

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 (ARNDT 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 Oosporen-Beschreibung 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.

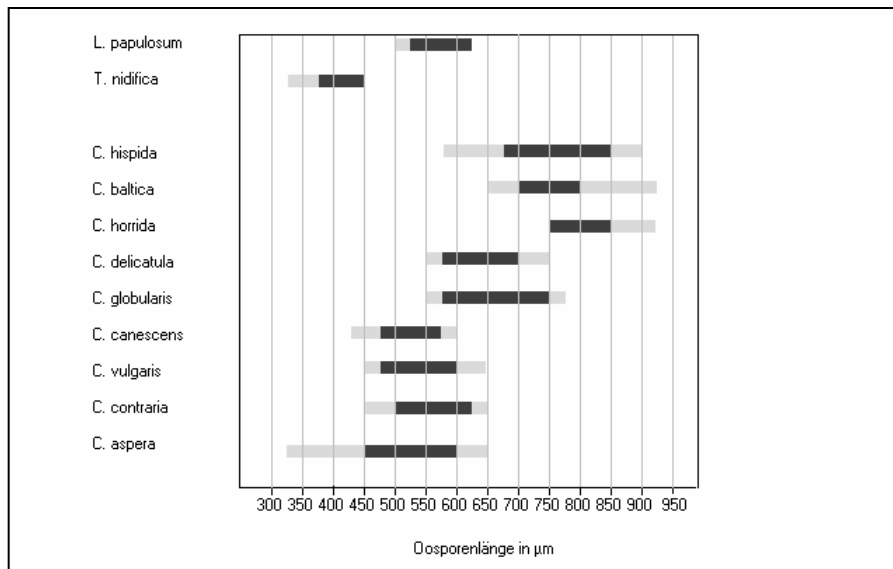
Es zeigen sich drei Artengruppen, die wenn man die Extremwerte außer Acht lässt, relativ gut voneinander zu trennen sind. Auffällig sind die deutlichen Überlappungen innerhalb der Artengruppen.

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.



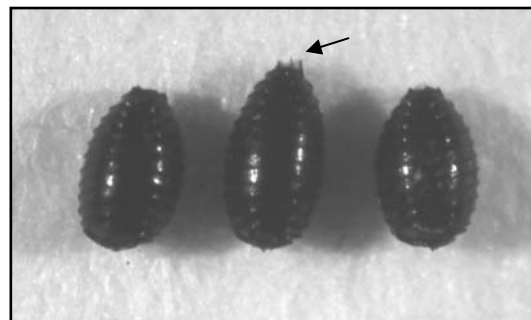
**Abb. 3.1** Vergleich der Oosporenlänge der untersuchten rezenten Arten (Extremwerte sind heller dargestellt, *Chara delicatula* C. A. Agardh 1824 = *Ch. Virgata* Kütz.)

In der Regel sind die Oosporen von brauner bis schwarzer 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.



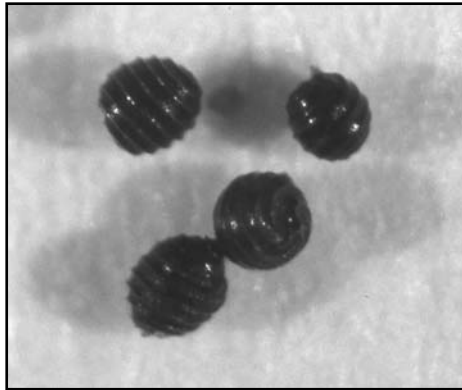
**Abb. 3.2** *Chara contraria*



**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 kuglerund 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

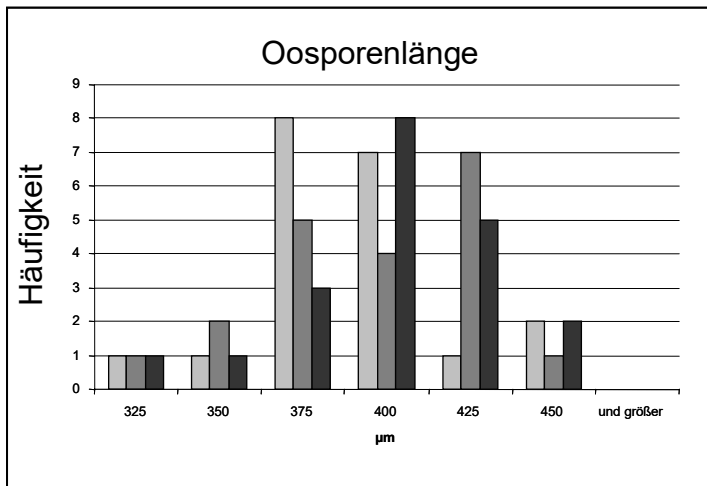
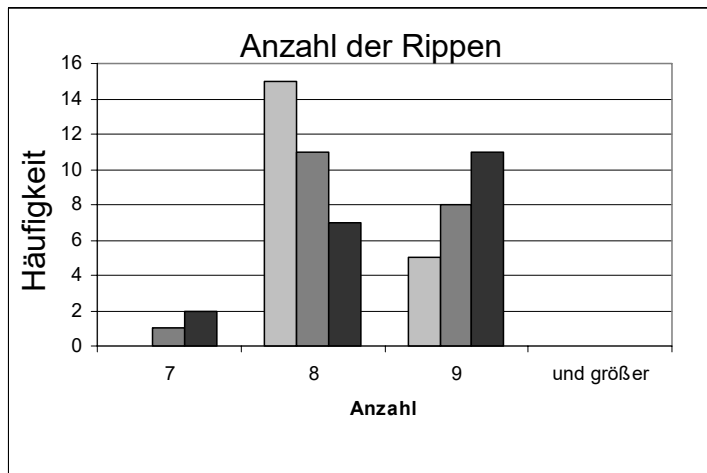
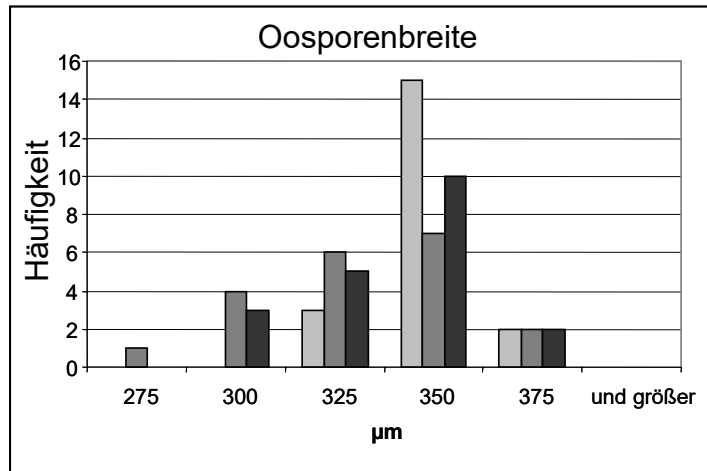


**Abb. 3.5** Oosporen von *Lamprothamnium papulosum* aus Herault (Frankreich)

### 3.2 Oosporenbeschreibungen am Beispiel von *Tolypella nidifica*

Die Oosporen sind 325-450  $\mu\text{m}$  lang und 275-375  $\mu\text{m}$  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) .....	<b>Tolypella nidifica</b>
2b	Oospore abgeplattet.....	<b>Nitella spp.</b>
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.....	<b>Lamprothamnium papulosum</b>
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.....	<b>Chara hispida</b>
6b	Oospore schwarz.....	<b>C. hispida, C. baltica, C. horrida</b>
7a	Oospore kürzer oder gleich 600µm.....	<b>C. aspera, C. virgata, C. globularis</b>
7b	Oospore länger oder gleich 600µm.....	8
8a	Oospore braun bis dunkelbraun.....	<b>Chara hispida</b>
8b	Oospore schwarz.....	<b>C. virgata, C. globularis, C. hispida, C. baltica</b>
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 .....	<b>Chara aspera</b>
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.....	<b>Chara contraria</b>
11c	Oospore heller, gelbbraun, Rippen dünn (11-15), Klauen klein.....	<b>Chara vulgaris</b>
12a	Oospore glänzend schwarz, Rippen prominent, auffällige Klauen.....	<b>Chara aspera</b>
12b	Oospore schwarz, Rippen flach, kleine Klauen.....	<b>C. aspera/ C.canescens</b>
13a	Rippen prominent, schwarz, meist auffällige Klauen .....	<b>C. aspera, C. globularis, C. virgata</b>
13b	Rippen flach, Klauen klein <i>C. canescens/ C. contraria/ C. vulgaris/ C. aspera</i> .....	14
14a	Oospore schwarz.....	15
14b	Oospore braun.....	<b>Chara contraria</b>
14c	Oospore heller, gelbbraun, Rippen dünn (11-15), Klauen klein.....	<b>Chara vulgaris</b>
15a	Oospore glänzend schwarz, Rippen prominent, auffällige Klauen.....	<b>Chara aspera</b>
15b	Oospore schwarz, Rippen flach, kleine Klauen.....	<b>C. aspera/ C. canescens</b>

### 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. Weiterhin 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  
14822 Borkwalde  
E-mail: fv80@gmx.de

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

Manuskripteingang: 15.09.2004; angenommen: 11.10.2004

