzelius 1824) A. Braun 1834
- ≡ *Chara syncarpa* var. *pseudoflexilis* (Bruzelius 1824) A. Braun 1835
- ≡ *Nitella syncarpa* var. *capitata* (Bruzelius 1824) Kützing 1845
- ≡ *Nitella syncarpa* var. *pseudoflexilis* (Bruzelius 1824) Rabenhorst 1847
- = *Chara flexilis* J. E. Smith 1802, excl. synonym., non Linnaeus 1753 (= *Nitella flexilis* (Linnaeus 1753) C. A. Agardh 1824.)
- = *Nitella syncarpa* var. *opaca* Rabenhorst 1847
- = *Nitella syncarpa* var. *glomerata* A. Braun 1847
- = *Nitella opaca* f. *elongata* A. Braun ex Migula 1897, p. p.

***Nitella syncarpa* (Thuillier 1799) Chevallier 1827 – Verwachsenfrüchtige Glanzleuchteralge**

- a) *Nitella capillaris* f. *syncarpa* (Thuillier 1799) R. D. Wood 1962
- b) *Chara syncarpa* Thuillier 1799
- ≡ *Chara flexilis* var. *syncarpa* (Thuillier 1799) Persoon 1817

***Nitella tenuissima* (Desvaux 1809) Kützing 1843 – Schirmförmige Glanzleuchteralge**

- a) *Nitella tenuissima* (Desvaux 1809) Kützing 1843 ssp. *tenuissima* var. *tenuissima* f. *tenuissima*
- b) *Chara tenuissima* Desvaux 1809
- = ◇ *Chara flexilis* var. *stellata* Wallroth 1815
- = ◇ *Chara stellata* (Wallroth 1815) S. F. Gray 1821
- = *Chara glomerata* Reichenbach 1829, nom. illeg., non Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps 1810 (= *Tolypella glomerata* auct.)
- d) Feinste Armleuchteralge, Feine Armleuchteralge

***Nitella translucens* (Persoon 1807) C. A. Agardh 1824 – Schimmernde Glanzleuchteralge**

- a) *Nitella translucens* (Persoon 1807) C. A. Agardh 1824 ssp. *translucens* var. *translucens*
- b) *Chara translucens* Persoon 1807
- = ◇ *Nitella procera* Wallman 1853

***Nitellopsis obtusa* (Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps 1810) J. Groves 1919 – Stern-Glanzleuchteralge**

- b) *Chara obtusa* Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps 1810
- ≡ *Tolypellopsis obtusa* (Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps 1810) Berguinot & Formiggini 1907
- = ◇ *Chara stelligera* Bauer in Reichenbach 1829
- *Chara translucens* s. auct. mult., non *Nitella translucens* (Persoon 1807) C. A. Agardh 1824 s. orig.
- = *Chara translucens* var. *stelligera* (Bauer in Reichenbach 1829) Reichenbach 1830
- = *Lychnothamnus stelliger* (Bauer in Reichenbach 1829) A. Braun 1882
- = *Nitellopsis stelligera* (Bauer in Reichenbach 1829) Hy 1890
- = *Tolypellopsis stelligera* (Bauer in Reichenbach 1829) Migula 1897
- d) Sterntragender Armleuchter, Sternschaftheu

***Tolypella glomerata* (Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps 1810) Leonhardi 1863 – Kleine Baumleuchteralge**

- a) *Tolypella nidifica* var. *glomerata* (Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps 1810) R. D. Wood 1962
- b) *Chara glomerata* Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps 1810
- ≡ *Nitella glomerata* (Desvaux in Loiseleur-Deslongchamps 1810) Chevallier 1827

◇ ***Tolypella intricata* (Trentepohl ex Roth 1800) Leonhardi 1863 – Verworrene Baumleuchteralge**

- a) *Tolypella intricata* (Trentepohl ex Roth 1800) Leonhardi 1863 var. *intricata* f. *intricata*
- b) ◇ *Chara intricata* Trentepohl ex Roth 1800
- ≡ *Nitella intricata* (Trentepohl ex Roth 1800) C. A. Agardh 1824
- = ◇ *Chara polysperma* A. Braun 1834
- = *Nitella polysperma* (A. Braun 1834) Kützing 1843
- = *Nitella nidifica* var. *polysperma* (Kützing 1843) Rabenhorst 1847

***Tolypella nidifica* (O. F. Müller 1778) A. Braun 1857 – Ostsee-Baumleuchteralge**

- a) *Tolypella nidifica* (O. F. Müller 1778) A. Braun 1857 var. *nidifica* f. *nidifica*
- b) *Conferva nidifica* O. F. Müller 1778
- ≡ *Chara flexilis* var. *nidifica* (O. F. Müller 1778) Hartman 1820
- ≡ *Chara nidifica* (O. F. Müller 1778) Bruzelius 1824
- ≡ *Nitella nidifica* (O. F. Müller 1778) C. A. Agardh 1824
- = *Chara flexilis* var. *nidifica* Fries 1849, nom. illeg.

***Tolypella prolifera* (Ziz ex A. Braun 1834) Leonhardi 1863 – Sprossende Baumleuchteralge**

- a) *Tolypella intricata* [var. *intricata*] f. *prolifera* (Ziz ex A. Braun 1834) R. D. Wood 1962
- b) *Chara prolifera* Ziz ex A. Braun 1834
- = *Chara nidifica* Borrer 1834, nom. illeg., non (O. F. Müller 1778) Leonhardi 1863 (= *Tolypella nidifica* auct.)
- ≡ *Nitella prolifera* (Ziz ex A. Braun 1834) Kützing 1845
- ≡ *Nitella intricata* var. *prolifera* (Ziz ex A. Braun 1834) Brébisson 1849

3.2 Verbreitung der Characeen in den Bundesländern

Tabelle 1 soll einen Überblick über die aktuellen und historischen Nachweise der Characeen in den einzelnen Bundesländern geben. Als relevant gelten dabei Nachweise ab 1990.

Tabelle 1 Nachweise der Characeen in den verschiedenen Bundesländern.

x – Nachweis ab 1990, 0 – letzter Nachweis vor 1990, ? – fragliche Angabe, !- – nicht vorkommend, veröffentlichte Falschangabe, - - nicht vorkommend.

SH – Schleswig-Holstein, MV – Mecklenburg-Vorpommern, NI – Niedersachsen, HB – Bremen, HH – Hamburg, BB – Brandenburg, BE – Berlin, ST – Sachsen-Anhalt, SN – Sachsen, NW – Nordrhein-Westfalen, HE – Hessen, RP – Rheinland-Pfalz, SL- Saarland, BW – Baden-Württemberg, TH – Thüringen, BY – Bayern.

Name	SH	MV	NI	HB	HH	BB	BE	ST	SN	NW	HE	RP	SL	BW	TH	BY
<i>Chara aspera</i>	x	x	x	0	?	x	0	0	0	x	-	x	-	x	0	x
<i>Chara baltica</i>	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chara baueri</i>	-	?	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chara braunii</i>	-	0	-	-	-	x	!-	-	x	x	x	x	-	x	-	x
<i>Chara canescens</i>	x	x	x	x	-	0	-	x	!-	-	-	-	-	-	0	-
<i>Chara connivens</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chara contraria</i>	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chara denudata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x
<i>Chara filiformis</i>	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	!-	-
<i>Chara galioides</i>	!-	!-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chara globularis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chara gymnophylla</i>	!-	!-	-	-	!-	-	-	-	-	-	-	-	-	!-	-	!-
<i>Chara hispida</i>	x	x	x	?	?	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
<i>Chara horrida</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chara intermedia</i>	0	x	-	-	-	x	0	x	0	0	-	-	-	x	x	x
<i>Chara kokeilii</i>	!-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chara polyacantha</i>	0	x	x	?	-	x	-	x	!-	x	x	x	-	0	x	x
<i>Chara rudis</i>	0	x	-	-	?	x	-	x	!-	-	-	-	-	0	-	x
<i>Chara strigosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
<i>Chara tenuispina</i>	0	0	-	-	-	x	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-
<i>Chara tomentosa</i>	x	x	0	-	-	x	x	x	0	-	-	x	-	x	0	x
<i>Chara virgata</i>	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	0	x	-	x	x	x
<i>Chara vulgaris</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lamprothamnium hansenii</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lamprothamnium papulosum</i>	x	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lamprothamnium sonderi</i>	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lychnothamnus barbatus</i>	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	!-
<i>Nitella capillaris</i>	x	0	x	x	x	x	0	0	x	x	0	x	-	0	x	x
<i>Nitella confervacea</i>	!-	0	-	-	-	0	0	-	0	-	0	x	-	x	-	-
<i>Nitella flexilis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Nitella gracilis</i>	x	x	x	-	0	x	0	?	x	x	0	x	-	x	x	x
<i>Nitella hyalina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?	-	x	-	-
<i>Nitella mucronata</i>	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	-	x	x	x
<i>Nitella opaca</i>	x	x	x	0	x	x	0	x	0	x	x	x	-	x	-	x
<i>Nitella syncarpa</i>	0	x	x	-	0	x	x	-	x	x	x	x	-	x	x	x
<i>Nitella tenuissima</i>	-	0	x	-	-	0	0	-	0	x	0	x	-	x	-	0
<i>Nitella translucens</i>	x	-	x	x	-	?	!-	-	x	x	-	-	-	-	-	-
<i>Nitellopsis obtusa</i>	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	-	x	!-	x
<i>Tolypella glomerata</i>	x	0	x	0	x	x	-	0	x	x	0	-	-	x	-	x
<i>Tolypella intricata</i>	x	0	x	0	0	0	0	x	0	x	-	0	-	x	-	-
<i>Tolypella nidifica</i>	x	x	0	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!-	-	-
<i>Tolypella prolifera</i>	x	x	0	0	-	0	-	!-	-	x	0	x	-	0	-	x

Die Tabelle beruht im wesentlichen auf einer kritischen Auswertung der Literatur und den z. T. unveröffentlichten Angaben verschiedener Mitarbeiter (Man vergleiche hierzu auch die verschiedenen Beiträge in diesem Band.), vereinzelt auf Herbarauswertungen. Zweifelhafte Angaben vor allem in der älteren Literatur blieben in der Regel unberücksichtigt. Veröffentlichte Feilangaben aus neuerer Zeit sind besonders gekennzeichnet, ebenso solche Angaben, insbesondere in der neueren Literatur, die zweifelhaft erscheinen und zu überprüfen bleiben. Auf Anmerkungen bzw. die Erläuterung von Änderungen z. B. gegenüber Schmidt et al. (1996) wurde hier zunächst verzichtet. Soweit die Abweichungen nicht ohnehin bereits aus den verschiedenen Beiträgen in diesem Band hervorgehen, soll dies zu einem späteren Zeitpunkt ausführlich an anderer Stelle erfolgen.

Wünschenswert gewesen wäre, bei den historischen Angaben eine Differenzierung in Daten, die durch einen Herbarbeleg abgesichert sind und solche, bei denen es sich um unbelegte Literaturangaben handelt. Da bisher jedoch nur sehr wenige Herbarien vollständig ausgewertet werden konnten, war dieses Ziel zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht realisierbar. Im Rahmen weiterer Literatur- und Herbarauswertungen sowie einer gezielten Nachsuche verschollener Arten im Gelände werden sich in den nächsten Jahren sicher noch eine Reihe von Korrekturen und Ergänzungen zur Liste ergeben. Gerade in den gewässerreichen Bundesländern, wie Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Berlin, Sachsen-Anhalt, Baden-Württemberg und Bayern sind für verschiedene Arten, für die keine Nachweise aus neuerer Zeit vorliegen, noch aktuelle Bestätigungen zu erwarten.

Danksagung

Die Checkliste der Characeen Deutschlands konnte nur durch die Zu- und Mitarbeit vieler KollegInnen bis zu diesem Stand erarbeitet werden. Die Autoren bedanken sich deshalb bei allen, die zum Gelingen dieser Publikation beigetragen haben. Unser besonderer Dank gilt Herrn Dr. Joop van Raam, Leiden, und Herrn Wolf-Henning Kusber, Berlin, für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und die Unterstützung bei der Klärung etlicher Synonyme sowie der Beschaffung schwer zugänglicher Literatur. Herrn Dr. Thomas Gregor, Vechta, danken wir für kritische Anmerkungen zu einigen Synonymen.

Die Zusammenstellung der Tabelle zum Vorkommen der Characeen in den einzelnen Bundesländern war ebenfalls nur durch die Zuarbeit vieler Bearbeiter und Kartierer möglich. Für die Bereitstellung von Daten möchten sich die Autoren vor allem bei Dr. Angela Doege, Neusörnewitz, Dr. Thomas Gregor, Vechta, Dr. Thomas Franke, Hemhofen, Dr. Hubert Illig, Luckau, Dr. Heiko Korsch, Mörsdorf, Wolf-Henning Kusber, Berlin, Dr. Rüdiger Mauersberger, Templin, Annemarie Radkowsch, Pforzheim, Dr. Annemarie Schacherer, Hildesheim, Dr. Susanne Schneider, Iffeldorf, Dr. Lothar Täuscher, Seddin, und Peter Wolff, Saarbrücken, bedanken. Weitere Funddaten wurden uns dankenswerter Weise von Dr. Irmgard Blindow, Kloster/Hiddensee, Peter Bolbrinker, Mölln, Dr. Annick Garniel, Kiel, Prof. Dr. Hendrik Schubert, Rostock, Margit Vöge, Hamburg, Hans-Georg Wagner, Höxter, und Dr. Klaus van de Weyer, Nettetal, überlassen. Auch allen nicht ausdrücklich Genannten, die einen Beitrag zu dieser Checkliste geleistet haben, sei an dieser Stelle noch einmal herzlich gedankt.

Literatur¹⁴

- AGARDH, C. A. (1824): *Systema Algarum*: XXXVIII+312 pp.; – Lundae (Literis Berlingianis).
- BLÜMEL, C. (2004 "2003"): *Chara baltica* Bruzelius 1824. – [In:] S CHUBERT, H. & BLINDOW, I. (eds.): Charophytes of the Baltic Sea: 53-63; Ruggell (Gantner).
- BRAUN, A. C. H. (1834): *Equissee monographique du genre Chara*. – *Annales des Sciences Naturelles, Botanique*, sér. 2: 349-357.
- BRAUN, A. C. H. (1835): Übersicht über die genauer bekannten *Chara*-Arten. – *Flora, Allgemeine Botanische Zeitung*, 18(4): 49-73.
- BRAUN, A. C. H. (1847): Übersicht der schweizerischen Characeen. Ein Beitrag zur Flora der Schweiz. *Neue Denkschriften der Schweizerischen Gesellschaft der Naturwissenschaften*, 10(1): 1-23.
- BRAUN, A. C. H. (1857): Über Parthenogenesis bei Pflanzen. – *Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin für das Jahr 1856*: 311-376, 1 pl.
- BRAUN, A. C. H. (1867): *Conspectus Systematicus Characearum Europaeum*. (Beilage zum dritten Heft von Rabenhorst's *Characeae Exsiccatae*): 1-8; Dresden.
- BRAUN, A. C. H. (1876): Über die Characeenflora der Mark Brandenburg. – *Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg*, 18: XLII-XLIV.
- BRAUN, A. C. H., Rabenhorst, G. L. & Stitzenberger, E. (1857 - 1878): *Die Characeen Europa's in getrockneten Exemplaren, unter Mitwirkung mehrerer Freunde der Botanik, gesammelt und herausgegeben von Prof. A. BRAUN, L. RABENHORST und E. STITZENBERGER*; Dresden.
- BREBISSE, [L.] A. de (1849): *Flore de la Normandie: Phanérogames et cryptogames semivasculaires*. Deuxième édition, augmentée de tableaux analytiques. – 365 pp.; Caen (A. Hardel).
- Bruzelius, A. (1824): *Observationes in Genus Chara*. - [Dissert.]; Lund, [überarbeitet und übersetzt in BRUZELIUS & FÜRNRÖHR, *Flora, Allgemeine Botanische Zeitung*, 9: 481-491, 1826].
- CHEVALLIER, F. F. (1827): *Flore générale des environs de Paris selon la méthode naturelle*. Description de toutes les plantes agames, cryptogames et phanérogames qui y croissent spontanément; leurs propriétés, leur usage dans la médecine, les arts et l'économie domestique; avec une classification naturelle des agames et des cryptogames, basée sur l'organisation de ces végétaux. Volume 2, 683 pp., 18 pl.; Ferras Jeune, Paris.
- CORILLION, R. (1957): *Les Charophycées de la France et d'Europe Occidentale*. – 500 pp.; Rennes (Impr. Bretonne).
- DE CANDOLLE, A. P. (1813): *Catalogus Plantarum Horti Botanici Monspelienensis addito observationum circa species novas aut non satis notas fasciculo*. - 155 p.; Monspelii (J. MARTEL).
- DESVAUX, A. N. (1809): *Essai sur la géographie-botanique du Haut-Poitou (Département de la Vienne)*. – *Journal de Botanique (Paris)*, 2: 290-318.
- GARNIEL, A. (2004 "2003"): *Lamprothamnium sonderi* Garniel 2004. - [In:] Schubert, H. & Blindow, I. (eds.): Charophytes of the Baltic Sea: 163-167; Ruggell (Gantner).
- GEISSLER, U. & Kies, L. (2003): *Artendiversität und Veränderungen in der Algenflora zweier städtischer Ballungsgebiete Deutschlands: Berlin und Hamburg*. – *Nova Hedwigia, Beihefte* 126: 1-777.
- GMELIN, C. C. (1826): *Flora Badensis Alsatica et confinium regionum cis et transrhena plantarum a lacu Bodamico usque ad confluentem Mosellae et Rheni sponte nascentes: exhibens secundum systema sexuale cum iconibus ad naturam dilectis*. Vol 4: *Supplementa cum indicibus*. - Carlsruhe (Müller).
- GREUTER, W., MCNEILL, J., BARRIE, F. R., BURDET, H. M., DEMOULIN, V., FILGUEIRAS, T. S., NICOLSON, D. H., SILVA, P. C., SKOG, J. E., TREHANE, P., TURLAND, N. J. & HAWKSWORTH, D. L. (2000): *International Code of Botanical Nomenclature (Saint Louis Code)*. – *Regnum Vegetabile*, 138: 474 S.
- GROVES, J. (1916): *Notes on Lychnothamnus*. - *Journal of Botany, British and Foreign*, 54: 336-337.
- GROVES, J. (1919): *On the name of Lamprothamnus Braun*. - *Journal of Botany, British and Foreign*, 57: 125-129.
- GROVES, J. & BULLOCK-WEBSTER, G. R. (1920): *The British Charophyta, Vol. 1, Nitellae*. - 141 pp., fig. 1-25, pl. I-XX; London (Ray Society) [Reprint 1971; Koeltz (Koenigstein)].
- GROVES, J. & BULLOCK-WEBSTER, G. R. (1924): *The British Charophyta, Vol. 2, Characeae*. - 129 pp., figs. 26-34, pl. XXI-XLV; London (Ray Society) [Reprint 1971; Koeltz (Koenigstein)].

¹⁴ Dieses Verzeichnis enthält nur die Zitate der Checkliste, in denen die Erstbeschreibung, Neukombination oder das Basionym des in dieser Arbeit akzeptierten Namens der betreffenden Taxa enthalten ist. Arbeiten, in denen Synonyme publiziert worden sind, bleiben unberücksichtigt.

- HALL, J. C. VAN (1840): Flora Belgii Septentrionalis sive Flora Batavae Compendium, Vol. 2, part 2: Continens lichens / quos elaboravit H. C. van Hall. Et Algas / quos elaboravit F. A. G. Miquel. - 477 pp.; Amsterdam (Sepp).
- HAMANN, U. & GARNIEL, A. (2002): Die Armleuchteralgen Schleswig-Holsteins. Rote Liste, Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (Hrsg.). - 50 S.; Flintbek.
- HARTMAN, J. (1820): Handbok i Skandinavians Flora, Stockholm.
- HERTZSCH, C. (1855): Zu *Chara filiformis* Hertzsch. - Hedwigia, 1(12): 81-82.
- HOLTZ, L. (1903): Characeen. - [In:] Botanischer Verein der Mark Brandenburg (Hrsg.): Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Band 4, Heft 1. - III+136 pp., 52 figs.; Leipzig (Gebrüder Borntraeger).
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae). - [In:] E TTL, H., GÄRTNER, G., HEYNIG, H. & MOLLENHAUER, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 18: 202 S., 77 figs.; Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm (G. Fischer).
- KROCKER, A. J. (1814): Florae Silesiacae. Volume 3 Supplementum: LII+374 pp.+Tafeln.
- KÜTZING, F. T. (1834): Beschreibung einiger neuer Arten der Gattung *Chara*. - Flora, Allgemeine Botanische Zeitung, 17: 705-707.
- KÜTZING, F. T. (1843): Phycologia Generalis, oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange. - 458 S., 80 pl.; Leipzig (F. A. Brockhaus).
- KÜTZING, F. T. (1845): Phycologia Germanica. Deutschlands Algen in bündigen Beschreibungen. Nebst einer Anleitung zum Untersuchen und Bestimmen dieser Gewächse für Anfänger. - 340 S.; Nordhausen (W. KOEHNE).
- KÜTZING, F. T. (1857): Tabulae Phycologicae oder Abbildungen der Tange. Bd. 7: II+40 pp., 100 pl.; Nordhausen (L. Klincksieck).
- LAMARCK, J. B. A. P. [de] & De Candolle, A. P. (1815): Flore Francaise. Ou descriptions succinctes de toutes les plantes qui croissent naturellement en France: disposées selon une nouvelle méthode d'analyse, et précédées par un exposé des principes élémentaires de la botanique, Vol. 5 (4,2). - 543 pp.; Paris (Desray).
- LEONHARDI, H. [von] (1863): Über die böhmischen Characeen. - Lotos, 13: 55-62, 68-80, 110, 111.
- LEONHARDI, H. [von] (1864): Die bisher bekannten österreichischen Armleuchter-Gewächse, besprochen vom morphologischen Standpunkte. - Verhandlungen der Naturforschenden Vereinigung Brünn, 2: 122-224.
- LINNAEUS, C. (1753): Species Plantarum, exhibentibus plantis rite cognitissimas, ad Genera relatas, cum Differentiis Specificis, Nominibus Trivialibus, Synonymis Selectis Locis Natalibus, Secundum Systema Sexuale digestas. - 1200 pp.; Holmiae (Salvius).
- LOISELEUR-DESLONGCHAMPS, J. L. A. (1810): Notice sur les plantes à ajouter à la Flore de France (Flora Gallica); avec quelques corrections et observations. - 172 pp., 6 pl.; Paris.
- MEYEN, F. J. F. (1827): Beobachtungen und Bemerkungen über die Gattung *Chara*. - Linnaea, 2: 55-81, 2 Tafeln.
- MIGULA, W. (1897): Die Characeen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. - [In:] RABENHORST, L. (Hrsg.): Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. 2. Auflage. Bd. 5: 765 S.; Leipzig (E. Kummer).
- MOORE, J. A. (1986): Charophytes of Great Britain and Ireland. - B.S.B.I. Handbook No. 5: 140 pp.; London.
- MÜLLER, O. F. (1778): Icones plantarum sponte nascentium in regnis Daniae et Norvegiae, et in ductibus Slesvici, Holsatiae et Oldenburg: Ad illustrandam opus de iisdem plantis, regio iussu exarandum, Flora Danica nomine inscriptum. Fasc. 13. - 8 pp.+ pl. 721-780; Hafniae (Kopenhagen).
- NIELSEN, R. (2004 "2003"): *Chara aspera* Willdenow 1809. - [In:] SCHUBERT, H. & BLINDOW, I. (eds.): Charophytes of the Baltic Sea: 89-94; Ruggell (Gantner).
- PERSOON, C. H. (1807): Synopsis plantarum seu enchiridium Botanicum complectens enumerationem systematicam specierum hucusque cognitarum. vol. 2. - 559 pp.; Paris, Cotnam, Tübingen (Treuttel et Würtz).
- Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt Nr. L 327/1, veröffentlicht am 22.12.2000.
- Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, Amtsblatt Nr. L 206, veröffentlicht am 22.07.1992, S. 0007-0050.

- ROTH, A. W. (1800): *Catalecta Botanica, quibus plantae novae et minus cognitae describuntur atque illustrantur*. Volume 2. – 258 pp., 9 pl.; Lipsiae.
- SCHMIDT, D., WEYER, K., VAN DE , KRAUSE, W., KIES, L., GARNIEL, A., GEISSLER, U., GUTOWSKI, A., SAMIETZ, R., SCHÜTZ, W., VAHLE, H.-C., VÖGE, M., WOLFF, P. & MELZER, A. (1996): *Rote Liste der Armleuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands, 2. Fassung, Stand Februar 1995*. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, 28: 547-576.
- SCHUBERT, H. & BLINDOW, I. (2004, eds.): *Charophytes of the Baltic Sea*: 326 pp., VI pl.; Ruggell (Gantner).
- SMITH, J. E. (1810): - *English Botany, or coloured figures of British plants: with their essential characters, synonyms and places of growth / to which will added occasional remarks by James Sowerby [Illustrations by J. Sowerby]*. vol. 30: 142 pp., pl. 1009-1080; London (White).
- SONDER, C. (1890): *Die Characeen der Provinz Schleswig-Holstein und Lauenburg nebst eingeschlossenen fremden Gebietstheilen*. Dissertation Universität Rostock, 66 pp.; Kiel.
- STEWART, N. F. & CHURCH, J. M. (1992): *Red data book of Britain and Ireland*. Joint Nature Conservation Committee. – 144 pp.; Petersborough.
- THUILLIER, J. L. (1799): *La Flore des environs de Paris, ou distribution methodique des plantes qui y croissent naturellement, faite d'après le système de Linnée; avec le nom et la description de chacune en latin et en français; l'indication de leur floraison, de la couleur des leurs fleurs, et la citation des auteurs qui les ont mieux décrites ou ont donné les meilleures figures*. Nouvelle édition. Auteur et H. L. Peronneau. - XLVII+550 pp.; Paris.
- VAILLANT, S. (1721): *Caractères de quatorze genres plantes*. – *Mémoires de l'Académie royale de sciences Paris pour 1719*: 17-20.
- VAN HALL, H. C. (1840): *Flora Belgii Septentrionalis sive Flora Batavae Compendium*. Volume 2, part 2: *Continens Lichens / quos elaboravit H. C. van Hall. et Algas / quos elaboravit F. A. G. Miquel*. – 447 pp.; Amsterdam (Sepp).
- WAHLSTEDT, L. J. (1862): *Bidrag till kännedomen om de Ska[n]dinaviska arterna af växt-familjen Characeae*. Akademisk afhandling [Dissertation]. - 43 pp.; Lund.
- WALLMANN, J. H. (1853): *Försök till en systematisk uppställning af växtfamiljen Characeae*. - p. 1-103; Stockholm (P. A. Nordstedt & Söner), [Reprint in: *Kongl. Vetenskaps Akademiens Handlingar för år 1852*: 229-331; übersetzt durch NYLANDER, W. (1856): *Essay d'une exposition systématique de la famille de Characées*. - *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, ser. 3, 21: 1-90].
- WALLROTH, K. F. G. (1815): *Annus botanicus sive supplementum tertium ad Curtii Sprengelii Florum Halensem. Cum tractatu et iconibus VI Characum generum illustrantibus*. – XXX+200 pp., 6 plates; Halae (C. A. Kümmerli).
- WALLROTH, K. F. G. (1833): *Flora Cryptogamica Germaniae. Pars Posterior continens Algas et fungis...* - [In:] Bluff, M. J. & Fingerhuth, C. A. (eds.): *Compendium Flora Germanicae. Sectio II: Plantae cryptogamicae s. cellulosae.*, 923 pp.; Norimbergae.
- WILLDENOW, C. F. L. (1809): *Fünf neue Pflanzen Deutschlands*. – *Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin*, 3: 296-299.
- WOOD, R. D. (1962): *New combinations and taxa in the revision of Characeae*. – *Taxon*, 11(1): 7–25.
- WOOD, R. D. & IMAHORI, K. (1964): *A revision of the Characeae. Second part: Iconograph of the Characeae*. - pp. I-XV, icon 1-395; Weinheim (J. Cramer).
- WOOD, R. D. & IMAHORI, K. (1965): *A revision of the Characeae. First part: Monograph of the Characeae*. - 904 pp.; Weinheim (J. Cramer).

Autoren:

Christian Blümel
 Universität Rostock
 Fachbereich Biowissenschaften
 Institut für Aquatische Ökologie
 Albert-Einstein-Straße 3
 18051 Rostock

Uwe Raabe
 Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung
 und Forsten Nordrhein-Westfalen

Postfach 101052
 45610 Recklinghausen

E-Mail: christian.bluemel@biologie.uni-rostock.de E-Mail: uwe.raabe@loebf.nrw.de

Manuskripteingang: 05.10.2004; angenommen: 09.11.2004

Irmgard BLINDOW, Evelyn ROST, Stefanie JACHNER, Simone FREY & Michael DILGER

Entwicklung eines Schlüssels zur Bestimmung von Characeen-Oosporen – eine Projektbeschreibung

Development of a determination key for charophyte oospores – a project description

Abstract

To obtain data on colonization potential as well as vegetation history for both freshwater and coastal habitats, a reliable determination key for oospores of charophytes occurring in Germany is needed. Single steps are taken to develop this key:

1. Methodological investigations: Which characters shall be described, how do different methods for preparation and storage of oospores affect characters like size and colour, how many oospores shall be measured from each population?

2. Development of a common instruction for the description of oospores. Besides recommendations for collection, preparation and storage of oospores, this instruction shall contain information about which characters to describe and how to do this.

keywords: charophytes, oospores, determination, seed size, subfossile, vegetation history

1 Einleitung

Der Unterscheidung von Characeen-Oosporen widmen sich mehrere Untersuchungen, die dazu das Rasterelektronenmikroskop zur Hilfe genommen haben (GROVES & BULLOCK-WEBSTER 1920 / 1924, JOHN & MOORE 1987, JOHN et al. 1990, RAY et al. 2003). Aber auch mit dem Binokular lassen sich entgegen verbreiteter Meinung in der geologischen Literatur (C.A. DICKSON 1970, zitiert in KRAUSE 1986) die Oosporen einzelner Arten voneinander unterscheiden. Es sind sogar zwei Schlüssel entwickelt worden (HAAS 1994, KRAUSE 1997), die allerdings nur bedingt anwendbar sind. Abgesehen davon, dass bei den nur einige der in Deutschland vorkommenden Arten enthalten, sind sie nicht frei von Fehlern (KRAUSE 1997) beziehungsweise umständlich aufgebaut (HAAS 1994).

VEDDER (2003) entwickelte einen neuen Schlüssel, um Oosporen aus einem subfossilen Sediment der Ostsee bestimmen zu können. Dabei bezog sie auch typ-

ische Brackwasserarten ein (*Lamprothamnium papulosum* (Wallr.) J. Groves, *Chara baltica* Bruz., *C. canescens* Loisel., *Tolypella nidifica* (O.F. Müll.) A. Braun), die weder von HAAS (1994) noch von KRAUSE (1997) berücksichtigt wurden. Allerdings wurde auch hier mit 12 Arten nur ein kleiner Teil des in Deutschland vorkommenden Spektrums berücksichtigt. VEDDER (2003) untersuchte von jeder dieser Arten 3 verschiedene Populationen und aus jeder Population 20 Oosporen. Weder KRAUSE (1997) noch HAAS (1994) machen Angaben über den Umfang des den Schlüsseln zugrunde liegenden Materials.

VEDDER (2003) verglich auch die in der Literatur zu findenden Angaben zur Oosporengrößen. Auffällig ist, dass diese oft stark voneinander abweichen (MIGULA 1897, GROVES & BULLOCK-WEBSTER 1920 / 1924, CORILLION 1957, KRAUSE 1997). Dasselbe gilt für andere Charakteristika wie Farbe und Anzahl der Rippen. Abgesehen von Unterschieden zwischen Populationen (VEDDER 2003) können unterschiedliche Methoden der Vorbehandlung und Lagerung der Oosporen, der Messung oder Zählung der Rippen dafür verantwortlich sein.

2 Zielsetzung

Für die in Deutschland in Süß- und Brackwasser vorkommenden Characeen soll ein brauchbarer Schlüssel für die Bestimmung rezenter und subfossiler Oosporen entwickelt werden. Als Vorarbeit sind methodische Untersuchungen geplant sowie das Erstellen einer Anleitung für das Protokollieren von Oosporen, um Fehler durch unterschiedliche Handhabung einzugrenzen.

2.1 Methodische Untersuchungen

Den bisher aufgestellten Schlüsseln liegt Herbarmaterial zugrunde sowie eingesammeltes Material, das auf verschiedene Weise vorbehandelt wurde. Es ist nicht bekannt, ob Größe und/oder Färbung der Oosporen sich durch lange Lagerung verändern und welchen Einfluss verschiedene Lagerungs- und Vorbehandlungsmethoden auf diese Parameter haben. Zur Vorbehandlung der Oosporen muss die umgebende Kalkhülle, falls vorhanden, entfernt werden. Dazu sind verschiedene Methoden beschrieben worden wie die Behandlung mit Detergentien und Säuren sowie Ultraschallbehandlung (CASANOVA 1997, VEDDER 2003). Unterschiede in den Literaturangaben können auch auf unterschiedlicher Protokollierung beruhen. So sollte zum Beispiel festgelegt werden, ob Oosporenlängen mit oder ohne Klauen gemessen werden, und untersucht werden, wie groß der durch diese unterschiedliche Methodik entstehende Fehler ist.

Oosporenmaße variieren bei einzelnen Arten unterschiedlich stark (VEDDER 2003). Wie viel Oosporen sollten beschrieben werden, damit der erhaltene Mittelwert nicht mehr als 5% von dem der entsprechenden Population abweicht? Um dies zu testen, wurden von je einer Population von *Chara tomentosa* L. und *C. contraria* A. Braun ex Kütz. die Länge und Breite von je 100 Oosporen vermessen. Für jeweils 10

Gruppen aus dieser „Grundgesamtheit“ wurde dann Mittelwerte für das entsprechende Maß berechnet. Die Anzahl der Werte innerhalb einer Gruppe wurde dabei sukzessiv um 5 vergrößert. Bei einer Gruppengröße von 10 umfasste die erste Gruppe die Werte von Oospore 1-10, die zweite 11-20 usw., die zehnte Gruppe schließlich die Werte der Oosporen 91-100. Bei einer Gruppengröße von 15 umfasste die erste Gruppe entsprechend die Werte von Oospore 1-15, die zweite von 11-25 usw., die zehnte Gruppe die Werte von Oospore 91-5 (s. Abb. 1).

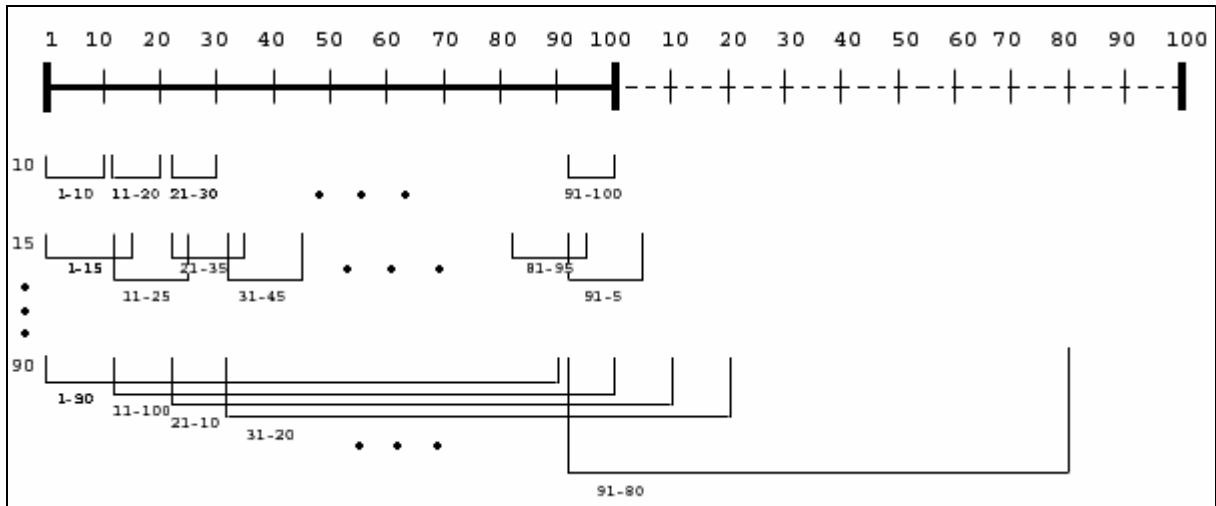


Abb. 1 Gruppeneinteilungen für die Ermittlungen von Abweichungen des Mittelwertes. Weitere Erklärungen s. Text.

Bei den beiden untersuchten Arten streuten die gemessenen Werte unterschiedlich stark (Abb. 2). Die stärkste Streuung wurde für die Oosporenbreite von *Chara contraria* ermittelt. Erst wenn etwa 30 Oosporen gemessen wurden, wich der Gruppen-Mittelwert um nicht mehr als 5% vom Gesamtmittel ab (Abb. 2d). Es empfiehlt sich also, für die Charakterisierung einer Population mindestens 30 Oosporen zu messen. Dies ist eine deutlich höhere Zahl als verschiedentlich in der Praxis angewendet (CASANOVA 1997, VEDDER 2003).

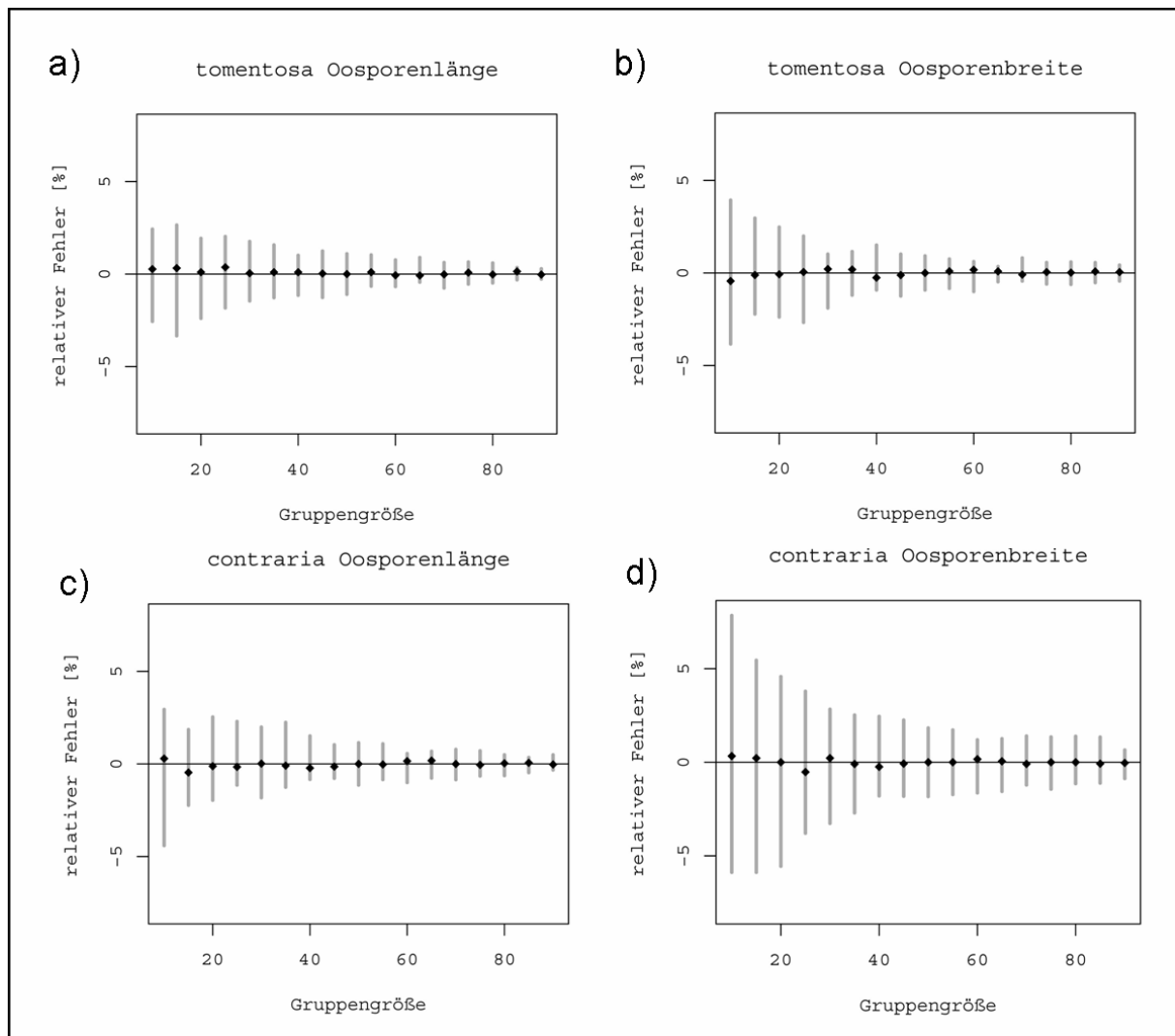


Abb. 2 Abweichungen der Gruppenmittel vom Gesamtmittel (n=100) bei verschiedenen Gruppengrößen. Dargestellt sind die mittlere sowie die maximalen Abweichungen der Gruppenmittel vom Gesamtmittel.

- Chara tomentosa*, Oosporenlänge.
- C. tomentosa*, Oosporenbreite.
- C. contraria*, Oosporenlänge.
- C. contraria*, Oosporenbreite.

2.2 Anleitung für Oosporenprotokolle

Basierend auf den methodischen Voruntersuchungen soll eine Anleitung für die Erstellung von Oosporenprotokollen entwickelt werden, die auch die Methoden zur Gewinnung, Präparation und Lagerung von Oosporensammlungen umfasst. Diese Anleitung soll eindeutig sein und anschaulich (!) protokolliert werden z.B. Länge, Breite, Beschaffenheit der Kalkhülle, Form, Anzahl der Rippen, Farbe, Beschaffenheit der Klauen.

2.3 Oosporenschlüssel

Protokolle und methodische Untersuchungen bilden die Grundlage für den Oosporenschlüssel. Aufbauend auf VEDDER (2003) soll eine Ausweitung auf andere Arten erfolgen, für die bereits untersuchten Arten soll mehr Material untersucht werden. Untersuchungen zu *Chara contraria*, bei denen eine weit höhere Zahl (220) von Oosporen vermessen wurde (VEDDER 2003: 58), zeigen, dass dies notwendig ist: Als maximale Länge wurden 700 µm ermittelt (VEDDER 2003: 650 µm), als maximale Breite 475 µm (VEDDER 2003: 425 µm).

3 Anwendbarkeit

3.1 Vegetationsgeschichte und Besiedlungspotential

Ein zuverlässiger Oosporenschlüssel ermöglicht die Bestimmung des Besiedlungspotentials in Sedimenten sowie die Rekonstruktion der subfossilen Vegetation. So hat VEDDER (2003) mit Hilfe ihres neu entwickelten Bestimmungsschlüssels die Zusammensetzung der Characeen in einem subfossilen Sedimentkern aus dem Stralsund bei Stralsund ermittelt. Andere Beispiele, in denen das Besiedlungspotential und / oder die Vegetationsgeschichte mit Hilfe von Oosporen untersucht wurden, sind die Griebener Bucht bei Hiddensee (FLÜGGE 2004), der Galenbecker See (WULFF in Vorbereitung) und verschiedene Seen in Brandenburg (DILGER 2004).

Nicht anwendbar ist eine Bestimmungsschlüssel für Oosporen für fossile Funde von Characeen: Hier ist von den ursprünglichen Gyrogoniten (die Oospore mit den sie umgebenden verkalkten Hüllzellen) oft nur die Kalkhülle erhalten. Bei subfossilen Funden aus dem Brackwasser fehlt diese aber gerade.

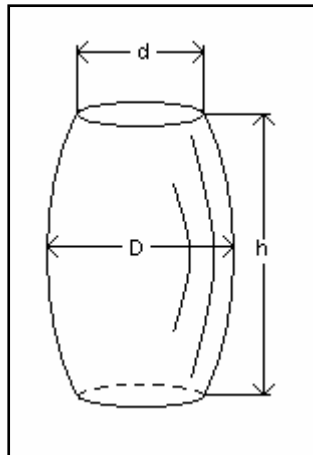
3.2 Ökologische Anwendbarkeit

Was bestimmt die Größe von Pflanzensamen bzw. anderen Diasporen? Untersuchungen vor allem an annualen höheren Pflanzen haben interessante Hypothesen, aber auch offene Fragen aufgeworfen (SILVERTOWN & CHARLESWORTH 2001). Nach der „Seed size-number trade-off“-Hypothese kann eine Pflanze entweder viele kleine oder wenige große Samen produzieren. Für jede Art gibt es eine bestimmte optimale Samengröße. Wird diese überschritten, reichen die im Samen vorhandenen Reserven nicht aus, um eine Keimung auch unter ungünstigen Bedingungen zu ermöglichen. Wird diese überschritten, ist der Kostenaufwand für die Pflanze hoch, der Gewinn aber gering. Demnach besteht ein hoher Selektionsdruck in Richtung auf die „optimale“ Samengröße, die also innerhalb derselben Population relativ uniform sein sollte. Das Gegenteil ist der Fall, bei vielen Arten ist die Variabilität auffallend hoch. Es ist nicht geklärt, ob dies eine Anpassung an variable Umweltbedingungen darstellt oder das Unvermögen der Pflanze widerspiegelt, ihre Samengröße exakt zu kontrollieren.

Für Characeen gibt es nur wenige Untersuchungen zum Oosporenvolumen oder -gewicht (CASANOVA 1997). Oosporenprotokolle können auch dafür eine Grundlage bieten. Nach der Formel für parabolische Tonnenkörper (Abb. 3):

$$V = \pi h / 15 * (2D^2 + Dd + \frac{3}{4} d^2)$$

mit D = Breite, h = Länge, d = Poldurchmesser der Oospore



lässt sich näherungsweise das Volumen einer Oospore der Gattung *Chara* ermitteln. Bei 100 Oosporen von *Chara tomentosa* aus einer Population beträgt das Verhältnis von minimalem zu maximalem Volumen 3,1, bei 220 Oosporen von *Chara contraria* aus 4 Populationen 3,7. Dies ist relativ wenig verglichen mit Samen von beispielsweise *Trifolium subterraneum*, deren Gewicht mit dem Faktor 17 variieren kann (BLACK 1959 in SILVERTOWN & CHARLESWORTH 2001)!

Abb. 3 Der als Modell für die Oosporeform benutzte parabolische Tonnenkörper

4 Aufruf

Für die oben beschriebene Arbeit brauchen wir ein großes Material an Oosporen. Wir müssen natürlich sicher sein, von welcher Art diese Oosporen stammen, sie sollten daher von sicher bestimmten Pflanzen abgesammelt worden sein!

Wir sind dankbar für jede solche Sammlung, die uns zugesandt wird. Am einfachsten entnimmt man Pflanzen, die reichlich Oosporen tragen, und trocknet sie bei Lufttemperatur. Die Pflanzen können dann zerkrümelt und in eine Dose gefüllt werden. Bitte notieren Sie dazu folgende Angaben:

Art: wer hat bestimmt, nach welchen Bestimmungskriterien, benutzte Literatur

Standort: Bezeichnung, Koordinaten und kurze Charakterisierung wie z.B. kleinerer / größerer See, Kleingewässer.

Name des Sammlers

Datum der Probenahme

evtl. Probennummer, -bezeichnung

Vorbehandlung der Oosporen: Trocknung an Luft / im Trockenschrank (Temperaturangabe); Lagerung bei Zimmertemperatur / im Kühlschrank.

Bitte schicken Sie diese Proben an Irmgard Blindow, Adresse s.u.

Literatur

- CASANOVA, M.T. (1997): Oospore variation in three species of *Chara* (Charales, Chlorophyta). – *Phycologia*, **36**: 274-280.
- CORRILLION, R. (1957): Les Charophycées de France et d'Europe Occidentale. Imprimerie Bretonne, Rennes.
- DILGER, M. (2004): Möglichkeiten des Nachweises von Characeen durch rezente Oosporen aus Sedimenten. – *Rostocker Meeresbiol. Beitr.*, **13**: 35 – 38.
- GROVES, J. & BULLOCK-WEBSTER, G.R. (1920 / 1924): The British Charophyta. Vol. 1 och 2. The Ray Society, London.
- HAAS, J.N. (1994): First identification key for charophyte oospores from central Europe – *J. Phycol.*, **29**: 227-235.
- FLÜGGE, S. (2004): Aktuelle Situation und Besiedlungspotenzial der submersen Vegetation in den Boddengewässern bei Hiddensee. Diplomarbeit, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.
- JOHN, D.M. & MOORE, J. (1987): An SEM study of the oospore of some *Nitella* species (Charales, Chlorophyta) with descriptions of wall ornamentation and an assessment of its taxonomic importance. – *Phycologia*, **26**: 334-355.
- JOHN, D.M.; MOORE, J. & GREEN, D.R. (1990): Preliminary observations on the structure and ornamentation of the oosporangial wall in *Chara* (Charales, Chlorophyta). – *Br. phycol. J.*, **25**: 1-24.
- KRAUSE, W. (1986): Zur Bestimmungsmöglichkeit subfossiler Characeen-Oosporen an Beispielen aus Schweizer Seen – *Vierteljahresschr. Naturforsch. Ges. Zürich*, **131**: 295-313.
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Chlorophyceae). Süßwasserflora von Mitteleuropa (eds. Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H., Mollenhauer, D.) Vol 18. 202 pp.
- MIGULA, W. (1897): Die Characeen – in: Rabenhorst, Kryptogamenflora. Leipzig.
- RAY, S.; PEKKARI, S. & SNOEIJIS, P. (2003): Oospore dimensions and wall ornamentation patterns in Swedish charophytes. – *Nordic Journal of Botany*, **21**: 207-224.
- SILVERTOWN, J., CHARLESWORTH, D. (2001): Introduction to plant population biology. 4th edition. Blackwell Science.
- VEDDER, F. (2003): Morphologie und Taxonomie rezenter und subfossiler Characeen-Oosporen aus der Ostsee. Diplomarbeit, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.

Autoren:

Irmgard Blindow
Biologische Station Hiddensee
Ernst-Moritz-Arndt-Universität
Greifswald
Biologenweg 15
18565 Kloster

e-mail: blindi@uni-greifswald.de

Evelyn Rost
Stefanie Jachner
Simone Frey
Botanisches Institut
Ernst-Moritz-Arndt-Universität
Greifswald
Grimmer Str. 88
17487 Greifswald

Michael Dilger
Wachwitzer Bergstr. 12 b
01326 Dresden

Manuskripteingang: 21.09.2004; angenommen: 28.10.2004

Michael DILGER

Möglichkeiten des Nachweises von Characeen durch rezente Oosporen aus Sedimenten

Possibilities to determine and identify recent oospores of Characeae from sediments

Abstract

The possibilities of determining Charophyte-species using oospores are outlined and described. The methodology is explained and the benefits of this way of surveying charophyte presence and absence on a species level are stressed.

keywords: stoneworts (Characeae), oospores, determination methods

1 Einleitung

Für die Characeen sind seit längerem Verfahren bekannt, um die in subfossilen Ablagerungen enthaltenen Oosporen bis zur Art oder Artengruppe bestimmen zu können. Ein entsprechender Bestimmungs Schlüssel ist bei Krause (1986) enthalten. In archäobotanischen Arbeiten werden im Rahmen von Grobrestbewertung die Oosporen berücksichtigt, allerdings in der überwiegenden Anzahl der Fälle nur bis zur Gattung determiniert (Bertsch 1941, Knörzer 1981, 1987, Schoch, Pawlik u. Schweingruber 1988).

Bisher haben sich keine Verfahren etabliert, die einen Nachweis rezenter Charavorkommen über die Oosporen beinhaltet. Dabei liegen die Vorteile auf der Hand: Sedimente aus Gewässern lassen sich jahreszeitunabhängig mit wenig Aufwand bergen, bereits erloschene Vorkommen können nachgewiesen werden und rezente Arten, zunächst ohne Fund der Pflanzen, benannt werden. Die Proben können zudem über längere Zeit ohne weitere Behandlung aufbewahrt werden.

Bei den meisten Autoren werden verschiedene Angaben zu Gyrogoniten und Oosporen gemacht: Größe, Anzahl der Rippen, Oberflächenstruktur, Klauen u. A., jedoch nicht so umfassend, um diese einwandfrei bestimmen zu können Migula (1897), Wood u. Imahori (1964), Soulie-Märsche (1989), Haas (1994), Krause (1979) und Vedder (2003).

Bei Krause (1986 u. 1997) sind die meisten Angaben zur Bestimmung von Gyrogoniten und Oosporen im rezenten und subfossilen Bereich. Im Folgenden wird der Versuch unternommen, die Erfahrungen der Bearbeitung von aus Sedimenten gewonnenen Oosporen der Characeen darzustellen. Der unmittelbare Anlaß für die-

se Arbeit war die Untersuchung von Sedimentproben aus 10 bayrischen Seen (Wasserwirtschaftsamt Kempten 1999).

2 Methodisches Vorgehen

Es werden Sedimentproben aus stehenden oder leicht fließenden Gewässern geborgen. Dieses kann mit Hilfe eines "Corer" vom Boot aus erfolgen. Vom Rand des Gewässers aus kann es ein Schöpfgefäß an einem Teleskopstab oder anderer geeigneter Befestigung sein. Eine Probe umfasst ca. 0,25 bis 0,5 l aus der Sedimenttiefe von bis zu 5 cm. Untersuchungsmaterial wird von mehreren Stellen am Gewässer geborgen. Das Feuchtmaterial wird durch einfachen Wasserstrahl gewaschen und gesiebt. Das unterste Sieb hat eine Maschenweite von 20 μm . Das oberste Sieb muss eine Maschenweite von über 1000 μm aufweisen, damit z. B. *Chara tomentosa* nicht verloren geht. Durch Floten kann die Untersuchungsmenge reduziert werden. Nach dem Floten ist die verbleibende Restmenge aus Sicherheitsgründen noch einmal auf Gyrogoniten und Oosporen zu untersuchen.

Aus dem lufttrockenen Material werden unter dem Mikroskop Gyrogoniten und Oosporen ausgelesen. Im Anschluß erfolgt die Trennung nach Arten. Sind bei einer Art fast nur Gyrogoniten anzutreffen, wird die Kalkhülle mechanisch oder mit Essigkonzentrat oder verdünnter Salzsäure beseitigt. Bei ca. 80 facher Vergrößerung werden mindestens 10 Oosporen je Art vermessen und alle sich bietenden Merkmale erfasst.

Bei einigen Arten ist bei einer Vergrößerung von ca. 200 bis 400x noch die Oberflächenstruktur zu bewerten.

Als größtes Problem bei der Bearbeitung des Materials erwies sich der derzeitige Kenntnisstand bei der Bestimmung rezenter Oosporen. Haas (1994) hat einen Schlüssel zur Erkennung der Arten erstellt. In ihm sind nicht alle in Europa vorkommenden Arten aufgeführt. Vedder (2003) hat einen Schlüssel für die in der Ostseeraum häufig vorkommenden Arten erarbeitet.

Das Buch von Krause (1997) war die Grundlage für die Erarbeitung einer Tabelle, nach der die Bewertung erfolgt. Zur Kontrolle werden die bereits zitierten Veröffentlichungen herangezogen. Die geschaffenen Unterlagen eignen sich nicht für die Bestimmung von fossilem Material. Absolut notwendig erscheint, wie in der Archäobotanik, eine Vergleichssammlung rezenter Gyrogoniten und Oosporen. Sie sollte Material zu allen Arten, aber auch von verschiedenen Standorten in Europa enthalten, um die Varianz innerhalb einer Art beurteilen zu können. Eine solche Sammlung befindet sich derzeit im Aufbau. Wesentliche Teile dazu konnten von Frau Krause, Aulendorf, 2003 erworben werden. Unbedingt notwendig ist es, ausgereiftes Material, direkt von der sicher bestimmten Pflanze, zu erhalten oder aus dem unmittelbar darunter befindlichem Sediment. Nützlich wären Diskussionen, bei denen eventuell weitere Bestimmungskriterien erarbeitet werden.

3 Erste Ergebnisse von Oosporengewinnung und Bewertung aus Sedimenten

Zunächst lag dem Verfasser eine Liste aller bekannten Charavorkommen in Sachsen von ersten historischen Nachweisen bis zu aktuellen Vorkommen von Doege (2002) vor. Darin waren mit Stand 2002 insgesamt 20 Arten aufgeführt, von denen 12 Arten noch nach 1980 nachgewiesen werden konnten.

Zunächst wurden im Frühjahr 2001 einige Standorte beprobt, von denen Angaben aus Rabenhorst (1863) bekannt waren und an denen sich heute keine Characeen mehr nachweisen lassen. So konnte für den von Rabenhorst benannten Olderteich bei Dresden, heute ein Waldtümpel ohne Makrophyten, im Sediment *Chara globularis* nachgewiesen werden. Zusätzlich wurden Oosporen von *Nitella flexilis* geborgen. Da von diesem Standort bisher keine Herbarbelege vorhanden sind, ließ sich so das Vorkommen von Characeen an diesem Fundort nachweisen.

In Sachsen wurden bisher 112 Sedimentproben gezogen. In 43% der Proben fand sich Charamaterial, in der Regel Gyrogoniten, überwiegend Oosporen. Pro Probe konnten 0 bis 1000 Gyrogoniten und Oosporen ausgelesen werden. Bis zu 6 Arten wurden gefunden.

Schwerpunkte der Beprobung waren die Fischteiche in Königswartha bei Bautzen, das Dubringer Moor bei Hoyerswerda, das Schönfelder Hochland bei Dresden und das Teichgebiet bei Moritzburg, nördlich von Dresden. So konnten in drei Teichen der Fischereiwirtschaft Königswartha unter anderem *Nitellopsis obtusa* nachgewiesen werden. Neben dem auch mit Pflanzen bestätigten Vorkommen im Kulkwitzer See bei Leipzig, ist dies bisher der einzige weitere Hinweis auf das Vorkommen der Art in Sachsen.

In Sedimentproben aus dem Kulkwitzer Seen wurde erstmalig *Tolypella glomerata* in Sachsen 2003 gefunden. Durch weitere Sediment- und Pflanzenproben, auch aus dem Kiessee in Pratschwitz bei Dresden und 2 Teichen aus dem Moritzburger Teichgebiet wurde diese Art bestätigt. Doege (2004) Sedimentproben des Kulkwitzer Sees und des "Grauer-Bruch" in Wilkau-Haßlau bei Zwickau 2003, wies ebenfalls Oosporen der *Tolypella nidifica* aus. Durch Herbarbelege konnten diese noch nicht bestätigt werden. Diese Art war in Sachsen bisher noch nicht belegt.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Analyse von rezenten Oosporen aus den Sedimenten hat sich als eine wertvolle Ergänzung zur Erfassung der Characeen erwiesen. Ein mit Frau Dr. Blindow, von der Universität Greifswald, erarbeitetes Aufnahmeformular für Oosporen zur Bestimmung der Art steht Allen zur Verfügung. An der Vervollständigung der Bewertungsunterlagen muß weiter gearbeitet werden. Für Hinweise sind wir dankbar.

Einige Arten der Characeen lassen sich schon sicher über die Oosporen bestimmen. Da das Alter der gefundenen Gyrogoniten und Oosporen nicht bekannt

ist, müssen Bestimmungsmethoden dafür gefunden werden, ob die Zellen noch am Leben sind. Noch in diesem Jahr wird geprüft, ob mit Hilfe von Vitalfarben und dem anschließenden Fluoreszenzverfahren festgestellt werden kann, ob die Objekte noch neue Pflanzen bilden können.

Danksagung

Frau Krause danke ich für die Bereitstellung von Material und Frau Dr. Doege für die ständige Begleitung und Geduld.

Literatur

- BERTSCH, K. (1941): Früchte und Samen. Ferdinand Enke Stuttgart
- DOEGE, A. (2002): Characeen in Sachsen, Stand 2002. nicht veröffentlicht
- DOEGE, A. (2004): Characeen in Sachsen, Stand 2004. nicht veröffentlicht
- HAAS, J. N. (1994): First identification key for charophyte oospores from central Europe. Eur. J. Phycol. 29. 227-235
- KNÖRZER, K. H. (1981): Blattsammlung. Nicht veröffentlicht
- KNÖRZER, K. H. (1987): Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte 20. Band Gebr. Mann Berlin
- KRAUSE, W. (1986): Zur Bestimmungsmöglichkeit subfossiler Characeen - Oosporen an Beispielen aus Schweizer Seen. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 131/4: 295-313
- KRAUSE, W. (1997): Süßwasserflora von Mitteleuropa Nr. 18 Charales (Charophyceae). G. Fischer Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm
- MIGULA, W. (1897): Die Characeen Deutschlands, Oesterreich und der Schweiz - In RABENHORST, W. (ed.): Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz 5. E. Kummer Leipzig
- RABENHORST, L. (1863): Kryptogamenflora von Sachsen, der Ober-Lausitz, Thüringen und Nordböhmen. E. Kummer Leipzig
- SCHOCH, H., PAWLIK, B. & SCHWEINGRUBER, F. H. (1988): Botanische Makroreste. Paul Haupt Bern und Stuttgart,
- SOULIE - MÄRSCHÉ, I. (1989): Etude comparée de Gyrogonites de Charophytes actuelles et fossiles et Phylogénie des Genères actuels. Thèse Univ. Montpellier
- VEDDER, F. (2003): Morphologie und Taxonomie rezenter und subfossiler Characeen - Oosporen aus der Ostsee. Diplomarbeit an der Universität Greifswald
- WASSERWIRTSCHAFTSAMT Kempten 1999
- WOOD, R. D., IMAHORI, K. (1964): Iconograph of the Characeae. J. Cramer Weinheim

Autor

Michael Dilger
Wachwitzer Bergstr. 12 b
01326 Dresden

E-mail: mdilger12b@yahoo.de

Manuskripteingang: 13.10.2004; angenommen: 03.11.2004

Michael DILGER

Neufunde von Characeen im Dubringer Moor

New findings of Characeae in the Dubringer Fen

Abstract

Eleven samples of sediment were taken in the nature reserve "Dubringer Moor" – the largest coherent bog in the federal state of Saxony (Germany). Despite that only two species of charophytes were known so far, the presence of several more species could be proven by the presence of sporophytes and/or oospores.

Keywords: Charophytes, oospores, Saxony

1 Einführung

Das ca. 1700 ha große Naturschutzgebiet Dubringer Moor - auch Bröthen, Zeißholzer Moor oder Moor bei Neudorf Klösterlich genannt - liegt innerhalb des Ortsdreieckes Wittichenau, Groß Neida und Michalken, etwa 6 km südwestlich der Stadt Hoyerswerda in Nordost Sachsen (Vogel, 1998). Das Moor ist der größte zusammenhängende Moorkomplex der Oberlausitz mit einer hohen Zahl an wertvollen Tier- und Pflanzenarten (VOGEL 1998).

Bei der Gattung *Chara* ist bisher nur einmal *Chara globularis* Thuill. im Untersuchungsgebiet nachgewiesen worden (Beleg 4650/22; VOGEL & DUNGER am 27.06.1984, DOEGE, 2004). *Nitella translucens* (Pers.) C. Agardh wurde im Waldbadteich durch Schnabel im Juni 2001 (Beleg 4651/12) gefunden (DOEGE, 2004).

Am 03.10.01 wurden zwei und am 13.04.04 neun Sedimentproben aus verschiedenen Teichen gezogen. Die Untersuchung des Ausgangsmaterials erfolgte wie im Beitrag "Möglichkeiten des Nachweises von Characeen durch rezente Oosporen aus Sedimenten" im gleichen Heft beschrieben (DILGER, 2004).

2 Funde

1. Mittelteich (Probe S (S für Sachsen) 14): Durch Gyrogoniten und Oosporen konnten *Chara braunii* C. C. Gmel., *Nitella capillaris* (Krock.) J. Groves & Bull.-Webst. und *Nitella flexilis* (L.) C. Agardh nachgewiesen werden
2. Stockteich (Probe S 15): Keine Funde

3. Waldbadteich (Probe S 93): Es konnten aufwachsende Charabestände festgestellt werden. Die Untersuchungen ergaben Oosporen in grosser Fülle von *Chara globularis*. *Nitella capillaris* sowie *Nitella flexilis* waren stark vertreten. Gefunden wurden auch Oosporen von *Chara braunii*. *Nitella gracilis* und *Nitella translucens* waren nur in geringen Mengen vorhanden.
4. Neuteich (Probe S 94): Die Proben des Teiches, ganz in der Nähe des Waldbadteiches gelegen, brachten den Nachweis für *Chara braunii*, *Chara globularis*, *Nitella capillaris* und *Nitella flexilis*.
5. Pechteich (Probe S 95): Die Probe hatte keine Gyrogoniten oder Oosporen.
6. Brutteich Dörghausen (Probe S 96): In dieser Probe befanden sich nur sehr wenig Oosporen der *Chara globularis*.
7. Heidemoor (Probe S 97): Keine Funde
8. Städtischer Mittelteich (Probe S 98): Keine Funde
9. Grünwaldteich (Probe S 99): Wenige Oosporen von *Chara braunii*, *Chara globularis*, *Nitella capillaris* und *Nitella flexilis*.
10. Wünteteich (Probe S 100): Die *Chara braunii* war mit wenigen Exemplaren vertreten. *Chara globularis*, *Nitella capillaris* und *Nitella flexilis* waren reichlich vertreten.
11. Schweineteich (Probe S 101): Bei dieser Sedimentproben wurde nur *Chara globularis* nachgewiesen.

Die Vitalität der Oosporen, konnte noch nicht untersucht werden.

3 Zusammenfassung

Durch die zu jeder Jahreszeit mögliche Beprobung der 11 Teiche, konnte nachgewiesen werden, dass die Characeen in grösserer Artenvielfalt im Dubringer Moor vorhanden sind, als bisher bekannt war. Die *Chara braunii* hat ihr Hauptverbreitungsgebiet in Sachsen ca. 10 km entfernt im Fischteichgebiet Königswartha. Auch *Nitella capillaris* ist dort vertreten. Für Sachsen gibt es aber sonst kaum Belege. *Chara globularis* ist in Sachsen am häufigsten von allen Chara-Arten nachgewiesen. *Nitella flexilis* ist auch in Teilen von Sachsen verbreitet. Im Nachweis liegt sie an zweiter Stelle. *Nitella capillaris* ist in Sachsen kaum nachgewiesen worden. Wenige Herbarbelege kommen aus dieser Gegend. *Nitella gracilis* ist in Sachsen bis 1945 mehrfach gefunden worden. Nach dieser Zeit kaum. Die durch Pflanzen gefundene *Nitella translucens* konnte durch eine Oospore nachgewiesen werden. Zwei weitere Herbarbelege aus Sachsen stammen aus dem Jahr 1997 und sind aus anderen Gebieten. Bis zur offiziellen Anerkennung der Methode können die Fachkollegen, die Herbarmaterial sammeln, nun leichter die gefundenen Arten nachweisen.

Danksagung

Herr Herbert Schnabel war so freundlich mich 2004 an die einzelnen Standorte zu führen.

Literatur

- DILGER, M. (2004): Möglichkeiten des Nachweises von Characeen durch rezente Oosporen aus Sedimenten. – Rostocker Meeresbiol. Beitr., **13**:35 – 38.
DOEGE, A. (2004) Übersicht über alle in Sachsen belegten Charafunde. Nicht veröffentlicht.
VOGEL, J. (1998) Das Dubringer Moor. S. 5 Gebr. Güttler Zittau.

Autor

Michael Dilger
Wachwitzer Bergstr. 12 b
01326 Dresden

Tel.:0351/2686949
E-mail: mdilger12b@yahoo.de

Manuskripteingang: 13.10.2004; angenommen: 03.11.2004

Franziska VEDDER

Morphologie und Taxonomie rezenter und subfossiler Characeen-Oosporen aus der Ostsee

Morphology and taxonomy of recent and subfossil oospores of charophytes out of the Baltic Sea

Abstract

The present article summarizes the results of the diploma-thesis "Morphology and taxonomy of recent and subfossil oospores of charophytes out of the Baltic Sea" (VEDDER 2003). In this work a special determination key for recent and subfossil oospores from charophytes out of the Baltic Sea was developed through combination of data from the relevant literature and own established data. In the first part the most important features of the oospores from the most frequent charophytes in the Baltic Sea were documented and analyzed. The second part deals with the variability of the oospores. The differences between the species, the variability between and within the populations were examined. These data were used as the basis for descriptions of oospores of each species and then for the development of the determination key. In the third part of the work the applicability of the determination key was tested on oospores from a Holocene sediment from the "Strelasund". The following topics are extracts from the diploma-thesis (VEDDER 2003). Questions of detail can be read in the mentioned work.

Keywords: oospores, subfossil oospores, determination key, Baltic Sea, charophytes, stoneworts

1 Einleitung

Characeen sind submers lebende, makrophytische Grünalgen, die eine Höhe von mehreren Dezimetern erreichen können. Sie besiedeln Süß- und Brackwasser, meiden jedoch schnellere Strömung. Bevorzugtes Substrat ist ein mineralischer Boden mittlerer Korngröße, mit hohem Anteil organischer Substanz (KRAUSE 1997). Die Characeen nehmen in der Taxonomie eine Sonderstellung unter den Algen ein, da sich ihr Bau und ihre Fortpflanzungsweise von allen anderen Algen unterscheidet (KRAUSE 1997).

Man bezeichnet die Characeen auch als „Armluchteralgen“, was im Erscheinungsbild ihres Vegetationskörpers begründet ist. Er ist durch einen regelmäßigen Wechsel von kurzen Knoten (Nodien) und langen Stengelgliedern (Internodien) gekennzeichnet (KRAUSE 1997, STRASBURGER 1998). Aus den Nodien entspringen die

quiralförmig angeordneten Seitenäste, die sich wiederum aus Nodien und Internodien zusammensetzen und neben kleinen „Blättchen“, bezeichnet als Brakteen oder Brakteolen, auch die Gametangien tragen.

Das weibliche Gametangium, in dessen Kern die von fünf schraubenförmig gewundenen Hüllzellen umgebene Eizelle sitzt, bezeichnet man auch als Oogon. Das männliche Organ bezeichnet als Antheridium, ist durch einen komplizierten Aufbau gekennzeichnet. Es handelt sich um eine kugelähnliche Hülle, die mehrere „spermatogene“ Fäden umschließt. Jede Zelle dieser Fäden bildet ein zweigeißeliges, korkenzieherartig gewundenes Spermatozoid. (KRAUSE 1997, STRASBURGER 1998).

Die Spermatozoide gelangen über kleine Spalten zwischen den Hüllzellen des Oogons in den mit Schleim gefüllten Scheitelraum. Dieser bildet sich vor der Befruchtung über dem Scheitel der Eizelle. Nun bewegen sich die Spermatozoide in Richtung des Kerns, der dann im befruchteten Zustand zum Gipfel der Eizelle wandert, wo die Befruchtung stattfindet. Die so entstandene Zygote bildet sich im Folgenden zur reifen Oospore um (KRAUSE 1997).

Anschließend sinkt sie auf den Gewässerboden und wird in das Sediment eingebettet. Dort kann sie mehr oder weniger lange überdauern bis die Keimung, welche durch Licht begünstigt wird (PROCTOR 1967), ausgelöst wird. Die Oosporen haben jedoch nur einen relativ geringen Keimungserfolg und dienen daher eher als persistentes Diasporenreservoir und dem Langstreckentransport durch Wasservögel. Infolgedessen reichern sie sich im Laufe der Zeit in Sedimenten an (VAN DEN BERG et al. 2001).

Die Oosporen sind sehr widerstandsfähig. Sie können Temperaturschwankungen bis in den Minusbereich, sowie Austrocknung ertragen (PROCTOR 1967, KRAUSE 1997). Aufgrund ihrer Fähigkeit erhebliche Zeiträume zu überdauern, treten sie sehr zahlreich in fossilen und subfossilen Sedimenten auf und können als wichtige Indikatoren für die Bedingungen des jeweiligen Zeitraums genutzt werden (SOULIE-MÄRSCHÉ 1989, SCHUDACK 1993, HAAS 1994, CASANOVA 1997). Fossile Oosporen überdauern meist in Form der Gyrogoniten, während subfossile als Oosporen vorliegen. Gyrogoniten sind Oosporen mit verkalkten Hüllzellen – bei fossilen Gyrogoniten ist im Extremfall nur noch diese Hülle erhalten, die Oospore selbst aber nicht mehr (SOULIE-MÄRSCHÉ 1989).

Gerade für die Ostseesedimente ist es sehr aufschlussreich, die Artzusammensetzung zu erfahren, da einzelne Arten sehr verschiedene Ansprüche hinsichtlich der Salinität haben (KIRST 1995) und die Ostsee seit ihrer Entstehung mehrere Stadien mit unterschiedlichen Salinitäten durchlaufen hat (ARNOLD 1969, RUSSELL & THOMAS 1988).

Eine genaue Kenntnis der Artzusammensetzung in einzelnen Sedimentproben kann Aufschlüsse über die Entwicklung der Characeen-Populationen der Ostsee, durch die Einwanderung, das Verschwinden bzw. das Überdauern einzelner Arten im Zusammenhang mit der Änderung der Salinität, geben. Darüber hinaus sind Characeen Bioindikatoren für gute Wasserqualität (KRAUSE 1981). Reichliches Vorkommen von Characeen-Oosporen lässt daher die Schlussfolgerung zu, dass zu diesem Zeitpunkt nicht allzu nährstoffreiche Flachwasserbereiche häufig gewesen sein müssen.

2 Material und Methoden

Zur Erfassung der wichtigsten Merkmale der Oosporen wurden zunächst die elf rezent häufigsten Characeen-Arten bestimmt.

Dabei wurden Arten aus dem Brackwasser, sowie aus dem Süßwasser ausgewählt. Es wurden Oosporen der folgenden Arten untersucht:

Chara aspera WILLD.
Chara baltica BRUZ.
Chara canescens LOISEL.
Chara contraria A. BRAUN ex KÜTZ.
Chara globularis THUILL.
Chara hispida L.
Chara horrida WAHLST.
Chara virgata Kütz.
Chara vulgaris L.
Lamprothamnium papulosum (WALLR.) J. GROVES
Tolypella nidifica (O. MÜLL.) A. BRAUN

Je Art wurden drei Populationen von drei verschiedenen Standorten untersucht. Je Population wurden zwanzig (oder weniger) Oosporen in einem Protokoll einzeln dokumentiert.

Hierbei wurden folgende Daten aufgenommen: Länge der Oosporen, Breite der Oosporen, Anzahl der Rippen, Ausbildung der Rippen (flach/ hoch), Farbe der Oosporen, Ausbildung der Schulter (keine/ undeutlich/ deutlich) und Ausbildung der Klauen (nicht vorhanden/ klein/größer/ nah beieinanderstehend/ weiter entfernt).

Die Vermessung der Oosporen erfolgte mit einem Olympus Stereo-Zoom-Mikroskop (SZ 4045) mit 40facher Vergrößerung.

Für jede der elf Arten wurde in Excel (MS Office 1997) ein Datenblatt angelegt. Hier wurden die Messwerte der Länge, Breite und Anzahl der Rippen jeder Oospore der jeweils drei Populationen eingetragen. Anschließend wurden Mittelwert, Standardabweichung sowie Maximal- und Minimalwert der Länge, Breite und Rippenanzahl berechnet. Dann wurden aufgrund der ermittelten Werte Diagramme erstellt, um intra- und interspezifische Variabilitäten zu analysieren.

Die untersuchten Oosporen stammen zum einen aus einer bereits bestehenden Oosporensammlung von Frau Dr. I. Blindow (Kloster, Insel Hiddensee), zum anderen aus Sedimentproben aus Südschweden und weiterhin aus Herbarbelegen der Universität Greifswald und der Universität Lund in Schweden.

Zur Erstellung des Bestimmungsschlüssels wurde im ersten Schritt geprüft, welche Arten man über eindeutige morphologische Merkmale ausschließen kann. Die restlichen morphologisch ähnlichen Arten können nur anhand der Oosporenlänge, in Verbindung mit den typischen Merkmalen unterschieden werden. Die zuvor bei der Vermessung der Oosporen gewonnenen Werte wurden in Klassen unterteilt.

Die erste Grenze wurde bei 750 µm gezogen, da außer *C. hispida*, *C. baltica* und *C. horrida* keine der anderen Arten Oosporen dieser Größe bildet und man sie so ausschließen konnte.

Die zweite Grenze liegt bei 650 µm, da man ab hier sicher *C. hispida*, *C. baltica* und *C. horrida* sowie *C. virgata* und *C. globularis* ausgliedern kann.

Diese Grenzwerte wurden im Laufe der Entwicklung des Schlüssels mit Daten aus der Literatur, die zuvor in einer Übersichtstabelle dokumentiert wurden, verglichen und wenn notwendig nach unten oder oben korrigiert.

Die Oosporen im mittleren Größenbereich lassen sich nicht einwandfrei anhand der Oosporenlängen bestimmen, da diese häufig überlappen. Aufgrund dessen wurden in diesen Bereichen keine einzelnen Arten festgelegt, sondern Artengruppen ausgewiesen. Zur genaueren Bestimmung wurde dem Schlüssel eine Oosporenbeschreibung beigefügt. Sie soll dem Bearbeiter die Möglichkeit geben, die Oosporen letztlich bis zum Artniveau identifizieren zu können.

2 Kurzer Überblick über die Ergebnisse

2.1 Variabilität der Oosporen - Unterschiede zwischen den Arten

In Abbildung 3.1 sind die in den Messungen ermittelten Oosporenlängen dargestellt. *Lamprothamnium papulosum* und *Tolypella nidifica* wurden im oberen Teil des Diagramms gesondert abgebildet, da sie im Schlüssel nicht allein anhand der Oosporenlänge bestimmt, sondern über andere morphologische Eigenschaften identifiziert werden.

Es zeigen sich drei Artengruppen, die wenn man die Extremwerte außer Acht lässt, relativ gut voneinander zu trennen sind. Auffällig sind die deutlichen Überlappungen innerhalb der Artengruppen.

Große Oosporen werden von *C. hispida*, *C. baltica* und *C. horrida* gebildet. Unterhalb der 650 µm Grenze sind diese Arten fast sicher auszuschließen.

Im mittleren Größenbereich liegen *C. globularis* und *C. virgata*, ihre Oosporen werden selten größer als 750 µm. Den kleineren Oosporen werden *C. canescens*, *C. vulgaris*, *C. contraria* und *C. aspera* zugeordnet. Die Länge ihrer Oosporen überschreitet in der Regel die 650 µm Grenze nicht.

Die Oosporen jeder Artengruppe (groß, mittel, klein) haben annähernd die gleiche Länge. Innerhalb der Gruppen können einzelne Arten also nicht allein über die Oosporenlänge unterschieden werden.

Aufgrund dieser deutlichen Überlappungen muss die weitere Unterscheidung anhand anderer morphologischer Merkmale, wie die Ausbildung der Rippen, die Farbe der Oosporen und dem Vorhandensein von Klauen erfolgen. Diese Merkmale sind zwischen den Arten recht variabel.

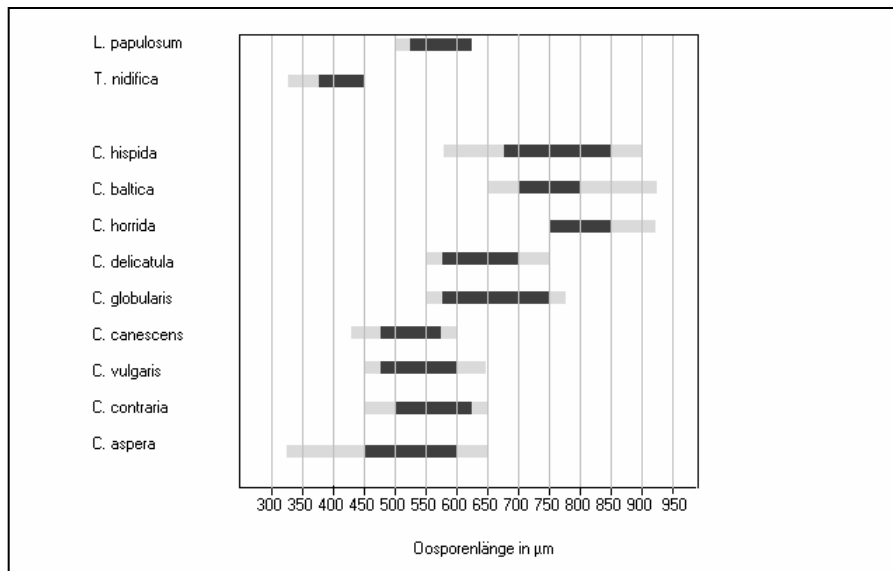


Abb. 3.1 Vergleich der Oosporenlänge der untersuchten rezenten Arten (Extremwerte sind heller dargestellt, *Chara delicatula* C. A. Agardh 1824 = *Ch. Virgata* Kütz.)

In der Regel sind die Oosporen von bräunlich bis schwarzlicher Farbe, eine Ausnahme bildet *C. vulgaris*, deren Oosporen eine hellbraune bis gelbliche Färbung haben können.

Ein zuverlässigeres Merkmal zur Unterscheidung ist die Anzahl und Ausbildung der Rippen. *Tolypella nidifica* und *Nitella* spp. besitzen selten mehr als neun Rippen, während alle anderen Arten 10 – 15 Umgänge aufweisen können. Die Rippen sind unterschiedlich stark ausgebildet. Die Oosporen von *C. canescens*, *C. contraria* (Abb. 3.2) und *C. vulgaris* sind in der Regel mit flachen Rippen ausgestattet, während z.B. *C. baltica* und *C. horrida* (Abb. 3.3) meist überaus kräftige Rippen besitzen.



Abb. 3.2 *Chara contraria*

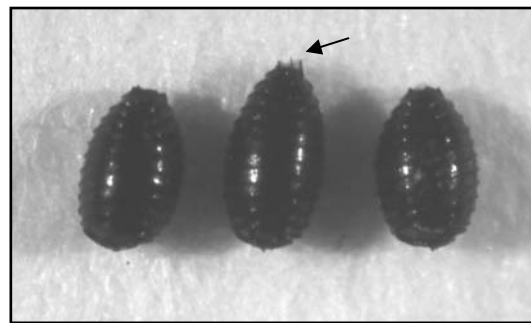
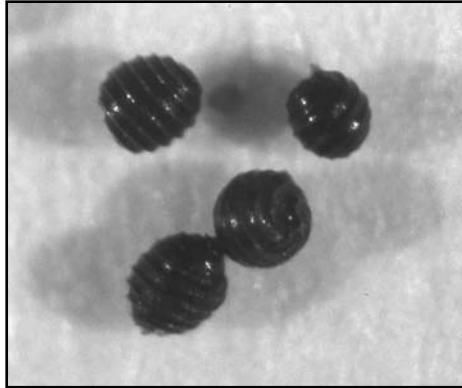


Abb. 3.3 *Chara horrida*

Ferner können auch das Vorhandensein der Klauen und deren Ausbildung bei der Unterscheidung von Nutzen sein. Kleinere Oosporen wie die von *C. vulgaris* und *C. contraria* besitzen eher kleinere Klauen, bei *Tolypella nidifica* sind sie nur selten ausgebildet. Größere Klauen findet man bei *C. horrida* (siehe auch Abb. 3.3), *C. globularis* und *C. virgata*

Eine Unterscheidung anhand der Form der Oosporen gestaltet sich recht schwierig, da alle Oosporen der elf Arten im Allgemeinen zu einer ovalen Form tendieren. Es treten auch länglich-ovale oder kegelförmige Oosporen auf, dies sind jedoch nur einzelne Ausnahmen und lassen keine eindeutige Identifizierung zu.



Einen Sonderfall stellt *Tolypella nidifica* dar, ihre Oosporen sind fast kugelförmig und daher relativ leicht zu bestimmen. (Abb. 3.4).

Abb. 3.4 Oosporen von *Tolypella nidifica* aus Edenryd

Deutlich zu identifizieren sind auch die Oosporen von *L. papulosum* (Abb.3.5). Sie besitzen im Apikal- und Basalbereich kleine dornige Fortsätze (siehe Pfeile), ähnlich den basalen Klauen. Neben diesem einfach festzustellendem Merkmal, zeigen die Rippen eine wellige Ausbildung, die bei stärkerer Vergrößerung sichtbar wird

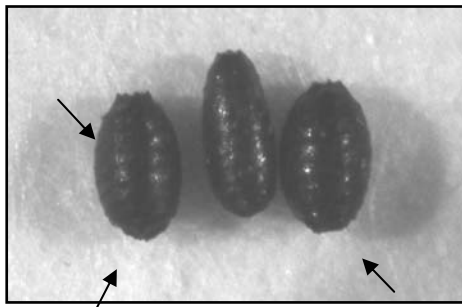


Abb. 3.5 Oosporen von *Lamprothamnium papulosum* aus Hérault (Frankreich)

3.2 Oosporenbeschreibungen am Beispiel von *Tolypella nidifica*

Die Oosporen sind 325-450 μm lang und 275-375 μm breit und haben 7 bis 9 kräftige Rippen (Häufigkeiten in Abb. 3.6). Sie sind meist dunkelbraun bis schwarz, manchmal auch weinrot.

Es sind keine oder nur sehr kleine Klauen ausgebildet. Ein wichtiges Kennzeichen ist ihre rundliche Form.

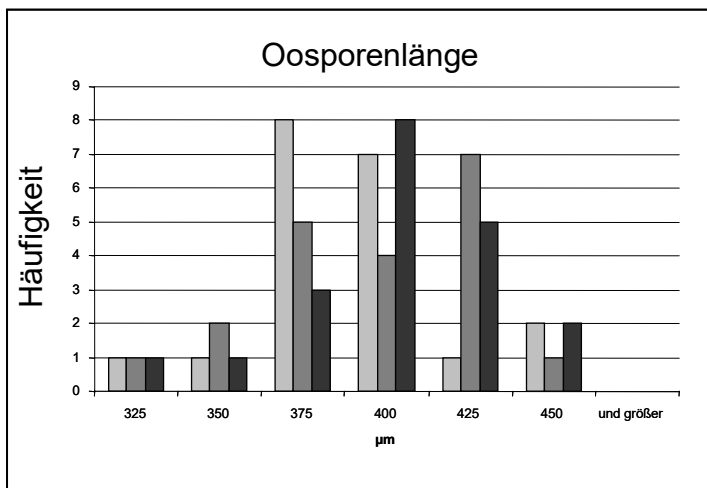
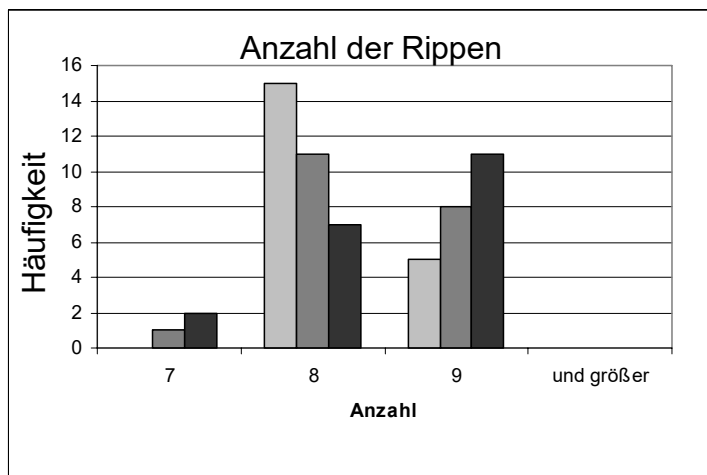
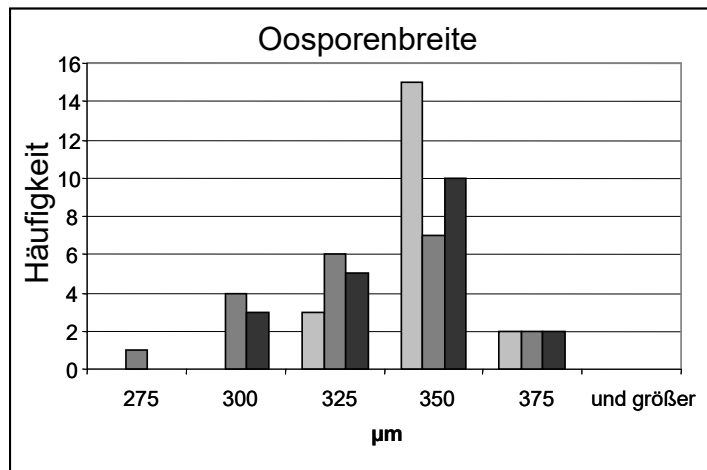


Abb. 3.6 Häufigkeitsdiagramme der Oosporenlänge, Oosporenbreite und Rippenanzahl von *Tolypella nidifica*, dargestellt sind jeweils 3 Populationen mit je 20 Oosporen (hellgrau: Landskrona, grau: Höllviken, dunkelgrau: Edenryd)

3.3 Bestimmungsschlüssel

1a	Anzahl der Umgänge: 9 und weniger.....	2
1b	Anzahl der Umgänge: 10 und mehr.....	3
2a	Oospore kugelförmig mit abgeflachter Basis, 7-9 kräftige Rippen, Länge: 325-450 µm, Breite 275-375µm, dunkelbraun bis schwarz, (manchmal weinrot schimmernd)	Tolypella nidifica
2b	Oospore abgeplattet.....	Nitella spp.
3a	Oospore ohne dornige Fortsätze an Apikal und Basis.....	4
3b	Oospore mit kleinen dornigen Fortsätzen an Apikal und Basis, 9 - 12 flache, meist wellige Rippen, an der Basis kleine Klauen, Länge: 500-625 µm, Breite: 225-400µm, braun – schwarz.....	Lamprothamnium papulosum
4a	Oospore länger oder gleich 650 µm <i>C. hispida/ C. baltica/ C. horrida/ C. globularis/ C. virgata</i>	5
4b	Oospore kürzer oder gleich 650 µm <i>C. canescens/ C. aspera/ C. vulgaris/ C. contraria/ C. globularis/ C. virgata</i>	9
5a	Oospore länger oder gleich 750µm.....	6
5b	Oospore kürzer oder gleich 750µm <i>C. hispida/ C. baltica/ C. globularis/ C. virgata</i>	7
6a	Oospore braun oder dunkelbraun.....	Chara hispida
6b	Oospore schwarz.....	C. hispida, C. baltica, C. horrida
7a	Oospore kürzer oder gleich 600µm.....	C. aspera, C. virgata, C. globularis
7b	Oospore länger oder gleich 600µm.....	8
8a	Oospore braun bis dunkelbraun.....	Chara hispida
8b	Oospore schwarz.....	C. virgata, C. globularis, C. hispida, C. baltica
9a	Oospore kürzer oder gleich 550µm <i>C. aspera/ C. canescens/ C. contraria/ C. vulgaris</i>	10
9b	Oospore länger oder gleich 550µm <i>C. aspera/ C. canescens/ C. contraria/ C. vulgaris/ C. virgata/ C. globularis</i>	13
10a	Rippen prominent, Oospore glänzend-schwarz, meist auffällige Klauen	Chara aspera
10b	Rippen flach , Klauen klein (Abb. 3.14/ 3.30) <i>C. canescens/ C. contraria/ C. vulgaris/ C. aspera</i>	11
11a	Oospore schwarz.....	12
11b	Oospore braun.....	Chara contraria
11c	Oospore heller, gelbbraun, Rippen dünn (11-15), Klauen klein.....	Chara vulgaris
12a	Oospore glänzend schwarz, Rippen prominent, auffällige Klauen.....	Chara aspera
12b	Oospore schwarz, Rippen flach, kleine Klauen.....	C. aspera/ C.canescens
13a	Rippen prominent, schwarz, meist auffällige Klauen	C. aspera, C. globularis, C. virgata
13b	Rippen flach, Klauen klein <i>C. canescens/ C. contraria/ C. vulgaris/ C. aspera</i>	14
14a	Oospore schwarz.....	15
14b	Oospore braun.....	Chara contraria
14c	Oospore heller, gelbbraun, Rippen dünn (11-15), Klauen klein.....	Chara vulgaris
15a	Oospore glänzend schwarz, Rippen prominent, auffällige Klauen.....	Chara aspera
15b	Oospore schwarz, Rippen flach, kleine Klauen.....	C. aspera/ C. canescens

3.4 Diskussion zum Bestimmungsschlüssel

Die Oosporen der Characeen galten aufgrund ihrer unsicheren Merkmale und der hohen intraspezifischen Variabilität lange Zeit als unbestimmbar (KRAUSE 1986). Bis heute gibt nur einige wenige Bestimmungsschlüssel um die Oosporen der Characeen zu bestimmen.

HAAS (1994) entwickelte einen Bestimmungsschlüssel für Oosporen von rezenten und subfossilen Charophyten aus Zentraleuropa. Er nutzt in seinem Schlüssel die charakteristischen Merkmale der Oosporen, wie Länge und Breite, Anzahl und Ausbildung der Rippen und andere morphologische Besonderheiten, wie z.B. die Ausbildung einer Schulter. Zusätzlich verwendet er zur Bestimmung die Beschaffenheit der Oosporenwand, die jedoch unter dem Binokular nur schlecht zu erkennen ist. Der Bestimmungsschlüssel von HAAS enthält 24 Arten. Eine eindeutige Trennung der Arten ist in vielen Fällen nicht oder nur schwer möglich, aufgrund der vorhandenen Überlappungen. Weitgehend fehlen die wichtigsten Brackwasserarten im Schlüssel, deshalb eignet er sich nicht für die Bestimmung von subfossilen Oosporen aus der Ostsee.

Zur Bestimmung, speziell von Oosporen aus postdiluvialen Seenablagerungen, hat KRAUSE (1997) einen weiteren Schlüssel entwickelt. Er enthält 8 Arten.

Im Schlüssel unterteilt KRAUSE die Oosporen in drei große Gruppen, und zwar in große Oosporen (900-1200 µm lang), in mittlere Oosporen (700-1000 µm lang) und kleine Oosporen (500-700 µm lang). Zu den Characeen mit großen Oosporen zählen danach *Chara tomentosa* und *Chara hispida*. Den Mittleren ordnet er *Chara globularis* und *Chara contraria* zu. Kleine Oosporen werden von *Chara aspera*, *Chara vulgaris* und *Chara strigosa* gebildet.

Im Allgemeinen ist diese Unterteilung zwar möglich, jedoch wird die große Variabilität der Oosporen hier nicht berücksichtigt. Brackwasserarten sind im Schlüssel nicht enthalten.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die wesentlichen Merkmale der rezent häufigsten Arten ermittelt, ihre Variationsbreite erfasst und mit dieser Datengrundlage ein Bestimmungsschlüssel speziell für Oosporen von Characeen aus dem Ostseeraum erstellt. Diesem Bestimmungsschlüssel liegen die Beschreibungen von einer Vielzahl von Oosporen verschiedener Populationen zugrunde, um deren erhebliche Variationsbreite erfassen zu können. Eine Trennung der Arten wurde soweit wie möglich angestrebt, dies war aber aufgrund der starken Überlappungen nicht immer möglich, so dass in manchen Fällen Artengruppen angegeben werden mussten.

Aufgrund der auf 6 Monate begrenzten Arbeitszeit, konnte allerdings nur eine limitierte Anzahl von Oosporen untersucht werden. Folglich deckt der Schlüssel nicht alle im Ostseegebiet vorkommenden Arten ab und ist deshalb nur eingeschränkt anwendbar. Er soll einen ersten Versuch darstellen, zur Vervollständigung sollten weitere Arten aufgenommen werden.

Zusammenfassung

Im vorliegenden Artikel soll eine kurze Zusammenfassung über die Ergebnisse meiner im Jahr 2003 angefertigten Diplomarbeit zum Thema „Morphologie und Taxonomie rezenter und subfossiler Characeen-Oosporen aus der Ostsee“ gegeben werden (VEDDER 2003).

In dieser Arbeit wurde aufgrund eigener ermittelter Daten und in Kombination mit Daten aus der einschlägigen Literatur ein Bestimmungsschlüssel, speziell für rezente und subfossile Oosporen von Characeen aus dem Ostseeraum entwickelt.

Im ersten Teil wurden die wichtigsten morphologischen Merkmale der Oosporen der elf rezent am häufigsten vorkommenden Characeen im Ostseeraum dokumentiert und ausgewertet.

Der zweite Teil befasst sich mit der Variabilität der Oosporen. Es wurden Unterschiede zwischen den Arten, die Variabilität zwischen innerhalb einer Population untersucht. Diese Daten dienen als Basis für die Entwicklung von Oosporen-Beschreibungen für jede der elf Arten und diese dann für die Entwicklung des Bestimmungsschlüssels.

Im dritten Teil der Arbeit wurde die Anwendbarkeit des Bestimmungsschlüssels anhand von Oosporen aus einem holozänen Sediment aus dem Strelasund getestet.

Literatur

- ARNDT, E.A. (1969): Zwischen Düne und Meeresgrund, 122 S. – Leipzig, Jena, Berlin (Urania-Verlag)
- CASANOVA, M.T. (1997): Oospore variation in three species of *Chara* (Charales, Chlorophyta) – *Phycologia*, **36**: 274-280; Oxford.
- HAAS, J.N. (1994): First identification key for charophyte oospores from central Europe – *European Journal of Phycology* **29**: 227-235; Cambridge.
- KIRST, G.O. (1995): Influence of Salinity on algal ecosystems. In „Algae, Environment and Human Affairs“, eds. Wiessner, W., Schnepf, E., Stare, R.C. – S. 123-142, Bristol (Biopress).
- KRAUSE, W. (1981): Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand – *Limnologica*, **13**: 399-418; Berlin
- KRAUSE, W. (1986): Zur Bestimmungsmöglichkeit subfossiler Characeen-Oosporen an Beispielen aus Schweizer Seen – *Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich*, **131**(4): 295-313; Orell Füssli.
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophytaceae) 202 S. – Jena (Gustav Fischer Verlag)
- PROCTOR, V.W. (1967): Storage and Germination of *Chara* oospores – *Journal of Phycology*, **3**: 90-92; Lawrence, Kan.
- RUSSELL, G., D.N. THOMAS (1988): The Baltic Sea: A cradle of plant evolution? - *Plants today* (May-June) 77-82; Oxford
- SCHUDACK, M.E. (1993): Möglichkeiten palökologischer Aussagen mit Hilfe von fossilen Charophyten in: DABER, R. (Hg.): *Pflanzen der geologischen Vergangenheit*, S. 39-59. – Berlin (Ges. f. Sozialwiss. Forschung und Publizistik)
- SOULIE-MÄRCHE, I. (1989): *Etude comparée de gyrogonites de charophytes actuelles et fossiles et phylogénie des genres actuelles* – Thèse, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 237 S.
- STRASBURGER, E. (1998), neubearb. von Sitte, P., Ziegler, H., Ehrendorfer, F., Bresinsky, A.: *Strasburger-Lehrbuch der Botanik*, 34. Aufl., 1007 S. – Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm (Gustav Fischer Verlag)
- VAN DEN BERG M.S., H. COOPS and J. SIMONS (2001): Propagule bank buildup of *Chara aspera* and its significance for colonization of a shallow lake - *Hydrobiologia* 462: 9-17; Dordrecht
- VEDDER, F. (2003): *Morphologie und Taxonomie rezenter und subfossiler Characeen-Oosporen aus der Ostsee* – Dipl.-Arb. Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, 63 S.

Autorin:

privat: Franziska Vedder
Lehniner Str. 101
1482 2 Borkwalde
E-mail: fv80@gmx.de

dienstlich: Franziska Vedder
Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH
Schlun kendorfer Str.2e
14554 Seddiner See
E-mail: gewaesserokologie-vedder@gmx.de

Manuskripteingang: 15.09.2004; angenommen: 11.10.2004

Christian BLÜMEL

Die Characeen in Mecklenburg-Vorpommern

Charophytes of Mecklenburg-Vorpommern

Abstract

Studying charophytes has a long tradition in Mecklenburg-Vorpommern. In different herbaria of universities and natural history museums collections since 1796 were preserved. Only the western part bordering to Schleswig-Holstein and the eastern part of the Isle of Usedom are documented not very well.

The current red list from SCHMIDT (1993) contains 33 species from which 9 taxa are believed to be extinct, 9 are critically endangered, 7 are endangered, 6 are vulnerable and only 2 taxa are not endangered. Detailed investigations of the inner coastal waters show the necessity to update the red list to the recent state of knowledge. In the future it is necessary to distinguish the endangerment of the several species separated in a "Red List coastal lagoons" and a "Red List freshwater".

Keywords: Characeae, Charophytes, distribution, Mecklenburg-Vorpommern, freshwater, brackish water

1 Einführung

Die Beschäftigung und das Sammeln von Characeen haben in Mecklenburg-Vorpommern (UG) eine lange Tradition. Davon kündeten umfangreiche Herbarien sowohl an den Universitäten in Greifswald und Rostock als auch an den naturhistorischen Museen in Stralsund und Waren. Die ältesten Belege reichen bis zum Ende des 18. Jahrhunderts zurück. Die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts ist durch Belege, die mit Alexander Braun (1805 – 1877) in Berlin getauscht wurden, nur schwach vertreten. Erst gegen Mitte des 19. Jahrhunderts beginnt eine systematische Sammelstätigkeit, die besonders vom Greifswalder Botanischen Institut vorangetrieben wurde. In den 90er Jahren des 19. Jahrhunderts erscheinen bereits die ersten Regionalfloren mit den Schwerpunkten Vorpommern (Holtz 1892) und den ehemaligen Provinzen Vorpommerns (Holtz 1899). Mit dem Tode Holtz' im Jahr 1907 erfährt die Erforschung der Characeen ein abruptes Ende. Erst im Zuge der Erarbeitung einer Algenflora von Greifswald (1914 – 1922) wurde wieder intensiv auf Armeleuchteralgen geachtet. Bedingt durch die beiden Weltkriege fehlen jegliche Daten bis in die 60er Jahre des 20. Jahrhunderts. Hier setzten dann erstmals pflanzensoziologische Untersuchungen ein (Fukarek 1961), die in relativ kleinen Zeitintervallen fortgesetzt bzw. wiederholt wurden (Küstengewässer: Lindner 1972, Teubner 1989, Geisel

1987, Hoppe und Pankow 1968, Behrens 1980, Süßwasser: Schmidt 1981, Doll 1991). Durch das dreijährige Forschungsprojekt ELBO sind insbesondere die inneren Küstengewässer sehr detailliert untersucht (ELBO-Endbericht 2004, http://www.biologie.uni-rostock/einzelne_projekte.htm).

Entsprechend den neuesten Erkenntnissen scheint es bei der Analyse der Gefährdungsgrade sinnvoll, für Arten, die sowohl in den brackigen inneren Küstengewässern als auch in den Süßwasserseen vorkommen, in Zukunft eine getrennte Bewertung und Einstufung vorzunehmen.

2 Material und Methoden

Zur Analyse der historischen Verbreitung der Armelechteralgen in Mecklenburg-Vorpommern wurden neben der Literatur die im Land vorhandenen Herbarien der Universitäten Greifswald (GFW) und Rostock (ROST), des Deutschen Meeresmuseums in Stralsund (DMM) und des Müritz-Museums in Waren sowie die größeren benachbarter Institutionen (Freie Universität Berlin (B) und Universität Hamburg (HBG)) untersucht. An den Herbarbelegen wurden – so weit das notwendig war – Revisionen vorgenommen. Insgesamt konnten so weit über 3500 Datensätze Fundorten an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns zugeordnet werden. Mit etwa 1500 Datensätzen ist der Kenntnisstand über die Süßwasservorkommen von Armelechteralgen deutlich schlechter. Aufgrund des sehr umfangreichen Herbarmaterials konnten bisher nur die Daten aus der Literatur und eigene Beobachtungen ausgewertet und in elektronischer Form aufbereitet werden. Die umfangreichste Sammlung an der Universität Greifswald wird auf etwa 15000 Belege geschätzt, von denen etwa die Hälfte aus Regionen, die zum heutigen Polen gehören, stammt. Die verbleibenden 7.500 Belege beziehen sich etwa zu gleichen Teilen auf Binnen- bzw. Küstengewässer.

Die Aufbereitung der Funddaten erfolgte mit dem Programm Florein 5.0. Für diese Datenbank, die zunächst auf die Erfassung von Farn- und Blütenpflanzen angelegt war, wurde eine eigene taxonomische Referenzliste verwendet, in der die Characeen eingearbeitet wurden. Den Daten wurden geographische Koordinaten zugeordnet, da lediglich neuere Aufsammlungen bereits über diese verfügen und damit auch kartographisch darstellbar sind. Zum besseren Verständnis werden einige Karten beispielhaft dargestellt.

Rezente Beobachtung aus den Binnengewässern des Untersuchungsgebietes stammen aus Kartierungen im Rahmen von Diplomarbeiten, Landschaftsplänen u. ä. sowie eigenen Untersuchungen. Durch die Landesarbeitsgruppe Geobotanik des Naturschutzbundes Deutschlands (NABU) werden jährlich während einer einwöchigen Kartierung etwa 15 – 20 Seen bearbeitet. Nach vierjähriger Arbeitszeit konnten so etwa 75 Seen bereits untersucht werden. Darüber hinaus werden aktuelle Daten in Untersuchungen für die Umsetzung der FFH-Richtlinie gesammelt. Zahlreiche Freunde und Kollegen unterstützen den Autor seit Jahren durch ehrenamtliche Arbeit und Überlassung der Funddaten.

In der floristischen Literatur Mecklenburg-Vorpommerns (vgl. A.G. Geobotanik Mecklenburg-Vorpommern 1998) sind mehr als 10.000 Vegetationsaufnahmen enthalten, in denen Characeen auftreten. Dadurch ist die Vergesellschaftung der Arten

untereinander als auch mit Spermatophyten relativ gut untersucht. Die Auswertung des aus dem Brackwasser stammenden Aufnahmемaterials ist in Blümel et al. (2001) begonnen worden. Eine komplette Auswertung aller Vegetationsaufnahmen legten Berg et al. (2001, 2004) vor.

3 Ergebnisse

Die aktuelle Rote Liste der Armleuchteralgen Mecklenburg-Vorpommerns umfasst 33 Taxa, von denen 9 als ausgestorben, weiter 9 als vom Aussterben bedroht, 7 als stark gefährdet und 6 als gefährdet eingestuft werden. Lediglich zwei Arten gelten als ungefährdet (Schmidt 1993). Neuere Untersuchungen zur Verbreitung der Characeen in den Boddengewässern (Blümel et al. 2001) zeigten jedoch, dass die bestehende Einstufung der Arten in die Rote Liste einer Überarbeitung bedarf und in Zukunft in eine „Rote Liste Boddengewässer“ und in eine „Rote Liste Binnengewässer“ unterschieden werden sollte, wie das bereits durch Fukarek (1994) für die regional unterschiedliche Gefährdung der Arten der Strand- und Salzwiesenvegetation vorgeschlagen wurde.

Nachfolgend soll die aktuelle Bestandssituation, der Bestandstrend und die Vergesellschaftung der im UG nachgewiesenen Arten genauer betrachtet werden.

Chara aspera Willd.

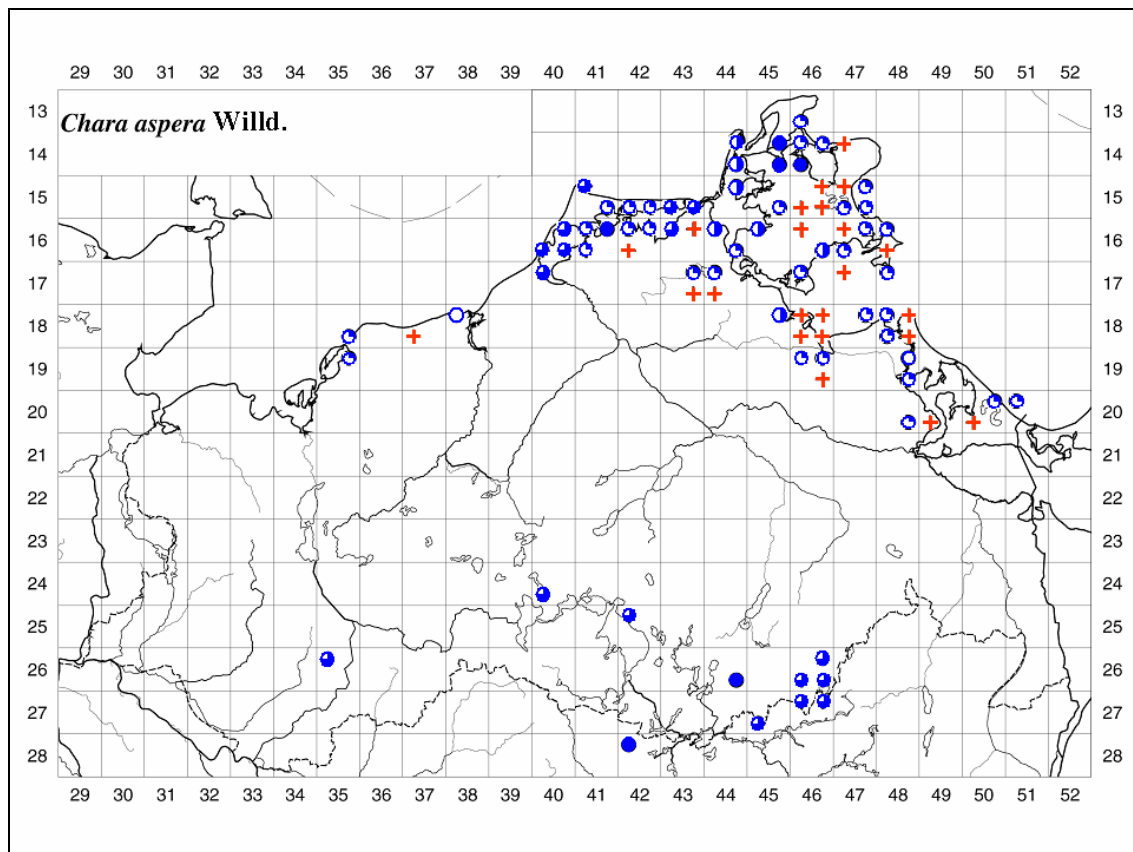
kommt in Mecklenburg-Vorpommern sowohl im Süß- als auch im Brackwasser vor (Karte 1).

Küste:

An der Küste besiedelt *Chara aspera* fast sämtliche innere Küstengewässer entlang des gesamten Salinitätsgradienten von 0,5 – 13 PSU. Jedoch sind auch hier lokale Rückgänge zu verzeichnen. In den Boddengewässern ist *Chara aspera* meist mit *Chara baltica* und *Chara canescens*, seltener auch mit *Chara contraria*, *Zanichellia palustris*, *Potamogeton pectinatus* und *Myriophyllum spicatum* vergesellschaftet (Blümel et al. 2001).

Binnenland:

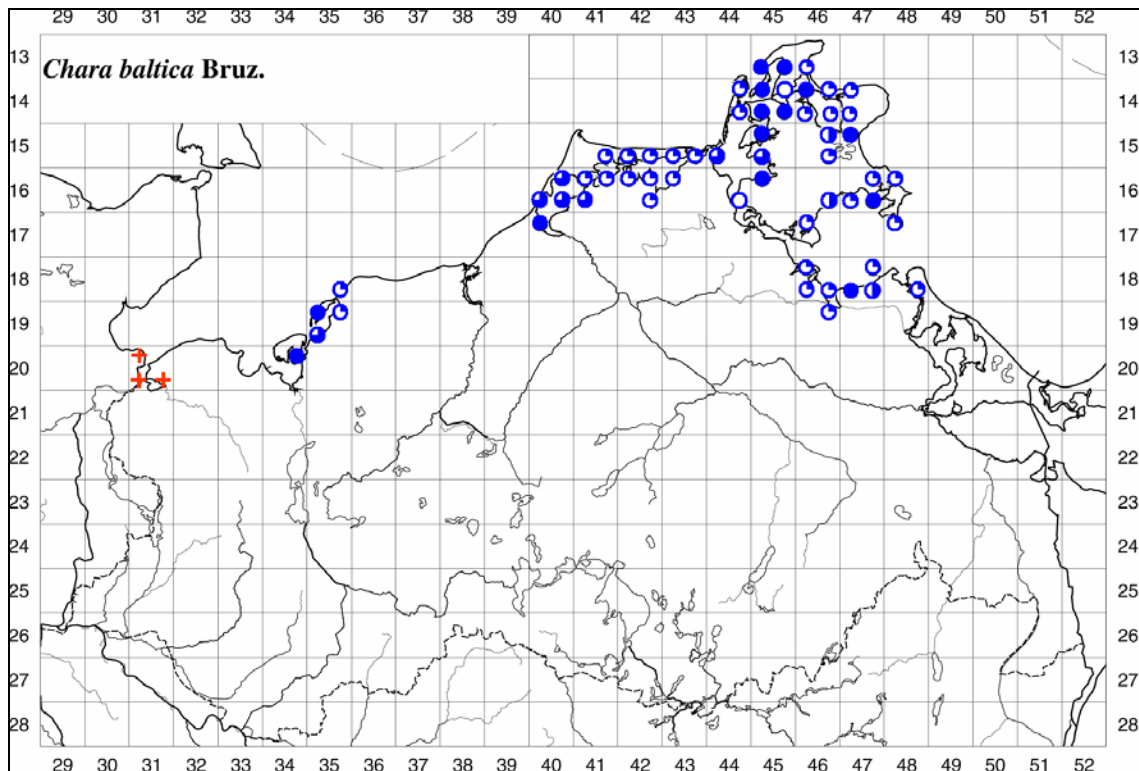
Neben einem Vorkommensschwerpunkt im Gebiet der Groß- und Kleinsseenplatte konnte insbesondere die intensive Untersuchung Vorpommerns zeigen (Holtz, 1892, Herbar GFW), dass auch Kleingewässer und Gräben besiedelt werden. Gerade in diesen Gewässern ist *Chara aspera* deutlich zurückgegangen. Das lückige Verbreitungsbild im Gebiet der Seenplatten ist durch den zu geringen Forschungsgrad zu erklären. In den Seen bildet *Chara aspera* meist einartige Bestände oder ist mit *Chara contraria* vergesellschaftet. Seltener findet sie sich in Kontakt zu Strandlingsgesellschaften (Jeschke 1959, Doll 1978, Doll 1991)



Karte 1 Nachweise von *Chara aspera* in Mecklenburg-Vorpommern. Legende: Kreissymbol – rezente Vorkommen, abgebildet ist das Datum des Erstnachweises: ○ – Nachweis vor 1850, ◐ – Nachweis 1851 – 1900, ◑ – Nachweis 1901 – 1950, ● – Nachweis 1951 – 1980, ● – Nachweis nach 1981, + – erloschene Vorkommen.

Chara baltica Bruz.

ist im UG an Küstengewässer gebunden (Karte 2). Dort kommt sie nahezu flächendeckend bei Salinitäten von 0,5 – 13 PSU vor. Lediglich im Bereich der Landesgrenze zu Schleswig-Holstein sind einige Vorkommen erloschen. *Chara baltica* ist in den Bodengewässern meist mit *Chara aspera*, *Chara canescens* und *Chara tomentosa* vergesellschaftet, und steht oft in Kontakt zu Meersalden-Gesellschaften. *Myriophyllum spicatum*, *Zannichellia palustris* und *Potamogeton pectinatus* können diese Bestände begleiten.



Karte 2 Nachweise von *Chara baltica* in Mecklenburg-Vorpommern. Zur Erklärung der Symbole s. Karte 1.

Chara baueri A. Braun

gilt im UG als ausgestorben (Schmidt 1993). Sie wurde nur einmal durch Fiedler 1847 in Schwerin in Strandlings- und Zwergbinsen-Gesellschaften angegeben (Boll 1862). Diese sind im Stadtgebiet heute durch Überbauung verloren gegangen. Da bisher kein Herbarbeleg von *Chara baueri* aus dem UG aufgefunden werden konnte, bleibt ihr ehemaliges Vorkommen mit Zweifeln behaftet (vgl. auch Migula 1897).

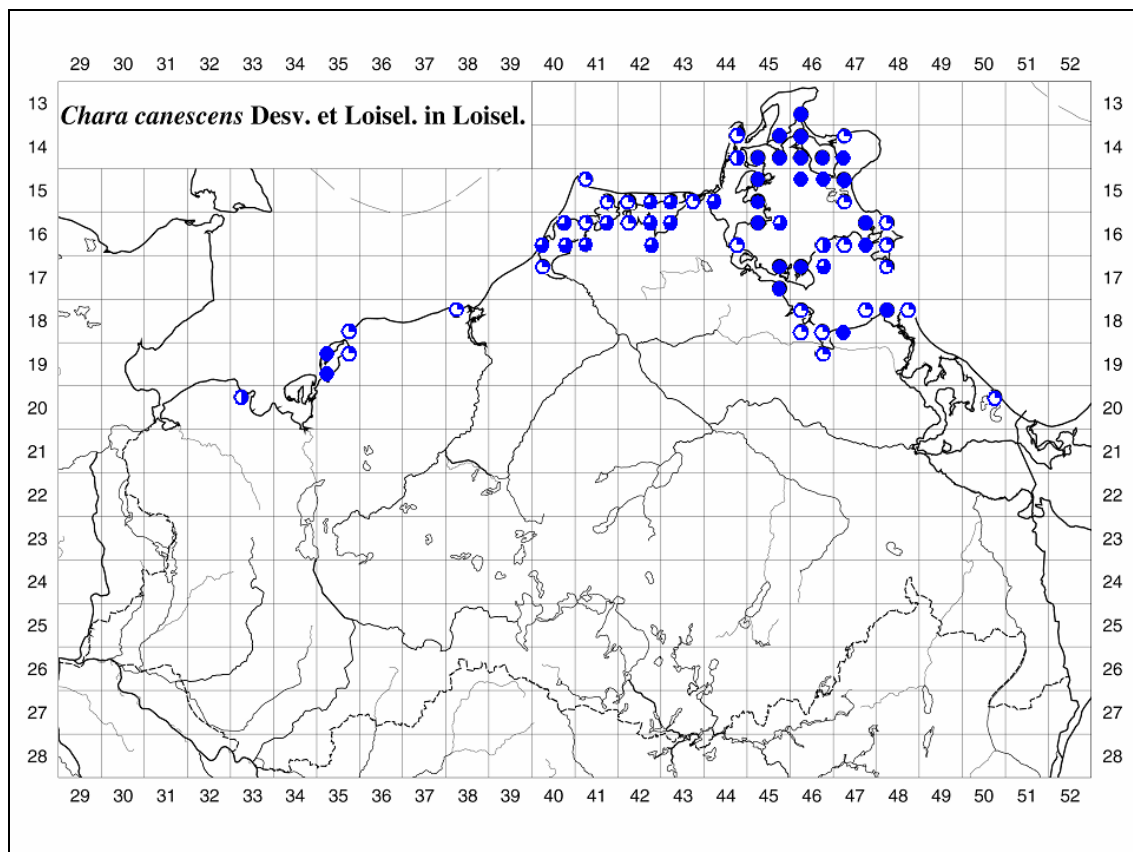
Chara braunii C. Gmel.

gehört ebenfalls zu den im UG ausgestorbenen Arten. Letztmalig wurde sie durch Wilczek (1913) in einem Kleingewässer am südöstlichen Stadtrand von Greifswald nachgewiesen. Dem Verfasser ist das Gewässer seit 1991 bekannt. Seit dem liegt es in einer extensiven Pferdeweide und fällt in manchen Jahren trocken. Trotz intensiver Nachsuche konnte die Art nicht wiedergefunden werden.

Chara canescens Loisel.

ist im UG auf die Boddengewässer beschränkt (Karte 3). Dort ist sie häufig und kommt entlang des gesamten Salinitätsgradienten von 0,5 – 13 PSU vor. Nach neuesten Untersuchungen (Blümel et al. 2001) stimmen historische und rezente Verbreitung der Art überein. *Chara canescens* ist meistens vergesellschaftet mit *Chara aspera* und *Chara baltica* und wird von Meersalden-Gesellschaften begleitet (Blümel et al. 2001). Obwohl das UG über zahlreiche Binnensalzstellen verfügt, konnte *Chara*

canescens an derartigen Standorten, wo sie z. B. in Sachsen-Anhalt und Thüringen mehrfach nachgewiesen wurde, nicht beobachtet werden



Karte 3 Nachweise von *Chara canescens* in Mecklenburg-Vorpommern. Zur Erklärung der Symbole s. Karte 1.

Chara connivens Salzm. ex A. Braun

ist im UG ausgestorben. Sie war auf die inneren Küstengewässer beschränkt und wurde letztmalig 1940 auf der Insel Rügen nachgewiesen (Trahms 1940). Trotz intensiver Nachsuche an den meisten historischen Standorten konnte die Art nicht wieder bestätigt werden.

Chara contraria A. Braun ex Kütz. 1845

ist hauptsächlich auf das Süßwasser beschränkt (Krause 1997) und kommt nur ausnahmsweise in Lagunen der Ostsee bei geringen Salinitäten vor (Dekere in Schubert et Blindow 2003).

Küste:

Chara contraria konnte im Bereich der inneren Darss-Zingster Boddenkette bis zu Salinitäten von 7,5 PSU in Gesellschaft von *Chara aspera* und *Chara canescens* mehrfach gefunden werden. Je doch ist der aktuelle Kenntnisstand über Vorkommen von *Chara contraria* in den Boddengewässern noch lückenhaft.

Binnenland:

Hier zeigt *Chara contraria* deutliche Schwerpunkte im Gebiet der Seenplatte, wo die Anzahl ihrer Vorkommen rückläufig ist. Sie ist meist vergesellschaftet mit *Chara aspera*, seltener mit *Chara filiformis* (Doll 1991).

Chara filiformis Hertsch

ist im UG auf das Binnenland beschränkt. Die Art war schon immer sehr selten und ist an zahlreichen historischen Vorkommen erloschen. Die verbliebenen Populationen sind in den letzten Jahren unverändert. Eine latente Gefährdung der wenigen rezenten Vorkommen durch die Eutrophierung besteht jedoch.

Chara globularis Thuill. 1799

wurde im UG vor allem im Binnenland beobachtet. Einige historische Nachweise stammen aus den inneren Küstengewässern (Sinkeviciene in Schubert et Blindow 2003)

Küste:

Chara globularis wurde in den östlichen Boddengewässern nur historisch nachgewiesen. Der letzte Nachweis stammt aus dem Jahr 1970 (Lindner 1972). Trotz intensiver Suche konnte die Art in den inneren Küstengewässern nicht wiedergefunden werden.

Binnenland:

Hier zählt *Chara globularis* zu den häufigsten Arten im UG. Dies darf allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass sie in Kleingewässern dramatische Rückgänge zu verzeichnen hat. Insbesondere im gut untersuchten vorpommerschen Ladensteil war sie in Gräben, Ton- und Mergel-Gruben, Feuerlöschteichen, Söllen usw. weit verbreitet, in denen sie heute weitgehend verschwunden ist. Die Vergesellschaftung von *Chara globularis* ist unspezifisch. Sie kommt meist in Kontakt zu anderen Armleuchteralgen-Gesellschaften, Laichkraut-, See- und Teichrosen- und selten sogar Wasserlinsen-Gesellschaften vor (Doll 1991). In künstlichen Gewässern vermag sie eine Verschlechterung ihrer ursprünglichen Lebensräume eine gewisse Zeit zu überdauern.

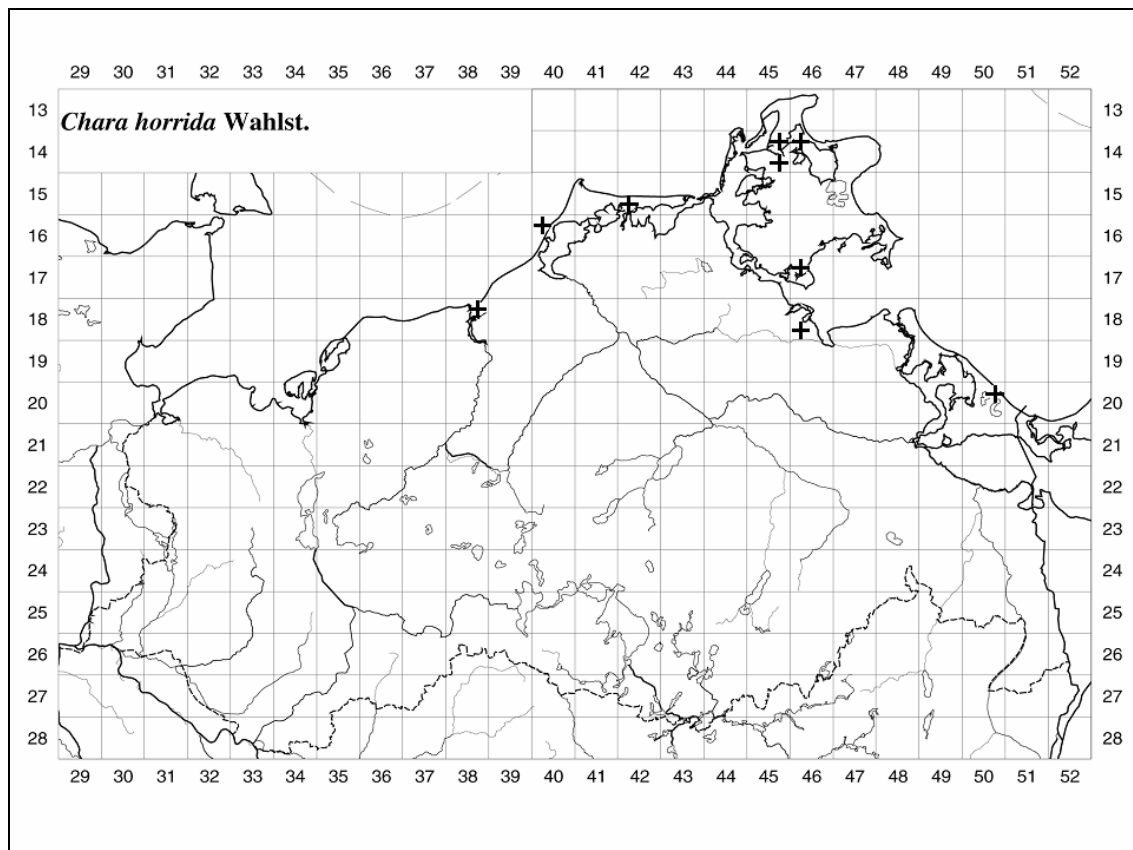
Chara hispida L.

kommt im UG nur im Binnenland vor. Einige wenige Nachweise aus den Küstengewässern liegen alle in unmittelbarer Nähe größerer Süßwasserzuflüsse mit Salinitäten unter 0,5 PSU.

Hauptverbreitungsgebiet der Art sind einerseits die Seenplatten, in denen sie eher selten vorkommt. Da die Revision der Herbarbelege, die von diesen Standorten vorliegen, noch nicht vollständig erfolgte, kann nicht mit Sicherheit entschieden werden, ob sich alle Literaturangaben auch tatsächlich auf diese Art beziehen. Wesentlich häufiger ist sie in den Flusstälern (Peene, Trebel, Recknitz), wo sie oft flächendeckend in Torfstichen vorkommt. Darüber hinaus hat *Chara hispida* ein hohes Potenzial auch andere künstliche Gewässer zu besiedeln.

Chara horrida Wahlst.

ist im UG auf die Küstengewässer beschränkt (Karte 5). Die Art ist gegenwärtig ausgestorben (Schmidt 1993). Der letzte Nachweis erfolgte Anfang der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts durch Lindner (1972) in der Darss-Zingster Boddenkette. Hier konnten in den letzten Jahren große Bestände einer hochwüchsigen Form von *Chara baltica* (= *Chara liljebladii* Wallm., vgl. Blümel et Raabe 2004, in diesem Band) beobachtet werden, in denen ein Wiederfund von *Chara horrida* zu erwarten ist. Der bisherige Kenntnisstand ist jedoch noch unzureichend.



Karte 4 Nachweise von *Chara horrida* in Mecklenburg-Vorpommern. Zur Erklärung der Symbole s. Karte 1.

Chara intermedia A. Braun

kommt im UG sowohl an der Küste als auch im Binnenland vor.

Küste:

Chara intermedia gehört zu den sehr seltenen Arten der Küstengewässer. Sie wurde nur an Standorten mit Salinitäten unter 7,5 PSU beobachtet (Fukarek 1961, Lindner 1972). Rezent sind 2 labile Populationen im Bereich der inneren Darss-Zingster Boddenkette bekannt.

Binnenland:

Auch hier gehört *Chara intermedia* zu den Seltenheiten der Characeen-Flora. An vielen historisch belegten Standorten ist die Art verschwunden. Nach 1990 wurde die Art lediglich an 5 Standorten im Gebiet der Groß- und Kleinseenplatte beobachtet.

Chara polyacantha A. Braun

hat im UG alle Vorkommen im Bereich des Binnenlandes. Historische Nachweise aus dem ehemaligen Rosenthaler Moor bei Greifswald, das dem Überflutungsregime des Rycks und damit von Brackwasser ausgesetzt waren, legen eine schwache Halotoleranz der Art nahe. Gegenwärtig kommt *Chara polyacantha* nur im Binnenland vor. Dort war sie schon immer selten. Heute sind jedoch zahlreiche historische Vorkommen erloschen. Nach 1990 wurde die Art an nur 4 Standorten in der mecklenburgischen Seenplatte beobachtet. *Chara polyacantha* bildet Einartbestände oder ist mit *Chara intermedia* oder *Chara rudis* vergesellschaftet (Doll 1991). Bisher wurde 1 Ansiedlung in einem künstlichen Gewässer bei Rostock beobachtet (C. Berg, pers. Mitt.).

Chara rudis (A. Braun) Leonh.

gehörte schon immer zu den sehr seltenen Characeen-Arten im UG. Alle Fundorte liegen in Bereich der mecklenburgischen Seenplatte, wo sie an mehreren historischen Fundorten ausgestorben ist. An den wenigen verbliebenen Vorkommen bildet sie Einartbestände oder ist mit *Chara tomentosa*, seltener auch mit *Nitellopsis obtusa* vergesellschaftet (Doll 1991).

Chara tenuispina A. Braun

ist im UG ausgestorben. Der Letznachweis stammt von Brockmüller (1863) aus dem Stadtgebiet von Schwerin.

Chara tomentosa L.

kommt im UG sowohl in den inneren Küstengewässern als auch im Binnenland vor (Karte 5).

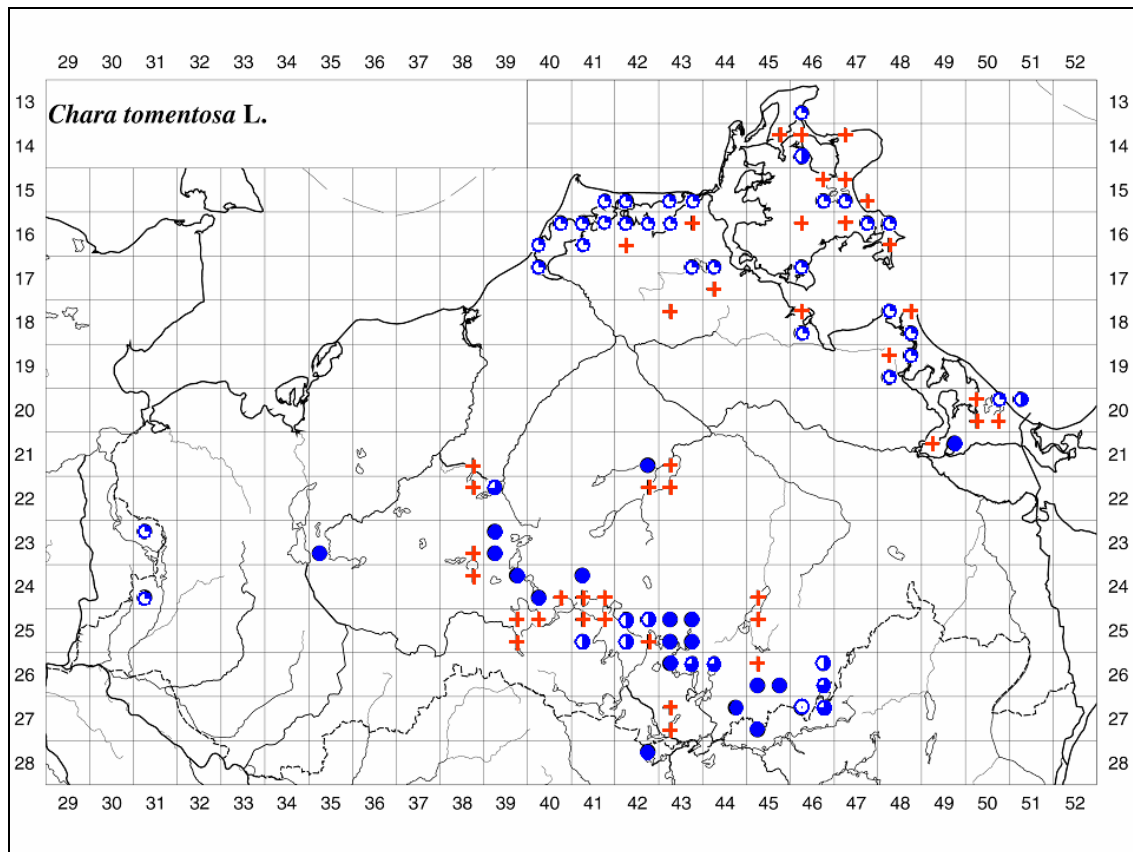
Küste:

Chara tomentosa besiedelt Boddengewässer mit Salinitäten unter 8 PSU. In den Boddengewässern der Insel Rügen und im Greifswalder Bodden ist sie rückläufig. In der Darss-Zingster Boddenkette sind die Populationen stabil oder eher in Ausbreitung begriffen. *Chara tomentosa* ist in den inneren Küstengewässern mit *Chara baltica* vergesellschaftet und steht in Kontakt zu anderen Characeen- und Meersaldengesellschaften (Blümel et al. 2001).

Binnenland:

Verbreitungsschwerpunkt von *Chara tomentosa* im Binnenland ist die mecklenburgische Seenplatte. Obwohl die Art eine gewisse Eutrophierung der Gewässer erträgt und durch Ausweichen in die Flachwasserbereiche zu kompensieren vermag, sind

etwa die Hälfte der aus der Literatur bekannt gewordenen Vorkommen (vgl. AG Geobotanik Mecklenburg-Vorpommern 1998) erloschen. An den noch vorhandenen Standorten sind die Vorkommen gegenwärtig stabil. Dort bildet *Chara tomentosa* meist Einartbestände, seltener ist sie mit *Chara rudis* oder *Nitellopsis obtusa*, *Stratiotes aloides*, *Potamogeton lucens*, *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* vergesellschaftet (Doll 1991).



Karte 5 Nachweise von *Chara tomentosa* in Mecklenburg-Vorpommern. Zur Erklärung der Symbole s. Karte 1.

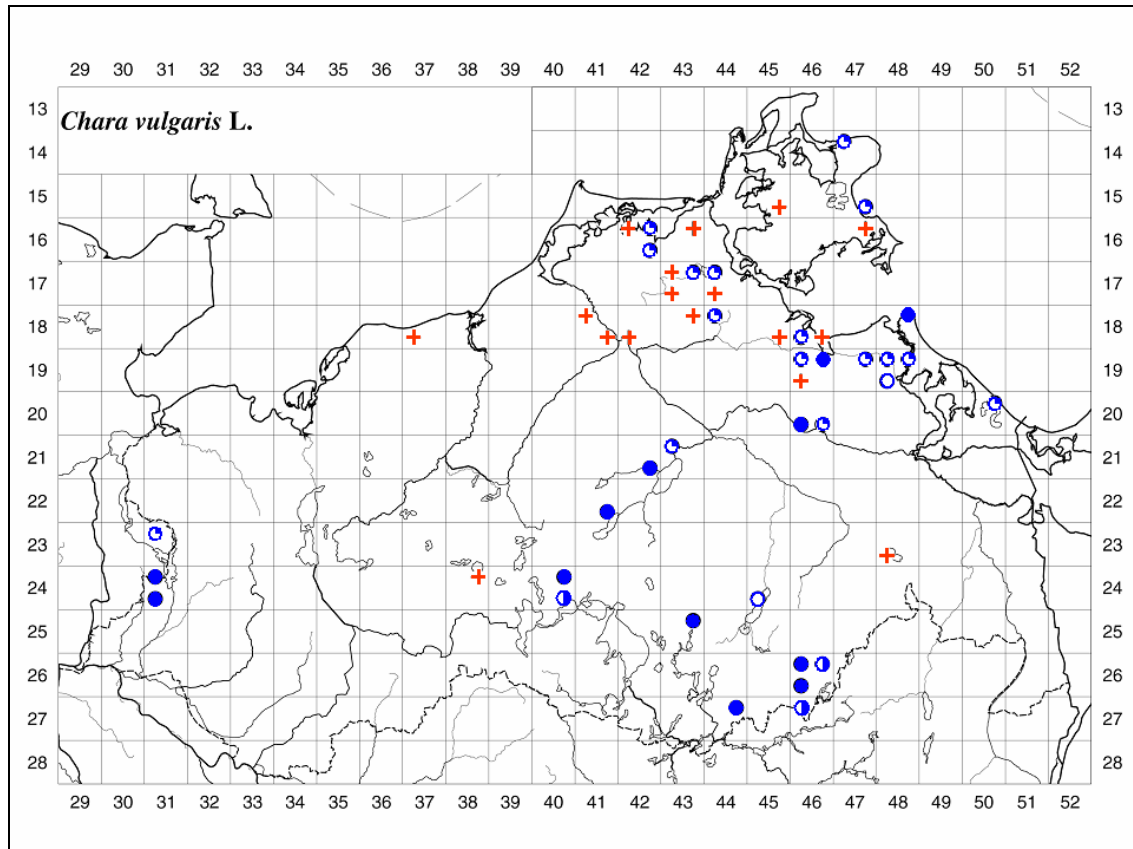
Chara virgata Kütz.

gehört zu den häufigsten Armleuchteralgen im UG und ist auf das Binnenland beschränkt. Insbesondere in Kleingewässern ist die Art aber stark rückläufig. Dies wird jedoch dadurch kompensiert, dass *Chara virgata* ein sehr hohes Potential zur Besiedlung künstlicher Gewässer hat. Das zeigen so ungewöhnliche Habitate, wie ein mit Regenwasser gefüllter Bunker am Peenemünder Haken (Insel Usedom, R. Grunewald, pers. Mitt.) oder ein Feuerlöschteich in der bis 1990 militärisch genutzten Rostocker Heide.

Chara vulgaris L.

ist im UG durch Herbarbeleges sowohl in den inneren Küstengewässern als auch im Binnenland (Karte 6) nachgewiesen. Bei der Revision der Belege aus den Küstengewässern erwiesen sich diese jedoch als Fehlbestimmungen.

An den Standorten im Binnenland ist *Chara vulgaris* stark rückläufig. Die Ursache dafür dürfte in ihrem Vorkommensschwerpunkt in Kleingewässern liegen, die besonders stark verändert wurden. Das Potential der Art, künstliche Gewässer zu besiedeln, kann den negativen Bestandtrend jedoch nicht kompensieren. *Chara vulgaris* bildet meist einartige Bestände, selten ist sie mit *Chara virgata* oder *Chara globularis* vergesellschaftet. Oft steht sie in Kontakt mit Laichkraut- oder seltener mit Wasserlinsen-Gesellschaften (Doll 1991).



Karte 6 Nachweise von *Chara vulgaris* in Mecklenburg-Vorpommern. Zur Erklärung der Symbole s. Karte 1.

Lamprothamnium papulosum (Wallr.) J. Gr.

ist im UG ausgestorben. Historisch ist die Art aus dem Gebiet der Darss-Zingster Boddenkette und dem Greifswalder Bodden belegt. Der letzte Nachweis erfolgte durch Fraude (1907) im Greifswalder Bodden (Schmidt 1993).

Lychnothamnus barbatus (Meyen) Leonh.

ist im UG ebenfalls ausgestorben und wurde nur an einem Standort im 19. Jahrhundert beobachtet (Kosenowsee bei Gützkow, Landkreis Ostvorpommern). Aus dem reichlich vorhandenen Herbarmaterial darf geschlossen werden, dass die Art in diesem Gewässer sehr häufig gewesen sein muss. Letztmalig beobachtet wurde

Lychnothamnus barbatus durch Holtz 1889 (Herbar GF W). Gegenwärtig ist der See zum Großteil von intensiv genutzten Äckern umgeben und eine der wenigen Bademöglichkeiten der Stadt Gützkow. Trotz bereits durchgeführten Sanierungsmaßnahmen (z. B. Tiefenwasserbelüftung) konnte die Wasserqualität des Sees nicht wesentlich verbessert werden. Ein Wiederfund von *Lychnothamnus barbatus* scheint daher sehr unwahrscheinlich.

Nitella capillaris (Krock.) J. Gr. et Bull.-Webst.

ist im UG auf das Binnenland beschränkt. Aufgrund der durch kalkreichen Geschiebelehme und -mergel geprägten Landschaft des UG war *Nitella capillaris* schon immer selten. Darüber hinaus ist ihrer Präferenz für Kleingewässer, die besonders starker anthropogener Überformung bzw. einer schnellen natürlichen Alterung unterliegen, Ursache ihres stark rückläufigen Bestandstrends. *Nitella capillaris* hat scheinbar ein enormes Potential, als Diaspore jahrelang zu überdauern, um dann passende Habitatschlagartig zu besiedeln. Im Rahmen der Flechtenkartierung des UG entdeckte der Verfasser 2000 eine Reihe von Anfang der 90er Jahre künstlich angelegten Teichen in einem feuchten Laubmischwald bei Demmin (Landkreis Demmin). Alle Teiche waren dicht mit *Nitella capillaris* besiedelt; in einem wurde sogar die bis dahin als ausgestorben geltende *Tolypella intricata* (s. u.) beobachtet. Als der Verfasser diese Teiche 2004 erneut untersuchte, war *Nitella capillaris* auf wenige kleine Restpopulationen zurückgegangen und *Tolypella intricata* völlig verschwunden. Obwohl entsprechende Ausbreitungsvektoren (z. B. Stockenten (*Anas platyrhynchos*)) an allen Teichen vorhanden waren, konnte *Nitella capillaris* einen in diesem Waldgebiet erst 1998 neu angelegten Teich (noch?) nicht besiedeln.

Nitella confervacea (Bréb.) A. Braun ex Leonh. 1863

ist im UG ausgestorben. Sie wurde nur einmal 1847 von Fiedler in Schwerin beobachtet (Boll 1860). Dieser bestimmte sie zunächst als *Nitella tenuissima*, was durch Reinke (1866) revidiert wurde (Schmidt 1993). Herbarmaterial zu diesem Fund ist dem Verfasser nicht bekannt.

Nitella flexilis (L.) C. Ag.

ist in ihrem Vorkommen auf die mecklenburgische Seenplatte beschränkt. Dort tritt sie im Flachwasserbereich mesotropher Seen oder in großen Wassertiefen zusammen mit *Vaucheria dichotoma* auf (Doll 1991). Insgesamt ist die Anzahl der Vorkommen stark rückläufig.

Nitella gracilis (Sm.) C. Ag.

gehört zu den Seltenheiten der binnenländischen Characoenflora des UG. Nach 1990 wurde die Art nur einmal im Thurower See (Landkreis Mecklenburg-Strelitz) beobachtet (Blümel et Teppke 1996). An den bisher beobachteten Vorkommen ist *Nitella gracilis* mit Arten der Laichkrautgesellschaften assoziiert (Doll 1991) und stark rückläufig.

Nitella mucronata (A. Braun) Miq. emend. Wallm.

kommt im UG zerstreut im Gebiet der mecklenburgischen Seenplatte vor. An zahlreichen Standorten, an denen sie noch während der 70er und 80er Jahre des 20. Jahrhunderts beobachtet wurde (Literaturzusammenstellung in Doll 1991), wurde *Nitella mucronata* in den letzten Jahren nicht mehr gefunden. Die noch vorhandenen Populationen sind aufgrund ihrer Isolation potentiell gefährdet. *Nitella mucronata* ist im Flachwasserbereichen vergesellschaftet mit Characetea- und Potamogetonetea-Gesellschaften. Darüber hinaus tritt sie in größeren Wassertiefen oft zusammen mit *Vaucheria dichotoma* oder *Nitellopsis obtusa* auf (Doll 1991).

Nitella opaca (Bruz.) C. Ag.

ist im UG ebenfalls auf das Binnenland beschränkt. Vorkommensschwerpunkt ist die mecklenburgische Seenplatte. Sowohl hinsichtlich der Anzahl der Vorkommen als auch der Tiefenverbreitung ist sie stark rückläufig. In größeren Gewässertiefen ist *Nitella opaca* vergesellschaftet mit *Nitellopsis obtusa* und *Vaucheria dichotoma*. Im Flachwasser bildet sie einartige Bestände oder tritt in Kontakt zu Characetea- und Potamogetonetea-Gesellschaften, hier v. a. zum Ranunculo-Myriophylletum spicati (Doll 1991).

Nitella syncarpa (Thuill.) Chev.

wurde im UG nur im Binnenland beobachtet und gehört zu den Raritäten der Characeen-Flora. An den bisher bekannt gewordenen Fundorten ist sie rückläufig. Fundmeldungen aus den letzten Jahren fehlen.

Nitella tenuissima (Desv.) Kütz.

wurde erst 1984 im Kreis Uecker-Randow tatsächlich für das UG nachgewiesen. Historische Nachweise von Fiedler in Boll (1860) wurden durch Reinke (1866) als *Nitella confervacea* revidiert (Schmidt 1993). Neuere Nachweise der Art im UG fehlen.

Nitellopsis obtusa (Desv.) J. Gr.

ist im UG auf das Binnenland beschränkt. Obwohl sie ein gewisses Maß an Eutrophierung durch Ausweichen in Flachwasserbereich zu überdauern vermag, ist sie an zahlreichen Standorten rückläufig. Charakteristischerweise tritt *Nitellopsis obtusa* an der unteren Verbreitungsgrenze der Armlauchteralgen auf. Anhand historischer Daten sind Tiefengrenzen von 30 m (Stechlinsee, Nord-Brandenburg, Krausch 1964) belegt. Durch die im Zuge der Eutrophierung eintretende Verschlechterung des Unterwasserlichtklimas werden gegenwärtig derartige Gewässertiefen nicht mehr besiedelt. Der „Tiefenrekord“ wird gegenwärtig im NSG „Wumm- und Twernsee“ an der Landesgrenze zu Brandenburg bei 18 m erreicht. *Nitellopsis obtusa* ist in größeren Gewässertiefen vergesellschaftet mit *Vaucheria dichotoma*, *Nitella opaca* oder *Nitella flexilis*. Ist sie gezwungen, in Flachwasserbereiche auszuweichen, tritt sie in Kontakt zu verschiedenen anderen Characeen- und Laichkrautgesellschaften (Krausch 1964, Doll 1991). Eine Besiedlung sekundärer Gewässer, wie sie in ver-

schiedenen anderen Bundesländern beobachtet wurde, kann im UG nicht beobachtet werden. Ein weiterer Risikofaktor für die Vorkommen von *Nitellopsis obtusa* ist in der sehr seltenen Ausbildung von Oosporen zu suchen.

Tolypella glomerata (Desv.) Leonh.

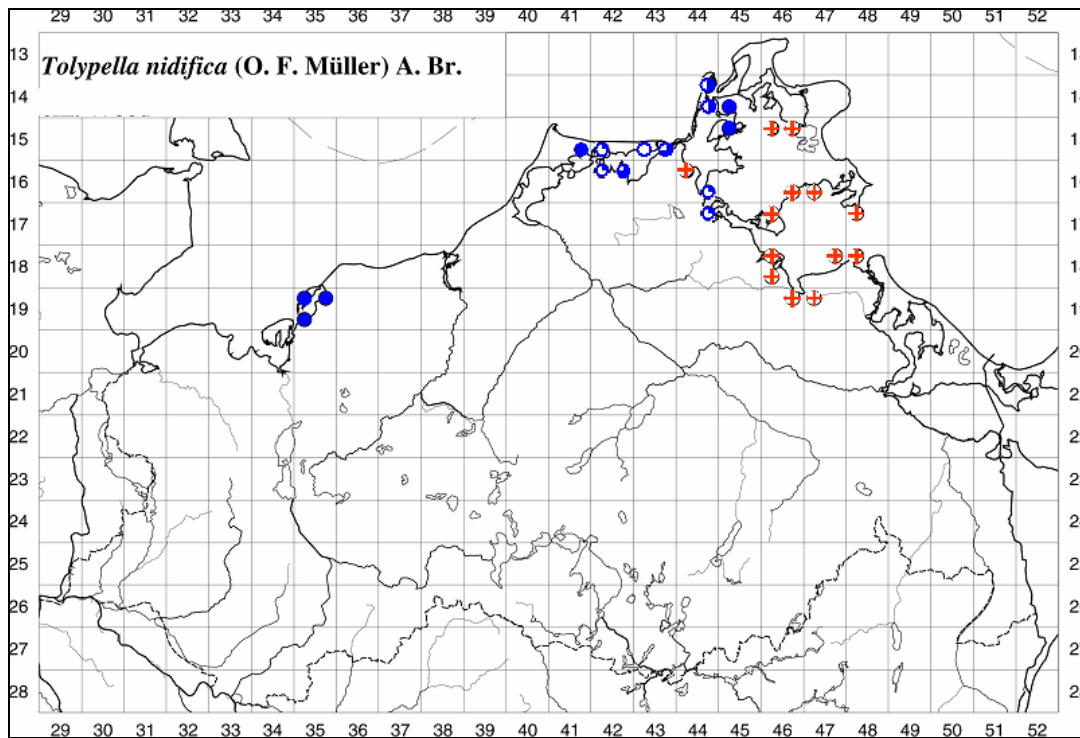
Ist im UG sehr selten und auf das Binnenland beschränkt. Schmidt (1993) stuft sie als vom Aussterben bedroht ein. Diese Einstufung kann hier nicht nachvollzogen werden, da in den letzten Jahren keine Nachweise der Art bekannt geworden sind. Auch in der Literatur finden sich nur sehr wenige Angaben zu Vorkommen von *Tolypella glomerata* in diesem Jahrhundert.

Tolypella intricata (Tent. ex Roth) Leonh.

galt im UG entsprechend der aktuellen Roten Liste der Armleuchteralgen Mecklenburg-Vorpommerns (Schmidt 1993) als ausgestorben. Der Letztnachweis erfolgte durch Wilczek (1913) in der Greifswalder Umgebung (vgl. *Nitella gracilis*). Der Verfasser konnte jedoch 2000 in einem künstlich angelegten Teich im Kronwald bei Demmin (Landkreis Demmin) eine kleine, individuenarme Population dieser Art nachweisen. Bei einer zweiten Begehung dieses Gewässers im Jahr 2001 konnte das Vorkommen bestätigt werden. Im Frühsommer 2004 blieb die Suche jedoch erfolglos. Ob hier ein ungünstiger Exkursionszeitpunkt gewählt wurde oder die Art tatsächlich am Standort verschwunden ist, kann beim momentanen Kenntnisstand nicht geklärt werden (vgl. *Nitella gracilis*).

Tolypella nidifica (O. Müll.) A. Braun

ist im UG auf die inneren Küstengewässer beschränkt (Karte 7). Hier hat sie insbesondere in den östlichen Landesteilen einen stark rückläufigen Bestandstrend. Es ist auffällig, dass die neueren Nachweise von *Tolypella nidifica* immer unmittelbar auf starke Eiswinter folgen (so z. B. in Lindner 1972 nach dem Eiswinter 1971/72, nach persönlichen Beobachtungen auf Hiddensee 1996 nach dem Eiswinter 1995/96 und in der Darss-Zingster Boddenkette 2003 nach dem Eiswinter 2002/2003). Deshalb bleibt unklar, ob *Tolypella nidifica* an den Standorten, an denen sie bisher als erloschen gilt, tatsächlich ausgestorben ist oder ob die Nachsuche nur zu einem „ungünstigen Zeitpunkt“ erfolgte.



Karte 7 Nachweise von *Tolypella nidifica* in Mecklenburg-Vorpommern. Zur Erklärung der Symbole s. Karte 1.

Tolypella prolifera (Ziz ex A. Braun) Leonh.

gehört zu den im UG ausgestorbenen Arten. Sie wurde nur einmal in einem Graben bei Behrenhoff südlich von Greifswald (Landkreis Ostvorpommern) durch Kramer (1913) nachgewiesen (Schmidt 1993). Ein Herbarbeleg liegt vor.

4 Diskussion

Aufgrund der naturräumlichen Ausstattung des UG konnte bisher eine Vielzahl von Characeenarten nachgewiesen werden. Insbesondere die mit der Eutrophierung einhergehende Verschlechterung der Siedlungsgewässer, die vor allem auf der Veränderung des Unterwasserlichtklimas und den darauf folgenden Prozessen der Sukzession der Wasserpflanzengesellschaften basiert, müssen als hauptsächliche Ursache für den Verlust von Arten bzw. der Verringerung der Anzahl der Vorkommen angesehen werden. Arten, die nur an einem oder wenigen Standorten beobachtet wurden (*Chara baueri*, *C. braunii*, *C. horrida*, *C. tenuispina*, *Lamprothamnium papulosum*, *Lychnothamnus barbatus*, *Nitella confervacea*, *N. tenuissima*, *Tolypella glomerata*, *T. intricata*, *T. prolifera*), sind von diesem Problemkreis besonders betroffen.

Weniger schwerwiegend ist der Verlust von Arten, wie *Chara connivens*, die meist in der Nähe von Häfen und Ballastplätzen nachgewiesen worden sind. Hier scheint es sich um einen Neophyten zu handeln, der ohne ständigen Nachschub von Diasporen nicht in der Lage ist, im Gebiet zu überleben.

Das größte Problem bei der Erfassung der rezenten Vorkommen von Armleuchteralgen liegt im UG selbst. Mit über 2000 Seen, schätzungsweise 30000 Kleingewässern (Klafs et al. 1973) und mehr als 1500 km Küstenlinie ist die Anzahl der Lebensräume für Characeen schier unüberschaubar. Aufgrund der geringen Anzahl der Bearbeiter dieser Algengruppe ist selbst in Laufe von Jahrzehnten kaum ein umfassender Überblick zu erreichen. Dadurch verschiedene Initiativen, wie FFH-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG) und Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union (Richtlinie 2000/60/EG), die Characeen wieder in den Blickpunkt der floristischen Forschung gelangt sind, nimmt die Anzahl aktueller Fundmeldungen erfreulich zu.

Danksagung

Der Autor bedankt sich bei allen Freunden und Kollegen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Mein besonderer Dank gilt Peter Bolbrinker, Mölln, für die kritische Durchsicht des Manuskriptes sowie Mitteilung zahlreicher Characeenvorkommen und Manfred Schubert, Rostock, für die unermüdliche Unterstützung bei der Aufarbeitung des Greifswalder, Berliner und Hamburger Herbarmaterials. Bedanken möchte ich mich ebenfalls bei Philip Riel, Alt Ugnade, der viele Herbaratensätze in die Datenbank eingegeben und somit zum Gelingen der abgebildeten Nachweiskarten beigetragen hat. Für die Unterstützung während meiner Herbarstudien möchte ich mich bei den Kustoden und Mitarbeitern der beteiligten Institutionen bedanken: Dr. Tassilo Feuerer, Herbar HBG, Dr. Regine Jahn, Herbar B, Wolf-Henning Kusber, Herbar B, Dr. Johannes D. Nauenburg, Herbar ROST, Ines Podszuck, Herbar DMM, Uta Seemann, Herbar Waren, Susanne Starke, Herbar GFW. Für die Mitteilung weiterer Characeenvorkommen danke ich Dr. Christian Berg, Rostock, Dr. Irmgard Blindow, Kloster/Hiddensee, Ralf Grunewald, Rostock, Eva Mey, Dresden, Tom Polte, Rostock, Lothar Ratai, Feldberg, Catrin Rudat, Stralsund, Ute Schlüter, Schwerin, Prof. Dr. Hendrik Schubert, Rostock, Heinz Sluschny, Schwerin, Almut Spangenberg, Greifswald, Tim Steinhardt, Greifswald, Prof. Dr. Michael Succow, Greifswald, Matthias Teppke, Waren.

Literatur

- AG GEOBOTANIK MECKLENBURG-VORPOMMERN (1998): Vegetationskundliche Bibliographie für Mecklenburg-Vorpommern. - <http://home.t-online.de/home/cberg/bibveg.htm>.
- BEHRENS, J. (1980): Untersuchungen am Makrophytobenthos der Darß-Zingster Boddenkette. – Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe, 29 (4/5): 77-81.
- BERG, C., DENGLER, J. & ANDANK, A. (Hrsg.) (2001): Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. – Tabellenband. Herausgegeben vom Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Jena (Weissdorn).
- BERG, C., DENGLER, J. & ANDANK, A. (Hrsg.) (2004): Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. – Textband. Herausgegeben vom Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Jena (Weissdorn).
- BLÜMEL, C., DOMIN, A., KRAUSE, J.-C., SCHUBERT, M., SCHIEWER, U. & SCHUBERT, H. (2002): Der historische Makrophytenbewuchs der inneren Gewässer der deutschen Ostseeküste. – Rostocker Meeresbiologische Beiträge, 9: 5-111.
- BLÜMEL, C., TEPPKE, M. (1996): Seentypen in Mecklenburg-Vorpommern - eine vegetationsökologische Bestandsaufnahme und Zustandserfassung an ausgewählten Beispielen. – [unveröff.] Dipl.-arb., Univ. Greifswald.
- BOLL, E. (1862): Die Süßwasser-Pflanzen der deutschen Ostseeländer. – Archiv der Freunde der Naturgeschichte Mecklenburgs, 16: 57-101.

- BROCKMÜLLER, H., 1863: Beiträge zur Kryptogamenflora Mecklenburgs. – Archiv der Freunde der Naturgeschichte Mecklenburgs, 17: 162-256
- DEKERE, Z., (2004): *Chara contraria* A. Br. ex Kütz. 1845. – [In:] SCHUBERT, H. & BLINDOW, I. (eds.): Charophytes of the Baltic Sea: 89-94; Ruggell, (Gantner).
- DOLL, R. (1978): Drei bemerkenswerte Seen im südlichen Mecklenburg und ihre Vegetation. - Limnologica, 11 (2), 379-408.
- DOLL, R. (1991): Die Pflanzengesellschaften der stehenden Gewässer der DDR. Teil 1: Die Gesellschaften des offenen Wassers (Characeen-Gesellschaften). - Feddes Repertorium 100: 281-324.
- FRAUDE, H. (1907): Grund- und Planktonalgen der Ostsee X. – Jahresberichte der Geographischen Gesellschaft Greifswald, 10: 223-350.
- FUKAREK, F. (1961): Die Vegetation des Darß und ihre Geschichte. – Pflanzensoziologie, 12: 1-321, Jena (G. Fischer).
- FUKAREK, F. (1994): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen der Ostseeküste von Mecklenburg-Vorpommern. – Botanischer Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern, 26: 5-8.
- GEISEL, T. (1987): Pflanzensoziologische Untersuchung am Makrophytobenthos des Greifswalder Bodden. [unveröffentlichte] Diplomarbeit, Uni Rostock, FB Biologie, 94 p.
- HOLTZ, L. (1892): Die Characeen Neu-Vorpommerns mit der Insel Rügen und der Insel Usedom. – Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Neuvorpommern und Rügen, 23: 99-156.
- HOLTZ, L., (1899): Die Characeen der Regierungsbezirke Stettin und Kröslin. – Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Neuvorpommern und Rügen, 31: 101-187.
- HOPPE, E. & PANKOW, H. (1968): Ein Beitrag zur Kenntnis der Vegetation der Boddengewässer südlich der Halbinsel Zingst und der Insel Bock (südliche Ostsee). - Natur und Naturschutz in Mecklenburg, 6: 139-151.
- JESCHKE, L. (1959): Die Pflanzengesellschaften einiger Seen bei Feldberg. – Feddes Repertorium, Beiheft 138, 161-214.
- KLAFFS, G., JESCHKE, L. & SCHMIDT, H. (1973): Genese und Systematik wasserführender Ackerhohlformen in den Nordbezirken der DDR. – Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, 13: 287-302.
- KRAMER, O. (1913): Beiträge zu einer Algenflora der Umgegend von Greifswald. – Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Neuvorpommern und Rügen, 47: 1- 75.
- KRAUSCH, H.-D. (1964): Die Pflanzengesellschaften des Stechlinseegebietes. Limnologica, 2 (2): 145-203, 423-482.
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae). – [In:] ETTL, H., GÄRTNER, G., HEYENIG, H. & MOLLENHAUER, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 18: 202 S. – Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm (G. Fischer).
- LINDNER, A. (1972): Soziologisch-ökologische Untersuchungen an der submersen Vegetation der Boddenkette südlich des Darß und des Zingst. – Dissertation, Universität Rostock, pp. 1-201.
- REINKE, J. (1866): Zweiter Nachtrag zu Kryptogamenflora Mecklenburgs. – Archiv der Freunde der Naturgeschichte Mecklenburgs, 20: 27-40.
- RICHTLINIE 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, Amtsblatt Nr. L 206, veröffentlicht am 22.07.1992, S. 0007-0050.
- RICHTLINIE 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt Nr. L 327/1, veröffentlicht am 22.12.2000.
- SCHMIDT, D. (1981): Pflanzensoziologische Untersuchungen an den Gewässern um Güstrow. – Natur und Naturschutz in Mecklenburg, 17 (1) 1-130.
- SCHMIDT, D. (1993): Rote Liste der Armleuchteralgen Mecklenburg-Vorpommerns, herausgegeben vom Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern.
- SINKEVICIENÉ, Z. (2004): *Chara globularis* Thuill. 1799. – [In:] SCHUBERT, H. & BLINDOW, I. (eds.): Charophytes of the Baltic Sea: 99-106; Ruggell, (Gantner).
- TEUBNER, J. (1989): Quantitative und qualitative Erfassung submerser Makrophyten 1986/87 – Luftbildanalyse. - Diplomarbeit, Uni Rostock, FB Biologie.
- TRAHMS, O. K. (1940): Beiträge zur Ökologie küstennaher Brackgewässer 2: Die Bodenfauna und Bodenflora des Großen Jasmunder Boddens. – Archiv für Hydrobiologie, 36: 1-35.
- WILCZEK, A. (1913): Beiträge zu einer Algenflora von Greifswald. – Diss. Universität Greifswald.

Autor:

Christian Blümel
Universität Rostock
Fachbereich Biowissenschaften
Institut für Aquatische Ökologie
Albert-Einstein-Straße 3
18051 Rostock
Tel.: (+49) 0381 498 6088
Fax.: (+49) 0381 498 6072

E-mail: christian.bluemel@biologie.uni-rostock.de

Manuskripteingang: 11.10.2004; angenommen: 08.11.2004

Hans-Jürgen SPIEB

Ergebnisse der Untersuchungen submerser Makrophyten in mesotroph-eutrophen Seen Mecklenburg-Vorpommerns

Results of investigations of Makrophytes in mesotrophic-eutrophic lakes Mecklenburg-Vorpommern

Abstract

This paper describes the documentation of macrophyte samplings taken from lakes in the German federal state of Mecklenburg-Vorpommern. The results allow to estimate the state of the habitats, as required by the Habitats Directive of the European Union. As characteristics were used: Number of macrophyte species, the diversity, frequency, density, areas, and depth of occurrence. The method of the documentation combines line transects with an analysis of the surfaces of lakes inhabited by macrophytes (0.5 square kilometers, with approximately 100 sampling points). The quantitative analysis, was based upon either the estimation of frequencies or of abundances (according to BRAUN-BLANQUET).

Keywords: macrophytes, Characeae, mesotrophic-eutrophic chalk-rich lakes Mecklenburg-Vorpommern

1 Einführung

Seenökosysteme der Lebensraumtypen (LRT) der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) „Oligo- und mesotrophe kalkhaltige Stillgewässer mit benthischer Armleuchteralgen-Vegetation (Characeae)“ (LRT 3140) und „Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation vom Typ Magnopotamion oder Hydrocharition“ (LRT 3150) prägen das Landschaftsbild Mecklenburg-Vorpommerns. In vielen Gewässern kam es in den letzten Jahrzehnten zu starken, anthropogen bedingten Veränderungen. Dies hatte wiederum große Auswirkungen auf die Gewässerlebensgemeinschaften, insbesondere die submersen Makrophyten bzw.-gesellschaften.

Gewässerökosysteme bilden daher einen Schwerpunkt bei der Umsetzung der FFH-Richtlinie durch das Land Mecklenburg-Vorpommern, deren allgemeines Ziel in der Erhaltung der natürlichen Lebensräume und der Habitate der Arten besteht. Zur Umsetzung bzw. Zielrealisierung gibt die FFH - Richtlinie in den entsprechenden Artikeln Schritte vor, die bezogen auf die Standgewässer wie folgt dargestellt werden können:

Ausweisung eines besonderen Schutzgebietssystems für die im Anhang I der FFH - RL genannten Lebensräume im Standgewässerbereich z.B. LRT 3110, 3140, 3150 und 3160 auf Basis der Analyse des Erhaltungszustandes anhand von biotischen Parametern, insbesondere der submersen Makrophytenvegetation potentieller Seen dieses LRT;

Einstufung des Erhaltungszustandes der Lebensräume des Anhangs I

A hervorragender Erhaltungszustand

B guter Erhaltungszustand

C Erhaltungszustand durchschnittlich oder beschränkt;

Erarbeitung von Bewirtschaftungs - und Managementplänen für die festgelegten FFH -Gebiete, die einen günstigen Erhaltungszustand der Standgewässer und ihrer submersen Makrophytenvegetation sichern oder diesen wieder herstellen sollen;

Überwachung des Erhaltungszustands der Lebensräume;

Berichterstattung gegenüber der EU im Abstand von 6 Jahren.

Über die Situation der submersen Makrophyten in den Standgewässern Mecklenburg-Vorpommerns lagen 2002 nur für eine geringe Anzahl von Gewässern verlässliche aktuelle Daten vor. Die Gesellschaft für Naturschutz und Landschaftsökologie e.V. (GNL) erhielt daher in Zusammenarbeit mit der AG Geobotanik des Landes Mecklenburg-Vorpommern seitens des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Güstrow den Auftrag

- ein geeignetes Verfahren zu entwickeln, das unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden finanziellen und personellen Mittel hinreichend geeignet ist, die Situation der submersen Makrophyten entsprechend der vorgegeben Parameter zu erfassen und einer Bewertung zuzuführen;
- für eine Auswahl von 35 Seen die aktuelle Situation der submersen Makrophyten zu erfassen.

Die nachfolgenden Ausführungen stellen einige der dabei gewonnenen Ergebnisse vor. Einbezogen wurden auch Daten aus dem seit 1998 in 10 Gewässern durchgeführten naturschutzorientierten Monitoringprogramm des Landes Mecklenburg-Vorpommern (BERICHTE 1998, 2000, 2001, 2003A).

2 Verfahrensentwicklung

Die Auswahl von Verfahren für die ökologische Umweltbeobachtung ist abhängig von

- den Zielstellungen
- den zu beobachtenden Parametern
- den zur Verfügung stehenden personellen und materiellen Mitteln.

Aus der Sicht der FFH-RL wurden folgende Beobachtungsparameter zur Erfassung der aktuellen Situation und langfristigen Beobachtung der Entwicklung der submersen Makrophyten in den Standgewässern des Landes Mecklenburg-Vorpommern ausgewählt:

- Bedeckungsgrad und Zonierung der durch die submersen Makrophytenarten besiedelten Flächen und Tiefenbereiche des Gewässergrundes;
- Untere Besiedlungsgrenze der submersen Makrophyten (UMG);
- Gesamtartenzahl der submersen Makrophyten (Blütenpflanzen, Characeen und Vaucheria, Wassermoose).

Nach der Festlegung der Beobachtungsparmeter galt es ein geeignetes Verfahren zu deren Bearbeitung auszuwählen bzw. zu entwickeln. Die Tab. 1 gibt einen vergleichenden Überblick über Verfahren, die zur Verfügung stehen.

Tabelle 1 Vergleich von Verfahren zur Kartierung submerser Makrophyten in Standgewässern

Verfahren	Vorteil	Nachteil
Krautankerverfahren	<ul style="list-style-type: none"> • bei geringen Sichtverhältnissen • relativ geringer Aufwand • gut für Überblicksbearbeitung 	<ul style="list-style-type: none"> • zu geringe Genauigkeit, z.B. zu Gesamtdeckung und Tiefen der UMG • Beschädigung der Vegetation bei zu hoher Frequenz der Probenahme
Tauchkartierung	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Genauigkeit bei Einschätzung der Deckung, der Diversität und der Tiefenstufen sowohl flächige als auch Transektbearbeitung • Fotodokumentation möglich • Keine Beschädigung der Vegetation • Gute Anlage von Dauerbeobachtungsflächen 	<ul style="list-style-type: none"> • großer personeller und finanzieller Aufwand • schwierig bei schwachen Lichtverhältnissen
Unterwasservideokartierung	<ul style="list-style-type: none"> • gute Erfassung der Deckung • schnelle Überblickserfassung • gute Bilddokumentation, mit genauer Registrierung von Lage und Tiefe 	<ul style="list-style-type: none"> • hoher finanzieller Aufwand • zur Diversitätserfassung und Artenbestimmung Ergänzung durch Probenahme notwendig
Übersichtskartierung der Seefläche	<ul style="list-style-type: none"> • relativ einfache Erfassung der besiedelten Flächen und Tiefenbereiche des Gewässers • Gesamtartenliste basiert auf großer Probenzahl und Fläche • gut für Überblicksbearbeitung 	<ul style="list-style-type: none"> • zu geringe Genauigkeit, z.B. Gesamtdeckung, Tiefen der UMG, Artendiversität • Beschädigung der Vegetation bei zu hoher Frequenz der Probenahme mittels Krautanker
Kartierung einzelner Transekte	<ul style="list-style-type: none"> • relativ einfache Bearbeitung kleiner Flächen • hohe Genauigkeit bei Einschätzung der Deckung, der Diversität, der Tiefenstufen und UMG • Einrichtung von DBF möglich (Tauchkartierung) • Durchgehende Bearbeitung von Ufer bis UMG 	<ul style="list-style-type: none"> • keine flächige Ermittlung über See insgesamt • Beschädigung der Vegetation bei der Probenahme mittels Krautanker • sorgfältige Auswahl der Transekte erforderlich

Im Jahr 2003 wurden verschiedene Verfahren (Tab.2) getestet, dabei geht es folgende Fragen zu klären:

- Genügt die Kartierung von wenigen Transekten, um auf die Gesamtsituation der submersen Makrophyten in einem Gewässer schließen zu können ?
- Welche Ergebnisse zeigen der Einsatz der Tauchkartierung und des Krautankerverfahrens bzw. welches Verfahren ist zur Erhebung der Beobachtungsparameter geeigneter?

Tabelle 2 Überblick über die zur Makrophytenkartierung eingesetzten Verfahren und geschätzter Zeitaufwand

Verfahren	Zahl der Gewässer	Zeitaufwand für die Feldarbeit
Übersichtskartierung mittels Bodengreifer und Sichtkasten	35	ca. 6-8 Std. pro 50 ha Fläche (Σ 2 Personen.)
Transektkartierung mittels Bodengreifer und Sichtkasten	19	ca. 2-4 Std. pro Transekt (Σ 2 Personen.)
Transektkartierung mittels Tauchereinsatz	14	ca. 3-6 Std. pro Transekt (Σ 3 Personen.)

Tabelle 3 Vergleich mittels Übersichtskartierung und Transektbearbeitung gewonnener Gesamtartenzahlen submerser Makrophyten in Seen MV

	Artenzahl übereinstimmend	Artenzahl größer in Transekten	Artenzahl größer in der Übersicht
alle Seen (33)	7	14	12
davon mit Krautankerverfahren bearbeitet (17)	2 6		9
davon mit Tauchverfahren bearbeitet (16)	5 8		3

Tabelle 4 Vergleich der mit unterschiedlichen Bearbeitungsverfahren ermittelten Artenzahlen submerser Makrophyten

Gewässer	Transektkartierung	Übersichtskartierung
Bolzsee	5 5	
Großer Fürstenseer See	21* 23	
Dudinghausener See	13* 6	
Flachsee bei Klocksinn	11* 10	
Großer Boberowsee	13 11	
Käbelicksee	10 17	
Krüselinsee	23* 22	
Woseriner See	7 13	

(* mittels Tauchkartierung erhoben)

Beim Einsatz der Transektbearbeitung wurde in der Erprobungsphase auf 4 Transekte pro Gewässer orientiert; bei kleinen Seen (< 20 ha) auf 2 Transekte. Bei großen, stark gegliederten Seen erfolgte eine Erhöhung der Transektzahl bis auf 8.

Insbesondere in den Gewässern, in denen von der Trophie her eine große Artendiversität und Besiedlungstiefe erwartet wurden, kam die Tauchkartierung zum Einsatz. Die verwendeten Trophiewerte der Seen wurden seitens des Umweltministeriums des Landes Mecklenburg-Vorpommerns zur Verfügung gestellt (LUNG 2003).

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Verfahrensentwicklung und -erprobung

Bei der Bearbeitung der Transekte mittels Tauchkartierung wurde deutlich, dass dieses Verfahren gegenüber der Transektbearbeitung mittels Krautanker zu sowohl qualitativ als auch quantitativ besseren Ergebnissen führte. Allerdings ist beim Einsatz von Forschungstauchern ein um ein Drittel erhöhter Personalaufwand erforderlich. Ein Nachteil des Krautankereinsatzes macht sich in makrophytenreichen Gewässern bemerkbar, da mit den Holz häufig große Pflanzmengen entnommen werden und es so durchaus zu Schädigungen der submersen Vegetation kommen kann.

Die Bearbeitung von 8 Transekten im Fürstenseer See (Tab. 5) machte sehr deutlich, dass die Erfassung der submersen Makrophyten auf einer nur geringen Anzahl von z. B. 2-3 Transekten, wie für die Analyse im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie der EU vorgeschlagen (STELZER 2003), zu keinen relevanten Ergebnissen führt, wie dies aus der Sicht der FFH-RL für die Einschätzung des Erhaltungszustandes des Gewässers erforderlich ist. Dies gilt sowohl für die zu ermittelnden Artenzahlen als auch die besiedelten Flächen als Schlüsselparameter für die Einschätzung des Erhaltungszustandes der FFH-Lebensraumtypen. Die sorgfältige Auswahl von repräsentativen Transekten setzt jedoch eine Übersichtskartierung voraus.

Tabelle 5 Artenliste und besiedelte Tiefenbereiche (in m von – bis) der submersen Makrophyten des Fürstenseer See

Arten	Tran-sekt 1	Tran-sekt 2	Tran-sekt 3	Tran-sekt 4	Tran-sekt 5	Tran-sekt 6	Tran-sekt 7	Tran-sekt 8
<i>Ceratophyllum demer.</i>	1,5–7,2		3 - 7			6 – 7,2		
<i>Chara aspera</i>	0 – 0,5				0 – 2,5	0 - 1		
<i>Chara contraria</i>	0 – 0,5		3 - 7		0 – 2,5	0 - 1		3,3– 4,1
<i>Chara globularis</i>							6 – 7,2	
<i>Chara intermedia</i>								0,6 – 0,7
<i>Chara filiformis</i>	0 – 0,5		3 – 7					3,3 – 4,1
<i>Chara rudis</i>	0,5 -6			1,5 - 3		1 – 2,3		0,3 – 4,1
<i>Chara tomentosa</i>			3 - 7		0,3– 2,5	0 - 4		0,7 – 4,1
<i>Chara virgata</i>		0 – 1,3	0 – 1,2		0 – 0,8	0 - 1	0 – 7,2	0 – 0,3
<i>Elodea canadensis</i>								0,3 – 2,5
<i>Myriophyllum spic.</i>				0 - 3				0,3 – 0,5
<i>Najas marina inter-med.</i>			1,5 - 3	1,5 - 6	3 – 3,9		2,5– 4,1	3,3 – 4,1
<i>Nitella flexilis</i>	6 – 7,2	4 – 8,5	7 - 8	6 – 7,5	7,6	6 – 7,2	5 – 7,2	5,7 – 6,2
<i>Nitella mucronata</i>			7 – 8		7,6	6 – 7,2		
<i>Nitella opaca</i>				6 – 7,5			5 - 6	5,7 – 6,2
<i>Nitellopsis obtusa</i>	1 - 6			3 – 7,5	2,5–7,5	1 - 6	5 – 7,2	3,3 – 7,3
<i>Potamogeton crisp.</i>		1,5		– 3				
<i>Potamogeton lucens</i>				1,5 – 3				0,5 – 2,5
<i>Potamogeton pect.</i>					0,3 – 3			0,5 – 4,1
<i>Vaucheria dich.</i>					3,9– 4,7		5 - 6	6,2 – 7,3
Summe der Arten	7	2	8	8	10	9	7	15
besiedelte Fläche in %	100	35	44	75	84	92	55	81
von Charales besiedelt	100	35	24	50	82	92	37	72

Die Übersichtskartierung kann aus Gründen des personellen Aufwands in der Regel nur mit dem Krautankerverfahren erfolgen, ist aber in jedem Fall erforderlich, um die flächige Ausdehnung der submersen Makrophyten erfassen und einschätzen zu können. Für ein Gewässer von etwa 50 ha Fläche waren etwa 6-8 Stunden Feldarbeit von jeweils 2 Personen notwendig.

In Gewässern mit nur geringen Abundanz der submersen Makrophyten ist der Einsatz des Krautankerverfahrens nur bedingt geeignet. Der Tauchereinsatz führte zu deutlich genaueren Ergebnissen.

Im Vergleich von Transektbearbeitung und Bearbeitung der Seefläche mittels Übersichtskartierung kann auf der Basis der bisherigen Arbeiten noch keine klare Aussage getroffen werden, welches Verfahren zur Erfassung der Gesamtartenzahl geeigneter ist (Tab. 3,4). Es kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen zustande. Beim Einsatz von Transekten ist die Anzahl und die Auswahl derselben von entscheidender Bedeutung, siehe Tab. 5. Um zu sichereren methodischen Aussagen zu kommen, wären weitere Untersuchungen erforderlich, die im Rahmen des hier vorgestellten Projekts nicht leistbar waren. Deutlich wurde aber, dass allein mittels Transektbearbeitung keine flächenbezogene Aussage zu dem für die Bewertung des Erhaltungszustandes gemäß FFH-Richtlinie wichtigen Parameter „Fläche des Sees, die durch Characeen bzw. submerse Makrophyten besiedelt wird“ getroffen werden kann. Die exakte Bestimmung der UMG war mit dem Tauchereinsatz deutlich besser möglich, insbesondere wenn man letzte Einzelpflanzen erfassen will.

3.2 Situation der submersen Makrophyten

Die Beobachtungen zu den genannten Parametern, wie z. B. Gesamtartenzahl submerser Makrophyten oder Deckung der Characeen, zeigten sowohl innerhalb großer buchtenreicher Seen selbst als auch zwischen den bearbeiteten Gewässern ein sehr differenziertes Bild (Tab.5, 6). Im Fürstenseer See, waren in den 8 Transekten sehr unterschiedliche Makrophytengesellschaften vorhanden (Tab.5). Im Transekt 1 bildeten 7 Arten (davon 6 Charales) mit einer Gesamtdeckung von durchgehend 100 % die submerse Makrophytenvegetation, während es im 2. Transekt zwei Arten (Charales) mit einer Deckung von 35 % waren. Im Transekt 8, das sich in unmittelbarer Nähe einer großen Badestelle am Rande der Ortslage Fürstensee befindet, wurde eine Gesamtartenzahl von 15, darunter 9 Charales ermittelt. Ob dies allein auf die anthropogene Beeinflussung in diesem Bereich zurückzuführen ist, kann ohne weitere Untersuchungen nicht beantwortet werden. In diesem Gewässer lag die untere Makrophytengrenze relativ gleichmäßig zwischen 7 und 8 m, das Maximum bei 8,5 m. Von den bisher untersuchten Gewässern weist der Fürstenseer See die größten zu sammenhängenden Bestände verschiedener Characeengesellschaften auf. In einigen Seen zeigten sich deutliche Veränderungen gegenüber der Situation von vor etwa 10 Jahren. So konnten im eutrophierten Käbelicksee bei Kratzburg (aktuelle Trophie 2.9) 7 Characeenarten ermittelt werden, teilweise in ähnlich großen und massigen Beständen von *Chara tomentosa* und *Nitellopsis obtusa* wie im Fürstenseer See.

Tabelle 6 Vergleich der ermittelten Artenzahlen der submersen Makrophyten verschiedener Untersuchungsprojekte

See-Nr.	Seename	Fläche ha *	Max. Tiefe in m*	Tro- phie*	UMG in m	alle Arten	davon Chara- ceen
270521	Langhäger See Süd	28,9	16,0	1,8	6	16	13
270160	Gr. Fürstenseer See	203,6	25,0	2,3	8,5	22	12
270590	Zwirnsee	39,5	16,6	1,6	10	17	11
250310	Bergsee	58,5	15	1,9	7,2	17	11
270760	Peetschsee bei Drosedow	30.70	13.7	1,9	4,1	22	10
270580	Gr. Keetzsee	40.20	30.3	1,9	6,2	16	10
271110	Krummer See Kratzburg	16,2	10,2	1,8	6	23	9
271090	Waschsee	16,5	15,6	1,9	5,8	14	9
270410	Krüselinsee	61	18,7	1,7	7,6	23	9
271083	Schulzensee/ Grünow	20,4	18,5	1,8	5,5	13	8
250650	Janker See	19,0	13	1,6	7,2	9	8
270650	Gr. Bodensee	36,5	16	1,7	7	16	7
270110	Käbelicksee	262		2,9	2,8	17	7
250540	Dreier See	29	9,9	1,6	5	10	7
250040	Drewitzer See	688	31,3	1,8	9,3	20	7
270800	Kleiner Keetzsee	28.10	13.2	1,9	4,4	13	6
270450	Krummer See Zwenzow	53,0	15	1,6	5,3	12	6
270220	Schmaler Luzin	143	33,5	1,6	9,4	19	6
270980	Gr. Boberowsee	18.40	129	1,9	9	14	5
270510	Hinnensee	47,6	14,1	1,8	6,7	19	5
190830	Ahrenshagener See	5.80	6.7	2,2	4,5	12	5
190570	Gr. Rederank	11.50	1.64	2,3	3,0	12	5
190420	Dudinghausener See	18.50	15.2	2,0	5	13	5
240080	Klein Pritzer See	244		3,1	6	17	4
190240	Gültzsee	39.20	14.3	1,6	7	17	4

Tabelle 6 (Fortsetzung)

See-Nr.	Seename	Fläche ha *	Max. Tiefe in m*	Tro- phie*	UMG in m	alle Arten	davon Characeen
190000	Krakower Obersee	830		2,6	3,6	20	4
270522	Langhäger See Nord	19,4	7,5		4,4	6	3
250170	Flachsee bei Klocksinn	125	31,9	2,3	5,5	14	3
240850	Entensee	8,6	8,0	2,2	5,5	10	3
240101	Woseriner See, Holzsee	158,7	37,5	2,4	7	13	3
210310	Berliner See	5,90	16,1	2,4	6,8	7	3
130010	Borgwallsee	388,8	4,8	3,5	3	6	3
280202	Kiesgrube Krugsdorf II	14,30		2,0	5,8	6	2
280201	Kiesgrube Krugsdorf I.	26,30	(15)	2,0	7,5	10	2
280140	Gr. Kutzowsee	17,80	9	2,4	4,1	9	2
250370	Hofsee Alt-Gaarz	44,20	28,0	2,0	7	14	2
190720	Bolzsee	7,40	8,9	2,2	3,7	8	2
190540	Krebssee Langhagen	12,9	7,85	2,3	5	9	2
270840	Mürtzsee	25,00	13,2	2,9	3,8	9	1
240860	Glammeesee	8,50	11,0	2,3	6	3	1
240230	Paschensee	52	15,4	1,9	6,3	4	1
190490	Tiefer See/ Gremmelin	15,90	30,6	1,7		6	0
270780	Krickower See	29,60	14,3	2,1	4,4	6	0
241120	Sandsee	4,2		3,2	2	3	0

*Werte des Umweltministeriums, Abteilung Wasserwirtschaft Mecklenburg-Vorpommern

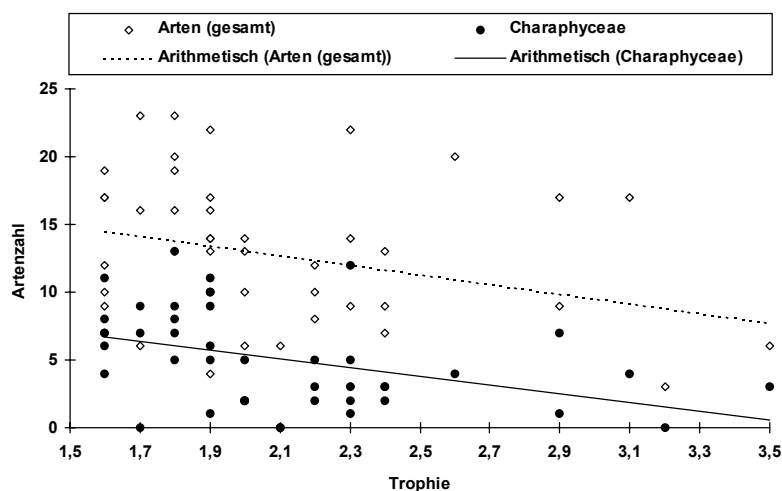


Abb. 1 Artenzahl submerser Makrophyten in Gewässern verschiedener Trophie

Mit zunehmender Trophie verringert sich in der Regel die Artendiversität (Abb.1). Maximal wurden 23 Arten erfasst. Betrachtet man nur die Characeenarten, dann erreichten der Langhäger See Süd mit 13, der Fürstenseer See mit 12 sowie Bergsee und Zwirnsee mit je 11 Arten die höchste Diversität dieser Artengruppe (Tab.6). Aber auch innerhalb einer Trophiestufe ist die Situation häufig sehr differenziert. Die fünf Seen mit einem Trophiewert von 1,6 hatten 4 – 11 Characeenarten, bzw. eine Gesamtartenzahl zwischen 9 – 19. Die UMG erreicht im Schmalen Luz in mit *Vaucheria*- und im Zwirnsee mit *Nitella*- und *Nitellopsis*beständen die größten Tiefen.

Die einzelnen Arten sind in einer sehr unterschiedlichen Häufigkeit in den untersuchten Gewässern vorhanden, dies gilt auch für die Charales (Tab.7). *Chara virgata*, *C. globularis*, *C. tomentosa*, *C. contraria* und *Nitellopsis obtusa* kommen in

mehr als 50 % der untersuchten Gewässer vor und gehören somit zu den häufigeren Arten. *C. hispida*, *C. polyacantha* oder einzelne *Nitella*-Arten sind ausgesprochen selten und kommen nur in wenigen Gewässern vor. Ähnlich selten sind auch andere submerse Arten wie z.B. *Stratiotes aloides*, *Potamogeton pusillus*, *P. praelongus*, *P. grammineus* und *P. compressus*.

Tabelle 7 Häufigkeit der submersen Pflanzenarten in den 10 Gewässern des Monitoringprogramms und in 31 ausgewerteten Gewässern der Kartierung 2003

Arten	RL MV	Monitoring -gewässer	Kartierungs- gewässer	Summe der Gewässer	Häufigkeit in %
Phycophyta					
<i>Chara virgata</i>	2 10		19	29	70
<i>Chara fragilis</i>	10		13	23	56
<i>Nitellopsis obtusa</i>	2 10		12	22	54
<i>Chara tomentosa</i>	3 7		15	22	54
<i>Chara contraria</i>	3 10		10	20	49
<i>Nitella flexilis</i>	2 10		6	16	39
<i>Chara rudis</i>	2 7		8	15	37
<i>Vaucheria dichotoma/spec*</i>	8		6	14	34
<i>Chara filiformis</i>	1 7		7	14	34
<i>Chara intermedia</i>	2 5		8	13	32
<i>Nitella mucronata</i>	3 3		5	8	20
<i>Chara aspera</i>	2 3		4	7	17
<i>Nitella spec.**</i>	5		1	6	15
<i>Nitella opaca</i>	3 3		1	4	10
<i>Chara spec.**</i>	3		1	4	10
<i>Chara hispida</i>	3 2		1	3	7,5
<i>Nitella syncarpa</i>	2			2	5
<i>Chara polyacantha</i>	1 2			2	5
<i>Chara vulgaris</i>			1	1	2,5
Bryophyta					
<i>Drepanocladus aduncus</i>	3 1		1	2	5
<i>Fontinalis antipyretica</i>	3 6		10	16	39
Spermatophyta					
<i>Myriophyllum spicatum</i>	9		19	28	68
<i>Ceratophyllum demersum</i>	8		18	26	63
<i>Najas marina intermedia</i>	2 6		12	18	44
<i>Potamogeton lucens</i>	1		17	18	44
<i>Ranunculus circinatus</i>	3		13	18	44
<i>Potamogeton pectinatus</i>	8		9	17	42
<i>Potamogeton crispus</i>	5		11	16	39
<i>Utricularia vulgaris</i>	3 5		9	14	34
<i>Elodea canadensis</i>	4		9	13	32
<i>Potamogeton natans</i>	1		8	9	22
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	4		5	9	22
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	2 2		6	8	20
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	2 3		3	6	15
<i>Potamogeton berchtholdii</i>	3 4		2	6	15
<i>Potamogeton filiformis</i>	1 4		2	6	15
<i>Potamogeton friesii</i>	2 5		1	6	15
<i>Potamogeton praelongus</i>	1 1		5	6	15
<i>Potamogeton pusillus</i>	3 4		1	5	12
<i>Stratiotes aloides</i>	2 2		2	4	10
<i>Polygonium amphibium</i>	2			2	5
<i>Potamogeton grammineus</i>			2	2	5
<i>Zannichellia palustris</i>	2			2	5
<i>Potamogeton compressus</i>	2 1			1	2,5
<i>Potamogeton nitens</i>	1 1			1	2,5
<i>Potamogeton x nerviger</i>	1			1	2,5
<i>Potamogeton.x cooperi</i>			1	1	2,5
Summe Arten		42 (2**)	40 (2**)		

*in einigen Seen nicht eindeutig als Art *V. dichotoma* ansprechbar

** nur als Gattung ansprechbar

Die Beobachtungsergebnisse bestätigen, dass es sich bei den submersen Makrophytengesellschaften in der Regel um aus wenigen Arten bestehende Phytozönosen handelt. Dies gilt im besonderem Maße für die Gruppe der Characeen (Abb. 2). Wie verschieden die aktuelle Situation auch in unmittelbar benachbarten Gewässern mit ähnlichen Wasserchemischen Bedingungen sein kann, wird am Beispiel der drei Gewässer Zwirnsee, Fürstenseer See und Hinnensee (Tab. 8) deutlich, die im Sandergebiet südlich der Hauptendmoräne des Pommerschen Stadiums der Weichseleiszeit liegen. Eine Erklärung für diese Beobachtungen ist ohne weitere detailliertere Untersuchungen nicht möglich. Zwirnsee und Hinnensee liegen nur etwa 500 m voneinander entfernt im gleichen Gewässereinzugsgebiet. Der Hinnensee stellt gewissermaßen das nördliche Ende des Fürstenseer Sees dar, von dem er nur durch eine Unterwasserbodenschwelle von ca. 2 m Tiefe getrennt ist.

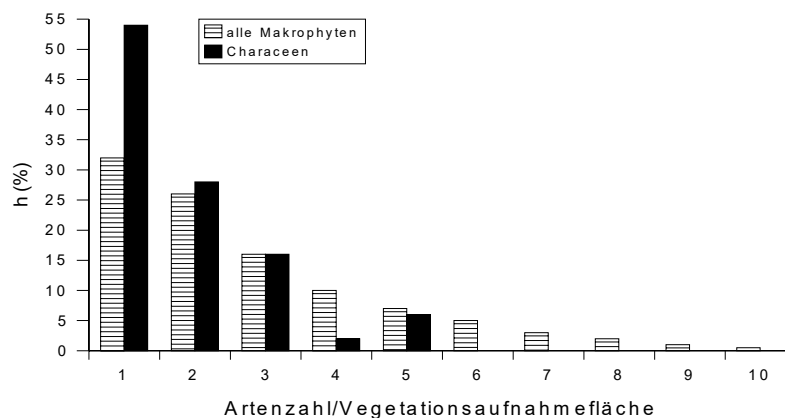


Abb. 2 Artenzahl aller submerser Makrophyten und der Characeen pro Aufnahmefläche (n= 392) der kartierten Gewässer in FFH-Gebieten (Bericht 2003 b)

Tabelle 8 Übersicht über die Tiefenbesiedlung (von - bis in m) der Characeen in drei unmittelbar benachbarten Seen des Müritznationalparks

	Fürstenseer See	Hinnensee	Zwirnsee
	204 ha	48 ha	40 ha
	mesotroph 2.3	mesotroph 1.8	mesotroph 1.6
<i>Chara aspera</i>	0 – 2,5		
<i>Chara contraria</i>	0,3 – 7		0,5 - 7,4
<i>Chara globularis</i>	2 – 7,2	0,1 – 6,7	6,0 - 7,4
<i>Chara hispida</i>			0,5 - 6,2
<i>Chara intermedia</i>	0,6 – 1		1,5 - 6,2
<i>Chara filiformis</i>	0,3 – 7	1,3 – 4,1	2 - 6
<i>Chara rudis</i>	0,3 – 6		1,2 - 7,4
<i>Chara tomentosa</i>	0,3 – 7	1,1 – 4,1	0,5 - 6
<i>Chara virgata</i>	0,3 – 7,2	0,3 – 5,2	0,3 - 6
<i>Nitella flexilis</i>	2,5 – 8,5		3,0 - 10
<i>Nitella mucronata</i>	3,5 - 8	3,3 – 6,7	5 - 9,1
<i>Nitella opaca</i>	5 – 7,5		
<i>Nitella spec.</i>	3,5		
<i>Nitellopsis obtusa</i>	1 – 7,5		3 - 8,9
Summe submerse Arten	22	19	19
davon Characeenarten	12	5	11
UMG in m	8,5	6,7	10,5

4 Zusammenfassung

Die submersen Makrophytengesellschaften zeigen in den untersuchten Gewässern hinsichtlich Abundanz, Dominanz, Diversität und der unteren Makrophytenbesiedlungsgrenze eine starke Differenzierung. Über die Entwicklung bzw. die Stabilität der Erhaltungszustände können nur langfristig angelegte Beobachtungsprogramme Auskunft geben. Erste Untersuchungen von Dauerbeobachtungsflächen in Gewässern des LRT 3140 weisen darauf hin, dass es zu starken Veränderungen der submersen Makrophytengesellschaften kommen kann, z.B. gibt es Schwankungen hinsichtlich der Deckung der einzelnen Arten oder der Lage der UMG (BERICHT 2003 A).

Wenngleich Tendenzen deutlich werden, ist eine einfache lineare Abhängigkeit der UMG oder der Artendiversität von der aktuellen Trophie eines Gewässers, aus den ermittelten Ergebnissen nicht ableitbar. Aus dem Trophiewert allein ist es nicht möglich den Erhaltungszustand des FFH-Lebensraumtyps abzuleiten.

Die eingesetzten Verfahren (BERICHT 2003B) waren geeignet, eine qualitative bzw. halbquantitative Erfassung der submersen Makrophyten vorzunehmen. Um den Erhaltungszustand des Lebensraumtyps entsprechend der FFH-Richtlinie einschätzen zu können, muß von einer Übersichtskartierung ausgegangen werden. Unter Berücksichtigung des personellen Aufwands sowie der finanziellen Mittel musste ein Kompromiß gefunden werden. Es wird daher vorgeschlagen mindestens 100 Probepunkte (bei Gewässern bis 50 ha) mittels Krautankerholts zu bearbeiten, bezogen auf die mit submersen Makrophyten besiedelte Seefläche. Die ergänzende intensivere Bearbeitung von durchschnittlich 4 Transekten pro Gewässer präzisiert die Ergebnisse ganz wesentlich. Der Einsatz des zeitlich weniger intensiven Krautankerverfahrens war geeignet, bessere Ergebnisse lieferte jedoch der Einsatz von Tauchern bei der Bearbeitung der Transekte.

Als Bearbeitungszeitpunkt ist infolge des im August bereits beginnenden Zerfalls bzw. der Inkrustierung verschiedener kleinwüchsiger Potamogeton- und Characeenarten der Zeitraum Mitte Juni – Mitte August zu wählen.

Um die Entwicklung des Erhaltungszustandes der FFH-Lebensraumtypen zu überwachen bzw. einschätzen zu können, sollten in einer Anzahl von Referenzgewässern in und außerhalb von FFH-Gebieten entsprechend der geforderten Berichtszeiten der FFH-Richtlinie alle 6 bzw. 12 Jahre eine Wiederholung der Erfassung der submersen Makrophyten nach standardisiertem Verfahren erfolgen. Um zu genaueren Erkenntnissen über die Entwicklungsprozesse zu gelangen, sollte ein spezifisches Monitoringprogramm mit deutlich kürzeren Zeitintervallen (z.B. alle 3 Jahre) gesichert werden.

Hinsichtlich der im Rahmen der FFH-Richtlinie geforderten Einschätzung des Erhaltungszustandes der FFH-Lebensraumtypen sind wissenschaftlich fundierte Leitbilder für die submerse Makrophytenvegetation der FFH-Lebensraumtypen im norddeutschen Flachland notwendig, die aktuell noch nicht zur Verfügung stehen.

Danksagung

Mein Dank gilt Frau F. Neubert und Herrn M. Krappe sowie allen weiteren an den Arbeiten beteiligten Mitarbeitern der GNL, den Sport- und Forschungstauchern insbesondere den Herrn H. Dinkel und W. Koch (Rostock) und D. Lämmel (Neustre-

litz) und den Mitgliedern der AG Geobotanik Mecklenburg-Vorpommerns unter Leitung von Herrn Dr. Berg (Rostock), die an den Untersuchungen beteiligt waren, bzw. diese erst ermöglicht haben. Der besondere Dank gilt Peter Bolbrinker (Altkalen), mit dem mich viele gemeinsame Stunden bei der Erprobung der eingesetzten Verfahren, der Feldarbeit auf den Seen und der Bestimmungsarbeit verbinden.

Literatur

- BERICHT (1998, 2000, 2001, 2003A): Monitoring submerser Makrophyten in Nährstoffarmer Seen in Mecklenburg-Vorpommern durch Ermittlung und Beschreibung der submersen Makrophyten in ausgewählten FFH-Gebieten – Berichte zu Werkverträgen zwischen dem Land Mecklenburg-Vorpommern, Umweltministerium und der Gesellschaft für Naturschutz und Landschaftsökologie, Kratzeburg
- BERICHT (2003 B): Durchführung des botanischen Artenmonitorings submerser Makrophyten in ausgewählten Standgewässern in Mecklenburg-Vorpommern. Bericht zu den Zuwendungsprojekten A M 686 10/0 3/004 und A M 686 10/0 3/017 des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, erarbeitet von der Gesellschaft für Naturschutz und Landschaftsökologie, Kratzeburg
- LUNG (2003): Gewässerliste der Seen in gemeldeten FFH-Gebieten Mecklenburg-Vorpommerns. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow (unveröffentlicht)
- SCHMIDT, D. (1994): Rote Liste der gefährdeten Armleuchteralgen (Charophyten) Mecklenburg-Vorpommerns. 1. Fassung. Stand: November 1993.- Schwerin
- SPIESS, H.-J. & P. BOLBRINKER (2001): Monitoring submerser Makrophyten in Nährstoffarmen Klarwasserseen Mecklenburg-Vorpommerns. Artenschutzreport 11, S. 67 – 71. Jena
- STELZER, D. (2003): Makrophyten als Bioindikatoren zur leitbildbezogenen Seenbewertung – Ein Beitrag zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland. Dissertation, TU München, Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt.

Autor:

Dr. habil. Hans-Jürgen Spieß
Gesellschaft für Naturschutz und Landschaftsökologie e.V.
Dorfstraße 31
17237 Kratzeburg

E-mail: spiess@gnl-kratzeburg.de

Manuskripteingang: 15.09.2004; angenommen: 01.11.2004

Rüdiger MAUERSBERGER

Zum Vorkommen von Armleuchtergewächsen (Characeae) im Norden Brandenburgs

On the distribution of Charophytes in northern Brandenburg (NE Germany)

Abstract

The glacial formed landscape of northern Brandenburg is rich in lakes and other stagnant water types. The author gives an overview about published just as hitherto unknown data on the presence and distribution of Characeae in this region from 1852 to 2004. Records on Charophyte flora concerning 20 species and almost 200 water bodies are listed. The most widespread species is *Chara globularis*, followed by *C. intermedia*, *C. tomentosa* and *Nitellopsis obtusa*. As the peculiarity here, the occurrence of *C. filiformis*, *C. polyacantha* and *C. rudis* is pointed out. Lakes with more than 6 up to 13 charophyte species are named and aspects of the habitat preference of the taxa in this region are given.

Keywords: glacial lakes, water transparency

1 Einleitung

Das abschmelzende Inlandeis hinterließ im ausgehenden Pleistozän eine enorme landschaftsmorphologische Formenfülle in Nordost-Deutschland. Neben Zungenbecken und Erosionsrinnen in Schmelzwasserbahnen waren es vor allem Toteislöcher, die sich nacheiszeitlich mit einer Vielzahl von Gewässern unterschiedlichster Größe füllten.

Damit entwickelten sich zahllose neue, potentielle Characeen-Standorte, die sicherlich mit wechselndem Erfolg im Laufe der nächsten Jahrtausende besiedelt worden sind. Es handelte sich vornehmlich um Seen, aber auch um Kleingewässer und Kleinstwasserflächen in den sich bildenden Mooren. Bis heute, also etwa 10.000 Jahre später, haben sich etwa 5.000 natürliche Seen in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern erhalten.

Ein Ausschnitt aus dieser jungpleistozänen Seenlandschaft soll im Folgenden bezüglich der Vorkommen von Armleuchtergewächsen betrachtet werden.

Das Untersuchungsgebiet – der Norden bzw. Nordosten Brandenburgs – erstreckt sich grob umrissen zwischen der Oder im Osten, dem Eberswalder Urstromtal

im Süden, dem Rheinberger Rhin im Westen und der Grenze zu Mecklenburg-Vorpommern im Norden (s. Abb. 1). Eingeschlossen sind die see-reichen nordbrandenburgischen Grossschutzgebiete (von Ost nach West): Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, Naturpark Uckermärkische Seen und Naturpark Stechlin-Ruppiner Land. Mehrere touristisch bekannte Landschaften liegen darin wie die Rheinsberger Seen, das Stechlinsee-Gebiet, die Fürstenberger und Lychener Seen, das Templiner Seenkreuz, die Uckerseen, die Schorfheide mit Joachimsthal und der Parsteiner See als zweitgrößter See Brandenburgs.

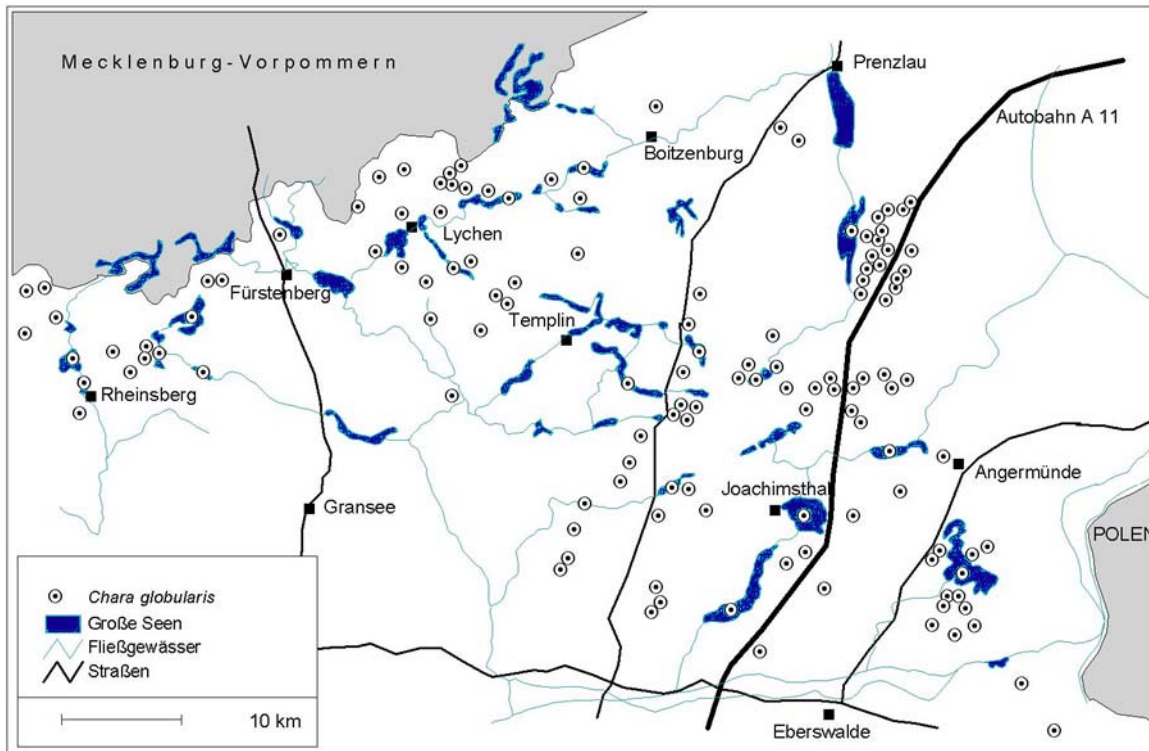


Abb. 1 Verbreitungskarte von *Chara globularis*

Die Kenntnisse über die Characeen-Vorkommen des Gebietes reichen bis ins 19. Jahrhundert zurück (z.B. HOLTZ 1903) und betreffen vor allem den Parsteiner See und umliegende Gewässer. Intensivere Forschungen begannen vornehmlich in den 70er und 80er Jahren des 20. Jahrhunderts (z.B. DOLL 1980, 1981, 1982, SUCCOW & KOPP 1985, MAUERSBERGER 1993). Den wesentlichen Teil der Daten verdanken wir allerdings den Naturschutzbemühungen in den genannten Landschaftsschutzgebieten/ Großschutzgebieten während der letzten 14 Jahre (z.B. MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996). Besonders umfangreich fanden die Erkundungen in eingeschlossenen, festgesetzten oder in Ausweisung befindlichen Naturschutzgebieten statt (z.B. BOLBRINKER 2000, SPIESS et al. 2002). In jedem Falle handelte es sich immer wieder vorrangig um Seen, während die Vorkommen in Mooren, Kleingewässern und Gräben nur sporadisch und unsystematisch betrachtet wurden. Dies ist insofern erklärlich, weil einerseits Seen die prägenden Landschaftselemente des Gebietes darstellen, andererseits die Kombination von Characeen und deren Vorkommen im See den Lebensraumtyp 3140 der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie

(FFH) der Europäischen Union kennzeichnet. Auf diese Weise erhalten die hier mitgeteilten Daten naturschutzpolitische Relevanz.

2 Methodik

Auf die Methodik, die den hier zitierten Erhebungen zugrunde liegt, soll nicht näher eingegangen werden. Die eigenen Daten, die zum größeren Teil bereits in MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996 enthalten sind, stammen überwiegend aus Aufsammlungen per Hand (vom Ufer oder im Flachwasser vom Boot aus) oder mit dem Krautanker; nur in wenigen Seen kamen Schnorchelgänge zum Einsatz.

Die Determination erfolgte weitgehend in Anlehnung an SCHMIDT (1981), wobei auch andere Quellen, einschließlich des Erfahrungsschatzes von R. Samietz, Dr. D. Schmidt und Dr. K. Arendt zur Rate gezogen worden sind. Zahlreiche Belege wurden in Formaldehyd-Lösung konserviert und befinden sich zur Zeit in der Privatsammlung von Dr. H. Mauersberger (Angermünde, Ortsteil Neuhaus).

3 Fragen der Determination

Dass Characeen in ihren morphologischen Merkmalen sehr wandlungsfähig sind, was frühere Kryptogamenkundler zur Beschreibung zahlloser Taxa erleitete, ist bekannt und allenthalben als Problem anerkannt. Hinzu kommt, dass es zwischen einigen Arten (oder Formen?) offenbar Übergänge gibt, die es erforderlich machen, eine willkürliche Trennung innerhalb einer womöglich stufenlosen Reihe durchzuführen. Diese Trennungen sind in der Vergangenheit von verschiedenen Autoren mitunter an unterschiedlichen Stellen getroffen worden. Daher halte ich es für erforderlich, kurz zu benennen, wie einige der Taxa aufgefasst worden sind, für das das eigene Material zugrunde liegt.

- *Chara globularis* – *Chara virgata*: das gängige Merkmale zur Trennung der beiden Formen sind die bei *virgata* vorhandenen kleinen, warzenförmigen Stacheln auf den Internodien. Da aber auch *C. globularis* oft kleine Verdickungen auf den Rindenzellen aufweisen kann, kam es nicht selten zu Unsicherheiten. Bei MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1996) wurde deshalb der Stipularkranz zur Entscheidung herangezogen: nur wenn die Zellen der oberen Reihe des Stipularkranzes nicht kugelig, sondern deutlich länglich kralenförmig gestaltet war, wurde der Beleg als *C. virgata* determiniert.
- *Chara rudis* – *Chara hispida*: SCHMIDT (1981) nennt die Länge der Stacheln (bei *C. hispida* mindestens so lang wie der Internodiendurchmesser) als wesentliches Unterscheidungsmerkmal. Im Überschneidungsbereich, wenn also z.B. einzelne Stacheln die fragliche Länge erreichten, viele andere aber nicht, wurde die Form der Rindenzellen herangezogen. Als *C. rudis* wurden generell solche Exemplare aufgefasst, bei denen die stacheltragenden Rindenzellen auffallend gegenüber den anderen eingesenkt waren.

- *Chara contraria* – *C. intermedia* – *C. polyacantha*: Die kurzstachelige Form von *C. intermedia* („f. *papillosa*“) könnte mit *C. contraria* verwechselt werden. *C. i. papillosa* besitzt mitunter viele einzelne Stacheln, verrät sich aber bei stärkerer Vergrößerung durch an jedem Internodium auftretende zu dreien zusammenstehende Stachelzellen, von denen die beiden äußeren warzenförmig reduziert sind. Die Trennlinie zwischen *C. intermedia* und *C. polyacantha* ist kaum guten Gewissens zu ziehen, auch wenn die typische *C. polyacantha* mit ihrer dichten, langborstigen Bestachelung nur mit *C. hispida* zu verwechseln ist. Exemplare, bei denen die meisten Stacheln deutlich kürzer als der Internodiendurchmesser sind, wurden *C. intermedia* zugeordnet.

4 Ergebnisse

Zwischen 1852 und 2004 wurden insgesamt 120 Characeen-Arten im Norden bzw. Nordosten Brandenburgs nachgewiesen, davon gehören 11 Arten zur Gattung *Chara*. Nachfolgend werden Aussagen zur Verbreitung und zum Standortspektrum jeder einzelnen Art getroffen. Für alle rezent verbreiteten Arten mit Ausnahme von *C. globularis* finden sich gesammelte Funddaten im Anhang.

***C. globularis* THUILL.**

Das mit Abstand häufigste Armleuchtergewächs im Gebiet siedelt in allen Tiefzonen der Seelitorale einschließlich peripherer Röhrichtbereiche, kommt aber genauso gut auch in Kleingewässern, Gräben oder Schlenken und Laggs verschiedener Moortypen vor. Trophisch ist sie am wenigsten eingengt und wurde daher vom oligotrophen bis hocheutrophen Milieu nachgewiesen. Da die Fundortliste dieses Taxons über 160 Gewässer umfassen würde (s. Verbreitungskarte Abb. 1), wurde auf eine Aufzählung verzichtet.

***C. virgata* KÜTZ.**

Die „Feine“ Armleuchteralge wächst häufig in Schlenken der Verlandungsmoore, kommt aber auch in verschiedenen Tiefzonen von Seen vor (in 7% der Seen im Biosphärenreservat, MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996). Ihr Spektrum ist fast so breit, wie das von *C. globularis* (s.a. Abb. 4).

***C. aspera* WILLD.**

Die „Rauhe Armleuchteralge“ ist wenig verbreitet; sie wächst nur in ausgewählten, zumeist größeren Seen mit Wasserflächen von 8 bis 1000 ha. Die Art siedelt zumeist im Brandungsbereich mesotropher bis schwach eutropher Seen, häufig gemeinsam mit *C. contraria*, ist kleinwüchsig, stark inkrustiert sowie zumeist mit Aufwuchs bis zur Unkenntlichkeit überzogen. Funde an oligotrophen Seen (z. B. KRAUSCH, 1964) und das Fehlen bei höher trophierten Gewässern (Ausnahme Gr. Pinnowsee) belegen, dass es sich um eine der Arten mit den höchsten Ansprüchen an die Wasserqualität handelt (s. a. Abb. 4).



Abb. 2 Oberflächennaher Chara-intermedia-Bestand im Kleinen Aalgastsee, 2004



Abb. 3 Ansicht der gürtelförmigen Anordnung der Characeen-Gesellschaften im Jungfernsee aus der Luft (Foto: Mauersberger 2000)

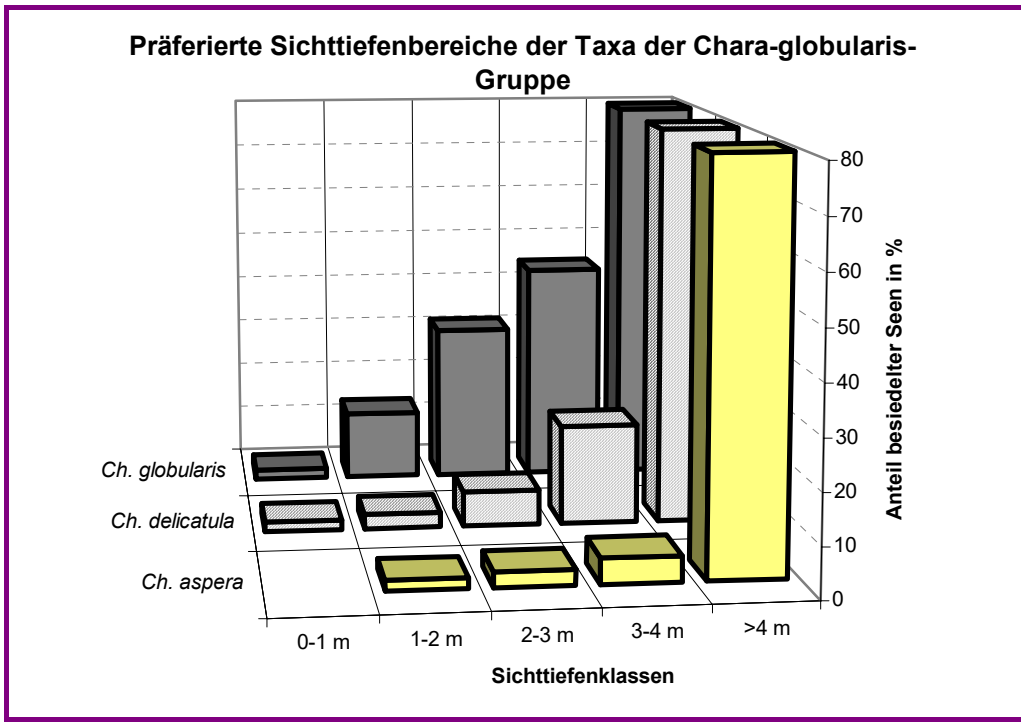


Abb. 4 Sichttiefenpräferenz für die drei Arten im Vergleich (aus MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996)

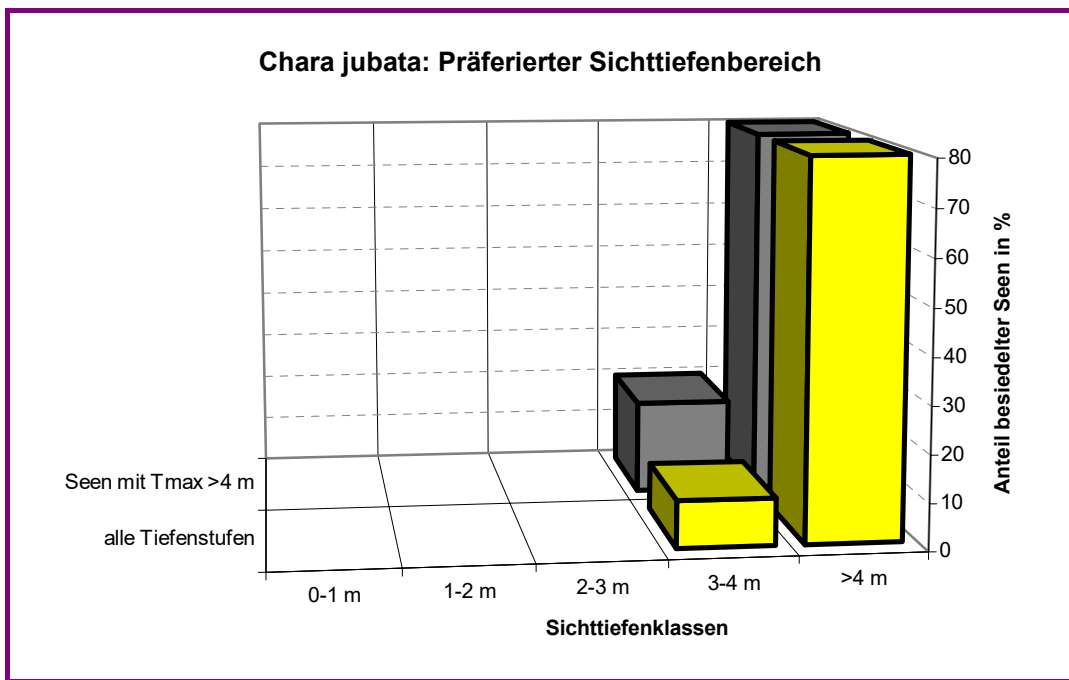


Abb. 5 Sichttiefenpräferenz bei *Chara filiformis* (aus MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996)

***C. contraria* A. BRAUN ex KÜTZ**

Diese wandlungsfähige Chara ist im Gebiet recht weit verbreitet, besitzt aber einen deutlichen Schwerpunkt in den alkalischen Klarwasserseen. Im Biosphärenreservat

„Schorfheide-Chorin“ erreichte sie an den Seen eine Stetigkeit von 14 % (MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996). Selten wurden darunter Ausprägungsformen festgestellt, die kurze längliche Stacheln besitzen (z.B. Kl. Döllns ee, Sietze). Separat bemerkt werden soll der Nachweis eines flächenhaften Vorkommens einer sehr kleinen, offenbar diplostichen *Chara* mit einzelnstehenden, in der Länge etwa den Internodiendurchmesser erreichenden Stacheln im Flachwasser des Ostbeckens vom Redernswalder See, die wir als identisch mit „forma hispidula“ von BRAUN (1876) ansahen und also *contraria* zuordneten.

Außerdem wurde *C. contraria* lokal in Schlenkenbereichen vornehmlich der Verlandungsmoore nachgewiesen.

***C. filiformis* HERTZSCH**

Funde der Faden-Armleuchteralge sind stets etwas Besonderes; sie kommt ausschließlich in Seen vor und ist auch dort selten und bildet kaum große Bestände. MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1996) konnten für das Gebiet des Biosphärenreservates zeigen, dass sie ausschließlich in klaren Seen auftritt (s. Abb. 5) mit einem Optimum bei Gewässern mit mindestens 4 m Sichteiefe im Jahresmittel. Zu ihren Standorten gehören im Gebiet häufige, zumeist muddelagerte Litoralbereichliche von alkalischen Seen mit geringem Nährstoffgehalt (TP-Werte von 10-25 mg/m³), die aber wegen ihrer geringen Durchflußrate und zumeist ausschließlichen Grundwasserspeisung nicht sonderlich kalkreich sind (Ca-Gehalte zwischen 30 und 50 mg/l, selten darüber). Die meisten der Gewässer sind ausgesprochen kohlenstoffarm mit TOC-Werten zwischen 2 und 7 mg/l.

***C. vulgaris* L.**

Abweichend vom Namen ist die Gemeine Armleuchteralge im Gebiet keineswegs allenthalben vorhanden. Mit 18 Fundorten gehört sie zu den seltensten Taxa in Nord-Brandenburg, was insofern nicht überrascht, als sie Seen weitgehend meidet und als ausgesprochene Pionierart in dieser Landschaft mit relativ geringer Dynamik wenig Ansiedlungsmöglichkeiten findet. Ein durch anthropogene Eingriffe neu entstandenes, seitdem seit mehreren Jahren recht stabiles Vorkommen soll besonders erwähnt werden: in der Lehtsee-Niederung bei Lychen, einem als Saatgrasland genutzten, stark entwässerten ehemaligen Quellmoor wurde im Rahmen des Naturschutzgroßprojektes Uckermärkische Seen 1999 eine Revitalisierungsmaßnahme des Moorkörpers begonnen. Dazu wurde der Wasserstand drastisch angehoben und die degradierte oberste Torfschicht teilweise abgeschoben. Auf dem nun anstehenden, fast unzersetzten *Phragmites*-Torf bildeten sich spontan zahllose Quellrinnensale aus, die zu einem Überrieselungsregime führten (MAUERSBERGER 2004). Diese Bereiche bedecken sich nur zögerlich mit Spermatophyten (vorrangig *Juncus articulatus*), in Quelltümpeln siedelte sich während der ersten Vegetationsperiode nach dem Eingriff im Jahr 2000 flächenhaft *Chara vulgaris* an, die auch vier Jahre später diese vollbesonnenen, 5 bis 15cm tiefen Kleinstgewässer erfüllt und auch partielle Austrocknung ertrug.

***C. rudis* A. BRAUN ex v. LEONH.**

Chara rudis wurde im Ostteil des Untersuchungsgebietes, im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, an 6 % der Seen nachgewiesen (MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996). Ihr Vorkommen ist wegen ihrer hohen Ansprüche an die Wasserqualität

(lediglich *Ch. jubata* zeigt eine noch strengere Bindung; s. Abb. 5) auf relativ wenige Gewässer begrenzt. In den kalkreichen mesotrophen und einigen schwach eutrophen Seen gehört *rudis* zu den typischen Grundrasenarten; im klarsten See des Biosphärenreservates (Großer Gollin) bildete sie einen mehrere Hektar großen Bestand.

Die Fundortliste im Anhang ist vermutlich kürzer, als in Relation zur Verbreitung von *C. rudis* angemessen wäre, weil einige Sammler keine Unterscheidung zu *C. hispida* durchführten (s. dort).

***C. hispida* L.**

Die Aussagen zur Verbreitung sind mit Unsicherheiten behaftet, da die Abgrenzung von *C. hispida* zu *C. rudis* von vielen Spezialisten unterschiedlich gehandhabt wird (z.B. BOLBRINKER mündl.). Einige der *hispida*-Funde in größeren Klarwasserseen wären nach meiner Auffassung auf *C. rudis* zu beziehen, folgt man dem Merkmal der Rindenfurchentiefe (s. Kap. 3). Die im Anhang aufgezählten Funddaten werden daher nicht weiter kommentiert.

Die typische Ausprägung von *C. hispida* mit bis zu 2m Wuchshöhe und über 2mm Internodiendurchmesser fand ich z.B. im Kleinen Aalgastsee bei Wilmersdorf. In diesem kleinen, von einem *Cladium*-Gürtel gesäumten Moorsee durchdragen ihre wuchtigen, extrem bestachelten Thalli einen dichten *Chara-intermedia*-Bestand und erreichen die Wasseroberfläche. Diese Form wurde in der Regel abseits der großen Seebecken gefunden, vielmehr in Moorkolkten, abgegrenzten flachen Seebuchten oder Gräben.

***C. intermedia* A. BRAUN**

Dieses äußerlich recht vielgestaltige Gewächs ist im Gebiet mit fast 70 Fundorten weit verbreitet (s. Anhang) und weist ein außerordentlich breites Spektrum an besiedelten Gewässertypen auf. So existiert eine winzig-kleine, an *C. aspera* erinnernde, mit recht langen Stacheln versehene Form großflächig im Parsteiner See. Große Formen, die oft nur kleine, manchmal gar nur warzenförmige Stacheln aufweisen, bilden dichte Einartbestände in kleinen, z. T. moorumgebenen Flachseen und Torfstichen, deren Wasser huminstoffgefärbt ist. In diesen Flachseen läßt sie sich oft makroskopisch von *C. hispida* und *rudis* daran unterscheiden, dass ihre Thalli insbesondere nahe der Wasseroberfläche rötlich getönt sind – wenngleich nicht so stark, wie bei *C. tomentosa*. Wiederum geringe Wuchshöhe erreicht *C. intermedia* zwangsläufig in Schlenken von Mooren, wo sie nach Wasserstandsanhörungen auch als Pionierbesiedler auftritt.

***C. polyacantha* A. BRAUN**

Die Verbreitung der Vielstacheligen Armleuchtleralge muß als sehr sporadisch bezeichnet werden; nirgends innerhalb des Untersuchungsgebietes bildet sie große Bestände. Das Spektrum der Standorttypen ist trotz der Seltenheit recht breit, so dass spezielle Präferenzen nicht offenkundig werden. Der älteste Nachweis stammt von K. Arendt aus dem Sabinensee 1973. Im Langen See bei Voigtswiese, einem vermoorten Seichtgewässer, fiel 1992 ein ca. 2m² großer, bis an die Wasseroberfläche reichender geschlossener Bestand dieser extrem bestachelten Form auf, der von einem flächenhaften Vorkommen von *C. intermedia* umgeben war. Anfang der 90er Jahre wurden einzelne Exemplare in Proben aus den Väterseen und dem Gol-

linseen gefunden (MAUERSBERGER 1993). Am 16.7.1995 bemerkte ich *C. polyacantha* vereinzelt im Flachwasser am Nordufer des Gr. Kronsees.

Von 1993 (Erstfund 6.8.93) bis 2004 konnte das Vorkommen der Art im Messingsee/Melzower Forst belegt werden, wo sie in diesem schwach eutrophen, sehr kleinen, länglichen See in Tiefen von weniger als 0,5m Meter auf Röhrichttorf wächst. Da der See ausgesprochen steilscharig ist, liegt diese nur Einzelpflanzen in einem schmalen Saum direkt an der (z.T. beschatteten) Wasserlinie oder im Flachwasserbereich in der Südspitze.

Das größte bekannte Vorkommen weist der Zerwelinsee auf, wo *C. polyacantha* mit zahlreichen anderen Arten koexistiert (zahlreiche Aufnahmen 1998 von BÖLBRINKER 2000).

***C. tomentosa* L.**

Diese aus ästhetischen Gesichtspunkten besonders hervorstechende Pflanze besitzt im Untersuchungsgebiet relativ viele Vorkommen, wobei ihre Auffälligkeit sicher zu einer über durchschnittlichen Quote entdeckter Fundorte geführt hat. Es ist davon auszugehen, dass nur wenige Vorkommen (sicher unter 30%) noch unbekannt sind. Ihr Besiedlungsschwerpunkt liegt in Seen im Grenzbereich zwischen meso- und eutroph. In seichten Seebuchten, wie z.B. im Rarangsee/ Schorfheide oder Warnitzsee und Briesensee bei Neuhaus (MAUERSBERGER 1993, MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996) bildet sie ausgedehnte, dichte, mitunter aus dem Wasser herausragende Bestände. In oligotrophen Seen ist sie seltener und bleibt oft kleinwüchsig.

***Lychnothamnus barbatus* (MEYEN) LEONH.**

HOLTZ (1903) nennt drei Fundorte im Raum Angermünde (Parschner See, Barschpuhl und Krummer See). Rezente Nachweise existieren nicht.

***Nitellopsis obtusa* (DESV. IN LOIS.) J. GROVES**

In zahlreichen Seen tritt diese Art, oft vergesellschaftet mit *Nitella flexilis*, als Tiefenform auf. Besiedelt sie Flachwasserzonen, sind ihre Bestände oft von *Chara intermedia* oder *C. tomentosa* begrenzt oder durchsetzt.

Ein bemerkenswertes Vorkommen besitzt sie im kaum mehr als 2m tiefen Jungferensee, wo sie fast die Hälfte des Seebeckens ausfüllt und offenbar auch die Stoffumsätze des Ökosystems mitbestimmt: *Nitellopsis* entwickelt sich später im Jahr als die ebenfalls anwesenden *Chara*-Arten. Alljährlich, wenn die *Nitellopsis*-Bestände ab Mitte Juni zur vollen Entfaltung gelangt sind, tritt der bis dahin recht trübe Jungferensee in eine bis zum Spätsommer anhaltende Klarwasserphase ein.

Mehrere größere Vorkommen existieren in schwach eutrophen Seen; im Naugarter See, wo über Jahre vielfältige Bemühungen zur Verbesserung der Wasserqualität getätigt wurden, tauchte sie im Jahr 2004 erstmalig und als einziger Charophyt in einer flachen Bucht auf (BUKOWSKY, mündl. Mitt.).

***Nitella flexilis* (L.) Agardh**

Nitella flexilis ist im Gebiet eine Charakterart tieferer Wasserschichten und bildet mitunter den Abschluß der Makrophytenbesiedlung im Schwachlichtbereich, oft gemeinsam mit *Ceratophyllum*, *Fontinalis* oder *Drepanocladus*-Arten. Außerdem ist sie die einzige Characeen-Art des Gebietes, die auch optimal Weichwasserseen nutzt. So wurde konnte sie sich im Brackensee im Grumsiner Forst (Calcium 9mg/l, Karbonat-

härte 1° dH), der während der Untersuchungen von MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996 submers noch völlig kahl war, nach der Veränderung der Fischfauna ab 1997 ausbreiten und war 1999 flächenhaft, lokal so gar bis in den Uferbereich vertreten. Mit dem Paddenpuhl nördlich Oderberg gehört ein Gewässer zum Standortspektrum, das in den subneutralen Bereich tendiert (nur 4mg/l Calcium, Daten von LUA Neuruppin 1995).

***N. gracilis* (SM.) AGARDH**

Mit einem Nachweis bei Herzprung (HOLTZ 1903) findet die Art das einzige Mal Erwähnung. Rezente Hinweise gibt es nicht.

***N. mucronata* (A. BRAUN) MIQ. in H.C. HALL em. WALLM.**

Die Kenntnisse über diese Glanzleuchteralgen sind außerordentlich gering. Nur sehr wenige, aber sehr unterschiedliche Seen des Gebietes bieten dieser Art Lebensraum. Große Bestände gibt es offenbar nicht. Aus historischer Zeit ist sie durch Funde von A. Braun aus dem Parsteiner See bekannt (1856 und 1868).

***N. opaca* (BRUZ.) C. AGARDH**

Von dieser Art liegen nur Einzelfunde von KRAUSCH (1964) und Hoesch (in NATUR & TEXT (1996) sowie mehrfache Nennungen von SELTZER (2003) vor. Alle genannten Angaben beziehen sich auf gut untersuchte größere klare Seen im Westteil des Untersuchungsgebietes; eine Wertung der Befunde erscheint mir nicht möglich.

***N. syncarpa* (THUILL.) CHEV.**

HOLTZ (1903) nannte mehrere Vorkommen im Gebiet (Gr. Plagesee, Parsteiner See, Schulzensee/Gr. Ziethen, Wesensee sowie bei Wilmersdorf). MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1996) fanden am 19.7. 1991 im Flachwasser der nur wenige Meter großen Südwestbucht des Kleinen Tiefgrundsees in der Schorfheide neben *Typha latifolia* und *Chara globularis* einen kleinen Bestand der Art (nachbestimmt durch Dr. D. SCHMIDT, Potsdam). 1992 war diese Bucht ausgetrocknet; beim wieder angestiegenen Wasserstand von 1994 wurde dort nur noch *C. globularis* bemerkt. Zum Zeitpunkt der Drucklegung von SCHMIDT et al. (1993) handelte es sich um den einzigen aktuellen brandenburgischen Nachweis. Am 17.7.1992 wurde ein Einzelexemplar an der Bootsanlegestelle bei 5cm Tiefe am Ostufer des Kleinen Sees/Bölkendorf festgestellt (MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996). Zuletzt meldete KABUS (2003) aus dem Plötzensee bei Lühme den Fund einer *Nitella*, die er vorläufig *N. syncarpa* zuordnete.

***N. tenuissima* (DESV.) KÜTZ.**

HOLTZ (1903) nennt Funde aus dem Gr. Plagesee von 1863 und 1868. Rezent wurde diese Art bei einer Tauchuntersuchung im Wuckersee/Schorfheide im Jahre 1995 nachgewiesen (HOESCH mündl. Mitt.); weitere Kenntnisse liegen nicht vor.

***Tolypella glomerata* (DESV.) LEONH.**

Angaben über diese Art liegen nur aus Transektuntersuchungen zur Dokumentation von Makrophytenvorkommen in Seen im Zusammenhang mit der Wasserrahmenrichtlinie der EU in den Jahren 2001 und 2002 vor. Die Dissertation von SELTZER

(2003) stützt sich auf eigene Funde vom Wummsee (24.6.2001) und Gr. Kronsee (25.6.2001). Außerdem notierte eine Taxa-Gruppe der Limnologischen Station Iffeldorf im Auftrag des Landesumweltamtes Brandenburg unter der Leitung von Dr. Zimmermann das Vorkommen dieser Art im Parsteiner See (17.7.2002) und im Grimnitzsee (21.7.2002).

5 Diskussion

Der nordbrandenburgische Ausschnitt des jungleistozänen Seengebietes mit seinen überwiegend kalkhaltigen Wasserkörpern ist bis heute außerordentlich reich an Characeen-Vorkommen; einige Gewässer besitzen mehrere Hektar große Bestände, oft aus mehreren Arten bestehend.

Der Kenntnisstand dürfte für die auffällige *C. tomentosa* bereits sehr gut sein, die Verbreitung der anderen Seengesiedler ist vermutlich ebenfalls zufriedenstellend bekannt. Die größten Lücken klaffen wohl bezüglich derjenigen Arten, die auch in Kleingewässern, Mooren und Gräben gedeihen, z.B. *C. vulgaris*, *C. globularis* und *C. virgata*.

Einige Seen, die zu den herausragenden in Norddeutschland hinsichtlich ihrer Wassergüte gehören, besitzen gleichzeitig das breiteste Florenspektrum an Armleuchtergewächsen. Darunter befinden sich größere geschichtete Seen mit unter Spezialisten klangvollen Namen wie der Stechlin, Nehmitz- Wittwe- und Gr. Wummsee im Westen, der Gr. Gollin, Tiefer See/ Bölkendorf und der Parsteiner See im Osten (s.a. SÜCCOW & KOPP 1985). Jeder von ihnen hat zwischen 8 und 13 Characeenarten aufzuweisen, z.orientiert von den kalten Brandungszonenbesiedlern bis zu den Tiefenformen. Es sind gleichzeitig auch diejenigen Gewässer, in denen die „Spezialität“ des Gebietes, *Chara filiformis*, vorkommt.

Weniger bekannt ist der bereits bei DOLL (1982) erwähnte, seinerzeit aber weitgehend makrophytenfreie Faule See bei Lychen. Dieser mit maximal 12 m Tiefe und nur 13 ha Ausdehnung vielleicht kleinste oligotrophe See Deutschlands (MAUERSBERGER 2002) bietet 8 Characeenarten einschließlich *C. filiformis* Lebensraum (BOLBRINKER 2000, bestätigt durch I. Blindow 2004). Als artenreiche Characeenstandorte zu nennen sind weiterhin der Briesensee und der Warnitzsee bei Neuhaus, der Große Kastaven und der Große Kronsee im Raum Lychen, der Lübbesee bei Templin, der Kleine Krinert bei Ringenwalde und der Grimnitzsee mit jeweils mindestens 7 Arten.

Besonders herauszuheben sind kleine Restgewässer innerhalb von Verlandungsmooren, die trotz geringer Tiefe trophisch so ausgewogen sind, dass der Wasserkörper von Characeen geprägt wird (Abb. 2), die flächendeckend die bis zu 10m mächtigen holozänen Muddeschichten bedecken. Die Speisung dieser Moorrestseen wird von kalkreichem Grundwasser aus bewaldeten Einzugsgebieten übernommen; ein oberirdischer Zufluß fehlt in der Regel. Als Beispiele sind der durchschnittlich 1m tiefe Zerwelinsee mit 7 Chara-Arten (s. Titelbild des Bandes) einschließlich *C. polyacantha*, der Jungfernsee (Abb. 3) mit 6 Arten oder der Laatzer See mit 4 Arten zu nennen (s.a. MAUERSBERGER & HEINRICH 1993).

Dass Characeen vornehmlich nährstoffarme, unbelastete Gewässer besiedeln, ist allenthalben bekannt (s. z.B. SCHMIDT 1981). Jedoch trifft dies nicht für alle Arten gleichermaßen zu. Bei der Untersuchung der Seen im Biosphärenreservat „Schorfheide-Chorin“ (MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996) wurde die Stetigkeit der Vorkommen der Characeen-Arten in Bezug zur mittleren Sichttiefe der Seen gesetzt. Hierbei zeigen sich deutliche Unterschiede innerhalb der *Chara-globularis*-Gruppe (s. Abb. 4): alle drei Formen kommen in 80% der Seen mit mehr als 4 m Sichttiefenmittel vor, nur *C. globularis* ist jedoch in der Lage, 15 % der Seen mit weniger als 2m Sichttiefe zu besiedeln. Je stärker die Bestockung der Art, desto ausgeprägter zeigt sich die Präferenz für klares Wasser.

Extrem bei der Bevorzugung gewisser Wassergüte-Parameter zeigte sich *Chara filiformis*, die ausschließlich in Seen mit mehr als 3m mittlerer Sichttiefe nachgewiesen wurde (Abb. 5). Ähnliche Werte erreichte lediglich *C. rudis*; bei den anderen Arten war das Spektrum deutlich breiter (insbesondere *C. tomentosa*, *C. contraria*).

Die klaren Weichwasserseen mit weniger als 30mg/l Calcium werden im Gebiet von *Chara aspera*, *C. virgata*, *C. contraria* und *Nitella flexilis* besiedelt. In Seen mit weniger als 10 mg/l Calcium dringt lediglich *N. flexilis* vor (z. B. Paddenpfuhl, Brackensee, Stoitzsee).

Für *Chara*-Arten ist bekannt, dass sie typischerweise Kalkinkrustierungen besitzen (s. z.B. SCHMIDT 1981) und kalkhaltige Detritusmatten („Kalkmudde“) bilden (SUCCOW & KOPP 1985). MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1996) konnten zeigen, dass dieser Umstand an stärkeren Zustand calciumreichen Wassers gebunden ist und viele Characeen-Rasen keinerlei Kalk abscheiden, sondern kalkfreie Feindetritusmatten (per Salzsäure nachweisbar).

6 Zusammenfassung

Der glazial geformte Norden Brandenburgs ist reich an Seen und anderen, überwiegend stehenden Gewässern. Die vorliegende Arbeit liefert einen Überblick über die Kenntnisse zum Vorkommen von Characeen in diesem Gebiet von 1852 bis 2004, wobei publizierte sowie zahlreiche noch unveröffentlichte Daten von 20 Arten und fast 200 Gewässern zusammengetragen und wiedergegeben wurden. Das mit Abstand häufigste Taxon ist *Chara globularis*, gefolgt von *C. intermedia*, *C. tomentosa* und *Nitellopsis obtusa*. Als Besonderheit sollen die Vorkommen von *C. filiformis*, *C. polyacantha* und *C. rudis* herausgestellt werden. Es werden groben Angaben zu den Standortansprüchen der Arten mitgeteilt und Seen benannt, in denen 6 bis maximal 13 Characeenarten nachgewiesen wurden.

Danksagung

Für die Bereitstellung eigener und die Hilfe bei der Beschaffung anderer Daten danke ich Dr. Knut Arendt, Dr. Irmgard Blindow, Norbert Bukowsky, Alexandra

Hoesch, Timm Kabus, Josef Kroy, Dr. Heike Mauersberger, Dr. Jens Pätzold und Dr. Hans-Jürgen Spiess.

Literatur

- BOLBRINKER, P. (2000): Gewässervegetation. In: I.L.N. Greifswald: Pflege- und Entwicklungsplan für das Naturschutzgroßprojekt "Uckermärkische Seen". - Förderverein Feldberg-Uckermärkische-Seenlandschaft e.V., Templin.
- BRAUN, A. (1876): Characeen (Armlücher-Gewächse). In: SCHLESISCHE GESELLSCHAFT FÜR VATERLÄNDISCHE CULTUR (HRSG.): Kryptogamenflora von Schlesien. Band 1, Breslau: 353-411.
- DOLL, R. & GERHARDT, W. (1980): Die Vegetationsverhältnisse des Poviestsees im Kreis Templin. - Botanischer Rundbrief Neubrandenburg, 11: 7-20.
- DOLL, R. (1980): Der Große Gollinsee im Kreis Templin. - Feddes Repertorium, 91: 127-140.
- DOLL, R. (1981): Das ökologisch-soziologische Verhalten von *Najas major* s.l.. - Limnologica, 13: 473-484.
- DOLL, R. (1981): Die Vegetation der Kastaven-Seen im Kreis Gransee/Bezirk Potsdam. - Arch. Naturschutz u. Landschaftsforschung, 21: 93-103.
- DOLL, R. (1982): Der Tiefe und der Faule See im Kreis Templin. - Archiv der Freunde der Naturgeschichte Mecklenburg, 22: 69-84.
- DOLL, R. (1989): Die Pflanzengesellschaften der stehenden Gewässer im Norden der DDR, Teil I. Die Gesellschaften des offenen Wassers (Characeen-Gesellschaften). - Feddes Repertorium, 100: 281-324.
- DOLL, R. (1992a): Die Vegetation der Krümmen Seen bei Lychen und Kratzeburg in Mecklenburg-Vorpommern. - Feddes Repertorium, 103: 631-642.
- DOLL, R. (1992b): Die Vegetation des Clanssees bei Feldberg in Mecklenburg. - Feddes Repertorium, 103: 621-630.
- GERHARDT, W. & DOLL, R. (1980): Bemerkenswerte Pflanzengesellschaften am Großen Kelpinsee (Kreis Templin). - Botanischer Rundbrief Bezirk Neubrandenburg, 11: 3-6.
- HOLTZ, L. (1903): Characeen. - Kryptogamenflora der Mark Brandenburg, 4: 1-136.
- JESCHKE, L. & MÜTHER, K. (1978): Die Pflanzengesellschaften der Rheinsberger Seen. - Limnologica, 11: 308-353.
- KABUS, T. (2003): Untersuchungen zur Umsetzung der FFH-Richtlinie an Seen im Land Brandenburg. - Unveröff. Endbericht, Seenprojekt Brandenburg e.V., Seddin.
- KRAUSCH, H.-D. (1964): Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee-Gebietes I. Die Gesellschaften des offenen Wassers. - Limnologica, 2: 146-203.
- MAUERSBERGER, H. & MAUERSBERGER, R. (1996): Die Seen des Biosphärenreservates "Schorfheide-Chorin" - eine ökologische Studie. - Untersuchungen zur Struktur, Trophie, Hydrologie, Entwicklung, Nutzung, Vegetation und Libellenfauna. - Dissertation Univ. Greifswald, 1-742.
- MAUERSBERGER, R. & HEINRICH, D. (1993): Zur Habitatpräferenz von *Leucorrhinia caudalis* (Charpentier) (Anisoptera: Libellulidae). - Libellula, 12: 63-82.
- MAUERSBERGER, R. & MAUERSBERGER, H. (1994): Methode zur schnellen Erfassung des ökologischen Zustandes von Seen - Erfahrungen und Ergebnisse aus dem Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin. - Naturschutz u. Landschaftspflege in Brandenburg, 3: 20-24.
- MAUERSBERGER, R. (1993): Gewässerökologisch-faunistische Studien zur Libellenbesiedlung der Schorfheide nördlich Berlins. - Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, 32: 85-111.
- MAUERSBERGER, R. (2002): Der Referenzzustand - Merkmale naturnaher Seen-Ökosysteme am Beispiel von NO-Deutschland. - NNA-Berichte, Alfred-Toepfer-Akademie für Naturschutz, Schneverdingen, 2/2002: 65-76.
- MAUERSBERGER, R. (2004): 2.10. Lehnsee-Niederung. In: LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG (Hrsg.): Leitfaden zur Renaturierung von Feuchtgebieten. - Studien und Tagungsberichte, 50: 124-127.
- MESCHEDER, C. (1993): Vergleichende Untersuchungen an ausgewählten Characeenbeständen und ihren Standorten im Biosphärenreservat „Schorfheide-Chorin“ und im Naturpark Märkische Schweiz. - Unveröff. Dipl.-Arb. Freie Univ., Berlin.
- NATUR UND TEXT IN BRANDENBURG (1996): Pilotstudie zur ökologischen Diagnose, Bewertung und Entwicklungsüberwachung oligo-, mesotropher und natürlich eutropher Seen Brandenburgs auf der Grundlage von Leitarten und Leitbiozönosen. - Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg.

- PANKNIN, W. (1941): Die Vegetation einiger Seen in der Umgebung von Joachimsthal in der Uckermark. - Bibliotheca Botanica, 119: 1-161.
- SCHMIDT, D. (1981): Die Characeen - eine im Aussterben begriffene Pflanzengruppe unserer Gewässer. - Gleditschia, 8: 141-157.
- SCHMIDT, D., MAUERSBERGER, R. & MAUERSBERGER, H. (1993): Rote Liste der Armleuchteralgen (Charophyta) in Brandenburg. - Gleditschia, 21: 37-45.
- SPIESS, H.J., BOLBRINKER, P. & LÄMMEL, D. (1997): Die submerse Makrophytenvegetation des Poviestsees als Element des Gewässermonitoring ausgewählter Seen im Naturpark „Uckermärkische Seen“. - Unveröff. Manuskript, Kratzeburg, 1-8.
- SPIESS, H.-J., KRAUSCH, H.-D., BOLBRINKER, P., NEUBERT, F., LÄMMEL, D., RIEL, P., FEIERABEND M. & KROLL, F. (2002): Makrophytentauchkartierung, Anlage von 18 Transekten im Stechlinsee, Nehmitzsee und Kölpinsee. - Unveröff. Manuskript, Landesanstalt für Großschutzgebiete Eberswalde.
- STELZER, D. (2003): Makrophyten als Bioindikatoren zur leitbildbezogenen Seenbewertung. Ein Beitrag zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland. - Dissertation an der TU München, <http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss/ww/2003/stelzer.pdf>.
- SUCCOW, M. & KOPP, D. (1985): Seen als Naturraumtypen. - Petermanns Geografische Mitteilungen, 3: 161-170.
- SUCCOW, M. & REINHOLD, A. (1978): Das Vegetationsgefüge eines jungpleistozänen Klarwassersees und seine Belastbarkeit - eine Studie mit Hilfe von Farbluftbildern. - Limnologica, 11: 355-377.
- WEBER, I. (1996): Vegetationsveränderungen und Diasporenbank zweier Seen im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin. - Unveröff. Dipl.arbeit Univ. Marburg.
- WEINITSCHKE, H. (Hrsg.) (1980): Handbuch der Naturschutzgebiete der Deutschen Demokratischen Republik. Band 1: Bezirke Rostock Schwerin und Neubrandenburg. - Urania, Leipzig.

Anhang: Verzeichnis der Funde ausgewählter Arten (Arten in alphabetischer Reihenfolge)

Erklärung der Quellen-Abkürzungen

- B&K: Bolbrinker & Kroy in BOLBRINKER (2000)
- Hoesch: Pilotstudie in NATUR & TEXT (1996)
- LSI: Limnologische Station Iffeldorf im Auftrag des Landesumweltamtes Brandenburg
- M: Mauersberger, R.
- MM: MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1996)
- NB: Norbert Bukowsky, Landesanstalt für Großschutzgebiete
- Schm: Dietrich Schmidt („Ökologische Umweltbeobachtung im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin - Teilbericht Vegetationskundliche Erfassung von ausgewählten Seen“ im Auftrag der Landesanstalt für Großschutzgebiete)

Bei Angaben aus Publikationen steht das Erscheinungsjahr in Klammern, danach folgt ohne Klammer das Fundjahr.

Chara aspera

Briesensee/Poratz: MM 1991; **Clanssee**: B&K 1998/1999; **Dreisee, Gr.**: B&K 1998/1999; **Fauler See**: M 20.7.1992; B&K 1998/1999; Blindow 2.7.2004; **Gollinsee, Gr.**: DOLL (1980) 1978; MAUERSBERGER (1993) 21.9.1991; Hoesch 2 9.8.1995; STELZER (2003) 20.6.2001; **Glambecksee**: B&K 1998/1999; **Grimnitzsee**: LSI 21.7.2002; **Jakobsdorfer See**: LSI 16.7.2002; **Kastavensee, Gr.**: DOLL (1981) 1978; Bolbrinker & Spiess 1997; **Kölpinsee**/Rheinsberg: NB Juni 2002; SPIESS et al. (2002); **Krinertsee, Kl.**: MAUERSBERGER (1993) 30.7.1990; Schm 1999; **Kronsee, Gr.**: Hoesch 26.7.1995; B&K 1998/1999; **Lübbensee**: Hoesch 2 5.8.1995; **Lützlöwer See**: LSI 24.7.2002; **Nehmitzsee**: NB Aug. 2002; SPIESS et al. (2002); **Parsteiner See**: Herbar Bot. Mus. Berlin 1855, 2.6.1868 (leg. Magnus); HOLTZ (1903); SUCCOW & REINHOLD (1978) 1974, MM 5.10.1991; **Peetschsee**: Hoesch 7.8.1994; **Pinnowsee, Gr.**: MM 1994; **Plagesee, Gr.**: Herbar Bot. Mus. Berlin Juli 1868; **Poviestsee**: DOLL & GERHARDT (1980) 1979, B&K 1998/1999; **Redernswalder See**: LSI 12.7.2002; **Serwester See**: Herbar Bot. Mus. Berlin 1855, 9.8.1896 (leg. Sydow); HOLTZ (1903); **Stechlinsee**: KRAUSCH (1964) 1960;

STELZER (2003); **Sternhagener See**: LSI 22.7.2002; **Tiefer See**/Bölkendorf: SUCKOW & KOPP (1985); MM 1991; **Vätersee, Gr.**: MM 1992; **Vätersee, Kl.**: MAUERSBERGER (1993) 11.6.1990; MESCHEDER (1993) Juni+Dez. 1991; **Warnitzsee**: MM 10.10.1991; **Wesensee**: HOLTZ (1903); **Wittwensee**: Hoesch 9.8.1995; Spiess et al. 2001; **Wuckersee**: MAUERSBERGER (1993) 21.9.1991; Schm 2001; **Wummsee, Gr.**: Hoesch 3.8.1994.

Chara contraria

Barschpfuhl/Serwest: MM 1992; **Behlensee**/Poratz: MM 1992; **Briesensee**/Poratz: MM 1991; M 2.7.95; **Brodowinsee**: MM 6.5.1992; **Clanssee**: DOLL (1992b) 1980-1990; B&K 1998/1999; **Döllensee, Gr.**: MAUERSBERGER (1993) und MESCHEDER (1993) Juni 1991; **Döllensee, Kl.**: MAUERSBERGER (1993) 17.6.1990, 1991; **Dollinsee, Gr.**: Schm 2001; **Dreisee, Gr.**: B&K 1998/1999; **Fauler See**: DOLL (1982) 1978; B&K 1998/1999; B lindow 2.7.2004; **Gabssee**/Gollin, in Schlenken: MM 19.7.1991; **Giesenschlagsee, Mittlerer**: K ABUS (2003) 2002; **Glambecksee**: B&K 1998/1999; **Gollinsee, Gr.**: DOLL (1980) 1978, MAUERSBERGER (1993) 11.6.1990, 2 1.9.1991; M ESCHEDER (1993) Okt. 1991; MM 15.8.1993, Hoesch 29.8.1995; STELZER (2003) 20.6.2001; **Grimnitzsee**: MM 1992, 1994; M 13.7.95, 21.6.96; Weber 8/1995; LSI 21.7.2002; **Haussee**/Hardenbeck: Kabus 22.8.2003; **Jakobsdorfer See**: MM 17.6.1992; Schm 1999; LSI 16.7.2002; **Jungfernsee**: B&K 1998/1999; **Kastavensee, Gr.**: DOLL (1981) 1978; Bolbrinker & Spiess 1997; STELZER (2003) 17.6.2001; **Kiensee, Gr.**: B&K 1998/1999; **Kolbatzer Mühlenteich**: B&K 1998/1999; **Köllnsee, Krummer**: MM 7.6.1991, 30.6.93; **Kölpinsee**/Rheinsberg: NB Juni 2002; **Krinertsee, Kl.**: MM 30.7.1990, 1994; Schm 1999; **Kronsee, Gr.**: M 6.7.1995; Hoesch 26.7.1995; B&K 1998/1999; STELZER (2003) 25.6.2001; **Krummer See**/Lychen: DOLL (1992a); **Libbesickensee**: MM 1994; **Lübbensee**: MM 1994; M 24.7.95; Hoesch 25.8.1995; STELZER (2003) 19.6.2001; **Lübelowsee**: MM 1991; **Lützlower See**: LSI 24.7.2002; **Lychensee, Kl.**: B&K 1998/1999; **Messingsee**: M 6.8.2000; **Mudrowsee**/Herzprung: HOLTZ (1903); **Nehmitzsee**: NB & Arendt August 2002; **Oberuckersee**: MM 1991, 1993; STELZER (2003) 21.6.2001; **Parsteiner See**: HOLTZ (1903); MM 5.10.1991, 24.4.1992; LSI 17.7.2002; **Peetschsee**: Hoesch 7.8.1994; STELZER (2003) 22.6.2001; **Peetzigsee, Gr.**: LSI 12.7.2002; **Peetzigsee, Kl.**: MM 3.9.91; **Pinnowsee, Gr.**: Schm 2001; **Plagesee, Gr.**: HOLTZ (1903); M 1995; **Plötzensee**/Luhme: KABUS (2003) 2002; **Poivistsee**: DOLL & GERHARDT (1980) 1979; **Redernswalder S.**: MM 27.5.1992, 1994; LSI 12.7.2002; **Rohrhahngrund**: M 6.8.1998; **Roofensee**: STELZER (2003) 26.6.2001; **Rosinsee**/Liepe: MM 1994; **Sabinensee**: Arendt 1973; LSI 14.7.2002; **Schönbergsee**: MM 21.7.1991; **Schulzensee**/Bölkendorf: MESCHEDER (1993) Mai 1992; **Serwester See**: MM 1993; **Sietze**: Schlenken: MM 1992; **Stechlinsee**: SPIESS et al. (2002); **Sternhagener See**: LSI 22.7.2002; **Tiefer See**/Bölkendorf: DOLL (1989) Aug. 1982; MM 1991; **Tiefer See**/Lychen: DOLL (1982) 1978; **Triensee, Gr.**: MM 1992; **Unteruckersee**: LSI 25.7.2002; **Vätersee, Gr.**: MAUERSBERGER (1993) 11.6.1990; MM 20.7.1992; **Vätersee, Kl.**: MAUERSBERGER (1993) 11.6.1990; **Warnitzsee**: MM 10.10.1991, 28.6.1992; MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1994); M 3.7.99; **Werbillinsee**: MM 1991; LSI 10.7.2002; **Wesensee**: MM 18.7.1991, 6.5.1992; **Wittwensee**: M 23.7.92; Hoesch 9.8.1995; Spiess et al. 2001; STELZER (2003) 25.6.2001; **Wolletzsee**: HOLTZ (1903); Hoesch 6.7.1994; **Wuckersee**: MAUERSBERGER (1993) 27.7.1990, 21.9.1991; MESCHEDER (1993); Schm 2001; **Wummsee, Gr.**: Hoesch 3.8.1994; STELZER (2003) 24.6.2001; **Wurlsee**: LSI 9.8.2002; **Zechliner See, Gr.**: STELZER (2003) 15.7.2001; **Zerwelinsee**: B&K 1998/1999; **Zootensee**: LSI 7.8.2002.

Chara virgata

Briesensee: MM 1992, M 2.7.95; **Clanssee**: DOLL (1992b) 1980-1990; **Dollinsee, Gr.**: MM 13.5., 7.9.1992, 25.5.1993; **Döllensee, Gr.**: MM 1992; **Dreisee, Gr.**: B&K 1998/1999; **Dunkelsee**: NB Juli 2002; **Fauler See**: DOLL (1982) 1978; B&K 1998/1999; B lindow 2.7.2004; **Gerlinsee**: NB Juli 2002; **Glambecksee**: B&K 1998/1999; **Glietzensee, Gr.**: LSI 12.8.2002; **Gollinsee, Gr.**: MAUERSBERGER (1993); Hoesch 29.8.1995; **Griebchensee, Gr.**: B&K 1998/1999; **Grimnitzsee**: Weber 1995; LSI 21.7.2002; **Jakobsdorfer See**: MM 17.6.1992; LSI 16.7.2002; **Jungfernsee**: M 24.9.1992; B&K 1998/1999; **Kastavensee, Gr.**: DOLL (1981) 1978; Bolbrinker & Spiess 1997; **Kiensee, Gr.**: B&K 1998/1999; **Kiensee**: M 4.9.95, 12.8.99; **Kolbatzer Mühlenteich**: B&K 1998/1999; **Kölpinsee**/Rheinsberg: SPIESS et al. (2002); **Krienkowsee**: B&K 1998/1999; **Krinertsee, Gr.**: Kabus 27.8.2003; **Krinertsee, Kl.**: MAUERSBERGER (1993) 30.7.1990; **Kronsee, Gr.**: Hoesch 26.7.1995; B&K 1998/1999; **Krugsee**/Liepe: MM 27.6.1992; **Krummer See**/Blankenburg: MM 13.5.1992; **Krummer See**/Lychen: DOLL (1992a); **Krummer See**/Melzow: MM 24.6.1992; **Küstrinsee, Kl.**: B&K 1998/1999; **Laatzer See**: MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) 5.8.1992; **Lübbensee**: Hoesch 25.8.1995; **Lychen-**

see, Kl.: B&K 1998/1999; KABUS (2003) 2002; **Messingsee:** M 6.8.2000; **Miltensee:** B&K 1998/1999; **Nehmitzsee:** NB & A rendt August 2002; Spies et al. 2002; **Parsteiner See:** SUCCOW & REINHOLD (1978) 1974; MM 5.10.1991; 24.4.1992; LSI 17.7.2002; **Paulsee:** B&K 1998/1999; **Peetschsee:** Hoesch 7.8.1994; **Plagesee, Gr.:** HOLTZ (1903); **Plötzensee/Luhme:** KABUS (2003) 2002; **Potzlowsee, Gr.:** MM 1994; **Poviestsee:** SPIESS et al. (1997); B&K 1998/1999; **Redernswalder See:** MM 27.5.1992; LSI 12.7.2002; **Rohrhahngrund:** M 6.8.98; **Roofensee:** STELZER (2003) 26.6.2001; NB Juli 2002; **Rosinsee/Liepe:** MM 27.7.1993; **Rote Ranke** n. Lychen: Blindow 2.7.2004; **Sassenpfehl, 3.:** MM 1992; **Schulzensee/Golzow:** MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) und MM 8.6.1992; **Stabsee:** MESCHEDER (1993) Juni 1991-Aug. 1992; **Stechlinsee:** KRAUSCH (1964) 1960; SPIESS et al. (2002); **Templiner Kanalwiesen, Graben:** M 21.10.2004; **Tiefer See/Bölkendorf:** MM 19.5., 17.7.1992; **Tiefer See/Lychen:** DOLL (1982) 1978; **Tiefgrundsee, Kl.:** MESCHEDER (1993) Juli-Okt. 1992; **Tietzensee, Gr.:** NB Juli 2002; **Torgelowsee:** B&K 1998/1999; **Twernsee, Gr.:** Arendt 8.7.2003; **Vätersee, Kl.:** MM 1992; M 3.0.6.95; **Warnitzsee:** MM 1991, 2.8.6.1992; MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1994); **Werbellinsee:** MM 1991; **Wesensee:** HOLTZ (1903); **Wittwese:** Hoesch 9.8.1995, STELZER (2003) 25.6.2001; Spiess et al. 2001; **Wuckersee:** MAUERSBERGER (1993) 27.7.1990, 21.9.1991; MESCHEDER (1993) Juli-Sept. 1991; MM 20.4.1992; **Wummsee, Gr.:** Hoesch 3.8.1994; STELZER (2003) 24.6.2001; Arendt 7.7.2003; **Zerwelinsee:** B&K 1998/1999.

Chara filiformis

Döllinsee, Kl.: MAUERSBERGER (1993) 30.8.1991; **Fauler See:** DOLL (1982) 1978; B&K 1998/1999; **Gollinsee, Gr.:** DOLL (1980) 1978; MAUERSBERGER (1993) 11.6.1990, 21.9.1991; MM 2.8.6.1992, 15.8.1993; Hoesch 2.9.8.1995; **Kastavensee, Gr.:** DOLL (1981) 1978; Bolbrinker & Spiess 1997; **Kronsee, Gr.:** Hoesch 26.7.1995; **Krummer See/Lychen:** DOLL (1992a); **Lübbensee:** Hoesch 25.8.1995; **Nehmitzsee:** NB & Arendt August 2002; SPIESS et al. (2002); **Parsteiner See:** Herbar Bot. Mus. Berlin Sept. 1855 (leg. Braun), 2.6.1868 (leg. Magnus), Sept. 1888 und Aug. 1889 (leg. Schepig); HOLTZ (1903); SUCCOW & REINHOLD (1978) 1974; MM 9.8.1993; LSI 17.7.2002; **Peetschsee:** Hoesch 7.8.1994; **Plagesee:** HOLTZ (1903); **Plötzensee/Luhme:** KABUS (2003) 2002; **Plötzensee/Angermünde:** Hertzsch 1847 (SCHMIDT et al. 1993); **Rheinsberger See:** JESCHKE & MÜTHER (1978) 19.8.74; **Serwester See:** HOLTZ (1903); **Stechlinsee:** KRAUSCH (1964) 1960; SPIESS et al. (2002); **Tiefer See/Bölkendorf:** SUCCOW & KOPP (1985); MM 1991; **Torgelowsee:** KABUS (2003) 2002; **Twernsee, Gr.:** Arendt 8.7.2003; **Werbellinsee:** MM 1991; **Wesensee:** HOLTZ (1903); **Wittwese:** DOLL (1989) Aug. 1985; M 23.7.92, Hoesch 9.8.1995; **Wuckersee:** MAUERSBERGER (1993) 27.7.1990, 21.9.1991; MM 27.7.1992; M 2.8.97; **Wummsee, Gr.:** M 24.7.92; Hoesch 3.8.1994.

Chara hispida

Aalgastsee, Kl.: MM (in Schlenken) 17.6.1992; M (im See) 18.7.2004; **Behlensee:** MM 1991; M 17.7.95; **Briesensee,** in Nebengewässer: MM 1991; **Döllinsee, Gr.,** Schlenken: MM 13.5.1992, 7.9.1992; **Dreisee, Gr.:** B&K 1998/1999; **Fauler See:** DOLL (1982) 1978; **Glambecksee:** B&K 1998/1999; **Gollinsee, Gr.:** DOLL (1980) 1978; Hoesch 29.8.1995; STELZER (2003) 20.6.2001; **Grünheide, Kleingewässer am Waldrand:** M 27.4.1993; **Jakobsdorfer See:** LSI 16.7.2002; **Jungferensee:** MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) 24.9.1992; B&K 1998/1999; **Kastavensee, Gr.:** DOLL (1981) 1978; Bolbrinker & Spiess 1997; STELZER (2003) 17.6.2001; **Kiensee, Gr.:** B&K 1998/1999; **Kronsee, Gr.:** B&K 1998/1999; **Krummer See/Blankenburg:** MM 13.5.1992; **Laatzer See:** MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) 5.8.1992; **Langes Bruch:** MM 17.6.1992; **Libbesickensee,** im Graben: MM 15.5.1992; **Lützlöwer See:** LSI 24.7.2002; **Mellensee/Lychen:** B&K 1998/1999; **Meichow, Waldweiher sw. Gr. Borgsee:** M 6.8.1992; **Melzow, Kleingewässer ö. Rohrhahngrund:** M 18.5.1993; **Melzowbruch:** M 3.7.2000; **Parsteiner See:** HOLTZ (1903); SUCCOW & REINHOLD (1978) 1974; **Paulsee:** B&K 1998/1999; **Peetschsee:** Hoesch 7.8.1994; **Rosinsee/Liepe:** MM 27.7.1993; **Rote Ranke:** Blindow 2.7.2004; **Schleisee/Altkünkendorf:** M 16.10.95; **Schleisee/Buckow:** MM 1993; **Serwester See:** A. Braun 1855; **Stabsee:** WEINITSCHKE (1980); **Tiefer See/Lychen:** DOLL (1982) 1978; **Twernsee:** LSI 12.8.2002; **Vätersee, Gr.:** MESCHEDER (1993) 3.12.1991; **Wittwese:** Hoesch 9.8.1995; STELZER (2003) 25.6.2001; Spiess et al. 2001; **Wummsee, Gr.:** Hoesch 3.8.1994; **Zaareensee:** B&K 1998/1999; **Zerwelinsee:** M 11.6.1997, B&K 1998/1999.

Chara intermedia

Aalgastsee, Kl.: M 18.7.04; **Barschpfuhl/Serwest:** MM 1.6.1992 ; M 11.5.2000; **Bebersee:** MM (in Schlenken) 5.5.1992; M 19.6.2000; **Binsenpfuhl/Weggun:** NB Aug. 2002; **Borgsee, Gr.:** MM 6.8.1992; M 25.5.97, 1.8.1998; **Brennbruch** n. Lychen: M 2002; **Breutzensee/Steclin,** Moorschlenken: M 2.5.2002; **Briesensee:** MM 1991, 10.7.1992; M 2.7.95; **Brodowinsee:** MM 6.5.1992; **Bugsee,** Schlenken: MM 1.3.5.1992; **Butterpfuhl** südl. Neuhaus: M 17.4.1996; **Chorin, Torfstiche am Hopfengartensee:** M 3.5.1992; **Dreisee, Gr.:** B&K 1998/1999; **Fauler See:** B&K 1998/1999; Blindow 2.7.2004; **Fettsee:** MM 1991, 30.5.1992; **Fienensee:** B&K 1998/1999; **Gabssee,** Schlenken: MM 15.5.1992; **Gihsee:** M 6.9.93; **Gollinsee, Gr.:** DOLL (1980) 1978; MM 1993, Hoesch 29.8.1995; S TELZER (2003) 20.6.2001; **Gr. Kiensee:** M 1997; **Grimnitzsee:** M 13.7.95; **Haussee/Metzelthin:** M 17.8.1993; B&K 1998/1999; **Jakobsdorfer See:** M 26.8.2001; Schm 2001; LSI 16.7.2002; **Jungfernsee:** M 24.9.1992, 2001, 5.7.2002; B&K 1998/1999; **Kiensee:** MM 20.6.1993, 15.7.1994; M 30.6.95, 4.9.95; **Klarer See/Porat:** MM 1991; **Knechtensee:** DOLL (1989) Aug. 1982; **Krinertsee, Gr.:** LSI 14.7.2002; Kabus 27.8.2003; **Krinertsee, Kl.:** MAUERSBERGER (1993) 30.7.1990; MM 1992, M 13.9.1996, 9.8.97; Schm 2001; **Krummer See/Fergitz:** MM 19.9.1992; **Krummer See/Lychen:** DOLL (1992a); **Krummer See/Neuhaus,** Schlenken: MM 18.6.1992, 1995; **Küstrinsee, Kl.:** B&K 1998/1999; **Laatzer See:** MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) 5.8.1992; MM 3.11.1994, 25.7.04; **Langer See:** M 5.6.1992; **Libbesickensee:** MM 1994; M 6.6.1998; **Lubowsee, Gr.,** Moorschlenken: M 28.5.01; **Lychensee, Kl.:** B&K 1998/1999; KABUS (2003) 2002; **Mäuschensee, Kl.:** B&K 1998/1999; **Mellenmoor,** Torfstiche: M 1998, 2001; **Melzowbruch:** M 11.7.1991, 3.7.2000; **Melzower Forst, Kleingewässer** s. Rohrhahngrund: M 3.7.2000; **Messingsee/Blankenburg:** M 6.8.2000; **Oberpfuhlmoor,** Torfstiche: M 2003, 22.6.2004; **Ochsenwerder-See,** Schlenken: 1993; **Parsteiner See:** HOLTZ (1903); SUCCOW & REINHOLD (1978) 1974; MM 5.10.1991, 24.4.1992, 9.8.1993; LSI 17.7.2002; **Polssen, Waldweiher nw.:** M 8.10.1992, 25.5.1993; **Rohrbruch nw. Schreiberhmühle:** M 2003, 29.5.2004; Blindow 2.7.2004; **Rohrhahngrund:** M 4.6.1995, 5.7.97, 6.8.98; **Roofensee:** LSI 14.8.2002; **Rosinsee/Liepe:** MM 1991, 27.7.1993; **Rutenberg, Torfstich ö. Schulzensee:** M 1999; **Schleisee/Altkünkendorf:** M 16.10.95; **Schönbergsee:** MM 21.7.1991, 23.4.1992, M 30.9.1996; **Seechen:** M 15.7.1994, 7.7.2000, 11.9.2002; **Serwester See:** HOLTZ (1903); **Steclinsee:** KRAUSCH (1964) 1960; SPIESS et al. (2002); **Steclin, Torfstich südlich Boberow:** M 2.7.2002; **Steinhöfel, Moor n. Luisenthal:** M 16.5.1996; **Temnitzsee,** Schlenken: 21.4.1995; **Tiefer See/Bölkendorf:** MM 19.5.1992; **Vätersee, Gr.:** MAUERSBERGER (1993) 1.6.1990; MESCHEDER (1993) Sept. 1991; **Vätersee, Kl.:** MAUERSBERGER (1993) 11.6.1990, 1991; MESCHEDER (1993) 3.12.1991; M 30.6.95; **Voigtswiese s. Joachimsthal, Tongrube:** M 3.6.1992; **Warnitzsee:** MM 26.9.1991, 24.4.1992, 3.9.1993; MESCHEDER (1993) 29.7.1992; MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1994); M 3.7.1999; **Warthe, Kleingewässer** sw. Hau sseebruch ö. Bahndamm: M 2000; **Wildbergsee:** MM 15.6.1994; **Wittwesee:** Hoesch 9.8.1995, Spiess et al. 2001; **Wummsee, Gr.,** Westbecken: Arendt 20.6.2003; **Zerwelinsee:** B&K 1998/1999.

Chara rudis

Briesensee: MM 1992; M 2.7.1995; **Döllnsee, Kl.:** MAUERSBERGER (1993) 1991; **Fauler See:** DOLL (1982) 1978; M 20.7.1992, 8.8.1997; B&K 1998/1999; Blindow 2.7.2004; **Giesenschlagsee, Mittlerer:** KABUS (2003) 2002; **Gollinsee, Gr.:** DOLL (1980) 1978; MAUERSBERGER (1993) 11.6.1990, 21.9.1991; MESCHEDER (1993) Okt. 1991; MM 1992-1994; S TELZER (2003) 20.6.2001; **Grimnitzsee:** LSI 21.7.2002; **Kastavensee, Gr.:** M 23.7.1992; **Krinertsee, Gr.:** Kabus 27.8.2003; **Krinertsee, Kl.:** MAUERSBERGER (1993) 30.7.1990; MM 7.7.1992; **Kronsee, Gr.:** Hoesch 2.6.7.1995; **Krummer See/Lychen:** DOLL (1992a); **Libbesickensee:** MM 1994; M 31.7.1995, 6.6.1998; **Neuenhagen, Kiesgrube:** M 6.6.1992; **Parsteiner See:** Herbar Bot. Mus. Berlin; HOLTZ (1903); LSI 17.7.2002; **Peetschsee:** M 11.7.1994; S TELZER (2003) 22.6.2001; **Plagesee, Gr.:** HOLTZ (1903); **Plötzensee/Luhme:** KABUS (2003) 2002; **Rosinsee/Liepe:** MM 1993; **Sabinensee:** MM 10.7.1992; M 6.8.1995; **Steclinsee:** KRAUSCH (1964) 1960; **Sternhagener See:** LSI 22.7.2002; **Temnitzsee:** M 21.4.1995; **Tiefer See/Bölkendorf:** MM 17.7.1992; **Tiefer See/Lychen:** B&K 1998/1999; **Torgelowsee:** KABUS (2003) 2002; **Triensee, Kl.:** MM 1992, 1.5.1993; **Twernsee, Gr.:** M 24.7.1992; Arendt 8.7.2003; **Vätersee, Kl.:** MAUERSBERGER (1993) 1.6.1990; MESCHEDER (1993) Aug. 1991-Juli 1992; MM 3.7.1992; M 30.6.1995; **Warnitzsee:** MM 1991, 23.4.1992, 3.9.1993; MESCHEDER (1993) Juli 1992; MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1994); M 3.7.1999; **Weißer See/Brodowin:** HOLTZ (1903); **Wittwesee:** M 23.7.1992; **Wuckersee:** MAUERSBERGER (1993) 27.7.1990, 21.9.1991, MESCHEDER (1993) Aug. 1991-Juli 1992;

MM 1992-1994; M 12.7.1995; Schm 2001; **Wummsee, Gr.:** M 24.7.1992, Hoesch 3.8.1994; STELZER (2003) 24.6.2001; Arendt 7.7.2003.

Chara tomentosa

Barschpfuhl/Serwest: M 11.5.2000; **Bebersee:** M 19.6.2000; **Briesensee:** MM 1991-94, M 2.7.1995, 7.7.2001, 2.6.2002; **Brodowinsee:** MM 6.5., 29.6.1992; **Densowsee:** B&K 1998/1999; **Dobertstich:** Kroy 10.8.1996; **Döllensee, Gr.:** MAUERSBERGER (1993); MESCHEDER (1993) Aug.-Okt. 1991; MM 1992, M 30.6.1997; LSI 21.7.2002; **Döllensee, Kl.:** MAUERSBERGER (1993) 19 91, MESCHEDER (1993) A ug. 1991; MM 16.5.1992; **Dollinsee, Gr.:** Schm 2 001; **Dunkelsee:** NB Aug. 20 02; **Fährsee:** NB Aug. 2003; **Fauler See:** DOLL (1982) 1978; M 8.8.1997; B&K 1998/1999; Blindow 2.7.2004; **Giesenschlagsee, Mittlerer:** KABUS (2 003) 200 2; **Glambecksee:** B&K 1998/1999; **Gollinsee, Gr.:** DOLL (1980) 1978; MAUERSBERGER (1993) 1 1.6.1990; MESCHEDER (1993) Okt. 1 991; MM 19 91-94; Hoesch 29.8.1995; STELZER (2003) 20.6.2001; **Gottssee:** MM 9.9.1992; Kroy 2004; **Grienericksee:** JESCHKE & MÜTHER (1978) 18.8.1974; **Grimnitzsee:** PANKNIN (1941); **Haussee/Metzelthin:** M 17.8.1993; B&K 1998/1999; **Jakobsdorfer See:** LSI 16.7.2002; **Jungfernsee:** MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) 24.9.1992; M 20.7.1998, 3 0.7.2001, 2.6.2002, 5.7.2002, 25.7.2004; **Kastavensee, Gr.:** DOLL (1981) 1978; M 2 3.7.1992; Bolbrinker & Spiess 1997; STELZER (2003) 17.6.2001; **Kelpinsee, Gr.:** MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) 20.5.1993; M 16.7.1994; **Kiensee:** MM 15.7.1994; M 30.6.1995, 12.8.1999; **Kolbatzer Mühlteich:** B&K 1998/1999; **Köllnsee, Krummer:** MAUERSBERGER (1993) 27.5.1990; MM 1.7.1992; **Kölpinsee/Rheinsberg:** SPIESS et al. (2002); **Krinertsee, Gr.:** Kabus 27.8.2003; **Krinertsee, Kl.:** MESCHEDER (1993) Juli-Sept. 1991; M 9.8.1997; **Krummer See/Fergitz:** MM 19.9.1992; **Krummer See/Lychen:** DOLL (199 2a); **Libbesickesee:** MESCHEDER (1993) Juni-Okt. 1991; MM 7.6.199 1, 15.5.1992, 1994; M 31.7. 1995, 6.6.1998; **Lübbesee:** Hoesch 25.8.1995; STELZER (2003) 19.6.2001; **Lützlöwer See:** LSI 2 4.7.2002; **Lychensee, Gr.:** B&K 1998/1999; **Mellensee/Lychen:** B&K 1998/1999; **Moddersee:** B&K 1998/1999; **Nehmitzsee:** NB & Arendt Aug ust 200 2; SPIESS et al. (2002); **Parsteiner See:** SUCCOW & REINHOLD (1978) 1974; MM 5.10.1991, 9.8.1993; LSI 17.7.2002; **Peetschsee:** M 11.7.199 4; Hoesch 7 .8.1994; STELZER (2003) 22.6.2001; **Peetzigsee, Kl.:** MM 3.9.1991, 19 92; M 9.7.19 95; **Pinnowsee, Gr.:** MAUERSBERGER (199 3) 13.7 .1991; MM 3 0.8.1993; Schm 2001; **Proweskesee:** WEINITSCHKE (19 80); MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) 3. 8.1992; M 17.6.1996; **Rarangsee, West-:** MAUERSBERGER (1993) und MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) 1988-1991; MM 1992-94, M 2.8.1995, 18.6.02; **Reiersdorfer See:** M 16.10.1995 (leg. Kähler); **Rheinsberger See:** JESCHKE & MÜTHER (1978) 19.8.1974; **Röddelinsee:** NB 10.9.2004; **Roofensee:** STELZER (2003) 26.6.2001; **Rosinsee/Liepe:** MM 199 1; **Sabinensee:** MM 10.7.199 2, 4.6.1993; M 6.8.1995; LSI 14.7.200 2; **Schönbergsee:** MM 2 1.7.1991, 30. 5.1993; M 3 0.9.1996; **Schulzensee/Rutenberg:** B&K 1998/1999; **Serwester See:** HOLTZ (1903); M 15.6.200 3; **Stabsee:** MM 15.5.1992; M 6.6.1998, 3.6.2000; **Stechlinsee:** K RAUSCH (1964) 1 960; SPIESS et al. (2002); **Sternhagener See:** LSI 22.7.2002; **Temnitzsee:** H. MAUERSBERGER 13.8.2004; **Tiefer See/Lychen:** DOLL (1982) 1978; B&K 1998/1999; **Tietzensee, Gr.:** NB Juli 2002; M 3.9.2004; **Twernsee:** M 24.7.1992; **Vätersee, Gr.:** MAUERSBERGER (1993) 11.6.1990; MESCHEDER (1993) Juni 1991-Juli 1992; **Vätersee, Kl.:** MAUERSBERGER (1993) 11.6.1990, MESCHEDER (1993) Juni 1991-Juli 1992; M 30.6.1995; **Warnitzsee:** MAUERSBERGER & HEINRICH (1993); MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1994) und MM 7.8.1991-29.7.94; MESCHEDER (1993) Aug. 1991-Juli 1992; M 3.7.1999, 10.5.2000, 21.7.200 1; **Werbellinsee:** LSI 10.7.2002; **Wittwesee:** M 23.7.1992, Hoesch 9.8.1995; STELZER (2003) 25.6.2001; Spiess et al. 200 1; **Wuckersee:** MAUERSBERGER (1993) 2 7.7.1990; MESCHEDER (1993) Juni 1991-Juli 1 992; MM 199 1-94; M 12.7.1995, 2.8.1997; Schm 2001; **Wummsee, Gr.:** Hoesch 3.8.1994; Arendt 20.6.2003 (Westbecken), 7.7.2003; **Zerwelinsee:** M 11.6.1997; B&K 1998/1999.

Chara vulgaris

Aalgastsee, Gr., Moorsch lenken: MM 3.6.1994; **Angermünde,** Graben im S ternfelder Ta nger: M 16.5.1994; **Chorin, Torfstiche am Hopfengartensee:** M 3.5.19 92; **Dammsee:** HOLTZ (1903); **Dobertstich:** Kroy 10.8.1996; **Hölzerner Krug:** B&K 1998/1999; **Isernpurt:** M 2001; **Kesselwiese Klosterwalde,** Torfstiche: M 1 6.9.2003, 10. 5.2004; **Kiesgrube s. Rheinsberg:** M 5.6.2004; **Krummer See/Fergitz,** Moorsch lenken: MM 1992; **Küstrinsee, Kl.,** Röhricht: B&K 1998/ 1999; **Langes Bruch:** MM 17.6.1992; **Lehstsee-Niederung,** Osteil, Quell tümpel: MAUERSBERGER (2004) 200 1-2004; **Melzow, Soll ö. Gr. Triensee:** M 7.6.1996; **Peetzigsee, Gr.:** MM 23.6.1992, M 19 94; **Templiner Kanalwiesen, Graben:** M 21.1 0.2004; **Graben am Tiefen See/Lychen:** DOLL (1982) 1978; **Triensee, Kl.:** 24.6.1992; **Wesensee:** MM 1991.

Nitella flexilis

Apfelsee: MM 17.7.1992; **Brackensee:** M 16.5.1999, 29.6.2001; **Brodowinsee:** MM 1993; **Clanssee:** DOLL (1992b) 1980-1990; M 8.7.1995; B&K 1998/1999; **Düstersee:** LSI 14.7.2002; **Fauler See:** DOLL (1982) 1 978; **Glambecksee:** B&K 1998/1999; **Glasowsee, Gr.:** MAUERSBERGER (1993); MM 14.5.1992; **Glasowsee, Kl.:** MM 1992, 2.7.1993; **Gollinsee, Gr.:** DOLL (1980) 1978; MAUERSBERGER (1993); MM 1992-1994; M 30.6.1995; Hoesch 29.8.1995; STELZER (2003) 20.6.2001; **Jakobsdorfer See:** LSI 16.7.2002; **Kastavensee, Gr.:** Bolbrinker & Spiess 1997; **Krinertsee, Kl.:** MAUERSBERGER (1993); MM 7.7.1992, 19.7.1993; M 13.9.1996; **Kronsee, Gr.:** Hoesch 26.7.1995; B&K 1998/1999; STELZER (2003) 18.6.2001; **Küstrinsee, Gr.:** B&K 1998/1999; **Lübbensee:** Hoesch 11.8.1995; **Mellensee/Lychen:** B&K 1998/1999; **Nehmitzsee:** KRAUSCH (1964) 1960; SPIESS et al. (2002); **Paddenpuhl:** MM 1994; M 14.6.1996; **Parsteiner See:** HOLTZ (1903); MM 1992; LSI 1 7.7.2002; **Paulsee:** B&K 1998/1999; **Peetschsee:** Hoesch 7.8.1994; STELZER (2003) 22.6.2001; **Peetzigsee, Gr.:** MM 1992; M 1994; LSI 12.7.2002; **Platkowsee:** Bolbrinker & Spiess 1999; **Plötzensee/Luhme:** KABUS (2003) 2002; **Poviestsee:** DOLL & GERHARDT (1980) 1979; M 9.7.1997; SPIESS et al. (1997); B&K 1998/1999; **Redernswalder See:** MM 27.5.1992, 2 6.8.1993, 2 6.7.1994; M 19.8.1996; LSI 12.7.2002; **Rosinsee/Liepe:** MM 1994; **Stechlinsee:** KRAUSCH (1964) 1960; SPIESS et al. (2002); **Tiefer See/Bölkendorf:** MM 19.5.1992, 1994; **Trebowsee, Kl.:** B&K 1998/1999; **Vätersee, Gr.:** MAUERSBERGER (1993); MESCHEDER (1993) Sept. 1991; **Wittwese:** Hoesch 9.8.1995; STELZER (2003) 25.6.2001; **Wummsee, Gr.:** Arendt 7.7.2003.

Nitella mucronata

Glietzensee, Gr.: NB Juli 2002; **Küstrinsee, Gr.:** Hoesch 19.7.1994; **Nehmitzsee:** SPIESS et al. (2002); **Parsteiner See:** HOLTZ (1903) 1856; **Plötzensee/Luhme:** KABUS (2003) 2002; **Wildbergsee:** MM 15.6.1994, 1995; **Wittwese:** Hoesch 9.8.1995; Spiess et al. 2001; **Wummsee, Gr.:** Hoesch 3.8.1994.

Nitella opaca

Kastavensee, Gr.: STELZER (2003) 17.6.2001; **Peetschsee:** Hoesch 7.8.1995; **Stechlinsee:** KRAUSCH (1964) 1960; **Wummsee:** STELZER (2003) 24.6.2001; **Zechliner, Gr.:** STELZER (2003) 15.7.2001.

Nitellopsis obtusa

Apfelsee: MESCHEDER (1993) Juni 1991 - Juli 1992; MM 17.7.1992; **Briesensee:** MM 17.10.1994; **Briesensee, Gr.:** MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) 1.8.1991; **Bruchsee:** NB Aug. 2003; **Burgsee:** MM 1994; **Dunkelsee:** NB Aug. 2002; **Fährsee:** LSI 25.7.2002; NB Aug. 2003; **Fauler See:** DOLL (1982) 1978; **Fürstenuer See:** NB 2 1.9.2004; **Gerlinsee:** NB Juli 2002; M 23.7.2004; **Giesenschlagsee, Mittlerer:** KABUS (2003) 2002; **Gollinsee, Gr.:** DOLL (1980) 1978, MAUERSBERGER (1993); MM 1993, Hoesch 29.8.1995; STELZER (2003) 20.6.2001; **Grienericksee:** JESCHKE & MÜTHER (1978) 18.8.1974; **Grimnitzsee:** PANKNIN (1941); MM 1994; Weber 1995; LSI 21.7.2002; **Haussee/Hardenbeck:** Hoesch 28.6.1994; **Jakobsdorfer See:** Arendt 7.7.1985; MM 22.4., 1 7.6.1992, 1994; M 26.8.2001; LSI 16.7.2002; **Jungfernsee:** MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) 2 4.9.1992; M 20.7.1998, 30.7.2001, 2.6.2002, 5.7.2002, 25.7.2004; B&K 1998/1999; **Karpfensee, Gr.:** LSI 20.7.2002; **Kastavensee, Gr.:** DOLL (1981) 1978; Bolbrinker & Spiess 1997; STELZER (2003) 17.6.2001; **Krinertsee, Gr.:** LSI 14.7.2002; **Krinertsee, Kl.:** MM 17.8.1991, 7.7.1992, 1994; M 13.9.1996, 9.8.1997; **Kronsee, Gr.:** Hoesch 26.7.1995; **Krummer See/Lychen:** DOLL (1992a); **Küstrinsee, Gr.:** Hoesch 19.7.1994; B&K 1998/1999; **Laatzer See/Templin:** M 19.6.2000, 29.6.2001, 25.7.2004; **Lübbensee:** MM 1991, 1994; M 24.7.1995; Hoesch 11.8.1995; STELZER (2003) 19.6.2001; **Lübelowsee:** LSI 15.7.2002; **Lychensee, Gr.:** B&K 1998/1999; **Lychensee, Kl.:** B&K 1998/1999; **Mehlitzsee, Gr.:** M 23.8.1996; **Mellensee/Lychen:** B&K 1998/1999; **Naugartener See:** NB 20.8.2004; Bolbrinker & Spiess 2004; **Nehmitzsee:** KRAUSCH (1964) 1960; SPIESS et al. (2002); **Oberuckersee:** MM 1993; **Paddenpuhl:** MM 1994; **Parsteiner See:** HOLTZ (1903); SUCCOW & REINHOLD (1978) 1974, MM 24.4.1992; 9.8.1993; LSI 17.7.2002; **Peetschsee:** M 11.7.1994, Hoesch 7.8.1994; STELZER (2003) 22.6.2001; **Peetzigsee, Gr.:** MM 1991, 10.6.1992; LSI 12.7.2002; **Pinnowsee, Gr.:** MM 1994; **Plötzensee/Luhme:** KABUS (2003) 2002; **Poviestsee:** DOLL & GERHARDT (1980) 1979; M 9.7.1997; SPIESS et al. (1997); B&K 1998/1999; **Prowesekese:** WEINITSCHKE (1980); MAUERSBERGER & HEINRICH

(1993) 3.8.1992; MM 2.6.1993; **Rheinsberger See**: JESCHKE & MÜTHER (1978) 19.8.1974; **Röddelinsee**: NB 10.9.2004; **Rosinsee/Liepe**: MM 27.7.1993; LSI 17.7.2002; **Sabinensee**: Arendt 1973; LSI 14.7.2002; **Stabsee**: WEINITSCHKE (1980); **Stechlinsee**: KRAUSCH (1964) 1960; SPIESS et al. (2002); **Sternhagener See**: LSI 2 2.7.2002; **Temnitzsee**: MM 12.5., 1.7.1993; H. Mauersberger 13.8.2004; **Tiefer See/Bölkendorf**: SUCCOW & KOPP (1985); MM 1991; **Tiefer See/Lychen**: DOLL (1982) 1978; **Tietzensee, Gr.**: KRAUSCH (1964) 1962; **Twernsee**: LSI 12.8.2002; **Unteruckersee**: LSI 25.7.2002; **Warnitzsee**: MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) sowie MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1994) und MM 7.8.1991, 20.6.1993; MESCHEDER (1993) 10.10.1991; M 3.7.1999; **Werbellinsee**: SUCCOW & KOPP (1985); MM 1991; LSI 10.7.2002; **Wesensee**: HOLTZ (1903); **Wittwensee**: M 2 3.7.1992, Hoesch 9.8.1995; **Wuckersee**: MAUERSBERGER (1993) 21.9.1991; MESCHEDER (1993) Sept. 1991; MM 27.7.1992, 23.6.1993; **Wummsee, Gr.**: M 24.7.1992; Hoesch 3.8.1994; STELZER (2003) 24.6.2001; Arendt 20.6.2003 (Westbecken), 7.7.2003; **Zechliner See, Gr.**: LSI 7.8.2002; **Zenssee**: Bolbrinker, Mohr & Spiess 1997; **Zootzensee**: STELZER (2003) 24.6.2001; LSI 7.8.2002.

Autor:

Dr. Rüdiger Mauersberger
Bahnhofstr. 24
17268 Templin

Email: foerderverein_Uckermaerk.Seen@t-online.de

Manuskripteingang: 05.10.2004; angenommen: 20.10.2004

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 (diese 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 außer dem 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 400 µm-Fraktion vollständig unter einem Binokular mit 10-40facher Vergrößerung durchsucht und alle makrofossilen Reste submerser und emerger Pflanzen gezählt, heraussortiert und getrennt in Mikrotiter-Platten mit Glycerin aufbewahrt (BIRKS ET AL. 2001; B RUSH & 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 weit aus 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 neuzzeitliche 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 1	950-2000 n. Chr.	Stark - sehr stark	Bevölkerungszuwachs, Phosphathaltige Waschmittel
IV 1	750-1950 n. Chr.	Stark	Beginn der Industrialisierung, Bevölkerungszuwachs, Flussbegradigungen, Meliorationen,
III 1	500-1750 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>	-
Schwiellochsee -		<i>C. aspera</i>	-	-	-

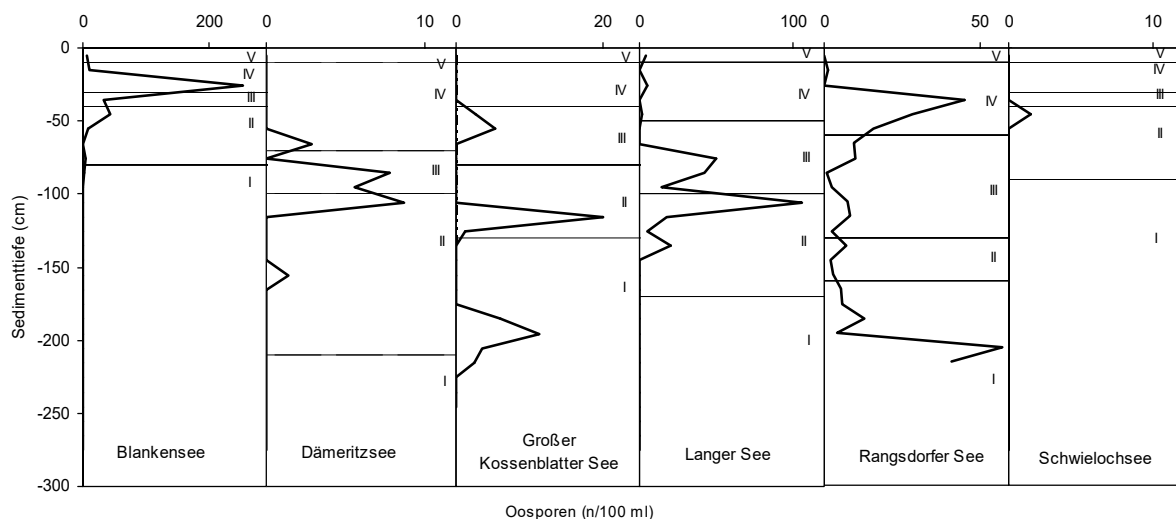


Abb. 1 Vorkommen von *Chara*-Oosporen in Sedimentkernen aus 6 Brandenburger Flachseen in Perioden unterschiedlicher anthropogener Beeinflussung (I-V, siehe Tab. 2) während der letzten 1000-5000 Jahre

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).

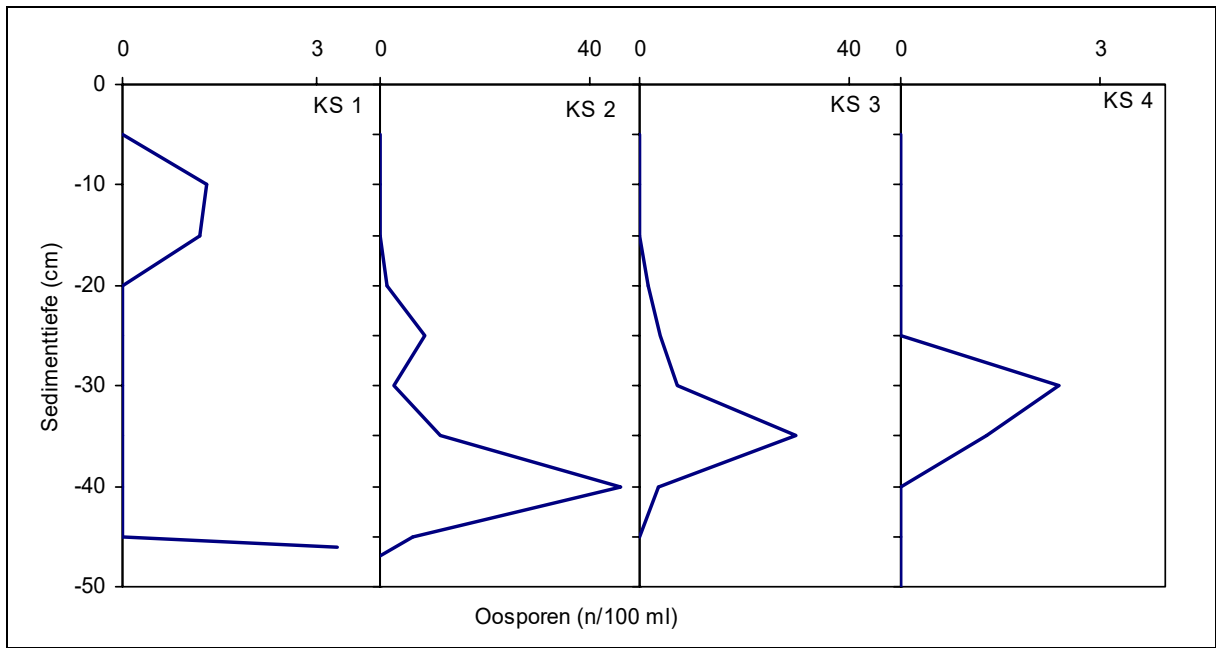


Abb. 2 a Vorkommen von *Chara*-Oosporen in Kurzkernen aus dem Litoralbereich des Großen Kossenblatter Sees (KS)

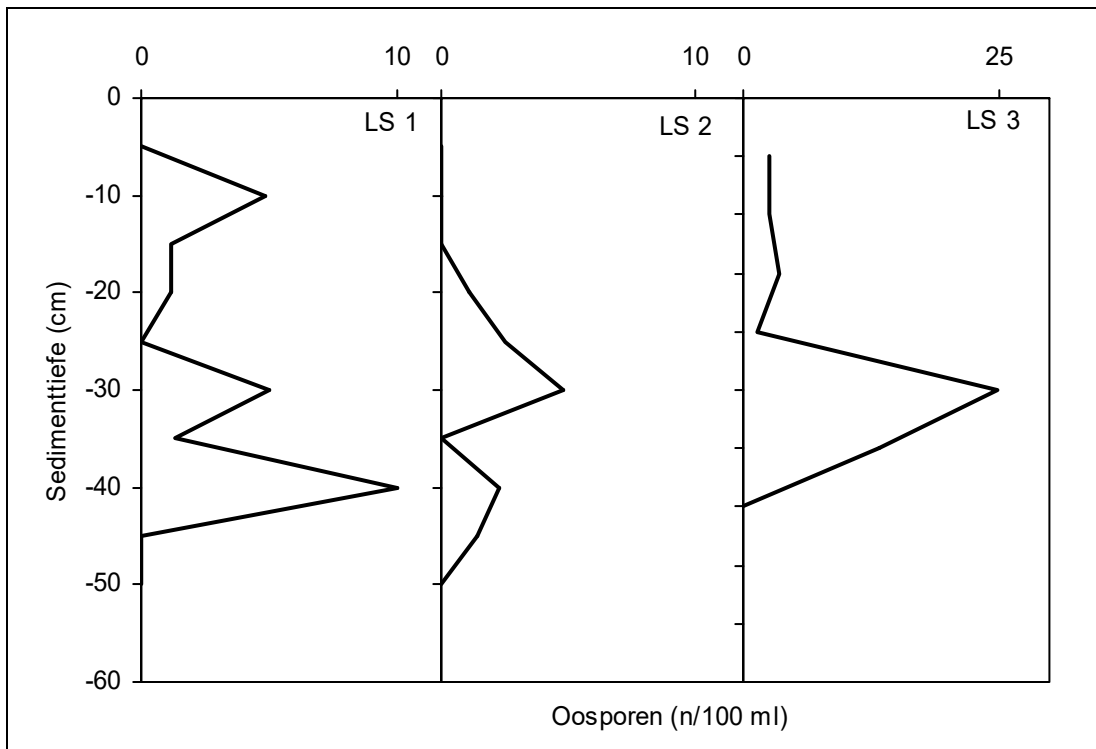


Abb. 2 b Vorkommen von *Chara*-Oosporen in Kurzkernen aus dem Litoralbereich des Langen Sees bei Dolgenbrodt (LS)

Tabelle 4 Arten subfossiler *Chara*-Oosporen 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), SÜKOPP & 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

An	thropogener 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 Unteruhldingen, 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 umliegende 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 Geotrieken sowie dem MLUR Brandenburg und der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin für die Finanzierung der Untersuchungen.

Literatur

- BENKERT, D. & KLEMM, G. (1993): Gefährdete Faun- 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 Review 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

Timm KABUS

Bewertung mesotroph-alkalischer Seen in Brandenburg vor dem Hintergrund der EU-FFH-Richtlinie anhand von Armleuchteralgen (Characeae)

Assessment of mesotrophic lakes rich of lime in Brandenburg (Germany) according to EU-Habitat Directive, using Characeae as indicators

Abstract

Stoneworts (Characeae) have high importance within the EU Habitat Directive, as their habitats have to be part of conservation areas. Also some waterbody-types of the European Water Framework Directive are important for these algae. For assessment of habitats abiotic factors and above all the combination of typical species and plant communities are used. Also vitality and lowest settling depth of water plants are important for assessment of habitats. An overview about typical species of hard mesotrophic waters (habitat type 3140) is presented for Brandenburg (Germany). There is a lack of knowledge about some factors, which are responsible for occurrence or absence of Characeae. This knowledge is important for the determination of reference conditions for each individual lake. Further a map about the dispersal of mesotrophic hard water lakes is presented.

Keywords: Characeae, EU Habitat Directive, EU Water Framework Directive, Brandenburg (Germany), hard water lakes, assessment of habitats, macrophytes, indicator species

1 Einleitung

Mit Inkrafttreten der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) der Europäischen Union sind die EU-Mitgliedsländer verpflichtet, für bestimmte Lebensraumtypen und Arten Schutzgebiete einzurichten, die sich in einem „günstigen“ Erhaltungszustand (Zustand A oder B) befinden müssen. Aus diesen Gründen ist ein Monitoring und eine Bewertung notwendig. Bei Verfehlen des günstigen Zustandes (Zustand C), sind aktive Maßnahmen zur Wiederherstellung vorgeschrieben.

Unter den stehenden Gewässern kommen in Brandenburg vier Lebensraumtypen (LRT) vor, die auch durch Arten der Characeae (ArMLEUCHTERALGEN) besiedelt werden können. Eine Übersicht über die LRT, ihre typische Vegetation und die Bedeutung für Armleuchteralgen in Brandenburg gibt Tab. 1.

Tabelle 1 Die FFH-LRT stehender Gewässer in Brandenburg und ihre Bedeutung für Armleuchteralgen (limnochemische Kriterien nach KABUS et al. 2004, MÜLLER et al. 2004)

LRT-Code	Kurzbezeichnung	Typische Vegetation	Bedeutung für Characeen in Brandenburg
		Limnochemische Kriterien	
3130	Nährstoffarme Weichwasserseen	Strandlingsgesellschaften (Littorelletea)	gering, jedoch gelegentlich vorhanden (z. B. <i>Nitella</i> -Arten)
		SBV 0,2 bis 0,7 mmol/l oder bis 1,5 (1,8) und zugleich GH < 5,5 °dH, oligo- bis mesotroph	
3140	Nährstoffarme, kalkreiche Seen	Characeen-Gesellschaften (Charetea)	sehr hoch, v.a. <i>Chara</i> -Arten, <i>Nitellopsis obtusa</i> und <i>Nitella flexilis</i>
		GH > 8 °dH, natürlich oligo- bis mesotroph	
3150	Eutrophe Seen	Laichkraut- und Froschbiß-Gesellschaften („Magnopotamion“, Hydrocharition)	gering, v.a. eutraphente Arten wie <i>Chara globularis</i>
		GH > 8 °dH, natürlich eutroph (e1/e2)	
3160	„Dystrophe“ Seen	<i>Sphagnum</i> - u. a. Wasser- und Ufermoose	gering, v.a. in angrenzenden Schlenkenkomplexen bzw. in den weniger typischen flachen dystrophen Seen oder Torfstichen
		SBV < 0,2 mmol/l	

Nachfolgend soll besonders der LRT der nährstoffarmen kalkreichen Seen besprochen werden, da er die höchste Bedeutung für Armleuchteralgen besitzt. Die in Brandenburg seltener durch Characeen besiedelten Weichwasserseen wurden bereits an anderem Ort diskutiert (KABUS et al. 2004).

Auch für die Gewässerbewertung nach EU-Wasserrahmenrichtlinie besitzen Characeen analog eine hohe Bedeutung in den mesotrophen, kalkhaltigen Seen. Dies ist insbesondere der Gewässertyp 13 in der Klassifikation nach MATHES et al. (2002), nämlich geschichtete Seen mit relativ kleinem Einzugsgebiet, sowie der seltenere Typ mesotropher Flachseen mit kleinem Einzugsgebiet (Typ 14 par t.). Nach Ansicht von SCHAUMBURG et al. (2003) sind auch die beiden Seentypen mit relativ großem Einzugsgebiet (Typ 10, 11) in ihrer Primärtrophie oligo- bis mesotroph. Die dort als Grundlage genannten paläolimnologischen Daten aus Süddeutschland müssen jedoch im nordostdeutschen Flachland mit teilweise nährstoffreicheren Böden im Einzugsgebiet nicht unbedingt zutreffen. Damit wäre der Typ 10 eher als mesotroph anzusehen und Vertreter des Typs 11 eher als schwach eutroph, so dass hier der Lebensraumtyp 3150 deckungsgleich wäre.

Eine Gegenüberstellung der unterschiedlichen Gewässertypen der WRRL und der FFH-RL finden sich in Tab. 2. Dabei ist zu beachten, dass die abiotische Typisierung nach Wasserrahmenrichtlinie (MATHES et al. 2002) und die v.a. vegetationskundlich basierte Typisierung nach FFH-RL (vgl. SYMANK et al. 1998) nicht völlig deckungsgleich sein kann. Der vierte Seentyp nach FFH-Richtlinie, die sog. dystrophen Seen, spielen unter den Seen > 50 ha in Nordostdeutschland keine Rolle, so dass sie in Tab. 2 nicht aufgelistet sind.

Tabelle 2 Primärtrophie der Gewässertypen nach Wasserrahmenrichtlinie, Bedeutung für Characeen und Zuordnung zu FFH-LRT

Typ	Primärtrophie (nach SCHAUMBURG et al. 2003)	entspricht LRT
10	oligotroph, mesotroph	3140 (3130*)
11	mesotroph 3140	(3130*)
12	schwach eutroph	3150
13	oligotroph 3140	(3130*)
14	mesotroph	3140 (3130*)

*) zur Definition kalkarmer Seen und WRRL vgl. auch KABUS et al. 2004, KABUS 2005

2 Methoden

Die Ergebnisse basieren auf Untersuchungen an fünf mesotroph-kalkreichen Seen durch das Seenprojekt Brandenburg e. V., Seddin (KABUS et al. 2002, KABUS et al. 2004, MÜLLER et al. 2004), sowie auf Literaturlauswertungen (KABUS et al. 2002 u. zit. Lit.). Die Untersuchungsgewässer waren: Mittlerer Giesenschlagsee bei Luhme, Großer Krinertsee bei Temmen, Kleiner Lychensee bei Lychen, Plötzensee bei Flecken Zechlin und Torgelowsee nördlich Küstrinchen.

Es wurde angestrebt, eine vollständige Aufnahme des Arteninventars der Gewässerfläche zu erhalten, hierzu wurden Tauchuntersuchungen parallel der Ufer in den besiedelten Litoralbereichen durchgeführt. Die Untersuchungsmethoden sind bei KABUS et al. (2004) ausführlich dargestellt. Am Großen Krinertsee wurden davon abweichend Untersuchungen vom Boot aus vorgenommen, die sich auf fünf ausgewählte Transekte, sowie acht weitere Stichproben-Punkte beschränken (ausführlich bei KABUS 2005).

Weitere (insbesondere limnochemische) Daten zu den brandenburgischen Seen entstammen der Datenbank des Projektes „Seenkataster Brandenburg“ im Institut für angewandte Gewässerökologie (Seddin).

Die Benennung der Characeen folgt KRAUSE (1997), die der Gefäßpflanzen WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998).

3 Definition des FFH-Lebensraumtyps 3140

Eine Definition des untersuchten Gewässertyps nach FFH-Richtlinie findet sich bei SYMANK et al. (1998) und wurde von MÜLLER et al. (2004) für Brandenburg präzisiert und um limnochemische Grenzwerte ergänzt. Demnach besitzen die typischen Gewässer eine oligo- bis mesotrophe Trophie (Trophieindizes nach LAWA 1999 < 2,5) und kalkreiches Wasser. Als kalkreich verstehen die Autoren Gewässer mit einer Gesamthärte > 8°dH, wobei die Übergänge zu den Weichwasserseen fließend sind (KABUS et al. 2004).

Nach SCHÖNFELDER (2000) und KABUS et al. (2002) werden die schwach mesotrophen Gewässer (Trophieindex $< 2,0$) durch besonders artenreiche Characeen-Gesellschaften besiedelt. So treten Armleuchteralgen in stark mesotrophen Seen (Trophieindex 2,0 bis 2,5) zurück bzw. sind deren Gesellschaften artenärmer ausgeprägt. Das Artenverhältnis bzw. deren Deckungsgrade verschieben sich zu Gunsten von *Potamogeton*-Arten und weiteren Begleitern (z. B. *Myriophyllum spec.*, *Ranunculus circinatus* SIBTH., 1794), die auch in schwach eutrophen Seen prägend sein können.

Der günstige Erhaltungszustand dieses FFH-Lebensraumtyps ist daher insbesondere in schwach mesotrophen Seen zu erwarten.

Grundlage für die Zuordnung zu diesem Lebensraumtyp ist der potenziell natürliche Zustand eines Gewässers (Referenzzustand). Hierfür ist individuell für jedes Gewässer nicht nur der trophische Referenzzustand zu bestimmen, sondern die tatsächlich im Referenzzustand vorhanden gewesene Besiedlung mit Characeen. Die Erhebung dieser Daten, insbesondere durch Auswertung historischer Quellen, ist aufwändig und bisher erst für einzelne Gewässer durchgeführt worden.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Trophie

Anhand der Datenbank des Projektes „Seenkataster Brandenburg“ wurde eine Übersicht aller rezent mesotrophen Gewässer mit einer Gesamthärte > 8 °dH erstellt (Abb. 1). Nicht berücksichtigt werden konnten Gewässer, für die keine Trophieberechnung nach LAWA (1999) möglich war, woraus die relativ kleine Zahl ($n = 122$) resultiert. Diese Gewässer liegen fast ausschließlich im brandenburgischen Jungmoränenland.

Hiermit wird jedoch nur ein kleiner Teil der potenziell dem LRT zugehörigen Gewässer erfasst, da heute ein Großteil der Gewässer eutrophiert ist. In Brandenburg sind etwa 22 % der Seen oligo- oder mesotroph (VIETINGHOFF & MIETZ 2004). Damit ist eine deutliche Reoligotrophierung gegenüber Mitte der 1990er Jahre eingetreten, als nur 8 % der Standgewässer nährstoffarm waren (MIETZ 1996). Im Referenzzustand ist sicherlich ein noch sehr viel größerer Anteil der Gewässer nährstoffarm gewesen, so im brandenburgischen Biosphärenreservat „Schorfheide Chorin“ ($n = 205$ Seen) etwa 70 % (MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1994). Für Kleinseen in Nordostdeutschland wurde durch KORCZYNSKI et al. (2005) ermittelt, dass etwa 27 % der klassifizierbaren Seen von 1 bis 10 ha Größe potenziell diesem FFH-Lebensraumtyp angehören dürften.

Verteilung der rezent mesotroph-kalkreichen Seen (FFH-LRT 3140) im Land Brandenburg

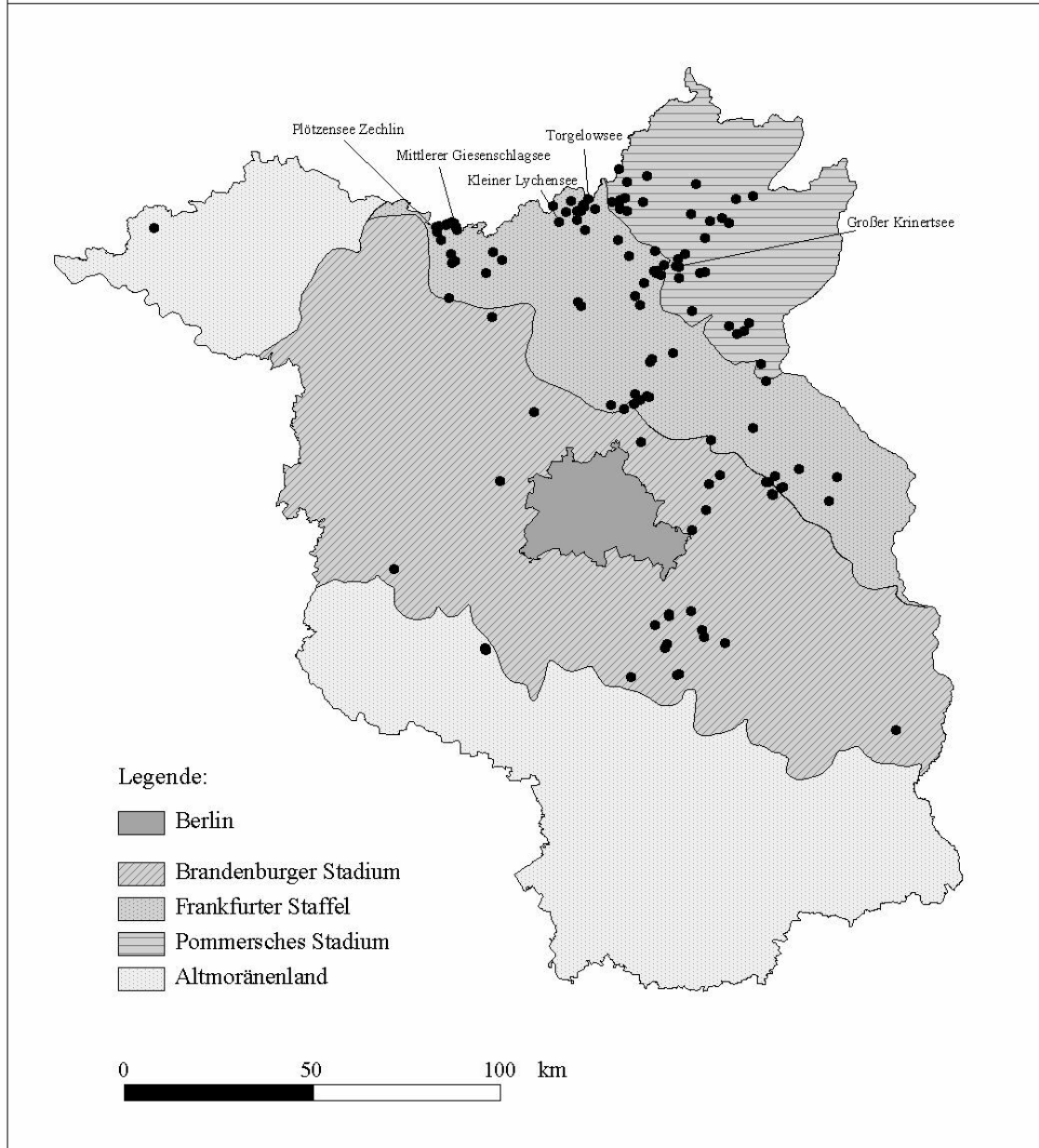


Abb. 1 Rezent oligo- bis mesotroph-alkalische Seen in Brandenburg (n = 122), Kartenerstellung: D. Möller/ Institut für angewandte Gewässerökologie

Eutrophierte Gewässer sind im Erhaltungszustand mit „C“ zu bewerten, auch wenn sie noch Restpopulationen von Artnleuchteralgen bzw. eutrophente Characeen-Arten enthalten. In Brandenburg können v.a. *Chara globularis*, *C. contraria* und *C. tomentosa* als Relikte bzw. natürliche Flora schwach eutropher Seen angesehen werden. Viele heute limnochemisch und vegetationskundlich als eutrophe Seen aus-

geprägte Gewässer (= rezent FFH-Lebensraumtyp 3150), stellen in ihrem Referenzzustand mesotrophe Gewässer dar.

Da die Trophie auf den Parametern Sichttiefe, Gesamtphosphor- (TP-) und Chlorophyll-a-Gehalt basiert (LAWA 1999), kann als Bewertungsparameter hilfsweise auch das Jahresmittel der Sichttiefe herangezogen werden. Demnach müssen mesotrophe Seen eine Sichttiefe von > 2,40 m aufweisen. Die untere Makrophytengrenze liegt in diesen Seen bei > 4,20 m (MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996).

4.2 Biotische Parameter

4.2.1 Kombination typischer Arten

Typische oder charakteristische Arten (oder Vegetationseinheiten) können zur Ansprache des Lebensraumtyps dienen und für die Bewertung des Erhaltungszustandes herangezogen werden. Von SSYMANEK et al. (1998) bzw. für Brandenburg durch BEUTLER & BEUTLER (2002) wurden insgesamt 23 typische Arten benannt, von denen 22 in Brandenburg vorkommen und in Tab. 3 dargestellt sind. Die Arten wurden durch KABUS et al. (2002) auf ihre Eignung im Sinne einer Indikation des Lebensraumtyps bzw. seines Erhaltungszustandes untersucht wurden. Die Eignung der Arten zur Charakterisierung mesotroph-kalkreicher Seen in Brandenburg können Tab. 3 entnommen werden, wobei solche Arten, die in mehreren Seentypen ihre Hauptverbreitung haben, nicht als „zur Charakterisierung geeignet“ angesehen wurden.

Tabelle 3 „Typische“ bzw. „charakteristische“ Arten für den LRT 3140 nach SSYMANEK et al. (1998) [=Spalte BfN 1998] und BEUTLER & BEUTLER (2002) [=Spalte LUA (2002)] und ihre Eignung zur Indikation (Characeen **fett** gedruckt, zur Indikation geeignete Arten **grau** hinterlegt). Rote Liste (RL)-Angaben nach BfN (1996).

Taxon	LUA (2002)	BfN (1998)	RL BRD	RL BB	Zur Charakterisierung in Brandenburg geeignet?
<i>Chara aspera</i> Willd.	X	X	2	1	ja, typische Art der Flachwasserzone
<i>Chara contraria</i> A. Braun ex Kütz.	X	X	3	2	ja, typische Art, wenn auch regelmäßig in schwach eutrophen Seen
<i>Chara filiformis</i> Hertsch	X		1	1	ja, typische Art
<i>Chara globularis</i> Thuill.	X	X			nein, zwar vorkommend, häufiger jedoch in eutrophierten u.a. Gewässern
<i>Chara hispida</i> L.	X	X	2	3	ja, typische Art
<i>Chara intermedia</i> A. Braun	X	X	2	2	ja, typische Art
<i>Chara polyacantha</i> A. Braun	X	X	1	1	ja, obwohl auch in anderen Gewässertypen (z. B. Torfstiche)

(Fortsetzung Tab. 3)

Taxon	LUA (2002)	BfN (1998)	RL BRD	RL BB	Zur Charakterisierung in Brandenburg geeignet?
<i>Chara rudis</i> (A. Braun) Leonh.	X	X	2	1	ja, typische Art
<i>Chara tenuispina</i> A. Braun		X	1	0	nein, kein Kalkzeiger; in Bbg. fast ausgestorben
<i>Chara tomentosa</i> L.	X	X	2	2	ja, typische Art
<i>Chara vulgaris</i> L.	X	X			nein, zwar vorkommend, eher jedoch typisch für Flachgewässer wie Schlenken u.a.
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> DC., 1815	X		2	2	nein, besiedelt ein zu breites Spektrum an Gewässern (Pietsch 1984), vgl. auch Diskussion bei KABUS et al. (2004)
<i>Najas marina</i> ssp. <i>intermedia</i> (Wolfg. ex Gorski) Casper, 1979	X		2	2	sehr eingeschränkt, da auch in eutrophen Seen, vgl. KABUS et al. (2002), MÜLLER et al. (2004)
<i>Nitella mucronata</i> (A. Braun) Miq. In H. C. Hall. em. Wallm.		X	3	3	nein, Eutrophierung ertragend; zwar in kalkreiche Gewässer gehend, nicht jedoch typisch
<i>Nitella opaca</i> (Bruz.) C. Agardh	X	X	2	2	nein, besiedelt neben kalkreichen auch kalkarme Gewässer
<i>Nitella syncarpa</i> (Thuill.) Chev.		X	2	1	nein, nicht an 3140 gebunden. Typisch für schlammige Gewässer, sehr selten
<i>Nitella tenuissima</i> (Desv.) Kütz.		X	1	0	nein (in Brb. ausgestorben)
<i>Nitellopsis obtusa</i> (Desv.) J. Gr.	X	X	3	2	ja, wenn in der Tiefenzone
<i>Potamogeton alpinus</i> Balb., 1804	X		3	2	nur sehr bedingt geeignet, da auch in anderen LRT
<i>Stratiotes aloides</i> L., 1753 f. <i>submersa</i> Glück	X		3	2	ja (submerse Form)
<i>Tolypella glomerata</i> (Desv.) Leonh.		X	1	0	nein, da in Bbg. fast ausgestorben
<i>Tolypella intricata</i> (Trentep. ex Roth) Leonh.	X		1	1	nein, Kleingewässer-Art, auch Eutrophierung ertragend

Nach dieser Übersicht, werden nur elf Arten (grau hinterlegt) als für eine Charakterisierung geeignet angesehen, da die übrigen Arten ein zu breites Lebensraumtypspektrum besiedeln. Die Grenzziehung ist dabei nie einfach und anhand des bisherigen Datenmaterials auch nicht objektiv zu treffen. So liegen, wie eingangs erwähnt, von einigen Arten auch Nachweise vieler, großflächiger Bestände aus eutrophierten Gewässern vor.

Die Auswahl der typischen Arten zeigt ebenfalls deutlich, dass der Gewässertyp der nährstoffarmen, kalkreichen Seen fast ausschließlich durch Characeen geprägt wird, lediglich die submerse Form von *Stratiotes aloides* kann als weitere typische Art angesehen werden. *Najas marina* ssp. *intermedia* wird nur mit V vorbehalten als typische Art benannt und *Myriophyllum alterniflorum* tritt zwar mit hoher Stetigkeit auf,

kann jedoch auch regelmässig in anderen mesotrophen Seen gefunden werden, insbesondere in den basenarmen Seen (vgl. Literaturzitate in Tab. 2).

Es zeigt sich vielfach, dass allein das Auftreten von Einzelarten keinen hohen Indikationswert besitzt, da hier „Zufälle“ bei der Besiedlung ebenso eine Rolle spielen können, wie Einzelarten auch Relikte oder Vorboten eines früheren bzw. späteren Zustandes darstellen können. Insofern ist der Ansatz der FFH-Richtlinie, die Definition über Pflanzengesellschaften vorzunehmen (SSYMANK et al. 1998), eine sinnvolle Lösung, da durch das Vorhandensein von Gesellschaften bzw. ihre Ausprägung eine fundiertere Einschätzung des Erhaltungszustandes möglich ist.

4.2.2 Gewässernutzung als Einfluss auf die Vitalität von Characeen

Bei den Untersuchungen hat sich ferner gezeigt, dass die Vitalität von Pflanzenbeständen einen wichtigen Parameter in der Bewertung darstellt. So wurden am untersuchten Plötzensee Zechlin neun Characeen-Arten aufgefunden (s. Tab. 4), darunter acht Rote-Liste-Arten (u.a. die für Brandenburg extrem seltene Art *Nitella syncarpa* von der nur ca. drei weitere rezente Nachweise existieren) und mehrere lebensraumtypische Arten. Die Gesamtdeckung der Pflanzen betrug in der besiedelbaren Zone ca. 50 %. Trotzdem konnte keine Einstufung des Gewässers in den Erhaltungszustand A erfolgen, da die Bestände stark gestört waren. Die Pflanzen waren stark durch die Tätigkeit bodenwühlender Fischarten (Karpfen- und Bleibesatz) gestört und in ihrer Vitalität eingeschränkt. Diese Auswirkungen der Fischfauna sind auch aus anderen Seen des Untersuchungsgebietes bekannt (MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996).

Ein anderes Beispiel in dieser Kategorie stellt der Torgelowsee im Naturpark „Uckermärkische Seen“ dar. Dieses Gewässer befindet sich seit vielen Jahren in einem schwach mesotrophen Zustand. Trotzdem ist das Gewässer nur kleinflächig im Westteil von Armeleuchteralgen besiedelt (*Chara rudis*), wenngleich ein Einzelfund von *Chara filiformis* immerhin das Potenzial des Sees anzeigt. Auch hier ist zu vermuten, dass ehemaliger fischereilicher Besatz von Karpfen bzw. die rezente nachgewiesene Restpopulation zu einer Schädigung der Submersflora führte. Aufgrund der eher geringen Fischzahlen sind hier die Individen der Characeen kaum verbissen, doch ist das Litoral großflächig unbesiedelt und weist Nutzungsspuren benthivorer Fische auf.

Tabelle 4 Submerse Arten im Plötzensee Zechlin

Characeen	Gefäßpflanzen
<i>Chara contraria</i> , <i>Chara virgata</i> (= <i>C. delicatula</i>), <i>Chara filiformis</i> , <i>Chara globularis</i> , <i>Chara rudis</i> , <i>Nitella flexilis</i> , <i>Nitella mucronata</i> , <i>Nitella syncarpa</i> , <i>Nitellopsis obtusa</i>	<i>Najas marina</i> ssp. <i>intermedia</i> , <i>Potamogeton pectinatus</i> , <i>Utricularia vulgaris</i>

4.2.3 Wiederbesiedlung von Seen mit Characeen nach Reoligotrophierung

Die mesotraphenten Arten der Armeleuchteralgen können auch als Indikatoren einer Gewässerreoligotrophierung angesehen werden, wenn nämlich in ehemals eutrophierten, von Characeen nicht besiedelten Gewässern, diese Arten neu bzw. wieder auftreten. Unter den untersuchten Gewässern könnte dies im Großen Krinertsee der Fall sein. Dieses Gewässer war nach MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1996) frei von Armeleuchteralgen, während bei den vorliegenden Untersuchungen wieder Characeen festgestellt wurden, darunter mit *Chara rudis* und *Chara intermedia* auch mesotraphente Arten. Die Verbesserung der Trophie kann anhand von Daten des Seenkatasters für 2003 nachgewiesen werden. Das heute mesotrophe Gewässer war zwischen 1987 und 1998 noch schwach eutroph (Daten Seenkataster, MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996, PRIES 1984). Entsprechend weist PRIES (1984) nur Characeen nach, die auch in eutrophierten Gewässern vorkommen können (*Chara tomentosa*, *Chara globularis*, *Nitellopsis obtusa*). Bei den aktuellen Untersuchungen war im Krinertsee nur ein Teil des Litorals besiedelt und auch nur ein Teil der besiedelten Flächen mit Characeen in höheren Deckungsgraden bedeckt. Die sukzessive oder auch zeitverzögerte Wiederbesiedlung reoligotrophierter Seen mit Makrophyten wurde auch für zahlreiche andere brandenburgische Seen nachgewiesen (HILT 2004, KABUS 2005).

4.2.4 Untere Makrophytengrenze (UMG)

Da die Besiedlung des Gewässergrundes mit heterotrophen Pflanzen wesentlich durch die Eindringtiefe des Lichtes bestimmt wird, bietet es sich an, die untere Besiedlungsgrenze der Pflanzen als mit der im Jahresverlauf schwankenden Sichttiefe korrelierten Faktor in eine Bewertung einzubeziehen. Nach Angaben von MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1996) weisen oligo-mesotrophe Seen eine UMG von > 4,2 m auf. Diese Daten decken sich mit unseren Untersuchungen. Nach einem Vergleich der UMG mit Trophiedaten ergeben sich Abweichungen vor allem dann, wenn in den vergangenen Jahren ein Wandel der Trophiesituation (Eutrophierung oder Reoligotrophierung) eingetreten ist, da die Makrophyten als relativ langsam reagierende Artengruppe dann häufig noch den früheren Zustand anzeigen (KABUS 2005). Die untere Makrophytengrenze wird in den nährstoffarmen, kalkreichen Seen der Mecklenburgisch-Brandenburgischen Seenplatte meist durch Characeen gebildet, wobei hier häufig *Nitellopsis obtusa* und *Nitella flexilis* (L.) AGARDH auftreten, oft gefolgt von Arten der Gattung *Vaucheria* (Xanthophyceae).

4.2.5 Biologischer Referenzzustand

Hinsichtlich des Referenzzustandes (vgl. 3.) wird häufig davon ausgegangen, dass mesotroph-alkalische Seen im brandenburgischen Jungmoränenland generell durch Characeen besiedelt sind. Hier wäre zu fragen, inwiefern diese Vermutung zutrifft. Diese Frage ist durchaus von Bedeutung, da nur characeenreiche Gewässer als LRT 3140 nach FFH-RL ausgewiesen werden dürfen (SSYMANEK et al. 1998). Dies bedeutet nach den Untersuchungen von MÜLLER et al. (2004), dass sogar stark

mesotrophe Seen meist nicht dem LRT 3140 angehören können, bzw. schon im potenziell natürlichen Zustand den „günstigen“ Erhaltungszustand (A) nicht erreichen.

Für Brandenburg fällt auf, dass in Südbrandenburg deutlich weniger Gewässer vorhanden sind, die durch lebensraumtypische Characeen-Arten geprägt werden. Diese Gewässer liegen im Brandenburgischen Stadium der Weichsel-Eiszeit, in dem heute oligotrophen Seen fehlen und mesotrophe Seen deutlich unterrepräsentiert sind (vgl. auch Abb. 1). Verantwortlich könnten dafür die im Mittel geringeren Tiefen und waldärmeren Einzugsgebiete sein (VETTINGHOFF & MIETZ 2004). Somit wäre im Brandenburgischen Stadium im Vergleich zu den Endmoränen der Frankfurter Staffel auch ein größerer Anteil stark mesotropher Gewässer im potenziell natürlichen Zustand zu erwarten, also weniger Gewässer, die dem Lebensraumtyp 3140 im Erhaltungszustand „A“ entsprechen.

Beim gegenwärtigen Kenntnisstand ist noch nicht auszusagen, welche anderen Faktoren neben den bereits genannten bzw. welche Kombinationen, die Besiedlung durch Armeleuchteralgen bestimmen. Hier wäre insbesondere durch Auswertung historischer Wuchsorte (Literatur-, Herbar- und Makrorest- bzw. Oosporen-Nachweise) und die Verschneidung mit abiotischen Daten das Spektrum potenzieller Besiedlungsgewässer zu bestimmen.

Da im Verlauf der Jahrhunderte sowohl natürliche, als auch anthropogen induzierte Schwankungen in der Trophie von Gewässern auftreten können, ist ein in der Praxis anwendbarer Zeitrahmen zu definieren, der als Referenzzustand für Seen gelten soll.

5 Zusammenfassung

Die Armeleuchteralgen haben aufgrund der EU-FFH-Richtlinie an Bedeutung gewonnen, da für ihre Siedlungsgewässer Schutzgebiete ausgewiesen und deren „günstiger“ Erhaltungszustand erreicht werden muss. Auch einige Gewässertypen nach EU-Wasserrahmenrichtlinie sind für Characeen von hoher Bedeutung. Für die Bewertung des FFH-Lebensraumtyps spielen neben abiotischen Faktoren vor allem die Kombination typischer Arten bzw. das Vorhandensein typischer Pflanzengesellschaften eine Rolle, ferner können Vitalität der Bestände und untere Makrophytengrenze hinzugezogen werden. Eine Übersicht der typischen Arten Brandenburger Seen des FFH-LRT 3140 wird vorgestellt.

Kenntnislücken bestehen besonders hinsichtlich einiger Besiedlungsfaktoren, die das Auftreten oder Fehlen von Characeen bestimmen. Diese Kenntnisse sind wichtig für die Bestimmung von Referenzzuständen.

Ferner wird eine Übersicht über die Verbreitung mesotroph-alkalischer Seen gegeben.

Literatur

- BEUTLER, H. & BEUTLER, D. (2002): Katalog der natürlichen Lebensräume und Arten der Anhänge I und II der FFH-Richtlinie in Brandenburg. – Naturschutz und Landschaftspflege 11 (1-2): 1-180; Potsdam.
- BFN (1996): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. = Schriftenreihe für Vegetationskunde, 28. – 744 S.; Bonn-Bad Godesberg (Bundesamt für Naturschutz)
- HILT, S. (2003): Kehren Unterwasser- und Schwimmblattpflanzen in unsere Gewässer zurück? – Verhandlungen des Botanischen Vereins Berlin Brandenburg 136: 111-119; Berlin.
- KABUS, T. (2004): Makrophyten, in: MEISEL, J.; TÄUSCHER, L.; KABUS, T.; HENKER, H. & VEDDER, F. (2004): Ökologische und limnologische Untersuchungen zur wissenschaftlichen Vorbereitung der Umsetzung der EU-WRRL an Seen des Landes Brandenburg im Jahr 2003. – Unveröff. Projektbericht des Seenprojektes Brandenburg e.V., Seddin. 375 S. + Anhang.
- KABUS, T. (2005): Möglichkeiten und Grenzen der Trophieindikation und Bewertung von Seen mit Makrophyten vor dem Hintergrund der Wasserrahmenrichtlinie. Erfahrungen aus Untersuchungen in Brandenburg. – DGL-Tagungsbericht 2004: zur Veröff. eingereicht.
- KABUS, T.; HENDRICH, L.; MÜLLER, R. & PETZOLD, F. (2002): Untersuchungen zur Umsetzung der FFH-Richtlinie an Seen im Land Brandenburg. - Unveröff. Projektbericht des Seenprojektes Brandenburg, Seddin. 363 S.
- KABUS, T.; HENDRICH, L.; MÜLLER, R.; PETZOLD, F. & MEISEL, J. (2004): Nährstoffarme, basenarme Seen (FFH-Lebensraumtyp 3130, Subtyp 3131) in Brandenburg und ihre Besiedlung durch Makrophyten, ausgewählte Gruppen des Makrozoobenthos und Libellen. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 13 (1): 4-15; Potsdam.
- KORCZYNSKI, I.; KABUS, T.; KURT, S.; MÖLLER, D. & MÜLLER, J. (2005): Kleinseen in Nordostdeutschland: Trophischer Zustand und FFH-Lebensraumtypen. – DGL-Tagungsbericht 2004: zur Veröff. eingereicht.
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae). Süßwasserflora von Mitteleuropa, 18. – 202 S.; Jena/ Stuttgart/ Lübeck/ Ulm (G. Fischer).
- LAWA = Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (1999): „Gewässerbewertung – stehende Gewässer“. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien 1998. – 76 S.; Berlin (Kulturbuch-Verlag).
- MAUERSBERGER, H. & MAUERSBERGER, R. (1996): Die Seen des Biosphärenreservates „Schorfheide-Chorin“ – eine ökologische Studie. – Diss. Univ. Greifswald. 2 Bde.
- MAUERSBERGER, R. & MAUERSBERGER, H. (1994): Methode zur schnellen Erfassung des ökologischen Zustandes von Seen – Erfahrungen und Ergebnisse aus dem Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 3 (2): 20-24; Potsdam.
- MATHES, J.; PLAMBECK, G. & SCHAUMBURG, J. (2002): Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km² zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. – In: DENEKE, R. & NIXDORF, B. (ed.): Implementierung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland: Ausgewählte Bewertungsmethoden und Defizite. = Aktuelle Reihe Brandenburgische Technische Universität Cottbus, 5/2002. - S. 25-37; Cottbus.
- MIETZ, O. (1996): Die Gewässergütesituation der Seen im Land Brandenburg als Grundlage zur Diskussion der Wechselbeziehung zwischen der Fischerei, dem Naturschutz und der sonstigen Gewässerbewirtschaftung. – Studien und Arbeitsberichte 3: 1-15; Potsdam.
- MÜLLER, R.; KABUS, T.; HENDRICH, L.; PETZOLD, F. & MEISEL, J. (2004): Nährstoffarme kalkhaltige Seen (FFH-Lebensraumtyp 3140) in Brandenburg und ihre Besiedlung durch Makrophyten und ausgewählte Gruppen des Makrozoobenthos. – Naturschutz und Landschaftspflege 13 (4): 132-143; Potsdam.
- PIETSCH, W. (1984): Zur Soziologie und Ökologie von *Myriophyllum alterniflorum* D. C. in Mitteleuropa. – Mitteilungen AG Geobotanik 33: 224-245; Kiel.
- PRIES, E. (1984): Verlauf, Umfang und Ursachen des Röhrichtrückganges an uckermärkischen Seen und seine Auswirkungen auf Rohrsängerbestände. – Naturschutzarbeit in Mecklenburg 27: 3-19; Greifswald.
- SCHAUMBURG, J.; KÖPF, B.; SCHRANZ, C.; HOFMANN, G. & SCHNEIDER, S. (2003): Gewässertypbezogene Trophieklassifizierung als Metric für ökologische Seenbewertung zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. – DGL-Tagungsbericht 2002, Band I: 44-47.
- SCHÖNFELDER, J. (2000): Limnologischer Zustand und Bewertung nährstoffarmer Seen in Brandenburg. – Beiträge zur angewandten Gewässerökologie Norddeutschlands 4: 6-16; Rangsdorf.

- SSYMANK, A.; HAUKE, U.; RÜCKRIEM, C. & SCHRÖDER, E. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. - 560 S. Bonn-Bad Godesberg (Bundesamt für Naturschutz).
- VIETINGHOFF, H. & MIETZ, O. (2004): Die Seen Brandenburgs und ihre trophische Entwicklung. – Marburger Geographische Schriften 140: 255-272; Marburg.
- WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. 1998: Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands mit Chromosomenatlas. – Stuttgart (Ulmer).

Autor:

Timm Kabus
Institut für angewandte Gewässerökologie
Schlunkendorfer Str. 2e
14554 Seddin
E-mail: kabus@gmx.de

Manuskripteingang: 15.09.2004; angenommen: 13.10.2004

Wolf-Henning KUSBER, Uwe RAABE, Christian BLÜMEL, Ursula GEISSLER & Regine JAHN

Mittel- und langfristige Trends der Characeen-Vorkommen in Berlin

Medium- and long-term trends in the occurrence of Characeae in Berlin

Abstract

Three Berlin Flora lists and Red Lists of the years 1982 to 2004, including 21 species of Characeae are compiled and discussed. New records of 2004 are discussed in regard to trends in the re-colonization of Berlin water bodies. *Chara braunii* and *Nitella translucens* are excluded from the flora of Berlin, due to literature- and herbarium studies.

Keywords: Red List, urban ecology, lake restoration, *Chara*, *Lychnothamnus*, *Nitella*, *Nitellopsis*, *Tolypella*

Zusammenfassung

Drei Berliner Florenlisten und Rote Listen der Jahre 1982 bis 2004 von 21 Characeen-Arten werden gegenübergestellt und diskutiert. Neufunde des Jahres 2004 werden im Hinblick auf Trends der Wiederbesiedlung von Berliner Gewässern durch Characeen besprochen. *Chara braunii* und *Nitella translucens* werden nach Literatur- und Herbarstudien aus der Liste der Characeen Berlins gestrichen.

1 Einleitung

Im 19. Jahrhundert war Berlin ein Zentrum für die deutsche Algenforschung. Wesentlich sind im Zusammenhang mit den Characeen vor allem Gustav Heinrich Bauer (1794-1888), Franz Julius Ferdinand Meyen (1804-1840) und Alexander Carl Heinrich Braun (1805-1877), die für die Berliner Characeenkunde grundlegende Arbeit leisteten und aus Berlin mehrere Taxa beschrieben. A. Braun hat sich neben seiner Sammeltätigkeit um den Ausbau des Berliner Herbariums verdient gemacht.

Es scheint schon damals als wenig Austausch zwischen der Mikroalgenforschung, die mit dem Namen Christian Gottfried Ehrenberg (1795-1876) verbunden ist und eher ökologisch und morphologisch orientiert war (KUSBER 2004) und der Erfassung der Makroalgenflora, die im Rahmen der floristischen Aufnahme der höheren Pflanzen erfolgte, gegeben zu haben.

Die Beschäftigung mit den Characeen Berlins nahm bereits zum Ende des 19. Jahrhunderts erheblich ab, teils weil inzwischen Bearbeiter fehlten, zusätzlich aber, weil ein großer Teil der Characeengewässer durch die Ausdehnung der Stadt verloren ging (GEISSLER & KIES 2003). Die Kenntnisse des 19. Jahrhunderts über die Characeen Berlins und Brandenburgs wurden von HOLTZ (1903) in der letzten umfassenden Monografie der Characeen für diesen Raum zusammengestellt. Das Berliner Herbar stellte eine wesentliche Grundlage dafür dar. Der größte Teil der in Berlin hinterlegten Herbarblätter ging jedoch bei dem Herbariumsbrand 1943 verloren (HIEPKO 1987).

Für die vorliegende Zusammenstellung wurden zusätzliche Berliner Herbarbelege aus Greifswald und Münster überprüft. Weitere Berliner Herbarbelege aus dem 19. Jahrhundert in anderen Herbarien, z. B. in Göttingen (GOET) und Wien (W), konnten hier noch nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 1 Zusammenfassung der Datenlage und Auswertung von Characeenfunden in Berlin

Publikation	Bearbeitung	Bemerkungen
HOLTZ (1903)	Zusammenfassung der Funde des 19. Jahrhunderts	Ein großer Teil der Herbarbelege wurde beim Brand des Berliner Herbariums 1943 vernichtet
	1945-1982 keine systematische Bearbeitung, Einzelfunde	
GEISSLER & GERLOFF (1982)	Einbeziehung von Literaturdaten und Einzelfunden	1. Florenliste und Rote Liste für Berlin (West)
FLÖTER (1985)	Examensarbeit mit Probenahme 1984 in Berlin (West)	
TREUBER (1991)	Examensarbeit mit Probenahme 1990 in Berlin (West)	
GEISSLER (1991)	Einbeziehung von Literaturdaten und FLÖTER (1985)	2. Florenliste und Rote Liste für Berlin (West)
GEISSLER & KIES (2003)	Zusammenfassung der Funde bis 1997	Auswertung von Literaturdaten
HILT (2004), KUSBER et al. (im Druck)	Stichprobenartige Beprobung von Characeengewässern	Belege, soweit vorhanden in B
KUSBER et al. (im Druck)	Einbeziehung aller bisherigen Literaturdaten und Funde der Vegetationsperiode 2004	3. Florenliste und Rote Liste für Berlin (Land Berlin in den Grenzen nach 1990, Einbeziehung von künstlichen Gewässern in Gartenanlagen)

Tabelle 1 gibt eine Zusammenstellung zur Datenlage der Berliner Characeenforschung wieder. Bis auf zwei Untersuchungen (FLÖTER 1985, TREUBER 1991) fehlen gezielte Bearbeitungen der Berliner Characeenflora aus der Zeit nach 1945. Auf-

grund der Insellage des westlichen Berlins wurden stadtökologische Fragen und Fragen des Artenschutzes vergleichsweise früh bearbeitet (GEISSLER & GERLOFF 1982). Sie wurden später weitergeführt (GEISSLER 1991, TREUBER et al. 1995, GEISSLER & KIES 2003, KUSBER et al., im Druck) und in Auswertungen einbezogen (KUSBER 2001, GEISSLER & KIES 2003). Wichtigster Paradigmenwechsel für die Neubewertung der Berliner Characeenflora waren die Einbeziehung der östlichen Stadtteile bei der Einstufung der Taxa (KUSBER et al., im Druck) und von künstlichen Gewässern in Gartenanlagen, deren Bedeutung als Trittsteine für die Besiedlung von Characeen stärker gewichtet wurde.

2 Material und Methoden

Im Sommer 2004 erfolgte eine stichprobenartige Suche nach verschollenen Characeen in verschiedenen Gewässern, die zum Teil bereits historisch durch Funde bekannt waren, oder aus denen in den letzten Jahren Neufunde von Characeen gemeldet wurden. Ausgewählte Herbarbelege folgende Sammlungen wurden für die vorliegende Arbeit revidiert, um Zweifelsfälle zu klären und die Datenbasis zu erweitern: Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem (B); Westfälisches Museum für Naturkunde, Münster (MSTR); Botanisches Institut, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Greifswald (GFW). Die Rote Liste-Kriterien folgen SCHNITTLER & LUDWIG (1996), als Datenbasis für historische Fundangaben wurden HOLTZ (1903) und GEISSLER & KIES (2003) herangezogen.

3 Ergebnisse und Diskussion

Die bisherigen Daten zu Characeen-Funden wurden in GEISSLER & KIES (2003) zusammengestellt. In der neuesten Florenliste und Roten Liste Berlins (KUSBER et al., im Druck) werden alle Characeen annotiert. Im folgenden sind die im Rahmen dieser Untersuchung gemachten Funde und revidierten Belege als Ergänzung hierzu zusammengestellt und diskutiert. Synonyme werden vor allem angegeben, wo laut BLÜMEL (2004) und BLÜMEL & RAABE (2004) Diskrepanzen zu GEISSLER & KIES (2003) und SCHMIDT et al. (1996) auftreten. In Tabelle 2 wird in der letzten Spalte ein Trend aufgrund der abweichenden Bestandssituation gegenüber GEISSLER (1991) angegeben; die mittelfristigen Trends im Vorkommen der Taxa und die langfristige Prognose für die Bestandsentwicklung sollen kurz erläutert werden.

Tabelle 2 Gesamtartenlisten und Rote Listen der Characeen Berlins im Vergleich

Daten aus GEISSLER & GERLOFF (1982) [die dort genannten Kategorien sind: 1.1 = erloschen oder verschollen, 1.2 = vom Erlöschen bedroht, 2 = stark gefährdet], GEISSLER (1991) und KUSBER et al. (im Druck) mit dem Bearbeitungsstand 2004. Listen revidiert ("revid.") durch Ausschluss im Gebiet fehlender Taxa und Übersetzung der publizierten Daten in die 2004 verwendeten Kategorien nach SCHNITTLER & LUDWIG (1996):

0 = ausgestorben oder verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, G = Gefährdung anzunehmen, V = zurückgehend, - = im Gebiet fehlend.

Trendangabe als mittelfristiger Trend seit 1991 nach Datenlage vom Sommer 2004. Leere Felder: Taxon wurde nicht genannt.

Florenliste und Rote Listen	1982	revid. 1982	revid. 1991	2004	Trend
<i>Chara aspera</i> WILLD. 1.1		0	0	0	
<i>Chara baueri</i> A. BRAUN 1.1		0	0	0	
<i>Chara contraria</i> A. BRAUN ex KÜTZ. 1.1		0	0	G	positiv
<i>Chara globularis</i> THUILL. 1.1		0	1	V	positiv
<i>Chara hispida</i> L.	1.1	0	1	2	positiv
<i>Chara intermedia</i> A. BRAUN		0	0	0	
(- <i>Chara papillosa</i> KÜTZ. sensu Geissler & Gerloff)	1.1				
<i>Chara tenuispina</i> A. BRAUN 1.1		0	0	0	
<i>Chara tomentosa</i> L.	1.1	0	0	1	positiv
<i>Chara virgata</i> KÜTZ. (= <i>Chara delicatula</i> C. AGARDH)				G	?
<i>Chara vulgaris</i> L.	2	2	1	V	positiv
<i>Lychnothamnus barbatus</i> (MEYEN) LEONH. 1.1		0	0	0	
<i>Nitella capillaris</i> (KROCK.) J. GROVES et BULL.-WEBST.	1.1 0		0	0	
<i>Nitella confervacea</i> (BRÉB.) A. BRAUN ex LEONH.		0	0	0	
(= <i>Nitella batrachosperma</i> (RCHB.) A. BRAUN)	1.1				
<i>Nitella flexilis</i> (L.) C. AGARDH 1.1		0	0	2	positiv
<i>Nitella gracilis</i> (SM.) C. AGARDH 1.1		0	0	0	
<i>Nitella mucronata</i> (A. BRAUN) MIQ. emend. WALLM. 1.2		1	1	2	positiv
<i>Nitella opaca</i> (BRUZELIUS) C. AGARDH 1.1		0	0	0	
<i>Nitella syncarpa</i> (THUILL.) CHEVALL. 1.1		0	1	1	?
<i>Nitella tenuissima</i> (DESV.) KÜTZ. 1.1		0	0	0	
<i>Nitellopsis obtusa</i> (DESV.) J. GROVES 1.1		0	0	0	
<i>Tolypella intricata</i> (TRENTEP. ex ROTH) LEONH. 1.2		1	0	0	
Aus der Florenliste 2004 gestrichene Taxa					
<i>Chara braunii</i> C. C. GMEL.	1.1	---			
<i>Nitella translucens</i> (PERS.) C. AGARDH	1.1	---			

***Chara baueri* A. BRAUN**

Synonyme: *Chara scoparia* BAUER ex REICHENB., nom. illeg., non CHEVALL.; *Charopsis scoparia* KÜTZ.

Herbarbelege: Untersuchte Exemplare: MSTR, "*Chara Braunii* Gm., Rchb. Fl. germ. excursor. n. 910, In kleinen Teichen mit thonigem Boden, in der Geg. von Berlin, b. Laukewitz [sic! = Lankwitz], Mariendorf u. Weissensee, Aug. 1829 Bauer"; GFW "*Chara Braunii* Gm., Rchb. Fl. germ. excursor. n. 910, In kleinen Teichen mit thonigem Boden, in der Geg. von Berlin, b. Laukewitz [sic! = Lankwitz], Mariendorf u. Weissensee, Aug. 1829 Bauer"; MSTR, o. Nr., "*Chara scoparia* Bauer, prope Lankwitz Flora Berolinens., leg. Fritzsche, 1828"; MSTR, o. Nr., "*Chara scoparia* Bauer, prope Weissensee Flora Berolinens., 1829 Fritzsche"; B 27112 "*Chara braunii* Gmel., ... pr. Berolin., 1848, John"; B 27111, Mischbeleg mit folgender Labelinformation: "*Chara Braunii* Gmel, Berlin John 1848, Christiania, Schübeler 1868". Der Herbarbogen ist zerschnitten, nur zwei kleine Fragmente sind neu aufgeklebt, bei denen es sich um *Chara braunii* handelt. Sammler (John) und Sammeldatum (1848) für den Berliner Beleg stimmen mit den Angaben auf B 27112 (ausschließlich *C. baueri*) überein. Die Fragmente von Herbarbogen B 27111 können nicht als Beleg für das Vorkommen von *Chara braunii* in Berlin herangezogen werden. Sie dürften zu der zweiten Aufsammmlung von Schübeler gehören.

***Chara contraria* A. BRAUN ex KÜTZ.**

Aktuelle Nachweise: Am 25.7.2004 wurde die Art in größeren Mengen im Groß-Glienicker See gefunden, leg. et det. U. Raabe.

Trends der Bestandsentwicklung: Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine Neu- bzw. Wiederbesiedlung. Aufgrund der festgestellten Bestandsgröße ist eine Etablierung der Art in diesem Gewässer wahrscheinlich.

***Chara globularis* THUILL.**

Aktuelle Nachweise: B 38931 Teich im Neuen Wassergarten im Botanischen Garten Berlin-Dahlem, 31.08.2001, leg. et det. U. Raabe; B 400040216 Groß-Glienicker See, leg. et det. U. Raabe, 8.8.2004 sowie Funde im September 2004 ebenfalls im Groß-Glienicker See, leg. et det. K. van de Weyer (pers. Mitt.). Dadurch konnte das Vorkommen der Art für den Groß-Glienicker See (HILT 2004) erneut bestätigt werden. Trends der Bestandsentwicklung: Einen gewissen Anteil an der größeren Zahl der nachgewiesenen Funde hat die Berücksichtigung von künstlichen Gewässerstandorten in Gartenanlagen. Funde in sanierten Gewässern sprechen für einen tatsächlich positiven Trend in Berlin. Im Vergleich zum Berliner Umland ist die Art in Berlin allerdings deutlich seltener.

***Chara hispida* L.**

Aktuelle Nachweise: B 38933 Teich im Neuen Wassergarten im Botanischen Garten Berlin-Dahlem, 31.08.2001, leg. et det. U. Raabe. Zwischen 1990 und 2002 fand sie sich durchgängig in einem künstlich angelegten Teich im Neuen Wassergarten des Botanischen Gartens Berlin-Dahlem (KUSBER et al., im Druck). B 400040214 Teufelssee (Müggelberge), 14.08.2003, S. Hilt (vgl. HILT 2004).

Trends der Bestandsentwicklung: Zur Zeit ist eine Einschätzung sehr schwierig. In mehreren Berliner Kleingewässern wurde ein z.T. dramatischer Rückgang von *Chara hispida* festgestellt und mit Eutrophierungstendenzen in Verbindung gebracht (vgl. KUSBER et al., im Druck).

***Chara intermedia* A. BRAUN**

Synonym: *Chara papillosa* KÜTZ. sensu GEISSLER & GERLOFF (1982) et GEISSLER (1991)

Herbarbelege: B 09740 "*Chara intermedia* Al. Br. Berlin, Rudower Wiesen, Lehmgrube. 26.9.[18]92 leg P. Sydow", "*Chara papillosa* Ktzig. 1834: 707, det. Gerl. 22.3.56". Die Synonymie in B richtete sich nach GROVES & BULLOCK-WEBSTER (1924: 42), der WOOD (1962: 8) nicht folgte, als er *C. papillosa* als *C. vulgaris* f. *papillosa* (Kütz.) R.D. Wood neu kombinierte. In SCHMIDT et al. (1996) wird *Chara papillosa* in *Chara intermedia* einbezogen, was der historischen Synonymie entspricht. Die Anmerkungen von BLÜMEL (2004: 270) folgen der Auffassung von WOOD (1962).

***Chara tomentosa* L.**

Herbarbelege: MSTR, o. Nr., "*Chara tomentosa* L. β *monstrosa irregularis* Rchb., *Chara latifolia* W., Tegeler See Flor. Berolinens. Fritzsche 1829".

Trends der Bestandsentwicklung: Die Art galt als verschollen bis zu einem erneuten Nachweis durch S. Hilt am 30.07.2000 im Groß-Glienicker See (HILT 2004). Zur Zeit fehlen Informationen zum Etablierungsgrad des Taxons.

***Chara virgata* KÜTZ.**

Synonyme: *Chara delicatula* C. AGARDH

Herbarbelege: MSTR, o. Nr., "*Chara delicatula* Ag. f. *verrucosa* (Itzig.) Berlin, Grunewaldsee August 1885, P. Sydow".

Aktuelle Nachweise: B 400040218 Krumme Lake (Müggelheim), 6.8.2004, leg. et det. U. Raabe.

Trends der Bestandsentwicklung: Aufgrund der vorliegenden Daten (GEISSLER & KIES 2003) ist es unklar, ob hier ein mittelfristig positiver Trend vorliegt oder ob das Taxon in den letzten Jahren übersehen wurde.

***Chara vulgaris* L.**

Aktuelle Nachweise: B 38932 Teich im Neuen Wassergarten im Botanischen Garten Berlin-Dahlem, 31.08.2001, leg. et det. U. Raabe; B 400040215 Schlachtensee, 7.8.2004 sowie Funde im September 2004 in einer Sandgrube in Berlin-Kaulsdorf; leg. et det. U. Raabe.

Trends der Bestandsentwicklung: Einen gewissen Anteil an der größeren Zahl der nachgewiesenen Funde hat die Berücksichtigung von künstlichen Gewässerstandorten in Gartenanlagen. Langfristig war die Art in Berlin jedoch sowohl nach der Abundanz, als auch nach Gewässerstandorten stark zurückgegangen. Neue Funde in sanierten Gewässern sprechen für einen tatsächlich positiven Trend in Berlin. Im Vergleich zum Berliner Umland ist die Art in Berlin allerdings deutlich seltener.

***Lychnothamnus barbatus* (MEYEN) LEONH.**

Synonyme: *Chara barbata* MEYEN

Herbarbelege: MSTR, o. Nr., "*Chara barbata* Meyen, Ploetzensee Flor. Berolinens. Fritzsche, 1828"; MSTR, o. Nr., "*Chara barbata* Meyen, prope Schoeneberg Flor. Berolinens. Fritzsche, 1829"; MSTR, o. Nr., "*Chara barbata* Meyen, *Ch. intricata* ..., Ges. b Schoeneberg b Berlin", leg. Beckhaus [1839?]; B 10161, "*Chara barbata* Meyen. In Gräben zwischen Schöneberg u. Wilmersdorf, Berlin, Bauer"; B 10162

"*Chara barbata* Meyen, Auf überschwemmtem Moorgrund zwischen Schöneburg u. Wilmersdorf bei Berlin, im August: Bauer". Der erste Beleg ist ein Jahr nach der Erstbeschreibung durch MEYEN (1827) am Locus typicus gesammelt worden. Die

Berliner Gewässer, einschließlich des Plötzensees, sind für ein Vorkommen von *Lychnothamnus barbatus* nicht mehr geeignet.

***Nitella confervacea* (BRÉB.) A. BRAUN ex LEONH.**

Synonym: *Nitella batrachosperma* (RCHB.) A. BRAUN

Herbarbelege: MSTR, o. Nr., "*Chara tenuissima* Desv., prope Lanckwitz Flor. Berolinens, Fritzsche 1829"; MSTR, o. Nr., "*Chara gracilis* Sm. β *tenuissima* Desv., *Chara gracilis* Sm.?, Ges. Weissensee b Berlin", leg. Beckhaus [1839?]; GFW 19155, "*Nitella batrachosperma*, Berlin", leg. A. Braun, August 1853.

***Nitella flexilis* (L.) C. AGARDH**

Trends der Bestandsentwicklung: In Berlin wurden zum Teil solche Belege als *N. flexilis* bezeichnet, bei denen es sich tatsächlich um *N. mucronata* handelt. Aufgrund der Verwechslungen kann für *N. flexilis* ein positiver Trend der Bestandsentwicklung nur vermutet werden.

***Nitella gracilis* (SM.) C. AGARDH**

Herbarbelege: GFW 19128, "bei Berlin" leg. A. Braun, Oktober 1853.

***Nitella mucronata* (A. BRAUN) MIQ. emend. WALLM.**

Herbarbelege: B 09958 *Nitella mucronata* als "*Chara flexilis* L. in einem schlammigen Torfmoorgraben zwischen Schöneberg und Willmersdorf bei Berlin, im September: Bauer".

Aktuelle Nachweise: B 38812 *Nitella mucronata* als "*Nitella flexilis*, Kleiner Müggelsee, Sabine Körner 27.8.1999" (vgl. HILT 2004: 115). Funde bei einem Tauchgang in ca. 5-7 m Tiefe (d.h. an der unteren Grenze der Unterwasservegetation) am Südufer des Groß-Glienicker Sees am 23.9.2004 (dankenswerterweise mitgeteilt von K. van de Weyer, Nettetal).

Trends der Bestandsentwicklung: *N. mucronata* ist in Berlin mehrfach mit *N. flexilis* verwechselt worden. Trotz der Verwechslungen in der Vergangenheit ist es wahrscheinlich, dass hier ein positiver Trend vorliegt und dass die Gefährdungssituation des Taxons aktuell als weniger kritisch bewertet werden kann.

***Nitella syncarpa* (THUILL.) CHEVALL.**

Herbarbelege: MSTR, o. Nr., "*Chara syncarpa* Desv., *Chara capitata* N. v. E. Femina, Mas. prope Tempelhof, Flor. Berolinens. Fritzsche 1829".

Aktuelle Nachweise: B 400040217 Krumme Lake (Müggelheim), 6.8.2004, leg. et det. U. Raabe.

Trends der Bestandsentwicklung: Die Nachweislage für Berlin ist nach wie vor schlecht, so dass ein Trend nicht aufgezeigt werden kann.

***Nitellopsis obtusa* (DESV.) J. GROVES**

Herbarbelege: MSTR, o. Nr. "*Chara stelligera* Bauer, Ploetzensee Flor. Berolinens. Fritzsche 1829".

Characeen, die für die Flora Berlins zu streichen sind:

***Chara braunii* C. C. GMEL.**

Herbarbelege: siehe *Chara baueri*.

HOLTZ (1903) nennt keine Brandenburger bzw. Berliner Funde für *C. braunii*. Keine Angabe in GEISSLER & GERLOFF (1982), GEISSLER (1991) und GEISSLER & KIES (2003) lässt sich nach neuester Datenlage auf *C. braunii* beziehen.

***Nitella translucens* (PERS.) C. AGARDH**

Die Art wurde mehrfach für Berlin angegeben (GEISSLER & KIES 2003), ist jedoch zu streichen, da mit den alten Angaben unter "*Chara translucens* Pers." *Nitellopsis obtusa* gemeint ist (vgl. auch HOLTZ 1903).

Die Berliner Characeenflora

Die Berliner Characeenflora umfasst 21 Arten (siehe Tab. 2, vgl. auch BLÜMEL & RAABE 2004). Ohne die beiden aus der Florenliste gestrichenen Taxa waren in GEISSLER & GERLOFF (1982) 17 Arten als ausgestorben oder verschollen eingestuft. Während 5 dieser Arten inzwischen wiedergefunden werden konnten, müssen 12 weiterhin als ausgestorben oder verschollen eingestuft werden (KUSBER et al., im Druck). Es ist wahrscheinlich, dass weitere der verschollenen Taxa in Zukunft wiedergefunden werden. Es ist jedoch auszuschließen, dass Artenreichtum und Häufigkeit der im 19. Jahrhundert vorhandenen Characeenbestände wieder erreicht werden können. Für sieben Taxa wird die Gefährdungssituation in KUSBER et al. (im Druck) positiver gesehen, als in den bisherigen Listen (GEISSLER & GERLOFF 1982, GEISSLER 1991); für *Chara contraria* und *Chara virgata*, bzw. *C. delicatula* gibt es zwischen HOLTZ (1903) und der Aufsammlung von 2004 keine Fundmeldungen.

Im Folgenden sollen die Gründe für die Neubewertung einzelner Taxa genannt werden. Änderungen der Einstufung, die ausschließlich auf Funden in den bis 1991 nicht berücksichtigten östlichen Stadtteilen basieren, sind nicht adäquat einzuschätzen. Keine Neueinstufung ist ausschließlich auf die Einbeziehung von künstlichen Gewässern in Gartenanlagen zurückzuführen. Am aussagekräftigsten sind jene Neufunde, die aus sanierten Gewässern stammen.

In sanierten Gewässern konnten in den letzten Jahren *Chara contraria*, *Chara globularis*, *Chara tomentosa*, *Chara vulgaris*, *Nitella mucronata* neu- oder wiedergefunden werden, in sanierten Gewässern und künstlichen Gewässern *Chara globularis* und *Chara vulgaris*, in Gewässern der östlichen Stadtgebiete *Chara virgata* und *Nitella syncarpa*, sowie in den östlichen Stadtgebieten und künstlichen Gewässern *Chara hispida*. *Nitella flexilis* ist ein Neufund nach 1982 (vgl. GEISSLER & GERLOFF 1982).

Die folgende Zusammenstellung soll die Berliner Gewässer und ihren Stellenwert als Lebensraum für Characeen beurteilen:

Gewässer, die als Characeenstandorte unwiederbringlich verloren gingen, z. B. durch Zuschütten von Kleingewässern für Bauvorhaben, sind für Mariendorf, Lankwitz und Grunewald vielfach belegt oder aus dem Vergleich heutiger mit historischen Karten ablesbar.

Einige Gewässer sind als Characeenstandorte durch Eutrophierung und die damit verbundene Lichtlimitierung verloren gegangen, wie beispielsweise der Plötzensee.

Weitere Gewässer, die zwischenzeitlich durch Eutrophierung als Lebensraum für Characeen verloren waren, stehen durch Gewässersanierungen wieder zur Verfügung. Der Groß-Glienicker See wurde u. a. durch hypolimnische Belüftung und Eisenbehandlung saniert (GEISSLER & KIES 2003); der See wurde durch mehrere Characeen-Arten wiederbesiedelt. Im Schlachtensee führte ein Maßnahmenbündel (Phosphatreduzierung des Zulußwassers, aber auch Nahrungskettensteuerung)

zu einer ganzjährig erhöhten Transparenz des Wassers (GERVAIS 1991); eine Wiederbesiedlung durch Characeen konnte nachgewiesen werden, auch wenn die Daten zu Abundanzen und Etablierung von Characeen ungenügend sind. Die Gewässerqualität und -transparenz des Tegeler Sees wurde durch Nährstoffreduktion, u. a. durch Phosphatreduzierung des Zuschusswasser, erhöht (GEISSLER & KIES 2003); bisher wurde eine Wiederbesiedlung durch Characeen noch nicht nachgewiesen. Im Großen Müggelsee kam es durch eine Nährstoffreduktion der zuleitenden Gewässer zu einer deutlichen Verbesserung der Transparenz (vgl. KÖHLER et al. 2000, 2002); allerdings konnte hier keine Wiederbesiedlung durch Characeen nachgewiesen werden (KÖRNER & PUSCH 2002, HILT 2004).

Die Bewertung von Teufelssee (Müggelsee) und Krumme Lake (Müggelsee), in denen 2003/2004 mehrfach Characeen gefunden wurden, ist zur Zeit nicht möglich. Es ist unklar, ob die Gewässer in der Vergangenheit permanent von Characeen besiedelt waren und als Characeengewässer übersehen wurden, oder ob es hier Wiederbesiedlungen gibt.

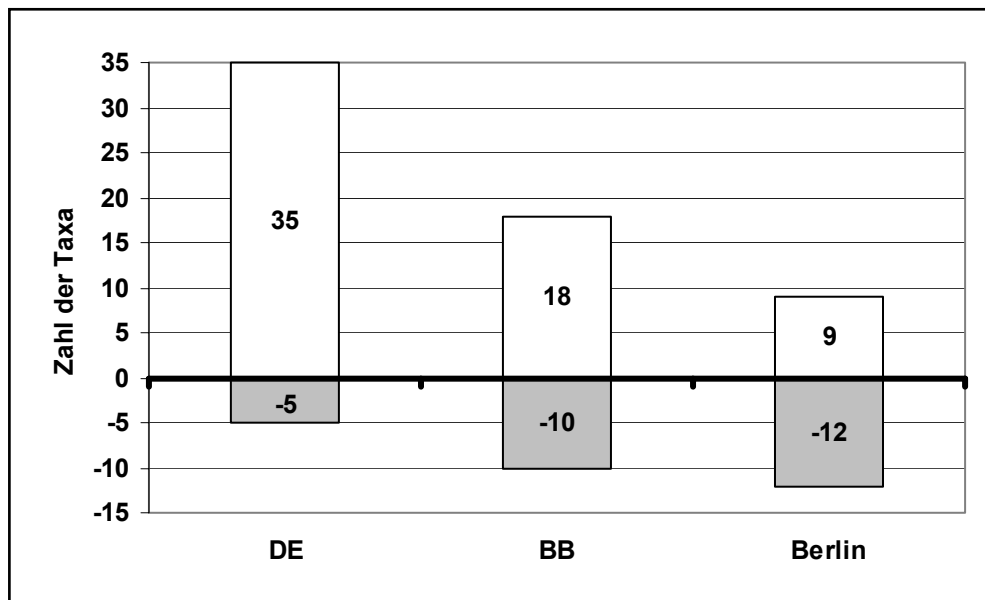


Abb. 1 Summe der Taxazahlen der Characeen-Florenlisten Deutschlands (DE = Bundesrepublik Deutschland, BB = Brandenburg incl. Berlin, aus SCHMIDT et al. 1996) und Berlins (KUSBER et al., im Druck). Die positiven Werte geben die Taxazahlen der aktuellen Flora an, die negativen Werte die Taxa, die als ausgestorben oder verschollen eingestuft sind.

Wie in der Abb. 1 gezeigt wird, ist die Characeen-Flora in Berlin gegenüber der Region Berlin-Brandenburg und der Bundesrepublik Deutschland als verarmt einzustufen. Dieser Trend dürfte auch nach der dringend erforderlichen Neubearbeitung der Roten Listen für das Land Brandenburg und die Bundesrepublik Deutschland sichtbar bleiben. Die Gefährdungssituation der Characeen ist in Berlin meist kritischer als im Umland, auch wenn einige als ausgestorben oder verschollen

eingestufte Taxa in Berlin wiedergefunden werden konnten und weitere Wieder- und Neufunde zu erwarten sind. Diese können jedoch nur erkannt werden, wenn der Kenntnisstand eines Untersuchungsgebietes ausreichend dokumentiert ist (vgl. RAABE & WEYER 2002, GEISSLER & KIES 2003).

Ausblick

Am Berliner Beispiel kann gezeigt werden, dass sich erfolgreiche Gewässer-sanierungsmaßnahmen positiv auf das Vorkommen dieser empfindlichen Organismengruppe auswirken. Die bereits relativ umfassende publizierte Dokumentation der Berliner Characeenfunde muss fortgesetzt werden, weil die aktuelle Verbreitung der Characeen in Berlin immer noch unzureichend bekannt ist. Neufunde sollen als Belege im Herbarium des Botanischen Gartens und Botanischen Museums Berlin-Dahlem (B) bereitgestellt und publiziert werden (JAHN 2002-). Für die historischen Funde des Willdenow-Herbars ist eine digitale Bereitstellung geplant.

Literatur

- BLÜMEL, C. (2004 "2003"): Taxonomy and nomenclature. – [In:] SCHUBERT, H. & BLINDOW, I. (eds.): Charophytes of the Baltic Sea: 326 S. Ruggell (Gantner Verlag).
- BLÜMEL, C. & RAABE, U. (2004): Vorläufige Checkliste der Characeen Deutschlands. – Rostocker Meereskundliche Berichte. 13: 9 – 26.
- FLÖTER, C. (1985): Untersuchungen zum Vorkommen von Characeen (Armeleuchteralgen) in Berlin. – [unveröff.] Wissenschaftliche Hausarbeit am Fachbereich Biologie der Freien Universität Berlin.
- GEISSLER, U. (1991): Zu Veränderungen in der Algenflora und zur Situation von Roten Listen in Berlin (West). – [In:] AUHAGEN, A.; PLATEN, R. & SUKOPP, H. (Hrsg.): Rote Listen der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. Schwerpunkt Berlin (West). Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Sonderheft 6: 125-128.
- GEISSLER, U. & GERLOFF, J. (1982): Veränderung in der Algenflora Berlins. – Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung der TU Berlin 11: 141-149.
- GEISSLER, U. & KIES, L. (2003): Artendiversität und Veränderungen in der Algenflora zweier städtischer Ballungsgebiete Deutschlands: Berlin und Hamburg. – Nova Hedwigia, Beihefte 126: 1-777.
- GERVAIS, F. (1991): Which factors controlled seasonal and spatial distribution of phytoplankton species in Schlachtensee (Berlin, F.R.G.) 1987? – Archiv für Hydrobiologie 121: 43-65.
- GROVES, J. & BULLOCK-WEBSTER, G. R. (1924): The British Charophyta. Volume II. Characeae with plates, concluding articles, geological sketch, bibliography and index. – Ray Society, London. 129 S.
- HIEPKO, P. (1987): The collections of the Botanical Museum Berlin-Dahlem (B) and their history. – Englera 7: 219-252.
- HILT, S. (2004): Kehren unsere Unterwasser- und Schwimmblattpflanzen in unsere Gewässer zurück? – Verhandlungen des Botanischen Vereins von Berlin und Brandenburg 136: 111-119.
- HOLTZ, L. (1903): Characeen. – Kryptogamenflora der Mark Brandenburg 4 (1): 136 S. Leipzig (Verlag Borntraeger).
- JAHN, R. (2002-) [15.09.2004]: AlgaTerra Information System – An information system for terrestrial algal biodiversity: a synthesis of taxonomical, nomenclatural and ecological information. URL: <http://www.algaterra.org>.
- KÖHLER, J.; BEHRENDT, H. & HOEG, S. (2000): Long-term response of phytoplankton to reduced nutrient load in the flushed Lake Müggelsee (Spree system, Germany). – Archiv für Hydrobiologie 148: 209-229.

- KÖHLER, J.; GELBRECHT, J. & PUSCH, M. (2002): Ausblick: Zustand, Probleme und Entwicklungsmöglichkeiten der Spree. 333-337. – [In:] KÖHLER, J.; GELBRECHT, J. & PUSCH, M. (Hrsg.): Die Spree: Zustand, Probleme, Entwicklungsmöglichkeiten. Limnologie aktuell, Band **10**. Stuttgart (Schweizerbart).
- KÖRNER, S. & PUSCH, M. (2002): Submerse Makrophyten der Spree, ihrer Altarme und der durchflossenen Flachseen. 186-196. – [In:] KÖHLER, J.; GELBRECHT, J. & PUSCH, M. (Hrsg.): Die Spree: Zustand, Probleme, Entwicklungsmöglichkeiten. Limnologie aktuell, Band **10**. Stuttgart (Schweizerbart).
- KUSBER, W.-H. (2001): Mikroalgen und Naturschutz – Rote Listen, Bewertungsinstrumentarium und Auswertungsansätze. – Ökologie & Umweltsicherung **21**: 197-228.
- KUSBER, W.-H. (2004): C.G. Ehrenberg und die Anfänge der Berlin-Brandenburger Phykologie. – Verhandlungen des Botanischen Vereins Berlin-Brandenburg **136**: 59-71.
- KUSBER, W.-H.; GEISSLER, U. & JAHN, R. (im Druck): Rote Liste und Gesamtenliste der Rotalgen (Rhodophyceae), Armeleuchteralgen (Charophyceae) und Braunalgen (Phaeophyceae) von Berlin.
- MEYEN, F. J. F. (1827): Beobachtungen und Bemerkungen über die Gattung *Chara*. – Linnaea **2**: 55-81.
- RAABE, U. & WEYER, K. VAN DE (2002): Armeleuchteralgen (Characeae) in Nordrhein-Westfalen. – LÖBF-Mitteilungen **4/02**: 31-38.
- SCHMIDT, D.; WEYER, K. VAN DE; KRAUSE, W.; KIES, L.; GARNIEL, A.; GEISSLER, U.; GUTOWSKI, A.; SAMIETZ, R.; SCHÜTZ, W.; VAHLE, H.-C.; VÖGE, M.; WOLFF, P. & MELZER, A. (1996): Rote Liste der Armeleuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands (2. Fassung, Stand: Februar 1995). – Schriftenreihe für Vegetationskunde **28**: 547-576.
- SCHNITTLER, M. & LUDWIG, G. (1996): Zur Methodik der Erstellung Roter Listen. – Schriftenreihe für Vegetationskunde **28**: 709-739.
- TREUBER, C. (1991): Vergleichende Diskussion der Funde von Characeen (Armeleuchteralgen) in Berliner Gewässern. – [unveröff.] Wissenschaftliche Hausarbeit am Fachbereich Biologie der Freien Universität Berlin.
- TREUBER, C.; FLÖTER, C. & GEISSLER, U. (1995): Characeen in Gewässern des westlichen Berlins – ein Beitrag zur Kenntnis ihrer Verbreitung und Bestandsveränderung. – Schriftenreihe für Vegetationskunde **27**: 451-455.
- WOOD, R. D. (1962): New combinations and taxa in the revision of Characeae. – Taxon **11**: 7-25.

Autoren

Wolf-Henning Kusber
Botanischer Garten und Botanisches Museum
Berlin-Dahlem
Freie Universität Berlin
Königin-Luise-Straße 6-8
14191 Berlin
E-mail: w.h.kusber@bgbm.org

Dr. Regine Jahn
Botanischer Garten und Botanisches Museum
Berlin-Dahlem
Freie Universität Berlin
Königin-Luise-Straße 6-8
14191 Berlin
E-mail: r.jahn@bgbm.org

Uwe Raabe
Borgsheider Weg 11
45770 Marl
E-mail: uraabe@yahoo.de

Prof. Dr. Ursula Geissler
Institut für Biologie – Systematische Botanik und
Pflanzengeographie
Freie Universität Berlin
Altensteinstraße 6
14195 Berlin

Christian Blümel
Universität Rostock
FB Biowissenschaften
Institut für Aquatische Ökologie
Albert-Einstein-Str. 3
18051 Rostock
E-mail: christian.bluemel@biologie.uni-rostock.de

Manuskripteingang: 11.10.2004; angenommen: 10.11.2004

Lothar TÄUSCHER

Neubearbeitung der Armleuchteralgen (Charales) als Bestandteil der Roten Liste der Algen des Landes Sachsen-Anhalt (Deutschland)

Revised version of stoneworts (Charales) as a part of the Red Data List of algae in the Federal State Saxony-Anhalt (Germany)

Abstract

In this paper a review of the Red Data List of stoneworts (Charales) in the Federal State Saxony-Anhalt (Germany) is given. Historical and recent data of stoneworts distribution are the basis for this list of macroalgae. 19 *Chara*, *Nitella*, *Nitellopsis* and *Tolypella* species are important for the bioindication in different waters, especially for the content of phosphorus. For the protection of the endangered species a biotope conservation is necessary.

Keywords: stoneworts, Charales, Red Data List, Saxony-Anhalt, Germany

0 Ein Wort zuvor

Es ist mir ein Bedürfnis, am Anfang folgendes zu betonen. Es ist sehr schön und aufregend, nach vielen Jahren an der Universität Rostock einen Vortrag halten zu dürfen, wo ich von 1972 bis 1976 als Student und Diplomat bei Professor Helmut Pankow (1929-1996) (vgl. TÄUSCHER 1997a,b,c, 2000a) das Einmaleins der aquatischen Ökologie und Hydrobotanik erlernte.

1 Einleitung

Algen sind ein Sammelbegriff verschiedene primär autotropher (Chlorophyll-a besitzender) Protisten. In die Bearbeitung der Roten Liste wurden folgende Algengruppen einbezogen: die zu den Eubakterien gehörenden Cyanophyceae (= Nostocophyceae) / Cyanobacteria (Blualgen / Cyanobakterien) und die Eukaryoten Chrysophyceae s.l. (= Chrysophyceae s. str., Dictyochophyceae, Prymnesiophyceae = Haptophyceae et Synurophyceae) (Goldalgen), Xanthophyceae (= Tribophyceae) (Gelbgrünalgen), Bacillariophyceae (Kieselalgen), Rhodophyceae (= Bangiophyceae)

(Rotalgen), Cryptophyceae (Schlundgeißler), Dinophyceae (Panzergeißler), Euglenophyceae (Schönaugengeißler), Chlorophyta s.l. (Chlorophyceae et Conjugatophyceae) (Grünalgen und Jochalgen) und Charophyceae/Charales (Armlauchteralgen) als wichtigste Algen-Taxa im Binnenland (vgl. KRIENITZ 2000, KRIENITZ & TÄUSCHER 2001, TÄUSCHER 2002).

Einige Arten gehören zu den Makrophyten in den Binnengewässern. Dazu gehören vor allem auch die Armlauchteralgen (Charophyceae/Charales), die Grundrasen bilden. Der Großteil der anderen Algenklassen in den Binnengewässern sind Mikroalgen, die kleiner als 1 mm sind und/oder nur mit Hilfe des Lichtmikroskopes bestimmbar sind (vgl. TÄUSCHER 1998a).

Bei den Mikroalgen wird nach der Lebensform zwischen Mikrophytobenthos (Syn.: Aufwuchs, Bewuchs, Periphyton) und Phytoplankton unterschieden. Zwischen den Makrophyten lebende Mikroalgen werden als Metaphyton, Pleucon oder Pseudoperiphyton bezeichnet. Einige benthische Mikroalgen können als Tychoplankter im Freiwasser auftreten. Nur Massenentwicklungen sind als Beläge und Häute („Frosch- oder Krötenhäute“), Watten, Krusten und Schleimen bzw. Gallertkugeln auf verschiedenen Substraten und als Wasserblüten (flos aquae) oder Vegetationsfärbungen im Freiwasser makroskopisch erkennbar.

Die Algen sind in den meisten Gewässern die Hauptprimärproduzenten und Anfangsglied von Nahrungsketten und -geweben. Sowohl die einzelnen Arten als auch die planktischen und benthischen Algengesellschaften können gut zur Bioindikation der Gewässergüte genutzt werden (TÄUSCHER 1998a und zit. Lit.).

2 Datengrundlagen

Eine revisionsbedürftige Rote Liste bzw. Checkliste der Armlauchteralgen in Sachsen-Anhalt liegt von DIETZE (1998, 1999) mit der Angabe von 10 Arten vor, die in der Roten Liste der Armlauchteralgen Deutschlands (SCHMIDT et al. 1996) noch nicht berücksichtigt werden konnte. Eine Artenlisten der Armlauchteralgen des Elbegebietes in Sachsen-Anhalt wurde von TÄUSCHER & DIETZE (2001) erstellt. Um einen Prodromus der Gesamt-Checkliste der Charales für Sachsen-Anhalt als Grundlage für die Erstellung einer Roten Liste in diesem Bundesland vorlegen zu können, müssen noch folgende Bearbeitungen und Belege berücksichtigt werden.

Bemerkungen zur rezenten Armlauchteralgen-Besiedlung von Gewässern in Sachsen-Anhalt sind in BLISCHKE et al. (1997), BÜSCHER et al. (2001), DIETZE (1998, 1999), SCHUBERT (2003 in SCHUBERT & BLINDOW) und TÄUSCHER (1996a, b, 1998b, 1999, 2000b) bzw. TÄUSCHER & DIETZE (2001) und TÄUSCHER & PAPROTH (2001) zu finden. DOEGE (1999) gibt aus dem Characeen-Herbbar des Staatlichen Museums für Naturkunde Görlitz (GLM) historische Funde von *Chara tomentosa* und *Tolypella glomerata* aus Gewässern in der Nähe des Salziges Sees westlich von Halle (Saale) an.

Die verwendete Nomenklatur richtet sich nach KRAUSE (1997). Die deutschen Namen wurden zum Großteil VAHLE (1990) entnommen.

Angaben zu Armelechteralgengesellschaften in Nordostdeutschland werden in DOLL (1989), KRAUSCH (1964) und TÄUSCHER (1996b, c) bzw. in TÄUSCHER & DIETZE (2001) gemacht.

3 Rote Liste der Algen

Eine zusammenfassende Darstellung der gefährdeten Algen im Land Sachsen-Anhalt ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1 Übersicht zum Gefährdungsgrad der Algen des Landes Sachsen-Anhalt ¹⁾ (leicht modifiziert nach TÄUSCHER 2004)

Taxa	Gefährdungskategorie								Rote Liste
	0 1		2 3		R	G	D	V	
			1				1		absolut
Xanthophyceae			1				1		2
Bacillariophyceae			2 6		3 6			13	30
Rhodophyceae		1		4		1		6	
Chaetophorales					2				2
Zygnematales	1		2	4					7
Desmiales			9	26					35
Charales	7 7		3 2						19
Artenzahl (absolut)	7 8		17	43	3 8		1 14		101

¹⁾ Da es eine Gesamt-Checkliste der Algen für Sa chsen-Anhalt noch nicht gibt (Prodromus in Vorbe-
reitung), können Gesamt-Artenzahlen und der Anteil der gefährdeten Arten in Prozent nicht angege-
ben werden.

Für die Cy anophyceae (= Nostocophyceae)/Cyanobac teria (Blaualgen/ Cy ano-
bakterien), die Chrysophyceae s. l. (Goldalgen), die Crypt ophyceae (Schlundgeißler),
die Dinophyceae (Panzergeißler) und di e Euglenophyceae (Schönaugengeißler) lie-
gen derzeit keine Erkenntnisse über Gefährdungen vor.

Die historischen und rezenten Charales-Funde mit ihren Gefährdungsgraden im
Land Sachsen-Anhalt sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2 Übersicht zum Gefährdungsgrad der Armelechteralgen (Charales) des Landes Sach-
sen-Anhalt (verändert und ergänzt nach TÄUSCHER 2004)

Taxon/Art (wissenschaftlicher Name)	Taxon/Art (deutscher Name)	Kat.	Bem.
Charophyceae Charales	Armelechteralgen		
<i>Chara aspera</i> WILLD. Rau	he Armelechteralge	0	
<i>Chara canescens</i> LOISEL. Grau	e Armelechteralge	0	¹⁾
<i>Chara contraria</i> A. BRAUN ex KÜTZ. Gege	nsätzliche Ar- melechteralge	1	

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Taxon/Art (wissenschaftlicher Name)	Taxon/Art (deutscher Name)	Kat.	Bem.
<i>Chara globularis</i> THUILL. Zerb	rechliche Armleuchteralge	3	
<i>Chara hispida</i> L.	Steifhaarige Armleuchteralge	2	
<i>Chara intermedia</i> A. BRAUN Mittlere	Armleuchteralge	1	2)
<i>Chara polyacantha</i> A. BRAUN Vielstachlige	Armleuchteralge	0	3)
<i>Chara rudis</i> (A. BRAUN) LEONH. Armleu	chteralge	1	
<i>Chara tomentosa</i> L.	Geweih-Armleuchteralge	1	4)
<i>Chara virgata</i> Kütz. (= <i>C. delicatula</i>) Feine	Armleuchteralge	1	
<i>Chara vulgaris</i> L.	Gemeine Armleuchteralge	3	
<i>Nitella capilaris</i> (KROCK.) J. GROVES & BULL.-WEBST. Haa	r-Glanzleuchteralge	0	5)
<i>Nitella flexilis</i> (L.) C. AGARDH Biegsa	me Glanzleuchteralge	1	
<i>Nitella mucronata</i> (A. BRAUN) MIQ.in H. C. HALL em. WALLM.	Stachelspitzige Glanzleuchteralge	0	6)
<i>Nitella opaca</i> (BRUZ.) C. AGARDH Dun	kle Glanzleuchteralge	2	
<i>Nitellopsis obtusa</i> (DESV.) J. GROVES Stern-A	rmleuchteralge	2	
<i>Tolypella glomerata</i> (DESV.) LEONH. Knäuel	- Armleuchteralge	0	7)
<i>Tolypella intricata</i> (TRENTEP. ex ROTH) LEONH. Verw	orrene Armleuchteralge	1	8)
<i>Tolypella prolifera</i> (ZIZ ex A. BRAUN)LEONH. Spro	ssende Armleuchteralge	0	9)

Letzter Nachweis (Spalte 4, Bem.)

- 1) früher im Gebiet des Salzigen Sees (Herbarbeleg HAL: RAABE, pers. Mitt. 2003), SCHUBERT et al. fanden diese Art aktuell am Salzigen See bei Unterröblingen (briefl. Mitt. 2004)
- 2) Nachweis durch SCHUBERT in SCHUBERT & BLINDOW (2003) im Gebiet des Salzigen Sees, frühere Vorkommen im Gebiet des Salzigen Sees (Herbarbelege GFW)
- 3) früher bei Teutschenthal (Herbarbeleg GFW: leg. J. KUNZE 1875 – B LÜMEL, pers. Mitt. 2004), SCHUBERT et al. fanden diese Art aktuell am Salzigen See bei Unterröblingen (briefl. Mitt. 2004)
- 4) früher im Gebiet des Salzigen Sees (Herbarbeleg GLM: DOEGE 1999); SPRENGEL, C. (1811): Observationes in Floram Halensis (RAABE, briefl. Mitt. 2003), SCHUBERT et al. fanden diese Art aktuell am Salzigen See bei Teutschenthal (briefl. Mitt. 2004)
- 5) Herbarbeleg HAL: RAABE (pers. Mitt. 2003)
- 6) Herbarbeleg HAL: RAABE (pers. Mitt. 2003)
- 7) früher im Gebiet des Salzigen Sees (Herbarbeleg GLM: DOEGE 1999, Herbarbeleg HAL: RAABE, pers. Mitt. 2003)
- 8) Nachweis durch BÜSCHER et al. (2001)
- 9) Nach DIETZE (1998, 1999) derzeit in Sachsen-Anhalt nicht nachgewiesen

4 Gefährdungsursachen und erforderliche Schutzmaßnahmen

Besonders die Phosphorgehalte dürfen für sehr gute Characeen-Gewässer 20 µg/l nicht weit überschreiten (vgl. KRAUSE 1981). Dies ist für oligo- und mesotrophe Verhältnisse charakteristisch (s. TÄUSCHER 2003 und zit. Lit.). Wassertrübungen durch Mikroalgen-Massenentwicklungen infolge anorganischer Nährstoffbelastungen und der Eintrag organischer Substanzen sind die wichtigsten Gefährdungsfaktoren für die Vorkommen gefährdeter Armeleuchteralgen in Sachsen-Anhalt (s. TÄUSCHER & DIETZE 2001). Nur wenige Armeleuchteralgen-Arten (z.B. *Chara globularis*, *Chara vulgaris*) kommen auch bei höheren Nährstoffgehalten vor.

Für den Schutz der gefährdeten Algenarten ist ein Biotopschutz notwendig, d.h. vor allem ist das Spektrum der kleinen Gewässerhabitate in all ihrer morphologischen und trophischen Vielfalt zu erhalten. Außerdem sind diese nicht durch gewässerregulierende Maßnahmen zu zerstören oder ihr Wasserspiegel zu senken (KRIENITZ & TÄUSCHER 2001). Eine extensive Nutzung des Gewässerumlandes ist zu fördern, um randliche Nährstoffeinträge zu minimieren bzw. nährstoffarme Verhältnisse zu erreichen.

5 Ausblick

Braunkohletagebau-Restgewässern ist als möglichen Siedlungsgewässern von Armeleuchteralgen bei Wasserpflanzen-Erfassungen und -Kartierungen eine besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Auch werden verschiedene z. Z. noch als 0 geführte Taxa bei intensiver Nachsuche aktuell in Sachsen-Anhalt nachweisbar sein, wie z.B. *Nitella capillaris* (in der Elbtalau) oder *Tolypella glomerata*, die als bemerkenswerte Wiederfunde für das benachbarte Land Brandenburg bereits gemeldet wurden (RAABE et al. 2004, s. dieser Tagungsband). Im Jahr 2004 wurden weiterhin *Chara canescens*, *Chara hispida*, *Chara intermedia*, *Chara polyacantha* und *Chara tomentosa* als aktuelle Funde von SCHUBERT, BOEGLE & SCHNEIDER (briefl. Mitt. 2004) aus dem Gebiet des Salziges Sees in Sachsen-Anhalt festgestellt und als Herbarbelege dokumentiert.

Danksagung

Frau Dr. habil. A. Doege (Fachbereich Gewässerökologie der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft Sachsen), Herrn C. Blüme I (Universität Rostock), Herrn U. RAABE (Landesanstalt für Ökologie, Biotopordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen) und Herrn Prof. Dr. H. Schubert (Universität Rostock) danke ich recht herzlich für die Mitteilung von Characeen-Herbarbelegen für das Gebiet von Sachsen-Anhalt aus den Herbarien Berlin (BGBM), Dresden (DR), Görlitz (GLM), Greifswald (GFW), Halle (Saale) (HAL), Hamburg (HBG) und Jena (JE) bzw. aktuelle Fundmitteilungen aus dem Jahr 2004.

Literatur

- BLISCHKE, H., C. BRAUNS, O. KISSLING & C. VEEN (1997): Beitrag zum Pflege- und Entwicklungsplan für den Rödel. – Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt (Halle/S.) **34**: 25-38.
- BÜSCHER, E., T. KAISER, M. WENST & J. O. WOHLGEMUTH (2001): Erstnachweis der Verworrenen Armleuchteralge für Sachsen-Anhalt. – Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt (Halle/S.) **38**: 37-41.
- DIETZE, H. (1998): Rote Liste der Armleuchteralgen des Landes Sachsen-Anhalt. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle/S.) **30**: 18-20.
- DIETZE, H. (1999): Checkliste der Armleuchteralgen (Characeae). – In: FRANK, D. & V. NEUMANN (eds.): Bestandssituation der Pflanzen und Tiere Sachsens-Anhalts. – Stuttgart (Hohenheim): 146-147.
- DOEGE, A. (1999): Das Characeen-Herbar des Staatlichen Museums für Naturkunde Görlitz. – Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz (Görlitz) **71**: 465-473.
- DOLL, R. (1989): Die Pflanzengesellschaften der stehenden Gewässer im Norden der DDR Teil I. Die Gesellschaften des offenen Wassers (Characeen-Gesellschaften). – Feddes Repertorium (Berlin) **100**: 281-324.
- KRAUSCH, H.-D. (1964): Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee-Gebietes I. Die Gesellschaften des offenen Wassers. – Limnologica (Berlin) **2**: 145-203.
- KRAUSE, W. (1981): Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. – Limnologica (Berlin) **13**: 399-418.
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae). – In: ETTL, H., G. GÄRTNER, J. GERLOFF, H. HEYNIG & D. MOLLENHAUER (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 18. – Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.
- KRIENITZ, L. (2000): Zur Biodiversität des Phytoplanktons der Binnengewässer. – Wasser & Boden (Berlin) **52**: 19-22.
- KRIENITZ, L. & L. TÄUSCHER (2001): Algen (excl. Charophyceae). – In: LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (ed.): Arten- und Biotopschutzprogramm Sachsen-Anhalt: Landschaftsraum Elbe. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle/S.), Sonderheft 3/Teil 2: 207-213; Teil 3: 707-709.
- RAABE, U., S. RÄTZEL & M. RISTOW (2004): Drei bemerkenswerte Wiederfunde von Characeen in Brandenburg: *Nitella capillaris*, *Tolypella glomerata* und *Chara tenuispina*. – Vortrag Erste Arbeitstagung „Characeen Deutschlands – Verbreitung und Schutzmaßnahmen“, Rostock 6./7. März 2004.
- SCHMIDT, D., K. VAN DE WEYER, L. KIES, A. GARNIEL, U. GEISLER, A. GUTOWSKI, R. SAMIETZ, W. SCHÜTZ, H.-C. VAHLE, M. VÖGE, P. WOLFF & A. MELZER (1996): Rote Liste der Armleuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands – 2. Fassung, Stand: Februar 1995. – In: LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (ed.): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. – Schriftenreihe für Vegetationskunde (Bonn-Bad Godesberg) **28**: 547-576.
- SCHUBERT, H. (2003): *Chara intermedia*-Nachweis. – In: SCHUBERT, H. & I. B. LINDOW (eds.): Charophytes of the Baltic Sea. – Ruggel.
- TÄUSCHER, L. (1996a): Beitrag zur Gewässerökologie des Elbe-Havelwinkels (Sachsen-Anhalt). – Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt (Halle/S.) **33**: 40-50.
- TÄUSCHER, L. (1996b): Hydrobotanische und ökologische Untersuchungen an und in Gewässern des nördlichen Elb-Havel-Winkels III. Entwässerungsgräben. – Untere Havel – Naturkundliche Berichte (Havelberg) **5**: 31-37.
- TÄUSCHER, L. (1997a): In memoriam HELMUT PANKOW (1928-1996) (incl. Verzeichnis hydrobotanisch-ökologischer Arbeiten von H. P.). – Limnologica (Jena) **27**: 267-269.
- TÄUSCHER, L. (1997b): In memoriam HELMUT PANKOW (1929-1996) (incl. List of hydrobotanical and ecological studies of Prof. H. P.). – Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie (Berlin) **82**: 287-290.
- TÄUSCHER, L. (1997c): Nachruf Prof. Helmut Pankow (1929-1996). – Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL)-Mitteilungen **1/97**: 14.
- TÄUSCHER, L. (1998a): Mikroalgen-Gesellschaften der Gewässer Nordostdeutschlands und ihre Nutzung zur Bioindikation. – Feddes Repertorium (Berlin) **109**: 617-638.
- TÄUSCHER, L. (1998b): Hydrobotanische und ökologische Untersuchungen an und in Gewässern des nördlichen Elb-Havel-Winkels V. Die Mikro- und Makrophytenbesiedlung von Teilbereichen der Oberen Mittel-Elbe und ihrer Auengewässer (Elbe-km 395 bis 430). – Untere Havel – Naturkundliche Berichte (Havelberg) **8**: 39-51.

- TÄUSCHER, L. (1999): Wasser- und Sumpfpflanzen-Funde im Elb-Havel-Winkel (Biosphärenreservat "Flusslandschaft Elbe", Sachsen-Anhalt, Landkreis Stendal). - Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anhalt (Halle/S.) 4: 70-74.
- TÄUSCHER, L. (2000a): Der Beitrag von Helmut Pankow (1929-1996) für die botanische Erforschung Mecklenburg-Vorpommerns (incl. Verzeichnis der Taxa- und Syntaxa-Neubeschreibungen, -Neukombinationen und -Ermendierungen, hydrobotanisch-ökologischer Arbeiten, Arbeiten zur Pflanzenanatomie, Gefäßpflanzen- und Moosflora Mecklenburgs und Bücher und Buchbeiträge). - Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL)- Tagungsbericht 1999 (Rostock), Bd. II: 1038-1046.
- TÄUSCHER, L. (2000b): Hydrobotanische und ökologische Untersuchungen an und in Gewässern des nördlichen Elb-Havel-Winkels (Biosphärenreservat "Flusslandschaft Elbe", Sachsen-Anhalt) VII. Die Wasser- und Sumpfpflanzen-Besiedlung von Kleingewässern. - Untere Havel – Naturkundliche Berichte (Havelberg) 10: 29-32.
- TÄUSCHER, L. (2002): Algen. – In: LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (ed.): Die Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie im Land Sachsen-Anhalt. – Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt (Halle/S.) 39, Sonderheft: 15-16.
- TÄUSCHER, L. (2003): Langzeitmonitoring oligo- und mesotropher Seen im Land Brandenburg. - Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL)-Tagungsbericht 2002 (Braunschweig), Bd. I: 40-43.
- TÄUSCHER, L. (2004): Rote Liste der Algen des Landes Sachsen-Anhalt. – In: LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (ed.): Rote Listen Sachsen-Anhalt. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle/S.) 39: 5-13.
- TÄUSCHER, L. & H. DIETZE (2001): Armeleuchteralgen (Charophyceae). – In: LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (ed.): Arten- und Biotop schutzprogramm Sachsen-Anhalt: Landschaftsraum Elbe. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle/S.), Sonderheft 3/Teil 2: 214-215; Teil 3: 710.
- TÄUSCHER, L. & R. PAPROTH (2001): Wasser- und Sumpfpflanzen-Funde im Elb-Havel-Winkel (Biosphärenreservat "Flusslandschaft Elbe", Sachsen-Anhalt, Landkreis Stendal) II. Neufunde, Wiederfunde und Ergänzungen. - Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anhalt (Halle/S.) 6: 3-6.

Autor:

Dr. Lothar Täuscher
 Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH
 Schlunkendorfer Straße 2e
 14554 Seddiner See
 e-mail: gewaesseroekologie-taeuscher@gmx.de

privat:
 Petersburger Straße 44
 10249 Berlin

Manuskripteingang: 15.09.2004; angenommen: 11.10.2004

Thomas GREGOR

Characeen-Floristik in Hessen

The Investigation of Charophytes in Hesse

Abstract:

Charophytes have been largely neglected among Hessian naturalists. Only JOHANN JAKOB DILLENIIUS concentrated on this group and described in prelinnean time new taxa. Later botanists only used the rather vague taxa differentiated by LINNÉ. A critical checklist was only compiled in the 21th century.

Keywords: Hesse, charophytes, Dillenius, Linnaeus

1 Einleitung

Characeen wurden kaum von hessischen Botanikern beachtet. Nur JOHANN JAKOB DILLENIIUS bearbeitete auch diese Gruppe und beschrieb, noch in vorlinnaischer Zeit, zwei neue Arten. Nachfolgende Botaniker beschränkten sich meist auf die Nennung der wenig differenzierten linnaischen Taxa. Erst im 21. Jahrhundert wurde eine kritische Checkliste erstellt.

Die Beschäftigung mit Characeen auf dem Gebiet des heutigen Bundeslandes Hessen begann viel versprechend. Einer der bedeutendsten Botaniker seiner Zeit JOHANN JAKOB DILLENIIUS (1684–1747) hatte in Gießen studiert. Er schrieb eine Flora („Catalagus“) für die um Gießen vorkommenden Arten (DILLENIIUS 1719). In diesem nach Blühmonaten geordneten Werk werden 4 Characeen mit Fundorten genannt. Leider scheinen keine Belege aus DILLENIIUS' hessischer Zeit erhalten geblieben zu sein, ganz im Gegensatz zu seinem später in England angelegten Herbar (DRUCE & VINES 1907). Die vorlinneischen Namen erschweren eine Deutung seiner Taxa:

Hippuris coralloides unter den Plantae Maji

Hippuris foetida unter den Plantae Junii

Hippuris muscosa, setis per extremum stellatis unter den Plantae Septembrii

Hippuris setis bifurcis unter den Plantae Septembrii

Die beiden letztgenannten Taxa waren von ihm ausführlich beschrieben worden (DILLENIIUS 1717). Beigefügte Abbildungen erlauben eine Deutung als *Nitella mucronata* (A. Braun.) Miq. in H.C. Hall em Wallm. und *N. flexilis* (L.) C. Agardh.

Aus vorlinnaischer Zeit liegt eine weitere Einzelangabe für „Equisetum foetidum sub aqua repens“ vor. JOHANN CHRISTIAN SENCKENBERG (1707–1772) erwähnt in seiner unveröffentlicht gebliebenen „Flora von Frankfurt“ (S PILGER 1941) den Fundort: „Auf der letzten sumpfigen Wiese in dem Metzgersbruch, oben an der Landwehr, so nach dem Riederberg zu zieht ...“ und erwähnt, dass 1725 „da der Sommer trocken und der Graben wenig Wasser hatte ... sie sehr häufig auf dem Grund [lag]“. Der Fundort lag südlich des heutigen Frankfurtfurter Zoos, der damaligen „Pfungst Weide“. Es dürfte sich dabei um *Chara vulgaris* L. gehandelt haben.

Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts wurden Characeen etwa in der Hälfte der erschienenen Floren genannt, danach entfielen die jetzt allgemein als Algen angesehenen Characeen als Gegenstand von (Gefäßpflanzen)-Floren. 4 Characeen wie Dillenkönnte keine spätere hessische Flora unterscheiden (Tab. 1). Floren, die Characeen berücksichtigten, unterschieden an LINNÆUS (1753) angelehnt maximale eine normale (*vulgaris*), einer rauhen (*hispidata*) und eine biegsame (*flexilis*) Armeleuchteralge. LINNÆUS 5. Art *Chara tomentosa* L. kam in Hessen tatsächlich nie vor. Die „normale“ Chara dürfte meist *Chara globularis* Thuill. oder *Ch. vulgaris* gewesen sein, unter der rauhen wurden *Chara hispida* L. und andere bestachelte Arten verstanden und als biegsame Armeleuchteralge wurden wohl alle *Nitella*-Arten zusammengefasst. Dass eine derartig kursorische Behandlung der Gruppe nicht überall Standard war, zeigen Nachbargebiete. Der 4. Band von Gmelins Flora der Pfalz und des Elsass (GMELIN 1826) unterscheidet 7 Arten, die Chloris Hannoverana (MEYER 1836) bringt Angaben zu 6 Arten.

Die Ende des 19. Jahrhunderts erscheinenden noch heute für die deutsche Characeen-Floristik maßgeblichen Kompilationen (NORDSTEDT 1882, MÜGULA 1897) konnten das heutige Hessen kaum berücksichtigen.

Tabelle 1 Nennungen von Characeen in hessischen Floren des 18. und 19. Jahrhunderts.

keine	Characeen	nur <i>Chara vulgaris</i>	<i>Chara flexilis</i> , <i>Ch. hispida</i> & <i>Ch. vulgaris</i>
1751–1800	– 3 1		
1801–1850	8 – 4		
1851–1900	9 – –		

Im 20. Jahrhundert waren Characeen nicht mehr Gegenstand floristischer Bemühungen. Als Niedere Pflanzen gehörte ihre Kenntnis nicht zum Rüstzeug floristischer Heimatforscher. Für die in Hessen tätigen Algologen war floristische Heimatforschung wiederum kein Forschungsgegenstand. Lediglich HEIDT (1936) verfertigte eine Übersicht zum Kenntnisstand der Characeen um Gießen. Diese kam

aber über eine wenig sachkundige Kompilation verschiedener Quellen nicht hinaus. Erst im 21. Jahrhundert wurde die lange brachliegende Characeen-Floristik auch in Hessen wieder entdeckt. Es entstanden Übersichtsarbeiten und eine Rote Liste (GREGOR 2001, 2002 & 2003).

Der Sammlungsbestand des bedeutendsten hessischen Herbariums des Herbariums Senckenbergianum am Forschungsinstitut Senckenberg in Frankfurt am Main zeigt die geringe Sammeltätigkeit bei Characeen (Abb. 1). Auch in anderen hessischen Herbarien ist der Sammlungsbestand aus Hessen stammender Characeen sehr gering. In Marburg (MB) wurden 2 Belege und in Wiesbaden (WIES) 8 Belege festgestellt.

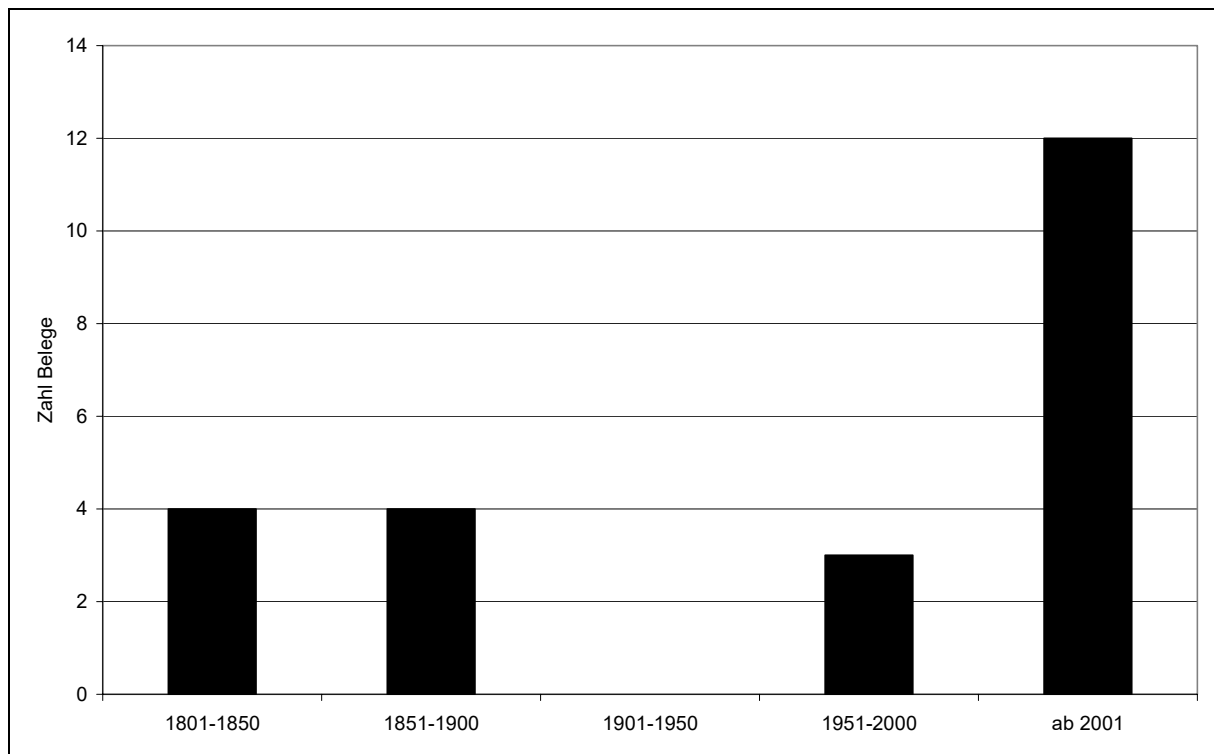


Abb. 1 Datierbare Characeen-Belege aus Hessen im Senckenberg-Herbarium

Rückblickend lässt sich die Frage nach dem Warum der geringen Beschäftigung mit Characeen nur unzureichend beantworten.

In Hessen drängt sich die Beschäftigung mit Characeen nicht auf. Der größte Teil des heutigen Hessen ist von Mittelgebirgen bedeckt, die eine eher uninteressante Characeen-Flora aufweisen. Natürlich Stillgewässer sind in Hessen abgesehen von wenigen wassergefüllten Salzauslaugungssenken in Osthessen und anderen Sonderformen nicht vorhanden. Der heutige Reichtum an Stillgewässern entstand erst mit der industriellen Förderung von Sand und Gesteinen im 19. Jahrhundert. Ob Characeen in Gräben von Niederungsgebieten ehemals häufiger vorkommen, lässt sich heute nicht mehr beantworten.

Die Forschungsthemen universitärer Forschung haben sich verändert. Im 19. Jahrhundert haben sich Botanikprofessoren auch mit der Floristik der Umgebung ihrer Arbeitsorte beschäftigt. So bestand die Forschungstätigkeit des Gießener Botanikprofessors Hermann Hoffmann (1879–1883) größtenteils aus einer floristischen Kartierung von Mittel- und Südhessen sowie Rhein Hessens. Leider sind sein Herbar und seine Aufzeichnungen im 2. Weltkrieg verbrannt. Heute dürfte ein derartiges Unternehmen kaum als ernsthafte wissenschaftliche Beschäftigung eines Botanikprofessors angesehen werden.

In der außeruniversitären Forschung hat ein deutlicher Niveauverlust stattgefunden. Ehemals war es nicht unüblich, verschiedene systematische Gruppen intensiv zu bearbeiten. So schrieb der Kasseler Arzt Louis Pfeiffer (1805–1877) neben einer Flora von Nordhessen (Pfeiffer & Cassebeer 1844), die auch Characeen und Moose behandelte, eine Monographie über Schnecken. Moritz Balthasar Borkhausen (1760–1806) schrieb neben einer auch Characeen berücksichtigenden Flora (Borkhausen 1793) ein umfassendes Standardwerk zur deutschen Ornithologie sowie eine mehrbändige Naturgeschichte der europäischen Tag- und Nachtfalter. Derartige Exzellenz in verschiedenen Bereichen ist unter hessischen Naturkundlern heute nicht zu finden.

Danksagung

Für die Möglichkeit zur Auswertung hessischer Floren danke ich Karl Peter Butler, Frankfurt am Main. Joop van Raam, Leiden, half bei der Deutung der vorlinnäischen Angaben.

Literatur

- BORKHAUSEN, M. B. (1793): Flora der oberen Grafschaft Katzenelnbogen nach dem System vom Stande, der Verbindung und dem Verhältnisse der Staubfäden. – Rheinisches Magazin zur Erweiterung der Naturkunde 1: 393–607; Gießen.
- DILLENIIUS, J. J. (1717): Dissertatio epistolaris de plantarum propagatione maxime capillarium et Muscorum cum iconibus et descriptionibus herbarum aliquot novarum. – Aca demiae Caesareo-Leopoldinae Carolinae Naturae Curiosorum Ephemerides sive observationum medico-Physicarum a celeberrimis viris Tum Medicis, tum aliis Eruditis in Germania et extra eam communicatarum, 5/6 Appendix: 45–68, tab. XI–XIII; Noriberge.
- DILLENIIUS, J. J. (1719): Catalogus Plantarum sponte circa Gissam nascentium. Cum Appendice – 1–256, Appendix 1–12, 1–176, 1–20; Francofurti ad Moenam (Joh. Maximilian à Sande).
- DRUCE, G. C. & VINES, S. H. (1907): The Dillenian Herbaria. An account of the Dillenian collections in the herbarium of the University of Oxford, together with a biographical sketch of Dillenius, selections from his correspondence, notes, &c. – CXII + 258 pp., frontispiece; Oxford (Clarendon Press).
- GMELIN, C.C. (1826): Flora Badensis alsatica et confinium regionum cis et transrhenana plantas a lacu Bodamico usque ad confluentem Mosellae et Rheni sponte nascentes exhibens secundum systema sexuale cum iconibus ad naturam delineatis. Tom. IV. – 808 S.; Carlsruhae (A. Müller).
- GREGOR, T. (2001). Die Kenntnis der Armeleuchteralgen (Characeen) in Hessen. – Natur und Museum 113: 253–263; Frankfurt am Main.
- GREGOR, T. (2002): Die Armeleuchteralgen (Characeae) Hessens – eine erste Fundortliste. – Jahrbuch des nassauischen Vereins für Naturkunde 122: 95–113; Wiesbaden „2001“.
- GREGOR, T. (2003): Rote Liste der Armeleuchteralgen (Characeae) Hessens. Erste Fassung. – Botanik und Naturschutz in Hessen 16: 31–37; Frankfurt am Main.
- HEIDT, K. (1936): Characeen in der Umgebung von Gießen. – Berichte der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, Neue Folge 17: 73–78; Gießen.

- LINNAEUS, C. (1753): *Species plantarum exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificibus, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas*. Tomus II. – [2], 561–1200 + [32] S.; Holmia (Laurentius Salvius).
- MEYER, G. F. W. 1836: *Chloris Hanoverana oder nach den natürlichen Familien geordnete Übersicht der im Königreiche Hannover wildwachsenden sichtbar blühenden Gewächse und Farn nebst einer Zusammenstellung derselben nach ihrer Benutzung im Haushalte, in den landwirthschaftlichen Gewerben und in den Künsten*. – VI + 744 S.; Göttingen (Vandenhoeck und Ruprecht).
- MIGULA, W. (1897): *Die Characeen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz*. Unter Berücksichtigung aller Arten Europas. – In: FISCHER, A., FISCHER, E., HAUCK, F., LIMPRICHT, G., LUERSSEN, C., MIGULA, W., REHM, H., RICHTER, P. & WINTER, G.: *Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz*. – 5. – 16 + 765 S.; Leipzig (E. Kummer).
- NORDSTEDT, O., Hrsg. (1882): *Fragmente einer Monographie der Characeen von Hrn. A. Braun*. Nach den hinterlassenen Manuscripten A. Braun's. – *Abh. Kgl. Akad. Wiss. Berlin*, 1882: 1–211; Berlin.
- PFEIFFER, L. & CASSEBEER, J. H. (1844): *Uebersicht der bisher in Kurhessen beobachteten wildwachsenden und eingebürgerten Pflanzen*. Erste Abtheilung. – 10 + 252 S.; Kassel (J. J. Bohné).
- SPILGER, L. (1941): *Senckenberg als Botaniker und die Flora von Frankfurt zu Senckenberg's Zeiten*. – *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft* 458: 1–175; Frankfurt a. M.

Autor:

Dr. Thomas Gregor
 Siebertshof 22
 D-36110 Schlitz
 Email: gregor_wolf@t-online.de

Manuskripteingang: 05.10.2004; angenommen: 11.10.2004

Klaus VAN DE WEYER & Uwe RAABE

Die Erfassung der Armelechteralgen-Gewächse (Characeae) in Nordrhein Westfalen

The investigation of Charophytes in North Rhine-Westphalia

Abstract

Since the early 1990s a voluntary systematic study on the Characeae in North Rhine-Westphalia has been performed. At the present date about 1740 current and historical data are available and have been entered into a data base. There are records of 21 species, only *Chara intermedia* A. Braun is extinct. The most common species are *Chara vulgaris* L., *C. globularis* Thuill. and *Nitella flexilis* L. In 1999, a regional Red Data List of stoneworts of North Rhine-Westphalia has been presented. The most important habitat types for Charophytes in North Rhine-Westphalia are gravel pits, peat coal pits and artificial pools. Following completion of the mapping work (grid maps) it is planned to collect the results in a practical handbook on Charophyte protection.

Keywords: Characeae, North Rhine-Westphalia, Red Data List, grid maps, distribution

1 Einleitung

Armelechteralgen-Gewächse spielen sowohl im Natur- und Artenschutz als auch bei der Bewertung von Gewässern als relativ leicht kenntliche Makrophyten eine immer größere Rolle. So besteht auch ein zunehmendes Interesse an der Kenntnis ihrer Verbreitung, Ökologie und Biologie. Im Gegensatz zu einigen anderen Teilen Deutschlands hat Nordrhein-Westfalen keine Tradition bei der Erfassung der Characeen. Entsprechend liegen nur sehr wenige und zerstreute ältere Angaben zum Vorkommen in diesem Bundesland vor. Die vorliegende Bearbeitung gibt einen Überblick auf den Stand der floristischen Erfassung der Armelechteralgen in Nordrhein-Westfalen.

2 Methoden

Anfang der 1990er Jahre wurde in Nordrhein-Westfalen erstmals mit einer systematischen Kartierung der Armlauch-Characeen-Gewächse begonnen, im Wesentlichen auf ehrenamtlicher Basis (VAN DE WEYER 1993, 1994). Die Rasterkartierung gleicht bezüglich der Methodik derjenigen der höheren Pflanzen. Bezugsebene sind zunächst die Viertelquadranten der Messtischblätter (TK 25). Alle aktuellen Funddaten (Fundort, Rasterfeld, Datum, Kartierer/Melder/Sammler etc.) werden von Klaus van de Weyer in eine Access-Datenbank eingegeben. Ergänzend wurden auch historische Angaben (basierend insbesondere auf Literatur- und Herbar-Auswertungen) in die Datenbank aufgenommen. Die Darstellung der Verbreitungskarten, die im Internet unter www.lanap.lan.de/makrophyten ebenso wie ein Bestimmungsschlüssel abrufbar sind, erfolgt mit Hilfe der Programme Florein und GSview.

3 Kartierungsstand

Derzeit (Stand: 31.12.2003) liegen ca. 1500 aktuelle Meldungen (ab 1980) vor, die auf 131 Personen zurückgehen. Hinzu kommen ca. 240 historische Angaben (vor 1980), so dass sich der Gesamtdatenbestand auf ca. 1740 Angaben zum Vorkommen von Characeen in Nordrhein-Westfalen beläuft.

Bisher konnten 21 Arten nachgewiesen werden. Tabelle 1 gibt einen Überblick über ihr Vorkommen in den verschiedenen Großlandschaften Nordrhein-Westfalens. Es fällt auf, dass die Mittelgebirgs-Landschaften (vor allem Eifel/Siebengebirge und Süderbergland) aufgrund der natürlichen Gegebenheiten deutlich artenärmer sind als das Tiefland (besonders Westfälische Bucht/Westfälisches Tiefland und Niederrheinisches Tiefland).

Anmerkungen zur nebenstehenden Tabelle 1

NRTL: Niederrheinisches Tiefland, NRBU: Niederrheinische Bucht, WB/WT: Westfälische Bucht/Westf. Tiefland
WEBGL: Weserbergland, EI/SG: Eifel/Siebengebirge
SÜBGL: Süderbergland
1= Nachweis ab 1990, 0 = Nachweis vor 1990

Tabelle 1 Characeen Vorkommen in den verschiedenen Großlandschaften Nordrhein-Westfalens

		NRTL D	NRBU	WB/WT	WEBGL	EI/SG	SÜBGL
1	<i>Chara aspera</i> Willd. (Raue Armleuchteralge)	1 0		1	0	1	.
2	<i>Chara braunii</i> C. C. Gmel. (Brauns Armleuchteralge)	..		1	.	.	.
3	<i>Chara contraria</i> A. Braun ex Kütz. (Gegensätzliche Armleuchteralge)	1 1		1	1	.	1
4	<i>Chara globularis</i> Thuill. (Zerbrechliche Armleuchteralge)	1 1		1	1 1		1
5	<i>Chara hispida</i> L. (Steifborstige Armleuchteralge)	1 1		1	0	.	.
6	<i>Chara intermedia</i> A. Braun (Kurzstachelige Armleuchteralge)	..		0	.	.	.
7	<i>Chara polyacantha</i> A. Braun (Vielstachelige Armleuchteralge)	. 1		1	1	.	.
8	<i>Chara virgata</i> Kütz. (Feine Armleuchteralge)	1 1		1	1	.	.
9	<i>Chara vulgaris</i> L. (Gewöhnliche Armleuchteralge)	1	1	1	1 1		1
10	<i>Nitella capillaris</i> (Krocker) J. Groves & Bullock-Webster (Haar-Glanzleuchteralge)	1 1		1	.	.	.
11	<i>Nitella flexilis</i> L. (Biegsame Glanzleuchteralge)	1	1	1	1	.	1
12	<i>Nitella gracilis</i> (Sm.) C. A. Agardh (Zierliche Glanzleuchteralge)	0 1		1	0	.	1
13	<i>Nitella mucronata</i> (A. Braun) Miq. in H.C. Hall em. Wallm. (Stachelspitzige Glanzleuchteralge)	1 1		1	1	.	.
14	<i>Nitella opaca</i> (Bruz.) C. Agardh (Dunkle Glanzleuchteralge)	1 1		1	1 1		1
15	<i>Nitella syncarpa</i> (Thuill.) Chev. (Verwachsenfrüchtige Glanzleuchteralge)	..		1	.	.	.
16	<i>Nitella tenuissima</i> (Desv.) Kütz. (Schirmförmige Glanzleuchteralge)	1 0		1	.	.	.
17	<i>Nitella translucens</i> (Pers.) C. Agardh (Schimmernde Glanzleuchteralge)	1 1		1	.	.	.
18	<i>Nitellopsis obtusa</i> (Desv. in Loisel.) J. Groves (Sternleuchteralge)	1 1		0	.	.	.
19	<i>Tolypella glomerata</i> (Desv.) Leonh. (Kleine Baubleuchteralge)	1 .		1	.	.	.
20	<i>Tolypella intricata</i> (Trentep. ex Roth) Leonh. (Verworrene Baubleuchteralge)	1 .		0	.	.	.
21	<i>Tolypella prolifera</i> (Ziz ex A. Braun) Leonh. (Sprossende Baubleuchteralge)	1
rezent	vorkommend	16	13	17	8	4	6
Gesamtzahl		17	15	19	12	4	6

Die häufigsten Arten sind in Nordrhein-Westfalen *Chara vulgaris* L. (vgl. Abb. 1, alle Verbreitungskarten St and 31.12.2003, ausgefüllte Kreise bedeuten Vorkommen nach 1980) und *Chara globularis* Thuill. Die häufigste Art der Gattung *Nitella* ist *Nitella flexilis* L. (vgl. Abb. 2). Als relativ verbreitet kann man *Chara contraria* A. Braun ex Kütz., *C. virgata* Kütz. und *Nitella mucronata* (A. Braun) Miq. In H. C. Hall em. Wallman bezeichnen. Alle anderen Arten sind selten bzw. sehr selten. Nur für eine Art, *Chara intermedia* A. Braun, liegen derzeit keine aktuellen Angaben vor.

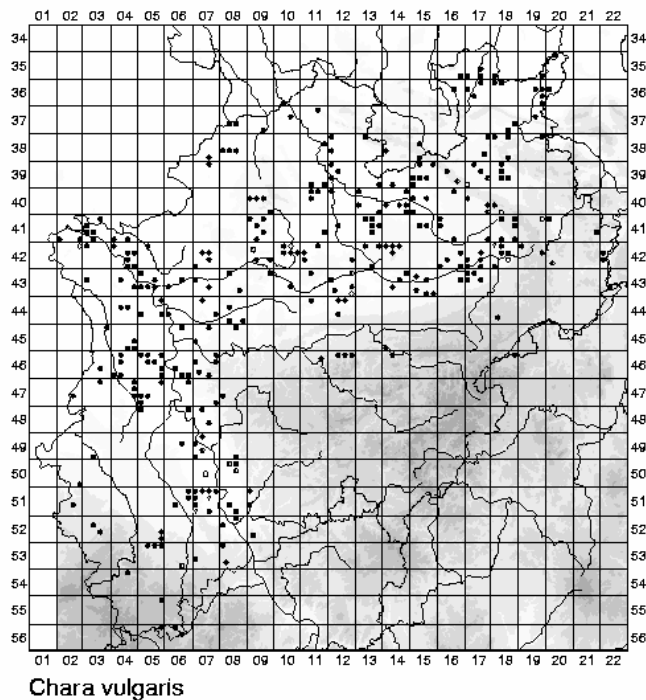


Abb. 1 Die Verbreitung von *Chara vulgaris* L. in NRW (Stand 31.12.2003)

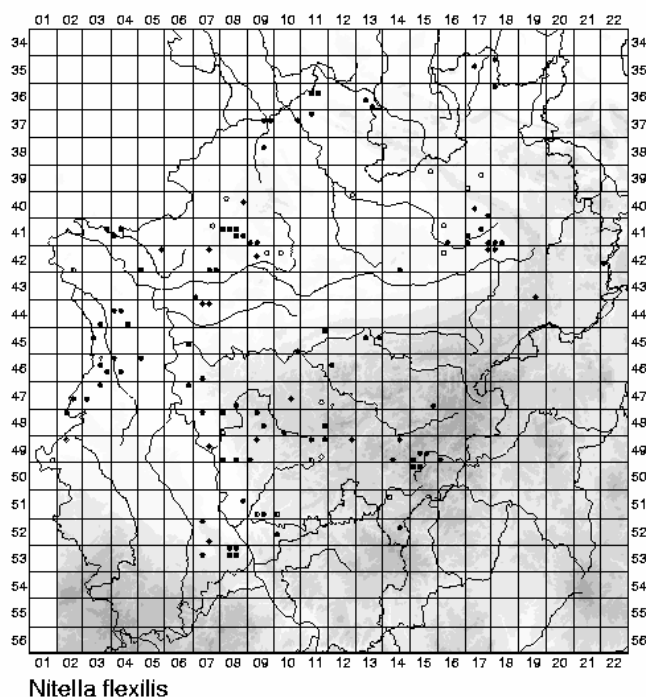


Abb. 2 Die Verbreitung von *Nitella flexilis* L. C. Agardh in NRW (Stand 31.12.2003)

Abbildung 3 gibt einen Überblick über den aktuellen Kartierungsstand der Armleuchteralgen-Gewächse in Nordrhein-Westfalen (Stand: 31.12.2003) auf der Basis der in den einzelnen Messtischblättern jeweils nachgewiesenen Arten. Wenngleich es sicher noch einige Kartierungslücken gibt, wird auch hier die Armut des Mittelgebirges an Characeen im Vergleich zum Tiefland sehr deutlich. Die höchsten Artenzahlen werden in Messtischblättern entlang des Rheins erreicht.

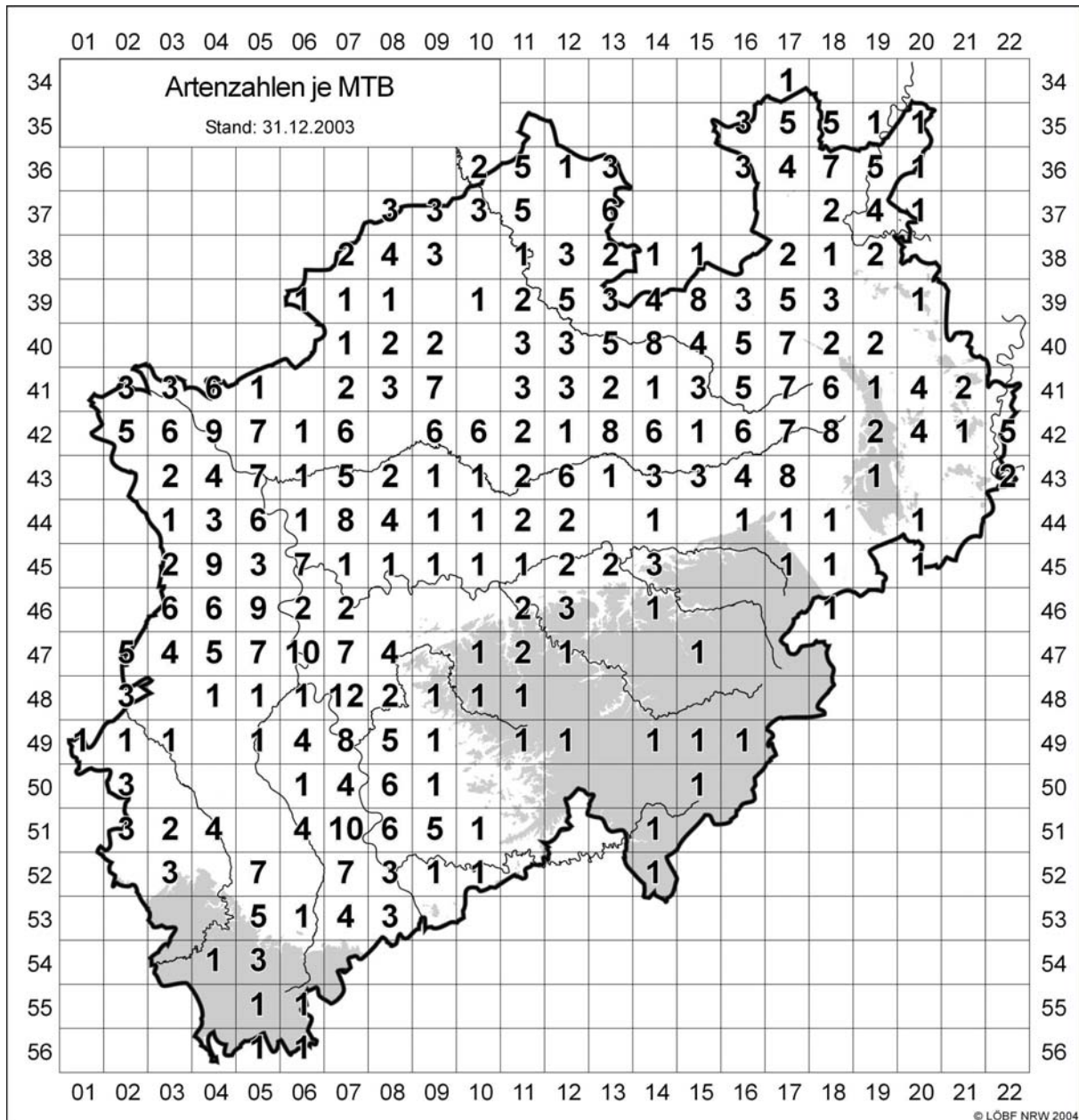


Abb. 3 Kartierungsstand der Armleuchteralgen-Gewächse (Characeae) in Nordrhein-Westfalen; Artenzahlen auf Grundlage der Messtischblätter (TK 25) (Stand: 31.12.2003)

4 Lebensräume der Armleuchteralgen-Gewächse in Nordrhein-Westfalen

Armleuchteralgen-Gewächse besiedeln in Nordrhein-Westfalen nahezu alle aquatischen Lebensräume. Tabelle 2 gibt einen Überblick über das Vorkommen von Characeen in verschiedenen Gewässertypen in Nordrhein-Westfalen.

Der Schwerpunkt liegt aktuell deutlich in stehenden Sekundärgewässern, genannt seien hier vor allem kleinere Artenschutzgewässer (vgl. RAABE & VAN DE WEYER 1998) und Abgrabungsgewässer (s. Tab. 2). Die Bedeutung von Abgrabungsgewässern für Characeen ist in Nordrhein-Westfalen lange unterschätzt worden. Mit dem Beginn gezielter Tauchuntersuchungen (anfangs u. a. im Zuge der Vorbereitung der FFH-Gebietsmeldungen) stieg die Anzahl von Nachweisen in diesem Lebensraum sehr stark an (RAABE & VAN DE WEYER 2002a, b, VAN DE WEYER 2003). So zeigte sich, dass *Chara contraria* A. Braun ex Kütz. und *Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves, die in Nordrhein-Westfalen fast ausschließlich in Abgrabungsgewässern angetroffen werden, wesentlich weiter verbreitet und häufiger sind als zunächst angenommen (Abb. 4 u. 5).

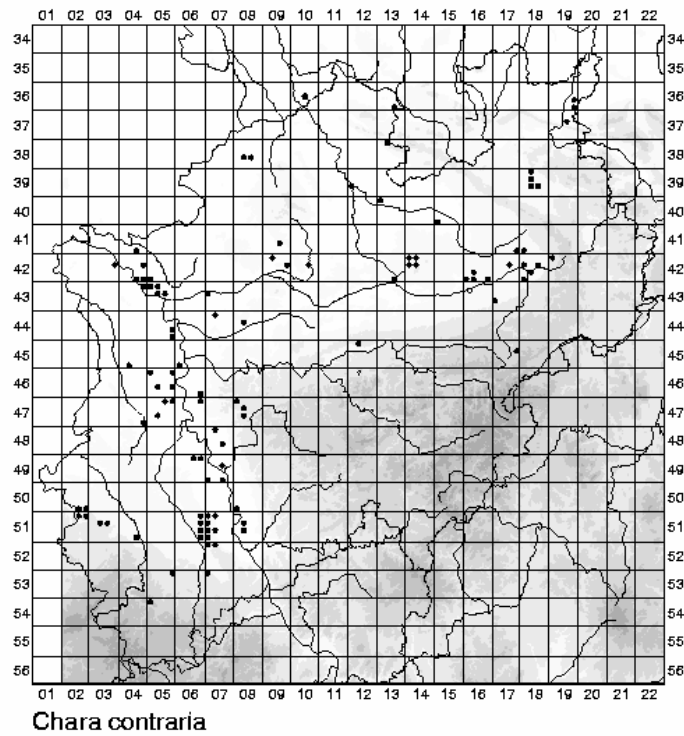


Abb. 4 Die Verbreitung von *Chara contraria* A. Braun ex Kütz. in NRW (Stand: 31.12.2003)

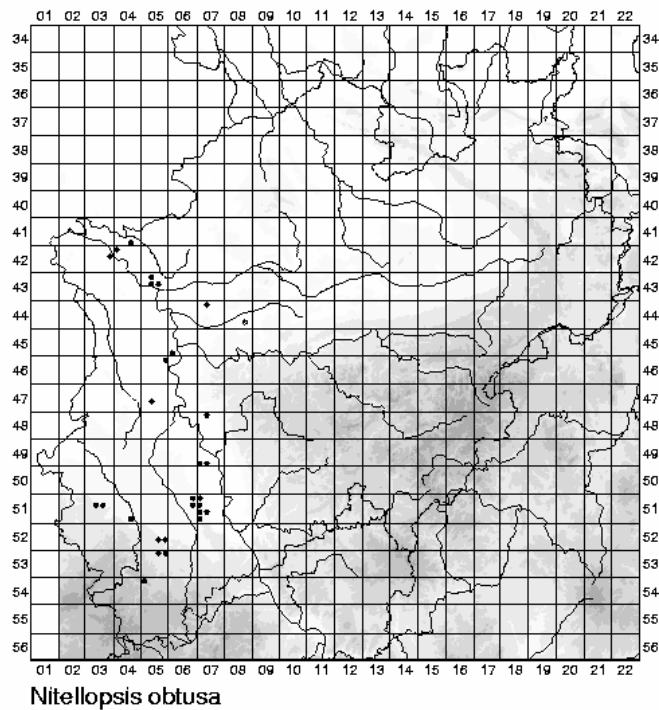


Abb. 5 Die Verbreitung von *Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves in NRW (Stand: 31.12.2003)

Tabelle 2 Die Bedeutung von Artenschutzgewässern und Abgrabungsgewässern als Lebensräume für Armeleuchteralgen in NRW

	"Artenschutz- gewässer"	Abgrabungs- gewässer
<i>Chara aspera</i> Willd.	++	+
<i>Chara globularis</i> Thuill.	++	+
<i>Chara hispida</i> L.	++	+
<i>Chara polyacantha</i> A. Braun	++	
<i>Chara virgata</i> Kütz.	++	+
<i>Nitella gracilis</i> (J. E. Smith) C. Agardh	++	
<i>Nitella tenuissima</i> (Desvaux) Kütz.	++	
<i>Nitella translucens</i> (Persoon) C. Agardh	++	v
<i>Chara vulgaris</i> L.	++	++
<i>Nitella opaca</i> (Bruz.) C. Agardh	++	++
<i>Chara contraria</i> A. Braun ex Kütz.	+	++
<i>Nitella mucronata</i> (A. Braun) Miq. in H. C. Hall em. Wallman	+	++
<i>Nitellopsis obtusa</i> (Desv.) J. Groves		++
<i>Tolypella glomerata</i> (Desv.) Leonh.	+	++
<i>Nitella capillaris</i> (Krocker) J. Groves & Bull.-Webster	+	+
<i>Nitella flexilis</i> L.	+	+
<i>Nitella syncarpa</i> (Thuill.) Chev.	v	
<i>Tolypella intricata</i> (Trentepohl ex Roth) Leonh.		v
<i>Chara braunii</i> C. C. Gmelin		
<i>Chara intermedia</i> A. Braun		
<i>Tolypella prolifera</i> (Ziz ex A. Braun) Leonh.		

++ = Hautvorkommen

+ = Nebenvorkommen

v = vorhanden

5 Anwendung

Im Rahmen der Kartierung erhobene Daten flossen bereits insbesondere in die Erarbeitung der landesweiten und der bundesweiten Roten Liste der Characeen ein (SCHMIDT et al. 1996, VAN DE WEYER & RAABE 1999). In Nordrhein-Westfalen sind bis auf *Chara vulgaris* L. und *C. globularis* Thuill. alle Arten landesweit mehr oder weniger stark gefährdet oder ausgestorben. Die Erfassung der Armeleuchteralgen-Gewächse und die zugehörigen Roten Listen dienen als wichtiges Instrumentarium zur Bewertung von Kleingewässern aus botanischer Sicht (RAABE & VAN DE WEYER 1998). Für die Auswahl von Gebieten, die gemäß Anhang I der FFH-Richtlinie als Lebensraumtyp „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vege-

tation mit Armleuchteralgenbeständen (Characeae)“ gemeldet wurden (SSYMANEK et al. 1998), bildete das Erfassungsprogramm, z. T. ergänzt durch besondere Tauchuntersuchungen (s.o.), für die Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen eine wesentliche Grundlage. Tauchuntersuchungen werden zunehmend auch im Zusammenhang mit der Erfassung und Bewertung von Stillgewässern anhand von Makrophyten gemäß EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie durchgeführt. Hierbei wird auch die Zonierung und Tiefenverbreitung der untergetauchten Wasserpflanzen einschließlich der Characeen erfasst (VAN DE WEYER 2003, 2005).

6 Ausblick

Es ist vorgesehen, die Ergebnisse des Projektes in Form eines Artenschutzprogrammes für Armleuchteralgen-Gewächse in Nordrhein-Westfalen zu publizieren (vgl. RAABE & VAN DE WEYER 2002a, b). Neben einer ausführlichen Beschreibung der einzelnen Arten (Taxonomie, Verbreitung, Ökologie) und einem Bestimmungsschlüssel sollen dabei vor allem konkrete Schutz- und Erhaltungsmöglichkeiten aufgezeigt werden.

7 Zusammenfassung

Anfang der 1990er Jahre wurde in Nordrhein-Westfalen mit der systematischen Erfassung der Armleuchteralgen-Gewächse (Characeae) begonnen (Rastertkartierung auf der Basis von Messtischblatt-Viertelquadranten). Z. Zt. liegen ca. 1740 aktuelle und historische Angaben vor, die in einer Datenbank erfasst sind. Von den insgesamt 21 nachgewiesenen Arten ist eine Art, *Chara intermedia* A. Braun, ausgestorben. Die häufigsten Characeen sind in Nordrhein-Westfalen *Chara vulgaris* L., *Chara globularis* Thuill. und *Nitella flexilis* L. Die wichtigsten Standorte für Armleuchteralgen-Gewächse sind kleine Artenschutzgewässer und Abtragungsgewässer. Die Ergebnisse des Projektes sollen in Form eines Artenschutzprogramms für Armleuchteralgen-Gewächse in Nordrhein-Westfalen veröffentlicht werden.

Literatur

- RAABE, U. & VAN DE WEYER, K. (1998): Effizienzkontrolle von Artenschutzgewässern in Nordrhein-Westfalen. LÖBF-Mitteilungen 3/1998: 77-89. Recklinghausen
- RAABE, U. & VAN DE WEYER, K. (2002a): Artenschutzprogramm Armleuchteralgen-Gewächse (Characeae) in Nordrhein-Westfalen. Schriftenreihe für Vegetationskunde 36: 99-108. Bonn
- RAABE, U. & VAN DE WEYER, K. (2002b): Armleuchteralgen (Characeae) in Nordrhein-Westfalen. LÖBF-Mitteilungen 4/2002: 31-38. Recklinghausen
- SCHMIDT, D., VAN DE WEYER, K., KRAUSE, W., KIES, L., GABRIEL, A., GEISLER, U., GUTOWSKI, A., SAMIETZ, R., SCHÜTZ, W., VAHLE, H.-C., VÖGE, M., WOLFF, P. & MELZER, A. (1996): Rote Liste der Armleuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands, 2. Fassung, Stand: Februar 1995. Schriftenreihe für Vegetationskunde 28: 547-576. Bonn
- SSYMANEK, A., HAUKE, U., RÜCKRIEM, C. & SCHRÖDER, E. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 53: 560 S., Bonn

- VAN DE WEYER, K. (1993): Vorläufige Rote Liste der Armleuchteralgen (Characeae) in Nordrhein-Westfalen. LÖLF-Mitteilungen 4/1993: 23-27. Recklinghausen
- VAN DE WEYER, K. (1994): Die Armleuchteralgen (Characeae) Nordrhein-Westfalens - eine erste Übersicht. Floristische Rundbriefe 27: 120-136. Bochum
- VAN DE WEYER, K. (2003): Vegetationskundliche Erhebungen in Nassabgrabungen - Ergebnisse von Tauchuntersuchungen im Niederrheinischen Tiefland. Tuexenia 23: 307-314. Göttingen
- VAN DE WEYER, K. (2005): Klassifikation und Bewertung der Makrophytenvegetation der großen Seen in Nordrhein-Westfalen gemäß EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie. LUA-Merkblatt, i. Vorb.
- VAN DE WEYER, K. & RAABE, U. (1999): Rote Liste der Armleuchteralgen-Gewächse (Charales) in Nordrhein-Westfalen. Schriftenreihe der LÖBF 17: 295-306. Recklinghausen

Autoren:

Dr. Klaus van de Weyer
lanaplan
Lobbericher Str. 5
D-41334 Nettetal
E-mail: klaus.vdweyer@lanaplan.de

Uwe Raabe
Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen
(LÖBF NRW)
Postfach 101052
D-45610 Recklinghausen
E-mail: uwe.raabe@loebf.nrw.de

Manuskripteingang: 15.09.2004; angenommen: 15.10.2004

Angela DOEGE

Neue Kenntnisse über die Armeleuchteralgen (Charophyceae) Sachsens

New knowledges on the stoneworts (Charophyceae) in Saxony/Germany

Abstract

New facts on the occurrence, distribution and endangerment of stoneworts are reported on the basis of the knowledge on this group of algae in Saxony/Germany given by DOEGE (2001). Some nomenclatory problems of differentiation of some species are discussed.

Now 21 species of Charophyceae are known in Saxony: *Nitellopsis obtusa*, *Tolypella glomerata* are actually found and *Chara virgata* (= *C. delicatula*) was more correctly separated from *Chara globularis*. Two new records are reported on the highly rare species *Nitella translucens*. Informations are given on all species in Red List categories of Saxony.

Keywords: algae, Charophyceae, floristic, distribution, Red List, Saxonia, Germany

1 Einleitung

Nach einer ersten grundlegenden Nebearbeitung der Gruppe für Sachsen nach Rabenhorst's Kryptogamenflora von Sachsen (RABENHORST 1863) durch die Autorin (DOEGE 2001) konnten für dieses Bundesland 18 Arten der Charophyceen nachgewiesen werden. Zu ihnen gehörten 7 Arten der Gattung *Chara*, 9 der Gattung *Nitella* und 2 der Gattung *Tolypella*. Von 11 Arten lagen Funde nach 1980 vor. Die 2001 publizierten Verbreitungskarten spiegeln neben einigen Vorkommensschwerpunkten vor allem Kenntnislücken wider. *Chara globularis* Thuill. und *Nitella flexilis* (L.) H. C. Agardh. waren die beiden häufigsten Arten (gemessen am Gesamtvorkommen der insgesamt seltenen Gruppe). Als besonders bemerkenswert stellten sich die Vorkommen der bundesweit als vom Aussterben bedroht eingeschätzten *Chara braunii* C. C. Gmel. in sächsischen Fischteichen und die Vorkommen von *Nitella translucens* (Pers.) H. C. Agardh. außerhalb ihres geschlossenen atlantischen Verbreitungsareals heraus.

In einer ersten Gefährdungsabschätzung wurden 3 Arten als ausgestorben oder verschollen, je 2 Arten als stark gefährdet bzw. gefährdet und 2 Arten als potentiell selten eingestuft. Nur *Chara globularis* und *Nitella flexilis* konnten der Vorwarnliste

zugeordnet werden. 7 Arten konnten mangels ausreichender Daten nicht in eine Kategorie der Roten Liste eingeordnet werden.

Das wichtigste Ergebnis dieser Veröffentlichung war es, dass der Gruppe in Sachsen wieder stärkere Beachtung geschenkt wurde. Lagen der Analyse aus dem Jahre 2001 ca. 110 Fundpunkte in Sachsen zugrunde, die aus Literaturdaten, Herbarbelegen und aktuellen Aufsammlungen resultierten, so sind mit Stand vom August 2004 ca. 400 Angaben bekannt.

Im Folgenden soll über die wesentlichen Ergebnisse dieses Erkenntniszuwachses berichtet und gleichzeitig auf bestehende Probleme bei der weiteren Bearbeitung der Gruppe eingegangen werden.

2 Erweiterung des Kenntnisstandes

2.1 Neu aufgefundene Arten

Nitellopsis obtusa (Desv.) J. Groves

Die Art ist seit mehreren Jahren aus dem Kulkwitzer See bei Leipzig (ein grundwasserdurchströmter Restsee des Braunkohleabbaus mit oligotrophen bis leicht mesotrophen Bedingungen) bekannt, wo sie ausgedehnte Bestände bildet. Nach Befunden der Analyse von Oosporen aus Sedimenten in Fischteichen gibt es Hinweise auf weitere Vorkommen der Art in Sachsen, die noch nicht bestätigt werden konnten.

Tolypella glomerata (Desv. in Loisel) Leonh.

Im Frühjahr 2004 konnte die Art zunächst ebenfalls im Kulkwitzer See nachgewiesen werden. Wegen ihres zeitigen Verschwindens bereits im Juni war sie offensichtlich bisher übersehen worden. *Tolypella glomerata* erscheint bereits im April und bevorzugt den ausgedehnten, kiesig-sandigen Badebereich des Sees. Mit zum Teil nur kleinen Pflanzen von nicht einmal 10 cm Höhe nutzt sie zu ihrer Entwicklung genau die störungsfreie Zeit vor dem einsetzenden Badebetrieb. Dieser wiederum hält Konkurrenz durch andere Makrophyten fern. Erfolgreich verlief auch die Suche in einem Kiesabbaugewässer zwischen Dresden und Pirna (leg. Dilger 2004), wo ähnliche Bedingungen wie im Kulkwitzer See herrschen.

Chara virgata Kütz.

Die Art (Synonym: *C. delicatula*) wurde bisher ungenügend von *Chara globularis* abgegrenzt. Zwei Belege aus dem Jahre 1997 wurden von W. Krause als Übergangsformen zwischen beiden Arten eingeordnet. 2003 konnten ausgedehnte Bestände in ehemaligen Kalkbrüchen im Wildenfels-Zwischengebirge bei Zwickau der Art zugeordnet werden.

Nach einer erneuten Revision der Herbarbestände des Naturkundemuseums Görlitz, welches den umfangreichsten Herbarbestand an sächsischen Characeen beherbergt sowie des Herbarmaterials der Autorin konnten zunächst 18 Belege als *Chara virgata* determiniert werden.

Für *Chara virgata* gibt es allerdings keinerlei historische Angaben aus der Literatur, der älteste bisher der Art zugeordnete Beleg datiert aus dem Jahre 1928. Zu den Problemen der Trennung von *Chara globularis* vgl. Punkt 4.

2.2 Bemerkenswerte Funde seltener Arten

Nitella translucens (Pers.) C. Agardh

Der in Sachsen außerhalb ihres geschlossenen atlantischen Verbreitungsgebiets vorkommenden Art konnte ein Herbarbeleg zugeordnet werden, der aus dem Jahre 2001 aus Teichen der Niederlausitz stammt (leg. Schnabel 2001).

Im Rahmen der Bearbeitung von Managementplänen für die Gebiete des europäischen Schutzgebietsnetzes Natura 2000 konnte ein weiterer Fundort der Art in der Aue der Großen Röder (leg. und det. H. Ihlig 2004) gemacht werden. Damit ist die Art jetzt von vier aktuellen Fundorten in Sachsen bekannt.

Chara braunii C. C. Gmel.

Die Art erweist sich in Sachsen mit seinen vielen Fischteichen als recht verbreitet. Mittlerweile sind auch Funde um Dresden ebenfalls in Fischteichen bekannt geworden (leg. und det. Raabe 2003), so dass die Art nach 1990 bereits an 16 Fundorten nachgewiesen werden konnte.

2.3 Neue Erkenntnisse zu historischen Fundortangaben

Chara tomentosa L.

Da bisher nur eine sehr unsichere Angabe der Art in der ältesten Literaturstelle zu Characeen in Sachsen (SCHULZE 1773) vorlag, wurde die Art in DÖEGER (2001) nicht berücksichtigt. Aber auch BRAUN & NORDSTEDT (1882) und vor allem HEMPEL (1904) geben die Art für Sachsen an, letzterer für die Gegend um Chemnitz. Deshalb soll diese Art für die Zusammenstellung historischer Angaben für Sachsen berücksichtigt werden.

Nitella gracilis (Sm.) H. C. Agardh

Durch die Nachforschungen von Ch. Blümel konnte im Herbar der Universität Greifswald ein Herbarbeleg aufgefunden werden, der ein kleines Bruchstück von *Nitella gracilis* aus dem Jahre 1817 enthält und von Kunze bei Leipzig gesammelt wurde. Dies ist derzeit der älteste belegte Characeennachweis für Sachsen.

2.4 Analyse von Oosporen in Sedimenten

Seit 2000 werden in Sachsen auch Sedimente nach den Oosporen untersucht (DILGER 2004, im Druck). Diese Untersuchungen ergaben beispielsweise schon Hinweise auf *Tolypella* im Kulkwitzer See, bevor die Art aufgefunden werden konnte. Trotz der methodischen Schwierigkeiten, die diesen Arbeiten noch innewohnt, lassen

sich weitere Hinweise auf das Vorkommen von Arten und neue Fundorte gewinnen. So könnte beispielsweise *Nitellopsis obtusa* auch in Fischteichen vorkommen. *Nitella opaca* (Bruz.) H. C. Agardh, für die kein gesicherter Nachweis für Sachsen vorliegt, ist in Oosporenaufsammlungen ebenfalls nachgewiesen.

3 Zusammenfassung des derzeitigen Kenntnisstands und Einschätzung der Gefährdung der Arten in Sachsen

Tab.1 gibt eine aktuelle Übersicht zu den Characeen in Sachsen. Danach sind derzeit für Sachsen 21 Arten der Gruppe bekannt. Für *Chara aspera* Willd., *Chara tomentosa* und *Nitella confervacea* (Bréb.) A. Braun ex Leonh. liegen ausschließlich Literaturhinweise aus der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vor. Dabei werden nur allgemeine auf Sachsen bezogene Ortsangaben gemacht, lediglich für *Chara aspera* wird ein konkretes Gewässer als Fundort benannt. Dieses Gewässer existiert jedoch heute nicht mehr.

Tolypella intricata (Trent. ex Roth) Leonh. ist lediglich für die Mitte des 19. Jahrhunderts vom Bienitz nordwestlich von Leipzig in einer Vielzahl von Belegen nachgewiesen. Dieser isolierte kalkreiche Standort ist heute sehr stark verändert und bietet kaum noch Möglichkeiten für das Vorkommen von Characeen. In der weiteren Umgebung liegen zwar Nachweise von Characeen vor, jedoch außerhalb der sehr lokalen Kalkbeeinflussung des Bienitz.

Nitella tenuissima (Desv.) Kütz. konnte letztmalig in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts mit einem Beleg nachgewiesen werden. Danach fehlen Hinweise auf diese Art in Sachsen.

Die übrigen Arten sind mit Funden nach 1990 aktuell in Sachsen präsent. Für *Nitella opaca* allerdings liegen ausschließlich sterile Belege vor, so dass die Artbestimmung mit großen Unsicherheiten behaftet ist.

Auf die in der nach Bundesländern aufgegliederten Checkliste der Characeen der Bundesrepublik (SCHMIDT et al. 1996) für Sachsen noch genannten Arten *Chara canescens* Loisel., *Chara kokeilii* A. Braun, *Chara polyacantha* A. Braun, *Chara rudis* (A. Braun) Leonh., *Chara tenuispina* A. Braun und *Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonh. konnten bisher weder in der Literatur noch in den durchgesehenen Herbarien Hinweise gefunden werden. Ein Teil dieser Angaben beruht möglicherweise auf den klassischen Vorkommen im Gebiet des Salzigem und Süßem Sees bei Halle/Saale, die immer wieder fälschlicherweise Sachsen zugeordnet werden. Etwas anders stellt sich die Lage für *Chara rudis* dar, vgl. Punkt 4.

Tabelle 1 Arteninventar der Characeen in Sachsen und zeitliche Verteilung der bekannten Vorkommen (grau hinterlegte Arten ohne aktuelle Nachweise)

Art	Anzahl der Vorkommen				Bemerkungen
	historisch bis 1945	rezent 1946-1989	aktuell ab 1990	gesamt	
<i>Chara aspera</i>	2	-	-	2	
<i>Chara braunii</i>	28		21	31	
<i>Chara contraria</i>	3	-7		10	unzureichend bearbeitet
<i>Chara globularis</i>	17648			71	
<i>Chara hispida</i>	5	11		7	
<i>Chara intermedia</i>	2	11		4	
<i>Chara tomentosa</i>	3	-	-	3	
<i>Chara virgata</i>	489			21	unzureichend bearbeitet
<i>Chara vulgaris</i>	25	-	19	44	
<i>Nitella batrachosperma</i>	4	-	-	4	
<i>Nitella capillaris</i>	5	-3		10	
<i>Nitella flexilis</i>	331541			89	
<i>Nitella gracilis</i>	201		2	23	
<i>Nitella mucronata</i>	18	-	3	21	
<i>Nitella opaca</i>	11	-	(1)	12	aktuelle Angabe unsicher
<i>Nitella syncarpa</i>	18	-	10	28	
<i>Nitella tenuissima</i>	2	1	-	3	
<i>Nitella translucens</i>	-	-	4	4	
<i>Nitellopsis obtusa</i>	1	-1		2	
<i>Tolypella glomerata</i>	2	-2		4	
<i>Tolypella intricata</i>	3	-	-	3	
Gesamt 180		41	172	393	

In Tabelle 2 wird die Gefährdungsabschätzung für die nunmehr für Sachsen bekannten Arten dem neuen Sachstand angepasst. Diese Einschätzung muss jedoch weiter als vorläufig betrachtet werden, da der Kenntnisstand vor allem zur aktuellen Verbreitung auf Grund fehlender flächendeckender Erfassungen noch immer mangelhaft ist.

Tabelle 2 Gefährdungsabschätzung für die Characeen in Sachsen nach den Kategorien der Roten Liste der gefährdeten Pflanzen Deutschlands (SCHMIDT et al. 1996)

Art	RL Deutschland	Gefährdungskategorie SN	Bemerkungen
<i>Chara aspera</i>	2+ 0		
<i>Chara braunii</i>	1 3		ob Bundeskategorie gerechtfertigt?
<i>Chara contraria</i>	3+ 2		
<i>Chara delicatula</i> (= <i>C. virgata</i>)	3+ 3		
<i>Chara globularis</i>	*+	V	
<i>Chara hispida</i>	2- D		
<i>Chara intermedia</i>	2	D	
<i>Chara tomentosa</i>	2- D		
<i>Chara vulgaris</i>	* 3		
<i>Nitella batrachosperma</i>	0 D		
<i>Nitella capillaris</i>	1 2		
<i>Nitella flexilis</i>	3+ V		
<i>Nitella gracilis</i>	2+ 2		
<i>Nitella mucronata</i>	3+ 2		
<i>Nitella opaca</i>	2 0		verschollen
<i>Nitella syncarpa</i>	2+ 2		
<i>Nitella tenuissima</i>	1 D		
<i>Nitella translucens</i>	2+ R		
<i>Nitellopsis obtusa</i>	3+ D		
<i>Tolypella glomerata</i>	1 D		
<i>Tolypella intricata</i>	1 0		

So existieren für *Nitellopsis obtusa*, *Chara intermedia*. und *Tolypella glomerata* jeweils nur ein bzw. zwei bekannte Fundorte, allerdings kommen die Arten dort in gut etablierten und derzeit nicht gefährdeten Beständen vor. Für die Abschätzung einer Entwicklungstendenz reichen hier die Daten einfach nicht aus. Bei *Chara contraria* und *Chara virgata* (= *C. delicatula*) kann durchaus noch mit einer ganzen Reihe von weiteren Funden gerechnet werden. Dies trifft natürlich auch für die am weitesten verbreiteten Characeen in Sachsen – *Nitella flexilis* und *Chara globularis* - zu.

Während *Chara aspera* und *Tolypella intricata* nach gegenwärtigem Kenntnisstand keine Vorkommen mehr in Sachsen besitzen, ist das Vorkommen von *Nitella opaca* sehr wahrscheinlich.

Chara braunii kommt in sächsischen Fischteichen mit einer größeren Anzahl an Fundorten und immer in individuellen vitalen Beständen vor. Eine so hohe Gefährdungskategorie wie in der Bundesliste ist für diese Art in Sachsen nicht gerechtfertigt. Auch die Einstufung für die Bundesrepublik sollte geprüft werden.

GEIBLER & KIES (2003) haben das Vorkommen der Characeen für die Stadtgebiete von Berlin und Hamburg auf einer Zeitskala dargestellt. Dabei wird der Verlust eines Großteils des Artenspektrums der Characeen deutlich. Für einen Flächenstaat wie Sachsen ergibt sich bei einer solchen zeitlichen Betrachtung ein anderes Bild. Im Unterschied zu den wesentlich kleineren Stadtgebieten, die vor allem von einer hohen Flächenversiegelungsrate betroffen sind, konnte sich in Sachsen die überwiegende Mehrzahl der vorkommenden Arten halten. Eine mögliche Ursache ist das Ausweichen in Sekundärlebensräume wie der Bergbaufolgelandschaft.

Wie jedoch schon in DOEGE (2001) festgestellt, muss für alle Arten der Gruppe von einem Gefährdungspotential ausgegangen werden, da sie selbst für die beiden häufigsten Arten derzeit auf höchstens 5% der TK-25 Quadranten der sächsischen Landesfläche Vorkommen bekannt sind.

4 Offene Probleme bei der weiteren Bearbeitung der Artengruppe

Die Kenntnisse zum Vorkommen und der Verbreitung der Arten in Sachsen haben noch keinen befriedigenden Stand erreicht. Dazu wäre eine systematische Erfassung wenigstens auf Messtischblattbasis nötig, wofür die Kapazität der wenigen Bearbeiter nicht ausreicht. Insbesondere in den in der Lausitz und im Leipziger Raum gelegenen Bergbaufolgelandschaften Sachsens mit ihren großen, neu entstehenden Gewässern, aber auch einer Vielzahl flacher Wasserflächen sind noch weitere Funde zu erwarten.

Die Untersuchung von Sedimenten auf das Vorhandensein von Oosporen der Characeen liefert eine Menge Hinweise auf mögliche weitere Vorkommen. Diese Untersuchungen müssen stärker in die aktuellen Erfassungsarbeiten einbezogen werden.

Um weitere Klarheit zu den vorkommenden Arten und der Häufigkeit ihres Auftretens zu gewinnen, muss eine Reihe von nomenklatorischen Problemen gelöst werden. Insbesondere die Trennung von *Chara globularis* und *Chara virgata* bereitet Schwierigkeiten. Formen mit gut entwickelten oberen Stipularien und Stacheln in Form von Papillen an den jüngsten Internodien gehören sicher zu *Chara virgata*. Es gibt jedoch eine ganze Reihe von Übergangsformen mit unterschiedlich stark verlängerten oberen Stipularien und keiner Andeutung einer Bestachelung, deren Zuordnung zu den beiden Arten schwierig ist. Die Überarbeitung dieses Artenkomplexes ist noch nicht abgeschlossen.

Bei der erstmaligen Durchsicht des Herbarmaterials wurde nicht ausreichend auf die Trennung von *Chara vulgaris* und *Chara contraria* geachtet. Es ist nicht im-

mer leicht, die Insertion der Stacheln an Herbarbelegen klar festzustellen. Hier muss eine nochmalige kritische Durchsicht der vorhandenen Belege erfolgen.

Ungeklärt ist auch das Vorkommen von *Chara rudis* in Sachsen. Nach Hinweisen von R. Mauersberger (mdl. 2004) ist in solchen Gewässern wie dem oben beschriebenen Kulkwitzer See eher mit *Chara rudis* als mit *Chara hispida*, die Kleingewässer bevorzugt, zu rechnen. Da im selben Gewässer auch *Chara intermedia* vorkommt und der Standort sowohl für diese Art als auch für *Chara hispida* der einzige aktuell bekannte Fundort dieser Arten in Sachsen ist, besteht hier weiterer Klärungsbedarf.

Problematisch ist auch die Trennung von *Nitella flexilis* und *Nitella opaca* im sterilen Zustand. Für letztere Art konnten bisher weder in Herbarien noch in aktuellen Aufsammlungen fertile Pflanzen gefunden werden. Die Belege, die in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts von den damaligen Bearbeitern der Art zugeordnet wurden, sind in Tab. 1 unter *Nitella opaca* aufgeführt. Ein ebenfalls steriler Beleg aus Fischteichen der Oberlausitz (leg. Hahn 1994) hat K. van de Weyer als *Nitella cf. opaca* determiniert. Pflanzen mit diesem Habitus und relevanten Differentialmerkmalen befinden sich auch unter den als *Nitella flexilis* geführten Belegen. Ein sicherer Nachweis der Art für Sachsen kann jedoch nur mit fertilen Pflanzen erbracht werden.

Wie der bemerkenswerte Fund von Ch. BLÜMEL im Herbar der Universität Greifswald zu *Nitella gracilis* zeigt, lohnt sich auch die weitere Suche nach sächsischen Belegen in noch nicht durchgesehenen Herbarien. Einige historische Fundortangaben konnten bisher nicht eindeutig Sachsen zugeordnet werden. Es gibt Fundorte, die mit Sicherheit in Sachsen liegen, von denen aber das benannte Gewässer trotz intensiver Nachforschung nicht näher lokalisiert werden konnte. Diese zeitaufwändigen Arbeiten sollen fortgeführt werden, weil nur so eine abgesicherte Basis für die Ableitung von Entwicklungstendenzen und damit der Gefährdungseinschätzung der Arten geschaffen werden kann.

Danksagung

Die Autorin dankt allen, die durch die Übermittlung von Funden zur Erweiterung der Kenntnisse in Sachsen beigetragen haben. Herrn Dr. Bräutigam sei für die mehrfache Überlassung der Herbarbelege des Naturkundemuseums Görlitz gedankt. Herr Christian Blümel stellte eine Übersicht der sächsischen Belege im Herbar Greifswald zur Verfügung. Frau Dr. Susanne Schneider und Herr Dr. Klaus van de Weyer haben dankenswerter Weise eine Reihe von Belegen revidiert. Herrn Uwe Raabe und Herrn K. van de Weyer verdanke ich die Anregung zur intensiven Suche nach *Tolypella glomerata* im Kulkwitzer See. Herr Biemel unterstützte mich bei der Abfassung des abstracts.

Literatur

- BRAUN A. & O. NORDSTEDT (1882): Fragmente einer Monographie der Characeen. – Berlin
DILGER M. (2004): Möglichkeiten des Nachweises von Characeen durch rezente Oosporen aus Sedimenten. – Rostocker Meeresbiologische Beiträge 13, 35-38.
DOEGE A. (2001): Die Armleuchteralgen (Charophyceae) Sachsens mit Angaben zu ihrer Gefährdung. – Lauterbornia 40: 11- 27.
GEISSLER U. & L. KIES (2003): Artendiversität und Veränderungen in der Algenflora zweier städtischer Ballungsgebiete Deutschlands: Berlin und Hamburg. – Nova Hedwigia Beiheft 126, 777 S.

- HEMPEL E. (1904): Die Familie der Characeen oder Armleuchtergewächse. – In: 15. Bericht Nat. Ges. Chemnitz 1899-1903, Chemnitz: S. XLIX-L.
- RABENHORST L. (1863): Kryptogamenflora von Sachsen, der Ober-Lausitz, Thüringen und Nordböhmen.- Verlag E. Kummer, Leipzig, 295 S.
- SCHMIDT D., K. VAN DE WEYER, W. KRAUSE, L. KIES, U. GARNIEL, U. GEISSLER, A. GUTOWSKI, R. SAMIETZ, W. SCHÜTZ, H.-CH. VAHLE, M. VÖGE, P. WOLFF & A. MELZER (1996): Rote Liste der Armleuchteralgen (Characeae) Deutschlands. – In: LUDWIG G. & M. SCHNITTLER (ed.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen Deutschlands. – Schriftenreihe für Vegetationskunde, Bonn-Bad-Godesberg, 28: 547-576.
- SCHULZE C. F. (1773): Flora von Dresden. Handschr. Mskr. – Sächsische Landes- und Universitätsbibliothek, Dresden. o.S.

Autorin:

Dr. habil. Angela Doege
Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft Sachsen
Dresdener Str. 78
01445 Radebeul

E-Mail: angela.doege@ubg.smul.sachsen.de

Manuskripteingang: 05.10.2004; angenommen: 20.10.2004

Heiko KORSCH

Neue Kenntnisse zur Characeen-Flora Thüringens

New findings of charophytes in Thuringia

Abstract

In contrast to the higher plants in Thuringia the knowledge on Charophytes is very small. Until 2000 only 10 species were known from this region. In the last two years the herbaria in Jena, Halle and Dresden as well as relevant literature were assessed. Furthermore over 100 actual occurrences of Charophytes were mapped and 5 new species for Thuringia could be found.

Keywords: Characeae, Thuringia, *Chara*, *Nitella*, distribution maps

1 Einleitung

Bei der Erforschung der höheren Pflanzen besitzt Thüringen eine sehr lange Tradition und umfangreiche Kenntnisse über die Artenausstattung sowie die Verbreitung der einzelnen Sippen.

Obwohl mit F. T. KÜTZING (1807-1893) und W. MÜLLER (1863-1938) zwei sehr bekannte Algenforscher zumindest einen Teil ihres Lebens in Thüringen verbracht haben, ist das Wissen über die Armelechteralgen dagegen äußerst lückenhaft. Auch die vor einigen Jahren von SAMIETZ (1983, 1986) veröffentlichten Beobachtungen haben die Situation nur etwas verbessert. Es gibt bis heute keine umfangreiche Arbeit über diese interessante Pflanzengruppe aus unserem Gebiet. Angeregt durch zwei Funde seltener Characeen habe ich Ende 2002 damit begonnen, mich mit den Armelechteralgen zu beschäftigen. Im Folgenden werden erste Ergebnisse dieser Arbeiten dargelegt.

2 Ausgangsposition

Bisher waren aus Thüringen Angaben von 12 Characeen-Arten bekannt. Davon beruhten allerdings eine sicher und eine wahrscheinlich auf Fehlbestimmung. Die „Rote Liste der Armelechteralgen (Charophyta) Thüringens. 2. Fassung“ (SAMIETZ 2001) bzw. die durch Zuarbeit des gleichen Autors bei SCHMIDT et al. (1996) enthaltene Liste umfasst demnach bisher 10 verschiedene Armelechteralgen. Diese wur-

den alle als mindestens gefährdet, drei sogar als vom Aussterben bedroht eingestuft. Bei der Erarbeitung der bisherigen Checkliste wurden nur wenige Literaturstellen und keine der in den verschiedenen Herbarien vorhandenen älteren Belege berücksichtigt.

3 Auswertung der Literatur und der Herbarien

Bei der Durchsicht der Herbarien in Jena, Halle, Dresden und des Herbar STRUMPF (Altenburg) wurden ca. 140 Belege aus Thüringen gefunden, dabei auch solche von vier weiteren bisher nicht berücksichtigten *Chara*-Arten: *C. canescens*, *C. polyacantha*, *C. tomentosa* und *C. virgata*. Wichtig dürfte jetzt noch die Auswertung des Herbariums in Leiden sein, da dort die Algensammlung von KÜTZING aufbewahrt wird.

Die Literatur ist inzwischen nahezu vollständig durchgesehen worden. Es konnten 58 Literaturstellen mit ca. 190 Angaben gefunden werden. Wichtig ist vor allem ein Gutachten von FRANKE (2000), da hier erstmals *Nitella capillaris* für Thüringen genannt wird.

In der älteren Literatur sind leider nur sehr wenige Angaben zu Armleuchteralgen enthalten. Diese beschränken sich dann meist auch noch auf die beiden häufigsten Vertreter der jeweiligen Gattung nämlich *Chara vulgaris* und *Nitella flexilis*. Die älteste Angabe findet sich bei RUPPIUS (1718), der *C. vulgaris* (als *Hippuris crassior*) aus der Umgebung von Jena „in dem Bächlein des Rauhen Hals“ angibt. Die Beschreibung reicht zwar nicht zu einer sicheren Identifizierung aus, doch passt der genannte Standort auch ökologisch am besten zu dieser Sippe.

Von den heute seltenen Arten gibt es in der älteren Literatur nur Angaben zu *Chara aspera*, *C. intermedia*, *Nitella gracilis* und *N. syncarpa*. *C. intermedia* ist am genannten Standort noch immer vorhanden. Bei den anderen Arten gibt es zumindest Belege aus der Umgebung, so dass die immer etwas unsicheren alten Meldungen als relativ glaubwürdig eingestuft werden können.

4 Aktuelle Erfassung

In den Jahren 2003 und 2004 erfolgte ein eher punktuelleres Aufsuchen potentiell für Armleuchteralgen geeignet erscheinender Standorte. Dabei wurden bisher mehr als 100 Vorkommen gefunden. Außerdem übermittelten einige Floristen Belege von ihnen gefundener *Chara*-Arten zur Bestimmung. Von mir konnten in diesen beiden Jahren bis auf *Chara aspera* und *Nitella syncarpa* alle von SAMIETZ (2001) aufgeführten Armleuchteralgen aktuell bestätigt werden. Außerdem gelangen Nachweise der „neuen“ Arten *C. virgata*, *C. polyacantha* und *N. capillaris*. Mit Hilfe der so gewonnenen Daten können jetzt erstmals Verbreitungskarten für Thüringen erstellt werden. Drei Arten sollen den Stand der Erfassung verdeutlichen (Abb. 1-3).

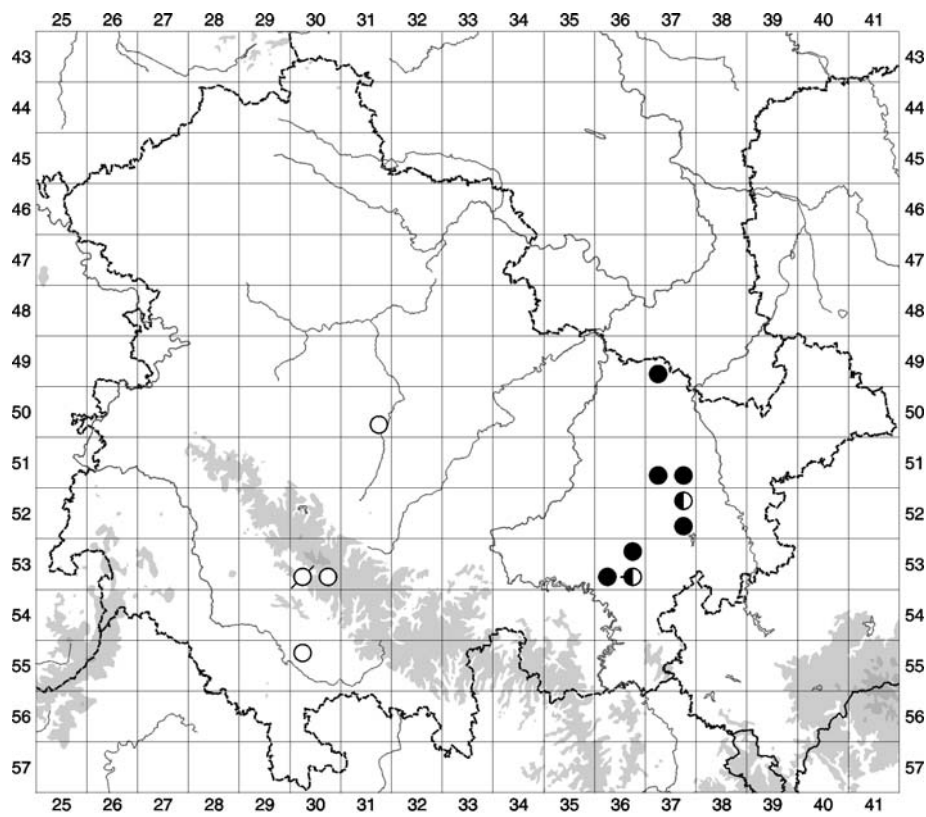


Abb. 1 Verbreitung von *Chara virgata* KÜTZING in Thüringen

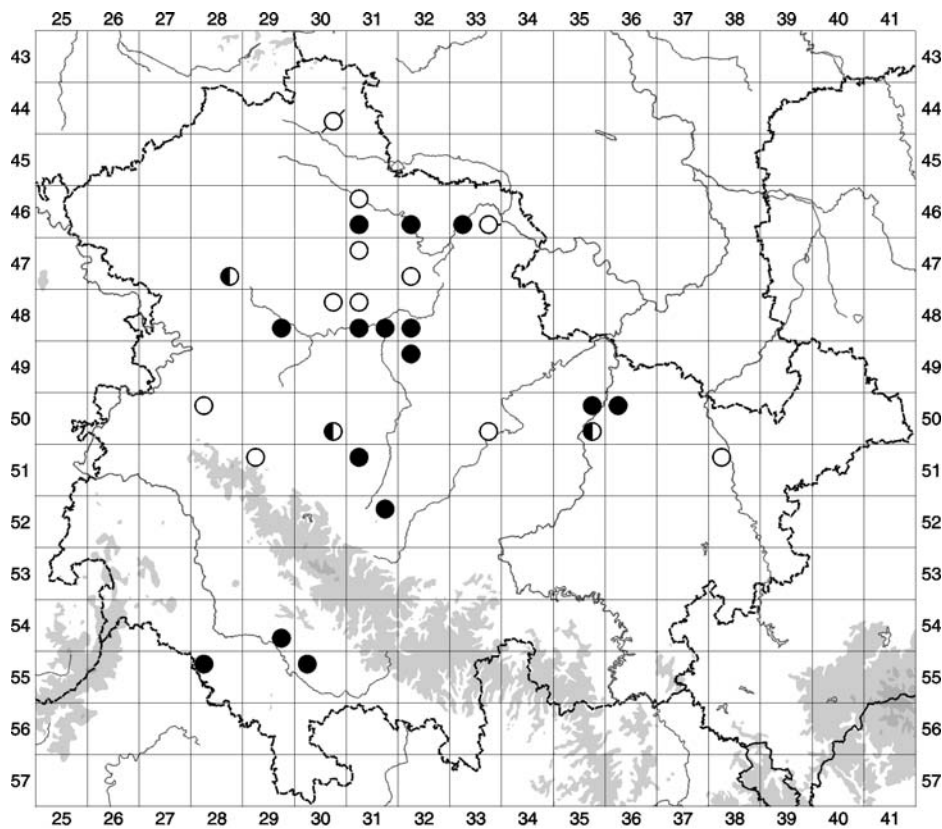


Abb. 2 Verbreitung von *Chara hispida* L. in Thüringen

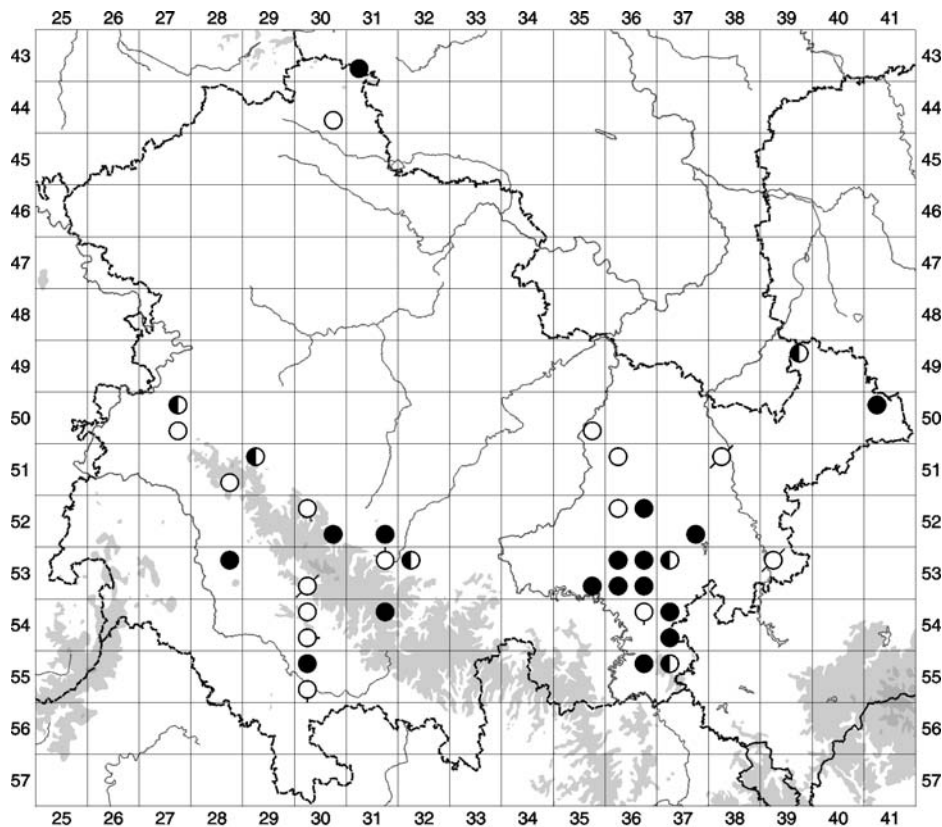


Abb. 3 Verbreitung von *Nitella flexilis* (L.) C. AGARDH in Thüringen

5 Checkliste der Characeen Thüringens

Zusammenfassend ergibt sich, dass aus Thüringen bisher Nachweise von 10 *Chara*- und 5 *Nitella*-Arten vorliegen. Diese sind im Einzelnen:

<i>C. aspera</i>	<i>C. intermedia</i>	<i>N. capillaris</i>
<i>C. canescens</i>	<i>C. polyacantha</i>	<i>N. flexilis</i>
<i>C. contraria</i>	<i>C. tomentosa</i>	<i>N. gracilis</i>
<i>C. globularis</i>	<i>C. virgata</i>	<i>N. mucronata</i>
<i>C. hispida</i>	<i>C. vulgaris</i>	<i>N. syncarpa</i>

Von den genannten 15 Arten wurden bisher nach 2000 nur *C. aspera*, *C. canescens* und *C. tomentosa* nicht bestätigt.

Literatur

- FRANKE, T. (2000): Erfassung des aktuellen Potentials von naturschutzfachlich wertvollen Teichen im Plothener Teichgebiet und Ableitung umsatzorientierter Schutzmaßnahmen in den Teichen 1.6.1, 1.9.3, 1.1.9, 1.3.13, 1.4.8, 2.8.2 und 2.3.9. Hemhofen; Mskr. TLUG Jena; 17 S.
- RUPPIUS, H. B. (1718): *Flora Jenensis sive enumeratio plantarum, tam sponte circa Jenam et in locis vicinis nascentium, quam in hortis obviarum...* Francfurti et Lipsiae; 376 S.
- SAMIETZ, R. (1983): Armleuchteralgen (Charophyten) in Thüringen. – *Landschaftspflege Naturschutz Thüringen* **20**: 89-97.
- SAMIETZ, R. (1986): Zur Situation der Armleuchteralgen (Characeae) in Thüringen. – *Veröff. Naturhist. Mus. Schleusingen, Sonderh.* 33-37.
- SAMIETZ, R. (2001): Rote Liste der Armleuchteralgen (Charophyta) Thüringens. – *Naturschutzreport* **18**: 310-311.
- SCHMIDT, D., K. VAN DE WEYER, W. KRAUSE, L. KIES, A. GARNIEL, U. GEISSLER, A. GUTOWSKI, R. SAMIETZ, W. SCHÜTZ, H.-C. VAHLE, M. VÖGE, P. WOLFF & A. MELZER (1996): Rote Liste der Armleuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands. – *Schr.-Reihe Vegetationk.* **28**: 547-576.

Autor:

Dr. Heiko Korsch
Dorfstrasse 58
07646 Mörsdorf

Manuskripteingang: 11.10.2004; angenommen: 20.10.2004

Klaus SCHMIEDER

Die Characeen des Bodensees

Charophytes of Lake Constance

Abstract

Charophytes dominated the submersed macrophyte vegetation of Lake Constance in the beginning of the 20th century. A total of 17 species were documented in Lake Constance. Due to the subsequent eutrophication processes, species diversity of charophytes decreased to 3 species in late 70s. An immense effort was done by the countries and states in the catchment's area to decrease and eliminate phosphorus, the key factor for eutrophication, from wastewater. Since early 80s phosphorus content of Lake Constance decreased continuously. Associated with this oligotrophication process a recovery of charophyte vegetation took place both in species diversity and proportion. This fast recovery presumably was feasible due to their rich and persistent diaspore deposits in the sediment. Currently 7 of the former and one new species of charophytes occur in Lake Constance. However, more intensive research may result in more species. In particular for *Chara contraria* and *Chara globularis*, different morphological variations are known in different parts of the lake. Solely the former *Nitella* species remain missing, although the present environmental conditions should meet their requirements.

Keywords: charophytes, species diversity, eutrophication, oligotrophication, long-term investigation, Lake Constance

1 Einleitung

Ziel dieses Beitrages ist eine Übersicht über die im Bodensee aktuell und historisch vorkommenden Characeenarten zu geben sowie die Defizite in deren Erforschung aufzuzeigen. Die Nomenklatur in diesem Beitrag richtet sich nach KRAUSE (1997).

Aktuelle systematische Untersuchungen der submersen Makrophytenvegetation des Bodensees sind nicht vorhanden. Die letzte seeumfassende Kartierung fand 1993 im Auftrag der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee statt (SCHMIEDER 1998), auf die sich dieser Beitrag neben historischen Quellen stützt. Aktuellere Funde sind meist Zufallsfunde im Rahmen von aktuellen Forschungsprojekten anderer Themenbereiche (z.B. <http://www.uni-hohenheim.de/efplus/>) oder im Rahmen von Aktivitäten der Arbeitsgemeinschaft Bodenseeufer (AGBU, <http://www.bodensee-ufer.de>).

2 Kurze Charakteristik des Bodensees

Der Bodensee gehört mit einer Fläche von ca. 535 km² zu den größten Seen in Europa. Die Flachwasserzone umfasst etwa 13% der Seefläche, wobei im Untersee der Anteil bei 33% liegt. Die Uferlänge beträgt 273 km.

Der Bodensee ist einer der wenigen großen Voralpenseen mit unregelmäßigem Wasserstand. Aufgrund seines vorwiegend alpinen Einzugsgebietes führt dies zu charakteristischen Wasserstandsschwankungen im Jahreslauf, deren Maximum im Frühsommer im Durchschnitt 2 m über dem jährlichen Minimum im Winter liegt. In Extremfällen wie 1965, 1987 und 1999 kann die Differenz auch weit höher liegen.

Wie viele andere europäische Seen unterlag der Bodensee einer Periode rasanter Eutrophierung in den 1960er und 1970er Jahren, verbunden mit starken Veränderungen der submersen Makrophytenvegetation (LANG 1973, 1981). Hierbei spielten vor allem die steigenden Phosphorkonzentrationen als Minimumfaktor der Primärproduktion eine zentrale Rolle (Abb. 1). Durch die Bemühungen der Länder im Einzugsgebiet konnten die Phosphorkonzentrationen mit Beginn der 1980er Jahre wieder stetig gesenkt werden, wodurch sich wiederum erhebliche Veränderungen in der Zusammensetzung der submersen Makrophytenvegetation ergaben (SCHMIEDER 1998).

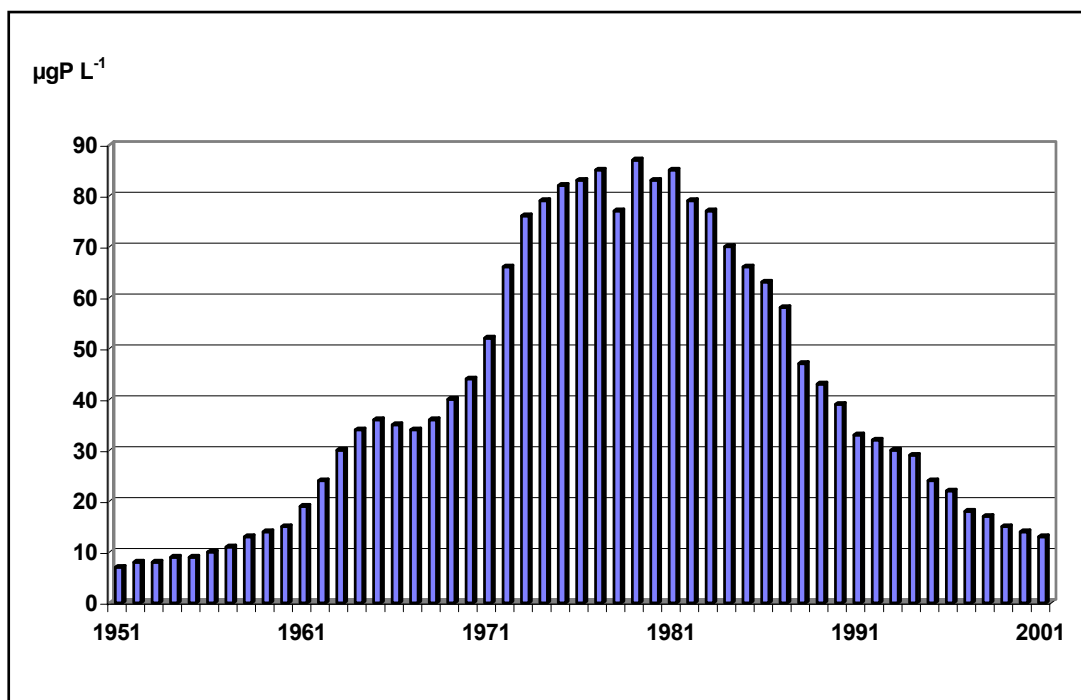


Abb. 1 Entwicklung der Phosphorkonzentration während der Durchmischungsphase im Bodensee von 1951-2001.

3 Historische Entwicklung der Characeen im Bodensee

Nach SCHRÖTER & KIRCHNER (1902) bewohnten die Characeen im Bodensee das gesamte Gebiet der Uferflora vom überschwemmten Hang bis zur unteren Grenze der Makrophyten bei ca. 30 m, wo sie vor allem auf sandigem oder schlammigem Boden zusammenhängende oft sehr ausgedehnte unterseeische Wiesen bilden. Die Autoren beschreiben insgesamt 8 Arten, wobei *Chara tomentosa* am häufigsten vorkam. Daneben werden auch *C. contraria*, *C. aspera*, *C. denudata*, *C. rudis*, *Nitella opaca*, *N. hyalina*, *N. syncarpa* und *Tolypella glomerata* genannt. Letztere fand sich allerdings nicht im See selbst, sondern in einer Erweiterung des Rheins und war bis dahin aus Süddeutschland und der Schweiz nicht bekannt.

Die Untersuchungen von BAUMANN (1911) ergaben insgesamt 17 Arten, wobei *C. vulgaris* und *C. intermedia* nicht im See selbst, sondern in Zuflussgräben bzw. in seenahen Tümpeln vorkamen. Zu den bei SCHRÖTER & KIRCHNER (1902) genannten kamen *C. vulgaris*, *C. hispida*, *C. globularis*, *C. virgata*, *C. intermedia*, *Nitellopsis obtusa*, *Nitella capitata* und *N. flexilis*. BAUMANN erwähnt auch einen Fund von *Tolypella* spec., den er nach Mitteilung von Prof. ERNST zu *T. nidifica* zuordnete.

GEIßBÜHLER (1938) untersuchte die Bucht von Luxburg-Romanshorn, deren Biozönose er durch die steigende Abwasserbelastung der Zuflüsse Salmsacher- und Luxburgeraach und auch durch bauliche Veränderungen gefährdet sah. Insgesamt 12 Characeenarten wurden von ihm in der Luxburger Bucht dokumentiert: *C. tomentosa*, *C. contraria*, *C. aspera*, *C. globularis*, *C. denudata*, *C. imperfecta*, *C. vulgaris*, *Nitella opaca*, *N. hyalina*, *N. syncarpa*, *Nitella* spec. und *Tolypella glomerata*. Vor allem die Unterscheidung der Arten *C. contraria* und *C. vulgaris* schien ihm dabei Schwierigkeiten bereitet zu haben. Auch *C. imperfecta* und *C. dissoluta* konnte er nicht sicher trennen. Interessant war für ihn die zonale Anordnung der Characeen im Untersuchungsgebiet, wobei *C. vulgaris* die flachsten Zonen bis ca. 3 m besiedelte, *C. contraria* in 2-5 m und *C. imperfecta* und *C. dissoluta* in 3-6 m wuchsen.

LANG (1973) wertete im Rahmen der ersten seeumfassenden Kartierung der submersen Makrophyten 1967 die o. g. Literatur aus und geht auf alle genannten Arten ein. Von den o. g. Arten waren Mitte der 1960er Jahre infolge der Eutrophierung bereits 11 verschollen: *C. intermedia*, *C. virgata*, *C. dissoluta*, *C. hispida*, *C. imperfecta*, *C. vulgaris*, *N. capillaris*, *N. flexilis*, *N. opaca*, *N. syncarpa* und *T. glomerata*.

Von den übrigen Arten waren nur noch *C. aspera* und *C. contraria* (diese Arten wurden bei den Kartierungen zusammengefasst), und *C. tomentosa* im Untersee noch häufiger, quantitativ aber sicher zurückgegangen.

Der eutrophierungsbedingte Rückgang der Characeen im Bodensee hielt bis Ende der 1970er Jahre an. LANG (1981) fand bei der zweiten seeumfassenden Kartierung der submersen Makrophyten 1978 nur noch 3 Arten im Bodensee, wobei die zusammengefassten Arten *C. contraria*/*C. aspera* weiter stark zurückgingen, während *N. obtusa* im Untersee und in der Fussacher Bucht deutlich zunahm.

Mitte der 1980er Jahre zeigten die Bemühungen der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) um die Reinhaltung des Bodensees erste Wirkungen in der Vegetation. SCHMIEDER (1991) fand Mitte der 1980er Jahre im Untersee und Überlingersee bereits wieder ausgedehnte Wiesen vor allem beste-

hend aus *C. contraria* und *C. globularis* sowie an der unteren Vegetationsgrenze von *N. obtusa*. *C. aspera* konnte nicht gefunden werden, was die Vermutung nahe legt, dass auch die 1978 von LANG (1981) beschriebenen Bestände von *C. contraria*/*C. aspera* nur aus *C. contraria* bestanden.

Die dritte seeumfassende Kartierung des Bodensees 1993 (SCHMIEDER 1998) brachte insgesamt 6 Characeenarten zutage, wobei *C. contraria* und *C. globularis* weitaus am häufigsten waren. *N. obtusa* hatte im Vergleich zu 1978 und 1967 weiter zugenommen. Wiederfunde von *C. aspera*, die vor allem in Schwallkreisen der Bogenfelder häufiger zu finden war und 2 Exemplaren von *C. tomentosa* bestätigten den Erfolg der Sanierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet. Dazu kam als Neufund beschränkt auf 2 Häfen *Nitella mucronata*. Auffällig war ein West-Ost-Gradient mit einem deutlichen Verbreitungsschwerpunkt der Characeen im westlichen Bodensee.

Seit 1993 wurde im Bodensee keine systematische Kartierung der submersen Vegetation mehr durchgeführt, sporadische Untersuchungen zeigten aber eine starke Ausbreitung von *C. aspera* in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre. Im Jahr 2003 wurden im Gnadensee erstmals wieder ausgedehnte Bestände von *C. tomentosa* gefunden und auch *T. glomerata* im Ermatinger Becken erstmals nach 1902 wieder nachgewiesen. Letztere wurde auch 2004 bei Triboltingen von DIENST (mündl. Mitt.) nachgewiesen. Aktuell kommen im Bodensee wieder 8 Characeenarten vor. Einzig die *Nitella*-Arten bleiben nach wie vor verschollen, wobei mehrere Arten bei Sedi-mentuntersuchungen im Gnadensee (KOBEL 1996) und Überlingerssee (DILGER 2004 Briefl. Mitt.) in Form von Oogonien nachgewiesen wurden.

4 Ökologie und Verbreitungsentwicklung der einzelnen Arten in den letzten Jahrzehnten

a. *Chara tomentosa* L.

Nach SCHRÖTER und KIRCHNER (1902) bildete *C. tomentosa* die Hauptmasse der Vegetation, ausgedehnte, wahrscheinlich auch über den Winter dauernde Wiesen oder Wälder. Die Fundorte lagen in 1-4,5 m Tiefe. Nach BAUMANN (1911) fischte sie LEINER beim Kältle unweit Konstanz in einer schlanken Form noch bei ca. 30 m heraus.

Sie wurde in lange währendender Tradition im Gartenbau und in der Landwirtschaft als Dünger verwendet: „Am Bodensee wird die *Chara* mit eisernen Rechen aus dem See gefischt, in großen Haufen der Luft und der Sonne eine Zeit lang ausgesetzt und dann untergegraben. Ohne diese Aushilfe könnten z. B. die Gärtner des sog. Paradieses bei Konstanz ihre Gemüsegelder bei dem Mangel an Dung nicht zu dem außerordentlichen Ertrage bringen“ (YTTNER, zitiert nach A. BRAUN a. a. O. in SCHRÖTER & KIRCHNER 1902).



Abb. 2 *C. tomentosa* in der Bauernhornbucht am Nordufer der Insel Reichenau im Sommer 2003

Die Autoren nennen auch weitere Quellen für diesen Brauch, die bis ins Jahr 1784 zurückreichen. „...Dadurch wird der See und der Rhein vereinigt und das Bett immer offen gehalten (SANDERS 1784 zitiert in LEINER 1892, in SCHRÖTER UND KIRCHNER 1902). „Mit *Chara* gedüngter Boden soll viel weniger „Ungeziefer ziehen“. Den Mäusen sei der Geruch widerwärtig. Das Volk nennt diese düngfähige *Chara* allgemein „Mieß“ (LEINER 1892, zitiert in SCHRÖTER & KIRCHNER 1902).

Auch BAUMANN (1911) beschreibt diesen zu der Zeit noch verbreiteten Brauch ausführlich, wobei die Characeen im Frühjahr gefischt wurden, also überwinterten. Er macht außerdem auf die Nutzung von Characeen als Nahrungsquelle für „Bälchen“ (*Fulica atra*) aufmerksam, die die Characeen im Winter bei Niedrigwasser angeblich hauptsächlich des schleimigen Diatomeenüberzuges wegen fressen.

1993 konnte *C. tomentosa* nach 1967 erstmals wieder im Bodensee nachgewiesen werden. Die Funde beschränken sich aber auf wenige Einzelpflanzen im Gnadensee vor Allensbach sowie auf eine Einzelpflanze vor Berlingen. Eine gezielte Nachsuche mit Tauchern in der Vegetationsperiode 1994 konnte die Fundorte von 1993 nicht bestätigen, jedoch wurden zwei weitere Fundorte vor dem Campingplatz Himmelreich im Gnadensee bei Allensbach und in der Bucht westlich von Ermatingen dokumentiert. Die Art trat also vereinzelt wieder im Bodensee auf. Im Jahr 2003 wurden dann wieder ausgedehnte Bestände in der Bauernhornbucht am Nordufer der Insel Reichenau angetroffen und im Sommer 2004 auch bei Hornstaad vom Autor vereinzelt Pflanzen zwischen *C. contraria* gefunden.

Die zweihäusige, mehrjährige Pflanze lebt in großen Seen, wo sie nach MOORE (1986) in Tiefen zwischen 0,5 m und 20 m wächst. Männliche Pflanzen sind häufiger

als weibliche. Die Überdauerung des Zeitraumes höchster Trophie im Bodensee kann jedoch nur durch keimfähige Oosporen erfolgt sein. KOBL (1996) findet intakte Oosporen sowohl am Nordufer der Insel Reichenau als auch am Südufer der Halbinsel Mettnau, der größte Teil der Oosporen wies aber leere Hüllen auf.

Hinsichtlich der eutrophierenden Pflanzennährstoffe besiedelt *C. tomentosa* nach PIETSCH (1982) nur sehr enge Konzentrationsbereiche. Nach KRAUSE (1981) ist sie jedoch nicht unbedingt an oligotrophe Verhältnisse gebunden und auch KONOLD (1987) erweitert den von PIETSCH angegebene Toleranzbereich für Ammonium zu mittleren Konzentrationsbereichen. Nach MELZER et al. (1986) meidet *C. tomentosa* stärker belastete Abschnitte des Chiemsees. MELZER (1988) und MELZER & SCHNEIDER (2001) stellen die Art zur Indikatorgruppe 2,0, d. h. zu den oligotropheren Arten.

b. *Chara aspera* Willd.

Nach BAUMANN (1911) ist *C. aspera* im Untersee die häufigste Art, von der "Grenzzone bis zur Wyss" bei 4 m Tiefe. Vom Ermatinger Becken ("Im Feld") beschreibt er wiesenartige, bei Niedrigwasser ausgetrocknete, weiss-schimmernde Bestände. Auch SZIJJ (1965) bezeichnet *C. aspera* noch als bestandsbildende Art des Ermatinger Beckens, während LANG (1967) Anfang der 60er Jahre im westlichen Bodensee bereits *C. contraria* als häufigste Armleuchteralgenart findet, *C. aspera* aber durchaus noch vorkommt (Im Feld, Reichenau-Südufer, Südufer der Mettnau).

C. aspera zählt zu den Arten, welche infolge der starken Eutrophierung innerhalb des Zeitraumes zwischen 1967 und 1978 im Bodensee verschollen sind. Bei den seeumfassenden Kartierungen von 1967 und 1978 (LANG 1973, 1981) wurde die Art mit *C. contraria* zusammengefasst, so dass eine präzise Aussage zur Verbreitung im Zeitraum der 1960er und 1970er Jahre nicht möglich ist. LANG (1973) fand sie jedoch 1967 noch häufig im Ober- und Untersee. Der starke Rückgang der gegenüber Eutrophierungserscheinungen weit weniger empfindlichen *C. contraria* im Zeitraum zwischen 1967 und 1978 lässt auf ein vollständiges Verschwinden von *C. aspera* in diesem Zeitraum schließen, so dass die Verbreitungsangaben bei LANG (1981) *C. contraria* zugerechnet werden können. Fundmeldungen für die achtziger Jahre liegen nicht vor.

In der seeumfassenden Kartierung von 1993 (SCHMIEDER 1998) wurde *C. aspera* im Untersee wieder verbreitet angetroffen, wo sie vor allem am Nordufer des Gnadensees in 0,5 – 2 m Wassertiefe z. T. dichte Einartbestände bildet. Großflächige Wiesen mit der Einstufung „massenhaft“ traten aber nirgends auf. Im Obersee lag 1993 der Verbreitungsschwerpunkt von *C. aspera* in der Fussacher Bucht, wo sie in größeren Flächen die Einstufung „verbreitet“ erhielt. Ansonsten fand sich die Art nur sporadisch in kleinen ufernahen Flächen.

Nach 1993 hat sich *C. aspera* weiter ausgebreitet und ist überall wieder häufig anzutreffen. Genaue Verbreitungsuntersuchungen neueren Datums liegen jedoch nicht vor.

Nach KRAUSE (1981) bevorzugt *C. aspera* Wasser von ca. 1 m Tiefe und meidet im Gegensatz zu anderen Arten das luvseitige Ufer nicht. PIETSCH (1982) gibt für die Wohngewässer von *C. aspera* Phosphat-Konzentrationen kleiner als 20 µgP/l an.

Auch für Nitrat- und Ammonium-Konzentrationen besitzt *C. aspera* nach PIETSCH (1982) nur sehr enge Toleranzbereiche. MELZER (1988) und MELZER & SCHNEIDER (2001) stellen *C. aspera* zur Indikator-Gruppe 1,5, was einem oligotrophen Gewässertyp entspricht. Die Wiederbesiedlung des Bodensees im Laufe des Oligotrophierungsprozesses nach 1978 erfolgte deutlich schneller als bei *C. tomentosa*, welche in die Indikatorgruppe 2,0 gestellt wird.

c. *Chara contraria* A. Braun ex Kütz.

BAUMANN (1911) beschreibt mehrere Fundorte von *C. contraria* im Untersee (Gnadensee, Insel Langenrain), sie scheint jedoch gegenüber *C. aspera* weit weniger häufig. 1967 nimmt sie bereits ihren Platz als häufigste Armleuchteralge des Untersees ein (LANG 1967, 1973). In den folgenden Jahren ist jedoch ein starker Rückgang zu verzeichnen, so dass 1978 im Untersee nur in der Hegnebuch und im Obersee nur in der Fussacher Bucht noch größere Bestände zu finden sind, und LANG (1981) die Characeen am Bodensee bereits als floristische Seltenheit einordnet. Im Jahr 1993 zählte *C. contraria* wieder zu den häufigsten Arten im Bodenseelitoral, wobei die Verbreitung einen deutlichen Schwerpunkt im Untersee erkennen lässt (SCHMIEDER 1998). Die auffallendste Lücke des Verbreitungsgebietes stellte 1993 die Flachwasserzone vor dem Eriskircher Ried im Einflussbereich der Schussen dar. Weitere Verbreitungslücken finden sich am Obersee in der Luxburger Bucht, in der Bucht von Arbon, in der gesamten Bregenz-er Bucht sowie um Lindau. Die Verbreitungsgebiete von 1993 zeigen große Ähnlichkeit mit denen von 1967, die Verbreitungslücken waren 1967 jedoch weit ausgedehnter als 1993. Die Erfahrungen nach dem Extremhochwasser 1999, wo in der Vegetationsperiode 2000 deutliche Bestandsrückgänge bei den Characeen festgestellt wurden (SCHMIEDER et al. 2004a), lassen vermuten, dass die in der Kartierung von 1967 dokumentierte Verbreitung der submersen Makrophytenvegetation noch unter den Nachwirkungen des Extremhochwassers von 1965 stand. Jedenfalls erscheinen weite Flächen des Untersees in den Luftbildern vegetationsfrei, was sich aufgrund der damaligen trophischen Verhältnisse nicht erklären lässt. Die Bestandseinbußen nach dem Extremhochwasser 1999 waren jedoch 2001 bereits wieder ausgeglichen, so dass die trophische Situation möglicherweise Einfluss auf die Nachhaltigkeit von Auswirkungen solcher Extremereignisse hat. Neben *C. aspera* und *C. globularis* zählt *C. contraria* zu den aktuell häufigsten und verbreitetsten Arten des Bodensees.

Von *C. contraria* konnten 1993 im Bodensee mehrere morphologische Varietäten beobachtet werden, die auch aktuell angetroffen werden. So unterscheidet sich die Form, welche den Obersee besiedelt deutlich durch stark verlängerte Endglieder der Brakteen von den Formen, welche im Untersee zu finden sind. Im Seerhein wurde eine Form gefunden, deren Habitus eher *C. aspera* ähnelt, jedoch unbestachelt ist. Darüber hinaus konnte vor allem im Untersee eine rindenzellenarme Form unterschieden werden, die nachfolgend gesondert als *C. denudata* behandelt wird.

VAHLE (1990) beschreibt *C. contraria* als kennzeichnend für klare, kalkreiche, oligo- bis mesotrophe Gewässer. Sie bevorzugt im Gegensatz zur nah verwandten Art *C. vulgaris* beständige Gewässer, wo sie dauerhafte Siedlungen bildet. Nach KRAUSE (1981) bevorzugt *C. contraria* sommerwarmes, relativ planktonreiches Wasser, dessen Orthophosphat-Gehalt 7 µgP/l höchstens geringfügig überschreitet. Die Ammo-

nium-Konzentrationen liegen ebenfalls niedrig (3 - 158 µgN/l), während der Nitratgehalt in Ausnahmefällen 12 mgN/l erreichen kann. PIETSCH (1982) gibt ähnliche Toleranzbereiche an wie für *C. aspera*. Nur hinsichtlich Nitrat besiedelt *C. contraria* seinen Angaben zufolge einen weit größeren Konzentrationsbereich. KONOLD (1987) dagegen findet die Art auch noch bei deutlich höheren Phosphor-Konzentrationen, was auch die Erfahrungen am Bodensee bestätigen. Auch MELZER et al. (1986) ordnet *C. contraria* aufgrund seiner Erfahrungen zu den Indikatoren mesotropher Verhältnisse. MELZER & SCHNEIDER (2001) ordnen sie der Indikatorgruppe 2,5 zu. Auch die Erfahrungen am Bodensee bestätigen die gute Eignung von *C. contraria* als Indikatorart für mesotrophe Verhältnisse.

d. *Chara virgata* Kütz.

Nach BAUMANN (1911) wuchs *C. virgata* zu Beginn des 20ten Jahrhunderts im Untersee bei Ermatingen-Buchern. LANG (1973) fand die Art nicht. Die *C. globularis* nah verwandte Art, nach KRAUSE (1997) meist kleiner als diese, ist sonst makroskopisch von ihr nicht zu unterscheiden. Bezüglich der Standortansprüche besitzt *C. virgata* weite Amplituden, so dass sie im Bodensee aktuell vorkommen könnte. In der Tat können aktuell verschiedene Variationen von *C. globularis* beobachtet werden, so dass sich eine genauere Nachsuche lohnen würde. MELZER & SCHNEIDER (2001) ordnen *C. virgata* der Indikatorgruppe 2,0 zu.

e. *Chara denudata* A. Braun

Diese meist rindenzellenlose Form der *C. contraria*, deren Artstatus umstritten ist, bildete 1993 ihren Verbreitungsschwerpunkt am Nordufer des Zellersees und vor der Westspitze der Insel Reichenau aus. Im Obersee fand sich ein kleines Zentrum vor Fischbach.

Die Varietät wurde bei den früheren Kartierungen nicht angegeben. Bereits BAUMANN (1911) beschreibt jedoch eine Varietät der *C. contraria*, die sich durch schwache, nur in den Mittelreihen entwickelte oder ganz fehlende Berindung auszeichnet unter dem Namen *C. dissoluta* A. Braun. Die nach seinen Angaben im Untersee sehr seltene Art wurde von ihm für das Gebiet erstmals dokumentiert. Auch GEIßBÜHLER (1938) beschreibt die Form für die Luxburger Buchelt. Bei der 1993 im Bodensee erstmals in ihrer vollständigen Verbreitung erfassten Form dürfte es sich um die von BAUMANN beschriebene handeln. Aufgrund der fehlenden Angaben kann aber die Verbreitungsentwicklung im Untersuchungszeitraum nicht nachvollzogen werden. KRAUSE (1993 mündl.) hatte 1985 bereits Exemplare mit reduzierten bzw. fehlenden Rindenzellen festgestellt und war der Meinung, dass dieser Prozess der Rückbildung 1986 stärker fortgeschritten gewesen sei.

Nach MOORE (1986) scheint die Varietät an große, tiefe, alpine Seen gebunden, wo sie in Tiefen von 2 – 14 m gefunden wurde. Hinsichtlich der Habitatansprüche dürfte *C. denudata* weitgehend *C. contraria* entsprechen; jedenfalls tritt sie immer innerhalb ausgedehnter Bestände dieser Art auf, wobei sie hin und wieder sogar dominiert. In der Literatur finden sich kaum Angaben. MELZER et al. (1986) findet am Chiemsee eine Form der *C. contraria*, der nahezu sämtliche Rindenzellen

fehlen und bringt dies es Phänomen in Zusammenhang mit erhöhter Nährstoffbelastung.

f. *Chara globularis* Thuill.

C. globularis wurde in den seeumfassenden Kartierungen von 1967 und 1978 nicht gesondert berücksichtigt. LANG (1967, 1973) gibt als einzigen Fundnachweis den Bereich des Fährenhorns am Südufer der Insel Reichenau an. BAUMANN (1911) beschreibt einige Fundorte für den Untersee und auch für den Obersee sind von GEIßBÜHLER (1938) Fundorte in der Luxburger Bucht dokumentiert. 1993 trat die Zerklebrliche Armelechteralge häufig auf, vor allem im Untersee und meist zusammen mit *C. contraria*. Nur vereinzelt fand sie sich im Obersee. Zwischen Münsterlingen und Uttwil wurde sie 1993 jedoch stetig in den *C. contraria*-Rasen angetroffen.

C. globularis wird in der Literatur hinsichtlich ihrer Standortansprüche allgemein als wenig wählerisch charakterisiert (CORILLION 1972, KRAUSE W. 1981, MELZER et al. 1986, MELZER 1988, KONOLD 1987). Auch PIETSCH (1982) gibt weitere Toleranzbereiche als für die meisten übrigen *Chara*-Arten an. Aufgrund der heutigen starken Verbreitung und der weiten Toleranzbereiche der Standortfaktoren ist durchaus anzunehmen, dass *C. globularis* 1967 und auch 1978 im Untersee vorhanden war, taxonomisch aber wie die vorgenannten Arten nicht von *C. contraria* unterschieden wurde. Von der allgemeinen Abnahme der Characeen-Vegetation im Laufe der 70er Jahre dürfte aber auch *C. globularis* betroffen gewesen sein. Die Art wurde jedoch bereits 1986 wieder häufig zusammen mit *C. contraria* im Untersee gefunden (SCHMIEDER 1991). MELZER & SCHNEIDER (2001) ordnen sie der Indikatorgruppe 2,5 zu.

g. *Chara hispida* L.

BAUMANN (1911) nennt Fundorte im Seerhein beim Paradies, im Ermatinger Becken sowie im Markelfinger Ried. LANG (1973) konnte die Art nicht finden und auch aktuell bestehen keine Fundnachweise.

Nach KRAUSE (1997) bevorzugt sie kalkreich-oligosaprobess Wasser, wobei sie durch Grundwasserzutritt besonders gefördert wird. MELZER & SCHNEIDER (2001) ordnen sie der Indikatorgruppe 1,0 zu.

h. *Chara rudis* (A. Braun) Leonh.

Nach SCHRÖTER & KIRCHNER (1902) wuchs die *C. hispida* nahestehende und von ihr nach KRAUSE (1997) häufig nicht unterschiedene Art im Überlinger See bei Nusdorf. Neuere Fundnachweise fehlen.

Nach Krause (1997) besiedelt sie -mesosaprobe Seen in Kalkgebieten.

i. *Chara vulgaris* L.

Bei SCHRÖTER & KIRCHNER (1902) wird die Art nicht genannt. Nach GEIßBÜHLER (1938) ist sie in der Luxburger Bucht die häufigste Art neben *C. aspera*. Nach BAU-

MANN (1911) am Untersee verbreitet doch nicht im Litoral sondern in Gräben, überrieselten Riedstellen und Tümpeln. Neuere Fundnachweise fehlen.

Die von *C. contraria* an der Bestachelung zu unterscheidende Art könnte am Bodensee in jüngerer Zeit dieser Art zugeordnet worden sein. Jedenfalls sind von *C. contraria* aktuell mindestens 3 verschiedene, jeweils für einzelne Seeteile typische, morphologische Varianten bekannt, die einer näheren Untersuchung bedürfen.

Nach KRAUSE (1997) kommt sie vorzugsweise in flachen anfänglich mesosaprobien Wassersammlungen vor (in der Oberrheinaue in regenreichen Sommern in jeder größeren Wasserlache), jedoch kaum in Seen. Insofern sind die von GEIßBÜHLER (1938) beschriebenen Vorkommen zweifelhaft, zumal er nach eigenen Angaben Schwierigkeiten bei der Bestimmung hatte. Gegenüber Eutrophierung ist sie nach KRAUSE (1997) resistenter als andere Characeen. MELZER & SCHNEIDER (2001) ordnen sie der Indikatorgruppe 3,0 zu.

j. *Nitella capillaris* (Krock.) J. Groves & Bull.-Webst.

N. capillaris wird von BAUMANN (1911) für den Bodensee Untersee bei Reichenau Schopflen angegeben. Neuere Fundnachweise fehlen.

Nach KRAUSE (1997) besiedelt *Nitella capillaris* mit Vorliebe Kleingewässer mit geringem Phanerogamenbewuchs, wo sie bereits im Frühjahr reift und kurz danach unauffindbar ist. Über die Standortansprüche dieser Art herrschen nach VAHLE (1990) noch Unklarheiten. Die in Niedersachsen besiedelten Gewässer lagen meist am Rande von Flussniederungen von Flussunterläufen, wo sie sowohl von nährstoffreichem Überflutungswasser als auch von nährstoffarmem Quell- oder Sickerwasser aus der angrenzenden Geest beeinflusst werden.

k. *Nitella flexilis* (Linné) C. Agardh

Auch *N. flexilis* war zu Beginn des 20sten Jahrhunderts im Bodensee heimisch. BAUMANN (1911) gibt sie für den Untersee unterhalb Berlingen an. Neuere Fundnachweise fehlen. KOBL (1996) konnte sie jedoch in der Diasporenbank der Sedimente am Nordufer der Insel Reichenau bei St. Georg in 1 m Wassertiefe bei 10-15 cm Sedimenttiefe und auch in 8 m Wassertiefe im Sedimentbereich von 10-20 cm nachweisen. Keine der Oosporen war jedoch unbeschädigt.

Die in KRAUSE (1997) beschriebene weite Verbreitung lässt auf weite Standortamplituden schließen. KRAUSE (1997) schließt aus den Vorkommen im eutrophierten Ranunculetum fluitantis auf eine relativ hohe Unempfindlichkeit gegen gesteigerten Saprobiegrad. Insofern sollte der Bodensee die Standortansprüche der Art erfüllen.

l. *Nitella hyalina* (DC.) C. Agardh

N. hyalina wuchs gegen Ende des 19ten Jahrhunderts nach SCHRÖTER UND KIRCHNER (1902) im Überlinger See bei der Mainau. GEIßBÜHLER (1938) findet sie noch in wenigen Exemplaren in der Luxburger bzw. Egnacher Bucht. Im Untersee war sie nach BAUMANN (1911) ziemlich verbreitet und stellenweise in Menge, z. B. bei Allensbach und im Ostteil des Gnadensees. LANG (1967) gibt noch einen Fundort im östlichen Gnadensee an. Neuere Fundnachweise fehlen. KRAUSE (1997) gibt zwar

einen Fundort im Gnadensee vor Hegne an, bezieht sich aber vermutlich auf die Angabe von LANG (1967).

KOBL (1996) findet sie in der Diasporenbank der Sedimente am Nordufer der Insel Reichenau bei St. Georg in vor allem in 2 m Wassertiefe häufig und oft zusammen mit denen von *C. aspera* und *C. vulgaris*. Mit wenigen Ausnahmen enthielten alle Sedimentproben aus 1 und 2 m Wassertiefe einen großen Anteil an keimfähigen Oosporen.

Notwendige Voraussetzung für das Gedeihen von *N. hyalina* ist nach KRAUSE (1997) hoher Lichtgenuss; sie geht selten in mehr als 1 m Tiefe.

m. *Nitella mucronata* (A. Braun) Miq. In H. C. Hall em. Wallm

N. mucronata wurde für den Bodensee 1993 (SCHMIEDER 1998) erstmals dokumentiert. Die drei 1993 festgestellten Vorkommen lagen ausschließlich in Häfen des Obersees, dem alten Hafen von Horn am Südufer sowie im Hafen von Langenargen und im westlichen Teil des Yachthafens (Baggerloch) von Langenargen. Nach dem Umbau des alten Hafens von Horn dürfte dieses Vorkommen jedoch mittlerweile erloschen sein.

Nach VAHLE (1990) siedelt *N. mucronata* in neutralem, kalkhaltigem Wasser auch unter eutrophen Bedingungen. PIETSCH (1982) gibt dagegen für *N. mucronata* extrem phosphatarme, ammoniumfreie bis extrem arme und nitratarme Gewässer an. Nach KRAUSE (1981) weicht die Art weit vom Normalverhalten der Characeen ab. Auch sie hat ihr Verbreitungszentrum im oligotrophen Bereich, dringt aber auch in die höheren Saprobiestufen vor. KRAUSE (1969) kennt sie aus dem erheblich eutrophierten Callitrichetum der Oberrheinaue, wobei zugeleitete s Rheinwasser mit Ammonium- und Phosphat-Gehalten in den Grössenordnungen 0,2 und 0,6 mg/l sie sogar gefördert hat. Nach BACKHAUS & KRAUSE (1975) ist sie die einzige einheimische Characee, die auch eutrophierte Gewässer besiedelt und sich sogar in dichten Ansammlungen von *Ceratophyllum demersum* hält.

n. *Nitella opaca* (Bruz.) C. Agardh

N. opaca kam nach SCHRÖTER & KIRCHNER (1902) im Überlingersee in ausgedehnten Wiesen in 13,5 m Tiefe bei Wallhausen vor. Auch GEIßBÜHLER (1938) beschreibt vereinzelt Vorkommen im Obersee in der Luxburger Bucht in 7-10 m Tiefe. Nach BAUMANN (1911) ist sie im Untersee nicht häufig. Er beschreibt insgesamt 3 Fundorte bei Ermatingen, bei Gottlieben und Triboltingen. Neuere Fundnachweise fehlen.

KRAUSE (1997) vermutet zwei genetisch verschiedene Rassen mit unterschiedlicher Standortwahl. So wurden in Pflanzen aus einem *Lobelia-Isoetes*-See n=12 Chromosomen, in Pflanzen aus kalkhaltigem Wasser n=16 Chromosomen gefunden. Dauerhafte Siedlungen bestehen bei Grundwassereinfluss. MELZER & SCHNEIDER (2001) ordnen sie der Indikatorgruppe 2,5 zu.

o. *Nitella syncarpa* (Thuill.) Chev.

SCHRÖTER & KIRCHNER (1902) geben *N. syncarpa* im Obersee bei Kreuzlingen an, GEIßBÜHLER (1938) für die Luxemburger Bucht und BAUMANN (1911) in der Oberen Güll bei der Insel Mainau, vor Landschlacht und am Kämtle bei Konstanz, wo er sie steril in über 30 m Tiefe fand. Auch hier fehlen neuere Fundnachweise. KOBL (1996) findet entleerte Oosporen am Südufer der Halbinsel Mettnau in 8 m Wassertiefe in Sedimenttiefen von 15 – 20 cm.

p. *Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves

Um die Jahrhundertwende war die Art aus dem Obersee und Überlingersee gar nicht bekannt (SCHRÖTER & KIRCHNER 1902), wuchs aber nach GAMS (briefl., zitiert in LANG 1973) 1927 im Lindauer Kleinen See in etwa 2 m Tiefe reichlich. BAUMANN (1911) gibt für den Untersee einige Fundorte an, bei Moos findet er Exemplare von 1m Länge mit bis zu 15 cm langen Internodien. 1967 hauptsächlich auf den Markelfinger Winkel des Gnadensees beschränkt, erfolgte bis 1978 eine starke Ausbreitung in die östlichen Teile des Gnadensees (vgl. auch LANG 1981), die sich bis 1993 fortsetzte, so dass *N. obtusa* 1993 zu den häufigsten Arten des Untersees zählte. Der Verbreitungsschwerpunkt lag 1993 im Gnadensee, wo die Art in allen bewachsenen Tiefenstufen vorkam, meist aber die Tiefengrenze der Vegetation ausbildete. Auch eine Ausbreitung in die übrigen Seeteile des Untersees fand bis 1993 statt. Aktuell kann *N. obtusa* im Untersee verbreitet angetroffen werden, ist aber im Vergleich zu 1993 in den flachen Bereichen wieder seltener geworden und beschränkt sich weitgehend auf die Bereiche der unteren Vegetationsgrenze in ca. 6 m Tiefe.

Im Obersee fand nach 1978 ebenfalls eine Ausbreitung statt. Hier bildeten 1993 die Fussacher Bucht und der Bereich zwischen Rheinspitz und Rohrspitz Verbreitungszentren. Außerhalb der Fussacher Bucht und des westlich benachbarten Gebietes trat sie 1993 nur vereinzelt auf.

Neuere Fundmeldungen belegen eine weitere Ausbreitung. So wurde die Art in der Vegetationsperiode 2004 in der oberen Güll nördlich der Insel Mainau angetroffen.

Hinsichtlich ihrer Nährstoffansprüche ist *N. obtusa* sehr tolerant und wird durch eine begrenzte Eutrophierung sogar gefördert (KRAUSE 1985). Die von PIETSCH (1982) angegebenen sehr engen Toleranzbereiche nährstoffarmer Verhältnisse können von mehreren Autoren nicht bestätigt werden (LANG 1981, MELZER et al. 1986, MELZER 1988). Die Unempfindlichkeit gegenüber Eutrophierungserscheinungen stellt nach KRAUSE (1985) auch die Grundlage für das in einigen Gewässern beobachtete neuartige Ausbreitungsverhalten aus ihrer angestammten Wuchszone tieferer Litoralschnitte in eutrophierte Flachwasserbereiche dar. Die Ausbreitung erfolgt dabei vegetativ; Oogonien werden nur äußerst selten beobachtet. Stellt man die am Bodensee dokumentierte Verbreitungsentwicklung von *N. obtusa* der Entwicklung der Phosphor-Konzentrationen im Untersuchungszeitraum gegenüber, so wird deutlich, dass die Art hierfür keinen indikatorischen Wert innerhalb des erfassten Konzentrationsbereiches besitzt. Auch in sehr nährstoffarmen Gewässern scheint sie sich nach PIETSCH (1982) durchaus zuhause zu fühlen, so dass ein Indikatorwert hinsichtlich der trophischen Situation eines Gewässers nicht erwartet werden kann. Trotzdem

wird sie von MELZER & SCHNEIDER (2001) zur Trophieindikation verwendet und in die Gruppe 2,5 gestellt.

q. *Tolypella glomerata* (Desv.) Leonh.

In der Literatur finden sich Angaben von *Tolypella* spec. für den Untersee nur von BAUMANN (1911). Er gibt gleich 8 Fundorte an: vier Orte von Ermatingen bis Steckborn, bei der Insel Langenra in (hier von Prof. Ernst als *Tolypella nidifica* bestimmt), bei Hornstaad (in 8 Meter Tiefe), Moos (bis 1 m Länge) und am Nordufer der Reichenau. BAUMANN schien mit der Bestimmung Probleme gehabt zu haben, weshalb er sich selbst keine Artzuordnung zutraute. Die Zuordnung von ERNST zu der Brack- und Salzwasserart *T. nidifica* war sicherlich falsch; sie ist in Deutschland nur an der Ostseeküste vorhanden (KRAUSE 1997). Weitere Angaben für den Untersee fehlen. SCHRÖTER & KIRCHNER (1902) geben *Tolypella glomerata* für den Seerhein beim Paradies (Konstanz) an. Vom Obersee existiert nur die Angabe von GEISSBÜHLER (1938): Luxburger Bucht (Obersee) am Oberrand der Halde, zwischen 4-7 m Wassertiefe. Nach BAUMANN (1911) beschäftigte sich vor allem LANG (1967, 1973, 1981) über mehrere Jahrzehnte intensiv mit der Wasservegetation des Bodensees. Jedoch finden sich bei ihm keine Angaben über Funde der Art. Allerdings erstreckten sich seine Untersuchungen über die Periode vom Beginn bis zum Höhepunkt der starken Eutrophierung des Bodensees, in der die Wuchsbedingungen den Ansprüchen von *T. glomerata* nicht entsprachen.

Im Sommer 2001 wurde *Tolypella glomerata* mehrfach in einem dichten Bestand von *C. contraria* im Ermatinger Becken wiederentdeckt, dem östlichsten Teil des Bodensee-Untersees. Der Wuchsort lag in einer Wassertiefe von 2-3 m bei einem aktuellen Wasserstand von 1,10 m über dem langjährigen Mittel (Pegel Konstanz am Tag des Fundes: 447 cm). Eine neuere Fundmeldung liegt von M. Dienst vom Sommer 2004 im Strandbad Triboltingen vor (Abb. 3).

T. glomerata bevorzugt eher Grundwasser einfluss, etwa in Baggerseen, oder Ansammlungen von frischen Niederschlagswasser (KRAUSE 1997). So ist das aktuelle Vorkommen im Untersee eher ungewöhnlich, jedoch sicher ein Indiz für die Besserung der Wasserqualität des Bodensees in den letzten 15 Jahren. Diese wurde bereits durch die seeumfassende Kartierung von 1993 (SCHMIEDER 1998) dokumentiert, wobei *T. glomerata* im Rahmen dieser Untersuchung nicht gefunden wurde. So kann davon ausgegangen werden, dass die stetige Reduktion der Phosphorbelastung nach 1993 wiederum Veränderungen innerhalb der submersen Vegetation bewirkten.



Abb. 3 *Tolypella glomerata*, Fundort: Triboltingen Juli 2004 (Foto M. Dienst)

5 Diskussion

Die Characeen haben im Bodensee in den letzten Jahren eine Renaissance erlebt, nachdem sie im Zeitabschnitt der höchsten Trophie Ende der 1970er Jahre fast verschwunden waren. Die Absenkung der Phosphoreinträge auf das Niveau zu Beginn des 20sten Jahrhunderts trug dabei entscheidend zur Verbesserung der Lebensbedingungen der Characeen bei. Von den zu Beginn des 20sten Jahrhunderts nachgewiesenen 17 Arten sind allerdings erst 8 wieder im Bodensee heimisch. Die vielen Varianten der aktuell beschriebenen Arten könnten bei genauerer Untersuchung jedoch durchaus weitere Arten beinhalten. Eine genauere Untersuchung wäre daher wünschenswert.

Auffallend ist aber, dass sich die Bestandsregeneration vor allem auf die *Chara*-Arten beschränkt, während bislang kein Wiederfund der ehemals vorhandenen *Nitella*-Arten gelang, obwohl zum Teil keimfähige Diasporen nachgewiesen wurden (KOBEL 1996).

Auch hierüber wären genauere Untersuchungen wünschenswert. Die Schwerpunkte der *Nitella*-Vorkommen lagen meist in den flachsten Bereichen der Littoralzone, die einem zunehmend stärkeren anthropogenen Nutzungsdruck ausgesetzt sind (SCHMIEDER 2004, OSTENDORP 2004). Selbst gut gemeinte Uferrenaturierungen, wie sie in den letzten Jahren vielfach durchgeführt wurden, sind in der Regel mit Auf-

schüttungen verbunden, die sowohl den ursprünglichen Lebensraum als auch die Diasporenbank im Sediment versiegeln. Häufig werden dabei aus Gründen der Sicherung der Uferstabilität standortsfremde Substrate geschaffen, die eine Neubesiedlung zusätzlich erschweren.

Die Bestandsregeneration der Characeen seit den 1980er Jahren erfolgte vermutlich aus der Diasporenbank im Sediment, welche für manche Arten hohe Dichten aufweist (KOBEL 1996). Characeen sind für die langandauernde Keimfähigkeit ihrer Oosporen bekannt, welche den Zeitraum der trophiebedingten Verschlechterung der Wuchsbedingungen im Bodensee von wenigen Jahrzehnten weit übersteigt (KRAUSE 1997). Viele Diasporen der *Nitella*-Arten sind jedoch im Haldenbereich in 8 m Tiefe oder in größeren Sedimenttiefen akkumuliert, wo entsprechende Keimbedingungen fehlen. Sedimentumlagerungen durch die im Flachwasser bevorzugt vor Anker gehenden Freizeitboote könnten keimfähige Diasporen an die Sedimentoberfläche befördern. Allerdings sind sie hier einer starken Konkurrenz durch *Chara contraria* und *Chara globularis* ausgesetzt, die eine Bestandsbildung verhindern könnten.

Neben der Trophie-Entwicklung haben jedoch auch Wasserstandsschwankungen vermutlich einen Einfluss auf die Bestandsdynamik der Characeen. Bei Monitoring-Untersuchungen im Rahmen des Projektes EFPLUS (SCHMIEDER et al. 2004a) fiel auf, dass im Jahr 2000 direkt nach dem Extremhochwasser von 1999 die Characeen am Westufer der Insel Reichenau deutlich geringere Flächen besiedelten als in den Jahren danach. Auch die bei der seite umfassenden Kartierung der submersen Makrophytenvegetation des Bodensees 1967 verwendeten Luftbilder (LANG 1973) zeigen über weite Uferstrecken vegetationsfreie Flächen, die mit dem Extremhochwasser von 1965 in Zusammenhang stehen könnten.

Die Characeen des Bodensees bilden eine wichtige Nahrungsgrundlage für winterrastende Wasservögel. Vor allem die Bestandsdichten von Bläßrallen (*Fulica atra*) und Kolbenenten (*Netta rufina*) profitierten von der Wiederausbreitung der Characeenbestände (SCHMIEDER et al. 2004b). Dabei werden die Bestände bis in ca. 2 m Wassertiefe abgeweidet. In tieferen Bereichen wurden im Winter 2001/2002 überwinternde Characeenbestände beobachtet. Auch BAUMANN (1911) beobachtete überwinternde Bestände und beschreibt auch die Nutzung der Characeen als Nahrungsquelle durch *Fulica atra*.

Die Wiederfunde verschollener Arten in den letzten Jahren waren meist Zufallsfunde im Rahmen anderer Arbeiten, die sich kaum über längere Uferbereiche erstreckten. Systematische Nachforschungen an historischen Fundorten könnten aber auch hier Überraschungen bringen.

Literatur

- BACKHAUS, D. & W. KRAUSE (1975): Beiträge zu einer Algenflora des Taubergießengebietes. In: Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg (ED.), Das Taubergießengebiet - eine Rheinauenlandschaft. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 7: 177-179.
- BAUMANN, E. (1911): Die Vegetation des Untersees (Bodensee). Arch. Hydrobiol., Suppl. 1: 469 S., Stuttgart.
- CORILLION, R. (1972): Les Charophycees de France et d'Europe Occidentale. 2. Aufl., Otto Koeltz Verlag, Königstein-Taunus.
- GEIßBÜHLER, J. (1938): Beiträge zur Kenntnis der Uferbiozöosen des Bodensees. Mitt. Thurg. Naturf. Ges. 31: 3-38.

- KOBL, U. (1996): Die submerse Vegetation zweier Transekte des Bodensee-Untersees unter besonderer Berücksichtigung der Diasporen-Bank. Dipl. Arb. Universität Freiburg: 121 S.
- KONOLD, W. (1987): Oberschwäbische Weiher und Seen, Teil II Vegetation, Limnologie, Naturschutz. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 52 (2): 201-634.
- KRAUSE, W. (1969): Zur Characeenvegetation der Oberrheinebene. - Arch. Hydrobiol./Suppl. 35: 202-253.
- KRAUSE, W. (1981): Die Sigma-Assoziation als Kriterium der Abgrenzung von Characeen-Gesellschaften. Berichte der Internationalen Symposien der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde: Syntaxonomie (Rinteln 31.3.-3.4.1980), J. Cramer Verlag.
- KRAUSE, W. (1985): Über die Standortansprüche und das Ausbreitungsverhalten der Stern-Armeleuchteralge *Nitellopsis obtusa* (Desvaux) J. Groves. *Carolinea* 42: 31-42.
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae).- Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. 18: 202 S.
- LANG, G. (1967): Die Ufervegetation des westlichen Bodensees. Arch. Hydrobiol. Suppl. 32 (4): 437-574.
- LANG, G. (1973): Die Makrophyten in der Uferzone des Bodensees unter besonderer Berücksichtigung ihres Zeigerwertes für den Gütezustand.- Ber. Internat. Gewässerschutzkommission Bodensee, 12: 67 S.
- LANG, G. (1981): Die submersen Makrophyten des Bodensees – 1978 im Vergleich mit 1967.- Ber. Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee 26: 64 S.
- MELZER, A., R. HARLACHER, K. HELD, R. SIRCH & S. VOGT (1986): Die Makrophytenvegetation des Chiemsees. Informationsberichte Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 4: 210 S.
- MELZER, A. (1988): Die Gewässerbeurteilung bayerischer Seen mit Hilfe makrophytischer Wasserpflanzen. Hohenheimer Arbeiten, Gefährdung und Schutz von Gewässern: 105-116.
- MELZER, A. & S. SCHNEIDER (2001): Submerse Makrophyten als Indikatoren der Nährstoffbelastung von Seen. In: C. STEINBERG, H. KLAPPER (ed.): Handbuch Angewandte Limnologie VIII-1.21: 3-13. Ecomed Verlag.
- MOORE, J. A. (1986): Charophytes of Great Britain and Ireland. BSBI Handbook No 5, 141 S.
- OSTENDORP, W. (2004): Was haben wir aus dem Bodenseeufer gemacht? - Versuch einer Bilanz. - Schr. Ver. Gesch. Bodensee 122: 181-251.
- PIETSCH, W. (1982): Makrophytische Indikatoren für die ökochemische Beschaffenheit der Gewässer. In: Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung Band II Biologische, mikrobiologische und toxikologische Methoden, VEB Gustav Fischer Verlag: 67-88 (Jena).
- SCHMIEDER, K. (1991): Veränderungen der submersen Makrophytenvegetation des Bodensee-Untersees als Spiegelbild der trophischen Entwicklung. Bericht Institut für Seenforschung Langenargen, unveröff. 155 S.
- SCHMIEDER, K. (1998): Submerse Makrophyten der Litoralzone des Bodensees 1993 im Vergleich mit 1978 und 1967.- IGKB-Bericht Nr. 46, 171 S.
- SCHMIEDER, K. (2004): European Lakeshores in Danger – Concepts for a sustainable development. *Limnologica*, 34: 3-14.
- SCHMIEDER, K., WOITHON, A. & HEEGE, T. (2004a): Monitoring der submersen makrophytenvegetation des Bodensee Untersees. In Präp.
- SCHMIEDER, K., WERNER, S. & BAUER, H.-G. (2004b): Submersed macrophytes as a food source for wintering waterbirds at Lake Constance. *Subm. Aquat. Bot.*
- SCHRÖTER, C. & O. KIRCHNER (1902): Die Vegetation des Bodensees.- Schr. Ver. Gesch. Bodensee 31: 1-86 (Beilagen), Konstanz.
- SZIJJ, J. (1965): Ökologische Untersuchungen an Entenvögeln (Anatidae) des Ermatinger Beckens (Bodensee). *Die Vogelwarte* 23 (1): 24-71.
- VAHLE H.-C. (1990): Armeleuchteralgen (Characeae) in Niedersachsen und Bremen. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 5/90: 86-130.

Autor:

Klaus SCHMIEDER
 Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie (320)
 Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart
 E-mail: schmied@uni-hohenheim.de

Manuskripteingang: 06.10.2004; angenommen: 20.10.2004

Thomas FRANKE, Susanne SCHNEIDER, Arnulf MELZER, Mayer ANTON, Oliver DÜRHAMMER

Planung und Struktur der Bayernkartierung sowie eine Zusammenstellung aller in Bayern nachgewiesener Characeen-Arten (Checkliste)

Status report on the checklist and survey of charophytes in Bavaria

Abstract

At present, 24 species of charophytes (Charales) are known from Bavaria (Southeast Germany). A checklist of these species is presented, together with additional informations on rare or critical species. Floristical data on the distribution of charophytes in Bavaria will be collected within the project „BayFlora-Kryptogamen“, which also includes bryophytes, lichens and fungi.

Keywords: Characeae, alga, mapping, checklist, Bavaria, BayFlora-Kryptogamen

1 Einleitung

Als größtes Bundesland kann Bayern eine reiche Flora sein Eigen nennen, für die das Land weit über seine Grenzen hinaus bekannt ist und eine hohe Verantwortung hat. Umso mehr verwundert es, dass ein großer Teil des Floreninventars seit vielen Jahrzehnten in der Forschung völlig unterrepräsentiert ist. Gemeint sind die Niederen Pflanzen (Kryptogamen) – die Pilze, Flechten, Moose und die Armleuchteralgen. Bayern ist das artenreichste Bundesland für die Gruppen Pilze, Flechten und Moose, was wir aus historischen Angaben wissen. Da keine aktuellen Übersichten zu diesen Organismengruppen in Bayern existieren und damit auch für die Belange des Naturschutzes nicht verwendbar sind, bleibt in Süddeutschland der Blick nach Baden-Württemberg, wo in den letzten Jahren in vorbildlicher Weise flächendeckende Grundlagenwerke zu den Pilzen (KRIEGLSTEINER 2000a, 2000b, 2001, 2003), Flechten (WIRTH 1995) und den Moosen (NEBEL & PHILIPPI 2000, 2001) geschaffen wurden. Bei den Characeen sind nach SCHMIDT et al. (1996: 555) Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern die beiden artenreichsten Bundesländer. Mit der Gründung der „Arbeitsgruppe Characeen Deutschland“ (Start: Characeen Tagung in Rostock am 06.-07.03.2004) wurden die Verantwortlichkeiten für die Bundesländer festgelegt. Der Erstautor hatte sich bereit erklärt, als Länderverantwortlicher für Bayern Anlaufstelle und Ansprechpartner für Interessierte zu sein. Am 12.07.2004 wurde an der Limnologischen Station in Iffeldorf (Oberbayern) die Zusammenarbeit in Sachen Characeen Bayerns auf Landesebene besprochen.

In Bezug auf natürliche Gewässer ist in Bayern eine Zweiteilung feststellbar. Während das südbayerische Alpenvorland reich an natürlichen Still- und sauberen Fließgewässern ist, zeichnet sich der Norden Bayerns in Bezug auf Stillgewässer vor allem durch künstlich angelegte Teichlandschaften aus. Die wichtigsten Teichgebiete befinden sich in Mittelfranken, Oberfranken und in der Oberpfalz. Im Gegensatz zu den kalkreichen Gewässern Südbayerns liegen die Teichgebiete in geologisch bedingten bodensauren Gebieten (z. B. Buntsandstein) und sind daher natürlicherweise durch elektrolytarmes Wasser geprägt. Dies spiegelt sich im vorgefundenen Artenspektrum wieder. Während in Südbayern die Gattung *Chara* dominiert, überwiegen in Nordbayern Arten der Gattung *Nitella*. Einige Arten wie *Nitella gracilis*, *Nitella capillaris* oder auch die auf elektrolytarme Gewässer beschränkte *Chara braunii* wurden bislang nur in Nordbayern nachgewiesen.

Auch hinsichtlich der Datenerhebungen gibt es große Unterschiede zwischen Nord- und Südbayern. So liegen beispielsweise aus Südbayern reichhaltige Datensammlungen von W. Krause vor. Zahlreiche Veröffentlichungen und unveröffentlichte Gutachten, die im Rahmen von Tauchkartierungen von der Arbeitsgruppe um A. Melzer an der Limnologischen Station Iffeldorf durchgeführt wurden, harren einer zusammenführenden Auswertung. In Nordbayern ist die Datenlage dagegen deutlich ärmer. Eine erste Zusammenstellung von aktuellen Armeleuchteralgen-Vorkommen im Bereich des Aischgrundes (Mittelfranken) erfolgte mit dankenswerter Unterstützung von W. Krause im Rahmen der Bearbeitung der Pflanzengesellschaften der fränkischen Teichlandschaft (FRANKE 1986). In den letzten 20 Jahren konnten im Rahmen von Teichuntersuchungen in Franken und der Oberpfalz weitere Daten erhoben werden, die das Spektrum der hier nachgewiesenen Armeleuchteralgen erweitern. Eine vollständige oder gar flächendeckende Erfassung ist allerdings längst nicht gegeben. So konnte beispielsweise erst im letzten Jahr mit *Tolypella prolifera* (östlich von Mittwitz, Oberfranken) nicht nur ein Neufund für Franken, sondern für ganz Bayern entdeckt werden (FRANKE 2004).

2 Die Zentralstelle für die Floristische Kartierung Bayerns

Die „Zentralstelle für die Floristische Kartierung Bayerns“ wurde bereits 1900 auf Vorschläge von GRADMANN (1900) hin etabliert. Neue Ansätze von EHRENDORFER & HAMANN (1965) und BRZINSKY (1966) führten zusammen mit der Besetzung des Lehrstuhls für Botanik der Universität Regensburg durch Herrn Brzinsky zu einem Neubeginn der „Zentralstelle“ in Regensburg. Im Rahmen des seit 1971 intensiver arbeitenden Projektes "Floristische Kartierung Westdeutschlands" und später im vom Bundesamt für Naturschutz finanzierten, langjährigen Projekt "Datenbank Gefäßpflanzen" war Regensburg als "Zentralstelle für die Floristische Kartierung Deutschlands (Bereich Süd)" zuständig für die Zusammenführung der Daten aus den Ländern Rheinland-Pfalz, Saarland, Baden-Württemberg und Bayern (BERGMEIER 1992). Seit dem Abschluss dieses Projektes im Jahre 1997 wurde die „Zentralstelle“ nur noch ehrenamtlich oder über verschiedene Kurzprojekte betreut. Im Jahre 2001 wurde das Projekt „BayFlora“ etabliert, das sich in dieser Phase zuerst auf die Höheren Pflanzen beschränkte. Erstes Ziel dieses Projekts war unter anderem die Neubearbeitung der Roten Liste der Gefäßpflanzen Bayerns, die Anfang des Jahres

erschienen ist (SCHEUERER & AHLMER 2004). Nach gemeinsamen Anstrengungen konnte im Jahr 2003 auch das Teilprojekt „BayFlora-Kryptogamen“ begonnen werden, das eine Erfassung der Kryptogamengruppen Moose, Flechten, Pilze und Armleuchteralgen in Bayern zum Ziel hat. Das zunächst auf fünf Jahre ausgerichtete Projekt finanziert eine Stelle, die mit Herrn Dürhammer besetzt ist, der die Koordination inne hat und für die fachliche Bearbeitung der Flechten, Moose und Characeen verantwortlich ist. Im Projekt sind unter anderem Mittel für wissenschaftliche und studentische Hilfskräfte vorgesehen, die derzeit schon für eine Vielzahl von Aufgaben für die Datenerfassung eingesetzt werden. Mit der fachlichen Bearbeitung der Pilze im Projekt „BayFlora-Kryptogamen“ wurde Herr Besl betraut, der an der Universität Regensburg eine feste Anstellung für den Bereich Mykologie hat.

Die „Zentralstelle“ sieht sich als zentrales Organ für die Verwaltung der floristischen Daten aller Pflanzen- und Pilzgruppen Bayerns. Für die Qualitätssicherung und die Schaffung der notwendigen Standards (z. B. taxonomische Referenzlisten) bietet sie durch die Anbindung an die Universität Regensburg (Lehrstuhl von Prof. Dr. P. Poschod) und die Regensburgische Botanische Gesellschaft, die notwendige fachliche Qualifikation. Die „Zentralstelle“ soll das Dienstleistungszentrum in Sachen floristische Daten für die Belange des staatlichen Naturschutzes, der Wissenschaft, der Kartierer und der Öffentlichkeit sein und Hilfe bei bestehenden Kartierprojekten anbieten können, wie im Fall der geplanten Pilzkartierung in Bayern (KARASCH et al. 2003).

Der Botanische Informationsknoten Bayern (BIB) im Internet ist aus den Überlegungen zu den zukunftsorientierten Aufgaben der Zentralstelle für die Floristische Kartierung Bayerns entstanden (kurze Wege, schnelle Abfragemöglichkeiten). Neben den Checklisten, Verbreitungskarten, Abbildungen etc. sollen auch die bayerischen Aktivitäten (z. B. Lokalkartierungen, Gesellschaften, Institute, Herbarien usw.) hier verlinkt werden. Ein Teil des umfangreichen Informationspools ist bereits unter www.bayernflora.de abrufbar.

Ein zentrales Anliegen aller Biologen, die sich mit Organismen und deren Verbreitung beschäftigen, ist die Frage nach einem einheitlichen Eingabeprogramm. Für Bayern lässt derzeit das Landesamt für Umweltschutz in Augsburg ein neues Eingabeprogramm entwickeln (PC-ASK, ASK= Artenschutzkartierung). Eine erste Version zur Eingabe von floristischen Daten soll den Ansprüchen der Kartierer in besonderem Maße genügen und Ende 2004 erscheinen. Hinsichtlich der Ausstattung des Programms wurden von Seiten der Zentralstelle bereits Wünsche und Anregungen an das LfU geäußert. Das GIS (Geographic Information System) unterstützte Programm PC-ASK wird in Zukunft die Topographischen Karten (TK) Bayerns enthalten, auf denen eine punktgenaue Eintragung der Fundorte möglich sein soll. „Unschärfe“ Rasterangaben sollen aber weiterhin möglich bleiben, da auf Altangaben nicht verzichtet werden kann.

3 Geplante Zusammenarbeit bei der Characeen-Kartierung in Bayern

Neben einer noch ausstehenden Bearbeitung vorhandener Daten (z. B. Auswertung der Angaben von Krause, Gutachten etc.) steht künftig die Zusammenführung erhobener und neuer Daten im Vordergrund. Auf Grund der Landesgröße sowie regionaler Unterschiede in der Verbreitung der Characeen sollte möglichst flächendeckend ein Netz von Armleuchteralgen-Kartierern aufgebaut werden. Ein gegenseitiger Austausch, eine Anlaufstelle und Möglichkeiten zur Nachbestimmung kritischer Arten durch Fachleute sind dabei unerlässlich, um das Interesse und die Freude an Characeen zu wecken und auszubauen. Dabei steht vor allem der Gedanke im Vordergrund, mit diesen Indikatorarten den praktischen Naturschutz zu unterstützen. Ein geeignetes Mittel zur Förderung der Artenkenntnis im Gelände sind Exkursionen mit der Möglichkeit anschließender Bestimmung. Ein Jahrestreffen von Interessierten in jeweils unterschiedlichen Regionen Bayerns, wie es bereits für die Moose und Flechten praktiziert wird, ist daher vorgesehen. Das erste Ziel der Datenerhebung soll sein, die fachliche Grundlage für eine erste Rote Liste der Characeen in Bayern auf den Weg zu bringen.

4 Checkliste der Characeen Bayerns

Die erste Zusammenstellung der in Bayern nachgewiesenen Characeen-Arten stammt von KRAUSE (1976). Er zählt 18 Arten auf. Die hier neu vorgestellte Checkliste enthält 24 Characeen-Arten, die sich sowohl aus aktuellen als auch aus historischen Funden zusammensetzt. Für die Liste wurde auf die Nennung der Varietäten und Formen verzichtet. Hinter dem wissenschaftlichen Artnamen und dem/den Autor/en steht das Jahr der Beschreibung. Zu Arten mit hochgestellten Zahlen werden Anmerkungen im Anschluss an die Tabelle 1 gegeben. Die Literaturangabe zu Bayern nennt immer die jüngste veröffentlichte Angabe, wenn nicht spezielle Artikel zu der Art erschienen sind wie im Fall von *Chara aspera* (KRAUSE 1983). Die Angaben zur Roten Liste in Bayern wurde der Liste in SCHMIDT et al. (1996: 555) entnommen (Bearbeiter: W. Krause, A. Melzer, M. Vöge). Die Symbole stehen für folgende Angaben: G Gefährdung anzunehmen, R extrem selten, * derzeit nicht als gefährdet angesehen, D Daten mangelhaft.

Auf Grund von Geländeerfahrungen der Autoren wurde noch eine Spalte mit der geschätzten Häufigkeit der Arten eingefügt. Sie dient als erste Orientierung zum derzeitigen Wissensstand. Die Häufigkeitsangaben sind folgendermaßen definiert:

1 sehr selten, 2 selten, 3 zerstreut, 4 verbreitet. Die Liste wurde mit der „Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands“ (MAUCH et al. 2003) abgeglichen und enthält deren taxonomische Referenznummern, die hier DV-Nummern genannt werden.

Tabelle 1 Checkliste der Characeen Bayerns

Nr.	Artname	Nachweis für Bayern	RL-Bayern gesch	ätzte Häufigkeit DV-Nr.	
	<i>Chara</i> L.				7087
1	<i>Chara aspera</i> Willd.	KRAUSE (1983: 151)	G	Südbayern 4, Nordbayern 1	7486
2	<i>Chara braunii</i> C. C. Gmel.	KRAUSE (1997: 117)	R	Nur in Nordbayern, hier 2	7487
3	<i>Chara contraria</i> ¹ A. Braun ex Kütz.	KRAUSE (1997: 85f)	G	Südbayern 4, Nordbayern 2	7170
4	<i>Chara denudata</i> ¹ A. Braun	MELZER et al. (2003: 19)	Keine Angabe	1 7610	
5	<i>Chara globularis</i> Thuill.	KRAUSE & WALTER (1995: 55)	*	3	7467
6	<i>Chara hispida</i> L.	KRAUSE (1997: 73)	G	3	7948
7	<i>Chara intermedia</i> A. Braun	KRAUSE (1997: 81)	G	3	7468
8	<i>Chara polyacantha</i> A. Braun	KRAUSE (1997: 79)	G	1	7469
9	<i>Chara rudis</i> A. Braun ex Leonh.	MELZER et al. (2003: 19)	Keine Angabe	1 7470	
10	<i>Chara strigosa</i> ² A. Braun	KRAUSE (1997: 104)	R	2	7471
11	<i>Chara tomentosa</i> L.	KRAUSE (1997: 68)	G	3	7473
12	<i>Chara virgata</i> ³ Kütz.	KRAUSE (1997: 91)	G	3	Keine Angabe
13	<i>Chara vulgaris</i> ⁴ L.	KRAUSE & WALTER (1995: 54)	*	3	7947
	<i>Lychnothamnus</i> (Rupr.) Leonh.				Keine Angabe
14	<i>Lychnothamnus barbatus</i> (Meyen) Leonh.	KRAUSE (1997: 132)	D	1 (verschollen)	Keine Angabe
	<i>Nitella</i> C. Agardh				7133
15	<i>Nitella capillaris</i> ⁵ (Krock.) Grov. & Bull.-Webst.	FRANKE (unveröff.)	Keine Angabe	1 7474	
16	<i>Nitella flexilis</i> (L.) C. Agardh	KRAUSE (1997: 146)	G	Südbayern 1, Nordbayern 3	7475
17	<i>Nitella gracilis</i> ⁶ (Sm.) C. Agardh	KRAUSE (1997: 160f)	Keine Angabe	Nur Nordbayern, hier 2	7476
18	<i>Nitella mucronata</i> (A. Braun) Miq. in H. C. Hall em. Wallm. K	KRAUSE (1976: 254)	G	2	7952

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Nr.	Artname	Nachweis für Bayern	RL-Bayern gesch	ätzte Häufigkeit	DV-Nr.
19	<i>Nitella opaca</i> (Bruz.) C. Agardh	KRAUSE (1997: 150)	G	Südbayern 2, Nordbayern 3	7905
20	<i>Nitella syncarpa</i> (Thuill.) Chevall.	KRAUSE (1976: 255)	G	2	7478
21	<i>Nitella tenuissima</i> (Desv.) Kütz.	KRAUSE (1997: 152)	D	1	7479
	<i>Nitellopsis</i> Hy				Keine Angabe
22	<i>Nitellopsis obtusa</i> (Desv. in Loisel.) J. Groves	KRAUSE (1997: 131)	G	3	7481
	<i>Tolypella</i> (A. Braun) A. Braun				Keine Angabe
23	<i>Tolypella glomerata</i> (Desv.) Leonh.	KRAUSE (1997: 168)	G	2	7482
24	<i>Tolypella prolifera</i> ⁷ (Ziz. ex A. Braun) Leonh.	FRANKE (2004)	Keine Angabe	1	7484

Anmerkungen

1) Taxonomische Schwierigkeiten ergeben sich bei der Abgrenzung von *Chara contraria* zu *Chara denudata*. Sie unterscheiden sich in erster Linie durch die Berindung der Äste. Die Verwandtschaft zwischen diesen beiden Arten ist ungeklärt; KRAUSE (1997: 85) nimmt eine enge Verwandtschaft an, behandelt *Chara denudata* aber trotzdem als selbstständig. Die Art galt jahrzehntelang in Europa als äußerst selten, ist aber neuerdings in Ausbreitung begriffen (KRAUSE 1997: 113). *Chara denudata* wurde in Bayern im Chiemsee nachgewiesen; auch im Starnberger See wurden nicht oder sehr spärlich berindete Exemplare gesichtet. An der Limnologischen Station Iffeldorf werden derzeit genetische Analysen durchgeführt, die die Verwandtschaftsverhältnisse zwischen diesen beiden Arten klären sollen.

2) Bayern trägt nach SCHMIDT et al. (1996: 555) eine hohe Verantwortung für die weltweite Erhaltung von *Chara strigosa*.

3) *Chara virgata*: Die Aufnahme von *Chara virgata* resultiert aus einer nomenklatorischen Änderung für die früher als *Chara delicatula* Ag. 1824 bekannte Art. Nach SCHUBERT & BLINDOW (2004: 271) stellt *Chara virgata* den heute gültigen Namen dar.

4) *Chara vulgaris*: In den Bayerischen Alpen wurden im Rahmen der Alpenbiotopkartierung verschiedentlich, vor allem in Initialstadien von Flachmooren (*Primulo-Schoenetum*, *Caricetum davallianae*), kleinwüchsige, nicht immer berindete *Chara*-Proben gesammelt, die von Krause als kaum bekannte Sonderform (Varietät) von *Chara vulgaris* bezeichnet wurden. MIGULA (1897: 552) beschreibt diese als *Chara gymnophylla* f. *subnudifolia*. Der Standort beschränkt sich auf flachste und kleinste Wasseransammlungen im Moor, z. B. Kalkaussinterungen, Viehtritte o. ä. Ansammlungen gibt es vor allem aus dem Jachenauer Tal (Kocheler Berge). Belege verblieben bei Krause.

(Fortsetzung auf folgender Seite)

5) *Nitella capillaris* ist bislang nur in wenigen Fischteichen in Mittelfranken vom Erstautor nachgewiesen worden. Die Proben wurden durch W. Krause in den 90er Jahren bestätigt (KRAUSE in lit., Belege im Herbar Krause). Diese Teiche werden nur sehr extensiv oder gar nicht mehr bewirtschaftet, so dass Klarwasserbereiche insbesondere am Rand auftreten.

6) Meist als Pionierart in Klarwasserseen ohne Fischbesatz kommt *Nitella gracilis* ebenfalls in nur wenigen Teichen Mittelfrankens und der Oberpfalz vor. Es handelt sich dabei um elektrolytarme, flache Gewässer mit Tendenz zu Niedermoorschlenken unter Beteiligung von *Juncus bulbosus* in der flutenden Form und submerser Torfmoose.

7) *Tolypella prolifera*: Der Erstnachweis für Bayern gelang im Jahr 2003 in einem Teich östlich von Mittwitz (Oberfranken), der zwei Jahre zuvor gesömmert und anschließend nahezu ohne Nutzung wieder geflutet wurde (Beleg im Herbarium Hausknecht in Jena, FRANKE 1999-2003, FRANKE 2004).

8) *Chara corallina* kommt natürlicherweise nicht in Bayern vor. Die Art wird im Botanischen Garten in München im Freiland kultiviert. Ihr natürliches Verbreitungsgebiet erstreckt sich von Mauritius über Indien bis nach Japan, die Philippinen und Australien (WOOD & IMAHORI 1965).

Literatur:

- BERGMEIER, E. (Hrsg.) (1992): Grundlagen und Methoden floristischer Kartierungen in Deutschland. – Beih. Flor. Rundbr. **2**: 1-146.
- BRESINSKY, A. (1966): Neue Methoden zur floristischen Erforschung Bayerns. – Ber. Bayer. Bot. Ges. **39**: 29-34.
- EHRENDORFER, F. & U. HAMANN (1965): Vorschläge zu einer floristischen Kartierung von Mitteleuropa. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. **78**: 35-50.
- FRANKE, TH. (1986): Pflanzengesellschaften der Fränkischen Teichlandschaft – Naturf. Ges. Bamberg **61**: Bd. II: 1-191.
- FRANKE, TH. (1999-2003): Reginasee und Schöner See; Umsetzung und Erfolgskontrolle des Sanierungskonzeptes. – Manuskript im Auftrag der Regierung von Oberfranken, Bayreuth.
- FRANKE, TH. (2004): *Tolypella prolifera* (Ziz. ex Braun) v. Leonh. 1863 - Ein Neufund für Bayern. – Naturf. Ges. Bamberg, im Druck.
- GRADMANN, R. (1900): Vorschläge zur pflanzengeographischen Durchforschung Bayerns. – Mitt. Bayer. Bot. Ges. **1**(16): 141-148.
- KARASCH, P.; H. BESL, O. DÜRHAMMER, W. AHLMER, P. POSCHLOD & H. DÖRFELT (2003): Die Pilzkartierung in Bayern. Planung, Struktur, Zukunftsgedanken. – Mycol. Bav. **6**: 3-12.
- KRAUSE, W. (1976): Characeen aus Bayern. Teil 1. Bestimmungsschlüssel und Abbildungen. – Ber. Bayer. Bot. Ges. **47**: 229-257.
- KRAUSE, W. (1983): Zum Formenkreis der *Chara aspera* Willd. in Bayern. – Ber. Bayer. Bot. Ges. **54**: 151-160.
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae). – In: Ettl, H.; J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa 18, 202 S., G. Fischer; Stuttgart.
- KRAUSE, W. & E. WALTER (1995): Die Characeen der Teiche in Oberfranken. – Ber. Bayer. Bot. Ges. **65**: 51-58.
- KRIEGLSTEINER, G. J. (2000a): Die Großpilze Baden-Württembergs. – Band 1, 629 S., Ulmer; Stuttgart.
- KRIEGLSTEINER, G. J. (2000b): Die Großpilze Baden-Württembergs. – Band 2, 620 S., Ulmer; Stuttgart.
- KRIEGLSTEINER, G. J. (2001): Die Großpilze Baden-Württembergs. – Band 3, 634 S., Ulmer; Stuttgart.
- KRIEGLSTEINER, G. J. (2003): Die Großpilze Baden-Württembergs. – Band 4, 467 S., Ulmer; Stuttgart.
- MAUCH, E.; E. SCHMEDTJE, A. MAETZE & F. FISCHER (2003): Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands. – Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft **1**: 1-367.
- MELZER, A.; J. SCHAUMBURG, C. SCHOLZE, S. ZIMMERMANN & M. GOOS (2003): Seelitorale in Bayern: Chiemsee, Makrophyten-Kartierungen 1985 und 1998 – Hrsg. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Materialien **108**: 1-87.

- MIGULA, W. (1897): Die Characeen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. – In: Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz **5**, 2. Aufl., 765 S.; Leipzig.
- NEBEL, M. & G. PHILIPPI (2000): Die Moose Baden-Württembergs. – Band 1, 512 S., Ulmer; Stuttgart.
- NEBEL, M. & G. PHILIPPI (2001): Die Moose Baden-Württembergs. – Band 2, 529 S., Ulmer; Stuttgart.
- SCHEUERER, M. & W. AHLMER (2004): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. – Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Schriftenr. Heft **165**: 1-372.
- SCHMIDT, D.; K. VAN DE WEYER, W. KRAUSE, L. KIES, A. GARNIEL, U. GEISSLER, A. GUTOWSKI, R. SAMIETZ, W. SCHÜTZ, H.-CH. VAHLEN, M. VÖGE, P. WOLFF & A. MELZER (1996): Rote Liste der Armleuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskde. **28**: 547-576.
- SCHUBERT, H. & I. BLINDOW (2003): Charophytes of the Baltic Sea. 326 S., A. R. G. Ganter; Ruggell.
- WIRTH, V. (1995): Die Flechten Baden-Württembergs. – Teil 1+2, 1006 S., Ulmer; Stuttgart.
- WOOD, R. D. & K. IMAHORI (1965): A revision of the Characeae, Vol. 1: Monograph of the Characeae – 904 S., J. Cramer; Weinheim.

Autoren:

Dr. Thomas Franke, Institut für Vegetationskunde
und Landschaftsökologie
Georg-Eger-Str. 1b
D-91334 Hemhofen

E-Mail: thomas.franke@ivl-web.de

Prof. Dr. Arnulf Melzer
Limnologische Station
Hofmark 3
D-82393 Iffeldorf

E-Mail: arnulf.melzer@wzw.tum.de

Dr. Oliver Dürhammer
Zentralstelle für die Floristische Kartierung Bayerns
Institut für Botanik, Universität Regensburg
D-93040 Regensburg
E-Mail: oliver.duerhammer@biologie.uni-regensburg.de

Dr. Susanne Schneider,
Limnologische Station,
Hofmark 3,
D-82393 Iffeldorf,

E-Mail: susi.schneider@wzw.tum.de

Anton Mayer
Bürgermeister-Ulrich-Str. 160
D-86179 Augsburg

E-Mail: anton.mayer@lfu.bayern.de

Manuskripteingang: 15.09.2004; angenommen: 20.10.2004

Einleitung

Die Biologische Station Zingst der Universität Rostock, welche der Angewandten Ökologie zugeordnet ist, wurde 1977 offiziell eröffnet. Aber bereits seit den 60er Jahren werden in Zingst regelmäßig meteorologische und hydrologische Messungen durchgeführt. Neben Aufgaben in der Ausbildung von Studierenden im Fach Biologie und als Plattform verschiedener ökologischer Forschungsprojekte, ist die Station insbesondere bei der Erhebung von Dauermessungen zur Gewässerüberwachung tätig. So wurden über die Jahrzehnte für den gesamten Ostseeraum einmalig umfassende, insbesondere zeitlich hochaufgelöste Datensätze zum ökologischen Zustand der Darß-Zingster Boddenkette erhoben, welche kurz- und langfristige Umweltveränderungen wie die Eutrophierung dokumentieren.

Neben diesen Dauermessungen zur Gewässerüberwachung wird und wurde die Station in der Vergangenheit als Plattform für verschiedene, nationale und internationale Drittmittelprojekte genutzt.

In der Lehre dient die Biologische Station Zingst nicht nur der praktischen Ökologie-Ausbildung innerhalb der Biowissenschaften (Praktika, Diplom- und Doktorarbeiten), sondern auch für Präsenzveranstaltungen im Fernstudium Umweltschutz. Auch im neuen Bachelorstudiengang Biowissenschaften und dem Masterstudiengang Marine Ökologie wird die Station wieder eine wichtige Funktion übernehmen. Darüber hinaus nutzen auch Studenten anderer Universitäten (national und international) Zingst für Exkursionen und Praktika. Insbesondere sei auf die "Summer School" russischer Studenten aus Kaliningrad, die sich jedes Jahr im Sommer für mehrere Wochen auf Zingst hydrologisch/ökologisch weiterbilden, hingewiesen.

Mit Hilfe der Universität Rostock (Dezernat Technik), Kollegen anderer Fachbereiche (z.B. FB Elektrotechnik), verschiedener Sponsoren und viel Eigenleistung ist es in den letzten Jahren gelungen, das Stationsgebäude von innen und außen umfassend zu sanieren, als auch die Forschungsausrüstung technisch zu modernisieren, so dass die Infrastruktur für Forschung und Lehre deutlich verbessert werden konnte.

Viele Wissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen und Institutionen haben über Struktur und Funktion der Darß-Zingster Boddenkette, „dem“ Hausgewässer der Universität Rostock, geforscht. Deshalb fand am 11. Juni 2004 im Kurhaus des Ostseeheilbades Zingst eine wissenschaftliche Tagung anlässlich des 25-jährigen Bestehens der Biologischen Station Zingst der Universität Rostock statt. Organisiert durch die Angewandte Ökologie wurden Ehemalige, Aktive und Interessierte einladen, um sich gegenseitig über altes und neues zu informieren, miteinander ins Gespräch zu kommen und diesen Tag gemeinsam zu genießen.

In Anwesenheit des Umweltministers Prof. Dr. Wolfgang Methling, des Prorektors der Universität Rostock, Prof. Dr. Delf Czybulka, und des Dekans der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, Prof. Dr. Gerhard Graf, deren Grußworte auf den folgenden Seiten zu lesen sind, wurde die wissenschaftliche Tagung, auf der 10 repräsentative Vorträge zur Darß-Zingster Boddenkette gehalten wurden, durch den Leiter der Angewandten Ökologie eröffnet und auch beendet.

Prof. Dr. Ulf Karsten

Universität Rostock
Institut für Biowissenschaften – Angewandte Ökologie
Albert-Einstein-Strasse 3
1805 1 Rostock

Email: ulf.karsten@biologie.uni-rostock.de

Ulrich SCHIEWER

Zur Historie der Eutrophierung der Darß-Zingster Boddenkette

1 Einleitung

Die Entwicklung der Eutrophierung in der Darß-Zingster Boddenkette (DZBK) ist ein sich über Jahrhunderte erstreckender Prozeß. Die Historie seiner Erkundung und Beschreibung vollzog sich in den letzten 80 Jahren. Die wesentlichen Ergebnisse wurden erst in den letzten 30 Jahren erarbeitet. Sie sind eng mit der Laborstation Zingst verbunden und wären ohne sie in dieser Form nicht entstanden.

Erste fundierte Belege stammen von GESSNER (1957). Er hatte in den 30iger und 40iger Jahren des letzten Jahrhunderts grundlegende Erkenntnisse zur Entstehung und zum Charakter der Boddenkette erarbeitet:

- Abschnürung von Gewässerteilen der Ostseeküste durch Nehrungen in Verbindung mit Ausbuchtungen oder Inseln
- Süßwassereinstrom und Austauschprozesse mit der Ostsee, die Salinitäts- und Eutrophierungsgradienten erzeugen
- Windereignisse, die zu schnellen Veränderungen führen können und das Ökosystem sehr labil machen
- ständiger Austausch zwischen Sediment und Wassersäule, der die Produktivität steigert.

Zusätzliche Aussagen betrafen die Lebensgemeinschaften und ihre Wechselwirkungen mit den abiotischen Faktoren. Für die inneren Boddengewässer wurden erste Aussagen zur Eutrophierung getroffen. Bis 1968 untersuchten OVERBECK (1955/56) und HÜBEL (1969) vorwiegend die Rügensch Bodden, gelegentlich auch die DZBK. Eine grundlegende Wende trat erst nach der 3. Hochschulreform der DDR ein. Die Universität Rostock wurde das DDR-Zentrum für Meeresbiologie und Ökologie. Die von Prof. Werner SCHNESE ab 1968 formierte und durch Kooperationsverträge mit der Wasserwirtschaftsleitung Küste verbundene Forschungsgruppe „Innere Küstengewässer“ konzentrierte ihre Untersuchungen auf den Barther Bodden (SCHIEWER 1990). In den Folgejahren entstand eine leistungsstarke Gruppierung, die bis 2001 die DZBK zu einem der am besten untersuchten Küstengewässer der Welt machte. Wichtig war während der DDR-Zeit die Tolerierung einer breiten Grundlagenforschung durch den Kooperationspartner, dabei war Dr. Otto MIEHLKE stets ein verständnisvoller Partner.

2 Methoden

Die Auswahl des Barther Boddens als Kerngebiet und des Zingster Stromes sowie der Kirr Bucht als Experimentierfelder erwiesen sich im Nachhinein als sehr vorteilhaft, da in diesen Bereichen die anthropogen bedingte Eutrophierung erst nach 1968 verstärkt einsetzte. In den weiter westlich gelegenen Gewässerteilen (Bodstedter und Saaler Bodden) hatten bereits deutliche Veränderungen stattgefunden (LINDNER 1972).

Ein vereinfachtes Fließschema stellt das Vorgehen der Forschungsgruppe dar (Abb. 1). Anliegen war die Organisation einer komplexen Vorgehensweise, die ein umfassendes Monitoring mit Freiland- und Laborexperimenten sowie mit Laboruntersuchungen an Einzelarten verbindet und über Prozeßmodellierungen und

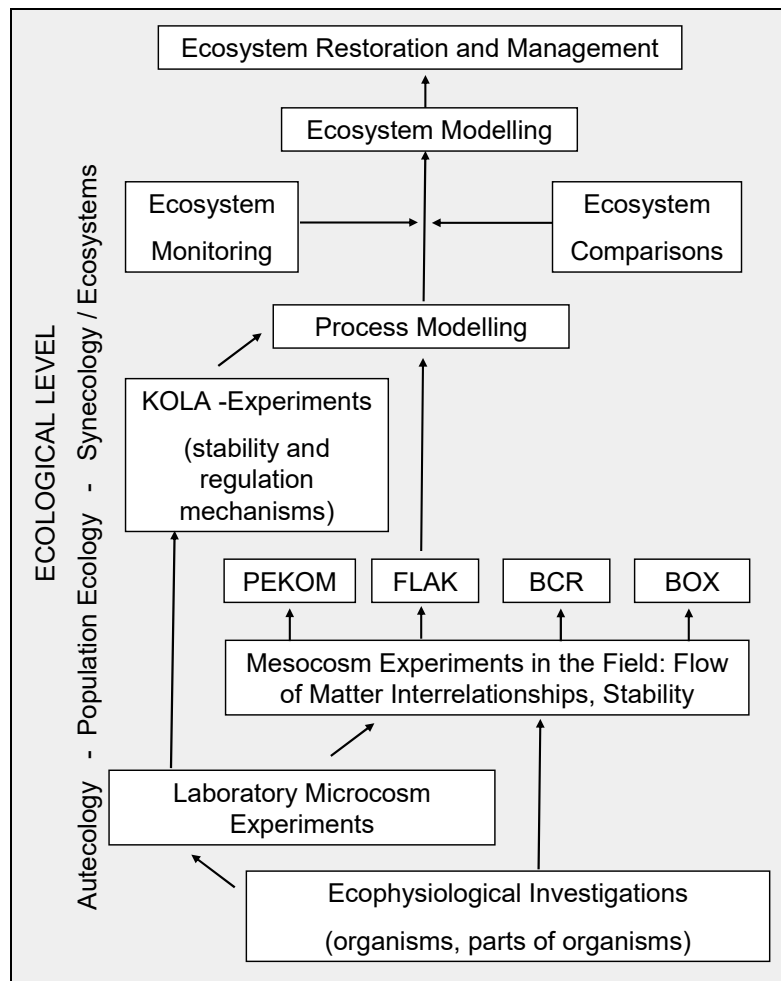


Abb. 1
Vereinfachtes Schema zur Forschungsstrategie der Forschungsgruppe „Innere Küstengewässer“

PEKOM: Pelagische Kompartimente
 FLAK: Flachwasser-Kompartimente;
 BCR: Benthische Gemeinschaftsrespiration
 BOX: Gülle-Belastung
 KOLA: Komplexe Laborexperimente mit natürlichen Gemeinschaften.

Ökosystemvergleiche zu fundierten Aussagen und Sanierungsvorschlägen führt. Die ab 1981 eingesetzten Freiland-Mesokosmen sowie komplexe Laborexperimente lieferten ein umfassendes Bild der ablaufenden Prozesse und er möglichen Voraus sagen über die weitere Entwicklung in der DZBK (SCHIEWER 1997;

1998). Sie waren auch eine wesentliche Basis für die Entwicklung einer Gewässergüte-Klassifizierung der Küstengewässer (SCHLUNGBAUM et al. 1994).

Über 30 Jahre z. T. täglich erfasste abiotischen und biotischen Daten liefern zudem heute eine solide Basis für die Beurteilung der Langzeitentwicklung des Gewässers.

3 Ergebnisse

3.1 Erkenntnisstand bei Gründung der Laborstation Zingst

Die von 1969-1979 durchgeführten Untersuchungen hatten zur Darstellung der Variabilität der Salinität sowie des Vorkommens und der Verteilung der abiotischen und biotischen Komponenten geführt (SCHLUNGBAUM 1978; LINDNER 1972; ARLT 1984; ARNDT 1987). Sie waren die Grundlage für ein erstes mathematisches Modell (VIETINGHOFF et al. 1975).

Hinsichtlich der Limitationen der verschiedenen Organismengruppen, ihrer Steuerung und Verknüpfung in Nahrungsnetzen gab es dagegen kaum oder nur unvollständig gesicherte Vorstellungen. Die dramatische Verschlechterung der Gewässerqualität in den östlichen Boddenn im Frühjahr-/Sommer 1981 machte unmißverständlich deutlich, dass die anthropogen beschleunigte Eutrophierung das Hauptproblem ist. Auslöser war ein extrem nasses Frühjahr mit hohen Süßwasser- und Nährstoffeinträgen. Das führte zu einer dramatischen Abnahme der submersen Makrophyten im Barther Bodden (BEHRENS 1982) und zu einer Erhöhung der Phytoplanktondichte, jedoch zunächst ohne Steigerung ihrer Produktivität (BÖRNER 1984). Betroffen waren ferner die Diatomeen, deren Bedeutung für die DZBK bedeutungslos wurde.

3.2 Ursachenforschung Eutrophierung

Die Auswertung und die laufenden Untersuchungen erlaubten eine erweiterte Charakterisierung der untersuchten Boddengewässer:

- brackige, gezeitenlose Flachgewässer in unregelmäßigem Wasseraustausch mit der Ostsee („Auswascheffekte“) und horizontalen Salz- und Nährstoffgradienten
- physikalische Faktoren bedingen starke Schwankungen im Ökosystem
- Ökoton, aber historisch junge Ökosysteme mit verringerter Biodiversität und Dominanz von Arten mit großer Toleranz gegenüber Umweltvariabilitäten
- Polymiktisch mit hohem Sauerstoffeintrag, intensiver benthisch-pelagischer Kopplung und hoher Produktivität
- hohe Empfindlichkeit gegenüber externen Nährstoffeinträgen.

Im Mittelpunkt der weiteren Untersuchungen stand das Phytoplankton als der produktionsbiologisch entscheidenden Größe. Fragen nach seiner Limitation, Steuerung und Wechselwirkungen mit anderen Komponenten konnten komplex unter Nutzung der Laborstation Zingst und Einbeziehung des Einzugsgebietes bearbeitet werden.

3.2.1 Phytoplanktonlimitation

BÖRNER (1984) hatte in Freilanduntersuchungen neben der fehlenden Dominanz der Diatomeen eine Zunahme der Grünalgen und Cyanobakterien sowie einen noch in Grundzügen existierenden Jahreszyklus des Phytoplanktons gefunden. Die Freilandanalysen, Freiland- und Laborexperimente lieferten ein geschlossenes Bild der Limitationsabfolge im Jahresgang (Abb. 2).

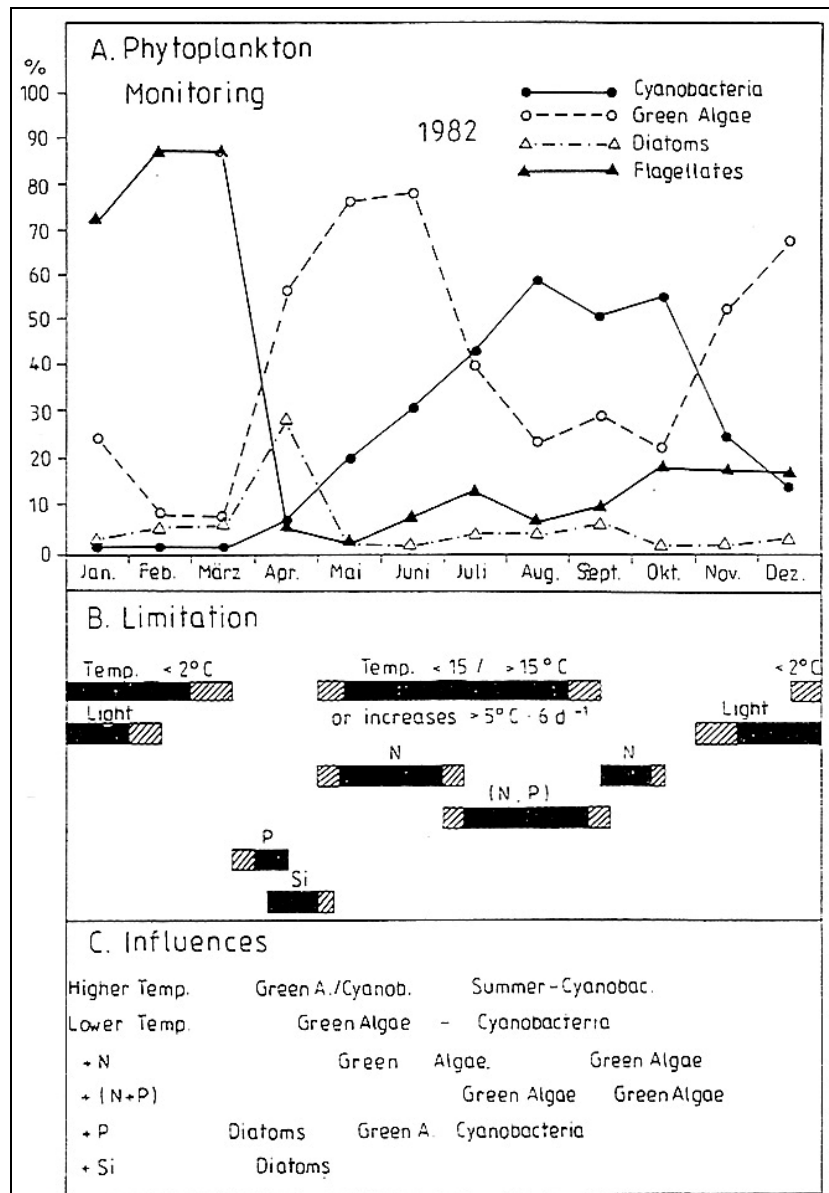


Abb.2

Jahreszeitliche Produktivität und Limitation des Phytoplanktons 1982/88 im Zingster Strom.

A) Relative Anteile der Phytoplanktongruppen in Prozent der Biomasse und ihre jahreszeitliche Verteilung 1982 (BÖRNER 1984).

B) Limitierende Wirkung physikalisch-chemischer Faktoren im Jahresgang. Temperaturen > 15°C fördern die Entwicklung der Cyanobakterien im Sommer u. a. *Nodularia harveyana*, *Anabaena spiroides*. Ein Temperaturanstieg um > 5°C in 6 Tagen führt zum Zusammenbruch der Phytoplanktonpopulationen. N = Stickstoff-, P = Phosphat-, Si = Siliziumlimitation; (N+P) = alternierende N- oder P-Limitation.

C) Einfluß der Temperatur und von Nährstoffzusätzen auf das Wachstum der Phytoplanktongruppen.

Dieses Schema verlor Ende der 80iger Jahre seine Gültigkeit. An seine Stelle trat während der Vegetationsperiode eine fast durchgehende Lichtlimitation des Phytoplanktons. Das war mit einer deutlichen Abnahme der Größe der Einzelorganismen verbunden. Es kam zur Dominanz des Nanophytoplanktons (*Tetrastrum angulare* u. a.). In hocheutrophierten Mesokosmen entwickelte sich in dieser Zeit domi-

nante einzellige *Scenedesmus*-Blüten, die aus aufgelösten Coenobien hervorgingen. Die zunächst prognostizierte Entwicklung zur Dominanz der kleinen Grünalgen erwies sich als falsch. Durch den Einsatz der UV-Mikroskopie konnte SCHUMANN (1993) nachweisen, dass Grünalgen und Cyanobakterien unverändert gleiche Anteile aufwiesen. Der Anteil an Pico- und Nanocyanobakterien hatte sich aber deutlich erhöht.

Die Ursachen wurden von SCHUBERT (vgl. dieses Heft) aufgeklärt.

3.2.2 Konsequenzen für die Nahrungsnetze

Im Mesokosmos-Experiment von 1981 wurde erstmals die große Bedeutung des Bakterioplanktons für die Stoffumsätze im Pelagial nachgewiesen (SCHIEWER et al. 1986). In den Folgejahren wurden Verschiebungen in den Nahrungsnetzen zu

Gunsten des Protozooplanktons festgestellt. Negativ betroffen waren vor allem die Copepoden (HEERKLOSS & SCHNESE 1994). Bei den Rotatorien kam es zu einer Verschiebung der Größenverhältnisse unter gleichzeitig Abnahme ihrer Produktivität.

Diese Veränderungen führten zur Dominanz des mikrobiellen Nahrungsgefüges, über das 90 – 95% des Kohlenstoffumsatzes realisiert werden. Dabei sind Bakterien und das Pico-/Nanophytoplankton Nahrungsquellen für die heterotrophen Nanoflagellaten und Protozoen.

Die weitere Entwicklung in den 90iger Jahren vollzog sich unter den Bedingungen abnehmender punktueller Nährstoffbelastungen. Sie mündete in einer Verschiebung des Nahrungsnetzes im Pelagial von Einzelorganismen zu Aggregaten. Letztere sind vor allem bei windstillen Bedingungen in den „Sedimentauflagen“ (fluffy sediment layer) lokalisiert (ÖKOBOD 1999; SCHIEWER et al. 2002). Auf Grund der ständig guten Sauerstoffversorgung dominieren die Umsätze im Pelagial und in der „Sedimentauflage“. Dem eigentlichen Sediment kommt eine deutlich geringere Umsatzleistung zu.

4 Diskussion und Zusammenfassung

Die Dominanz der mikrobiellen Nahrungsnetze hat Konsequenzen für das Gesamtsystem:

- Dominanz des auto- und heterotrophen Pico- und Nanoplanktons
- beschleunigter Stoffumsatz und Nährstoffremobilisierung, verbunden mit starker „Selbsteutrophierung“
- Akkumulation von partikulärer organischer Substanz (POC) in Form von Aggregaten und „Sedimentauflagen“
- erhöhte Systemstabilität, schlechtere Voraussage der Abläufe und erschwerte Sanierung
- reduzierte Puffer- und Filterkapazität für die Ostsee.

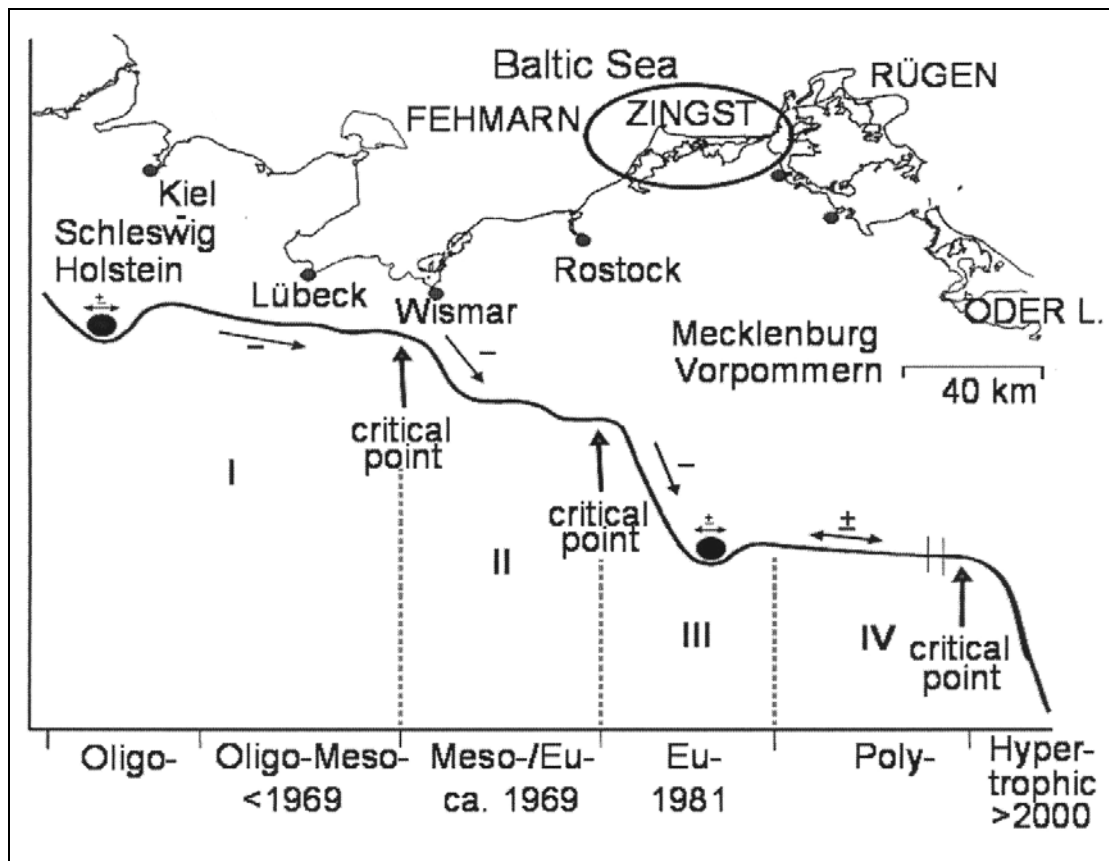


Abb.3 Schrittweise Eutrophierung des Barther Boddens.

I: Vor 1969 oligo-mesotroph: Nährstofflimitation, geringe Phytoplanktonbiomasse, Dominanz der Diatomeen im Pelagial und der submersen Makrophyten (*Charophyceae*) in den Flachbereichen.

II: Anthropogen beschleunigter Übergang von der Meso- zur Eutrophie 1969/81: Nährstofflimitation (vorrangig Stickstoff); höhere Phytoplanktonbiomassen und Dominanz von Grünalgen und Cyanobakterien; Dominanz der submersen Makrophyten (*Charophyceae* und *Potamogetoneaceae*) in den Flachbereichen.

III: Eutroph zu Polytroph ab 1981: Wechsel von der Nährstoff- zur Lichtlimitation. Dramatischer Verlust der submersen Makrophyten. Dominanz des Nano- und Picophytoplanktons (Cyanobakterien und Grünalgen) und der mikrobiellen Nahrungsnetze.

IV: Polytroph seit Anfang der 90iger Jahre: Anreicherung von partikulärem organischem Material (POC) im Pelagial und Lokalisierung der mikrobiellen Nahrungsnetze auf Aggregaten und in „Sedimentauflagen“.

Die Langzeituntersuchungen ermöglichten die Ableitung eines Schemas zum Gesamtverlauf der Eutrophierung (Abb. 3). Dabei lassen sich den einzelnen Trophiestufen deutliche Veränderungen im Ökosystem zuordnen:

- Ausfall der Diatomeendominanz beim Übergang zur Eutrophie
- Ausfall der submersen Makrophyten und Dominanz der mikrobiellen Nahrungsnetze beim Übergang zum polytrophen Zustand
- Stabilisierung des polytrophen Zustandes durch Anreicherung von POC im Pelagial und Lokalisierung des mikrobiellen Stoffumsatzes auf Aggregaten und in „Sedimentauflagen“.

Durch die erhebliche Reduktion der punktuellen Einträge in den 90er Jahren wurde der hypertrophe Zustand nicht mehr erreicht. Vielmehr setzte eine langsame Remesotrophierung ein, die unter anderem durch das Wiederauftreten des submersen *Potamogeton pectinalis* angezeigt wird. Die DZBK bietet hervorragende Möglichkeiten zur Analyse dieser Umkehrprozesse.

Der Systemvergleich mit anderen Küstengewässern der südlichen und östlichen Ostsee erlaubt eine Einordnung der DZBK in ein dreistufiges System:

- Küstengewässer mit deutlich eingeschränktem Wasseraustausch mit der Ostsee. Sie sind sehr empfindlich gegenüber einer Nährstoffbelastung und entwickeln sich unter diesen Bedingungen weitgehend autonom (z. B. DZBK, Usedomer Achterwasser, Innere Rügensche Bodden).
- Küstengewässer mit gutem Wasseraustausch mit der Ostsee. Sie sind recht resistent gegenüber Nährstoffbelastungen („Auswascheffekte“) und entwickeln sich mehr ostseeähnlich (z. B. Greifswalder Bodden, Salzhaff bei Rerik).
- Küstengewässer unter starkem Flußwassereintrag. Sie verhalten sich in der Eintragszone wie die Flußsysteme. Der Nährstoffeintrag kann erst bei längerer Verweilzeiten in Biomasse umgewandelt werden. Solche Küstengewässer sind sehr sensitiv gegenüber strukturellen Veränderungen, die den Wasseraustausch beeinflussen (z. B. Newa-Bucht).

Trotz aller Fortschritte sind die Vorstellungen zur Bedeutung der Küstengewässer-Ökosysteme für die offene Ostsee noch sehr begrenzt. Notwendig wären Untersuchungen zur Veränderung der Selbstreinigungskraft entlang von Salzgradienten, zur Zeit- und Saisonabhängigkeit von Transport, Sedimentation, Ablagerung, Umwandlung und Abbau des organischen Materials und der Nährstoffe sowie deren Verkopplung mit Transport- und Austauschmodellen.

Literatur

- ARLT, G. (1984): Taxonomische und ökologische Untersuchungen am Mesozooobenthos von Brackgewässern. Habilitationsschrift Univ. Rostock.
- ARNDT, E.-A. (1987): On the macrozoobenthos in landlocked shallow brackish waters and its suitability for use as an ecological indicator. In: Proc. 4th symposium of the BMB, Gdansk/Poland: 200-212.
- BEHRENS, J. (1982): Soziologische und produktionsbiologische Untersuchungen an submersen Pflanzengesellschaften der Darß-Zingster Boddengewässer. Dissertation Universität Rostock.
- BÖRNER, R. (1984): Produktionsbiologisch-ökologische Untersuchungen am Phytoplankton des Zingster Stromes in der Darß-Zingster Boddenkette (südliche Ostsee). Dissertation Univ. Rostock.
- GESSNER, F. (1957): Meer und Strand. Berlin: 426 S.
- HEERKLOSS, R. & W. SCHNESE (1994): Jahreszeitliche Variabilität und Langzeitentwicklung des Metazooplanktons im zentralen Teil der Darß-Zingster Boddenkette. Rostock. Meeresbiol. Beitr. 2: 85-92.
- HÜBEL, H. (1969): Die Primärproduktion des Phytoplanktons in Brackwässern unterschiedlichen Salz- und Nährstoffgehaltes. Limnologica (Berl.) 7: 185-195.
- LINDNER, A. (1972): Soziologisch-ökologische Untersuchungen an der submersen Vegetation in der Boddenkette südlich des Darß und Zingst. Dissertation, Universität Rostock.
- ÖKOBOD (1999): Abschlußbericht Verbundprojekt „Ökosystem Boddengewässer – Organismen und Stoffhaushalt (ÖKOBOD)“. Bodden 8: 1-108.
- OVERBECK, J. (1955/56): Meeresdüngungsversuche in einem Boddengewässer Rügens. Wiss. Z. Univ. Greifswald, Math. nat. R. 5/6: 343-372.

- SCHIEWER, U. (1990): Werner Schnese and the development of coastal waters ecology in Rostock, GDR. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 75: 1-13.
- SCHIEWER, U. (1997): Design, experiences and selected results of meso- and microcosm experiments in shallow coastal waters. Rostock. *Meeresbiol. Beitr.* 5: 37-51.
- SCHIEWER, U. (1998): 30 years eutrophication in shallow brackish waters – lessons to be learned. *Hydrobiologia* 363:73-79.
- SCHIEWER, U., H. ARNDT, G. BAADER, G. BALLI N, R. BÖRNER, F.-K. EVERT, F. GE ORGI, R. HEERKLOSS, G. JOST, V. KELL, B. KRÜGER & T. WALTER (1986): The bounds and potential effects of NH₄ (loading) on the pelagic systems in the Zingster Strom. *Limnologica (Berl.)* 17: 7 - 28.
- SCHIEWER, U., D. RENTSCH, S. GÖRS & R. SCHUMANN (2002): Aggregates and bacterial populations in fluffy sediment layers from shallow brackish waters. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28: 1551-1557.
- SCHLUNGBAUM, G. (1978): Komplexe ökologische Untersuchungen an den Darß-Zingster Bodden-gewässern unter besonderer Berücksichtigung des Nährstoffkreislaufes. *Geograph. Ber.* 88 : 161-176.
- SCHLUNGBAUM, G., U. SCHIEWER & E.-A. ARNDT (1994): Beschaffenheitsentwicklung und Klassifizierung der Darß-Zingster Bodden-gewässer mit ausgewählten Vergleichen zu anderen Bodden und Haffen. Rostock. *Meeresbiol. Beitr.* 2: 191-202.
- SCHUMANN, R. (1993): Zur Rolle des Pico- und Nanophytoplanktons im mikrobiellen Nahrungsgefüge der Darß-Zingster Boddenkette. Dissertation Univ. Rostock.
- VIETINGHOFF, U., P. HOLM & W. SCHNESE (1975) : Ein mathematisches Modell für den Zentralteil eines flachen eutrophen Brackwasser-Boddens. *Wiss. Z. Univ. Rostock, Math.-nat. R.* 24: 759-765.

Prof. Dr. Ulrich Schiewer (em.)

Universität Rostock
 Institut für Biowissenschaften
 Ökologie
 Albert-Einstein-Str. 3
 18051 ROSTOCK

Email: ulrich.schiewer@biologie.uni-rostock.de

Ernst Albert ARNDT

Von Erbsenzählerei zur kausalen Analyse von tierischen Besiedlungsmustern - Tiergemeinschaften, Ökophysiologie ausgewählter Arten, tiergeografische Aspekte.

Der folgende Beitrag gibt einen kurzen Überblick über die Forschungsthemen und Schlüsselpublikationen der Arbeitsgruppe von Prof. Arndt zu den an der Universität Rostock durchgeführten Untersuchungen am Makrozoobenthos in den Darß Zingster Bodden. Dabei stand auch die Biologie und Ökologie genuiner Brackwasserorganismen im Mittelpunkt.

Umfangreiche Untersuchungskampagnen am Makrozoobenthos der Darß Zingster Bodden wurden in den 60er Jahren begonnen. Dafür wurde zwischen 1969 und 1979 ein Probenahmeraster basierend auf den punktförmigen Aufnahmen an insgesamt 6 in Ost-Westrichtung über das Gewässer gleichverteilten Stationen entwickelt und bearbeitet. Zwischen 1986 und 1990 wurde eine intensive Bonitierung der Sedimente im Saaler- und im Barther Bodden durchgeführt. Dafür kam ein verfeinertes NetZRaster mit einer Basisbreite des Stationsnetzes von 500 m zum Einsatz. An jeder Station wurden 3 Einzelproben mit einem EKMAN-BIRGE Bodengreifer mit Ausstichflächen um 225 cm² entnommen und im Labor qualitativ und quantitativ bearbeitet („Erbsenzählerei“). Die Ergebnisse wurden in einer langen Reihe von Forschungsberichten und Veröffentlichungen publiziert.

Hauptschwerpunkte bei den Untersuchungen waren:

- die Analyse der Struktur d.h. die Faunenzusammensetzung bzw. artliche Zusammensetzung des Makrozoobenthos in den Darß Zingster Bodden;
- die Analyse der produktionsbiologischen Aspekte, d.h. der Sekundärproduktion des Makrozoobenthos;
- die Analyse der Variabilität des Besiedlungsmusters, d.h. ihrer raum-zeitlichen Veränderlichkeit durch Erfassung der Präsenz, der Individuenabundanz und Feuchtmassen innerhalb der Makrozoobenthos-Netzprogramme im Saaler- und Barther Bodden;
- die Analyse der Ökophysiologie ausgewählter Arten des Makrozoobenthos. D.h. wie bestimmen z.B. Toleranzgrenzen der einzelnen Arten gegenüber der Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, pH und anderen Faktoren die Verbreitungsgrenzen im Ökosystem? Welche Rolle spielt die Sedimentqualität?
- die Analyse physiologisch - ökologischer Kenndaten ausgewählter Taxa.

Dabei standen auch zusammenfassende Bewertungen für Organismen und Lebensgemeinschaften als eine Grundlage für einen Standard zur Beschaffenheits-einschätzung der Küstengewässer im Zentrum der Untersuchungen. Gerade diese Arbeiten hatten einen Pioniercharakter, da gegenwärtig an der Umsetzung der EU-Wasserrahmenlinie intensiv gearbeitet wird (siehe Beitrag Mario von WEBER).

Die erhaltenen Daten dokumentieren die faunistische Dynamik und Variabilität des ökologischen Geschehens in den Darß-Zingster Bodden. Dies soll an einem Beispiel verdeutlicht werden. Während bis 1990 die Chironomiden-Larven in der Feuchtmassendominanz an der Spitze lagen, wird seit 1990 die Makrozoobenthos-Besiedlung durch die für das gesamte Ostseegebiet neu aus Kanada eingewanderte Art *Marenzelleria viridis* (Neozoon) wesentlich verändert. Dieser Polychaet wurde wahrscheinlich Anfang der 80er Jahre per Ballastwasser in die Ostsee eingeschleppt, und hat sich seitdem erfolgreich in das vorhandene Makrozoobenthos integriert ohne die heimischen Faunenelemente negativ zu beeinflussen.

Ausgewählte **Literatur** zum Thema Makrozoobenthos in den Darß-Zingster Bodden:

- ARNDT, E.A. (1987): On the macrozoobenthos in landlocked shallow brackish waters and its suitability for use as an ecological indicator. In: Proceedings of the 4th symposium of the Baltic Marine Biologists, Gdansk/Poland 1975, published by the sea fisheries institute in Gdynia, 1987, 200-212.
- ARNDT, E.A. (1988): Zusammenfassende Ergebnisse von Untersuchungen am Makrozoobenthos der Darß-Zingster Boddenkette von 1969-1987. Wissenschaftliche Zeitschrift WPU Rostock, Mathematisch naturwissenschaftliche Reihe 37, 5, 6-12.
- ARNDT, E.A. (1989): Ecological, physiological and historical aspects of brackish water fauna distribution. In: Ryland P. & A. Tyler (Eds.): Reproduction, Genetics and distributions of marine organisms, 23rd European Marine Biology symposium, Olsen, Denmark, 327-338.
- ARNDT, E.A. (1991): Long-term investigations on the macrozoobenthos in the oligohaline Saaler Bodden south of the peninsula Darß-Zingst and the invasion of *Marenzelleria viridis* in the 80s. 12th BMB-Symposium Helsingør, Danmark, 25-30.
- ARNDT, E.A. (1994): Struktur und Dynamik des Makrozoobenthos in der Darß-Zingster Boddenkette im Laufe der letzten 25 Jahre unter besonderer Berücksichtigung der Makrozoobenthos - Entwicklung im Saaler Bodden von 1986-1990. Rostock. Meeresbiol. Beitr. 2: 93-120.
- ARNDT, E.A. (2001): Die Bodentierwelt der Darß-Zingster Boddenkette. Meer und Museum 16, 65-71.

Prof. Dr. Ernst Albert Arndt (em.)

Thomas Mann Strasse 6

18055 ROSTOCK

Hendrik SCHUBERT

Das Lichtklima in den Darß Zingster Bodden

Der folgende Beitrag gibt einen kurzen Überblick über die Forschungsthemen und Schlüsselpublikationen der Arbeitsgruppe von Prof. Schubert zu den an der Universität Rostock durchgeführten Untersuchungen zum Lichtklima in den Darß Zingster Bodden.

Hocheutrophe Gewässer wurden bis Anfang der 90er Jahre nur in relativ wenigen Fällen umfassend hinsichtlich ihres Lichtklimas untersucht. Die Daten in diesen Studien wiesen aber bereits auf eine außerordentliche Heterogenität der Lichtklimata eutropher Gewässer hin. Jedes dieser Gewässer besitzt eigene Charakteristika, so daß es nicht möglich ist, vom Trophiegrad ausgehend, Rückschlüsse auf die Unterwasserlichtverhältnisse in unterschiedlichen Gewässern zu ziehen.

Regelmäßige Messungen des Lichtklimas in den Darß Zingster Bodden wurden seit 1993 durchgeführt. Es wurde dabei ein sphärischer Sensor (Macam SR-9910) von 7 mm Durchmesser verwendet, mit dem eine Meßdauer von 15 Minuten für ein Spektrum im Bereich von 280 nm bis 800 nm, d.h. spektral hochaufgelöst, realisierbar ist.

Hauptschwerpunkte der Untersuchungen waren zum einen die Charakterisierung des Strahlungsklimas in den Darß Zingster Bodden, d.h. die Untersuchung der Grundeigenschaften der Wasserkörper hinsichtlich ihres Lichtfaktors. Daraus abgeleitet ging es um die Problemstellung, welche Lichtintensität in welcher spektralen Zusammensetzung in der jeweiligen Tiefe vorliegt. Dazu wurden folgende Aspekte betrachtet:

- Untersuchung der Abhängigkeit des Attenuationskoeffizienten (678 nm) und des Absorptionskoeffizienten (678 nm) von der Chlorophyllkonzentration des Wasserkörpers in den unterschiedlichen Bodden;
- Untersuchung von Transmissions-, Attenuations- und Absorptionsspektren entlang des Ost-Westprofils der Darß Zingster Bodden;
- Untersuchung von Tagesgängen der Spektralverteilung und Intensitätsprofilen des Unterwasserlichtfeldes im Zingster Strom;
- Untersuchung des Einflusses der Eisbedeckung der Darß Zingster Bodden auf die Transmissionsspektren;
- Untersuchung der Abhängigkeit des Lichtklimas von der Jahreszeit, dem Sonnenstand und den meteorologischen Bedingungen.

Zum anderen bestand ein zweiter Hauptschwerpunkt in der Untersuchung des für die phototrophen Organismen wirksamen Lichtfeldes in den Darß Zingster Bodden. Dazu wurden folgende Aspekte betrachtet:

- Untersuchung des auf einen Planktonorganismus einwirkenden Lichtes, d.h. die Beziehung zwischen der Tiefe, in der sich der Organismus aufhält und seiner Verweilzeit. In Flachgewässern wird die Verweilzeit in großem Maße durch windinduzierte Durchmischungsprozesse wie der Langmuir-Zirkulation bestimmt;
- Untersuchung der Abhängigkeit der Langmuir-Zirkulation von der Windgeschwindigkeit;
- Untersuchung des Wellenfokussiereffektes in Abhängigkeit von der Tiefe und der meteorologisch bedingten Abschattung (Bedeckung);
- Untersuchung der Lichtverfügbarkeit und photosynthetischen Lichtnutzung planktischer Cyanobakterien und Grünalgen.

Die bisher erzielten Daten belegen, dass das Unterwasserlichtklima in den Darß-Zingster Bodden extrem variabel ist und zudem von vielen Faktoren wie Wetter (Bedeckung, Wind etc.), Wassereigenschaften (Gelbstoffkonzentration, Partikel etc.) und die Präsenz planktischer Organismen moduliert werden kann. Phytoplankton in der Wassersäule erfährt somit einen ständigen Wechsel im Lichtklima zwischen absoluter Dunkelheit und kurzfristigen Lichtblitzen, was natürlich entsprechende Anpassungsmechanismen verlangt.

Ausgewählte **Literatur** zum Thema Lichtklima in den Darß-Zingster Bodden:

- FORSTER, R.M. & H. SCHUBERT (2001): The effects of ultraviolet radiation on the planktonic community of a shallow, eutrophic estuary: results of mesocosm experiments. *Helgol. Mar. Res.* 55: 23-34.
- KÜSTER, A., R. SCHAIBLE & H. SCHUBERT (2000): Ökophysiologie der Lichtanpassung von *Chara canescens*. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) - Tagungsbericht 1999 (Rostock) *Tutzing*: 761-764.
- KÜSTER, A., R. SCHAIBLE & H. SCHUBERT (2000): Light acclimation of the charophyte *Lamprothamnium papulosum*. *Aquat. Bot.* 68: 205-216.
- SAGERT, S., H. SCHUBERT & A. SUCHAU (1993): Light and temperature adaptation of two picoplankton species in the bodden chain south of the Darß-Zingst peninsula. *J. Plankton Res.* 15: 953-964.
- SAGERT, S. & H. SCHUBERT (1999): Das Unterwasserlichtklima der Darß-Zingster-Boddenkette. *Rostock. Meeresbiol. Beitr.* 7:135-55.
- SCHUBERT, H. (1996): Ökophysiologie der Lichtanpassung des Phytoplanktons eutropher Flachgewässer. *Habilitationsschrift*, Universität Rostock.
- SCHUBERT, H. (1996): Starklichtanpassung - Strategien von Grünalgen und Cyanobakterien. *Nova Acta Leopoldina* 14:109-126.
- SCHUBERT, H. (2001): Unterwasservegetation der Darß-Zingster Bodden. *Meer und Museum* 16: 53-59.
- SCHUBERT, H., S. SAGERT & R.M. FORSTER (2001): Evaluation of the different levels of variability in the underwater light field of a shallow estuary. *Helgol. Mar. Res.* 55: 12-22.
- SCHUBERT, H., L. SCHLÜTER & P. FEUERPFIL (2003): The underwater light climate of a shallow baltic estuary – ecophysiological consequences. *ICES Coop. Res. Rep.* 257: 29-37.
- SHUHONG, Z., H. SCHUBERT & U. SCHIEWER (1993): Influence of irradiance and temperature on the cyanobacterium *Aphanothece stagnina* Sengel isolated from the Darß-Zingst estuary (southern Baltic) under continuous turbidostat culture. *Arch. Hydrobiol. Algol. Studies* 70: 51-63.

Autor:

Prof. Dr. Hendrik Schubert
 Universität Rostock, Institut für Biowissenschaften, Ökologie
 Albert-Einstein-Str. 3
 18051 ROSTOCK
 Email: hendrik.schubert@biologie.uni-rostock.de

Ingolf STODIAN

Der Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft im Verbund des europäischen Schutzgebietssystems NATURA 2000

1 Einleitung

Auf der Grundlage der europäischen Naturschutzgesetzgebung werden zwei Schutzkategorien unterschieden, EU-Vogelschutzgebiete und FFH-Gebiete. Die EU-Vogelschutzgebiete (SPA- Special Protection Area) gemäß Artikel 4 der Richtlinie 79/409/EWG dienen der Erhaltung der wildlebenden Vogelarten. Dieses Gesetz wurde durch die EU bereits 1979 geschaffen. Mit der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) im Jahr 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen wurde dann der Grundstein für einen umfassenden europaweiten Lebensraumschutz gelegt. Beide Schutzkategorien bilden das Europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000.

Die Ausweisung des Nationalparks Vorpommersche Boddenlandschaft erfolgte am 12. September 1990. Das Alleinstellungsmerkmal des Nationalparks lautet „Bodden: Lagunen der Ostsee“. Mit dieser Kernaussage wird bereits der besonderen Sensibilität dieses einzigartigen Ökosystems Rechnung getragen. Dabei ist es kein Zufall, dass der Nationalpark an genau dieser Stelle und mit genau diesen Grenzen entstand. Bereits zuvor besaß diese Region eine ganz besondere Bedeutung für den Naturschutz. Schon 1978 wurden die Westrügenschens Boddengewässer bis zum Ostufer des Zingst als „Feuchtgebiete internationaler Bedeutung“ gemäß RAMSAR-Konvention ausgewiesen. Damit entfallen rund 80% der RAMSAR-Flächen in Mecklenburg-Vorpommern auf diese Boddengewässer. Der Feuchtgebietsschutz geht dabei auch auf den Vogelschutz zurück, der hier schon immer eine große Bedeutung hatte. Die Boddengewässer sind ein wichtiges Rast- und Überwinterungsgebiet für zahlreiche Vögel, welche aus ihren Brutgebieten in Skandinavien hier durchziehen.

Es ist daher nicht verwunderlich, dass der Vogelschutz im Schutzzweck der Nationalparkverordnung (NLP-VO, GBl. DDR, Sonderdruck Nr. 1466) eine besondere Stellung genießt. Darin heißt es:

Sicherung der Vielfalt der Pflanzen- und Tierwelt

Dazu gehören:

1. Die Erhaltung der wichtigsten Wasser- und Watvogelbrutplätze an der deutschen Ostseeküste. Die Sicherung ungestörter Rast- und Winteraufenthaltsbedingungen für ziehende Wasservögel, insbesondere den Kranich (bestätigtes Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung laut RAMSAR-Konvention), die Erhaltung von mehreren Brutplätzen des Seeadlers und anderer bestandsbedrohter Großvogelarten.

Der Küstenraum wird aber auch durch den Tourismus intensiv genutzt. Dabei ist es nicht nur der Badetourismus, sondern zunehmend der Naturtourismus, der hier im Mittelpunkt steht. Küsten üben durch ihre Naturnähe einen besonderen Reiz auf den Menschen aus, weil die Schönheit der Landschaft sowie die Ursprünglichkeit der Natur die Wunschziele der Besucher dieser Region sind. Um den künftigen Besuchern auch weiterhin eine weitestgehend ungestörte Landschaft bieten zu können sind jedoch ggf. einige Beschränkungen in der Nutzung dieses Naturraumes zwingend. In diesem Nutzungskonflikt befindet sich nun der Nationalpark. Einerseits ist die Umweltbildung ein Ziel bei der Umsetzung der Schutzziele des Nationalparks, andererseits ist die Naturraumausstattung zu erhalten und zu verbessern.

2 Vogelschutzgebiete

Mit der Wiedervereinigung galten nun in Mecklenburg-Vorpommern fortan auch die europäischen Naturschutzgesetze. In deren Umsetzung erfolgte 1992 die Ausweisung Europäischer Vogelschutzgebiete (SPA). Dabei kann man zwei Schwerpunkte trennen: die Brutvögel und die Rastvögel.

Für den Vogelschutz von besonderer Bedeutung sind die Küstenvogelbrutgebiete, dessen Betreuung in Mecklenburg-Vorpommern eine über 40 Jahre währende Tradition hat. Bei den Gebieten handelt es sich zumeist um Inseln oder Landzungen. Diese bieten sowohl geeignete Bruthabitate, als auch eine relativ sichere Lage durch die Umgebung mit Gewässern.

Ihre große Bedeutung für die Küstenvögel resultiert daraus, dass sie für diese Bodenbrüter gewissermaßen letzte Refugien darstellen. Ehemalige Lebensräume auf dem Festland wurden durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung, der damit verbundenen Melioration, durch Verbauung, Tourismus und Freizeitaktivitäten, aber auch durch die Aufgabe der Beweidung zerstört.

Bis in die 90er Jahre waren es 13 derartige Schutzgebiete in Mecklenburg-Vorpommern, heute sind es bereits 29. In den Küstenvogelbrutgebieten wurden insgesamt 45 Arten registriert, wovon 27 Arten noch nennenswerte Brutbestände aufweisen. Die übrigen 18 Arten machen nur 0,2 % des Landesbestandes an Brutpaaren (BP) in den Küstenvogelbrutgebieten Mecklenburg-Vorpommerns aus.

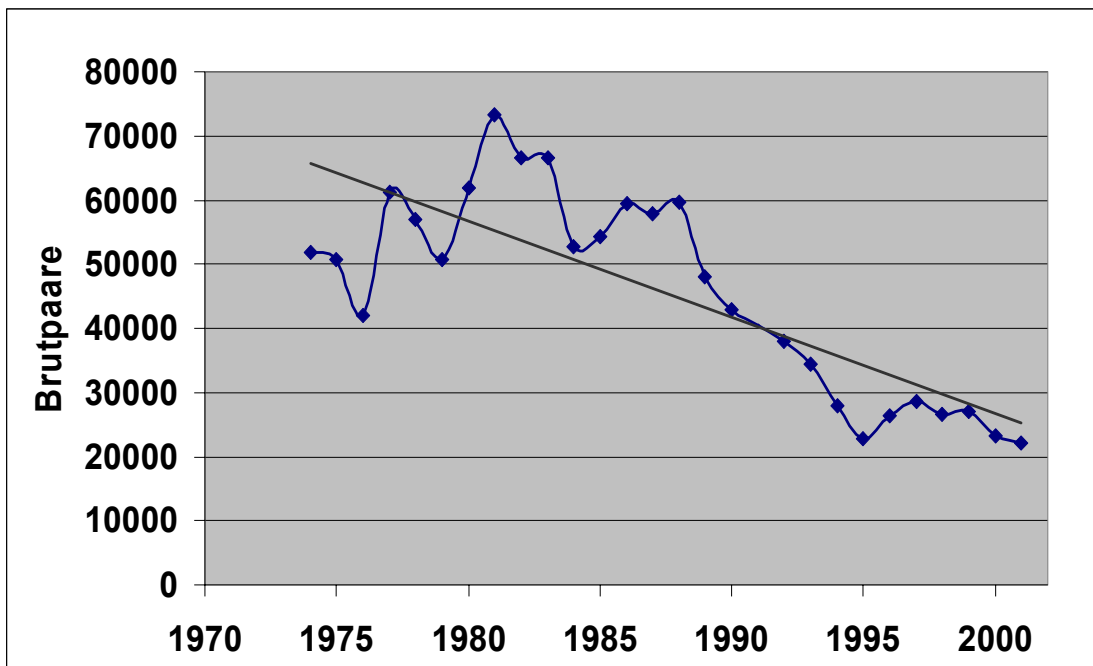


Abb. 1 Gesamtbrutbestände in den klassischen Küstenvogelbrutgebieten von Mecklenburg-Vorpommern

In den 13 betreuten Küstenvogelbrutgebieten mit Langzeitmonitoring weist der Gesamtbestand eine negative Tendenz auf (Abb. 1). Das Maximum von rund 73.000 BP wurde 1981 erreicht. Danach ist teilweise ein drastischer Rückgang zu verzeichnen. Mit etwa 22.000 BP wurden 1995 und 2001 die geringsten Bestände nachgewiesen. Der drastische Rückgang der Lachmöwenbrutbestände macht dabei den Hauptteil aus. Vom Bestandsmaximum der Lachmöwe (*Larus ridibundus*) im Jahre 1981 mit über 60.000 BP verblieben im Jahre 2001 lediglich ca. 10.000 BP. Rund die Hälfte des Brutbestandes der Küstenvögel des Landes Mecklenburg-Vorpommern ist im Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft zu finden. Somit sind die Bodden- und Gewässer mit ihren Küstenvogelbrutgebieten eines der wichtigsten und auch letzten Zentren für den Vogelschutz. Der Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft ist auf gesamter Fläche Vogelschutzgebiet (SPA Vorpommersche Boddenlandschaft, Gebiets-Nr.: DE 1543-401).

Bodenbrüter haben angesichts ständiger Habitatverluste durch menschliche Aktivitäten sowie einen hohen Prädationsdruck, aber auch durch anpassungsfähige Arten und Generalisten starke Bestandsrückgänge zu verzeichnen. Zu den sehr anpassungsfähigen Arten zählen Höckerschwan, Kormoran und Silbermöwe. Unter Berücksichtigung des starken Anstiegs dieser drei Arten ist der Gesamtrückgang bei den sensiblen Küstenvogelarten um so dramatischer zu bewerten. Zum Schutz der letzten Küstenvogelbrutgebiete wurden spezielle Managementmaßnahmen für jedes Brutgebiet erarbeitet. Dabei werden in den Schutzgebieten in der Brutsaison „Vogelwärter“ eingesetzt, welche das Betreten durch Unbefugte verhindern sollen. Des Weiteren realisieren sie das Monitoring der Brutbestände und registrieren die Beutegreiferaktivitäten. Sofern erforderlich, wird in den Brutgebieten eine naturschutzgerechte (extensive) Beweidung durchgeführt. Ebenso ist die Jagd auf Haar-

raub- und Schwarzwild vor Beginn der Brutsaison zwingend. In Einzelfällen werden zusätzliche Abwehrmaßnahmen gegen Prädatoren, wie z.B. Elektroabwehrzäune, errichtet. Derartige Abwehrmaßnahmen haben jedoch nur kurzzeitige Wirkungen.

Grundsätzlich ist eine natürliche Sukzession im Nationalpark erwünscht. Jedoch erfolgt diese nicht immer ohne anthropogene Einflüsse. Daher muss in jedem Einzelfall das jeweilige Schutzziel bewertet werden. Massive Bestandentwicklungen von Haarraub- und Schwarzwild, welche durch den Menschen noch indirekt aktiv durch Immunisierungen gegen Tollwut und Schweinepest gefördert werden, bedeuten langfristig das endgültige Aussterben der meisten Küstenvögel in unserer Region. Die Bewahrung der Artenvielfalt, hier der einheimischen Küstenvögel, erfordert deshalb ein umfangreiches Schutzmanagement.

Ein jagdliches Management steht jedoch an einigen Stellen des Nationalparks im Zielkonflikt mit Jagdruhezonen.

Die Boddengewässer an der Vorpommerschen Küste sind das wichtigste Überwinterungsgebiet für Wasservögel im gesamten Ostseeraum. Weiterhin sind sie, bedingt durch die geographische Lage, ein wichtiger Durchzugsraum für eine Reihe von Vogelarten auf dem Zug zwischen den Brutgebieten im Norden und den Überwinterungsgebieten im Süden. Dabei kommen 34 Arten des Anhangs I der EG-Vogelschutzrichtlinie (besonders zu schützende Arten) regelmäßig und in z. T. beträchtlichen Anzahlen vor. Die Rastbestände von 27 Arten übersteigen im Nationalpark regelmäßig das 1 Prozent-Kriterium der afrikanisch-eurasischen Rastpopulation internationaler Bedeutung nach RAMSAR-Konvention. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Rast der Kraniche, da die flachen Boddengewässer als Schlafgewässer für die Tiere ideale Bedingungen bieten. Allein deswegen kommen zahlreiche naturinteressierte Besucher jedes Jahr in diese Region und stellen somit einen wichtigen wirtschaftlichen Faktor dar. Auch hier sind natürlich Konflikte nicht immer zu vermeiden. Wenn im Zuge des Massentourismus Schäden an Natur und Landschaft oder Fauna zu verzeichnen sind, muss gegengesteuert werden.

3 FFH-Gebiete

Die FFH-Richtlinie (Fauna-Flora-Habitat) kann als das erste umfassende europäische Rahmengesetz zum Lebensraum- und Artenschutz angesehen werden. Neben konkreten Artenschutzbestimmungen liegt das wesentliche Ziel der Richtlinie in der Ausweisung und dauerhaften Sicherung eines europäischen zusammenhängenden ökologischen Netzes von besonderen Schutzgebieten mit der Bezeichnung „Natura 2000“.

An der deutschen Ostseeküste gibt es Lebensräume (z.B. die Bodden, naturnahe Dünenkomplexe), die in ganz Deutschland und Europa einmalig sind und für deren Erhalt Mecklenburg-Vorpommern eine besondere Verantwortung trägt. Diese schutzwürdigen Lebensräume werden im Zuge der Erarbeitung der FFH-Gebietsvorschläge an die Europäische Kommission gemeldet, um als gemeinschaftliches europäisches Naturerbe in das Netz „Natura 2000“ aufgenommen zu werden.

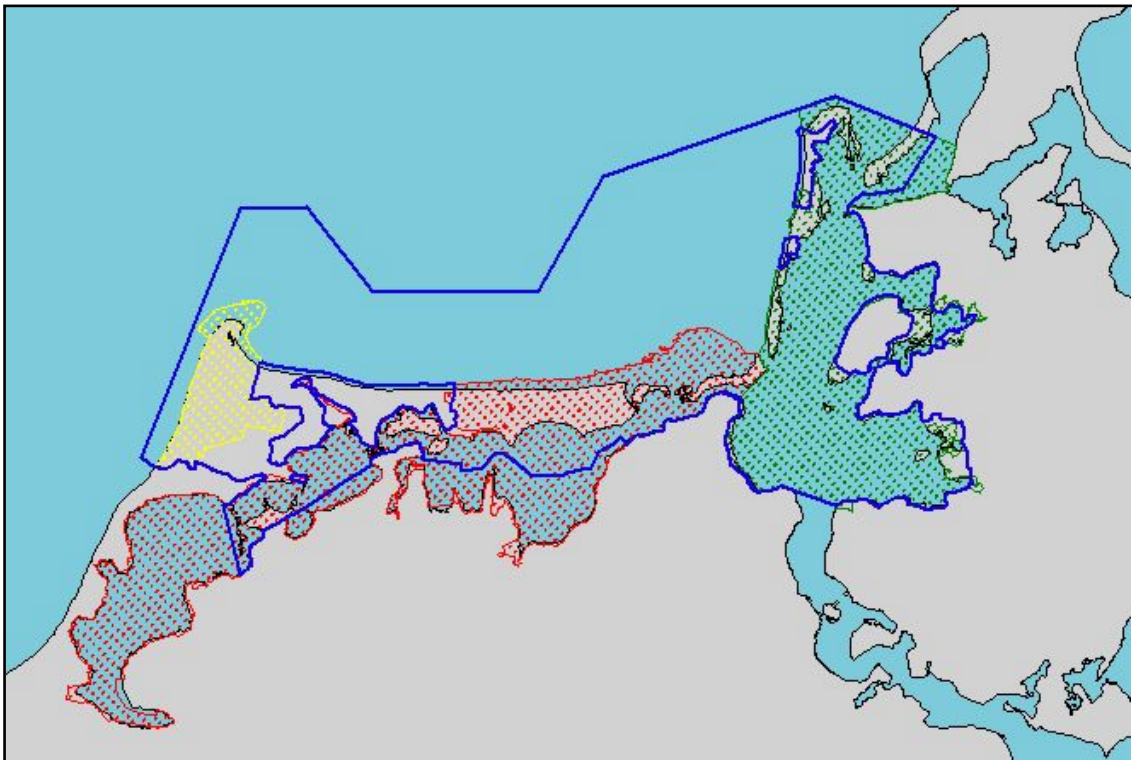


Abb. 2 FFH-Gebiete im/am Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft (Stand 06/2004)
Im Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft wurden 1999 bereits verschiedene FFH-Gebiete ausgewiesen:

Kubitzer Bodden; Dornbusch, Bessin und Bug; Dünenheide Hiddensee; Gänsesewerder-Gellen; West-Darß; Zingster Boddenkette mit Windwatt, Pramort und Sundische Wiese; Inseln Barther Oie, Kirr und Großer Werder.

Nach der Überprüfung der gemeldeten deutschen FFH-Gebiete durch die EU stellte sich, insbesondere für Mecklenburg-Vorpommern, ein deutliches Defizit im Umfang der Ausweisungen heraus. Die EU hat bereits rechtliche Schritte eingeleitet und gegen Deutschland ein Zwangsgeld verhängt, welches fällig wird, sofern die Bundesrepublik Deutschland das Defizit der Meldung nicht ausgleicht. Vor diesem Hintergrund wurde ein Fachvorschlag erarbeitet, aus dem sich für den Bereich des Nationalparks weitere Bereiche mit FFH-Status ergeben. Diese Gebiete wurden mit den bereits bestehenden FFH-Gebieten zu 3 großen FFH-Gebieten zusammengefasst (Abb. 2):

1. Westrügensche Boddenlandschaft mit Hiddensee
2. Darß
3. Recknitz Ästuar und Halbinsel Zingst.

Die Ausweisung der Gebiete erfolgt aus rein naturschutzfachlicher Sicht, wobei innerhalb der Grenzen der FFH-Gebiete dem Naturraum spezielle FFH-Lebensraumtypen zugeordnet wurden. Diese schützenswerten Naturräume sind für die europäische Region zugeschnitten und werden mit einem EU-Code standardisiert. Zusätzlich werden „prioritäre Lebensraumtypen“ ausgewiesen, deren Erhaltung

in Europa eine besondere Rolle spielt. Für den Bereich des Nationalparks Vorpommersche Boddenlandschaft wurden insgesamt 23 verschiedene Lebensraumtypen erfasst, von denen 6 als prioritär gelten. Letztere umfassen:

- 1150 Lagunen des Küstenraumes
- 2130 Festliegende Küstendünen mit krautiger Vegetation (Graudünen)
- 2140 Entkalkte Dünen mit Krähenbeere
- 2150 Festliegende entkalkte Dünen der atlantischen Zone (Calluna-Heide auf Küstendünen)
- 7210 Kalkreiche Sümpfe mit Schneide-Röhrichten und Kleinseggenriedern
- 9140 Moorwälder

Weiterhin gehören auch charakteristische Tier- und Pflanzenarten zu der Naturraumausstattung, die durch die FFH-Richtlinie geschützt werden. Im Nationalpark handelt es sich dabei zumeist um Fische und marine Säuger.

Mit dem Europäischen Schutzgebietssystem NATURA 2000 ist dem Naturschutz ein Instrument gegeben, die Umsetzung der Naturschutzinteressen auf europäischer Ebene zu realisieren, damit auch den nachfolgenden Generationen diese eindrucksvolle Naturlandschaft hinterlassen werden kann.

Literatur

LANDESAMT FÜR FORSTEN UND GROSSSCHUTZGEBIETE (2004): Nationalparkplan, Bestandsanalyse, p. 199.

SYMANK, A. et al. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. BfN Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG). Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 53, p. 560.

Autor:

Dr. Ingolf Stodian
Nationalparkamt Vorpommersche Boddenlandschaft
Im Forst 5
18375 Born

Mario VON WEBER

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie - Ziele, Instrumente und Umsetzung in den Küstengewässern

1 Einleitung

Über 30 Richtlinien prägten bislang die europäischen Gewässererschützung. Die bisherigen Richtlinien behandelten jedoch nur sektorale Aspekte wie Badewasserqualität, Qualität von Fisch- und Muschelgewässern, Nitrat, Abwasser etc. Die Gewässer wurden weder als ganzheitliche Ökosysteme begriffen noch spielten biologische und ökologische Aspekte bei der Untersuchung und Bewertung des Zustandes eine herausragende Rolle.

Am 22. Dezember 2000 trat die „Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik“ (20.12.2000) - kurz EU-Wasserrahmenrichtlinie - mit ihrem Erscheinen im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft in Kraft.

2 Ziele und Instrumente zur Umsetzung

In der Präambel der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) heißt es: „Wasser ist keine übliche Handelsware, sondern ein ererbtes Gut, das geschützt, verteidigt und entsprechend behandelt werden muss.“ Daraus ableitend verfolgt die WRRL im wesentlichen zwei Zielstellungen:

1. Abbau der Defizite und Inkonsistenzen der bisherigen Regelungen und Aufbau einer modernen europäischen Wasserpolitik durch die Schaffung eines Ordnungsrahmens für eine kohärente und nachhaltige Wasserwirtschaft.
2. Das operative Ziel besteht in der Erreichung eines mindestens „guten Zustands“ der Oberflächengewässer und eines „guten quantitativen und chemischen Zustands“ des Grundwassers der Europäischen Union. Für künstliche und erheblich veränderte Gewässer ist das „gute ökologische Potential“ zu erreichen.

Daneben definiert die Richtlinie eine Vielzahl weiterer Umweltziele wie z.B. die Vermeidung einer zunehmenden Verschlechterung der Gewässer, den Schutz und die Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme, die schrittweise Reduzierung und Eliminierung prioritärer gefährlicher Stoffe in der Meeresumwelt (anthropogene synthetische Stoffe), die Trendumkehr der Verschmutzung beim Grundwasser u.s.w..

Mit der WRRL wird zum ersten Mal ein ganzheitlicher und kohärenter Ansatz verfolgt. Sie enthält auch für den Gewässerschutz und die Gewässerbewirtschaftung in Deutschland wichtige neue Instrumente.

Um den guten Gewässerzustand zu erreichen, sind national und international koordinierte Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme zu erarbeiten. Diese gehen gegebenenfalls über die Gewässerbewirtschaftung hinaus und berühren auch Belange der Landwirtschaft, Fischerei, Wirtschaft und des Verkehrs. Ein ehrgeiziges und verbindliches Ziele- und Fristenkonzept soll die zeitnahe und ergebnisorientierte Umsetzung der WRRL gewährleisten, bei dessen Nichteinhaltung den Vertragsstaaten Sanktionen drohen.

Zukünftig sind alle Gewässer flussgebietssbezogen zu bewirtschaften, d.h. von der Quelle bis zur Mündung in alle Zuflüsse. Ausschlaggebend sind somit nicht mehr Staats- und Ländergrenzen sondern die Grenzen der hydrologischen Einzugsgebiete. Für Deutschland sind 10 Flussgebietseinheiten (FGE) festgelegt worden, die z. T. in den Hoheitsgebieten mehrerer Länder liegen. Die WRRL beinhaltet für die Bewertung des Zustands der Gewässer einen ganzheitlichen und leitbildorientierten Ansatz. Für die Oberflächengewässer ist als Mindestforderung zukünftig sowohl der gute ökologische als auch der gute chemische Zustand, für das Grundwasser der gute chemische und mengenmäßige Zustand zu erreichen. Sie stärkt damit die Bewirtschaftung der Gewässer nach dem Immissionsprinzip und verfolgt darüber hinaus einen kombinierten Ansatz von Immissions- und Emissionsprinzip. Es ist eine Überwachung am Entstehungsort und am Wirkungsort des Schadeinflusses durchzuführen. Bei der Erstellung der Bewirtschaftungspläne ist eine frühzeitige und kontinuierliche Information und Anhörung der Öffentlichkeit zu gewährleisten. Bis 2010 werden kostendeckende Wasserpreise für alle Wassernutzer (z.B. Haushalte, Landwirtschaft, Industrie) gefordert.

Unter den Bedingungen eines dicht besiedelten, industriell und landwirtschaftlich geprägten Landes wie Deutschland ist es ausgeschlossen, alle Gewässer bis zum Jahr 2015 in einen guten Zustand zu überführen, und zwar sowohl im Hinblick auf die bestehenden Konfliktsituationen mit anderen Nutzungen als auch im Hinblick auf die dafür aufzuwendenden Mittel. Es ist daher zu erwarten, dass die von der WRRL vorgesehenen Möglichkeiten der Fristverlängerung und der Ausnahmen vom Ziel des guten Gewässerzustands in Anspruch genommen werden müssen.

Die Erreichung des guten Zustands kann im Einzelfall aus Gründen der Verhältnismäßigkeit, der technischen Durchführbarkeit oder bei Entgegenstehen überwiegender öffentlicher Interessen nicht oder nicht fristgemäß möglich sein. Dann besteht jedoch bei der Inanspruchnahme der vorgesehenen Ausnahmeregelungen ein hoher Begründungs- und Überprüfungsanspruch. Die WRRL sieht folgende Ausnahmeregelungen vor:

- Ausweisung künstlicher und erheblich veränderter Gewässer (Erreichen des guten ökologischen Potentials),
- Fristverlängerung um maximal zweimal 6 Jahre zur Zielerreichung (bis 2027),
- Festlegung weniger strenger Ziele aufgrund bestehender Gewässerbelastungen oder -nutzungen,

- Zulassung einer vorübergehenden Verschlechterung des Gewässerzustandes infolge höherer Gewalt oder Unfällen
- und Zulassung einer Verschlechterung aufgrund neu eintretender Änderungen der Eigenschaften eines Gewässers.

Tabelle 1 Wichtige Fristen der EU-Wasserrahmenrichtlinie

Artikel gemäß WRRL		Umsetzung
25 Inkrafttreten		2000
24, 3	Rechtliche Umsetzung: Rechtsvorschriften, zuständige Behörden	2003
5, 6	Bestandsaufnahme: Analyse der Merkmale der Flussgebiete, Verzeichnis Schutzgebiete, signifikante Belastungen erfassen und beurteilen, wirtschaftliche Analyse, Fortschreibung	2004/13/19
8	Monitoringprogramme: aufstellen und in Betrieb nehmen	2006
14 Öffentlichkeitsbeteiligung	Veröffentlichung Zeitplan und Arbeitsprogramm, Wasserbewirtschaftungsfragen, Entwürfe Bewirtschaftungsplan	2006-08
11, 13	Bewirtschaftungsplan/Maßnahmeprogramme: Bewirtschaftungsplan 1 und 2, Maßnahmeprogramm, Umsetzung Maßnahmen, Fortschreibung	2009
4	Zielerreichung: guter Zustand Oberflächengewässer und Grundwasser, Erfüllung der Ziele in Schutzgebieten, Fristverlängerung Dez. 2021/2027	20015
16	Prioritätenliste „gefährliche Stoffe“: Grenzwerte für Emissionen und Immissionen, Fortschreibung, Auslaufen der Einbringung gefährlicher Stoffe nach 20 Jahren	2002/04

Als eine wesentliche Grundlage zur zeitnahen Umsetzung und Erreichung ihrer Ziele enthält die Richtlinie ein verbindliches Ziel- und Fristenkonzept (Tab. 1). Dadurch sind die Länder einem erheblichen Umsetzungsdruck ausgesetzt. Wird die WRRL nicht fristgerecht oder ordnungsgemäß umgesetzt, drohen den Vertragsstaaten Vertragsverletzungs- und Zwangsgeldverfahren vor dem Europäischen Gerichtshof (EuGH).

3 Maßnahmen zur Umsetzung

Neben der rechtlichen Umsetzung, die von den Mitgliedstaaten bis Dezember 2003 zu realisieren war, müssen bis 2004 und 2006 eine Reihe von fachlichen Grundlagen geschaffen werden. Im Rahmen der Bestandsaufnahme sind bis Dezember 2004 folgende Arbeiten durchzuführen:

Die *allgemeine Beschreibung* (Merkmale) der Flussgebietseinheit beinhaltet die Kennzeichnung der geographischen Lage und Grenzen der Oberflächenwasserkörper.

Die *Typisierung* der Oberflächengewässer hat entsprechend der Richtlinie zu erfolgen. Demzufolge sind die Gewässertypen nach Typen zu unterscheiden. Die ökologische Bewertung der Gewässer wird leitbildbezogen auf der Grundlage der Gewässertypen vorgenommen. Die Einstufung der Gewässer in Typen erfolgt in Deutschland nach dem System B unter Hinzuziehung biologischer Befunde. Nach den Vorgaben der EU-WRRL entstand schon im Jahr 2001 ein erster, zwischen Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein abgestimmter Typisierungs-

entwurf (Tab. 2) mit vier Haupttypen und sechs Untertypen an der deutschen Ostseeküste. Dieser Entwurf wurde den laufenden Forschungsprojekten zur biozönotischen Validierung zur Verfügung gestellt und wurde im Wesentlichen durch die Forschungsergebnisse bestätigt. Geändert haben sich lediglich die Grenzverläufe zwischen den einzelnen Typen.

Tabelle 2 Entwurf für eine gemeinsame Typisierung der Ostsee-Küstengewässer in Schleswig-Holstein (SH) und Mecklenburg-Vorpommern (MV)

Haupttypen nach Salzgehaltszonen der Ostsee						
Typ B1 oligohaline innere Küstengewässer		Typ B2 mesohaline innere Küstengewässer		Typ B3 mesohaline äußere Küstengewässer ohne saisonale Sprungschicht		Typ B4 mixohaline äußere Küstengewässer mit saisonaler Sprungschicht
Untertyp B1a	Untertyp B1b	Untertyp B2a	Untertyp B2b	Untertyp B3a	Untertyp B3b	
β-oligohalin	α-oligohalin	β-mesohalin	α-mesohalin	β-mesohalin	α-mesohalin	meso- polyhalin
0,5 – 3	3 – 5	5-10	10-18	5-10	10-18	10-30 PSU
(nur in MV vorhanden)		(in SH+MV vorhanden)		(in SH+MV vorhanden)		(nur in SH vorhanden)
Wassertiefe: < 30 m Tideregime: Mikrotidal Exposition: geschützte Buchten Wasseraustausch: gering Sediment: Schlack, Sand Besiedlung: überwiegend limnische Organismen;		Wassertiefe: < 30 m Tideregime: Mikrotidal Exposition: geschützte Buchten Wasseraustausch: mäßig bis gut Sediment: Sand, Schlack Besiedlung: reduzierte marine Besiedlung; häufige Algenblüten		Wassertiefe: < 30 m Tideregime: Mikrotidal Exposition: exponiert Wasseraustausch: sehr gut Sediment: Sand (teilw. mit Kies, Steinen), Till und organischem Sediment Besiedlung: ausgeprägte marine Besiedlung jahreszeitliche Algenblüten		Wassertiefe: < 30 m Tideregime: Mikrotidal Exposition: (mäßig) exponiert Wasseraustausch: saisonal gering Sediment: Schlack, Mischsedimente Besiedlung: teilweise reduzierte marine Besiedlung jahreszeitliche Algenblüten

Ein weiterer Schritt der Bestandsaufnahme ist die Ausweisung von sog. *Wasserkörpern* (WK). Die Abgrenzung von Wasserkörpern erfolgt für die Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns nach den Kriterien Gewässerkategorie (Küstengewässer), Gewässertyp/Untertyp, ökologischer und chemischer Zustand (Gewässergüteklassen nach der Küstengewässerklassifizierung MV) und hydromorphologische Eigenschaften. In den Darß-Zingster Bodden wurden entsprechend dieser Kriterien 3 Wasserkörper ausgewiesen. Jeder einzelne dieser Wasserkörper muss nach den Vorgaben der Bestandsaufnahme 2004 analysiert werden (Ermittlung der signifikanten anthropogenen Belastung). Anhand der vorliegenden Datenlage wird eingeschätzt, ob diese Oberflächengewässerkörper den guten ökologischen und chemischen Zustand bis zum Jahre 2015 erreichen oder verfehlen. Die bis 2006 aufzustellenden Überwachungsprogramme werden sich wesentlich an der Anzahl der Wasserkörper ausrichten.

Für alle Oberflächengewässer sind *Referenzbedingungen* entsprechend der Beschreibung des sehr guten ökologischen Zustands festzulegen. Der Referenz-

zzustand (weitgehend natürlicher Zustand) wird allgemein mit dem besten Zustand bzw. der sehr guten Gewässerqualität gleichgesetzt. Die Auswahl möglicherweise noch vorhandener Referenzgewässer erfolgt nach chemischen, hydromorphologischen und biologischen Eigenschaften. Die WRRL sieht zur Ermittlung des Referenzzustands verschiedene Wege vor. Da rezente Referenzgewässer an unserer Küste heute nicht mehr vorhanden sind, müssen die Referenzbedingungen anhand von historischen Daten, Modellen und Expertenmeinung definiert werden. Ein „historischer Referenzzustand“ soll jedoch nicht rekonstruiert werden, da aus pragmatischen Gründen einige nicht mehr umkehrbare Veränderungen in unseren Küstengewässern zu akzeptieren sind. Beispielsweise sollten die historisch vorhandenen Seegats in den Darß-Zingst Bodden nicht wieder geöffnet werden. Die Referenzbedingungen sind die wesentliche Grundlage für die Entwicklung der ökologischen Bewertungssysteme, da sie den Ausgangspunkt für die Abgrenzung der verschiedenen Degradationsstufen bilden.

Zur Ermittlung der *signifikanten anthropogenen Belastungen* erfolgt schwerpunktmäßig die Einschätzung und Beschreibung der von städtischen, industriellen, landwirtschaftlichen und anderen Anlagen bzw. Tätigkeiten stammenden signifikanten Verschmutzungen aus Punktquellen und diffusen Quellen sowie die Ermittlung der Belastungen aus Wasserentnahmen (mengenmäßiger Zustand der OF-Gewässer), Abflussregulierungen, morphologischen Veränderungen der Wasserkörper, Bodennutzungsstrukturen und anderen signifikanten anthropogenen Auswirkungen. Für die Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns wurde ein Belastungskatalog erarbeitet, in dem alle möglichen Belastungen im Einzugsgebiet und im Gewässer gelistet und die vorhandenen Belastungen in potentiell signifikant und nicht signifikant unterschieden wurden. Eine potentiell signifikante Belastung wäre dann gegeben, wenn sie dazu beitragen kann, dass ein Wasserkörper die Umweltziele laut Wasserrahmenrichtlinie - also den guten Zustand - verfehlt.

Als letzter und sensibelster Schritt der Bestandsaufnahme erfolgt die *Beurteilung der Auswirkungen* der signifikanten anthropogenen Belastungen und die Einschätzung, wie wahrscheinlich es ist, dass die Oberflächenwasserkörper einen guten ökologischen und chemischen Zustand bis zum Jahre 2015 erreichen oder verfehlen.

Die *Bewertungssysteme* und *Überwachungsprogramme* für den ökologischen und chemischen Zustand müssen von den Mitgliedsstaaten der EU bis zum Jahr 2006 erarbeitet werden. Auf deren Grundlage können dann die Parameter und Frequenzen der Überwachungsprogramme festgelegt werden. Für die Bewertung des ökologischen Zustands der Küstengewässer müssen entsprechend den Vorgaben der WRRL zukünftig die Qualitätskomponenten Phytoplankton, Großalgen und Angiospermen sowie benthische wirbellose Fauna untersucht werden (Tab. 3). Unterstützend sind hydromorphologische und chemisch-physikalische Merkmale heranzuziehen. Die Erarbeitung der typspezifischen Referenzbedingungen und der Bewertungssysteme für die biologischen Qualitätskomponenten erfolgt vor allem durch verschiedene, von Bund und Ländern finanzierte, Forschungsvorhaben. In dem Projekt ELBO (SCHUBERT et al. 2003) wurden wesentliche Grundlagen für Referenzbedingungen und ein Bewertungssystem für die Qualitätskomponenten Großalgen/Angiospermen und Phytoplankton für die inneren Küstengewässer der deutschen Ostseeküste erarbeitet.

Tabelle 3 Biologische Qualitätsmerkmale für den ökologischen Zustand

Element	Flüsse	Seen	Übergangsgewässer	Küstengewässer
Phytoplankton	X	X	X	X
Großalgen Angiospermen			X	X
Makrophyten Phytobenthos	X X			
Makrozoobenthos	X	X	X	X
Fischfauna	X	X	X	

Die *Klassifizierung* des ökologischen Zustands der Gewässer erfolgt anhand einer fünfstufigen Klassifizierungsskala. Der Referenzzustand entspricht dabei dem sehr guten Zustand (Klasse 1) und muss definiert werden. Der gute Zustand (Klasse 2) ist der gewässerschutzpolitische Zielzustand, den die EU für die Gewässer als Mindestanforderung festgelegt hat. Für ein fünfstufiges Klassifizierungssystem, mit dem gemäß WRRL festgelegten biologischen Qualitätskomponenten (Tab. 3), müssen demzufolge die vom Referenzzustand abweichenden vier Degradationsstufen abgrenzt werden. Dabei sind besonders die Klassengrenzen sehr gut/gut und gut/mäßig genau zu definieren, da ab der Klasse 3 eine Abweichung vom angestrebten guten Zustand besteht und Maßnahmen zur Verbesserung ergriffen werden müssen. Die Klassifizierungsskalen der Bewertungssysteme werden bis 2006 in einem internationalen Interkalibrierungsprozess aufeinander abgestimmt und angeglichen, um unterschiedliche Messlatten in den verschiedenen europäischen Staaten zu vermeiden.

4 Fazit

Die fristgerechte und adäquate Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie wird im Hinblick auf die hohe Besiedlungsdichte, die intensive Landwirtschaft und die vielfältigen Gewässernutzungen erhebliche Anstrengungen erfordern. Sie betrachtet die Gewässer erstmals als ganzheitliche Ökosysteme und schreibt für die Einschätzung ihres Zustands eine leitbildorientierte ökologische Bewertung mittels biologischer Qualitätskomponenten auf der Grundlage von Gewässertypen vor.

In einem ersten wesentlichen Schritt zur Umsetzung der Richtlinie werden bis Dezember 2004 im Rahmen der Bestandsaufnahme umfangreiche Analysen zur Belastung der Gewässer durchgeführt, anhand derer eingeschätzt wird, wie wahrscheinlich es ist, dass die Oberflächenwasserkörper einen guten ökologischen und chemischen Zustand bis zum Jahre 2015 erreichen oder verfehlen. Bis zum Dezember 2006 müssen die Bewertungssysteme erarbeitet und die Überwachungsprogramme aufgestellt werden.

Das operative Ziel, einen mindestens „guten Zustand“ der Oberflächengewässer und einen „guten quantitativen und chemischen Zustand“ des Grundwassers zu

erreichen, wird nur gelingen, wenn zukünftig die Belange der WRRL auch durch die Landwirtschaft, Fischerei, Wirtschaft und den Verkehr berücksichtigt werden.

Literatur

RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für die Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (20.12.2000). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L327, S.1.

LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER -Unterausschüsse des EU-Kontaktausschusses Vorarbeiten zur fachlichen und rechtlichen Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (Stand: 20.02.2001): Arbeitshilfe zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie.

SCHUBERT, H., C. BLÜMEL, A. EGGERT, T. RIELING, M. SCHUBERT, U. SELIG, M. BAHNWARD, S. BAUER, A. DOMIN & J.C. KRAUSE (2003): Entwicklung von leitbildorientierten Bewertungsgrundlagen für innere Küstengewässer der deutschen Ostseeküste nach der EU-WRRL. Analyse von Langzeitreihen des Phytoplanktons aus Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns im Hinblick auf die Erfordernisse der EU-WRRL. Forschungsbericht zum BMBF-Projekt ELBO, 1-166.

Autor:

Dipl.-Biol. Mario von Weber

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern
Goldberger Straße 12,
18273 GÜSTROW

Email: mario.von.weber@lung.mv-regierung.de

Henning BAUDLER

Der Salzgehalt und N-Nährstoffhaushalt in der Darß Zingster Boddenkette

1 Einleitung

Die Darß Zingster Bodden sind Teil der inneren Küstengewässer der südlichen Ostseeküste. Durch den verlangsamten seeseitigen Transport infolge der kaskadenartigen Struktur der einzelnen Wasserbecken sedimentieren die Partikel samt adsorbierten anorganischen und organischen Verbindungen und werden im Sediment festgelegt. Die Flachheit der Gewässer garantiert eine hohe autotrophe und heterotrophe Produktion. Dieses Rückhaltevermögen von Nährstoffen stellt eine Filterwirkung für die Ostsee dar und dient daher ihrem Schutz.

Der Salzgehalt ist ein Indikator für die Wasseraustauschprozesse zwischen den Bodden und der vorgelagerten Ostsee. Die Nährstoffkonzentrationen indizieren die Filterwirkung des inneren Küstengewässers. Beide Parameter zeigen sowohl langperiodische als auch kurzperiodische Variabilitäten.

2 Das Untersuchungsgebiet

Die Darß Zingster Bodden werden seit 1969 regelmässig durch Terminbereisungen beprobt. Tägliche Beprobungen im Bodden (Zingster Strom) und der Ostsee (Seebrücke Zingst) werden seit 1960 vorgenommen. Die räumliche Zuordnung der Proben erfolgt in den Boddengewässern nach den Koordinaten der Bojen entlang der Seewasserstrasse. Im Ostteil werden außer der für den Messpunkt Zingst 20 weitere Wasserproben, im Westteil 12 weitere Wasserproben genommen. Aus ihnen werden 17 Parameter physikalischer, wasserchemischer und biologischer Eigenschaften analysiert. Dieses Monitoring wird als Projekt KEI (Untersuchungen zur Kurzzeitvariabilität ausgewählter Eutrophierungs-Indikatoren im Zingster Strom) durch das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) gefördert. Im Projekt werden die Beschaffenheitsentwicklung der Darß Zingster Boddengewässer an einem Referenzpunkt untersucht und die Wirkung von Sanierungs- und Restaurierungsmassnahmen im gesamten Boddengebiet analysiert. Die Messbasis bilden hochauflösende Sensoren für Sauerstoff, pH, Salzgehalt, Temperatur sowie für den horizontalen Strömungsvektor. Die Daten werden innerhalb des Bundesländermessprogrammes erhoben, deren Analysemethoden regelmässig zertifiziert werden.

3 Ergebnisse

3.1 Langperiodische Variationen des Salzgehaltes

Der Salzgehalt im Bodden (Zingster Strom) wird durch den Salzgehalt der Ostsee (Seebrücke Zingst) geprägt (Abb. 1). Ursache ist das grossräumige Luftdruckfeld und damit das Windfeld über der Ostsee, das die Pegeldifferenz zwischen Ostsee und Bodden, d.h. die Ein-/Ausstromdynamik dieses inneren Küstengewässers steuert (SCHLUNGBAUM & BAUDLER 2001). Die Trendanalyse des Salzgehaltes im Bodden weist zwei auffällige Perioden auf. So kommt es zwischen 1961 und 1976 zu einem Anstieg des Jahresmittels des Salzgehaltes von 4,4 auf 8,3 PSU, d.h. um ca. 4 PSU (zunehmende Maritimität). Dagegen fällt der Salzgehalt für die Periode von 1989 bis 2002 stetig von 7,5 auf 4,6 PSU, d.h. um ca. 3 PSU (abnehmende Maritimität) ab. Der Salzgehalt für die Ostsee vor Zingst zeigt die gleichen Trendperioden.

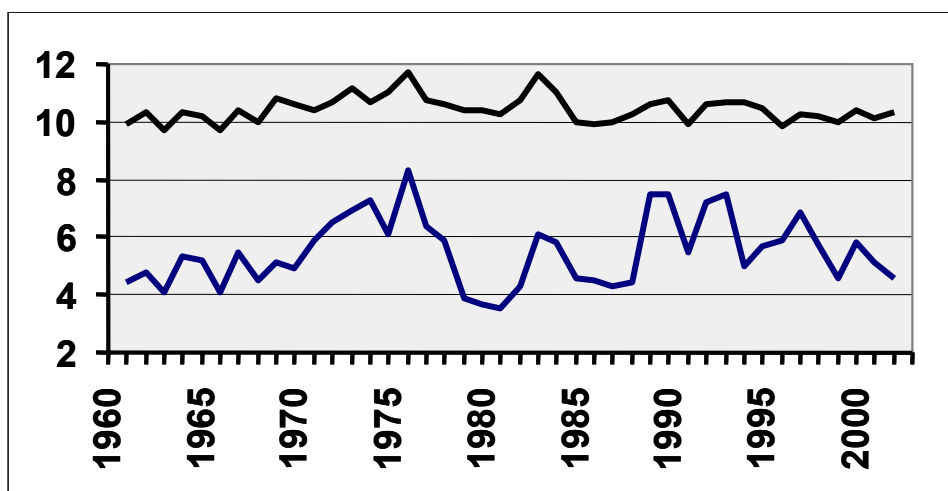


Abb 1 Salzgehalt [PSU] zwischen 1961 und 2002, Jahresmittel im Bodden (unten) und in der Ostsee (oben)

3.2 Kurzperiodische Variationen des Salzgehaltes

Die Auswirkungen des Salzwassereintruchs von Nordseewasser in die Ostsee im Januar 2003 lassen sich der Abb. 2 entnehmen. Über der Darßer Schwelle wurde an der Oberfläche ein Salzgehalt von 17 PSU und vor Zingst ein Salzgehalt von 16,8 PSU zwischen dem 22. und 23. Januar gemessen. Diese Salzfront erreichte am 31. Januar den Zingster Strom mit einem Salzgehalt von 7,2 PSU. Für das Jahr 2003 ergab sich ein Mittel von 6,0 PSU für den Zingster Strom. Während der in Abb. 3 dargestellten Situation am 27. 7. 1999 wurde ein Salzgradient von 1,5 PSU auf 100 m ermittelt.

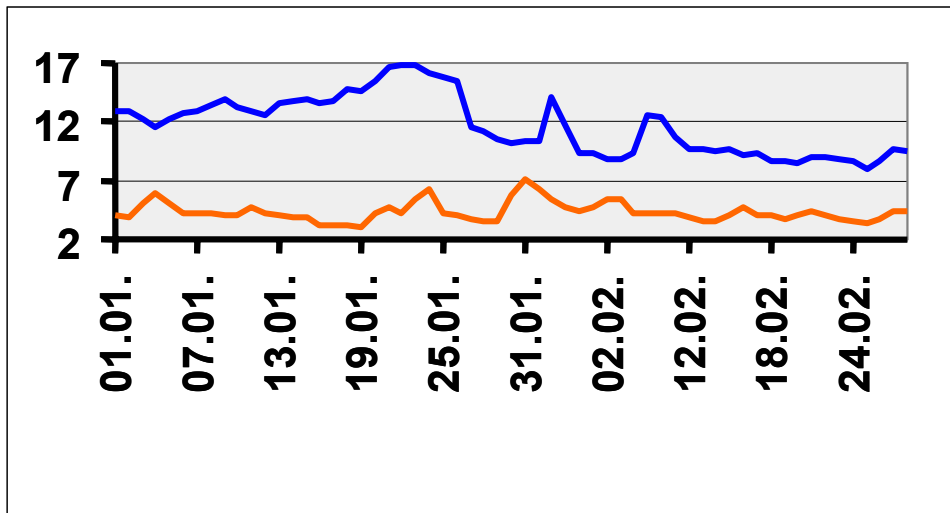


Abb. 2 Tägliche (08:00 MET) Messwerte des Salzgehaltes [PSU] für die Ostsee vor Zingst (oben) und den Zingster Strom (unten) vom 01.01. - 28.02. 2003.

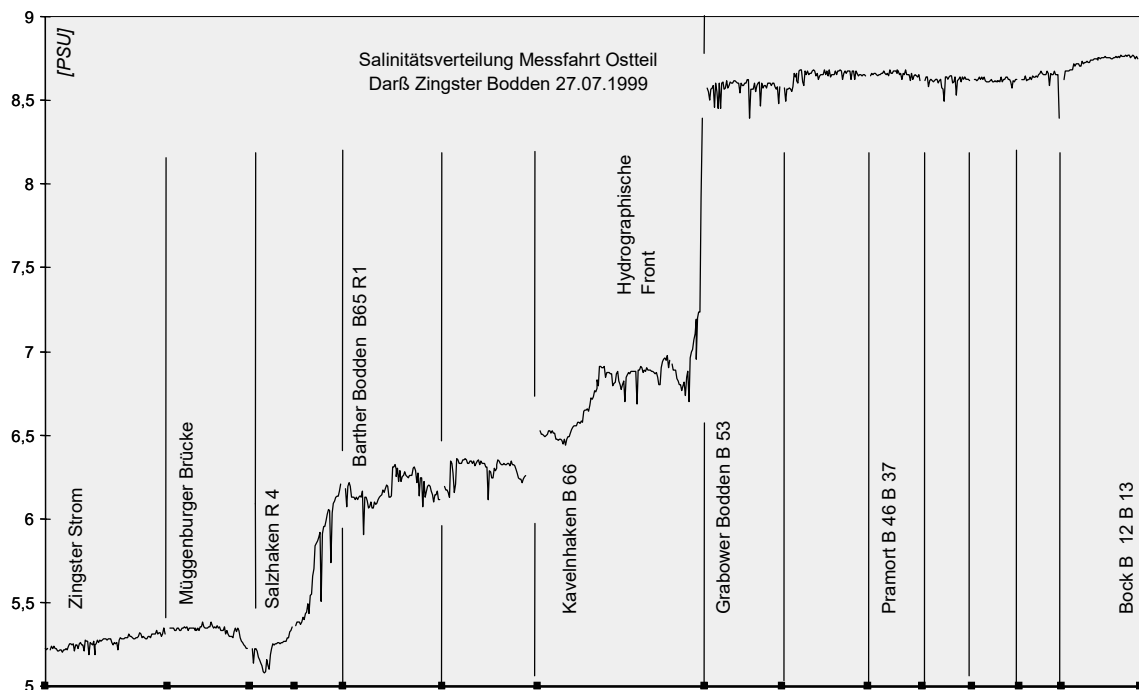


Abb. 3 Salzgehaltsgradient zwischen Boddeneingang Grabow und Zingster Strom am 27.7.1999.

3.3 Langperiodische Variationen der N-Nährstoffe

Nährstoffdaten vom Messpunkt Zingster Strom liegen aus täglichen Wasserproben für Nitrat ab 1981 und für Ammonium ab 1985 vor. Für den Messpunkt Ostsee (Seebrücke Zingst) wurden ab 1990 Nährstoffdaten aus täglichen Wasserproben über einen Rapid Flow Analyser ermittelt. Im Zeitraum von Oktober eines jeden Jahres bis Mai des Folgejahres tritt stets ein sich periodisch wiederholender Peak

der Nährstoffparameter auf (SCHLUNGBAUM et al. 2001). Für Nitrat und Ammonium lassen sich diese Peaks sowohl im Bodden (Abb. 4) als auch in der Ostsee (Abb. 5) nachweisen. Die Monatsmittel des Nitrats im Bodden weisen eine sehr hohe Variabilität in ihrem zeitlichen Verlauf auf mit einem Nitratmaximum 1988 von 326 $\mu\text{mol/l}$ und einem Nitratminimum 1996 von 16 $\mu\text{mol/l}$. Das Maximum der Daten (1981-2003) für Nitrat wurde am 12.04.1988 mit 605,8 $\mu\text{mol/l}$ gemessen. Verursacht wird dies durch die grosse Variabilität der Wasser austauschbilanzglieder der Darß Zingster Bodden, insbesondere durch den Oberflächenabfluss im Einzugsgebiet.

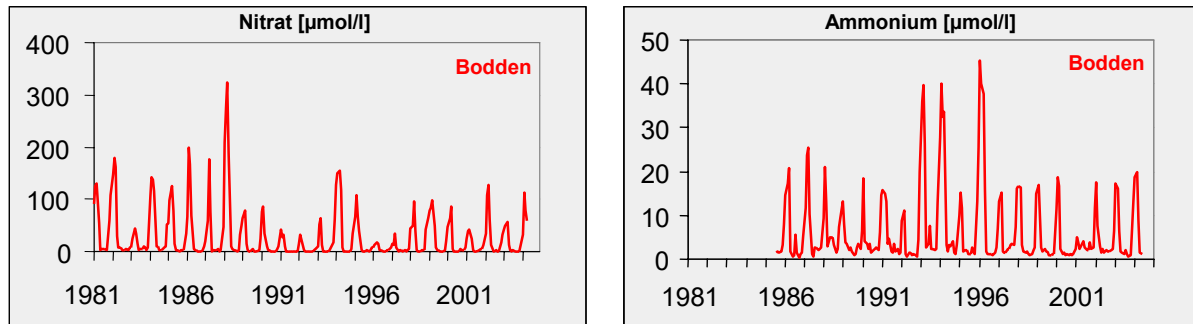


Abb. 4 Nitratkonzentration [$\mu\text{mol/l}$] (links) und Ammoniumkonzentration [$\mu\text{mol/l}$] (rechts) im Zingster Strom. Dargestellt sind die Monatsmittelwerte.

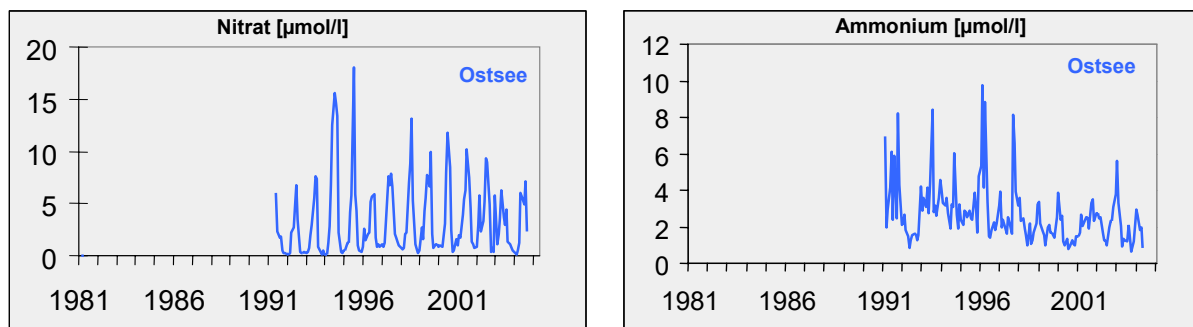


Abb. 5 Nitratkonzentration [$\mu\text{mol/l}$] (links) und Ammoniumkonzentration [$\mu\text{mol/l}$] (rechts) in der Ostsee (Seebrücke Zingst). Dargestellt sind die Monatsmittelwerte.

Eine Analyse der täglichen Wasserproben aus Bodden und Ostsee für den Winter im Zeitraum Oktober 2003 bis Mai 2004 zeigt das hohe Selbsteinigungspotential bzw. das Nährstoffrückhaltevermögen der Darß Zingster Bodden. Die Nitratkonzentration ist in den Darß Zingster Bodden räumlich sehr differenziert infolge der Kaskadenstruktur der einzelnen Becken. Im Winter tritt ein starker horizontaler Nährstoffgradient mit hohen Konzentrationen im Westteil und niedrigen Konzentrationen im Ostteil auf. Infolge der hohen Nitrat und Ammonium Variabilitäten konnte bisher kein signifikanter Trend für den Rückgang der Nährstoffkonzentrationen in der Darß-Zingster Boddenkette nachgewiesen werden. Die Messungen der Sichttiefe, der Sauerstoffsättigung und des Sauerstoffgehaltes deuten jedoch darauf hin, dass sich der Zingster Strom in seiner Gewässergüte vom polytrophen Zustand (Klasse 5) zum stark eutrophen Zustand (Klasse 4) verändert hat (SCHLUNGBAUM et al. 2000), was sicherlich auf Verbesserungen in der Wasserbeschaffenheit der Zuflüsse

zur Boddenkette zurückzuführen ist. Auch eine Modernisierung von Kläranlagen, sowie durch Industriestilllegungen und den Strukturwandel in der Landnutzung wurde die Gewässerbeschaffenheit verbessert.

Literatur

- BAUDLER, H. (2002): Projekt KEI. Untersuchungen zur Kurzzeitvariabilität ausgewählter Eutrophierungs-Indikatoren im Zingster Stroom. 01.09.2000 – 31.08.2002. Auftraggeber: LÄND (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie).
- SCHLUNGBAUM, G. & H. BAUDLER (2001): Wasserhaushalt und Salzgehaltsverhältnisse in den Bodden – ein Vergleich mit anderen Küstengewässern. In: Die Darß-Zingster Bodden. Monographie einer einzigartigen Küstenlandschaft. Meer und Museum, Band 16, 17-24.
- SCHLUNGBAUM, G., H. BAUDLER & M. KRECH (2001): Das Eutrophierungsproblem der Darß-Zingster Bodden – Nährstoffeinträge und Nährstoffbilanzen. In: Die Darß-Zingster Bodden. Monographie einer einzigartigen Küstenlandschaft. Meer und Museum, Band 16, 25-34.
- SCHLUNGBAUM, G., H. BAUDLER, M. KRECH & B. KWIATKOWSKI (2001): Die Darß-Zingster Bodden eine Studie. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie. H.1

Autor:

Dr. Henning Baudler

Universität Rostock
Institut für Biowissenschaften - Angewandte Ökologie
Biologische Station Zingst
Mühlenstr. 27
D-18374 Ostseeheilbad Zingst

Email: henning.baudler@biologie.uni-rostock.de

Horst SCHEUFLER

Die Darß Zingster Boddenlandschaft – Lebensraum für bedrohte Vogelarten

1 Einleitung

Die Insel Kirr (370 ha) und die benachbarte kleinere Barther Oie (80 ha) im Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft sind bedeutende Küstenvogelschutzgebiete an der südlichen Ostseeküste. Dabei geht der Schutzstatus der Insel Kirr geht bis auf die 70iger Jahre zurück:

- Unterschutzstellung 1972 unter wissenschaftlicher Leitung des Meeresmuseums Stralsund
- Seit 1990 Teil der Schutzzone II des Nationalparkes Vorpommersche Boddenlandschaft
- EU-Vogelschutzgebiet (Important Bird Area)
- Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung nach der RAMSAR-Konvention, einschließlich der umgebenden Boddengewässer



Abb. 1 Luftbild der Insel Kirr (vorn Ostteil) und der Barther Oie (oben rechts)

Etwa 75 % aller in der Boddenküste heimischen Sumpf- und Wasservögel brüten hier auf den Inselwiesen. Diese entstanden im Mittelalter durch Beweidung und Heugewinnung. Es sind Salzwiesen oder Salzweiden, weil diese Inseln regelmäßig mit schwach salzhaltigem Boddenwasser überflutet werden und sich u.a. Gräser und Binsen ausbreiteten, die dies tolerieren. Über 120 Pflanzenarten wachsen hier. Solche Überschwemmungen treten ein, wenn Nord- oder Nordoststürme Ostseewasser gegen unsere Küste drücken.

Salzwiesen waren früher weit verbreitet. In den letzten 100 Jahren verschwanden sie jedoch durch Entwässerung, Eindämmung und Intensivierung der Landwirtschaft bis auf kleine Reste, wie auf dem Kirr. Gegenwärtig wird versucht, entlang der Bodden wieder Salzgrasland zu rekultivieren, weil es Heimat für viele im Bestand bedrohte Vogel- und Pflanzenarten ist.

Die Salzwiesen auf der Insel Kirr wachsen auf einer dünnen Torfschicht, unter der sich meist Schwemmsand oder Schlack befindet. Sie werden von einer großen Zahl von Gräben sowie kleineren und größeren Tümpeln durchzogen (Abb. 1). Boddenwasser kann so leicht ein- oder ausfließen. Solch ein Küsten-überflutungsmoor zeigt Ähnlichkeiten zur sibirischen Tundra. Die hier lebende Vogelwelt findet sich in ähnlicher Zusammensetzung auch in Skandinavien und am Wattenmeer der Nordsee.

Nur durch jährliche Beweidung können diese Inselwiesen erhalten werden. Ohne Beweidung breiteten sich schnell dicke Schilfbestände aus. Unsere seltenen Wiesenbrüter würden ihre wichtigsten Refugien verlieren.

Die Nationalparkverwaltung beauftragte die Agrargesellschaft Zingst mit Sitz in Born mit der Beweidung des Kirr. Fein aufeinander abgestimmt sorgen Naturschutz und Landwirtschaft für das Überleben dieser Pflanzen- und Tierwelt. Die Rinder werden mit einer Fähre an den Viehbrücken übergesetzt. Sie bleiben, abhängig vom Wetter, etwa von Juni bis Oktober auf dem Kirr.

Bis in die erste Hälfte des vergangenen Jahrhunderts gab es zwei Bauernhöfe auf dem Kirr. Von dem einen, nahe Zingst, stehen nur noch Mauerreste. Der andere, verborgen in der Baumgruppe, wurde zu einem kleinen Ferienhaus ausgebaut, das viele Jahre die Deutsche Seereederei der DDR nutzte. Jetzt bewirtschaftet es die Reederei F. Laeisz, die sich ebenso den Schutzzielen des Nationalparks verpflichtet fühlt und z. B. die Unterkunft für die Vogelwärter bereitstellt.

Während der Brutzeit sorgen vom Nationalparkamt eingesetzte ehrenamtliche Vogelwärter des Ornithologischen Vereins Halle/S. für den Schutz der Vögel. Sie bestimmen den Bestand und informieren Besucher hier am Müggenburger Ufer über dieses Schutzgebiet. Denn Gästen ist aus guten Gründen der Besuch der Inselwiesen nicht erlaubt. Jedes auch unbeabsichtigte Vertreiben der Altvögel von ihren Nestern oder Küken führt zu Verlusten. Rabenvögel und Großmöwen nutzen solche Situationen sofort, um Eier oder Küken zu stehlen.

2 Brutzeit

Auf dem Kirr brüteten seit der Unterschutzstellung und dem Beginn intensiver Beobachtungen 68 Vogelarten, u. a.

- 14 aus der Gruppe der Enten, Gänse und Schwäne,
- 11 Limikolenarten (Schnepfenvögel),
- 9 Möwen- und Seeschwalben- sowie
- 27 Singvogelarten.

Diese ungewöhnliche Artenfülle bestimmt den besonderen Wert unserer Insel. Tabelle 1 zeigt exemplarisch für die Limikolen die Anzahl der Brutpaare in den Jahren 1987 und 1997. 2004 brütete erstmals die Zwergseeschwalbe auf der Insel.

Unter Schutz gestellt wurden Kirr und Barther Oie vor allem wegen der Limikolen, d. h. der nicht nur in Deutschland vom Aussterben bedrohten Alpenstrandläufer und Kampfläufer, der im Bestand stark zurückgehenden Uferschnepfen, Bekassinen (Abb. 2), Kiebitze und Großen Brachvögel.

Tabelle 1: Anzahl der Limikolen-Brutpaare auf der Insel Kirr und Barther Oie.
Rote Liste: 1-vom Aussterben bedroht, 2-stark gefährdet, 3-gefährdet, 4-potentiell gefährdet.

Art	1987	1997	Status Rote Liste M.-V.
Austernfischer 70		44	3
Kiebitz 175		80	
Sandregenpfeifer 2		1	4
Flussregenpfeifer			3
Bekassine 5		1	2
Grosser Brachvogel	6	1	1
Uferschnepfe 110		62	1
Rotschenkel 195		105	2
Alpenstrandläufer 33		13	1
Kampfläufer 52		11	1
Säbelschnäbler 107		125	3

Diese Wiesenbrüter erleiden zur Zeit in Europa im Vergleich zu anderen Vogelgruppen die stärksten Rückgänge durch Verlust ihrer Brutgebiete. Wir Menschen haben die meisten der für Wiesenbrüter geeigneten Feuchtgebiete allein nach unseren Interessen verändert und sie für die Vögel, deren Futtertiere und die Pflanzen entwertet. Die Pflege der Inselweiden ist auch deshalb so wichtig, weil wir hoffen, dass von hier aus eine Neubesiedlung renaturierter Boddenwiesen erfolgen wird.



Abb. 2
Selten und seltsam:
Großer Brachvogel



Abb. 3
Säbelschnäbler

Auch in Nordvorpommern haben sich die Füchse stark vermehrt. Der Kirr mit seinem einladenden Angebot an Eiern und Vogelfleisch lockt jährlich diese Räuber an. Sie können großen Schaden anrichten und müssen deshalb vor der Brutzeit bejagt werden. Auf dieser morastigen und weitläufigen Insel ist das Schwerstarbeit für die Jäger des Hegeringes in Zingst.

Die auf den Inseln brütenden Vögel entwickelten unterschiedliche Überlebensstrategien. Die Stockenten z. B., deren Gelege oft geplündert werden, legen viele Eier und können bis zu zwei Nachgelege zeitigen. So gleichen sie Verlust aus. Rotschenkel, Kampfläufer, Alpenstrandläufer, aber auch viele Enten verstecken ihre Eier tief im Gras. Sie sind schwer zu entdecken. Kiebitze und Säbelschnäbler (Abb. 3) tarnen ihre Eier nicht mit einer Grashaube. Aber sie verteidigen sie mit intensivem Geschrei und Flugangriffen gemeinsam mit herbeigeeilten Artgenossen. So hat jede Vogelart Methoden zum Erhalt ihrer Nachkommen entwickelt.

Die Küken unserer Limikolen und Enten sind Nestflüchter. Schon wenige Stunden nach dem Schlüpfen verlassen sie ihr Nest. Sie können gleich ausgezogen laufen und selbständig Futter suchen. Ihre Eltern müssen sie aber oft hüdern, d. h. aufwärmen, vor Feinden warnen und verteidigen. Kaltes Regenwetter kann deshalb zu starken Verlusten führen, besonders dann, wenn die Altvögel bei Störungen durch Räuber (oder Besucher) zu wenig Zeit zum Hüdern finden.

Durch die Rinderläsungen lassen sich unsere Brutvögel kaum stören. Natürlich kann eine Kuh unbeabsichtigt ein Nest zertreten. Deshalb hindern elektrische Zäune während der Brutzeit die Rinder am Weiden auf Flächen mit vielen Gelegen und Jungvögeln.

Ein Vergleich über viele Jahre ergibt auch für ein so gut geschütztes Gebiet ein ständiges Auf und Ab bei den Brutpaarzahlen und dem Bruterfolg. Eine Konstanz wäre nicht natürlich. So nahm in den vergangenen Jahren neben der Zahl der Füchse, auch die der Kolkragen und Krähen deutlich zu, die den Kirr als „Futterautomaten“ entdeckten. Hinzu kommen noch schwer zu erkennende Gefahren auf dem Weg unserer Vögel in das Winterquartier und dort. Nur ein Drittel des Jahres sind unsere Brutvögel auf dem Kirr zuhause.

3 Zugzeit

An der südlichen Ostseeküste bündelt sich auffällig der Vogelzug. Hunderttausende Vögel folgen dieser Leitlinie auf dem Weg in die Überwinterungsgebiete und zurück. Wasservögel wie Enten, Gänse und Schwäne von Skandinavien bis Westsibirien, aber auch viele Vögel der Tundren und Wiesen aus dem Osten und Norden ziehen bei uns durch.

Bei ihrem Flug, oft über viele hundert Kilometer, verbrauchen sie als Treibstoff ihr Körperfett. Sie müssen unterwegs ihre Reserven wieder auffüllen, nachtanken. Auf der Flucht vor dem nordischen Winter könnten sie ansonsten nicht überleben. Der Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft ist eine der ganz wichtigen Rast- oder Tankstellen für den über mehrere Kontinente reichenden Vogelzug. Er ist von großer internationaler Bedeutung.

Auf den Wiesen, Inseln, Gewässern und angrenzenden Feldern, auch auf der See, ist fast das ganze Jahr Vogelzug zu erleben. Besonders auffällig zeigt sich dieses faszinierende Naturphänomen im zeitigen Frühjahr und natürlich im Herbst. In großer Zahl halten sich dann Pfeif-, Stock-, Krick-, Knäk-, Schnatter-, Löffel-, Spieß-, Reiher-, Tafel- und Bergenten, Gänse-, Mittel- und Zwergsäger futtersuchend oder ruhend rund um den Kirr auf. Seit 2002 ist die Kolbenente in größerer Zahl zu beobachten.

Zu Tausenden fliegen abends Grau-, Bleiß-, Weißwangen-, Kanada- und in geringer Zahl auch Saatgänse zum Schlafen auf den Kirr, nachdem sie tagsüber in der Umgebung Futter suchten. Hunderte Höcker-, aber auch die gelbschnäbligen Sing- und Zwergschwäne sind zu beobachten, oft bei der Balz.

Zwischen dem Windwatt bei Pramort und den Kirrwiesen tummeln sich zur Zugzeit viele Arten von Schnepfenvögeln und Strandläufern. Sie sind schwer zu beobachten. Der Kundige erkennt sie eher an ihren Rufen. Aber die Schwärme der nordischen Goldregenpfeifer, oft sind es mehrere tausend Vögel, fallen schon auf. Oft fliehen sie vor einem Wanderfalken oder Seeadler. Im Herbst kommen meist mehrere Seeadler zum Kirr, angelockt von den vielen rastenden Enten, Bleißrallen und Gänsen.

Den absoluten Höhepunkt stellt natürlich die Rast zehntausender Kraniche im Nationalpark dar. Im Herbst flüchten sie sich hier Fettreserven für den Flug nach Portugal, Spanien und Frankreich an, wo sie überwintern. Mindestens 80.000 dieser schönen großen Vögel ziehen bei uns durch und verweilen Tage bis Wochen hier. Tagsüber suchen sie Futter auf abgeernteten Feldern.

Zwischen Westrügen und dem Kirr können 40.000 Kraniche gleichzeitig versammelt sein. Zum Schlafen suchen sie sichere Plätze im Nationalpark auf, die meisten bei Pramort. Den Kirr fliegen in der Regel 4000 bis 8000 Kraniche abends an. Aber jedes Jahr verläuft anders und auch der tägliche Ablauf variiert durch das Wetter, Störungen oder Nahrungsmangel recht stark.

Schon Ende August treffen zum Sonnenuntergang auf dem Kirr einige Kraniche ein. Von September bis Oktober nimmt ihre Zahl stark zu. Das ist gut zwischen Mügenburg und der Meininger Brücke zu erleben. Erst einsetzender Dauerfrost treibt die letzten Kraniche nach Südwesten in das Winterquartier.

Literatur

DIE DARß-ZINGSTER BODDEN. Monographie einer einzigartigen Küstenlandschaft. Meer und Museum Bd. 16, 2001, Deutsches Meeresmuseum Stralsund.

Autor:

Prof. Dr. Horst Scheufler (em.)

Sünnenkringel 23

18374 Ostseeheilbad Zingst

Helmut M. WINKLER

Fischgemeinschaften in der Darß-Zingster Boddenkette, fischbiologische Arbeiten - ein kurzer Rückblick

1 Einleitung und Rückblick

Die Boddenkette ist unter den inneren Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns mit ca 12 % anteiliger Fläche nach eine der „Mittelgewichte“, hinsichtlich ihrer fischereilichen und fischereiwissenschaftlichen Bedeutung zweifelsohne von besonderer Bedeutung. Daran hat die Gründung der Biologischen Station Zingst zumindest für die zurückliegenden 25 Jahre einen ganz besonderen Anteil. Fischereilich ist die Boddenkette im Vergleich mit anderen Küstengewässern vor allem wegen des ertragreichen und relativ stabilen Zanderbestandes interessant.

Interessant ist, daß zu Ende des 19. Anfang des 20. Jahrhunderts gerade in diesem im damaligen Deutschland kleinen und fischereilich unbedeutenden Bodden modernste fischereibiologische Methoden erprobt und angewandt wurden.

HENKING (1915) führte erste größere Markierungsexperimente an Süßwasserfischen der Recknitz und der Darß-Zingster Boddenkette, also im Brackwasser der Ostsee, durch. Dadurch konnte er nachweisen, daß die überbrachten Erfahrungen der Fischer von verschiedenen ökologischen Gruppierungen (stationäre und wandernde Formen) bei Plötz, Blei und Flußbarsch vollauf berechtigt sind. Erstmals konnte mit dieser damals modernen Methode der Nachweis über Wanderung von Plötzen bis in die Prohner Wieck und weit in den Greifswalder Bodden hinein belegt werden.

Weniger beachtet aber dennoch für die damalige Zeit modern und bis heute in den Ergebnissen richtig, waren die Untersuchungen von DRÖSCHER (1897a und b) zur Ernährung von Zander und Aal sowie zum Wachstum des Zanders nach der „Petersenmethode“ (DRÖSCHER 1900).

Später untersuchte MOHR (1916) das Alter und Wachstum an Zandern aus dem Saaler Bodden und Stettiner Haff, übrigens auf dem Fischmarkt zu St. Pauli erworben, und verglich es mit dem von Tieren aus der unteren Elberegion. Leider ist das Alter mit der damals relativ neuen Methode der Schuppenanalyse über bestimmt worden.

Der schon damals als wichtiger Speisefisch geschätzte Zander des Saaler Boddens war überregional bekannt. Schon SIEM SEN (1797) bemerkte zum „Sander“ vom Fischland: „im Decembermonat pflügen viel Körbe voll... auf der Post, nach Hamburg versandt zu werden.“

Der Ertrag war im 19. Jahrhundert wegen des damaligen Gewässers (Trophie) noch deutlich beschiedener (Abb. 1), als dies gegenwärtig der Fall ist. Sattzander aus dem Saaler Bodden wurden damals mehrfach für Einbürgerungsversuche in andere Gewässer genutzt (Unterwarnow, Ems, Dortmund-Ems-Kanal u.a.).

In der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts war die Boddenkette kaum Gegenstand größerer fischereibiologischer Untersuchungen, diese konzentrierten sich eher auf die östlich gelegenen drei großen Haffe der südlichen Ostsee.

Das änderte sich nach dem zweiten Weltkrieg. Unter den neuen Bedingungen wurde in der DDR in den 60er und vor allem Anfang der 70er Jahre nach Möglichkeiten zur Intensivierung der Fischproduktion aus den Inneren Küstengewässern gesucht. Dazu wurden fischereiliche Bonitierungen (z.B. FALK et al. 1964, NOACK 1975), ausnahmsweise auch konkrete Bewertungen der Nahrungsgrundlagen (NOACK 1978) und übersichtsmäßige Bestandsuntersuchungen an den wichtigsten Fischarten (Aal, Hecht, Zander) der Boddenengewässer durchgeführt. Darin waren auch Untersuchungen in der DZBK eingeschlossen, insbesondere der Zanderbestände (SCHLUMPBERGER 1961, 1976, 1977).

Versuche zur Aquakultur: Interessant waren die Bemühungen zur Ansiedlung neuer Fischarten bzw. zur extensiven Aquakultur mit Karpfen Ende des 19. Anfang des 20. Jahrhunderts. Besetzt wurde mit Schlei-, Karpfen-, Lachs-, Meerforellen-, Nordsee- und Ostseeschnäpelbrut und -setzlingen (DRÖSCHER 1906). Während bei den meisten Arten kein spürbarer Effekt erreicht werden konnte, verliefen die Besatzversuche mit Karpfen (1900-1905), die übrigens zeitgleich im Stettiner Haff und in der Unterwarnow liefen, erfolgversprechend, zumindest was die Abwachsleistung und die Fleischqualität anbetraf. Eine Reproduktion wurde nicht beobachtet. Nicht zuletzt deshalb wurden Aufzuchtteiche in der Klosterbachniederung in Ribnitz zur Setzlingsproduktion eingerichtet. Auch in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden mehrfach, zuletzt in den 80er Jahren, Großversuche zur extensiven Karpfenproduktion im Saaler Bodden unternommen. Letztendlich scheiterten alle Versuche an der zu geringen Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

Massive Besatzversuche mit weiteren gebietsfremden Arten wurden in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts unternommen. Mit asiatischen phytoplanktophagen Arten sollte die mittlerweile besorgniserregende Eutrophierung wenigstens mit Gewinn für die Fischproduktion genutzt werden. Die fernöstlichen wärmeliebenden Marmor- und Silberkarpfen (*Aristichthys nobilis*, *Hypophthalmichthys molitrix*) wurden in Größenordnungen ausgesetzt, jedoch ohne spürbaren Effekt, auch wenn noch heute einzelne Tiere aus dieser Besatzwelle gefangen werden. Kurzzeitig wurden in dieser euphorischen Situation auch Störhybride („Bester“) besetzt, die zwar gut abwachsen, jedoch große Wanderaktivitäten zeigten.

Einen gewissen Erfolg zeitigten dagegen die jüngsten (90er Jahre des vorigen Jahrhunderts) Besatzversuche mit Ostseeschnäpel (*Coregonus maraena*) aus dem Vorpommerschen Bestand (Peenestrom).

Nicht unerwähnt bleiben darf in diesem Zusammenhang der Versuch in den 60er Jahren zur industriemäßigen Aalmast auf einer eigens dafür gegründeten Anlage in Born. Das Vorhaben scheiterte aus diversen Gründen, dafür blieb jedoch

die Anlage erhalten, die zum experimentellen Aquakulturstützpunkt umfunktioniert wurde und auch gegenwärtig bei der Landesanstalt für Landwirtschaft und Fischerei M-V, Institut für Fischerei, Stütze bei der Entwicklung der Aquakultur im Lande ist.

Fischanlandungen: Ansonsten basiert die kommerzielle und Freizeitfischerei in der Boddenkette nach wie vor auf dem natürlichen Produktionspotential und Artenspektrum. In den letzten 10 Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurden durch die kommerzielle Fischerei im Jahresdurchschnitt knapp über 150 Tonnen Süßwasser- und über 150 Tonnen marine Fischarten angelandet. 94 % der marinen Fänge entfallen auf den Hering, die wichtigsten Süßwasserarten sind Zander, Flußbarsch, Aal, Hecht und Cypriniden (Blei, Plötz).

2 Fischbiologische Untersuchungen der Universität Rostock

Mit der Profilierung der Sektion Biologie der Rostocker Universität auf den Schwerpunkt aquatische Ökologie und insbesondere mit dem Vorhaben der komplexen Analyse und Modellierung des Gewässerökosystems der Darß-Zingster Boddenkette kam es folglich auch auf dem Gebiet der Ichthyologie und Fischereibiologie seit 1975 zu einem Forschungsschub.

Es wurden zunächst alle produktionsbiologisch wichtigen Fischarten (Zander, Barsch, Plötz, Blei, Hecht, Hering, Drei- und Neuntachliger SticHLing) hinsichtlich ihrer Populationsstruktur und -dynamik sowie nahrungsbiologischen Einnischung untersucht. Bei diesen Untersuchungen fanden sowohl praxisrelevante Aspekte für die Fischerei als auch Grundlagenerkenntnisse für den ökosystemaren Ansatz Berücksichtigung. Von Anfang an wurden die Jung- und Kleinfischgemeinschaften und deren Ausprägung in Beziehung zu den abiotischen und biotischen Gegebenheiten gesondert analysiert. Dieser Teilaspekt wurde besonders ab Mitte der 80er Jahre mehr und mehr zum zentralen Thema, speziell die Wechselbeziehung zwischen Zooplankton und Jungfisch wurde gezielt analysiert.

Während die meisten Themen nur zeitlich befristet bearbeitet werden konnten, ist es gelungen seit Mitte der 80er Jahre ein jährliches Monitoring zum Jung- und Kleinfischaufkommen im Freiwasser des Barther Boddens zu etablieren und aufrecht zu erhalten. Noch länger währt eine Untersuchungsreihe zur Bestandsdynamik der Zanderpopulation der DZBK, nämlich seit 1975. Gerade diese beiden Untersuchungsreihen und die ökologischen Arbeiten an der Jungfischkomponente wären ohne die biologische Station Zingst nicht möglich gewesen. Ganz zu schweigen vom Datenhintergrund für die Interpretation der Dynamik der Fischgemeinschaften!

Mit der Aufgabe der zentralen Zielstellung zur Modellierung des Boddenökosystems durch den Fachbereich Biologie und der politischen Wende in der DDR sind die personellen und sonstigen Kapazitäten zur Fortsetzung der fischökologischen Forschungen drastisch eingeschränkt worden.

Insgesamt kann für diesen Zeitraum dennoch eine stolze Bilanz gezogen werden, seit 1974 und der folgenden Gründung der Biologischen Station Zingst wurden im Ergebnis fischökologischer und fischereibiologischer Untersuchungen in der Darß-Zingster Boddenkette *19 Diplomarbeiten, 5 Dissertationen, über 10 Forschungsberichte und mehr als 60 Publikationen* angefertigt bzw. veröffentlicht.

3 Aktueller Wissensstand zu den Fischgemeinschaften

Im Folgenden sollen einige interessante Aspekte berührt werden, um zu zeigen welcher Wissensstand erreicht wurde.

Artenspektrum: Während der über zwanzigjährigen Tätigkeit im Gebiet konnten aus den Fängen der Fischerei und aus den eigenen Erhebungen insgesamt *47 autochthone Rundmäuler- und Fischarten* nachgewiesen werden (WINKLER 2001). Zusammen mit weiteren 6 Arten, die nach Literaturquellen als zeitweilige Gäste der Boddenkette ausgemacht werden konnten, umfasst das potentielle Artenspektrum 53 Spezies. Hinzu kommen zeitlich begrenzt Fremdarten, die gezielt in der Boddenkette ausgesetzt wurden und sich nicht selbstständig fortpflanzen konnten.

Die Biologie und Populationsökologie (Popstruktur, z.T. Populationsdynamik, Ernährung, Reproduktionsökologie) aller produktionsbiologisch wichtigen Arten wurde mehr oder weniger ausführlich untersucht. Das betraf sowohl die für die Fischerei wichtigen Arten Zander, Flußbarsch, Hering, Hecht, Plötz und Blei als auch die nichtkommerziell nutzbaren aber häufigen Kleinfischarten Güster, Kaulbarsch, Drei- und Neunstachliger Stichling, und Grundeln der Gattung *Pomatoschistus*.

Ausgenommen Hering, Zander und z.T. Hecht, handelt es sich bei den anderen Arten überwiegend um erstmalige Beschreibungen und Untersuchungen aus dem Gebiet bzw. von der Mecklenburgisch-Vorpommerschen Küste überhaupt.

Wanderungen: FADSCHILD & BAST (1981) konnten bei erneuten Markierungsexperimenten an den Arten Plötz, Flußbarsch und Blei sowohl die Ergebnisse von HENKING (1915) bestätigen als auch weiterreichende Austauschbewegungen bis in den Breeger Bodden, den Peenestrom und sogar bis in die Oderbucht hinaus nachweisen. Demgegenüber ergaben Markierungsexperimente am Zander, dass dieser nur ausnahmsweise die Boddenkette verlässt (SCHLUMPBERGER 1976, WINKLER & THIEME 1978).

Ernährung und produktionsbiologische Aspekte: Ausführlich wurden die Besonderheiten der Ernährung der produktionsbiologisch wichtigsten Fischarten untersucht und der Einfluß der Fische auf die Nahrungsorganismen analysiert. DEBUS (1987) konnte aufzeigen, dass allein durch den adulten Blei- und Plötzbestand die jährliche Chironomidenproduktion nahezu völlig aufgebraucht wird. THIEL (1989) ermittelte für

ein Teilgebiet, den Barther Bodden, eine jährliche Produktion an Jung- und Kleinfischen von 40 kg Frischmasse pro Hektar. Daran hatten Flussbarsch (32 %), Plötz (27 %) und Hering (14 %) den größten Anteil. Die Jung- und Kleinfischkomponente konsumierte in dieser Zeit rund 30 % der Zooplanktonproduktion.

Aus dem jährlichen Monitoring zum Jung- und Kleinfischaufkommen im Freiwasser des Barther Boddens konnte eine überzeugende Abhängigkeit sowohl des Jungfischaufkommens insgesamt als auch für einzelne Arten (z.B. Hering, Zander) von der Zooplanktonproduktion quantitativ nachgewiesen werden (WINKLER 2001). Von einer solchen Abhängigkeit geht man a priori aus, jedoch gibt es nur begrenzte Beispiele, die das in situ belegen.

Populationsdynamik: Auf diesem Hintergrund werden auch die Langzeitbeobachtungen zur Bestandsdynamik zweier in Boddengewässern ganz wichtiger Arten, von Zander und Hecht (Abb. 1), verständlicher. Mit Zunahme der anthropogen bedingten Eutrophierung, besonders ab zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts, wuchs der Zanderbestand deutlich an, wohingegen der Hecht auf ein geringeres Niveau zurückfiel. Darin spiegelt sich die unterschiedliche primäre und sekundäre Wirkung der Eutrophierung auf beide Arten wider. Gerade der Zander profitiert aufgrund seiner Biologie im ersten Lebensjahr von der Zunahme der Zooplanktonproduktion (WINKLER 2001).

Obwohl sehr viele Untersuchungen zur Fischereibiologie des Zanders der Boddengewässer aus dem letzten Jahrhundert vorliegen, fehlte bislang eine populationsökologische Analyse auf fortgeschrittenem wissenschaftlichen Niveau, wie es in anderen europäischen Ländern oder etwa für Hochseefischbestände (Dorsch, Hering) praktiziert wird. Aufgrund der langfristigen Untersuchungsmöglichkeiten konnten für den Zander der Boddenkette erstmals dem internationalen Niveau entsprechende populationsdynamische Modellierungen (VPA, Virtuelle Populationsanalyse) angestellt werden (WINKLER 1980, WINKLER & GRÖGER 2003). Es konnten die Laicherbestandsbiomasse für den Zeitraum 1972 - 1989 im Verhältnis zur jährlichen Fangmenge durch die kommerzielle Fischerei berechnet werden (Abbildung 2). Da die Körpermasse pro Längeneinheit der Zander in Abhängigkeit von der jeweiligen konkreten ökologischen Situation im Gewässer großen Schwankungen unterliegt, ist die Laicherbestandsbiomasse für die optimale und pessimale Situation dargestellt.

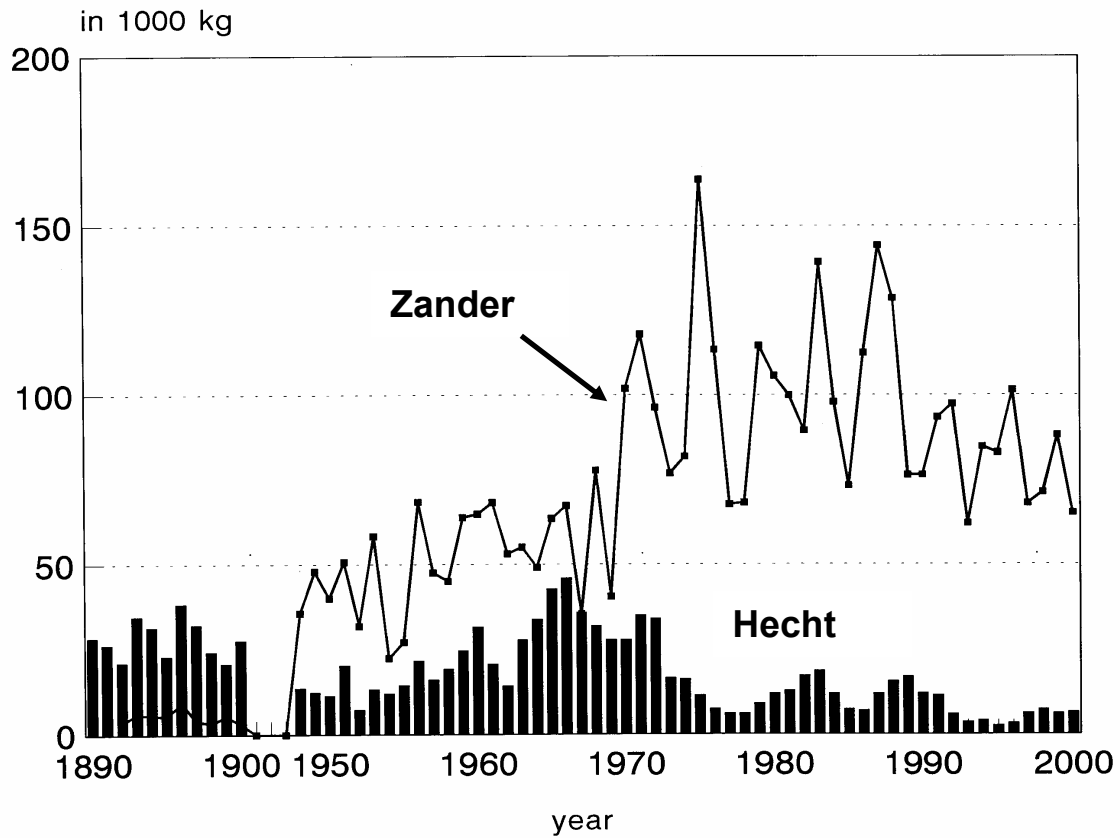


Abb. 1 Zander- und Hechterträge der kommerziellen Fischerei aus der DZBK

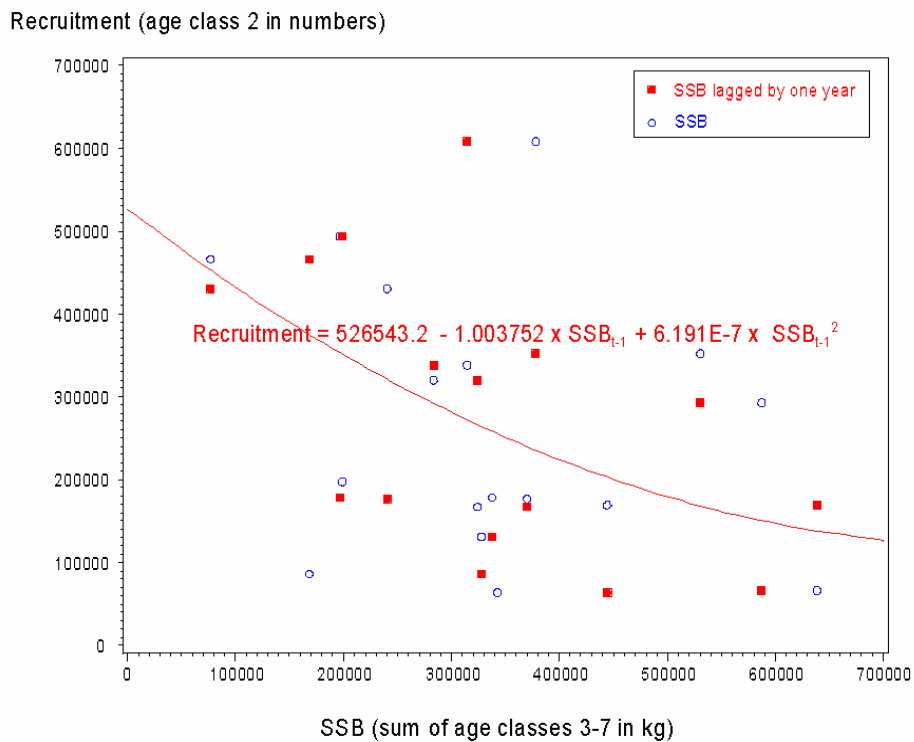


Abb. 2 Ertrag (kommerzieller Fang in kg) und berechnete Laicherbestandsbiomasse für den Zander (SSB, nach WINKLER & GRÖGER 2003)

Daraus ließ sich weiterhin eine Variation in der Bestandsdichte zwischen 3 (1977) und 29 (1983) adulter Individen pro Hektar ableiten. Die jährliche Nutzungsrate des fischbaren Teils der Population durch die kommerzielle Fischerei bewegte sich in diesem Zeitraum zwischen 30 und 50 %. Der Fangerttrag steigt mit einer Zunahme der Fischereiintensität bis zu einem gewissen Niveau ($F=1,0$), danach bringt eine fortgesetzte Intensitätssteigerung keine weitere Ertragserhöhung. Besonders interessant ist die aus dem Modell festgestellte negative Beziehung zwischen der errechneten Nachwuchsgröße und der Laicherbestandsbiomasse (Abbildung 3). Mit steigender Bestandsbiomasse nimmt die jährliche Nachwuchsmenge ab und umgekehrt. Damit konnte quantitativ bestätigt werden, daß die bei Nahrungsuntersuchungen (WINKLER 1989) beobachtete Kannibalismusrate doch unter bestimmten Bedingungen eine negative Rückkopplung bewirkt.

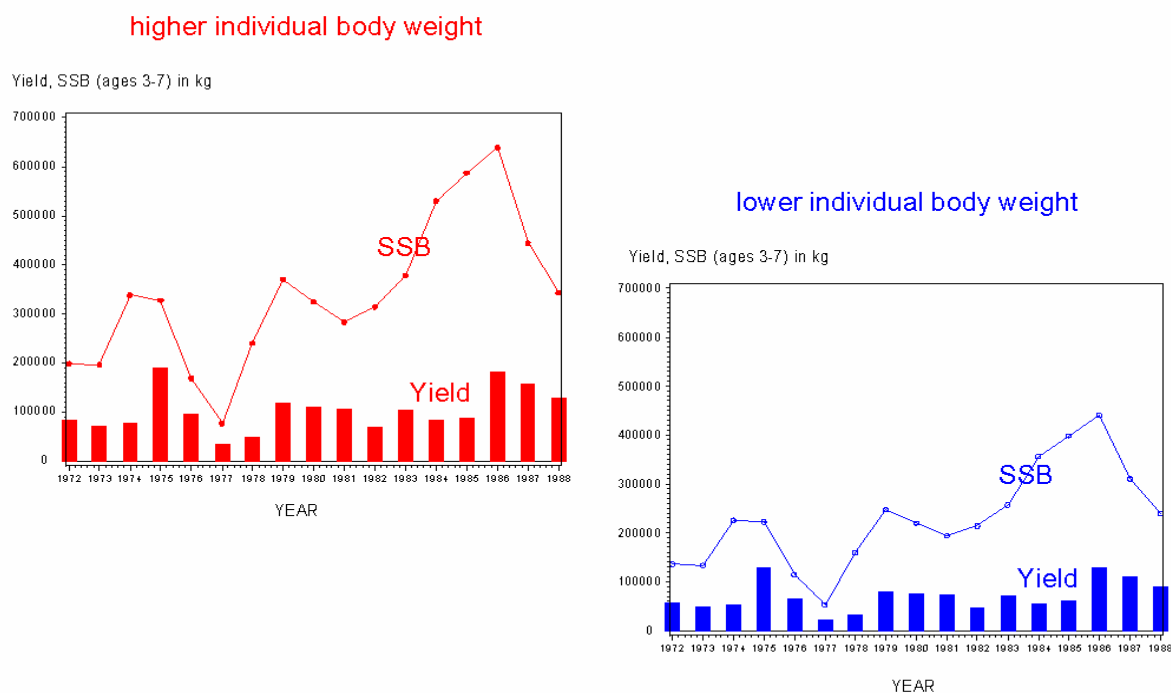


Abb. 3 Beziehung zwischen der jährlichen Nachwuchsmenge (recruits) und der Laicherbestandsbiomasse (SSB, nach WINKLER & GRÖGER 2003)

Literatur

- DEBUS, L. (1987): Nahrungsökologische Untersuchungen an juvenilen Bleien (*Abramis brama*) und Plötzen (*Rutilus rutilus*). Universität Rostock, Fachbereich Biologie, Dissertation: 129 S.
- DRÖSCHER, W. (1897a): I. Beitrag zur Kenntnis der Nahrung unserer Fische. 1. Der Zander. Allgemeine Fischereizeitung 19, XXII. Jg., München: 361-366.
- DRÖSCHER, W. (1897b): I. Beitrag zur Kenntnis der Nahrung unserer Fische. 2. Der Aal. Allgemeine Fischereizeitung 19, XXII. Jg., München: 383-386.
- DRÖSCHER, W. (1900): Über das Wachstum des Zanders im Saaler Bodden und sein Mindestmaß. Fischereizeitung 3: 313-316 und 369-372.
- DRÖSCHER, W. (1906): Die Förderung der Fischerei in Mecklenburg in den letzten 18 Jahren. Geschäftsbericht des Mecklenburgischen Fischereivereins. Schwerin in Mecklenburg: 134 S.

- FADSCCHILD, K. & H.D.G.O BAST (1981): Fischereibiologische Untersuchungen an Plätzen und Barschen der inneren Küstengewässer der DDR. Teil III. Markierungsexperimente. Wiss. Zeitschr. WPU Rostock, N-Reihe 30 (4/5): 113-120.
- FALK, K., R. LAUTE RBACH & W. SCHLUMPBERGER (1964): Jahresfischereibericht 1963. Teil V Innere Küstengewässer. Fischereiforschung 2:135-163.
- HENKING, H. (1915): Die Fischereiverhältnisse auf der Recknitz und dem Saaler Bodden in ihrer Beziehung zueinander und zu der Kette der übrigen Bodden. Mitteilungen Deutscher Seefischereiverein: 97-110.
- MOHR, E. (1916): Über Altersbestimmung und Wachstum beim Zander.: Zeitschrift für Fischerei 2: 89-105. (355-358)
- NOACK, B. (1975): Probleme der Bonitierung der Küstengewässer und ihrer fischereilichen Bonitierung. Informationen Bezirksgeleitete Fischwirtschaft 4: 3-8.
- NOACK, B.(1978): Probleme der Ausnutzung des natürlichen Nahrungsangebotes durch Fische in den Gewässern der Insel Rügen und ihre Bedeutung für die fischereiliche Bewirtschaftung. Dissertation WPU Rostock: 157 S.
- SCHLUMPBERGER; W (1961): Überblick über die Probleme der Zanderwirtschaft in den Küstengewässern der DDR. Zeitschrift Fischerei N.F. Bd. X, :715-720.
- SCHLUMPBERGER; W (1976): Markierungsexperimente mit Fischen in Randgewässern der mittleren Ostsee. 1. Markierungen von Zandern (*Stizostedion lucioperca* (L.)) in der Darßer Boddenkette. Zeitschrift Binnenfischerei DDR 9: 274-277.
- SCHLUMPBERGER; W (1977): Analyse und Ergebnisse einer Mindestmaßänderung für den Zander (*Stizostedion lucioperca* (L.)) in Küstengewässern der mittleren Ostsee. Zeitschrift Binnenfischerei DDR 1: 7-13.
- SIEMSEN A. C. (1797): Die Fische Mecklenburgs. Rostock und Leipzig: 111S.
- THIEL, R. (1990): Untersuchungen zur Ökologie der Jung- und Kleinfischgemeinschaften in einem Boddengewässer der südlichen Ostsee. Universität Rostock, FB Biologie, Dissertation: 147 S.
- WINKLER, H. M. & T. THIEME (1978): Untersuchungen an den Zanderbeständen der Küstengewässer der DDR. Wissenschaftl. Zeitschrift WPU Rostock, math.-naturwiss. Reihe 4: 439-445.
- WINKLER, H. M. (1980): Untersuchungen zur Fischerei und Biologie des Zanders (*Stizostedion lucioperca* (L.)) in einem hocheutrophen brackigen Küstengewässer der südlichen Ostsee. Sektion Biologie, WPU Rostock, Dissertation: 123 S.
- WINKLER, H. M. (1989): The role of predators in fish communities in shallow coastal waters of the Southeast Baltic. Rapp. P.-v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer 190: 125-132.
- WINKLER, H. M. (2001): Fischgemeinschaften und Fischerei in der Darß-Zingster Boddenkette. Meer und Museum, Schriftenreihe des DMM 16: 76-84.
- WINKLER, H. M. & J. GRÖGER (2003): Pikeperch stocks (*Sander lucioperca*) and fisheries in German southern Baltic lagoons. PERCIS III The third international percoid fish symposium. Madison, Wisconsin, USA July 2003: 2 pp.

Autor:

Dr. Helmut M. Winkler
 Universität Rostock
 Institut für Biowissenschaften
 Allgemeine und Spezielle Zoologie
 Universitätsplatz 2
 18055 ROSTOCK

Email: helmut.winkler@biologie.uni-rostock.de

Boris V. CHUBARENKO, Irina P. CHUBARENKO, Henning BAUDLER

Darss-Zingst Bodden Chain and Vistula Lagoon in a context of numerical modelling application

1 Introduction

Numerical modelling is an essential method of coastal waters investigation and is a tool to solve applied problems. Every model means certain physical assumptions and definite time/space discretisations; hence, decision on model selection should be made before the real study.

The paper presents discussion on scopes of application of physical models of different dimensionality and an adequate physical platform for different tasks like hydraulic and water quality modelling, or operational oceanographic modelling.

The Darss-Zingst Bodden Chain (DZBC) and the Vistula Lagoon (VL) have been subjected to various applications of numerical models. Calculation of annual water exchange between sub-basins was an example for a zero-dimensional approach to analyse water dynamics in the DZBC (CORRENS 1978). Plane two-dimensional modelling approach was also implemented in the DZBC (VIETINGHOFF et al. 1975, STÜCKARD et al. 1995, SCHÖNFELDT 1997) and in the VL (CHUBARENKO & CHUBARENKO 2003, KWIATKOWSKI et al. 1997, CHUBARENKO & TCHEPIKOVA 2000). General analysis of water level variations (including extreme storm situations), water exchange processes through the lagoon inlets, role of navigable channels and passes between sub-basins, structure of currents fields, influence of dams, harbour constructions and dredging in the lagoons areas have been discussed in the related literature.

2 Comparative description of study areas

Both coastal water bodies are located at the southern coast of the Baltic Sea (Fig. 1), and are influenced by marine water and river discharge. Therefore they could be referred to as estuarine non-tidal lagoons or non-tidal plane estuaries (KJERFVE 1994), and the Darss-Zingst Bodden Chain may be placed among choked lagoons otherwise the Vistula lagoon could be considered as intermediate between choked and restricted lagoon.

The basic geomorphic and hydrological characteristics for both lagoons are as follows: The volume of water body equals ca. 0.4 (DZBC) and 2.3 (VL) km³. Average area of the lagoon surface is ca. 197 (DZBC) and 838 (VL) km². Average and maxi-

mum lagoon depths are ca. 2 and 4 m (DZBC), and 2.7 and 5.2 m (VL). Length of inner shore line equals 120 (DZBC) and 270 (VL) km. The lagoons have an elongated shape, are separated from the sea by sandy barrier spits covered by forest. The lengths of lagoons along the longitudinal axis are 55 (DZBC) and 91 (VL) km. Both lagoons have one inlet. Its characteristic length and width are ca. 10 km and 400 m (DZBC) and 2 km and 400 m (VL), while the minimal vertical cross-section equals ca. 900 m² (DZBC) and 4200 m² (VL). Darss-Zingst Bodden Chain is subdivided into several sub-basins (Bodden), which are connected with each other by narrow passes. Range of the area for narrowing transversal lagoon transects equals 250-1300 m² (DZBC) and 4500 ÷ 19500 m² (VL).

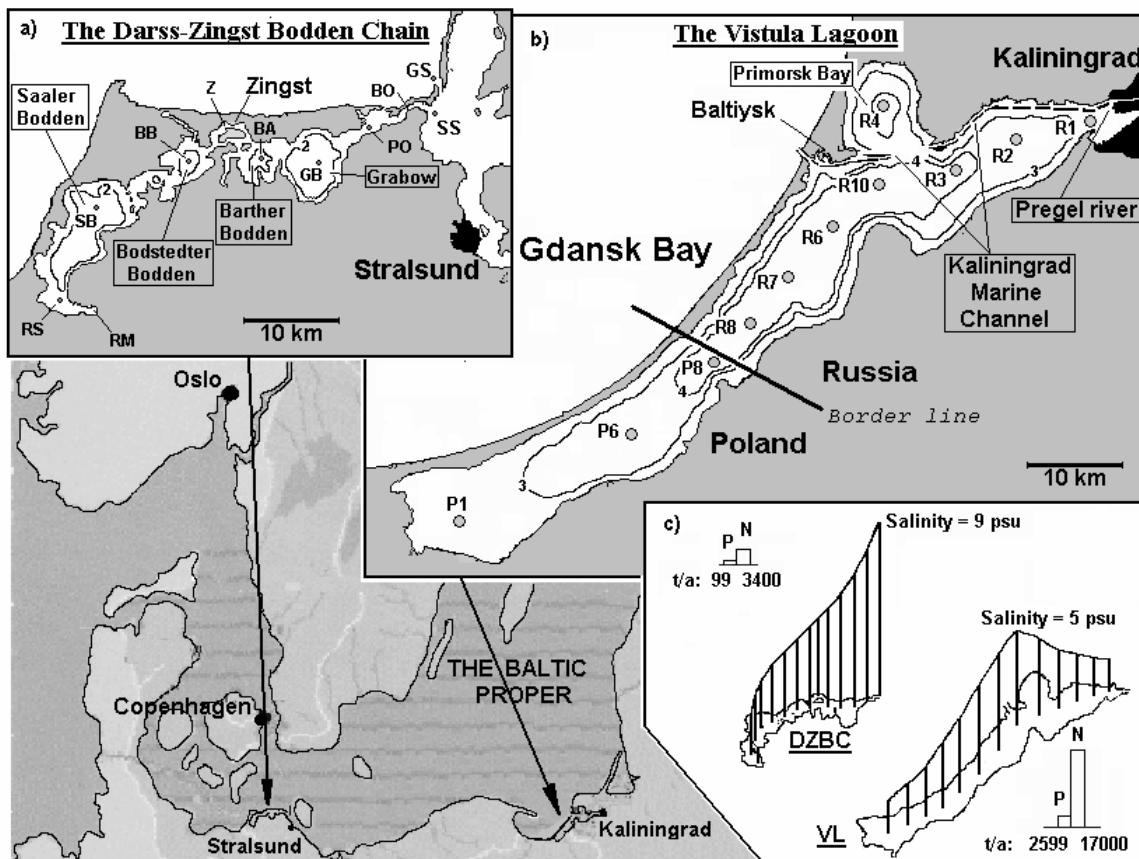


Fig. 1 Locations of Darss-Zingst Bodden Chain (a) and the Vistula Lagoon (b) in the Baltic Sea. The net of monitoring stations for both lagoons, lines of constant depth as well as the names for some places in their areas, are indicated. The average distribution of salinity along the lagoons and general average nutrient load are presented in the inset (c).

Darss-Zingst Bodden Chain has a wide rush areas spreading up to 1.2-1.5 m depth in opposite to the Vistula Lagoon, where rush coverage is much less. The portion of area covered with rooted vegetation ranges between 5-30% (DZBC) and 0.3-0.5% (VL) for different sub-basins in the lagoons. Muddy sediments cover most parts of the lagoons bottom, marine originated sandy sediments are found in the area adjacent to inlet only.

Both lagoons have navigable channels. The channel in the DZBC has a depth of 2.5-3.5 m and a width of 30-50 m, and it mostly follows the central axis of lagoon being 1-2 meters deeper than surrounding area. In VL, the navigable channel passes

along the northern shore, from lagoon inlet to the mouth of the Pregel river. It has a depth of 9-10.5 m, width of 50-80 m at the bottom and of 80-150 m at the depth of 1.0-1.5 m. The channel is passing through relatively narrow (width of 200- 1000 m) littoral area (depth of 0.5-1.5 m) and is separated from the main lagoon body by a set of artificial dams.

Even the absolute values of average nutrient load (Fig. 1c) are bigger for the VL, the real pressure to lagoon ecosystems could be estimated through comparison of ratios between appropriate load and lagoon volume. And, according this, the VL is under higher effective phosphorus load. Effective nitrogen load is nearly the same for both lagoons.

Water inflow from the Baltic and freshwater river runoff are the main components of water budget for DZBC and the VL. These terms comprise together 96.2 % and 97.3 % of water budget, and namely equals to 2.76 and 0.29 km³ a⁻¹, 17 and 3.68 km³ a⁻¹ respectively for DZBC and VL. For both lagoons the evaporation exceeds the precipitation in 1.3- 1.4 times. While the role of groundwater infiltration is approximately the same for both lagoons (0.6 % and 0.3 % of water budget), infiltration through the sandy spit (the barrier separating the lagoon from the sea) is unknown for both systems.

Though VL has a catchment area (23870 km²) which is in 15 times higher than DZBC, its freshwater gain is only in 12.7 times higher. The more wet climate is a reason for this specific watershed freshwater capacity, which equals to the ratio of fresh water gain to watershed surface, and is 20% higher for the DZBC (18 cm year). The absolute annual influx from the Baltic Sea to the VL is 6.2 times higher than to DZBC, what is the result of synergetic action of main driving forces: the time variations of the Baltic Sea water level, local wind and river runoff, and inlet hydraulic resistance.

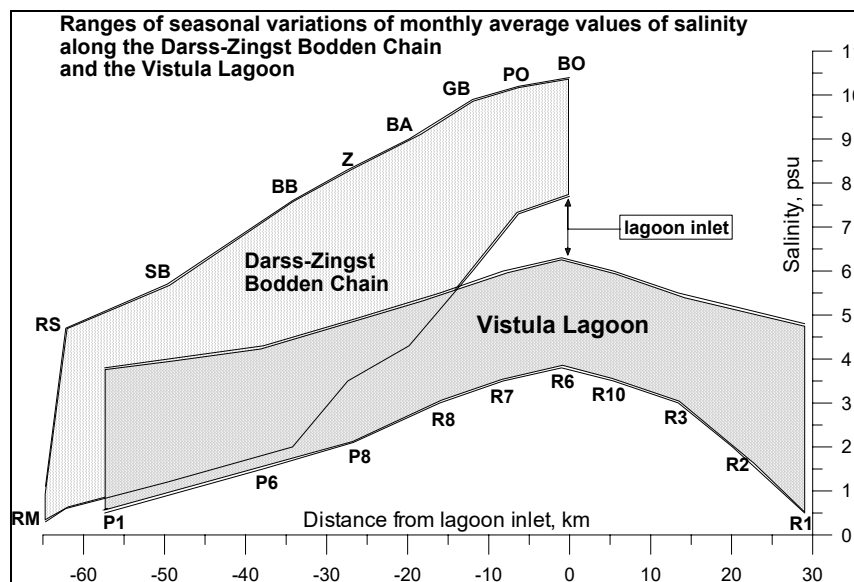


Fig. 2 Average ranges of salinity variations along the central axis of the Darss-Zingst Bodden Chain and the Vistula Lagoon. Positions of stations are identical to those in Fig.1.

DZBC has a permanent salinity gradient from its inlet towards the western end of the lagoon (Fig. 2). While the salinity at the lagoon entrance is more stable, the yearly average salinity inside the lagoon, especially at its central part, varies significantly from year to year. The salinity distribution in VL is characterized by spatial salinity decrease from the lagoon inlet eastward to the river Pregel mouth, and southward. The maximum average range of annual salinity variations is observed at the Pregel river mouth (0.5-5.0 psu), the minimum is measured near the lagoon inlet (3.5-6.5 psu).

3 Model selection versus research goal

3.1 Zero-dimensional approach (0D)

Water inflow and outflow are mostly controlled by water level variations at the inlets of both lagoons. By this reason, a zero-dimensional (in space) or box model is applicable to estimate the temporal dynamics of water exchange between the lagoons and open sea with a time scale of weeks, months or years. If VL could be described as one box, the DZBC has to be approximated as a cascade of linearly connected boxes corresponding to different sub-basins. In such a model the lagoon or sub-basins are considered as well mixed i.e. are homogenous along the lagoon volume in horizontal and vertical directions. While salinity and temperature are the state variables, precipitation (i), evaporation (ii), river (iii) and underground (iv) runoffs and, of main importance, level variations (v) at the inlet are to be treated like forcing factors, as well as temperatures of air, river and marine waters and solar heating. Evaporation has to be included in model simulation by its parameterisation through difference between water and air temperature. Including the chemical and biological cycles in such a model gives rise to simulate the seasonal dynamics of multiple parameters of water quality. To avoid an overestimation of lagoon salinity because of accounting in the model for any level rise at the inlet the high frequent level variations have to be filtered. And it is the vary point of model calibration versus salinity annual variations: level rise of which amplitude actually brings marine salt water intrusion into the lagoon.

3.2 One-dimensional approach (1D)

Both lagoons are elongated and the main rivers enter in their remote ends. Due to intensive wind influence DZBC and VL are well vertically mixed. Vertical stratification in salinity is localised in limited areas (near inlet and river mouths). Therefore, the one-dimensional model with the spatial lengthwise extension could reasonably simulate the spatial variations of salinity, temperature or any other parameter in the lagoon. It is expected that the deep navigable channel in VL (separated from proper lagoon by set of islands) will be described as additional brunch in the one-dimensional computation grid. If for the BZBC the open marine boundary will be at the one end of 1D-grid, for the VL it will be in the middle of it. Model has to be driven by river discharges, marine level variations at the open boundary and by wind.

3.3 Two-dimensional approach (2D)

Two-dimensional modelling already proved its applicability through real practice, e.g. giving very precise solution for water level variations in cases of extreme stormy events (SCHÖNFELDT 1997). The lag between the maximum water levels in individual "Bodden" were also successfully revealed for DZBC. To get more reliable results for the entrance of DZBC boarded by low flooded land the simulation area was extended to east from inlet, and boundary conditions in terms of level variations were applied not at the lagoon inlet but far from it in adjacent marine area (SCHÖNFELDT 1997). A 2D model for VL was completely prepared for practical use in problems of (i) variations of the water level and fluxes (basic hydrodynamics), (ii) transport of 'passive' tracers like salinity (basic hydrology), and (iii) transport and chemical transformation of nutrients (water quality and eutrophication). It allowed to analyse different scenarios of nutrient loading in the VL catchment (KWIATKOWSKI et al. 1997), scenarios of dredging or artificially establishing new entrance in the lagoon (CHUBARENKO & TCHEPIKOVA 2000). The success in using 2D models for practical problems is ensured by a principal peculiarity of sufficient resolution of average fluxes between parts of elongated basin under two dimensional shallow water approach.

3.4 Three-dimensional approach (3D).

Three-dimensional modelling is required to study the real physical processes happening in both lagoons. The actual current in VL is three-dimensional as proved by direct measurements of currents both in the lagoon deep and on the surface in 1994-1995 (CHUBARENKO & CHUBARENKO 2003). The depth average currents obtained by 2D model does not confirm field observations. In both lagoons there are areas where dynamic processes have to be simulated under 3D approaches only. For example, the penetration of marine water intrusion into the VL when marine water comes into the lagoon area and plunges down along the bottom to the lagoon after flow over the sandy near-entrance bar. Such a process is not a rare event. The ordinary 'pumping' of salt water in considering non-tidal estuarine lagoons is happening through such deep penetration of salt intrusions. The sharp changes of bottom topography are always a reason of three-dimensionality in currents. Thus, the local upwelling-downwelling zones are permanently existing along the steep depth gradients in the DZBC.

First results from a 3D model for VL indicate by using a curvilinear orthogonal grid with cells of 200-1300 m and 11 levels in vertical direction that even in such shallow water reservoir differences in vertical velocity and salinity distribution exist. The correct account of vertical stratification at the open boundary (at the lagoon inlet) is a crucial point for proper simulation of currents and salinity variations in the lagoon.

When a reverse current in the deeper basins of VL during lengthwise local wind is studied the use of a 3D model is recommended (CHUBARENKO & CHUBARENKO 2003). The current structure can only be simulated using a 3D hydrodynamic model or if the conditions for benthic or pelagic aquaculture are studied. Finally, the simulation tasks involving short-term forecasts or following the accidental oil-spills (some oil fractions spread over the surface, some oil fractions sink) definitely require a 3D approach for the hydrodynamic and transport problems because of possible different

directions in advective transports existed at different depths. These must be simulated precisely in order to, for example, predict the fate of the oil spill and optimise timely recovery operations.

4 Conclusions

A 2D modelling approach is efficient and provides reasonable information for such flat coastal estuarine lagoons as DZBC and VL. Two principal types of problems can be solved with an accuracy sufficient for practical management purposes, namely, the simulation of water level variations with a time scale of hours, and water quality variations with a time scale of months. In addition, 2D models are a good platform for water management purposes to analyse different scenarios of economic activity in the lagoon watershed area.

A 3D modelling approach accounting for Coriolis force are prerequisites required for successful simulation of real currents in such a shallow estuarine lagoons, especially in case of operational following of oil-spills or other incidents. The main obstacle for wide application of 3D model is still the huge amount of data required.

Even though the real currents structure in the lagoons should be simulated only by 3D-models, some simplification is possible. For instance, the fluxes between sub-basins are the important variables required for ecological modules, so, the spatial dimensions can be reduced from 3D to 2D considering only general ecological application of modelling. Finally, tasks involving the study of water exchange between sub-basins of the lagoons should be solved in 3D for precise short-term simulations and in 2D for simulations involving seasonal variations. For tasks involving lagoon water quality, 2D hydrodynamic and advection-dispersion models are usually sufficient to resolve the seasonal variation of simulated parameters, and, in this case, it should be calibrated using some conservative tracer time series such as seasonal salinity changes. A 2D time-dependent hydrodynamic approach is also sufficient to simulate wind surges or current structure variations in a lagoon. The water exchange between a lagoon and adjacent marine coastal waters is also well simulated using a horizontally 2D approach.

The comparison of characteristic features of two Baltic non-tidal estuarine lagoons, DZBC and VL, showed, that even though there is a considerable similarity in their general hydrologic behaviour, the lagoons possess very individual features influenced due to their hydraulic and mixing. Especial effect is caused by existence of deep navigable channels.

References

- CHUBARENKO, B.V. & I.P. CHUBARENKO (2003): The transport of Baltic water along the deep channel in the Gulf of Kaliningrad and its influence on fields of salinity and suspended solids. In: Dahlin, H., B.Dybern & S. Petersson, eds., ICES Cooperative research report 257: 151-156.
- CHUBARENKO, I.P. & I.S. TCHEPIKOVA (2000): Modelling of man-made contribution to salinity increase into the Vistula Lagoon (Baltic Sea). *International Journal on Ecological Modelling*, 138: 87-100.
- CORRENS, M. (1978): Water balance in the bodden waters along the GDR coastline. *J. Hydr. Sci.* 5: 81-86.

- KJERFVE, B. (1994): Coastal lagoons. In: B. Kjerfve, ed., Coastal Lagoon Processes. Elsevier Science Publishers, 1-8.
- KWIATKOWSKI, J., E.K. RASMUSSEN, E. EZHOVA & B.V. CHUBARENKO (1997): The eutrophication model of the Vistula Lagoon. *Oceanol. Stud.* 1: 5-33.
- SCHÖNFELDT, H.J. (1997): Hydrodynamic Modelling of the Darss-Zingst Bodden Chain during the Storm surge of November 3 and 4, 1995. *Deut. Hydrogr. Z.* 49: 46-55.
- STÜCKARD, H., R. HINKELMANN & W. ZIELKE (1995): Numerische Modellrechnungen zur Darss-Zingster Boddenkette. *Deut. Hydrogr. Z.* 47: 93-107.
- VIETINGHOFF, U., P. HOLM & W. SCHNEESE (1975): Ein mathematisches Modell für den Zentralteil eines flachen eutrophen Brackwasser-Boddens. *Wiss. Z. Wilhelm Pieck Univ. Rostock* 24: 759-765.

Authors:

Dr. Boris V. Chubarenko, Dr. Irina P. Chubarenko
P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Atlantic Branch,
Prospect Mira, 1, 236000, Kaliningrad, Russia,

Email: chuboris@ioran.baltnet.ru

Dr. Henning Baudler
Universität Rostock
Institut für Biowissenschaften - Angewandte Ökologie
Biologische Station Zingst
Mühlenstr. 27
D-18374 Ostseeheilbad Zingst

Email: henning.baudler@biologie.uni-rostock.de

Jana WÖLFEL, Ulf KARSTEN

Saisonale Sukzession in der photoautotrophen Schicht mikrobieller Matten des Windwattes der Darß-Zingster Boddenkette

1 Einleitung

Vor dem östlichsten Punkt der Halbinsel Darß/Zingst (Mecklenburg-Vorpommern) befindet sich ein Bereich, der in dieser Form an der deutschen Küste einmalig ist: das Windwatt „Bock“. Hierbei handelt es sich um eine rund 1600 ha große marine Flachwasserzone, in der das Wasser bei mittlerem Pegelstand nur 5–25 cm tief ist. Vereinzelt ragen Sandbänke heraus und bei ablandigen Winden südlicher bis südwestlicher Richtung fällt diese riesige Sandfläche zum größten Teil trocken. Solche Gebiete werden als Windwatt bezeichnet (EISMA 1998).

Demzufolge besteht der Hauptunterschied des Windwatts zu den Gezeitenwatten mit ca. zwölfstündiger Periodik darin, dass sich die Überflutung des erstgenannten Gebietes täglich oder saisonal abhängig je nach Windrichtung und Pegelstand der Ostsee ändern kann. Diese Überflutungssituation ist daher zeitlich sehr variabel, es bedarf oft nur wenige Stunden bis das Gebiet überflutet wird, aber auch wieder trocken fallen kann.

Die Ausbildung eines Windwatts ist weltweit nur selten zu finden, wie z.B. am Schwarzen Meer, Nordstrände des Kaspischen Meeres oder die Laguna Madre in Mexiko/ Texas (EISMA 1998), weshalb nur sehr wenige ökologische Studien zu diesem besonderen Typ Ökosystem vorliegen. Im Windwatt „Bock“ wurden in den letzten 40 Jahren lediglich eine makrozoobenthologische (KUBE 1992) und hauptsächlich ornithologische Arbeiten (GRAUMANN & NEUMANN 2001) durchgeführt.

Für Benthosorganismen stellt das Windwatt ein Biotop mit extremen Umweltbedingungen dar, welches sich ähnlich wie im Gezeitenwatt durch den Wechsel von Überflutung und Trockenfallen auszeichnet. Fauna und Flora werden daher mit starken Salinitäts- und Temperaturschwankungen sowie Erosions- und Sedimentationsprozessen konfrontiert.

Diese speziellen Umweltbedingungen sind unter anderem die Voraussetzung für die Bildung mikrobieller Matten, da das Vorkommen von mattenzerstörenden Tieren (z.B. Weidegänger) und konkurrierender höherer Pflanzen durch diese Faktoren begrenzt wird (STAL 1995).

Unter dem Begriff mikrobielle Matte versteht man ein zusammenhängendes System, welches durch stabile Verflechtungen zwischen benthischen mikrobiellen Gemeinschaften und dem Substrat entsteht. Mikrobielle Matten können von ver-

schiedenen Organismen gebildet werden, jedoch sind Cyanobakterienmatten am meisten verbreitet und am besten untersucht (STAL 1995). Sie werden bevorzugt an hypersalinen Gewässern, heißen Quellen, trockenen und heißen Wüsten, in alkalischen und antarktischen Seen und in Gezeitenbereichen gefunden (COHEN & ROSENBERG 1989). Obwohl Cyanobakterienmatten weltweit verschiedenen extremen Umweltbedingungen ausgesetzt sind, zeigen sie immer eine mehr oder weniger einheitliche Schichtung ähnlicher Mikroorganismengruppen, die vertikale, farblich voneinander differenzierte Horizonte bilden (VAN GEMERDEN 1993). Im marinen Bereich wurde dies bereits von SCHULZ (1936) als „Farbstreifensandwatt“ beschrieben (Abb.1).

Der typische Aufbau einer mikrobiellen Matte der Gezeitenzone ist wie folgt zu beschreiben: die aeroben, lichtabhängigen Cyanobakterien und Diatomeen befinden sich an der Sedimentoberfläche. Darunter sind farblose Schwefelbakterien zu finden, die als chemotrophe Organismen auf Sauerstoff angewiesen sind. Die Schwefelpurpurbakterien sind unterhalb dieser Schichten angesiedelt, da es sich hierbei zwar um anaerobe, aber durch ihre anoxyische Photosynthese trotz dem noch lichtabhängige Organismen handelt. Im untersten Horizonte leben wieder um die heterotrophen, anoxyischen sulfatreduzierenden Bakterien (Abb. 1).

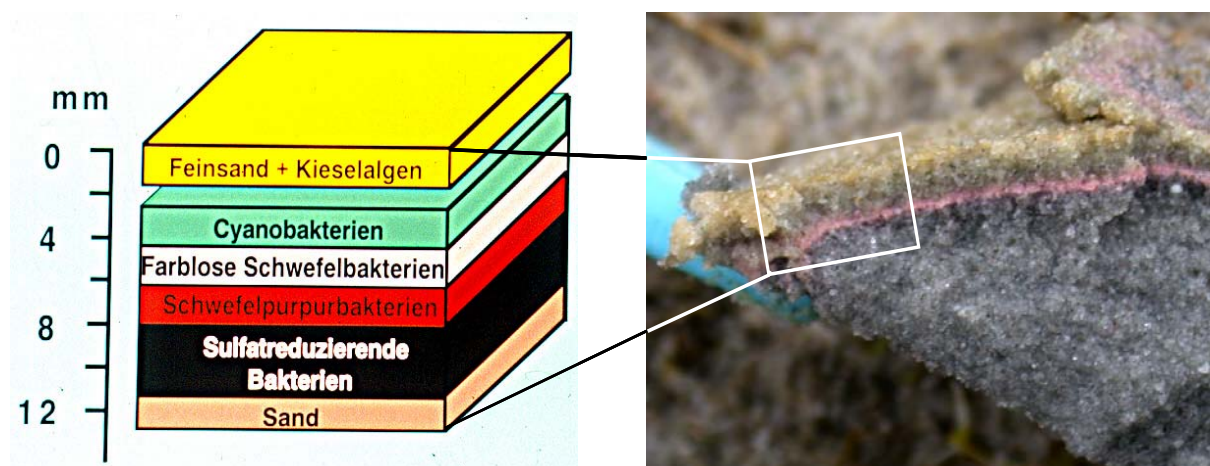


Abb. 1 links: schematischer Aufbau einer Cyanobakterien dominierten mikrobiellen Matte mit typischer farblicher Stratifizierung der Mikroorganismen-Gruppen
rechts: Foto einer mikrobiellen Matte aus dem Uferbereich des Windwatts 2002, Maßstab 1:2 (zur Verfügung gestellt Prof. Karsten)

Mikrobielle Matten sind Ökosysteme, in denen die Kreisläufe der Elemente weitgehend geschlossen sind. Sie bieten als das „kleinste Ökosystem der Welt“ (KARSTEN & KÜHL 1996) ein einzigartiges, miniaturisiertes Modell der Ökosystemforschung. Matten können eine Mächtigkeit von einem Zentimeter bis zu mehreren Metern und Ausdehnungen über mehrere Quadratkilometer erreichen (KARSTEN & KÜHL 1996). Besonders in den kargen und primärproduktionsarmen Habitaten der Gezeitenzone gewinnen mikrobielle Matten mit hoher Biomasse an großer ökologischer Bedeutung.

Während in den letzten drei Jahrzehnten weltweit an vielen marinen Standorten mikrobielle Matten unter verschiedensten ökologischen und physiologischen Aspek-

ten intensiv untersucht wurden, liegen kaum vergleichbare Daten aus der Ostseeregion vor (WITTE et al. 2004). Daher werden innerhalb der Arbeitsgruppe für Angewandte Ökologie derzeit Projekte zur Mattenforschung im Ostseeraum durchgeführt.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde 2002/2003 erstmalig die saisonale Sukzession in der photoautotrophen Schicht von mikrobiellen Matten des Windwatts Bock der Ostsee beschrieben.

2 Material und Methoden

Die Artenzusammensetzung und Biomasse des Mikrophytobenthos sowie dessen wesentliche abiotische Einflussfaktoren wie Klima, Sedimentbeschaffenheit und Nährstoffgehalt wurden untersucht. Eine etablierte Matte wurde im Vergleich zu einem anderen Standort betrachtet, an dem das Mikrophytobenthos noch keine feste mikrobielle Matte gebildet hatte. Beide Standorte (Station 1 „Entwickelnde Matte“, Station 2 „Etablierte Matte“) wurden während der Wachstumsperiode hinsichtlich der saisonalen Entwicklung charakterisiert. Die etablierte mikrobielle Matte erstreckte sich über eine Fläche von ca. 10 400 m², im Mittel mit ca. 65 m Breite und 160 m Länge, welche sich im saisonalen Verlauf bis Oktober 2002 nicht wesentlich änderte.

Es fanden neun monatliche Probenahmen von März bis November 2002 statt. Dabei wurde die photoautotrophe Schicht, die oberste 1 cm tiefe Sediment- bzw. Mattenschicht, mit einer abgeschnittenen Plastikspritze Ø 2 cm entnommen.

Als Biomasseparameter wurden u.a. die organischen Gehalte des Kohlenstoffs erfasst. An beiden Stationen waren Cyanobakterien und Diatomeen in der obersten Schicht dominant. Daher wurde nur die Artenzusammensetzung dieser beiden taxonomischen Gruppen bestimmt und die Abundanz der Arten qualitativ geschätzt. Weiterhin wurden die abiotischen Parameter des Klimas (u.a. Windgeschwindigkeit und -richtung, gemessen an der Laborstation Zingst) sowie der Sedimentbeschaffenheit (u.a. Korngröße) untersucht. Um die Überflutungsereignisse des Windwattgebietes charakterisieren zu können, wurde der Pegelstand der Ostsee (Sonden bei Zingst des STAUN Rostock und bei Barhöft des WSA Stralsund) mit der aktuellen Wasserstandssituation auf dem Windwatt bei den jeweiligen Probennahmetermen verglichen.

3 Ergebnisse und Diskussion

Durch den Vergleich der Pegelstandsdaten mit der aktuellen Situation auf dem Windwatt bei den Probennahmen wurde festgestellt, dass bei einem Pegelstand der Ostsee über 5,20 m das Windwattgebiet großflächig überschwemmt war. Der Pegelstand des Grabower Boddens bei Zingst und die stündlich ermittelten Pegelstandsdaten der Ostsee beider Sonden bei Zingst und Barhöft unterschieden sich saisonal unwesentlich voneinander. Ausgehend von einem mehrstündigen Pegel der Ostsee von mindestens 3 Stunden $\geq 5,20$ m und mit den stündlich ermittelten Daten 2002 der Ostseesonden verglichen, wurde das Gebiet 1917 h bzw. 80 d überflutet. Das

bedeutet, dass die Windwattfläche nur ca. 11 Wochen des Jahres 2002 vollständig mit Wasser bedeckt war (Abb. 2).

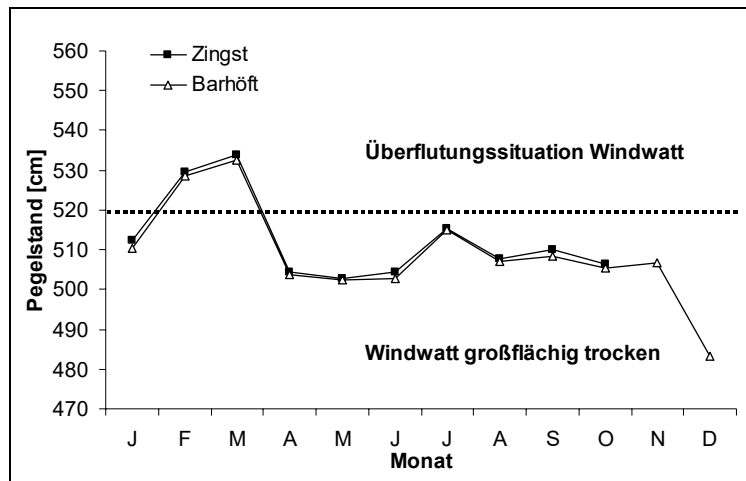


Abb. 2 Pegelstände der Ostsee bei Zingst (STAUN Rostock) und bei Barhöft (WSA Stralsund) im Vergleich zu den Überflutungsereignissen auf dem Windwatt im Jahresverlauf 2002; Monatsmittel der täglichen Pegelstände in [cm], alle 60 min Messungen akkumuliert, gepunktete Grenzlinie bei der Pegelhöhe von 520 cm, darüber liegende Werte spiegeln eventuelle Überflutungssituationen auf dem Windwatt zum jeweiligen Zeitpunkt wider

Eventuelle kurzfristige Überflutungsereignisse konnten wegen einer zu geringen Probennahmefrequenz nicht beurteilt werden. Daher wurde zwar der Parameter Wind mit der jeweiligen Geschwindigkeit und Richtung bei der Beurteilung der Überschwemmungssituation mit berücksichtigt, jedoch war die Korrelation unzureichend. Es scheinen Winde aus nordöstlicher und nordwestlicher Richtung mit Geschwindigkeiten von über $8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ die Überflutung des Gebietes zu fördern.

Im Windwatt waren die Mikrophytobenthosorganismen folglich extremen abiotischen Bedingungen ausgesetzt, wie z.B. starken Erosionsprozessen im Frühjahr und Austrocknung sowie starken Salinitäts- und Temperaturschwankungen im Sommer.

Wie erfolgte eine Besiedlung bei diesen extremen Umweltbedingungen? Beide Standorte wiesen ein ähnliches Artenspektrum der 14 Cyanobakterientaxa auf, es wurden lediglich signifikante Unterschiede der Stationen ($p=0,046^*$, Monte Carlo Permutationstest) durch verschiedene Abundanz der Arten im saisonalen Verlauf erfasst. Eine Sukzession der beiden dominantesten Cyanobakterienarten, die u.a. zu den wichtigsten „Mattenbildnern“ gehören (VAN GEMERDEN 1993), *Microcoleus chthonoplastes* und *Lyngbya aestuarii* wurde festgestellt (WITTE et al. 2004). Weiterhin wurde im saisonalen Verlauf (August bis November 2002) eine zunehmende Verfärbung der anfangs farblosen Scheiden von den unmittelbar an der Oberfläche befindlichen Vertretern der Art *Lyngbya aestuarii* beobachtet (Abb. 3).

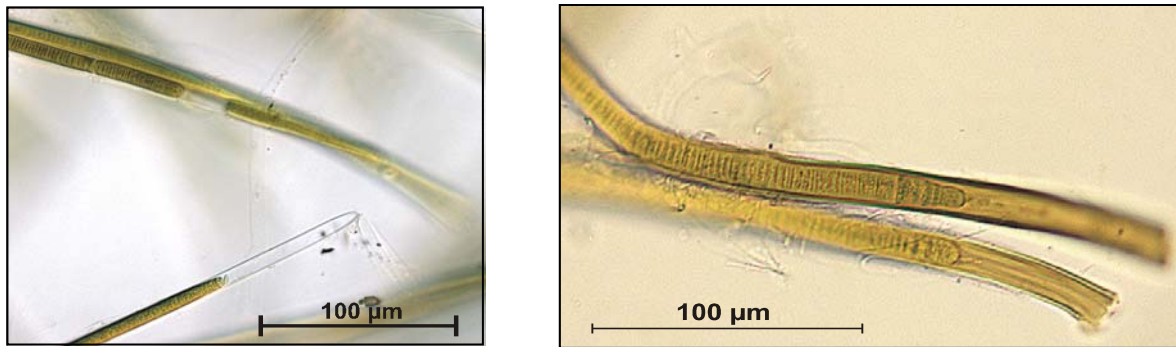


Abb. 3 links: mikroskopische Aufnahme von *Lyngbya aestuarii* mit transparenten Scheiden (Mertens 1816) Liebmann 1839 im April 2002; rechts: mikroskopische Aufnahme von *Lyngbya aestuarii* im August 2002, die Scheiden sind braun gefärbt

Dies ist auf einen hohen Gehalt an Scytonemin zurückzuführen (KARSTEN et al. 1998, STAL 1995), welches extrazellulär in die Scheide abgegeben wird und auch nach einem Absterben des Organismus als Scheide mit dem Pigment erhalten bleibt (GARCIA-PICHEL & CASTENHOLZ 1991). Die Bildung des Pigmentes wird durch erhöhte UV-Strahlung induziert (KARSTEN et al. 1998). Während im Frühjahr hohe Abundanzen von *Microcoleus chthonoplastes* das Sediment der Station 1 (zur Station 2 liegen keine Daten vor) verfestigten, wurde *Lyngbya aestuarii* in sehr hoher Abundanz während der Sommermonate vor allem in den ersten Millimetern der mikrobiellen Matte beobachtet. Die Ansammlung dieser Individuen bzw. deren Scheiden bildete eine gelblich-braune Schicht direkt auf der Mattenoberfläche. Andere Mikrophytobenthosorganismen wie z.B. *Microcoleus chthonoplastes* wurden überdeckt und waren so vor erhöhter UV-Strahlung geschützt (KARSTEN et al. 1998), ein Phänomen, welches man auch als „Sonnenbrille“ bezeichnet (STAL 1995) und u.a. schon von mikrobiellen Matten einer tropischen Gezeitenzone Australiens (KARSTEN et al. 1998) beschrieben wurde.

Jedoch unterscheiden sich die mikrobiellen Matten des Windwattes von denen des Gezeitenwattes: Vergleicht man die ermittelten Biomassegehalte von $7-57 \text{ g C m}^{-2}$ des Windwattes mit den Literaturangaben anderer Cyanobakterienmatten von Gezeitenzonen z.B. der Nordsee (Insel Mellum, bei $0,5 \text{ cm}$ Sedimenttiefe) mit $140-380 \text{ g C m}^{-2}$ (YALLOP 1994), so stellt man eine weitaus geringere Biomasse fest.

Darin ist unter anderem der Unterschied in der vertikalen Struktur zwischen den Matten der beiden Habitate begründet. Innerhalb der Matten der Gezeitenwatte wird in der Regel die Sonnenstrahlung durch die hohen Abundanzen der Cyanobakterien und Diatomeen sehr schnell optisch abgeschwächt (KÜHL et al. 1994) und die Schicht unter der photischen Zone ist meist permanent anoxisch (STAL 1995) (Abb. 1). In der mikrobiellen Matte des Windwattes wurde jedoch zu Beginn des Untersuchungszeitraumes die Bildung einer entsprechenden anoxischen Zone erst ab 7 mm und auch nur in 30% der Proben beobachtet. Gegen Ende der Beprobungskampagne konnten bereits in 50% der Proben eine solche Zone festgestellt werden (Abb. 4). Folglich ist zu vermuten, dass ähnlich wie im Gezeitenwatt mit zunehmender Biomasseproduktion die Strahlung im Verlaufe des Jahres eine immer geringere Eindringtiefe aufwies. Da die anaeroben Schwefelpurpurbakterien ein anox-

isches Milieu benötigen, fehlte den mikrobiellen Matten im Windwatt ebenfalls die typische violette Schicht des Farbstreifensandwatts der Gezeitenzone (Abb. 5).



Abb. 4 selten beobachtete farbliche Stratifizierung der Cyanobakterienmatte mit einer schwarzen, anoxischen Schicht, vertikaler Schnitt eines Probeinkernes (Juni, 2002), Skale = 1 cm



Abb. 5 „Übliche“ farbliche Stratifizierung der Cyanobakterienmatte der Station 2, vertikaler Schnitt eines Probeinkernes (Juni, 2002), Skale = 1 cm

Als einer der entscheidenden Faktoren für diese besondere, bis her nicht beschriebene Stratifizierung der Windwatt-Mikrobenmatte kann das gröbere Sediment angenommen werden. In Gezeitenbereichen werden nach STAL (1995) bevorzugt sandige Sedimente mit einer mittleren Korngröße von 63 bis 200 μm und mit unterschiedlichen Anteilen an Schlick und Ton durch Cyanobakterienmatten besiedelt. Im Windwatt herrschen jedoch mittlere Korngrößen von 320-330 μm mit kaum nachweisbaren schlickigen und tonigen Partikeln vor. Dies bedingt im Vergleich zu den Gezeitenzonen sicherlich andere physikochemische Gradienten innerhalb der Matte. Wahrscheinlich wurden durch die größeren Sedimentpartikel zum einen die Besiedlung durch die Pionierorganismen der Cyanobakterien erschwert, welches unter anderem die geringeren Biomassegehalte erklären würde, zum anderen konnte die Strahlung tiefer eindringen und die photosynthetische O_2 -Produktion, die Entstehung einer anoxischen Zone.

Durch die Anreicherung des Sedimentes mit Biomasse gewinnt die Besiedlung mit mikrobiellen Matten im Windwatt an ökologischer Bedeutung. Durch diesen Bewuchs findet eine Änderung der Sedimentoberfläche statt, einhergehend mit der Verfestigung des Sedimentes, hoher Primärproduktion und Nährstoffanreicherung in ansonsten eher primärproduktions- und nährstoffarmen Gebieten (KARSTEN et al. 2003). Die organischen Verbindungen im Sediment bilden eine wichtige Nahrungsgrundlage für die Meiofauna, die wiederum als Nahrung für größere wirbellose Meerestiere dient, somit unterstützen Mikrobenmatten vielfältige Nahrungsbeziehungen. Da die untersuchte mikrobielle Matte bereits eine Ausdehnung von über 10.000 m^2 erreichte, werden in Zukunft mikrobielle Matten die Morphogenese (z.B. Verlandung) des Windwattes nachhaltig verändern.

Literatur

- SCHIEWER, U., D. RENTSCH, S. GÖRS & R. SCHUMANN (2002): Aggregates and bacterial populations in fluffy sediment layers from shallow brackish waters. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28: 1551-1557.
- COHEN, Y. & E. ROSENBERG, E. (1989): *Microbial Mats*. American Society for Microbiology; Washington, DC.
- GARCIA-PICHEL, F. & R.W. CASTENHOLZ (1991): Characterization and biological implications of scytonemin, a cyanobacterial sheath pigment. *J. Phycol.* 27: 395-409.
- GRAUMANN, G. & R. NEUMANN (2001): Die Wasser- und Watvögel im Nationalparkgebiet Windwatt Bock und Werder-Inseln. *Meer und Museum* 16: 96-100.
- EISMA, D. (1998): Wind Flat Deposits. In: *Intertidal Deposits: River Mouths, Tidal Flats and Coastal Lagoons*. CRC Press, 309-316.
- KARSTEN, U., R. SCHUMANN & K. WITTE (2003): Die Darß-Zingster Boddengewässer Filter zwischen Land und See. *BIUZ* 33: 46-55.
- KARSTEN, U., J. MAIER & F. GARCIA-PICHEL (1998): Seasonality in UV-absorbing compounds of cyanobacterial mat communities from an intertidal mangrove flat. *Aquat. Microb. Ecol.* 16: 37-44.
- KARSTEN, U. & M. KÜHL (1996): Die Mikrobenmatte – das kleinste Ökosystem der Welt. *BIUZ* 26: 17-26.
- KUBE, J. (1992): Das Makrozoobenthos des Windwatts am Bock – Szenario des Jahres 1991. Diplomarbeit Universität Rostock: 151 S.
- KÜHL, M., C. LASSEN & B.B. JØRGENSEN (1994): Optical properties of microbial mats: light measurements with fibric-optic microbes. In: STAL, L.J. & P. CAUMETTE, eds.; *Microbial Mats, Structure, Development und Environmental Significance*. NATO ASI Series, 35: 149-166.
- SCHULZ, E. (1936): Das Farbstreifen-Sandwatt und seine Fauna, eine ökologische biozönotische Untersuchung an der Nordsee. *Kieler Meeresforschung* 1: 359-378.
- STAL, L.J. (1995): Physical ecology of cyanobacteria in microbial mats and other communities. *New Phytol.* 131: 1-32.
- VAN GEMERDEN, H. (1993): Microbial mats: A joint venture. *Mar. Geol.* 113: 3-25.
- WITTE, K., J. WÖLFEL & U. KARSTEN (2004): Das Vorkommen mikrobieller Matten an der Deutschen Ostseeküste und die saisonale Sukzession in Mikrobenmatten am Beispiel des Windwatts „Großer Werder“. *Rostocker Meeresbiologische Beiträge* 12: 61-70.
- YALLOP, M.L., B. DE WINDER, D.M. PATERSON & L.J. STAL (1994): Comparative structure, primary production and biogenic stabilization of cohesive and non-cohesive marine sediments inhabited by microphytobenthos. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 39: 565-582.

Autoren:

Dipl. Biol. Jana Wölfel

Universität Rostock Univ
Institut für Biowissenschaften
Angewandte Ökologie Angewandte
Albert-Einstein-Str. 3
18051 ROSTOCK 1805

Email: jana.woelfel@stud.uni-rostock.de

Prof. Dr. Ulf Karsten

Universität Rostock
Institut für Biowissenschaften
Ökologie
Albert-Einstein-Str. 3
1 ROSTOCK

Email: ulf.karsten@biologie.uni-rostock.de

