

## Nachweis des Vorkommens von Armleuchteralgen (Charophyta) im Bodensee durch Identifikation der Oosporen

Evidence of stoneworts (Charophyta) in Lake Constance by identification of oospores

Michael Dilger

Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle

**Schlagwörter:** Charophyta, Bodensee, Oospore, Methodik, Floristik  
**Keywords:** Charophyta, Lake Constance, Oospores, methods, floristics

Zwischen 1975 und 2010 wurden durch Erfassung der Pflanzenbestände bis zu 11 Charophyta-Arten im Bodensee nachgewiesen; die Anzahl variierte je nach Standort und Jahr. Durch die Gewinnung von Oosporen aus verschiedenen Horizonten von Sedimentkernen und ihre Zuordnung zur jeweiligen Art ist es möglich den subfossilen und rezenten Artenbestand zu ermitteln. Aus archeobotanischem Material aus dem Zeitraum von 6200–2700 v. Chr. konnten 18 Arten nachgewiesen werden, im rezenten Horizont waren es 19 Arten. Die Methode der Arbeit mit den Oosporen wird beschrieben und die Ergebnisse der Untersuchungen des Bodensee-Materials werden zusammengefasst.

Between 1975 and 2010 11 Charophyta species have been detected in Lake Constance by mapping the vegetation; the number of species varies depending on site and year. By taking oospores from different layers of sediment cores and relating to the species the subfossil and recent inventory of species was established. In the archeobotanical samples (6200–2700 B.C.) 18 species were found and 19 in the recent sediment. The method of using oospores for identification is described and the results of the investigation at Lake Constance are summarized.

### 1 Einleitung

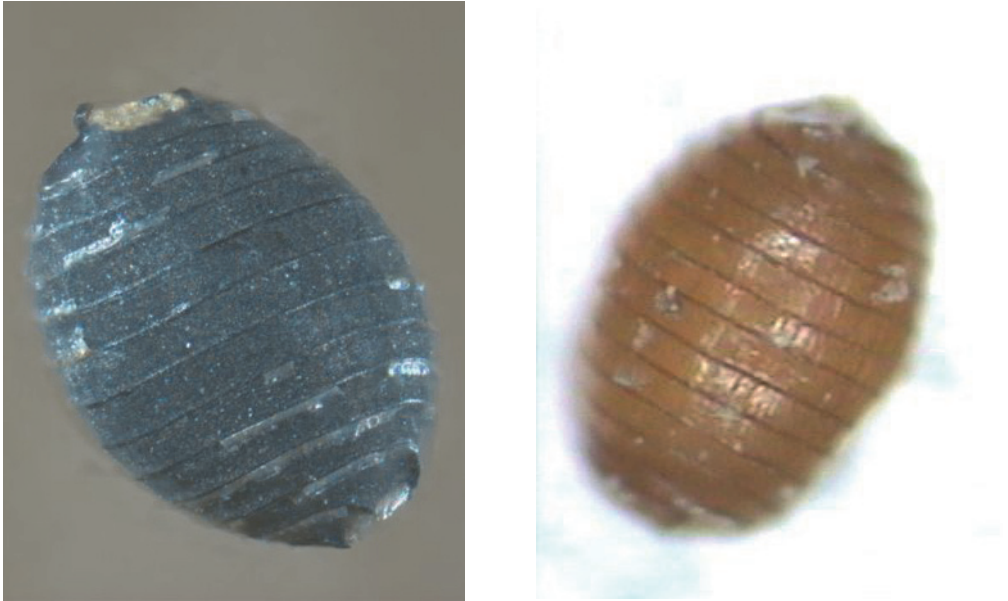
Verschiedene Autoren haben zwischen 1975 und 2010 im Rahmen von Makrophytenkartierungen bis zu 11 *Chara*-Arten im Bodensee nachgewiesen. Krause (1986) hat den Bodensee und den Zürichsee beprobt und folgende Arten gefunden: *Chara aspera*, *C. hispida*, *Nitella hyalina*, *N. syncarpa*, *Nitellopsis obtusa*, und *Tolypella glomerata*. Weiterhin hat Krause (nicht veröffentlicht) von neolithischen Fundplätzen im Gebiet *Nitella hyalina*, *N. syncarpa*, *Nitellopsis obtusa*, *Lychnothamnus barbatus* und *Tolypella glomerata* benannt. Schmieder (1998) hat 1993 in der Flachwasserzone des Bodensees entlang von Transekten in Abständen von 1000 m an der Uferlinie 940 Sedimentproben aus verschiedenen Wassertiefen gezogen und dabei 7 *Chara*-Arten als Pflanzen entnommen: *Chara aspera*, *C. contraria*, *C. denudata*, *C. globularis* (= *C. fragilis*), *C. tomentosa*, *Nitella mucronata*, und *Nitellopsis obtusa*. Die Arten und die Dichte der Vorkommen 1993 wurden mit Befunden von 1967 und 1978 verglichen. Kobl (1996) hat im Litoral von Mettnau und Reichenau *Chara contraria*, *C. denudata*, *C. globularis* und *Nitellopsis obtusa* nachgewiesen. Ostendorp (2003) gibt für den Bodensee die Zahl von 17 *Chara*-Arten an ohne diese zu nennen. Dienst & Schmieder (2003) melden den Wiederfund von 3 Arten am Ende der Eutrophierungsphase 1980. Schmieder (2004) nennt 8 Charophyta-Arten. Dienst (2010) veröffentlichte einen Bestimmungsschlüssel für 11 *Chara*-Arten im Bodensee.

Das Ziel der Untersuchungen war, nachzuweisen, dass sich die Artenzahl im Bodensee durch die Analyse von Oosporenfunden gegenüber dem alleinigen Nachweis über die ganze Pflanze noch erhöht.

## 2 Material und Methoden

### Gewinnung der Oosporen und Gyrogoniten

Die Oospore ist das befruchtete und ausgereifte Oogonium (Zygote, diploide Phase) der Charophyta, das aus dem weiblichen Gametangium hervorgeht. Unter geeigneten Bedingungen keimt aus der Oospore nach der Meiose eine neue, haploide Pflanze. Oosporen stellen ein Dauer- und Propagationsstadium dar. Ihre Gestalt ist ellipsoidisch bei einer Länge von 0,2–1 mm; die feste Außenhülle hat eine charakteristische Skulptur (Abb. 1). Oosporen mit verkalkter Außenhülle oder leere Hüllen werden als Gyrogoniten bezeichnet.



**Abb. 1:** Oospore von *Chara globularis* aus dem Bodensee (links) und *Chara tomentosa* (rechts)

Durch das Institut für Seenforschung in Langenargen wurde dem Autor von 28 Standorten gewaschenes Material aus der Untersuchung von Schmieder 1993 zur Verfügung gestellt, aus dem Gyrogoniten und Oosporen ausgelesen wurden. Diese Proben waren aus 1, 2, 4 und 8 m Wassertiefe vor Horn, Iznang, Moos, Radolfzell, Überlingen, Nußdorf, Uhdlingen, Hörbranz, Lochau, Bregenz, Flußacher Bucht, Arbon, Konstanz, Steckborn und Mammern aus einer Sedimenttiefe bis 20 cm entnommen worden (rezemtes Material). Aus den einzelnen Proben konnten bis zu 500 bewertbare Objekte ausgelesen werden.

Das Untersuchungsmaterial aus der Zeit 6200–2700 v. Chr. stammt aus Sedimentkernen und aus ausgelesenen archäobotanischen Proben. Das Ausgangsmaterial stammt im wesentlichen aus der Flachwasserzone des Bodensees vor Arbon, Unteruhldingen, Sipplingen, Nußdorf und Meersburg. Die Altersbestimmung der einzelnen Proben erfolgte durch das Regierungspräsidium Stuttgart, Landesamt für Denkmalspflege und das Seminar für Ur- und Vorgeschichte, Labor für Archäobotanik, der Universität Basel. Um die Oosporen und Gyrogoniten zu gewinnen wurden die Sedimentproben, wie bei Dilger (2004) beschrieben, gewaschen und ausgelesen.

Das gesamte archäobotanische und rezente Material, welches die Grundlage für die nachfolgenden Ergebnisse ist, liegt beim Autor vor.

### Vorbehandlung zur Bestimmung

Bei Material welches nur wenige Jahre alt ist, werden die Gyrogoniten in 20 % Essigsäure gelegt, nach wenigen Minuten ist die Kalkhülle aufgelöst. Bei starker Kalkhülle kann ein Gerüst verbleiben welches mit Pinzetten abgezogen werden muss (mühsam). Solche Objekte können auch auf eine Glasplatte mit einer Vertiefung gebracht werden. Eine weitere Glasplatte wird unter Vergrößerung darüber geschoben und mit Druck die Kalkhülle zerdrückt. Bei einiger Übung sind die Verluste gering.

Altes Material lässt sich mit einer leicht geöffneten Pinzette durch Druck auf den Außenrand der Gyrogoniten präparieren; auch dies braucht etwas Übung. Sind bei der Kalkhülle der Gyrogoniten keine deutlichen Verfärbungen zu erkennen, so ist anzunehmen dass das Material nicht länger als etwa 3 Jahre im Wasser gelegen hat. Grünliche Hüllen sind noch unreif, das heißt die Oospore wurde beim Entnehmen der Pflanze von dieser abgetrennt.

### Artbestimmung auf Grund der Oosporen

Die Oosporen wurden bei Vergrößerung 18 x nach Größe, Form, Farbe und weiteren Merkmalen sortiert, vermessen und untersucht. Die Oosporen aller Arten sind bei Krause (1997) beschrieben und abgebildet (nicht immer zuverlässig); ein eigener Bestimmungsschlüssel für die Oosporen liegt jedoch noch nicht vor. *Nitella* und *Tolypella* lassen sich mit der Bestimmungshilfe von Dilger (2010) identifizieren.

Nach der Vorsortierung wurden von jeder Gruppe nach Möglichkeit 10 Oosporen bei 100 x Vergrößerung vermessen und die Rippenzahl und weitere Merkmale protokolliert (vgl. Dilger 2004, 2006). Der Verfasser verwendet zur Identifikation der Oosporen eine Belegsammlung mit rezenten und subfossilen Belegen.

## 3 Ergebnisse

Die gesamte Charophyta-Flora des Bodensees nach heutigem Kenntnisstand auf Grund Pflanzen- und Oosporennachweise ist in Tabelle 1 zusammengefasst. Danach wurde bisher die beachtliche Zahl von 22 Charophyta-Arten registriert und damit etwa die Hälfte des Artenbestands in Deutschland. 15 Arten wurden als Pflanzen bestimmt, 21 Arten hat der Verfasser über die Oosporen identifiziert; eine einzige Art, *Nitella hyalina*, wurde nur als Pflanze nachgewiesen. Das archäobotanische Material enthielt 18 Arten, davon 2, *Nitella flexilis* und *N. gracilis*, die nur subfossil nachgewiesen wurden. *Chara fragilis* wurde in den archäobotanischen sowie in den rezenten Proben nach Krause (1997) erkannt, ist aber bis jetzt nicht in Deutschland als Pflanze nachgewiesen. Der Anteil von *Nitella*- und *Tolypella*-Arten war nach Arten- und Individuenzahl sehr gering.

In den 28 rezenten Sedimentproben von 1993, die auf Oosporen untersucht wurden, konnten im Schnitt 7,5 Arten gefunden werden. In 2 Proben war jeweils nur eine Art nachweisbar. Bei 8 Proben ergab die Bestimmung mehr als 10 verschiedene Arten. Die maximale Artenzahl von 13 wurde in 2 Proben festgestellt. Dabei ist es nicht sicher, dass die gefundenen Arten alle aus dem betrachteten Zeitraum ab 1975 stammen. Bei den archäobotanischen Funden war die Artenanzahl je Probe geringer. Durch die Behandlung der Proben im Institut für Seenforschung Langenargen gab es viele nicht zu bewertende Bruchstücke. Möglicherweise verbergen sich darunter weitere Arten.

Bei einer hohen Zahl von Gyrogoniten und Oosporen in den Proben ist davon auszugehen, dass es an diesen Stellen dichte Pflanzenbestände gab. Bei einigen rezenten Proben sind bei den Gyrogoniten ungewöhnliche schwarze Verfärbungen zu erkennen.

**Tab. 1: Nachweise von Charales-Arten im Bodensee auf Grund von ganzen Pflanzen und von Oosporen. Nomenklatur nach Blümel & Raab (2004)**

Art des Materials	Pflanzen	Pflanzen	Pflanzen	Oosporen, archäobotanisch	Oosporen im rezenten Sediment
Untersucher	Krause	Schmieder	Dienst	Dilger	Dilger
Zeithorizont	ab 1975	1993	2010	-6200 bis -2700	1993
<i>Chara aspera</i>	+	+	+	+	+
<i>Chara contraria</i>		+	+	+	+
<i>Chara denudata</i>		+	+?	+	+
<i>Chara fragifera</i>				+	+
<i>Chara globularis</i>		+	+	+	+
<i>Chara hispida</i>	+			+	+
<i>Chara intermedia</i>					+
<i>Chara strigosa</i>				+	+
<i>Chara tomentosa</i>		+	+	+	+
<i>Chara virgata</i>			+	+	+
<i>Chara vulgaris</i>			+	+	+
<i>Lychnothamnus barbatus</i>	+			+	+
<i>Nitella capillaris</i>				+	+
<i>Nitella flexilis</i>				+	
<i>Nitella gracilis</i>				+	
<i>Nitella hyalina</i>	+				
<i>Nitella mucronata</i>		+	+	+	+
<i>Nitella opaca</i>			+	+	+
<i>Nitella syncarpa</i>	+				+
<i>Nitellopsis obtusa</i>	+	+	+	+	+
<i>Tolypella glomerata</i>	+	+	+	+	+
<i>Tolypella intricata</i>					+

### Dank

Das Landesamt für Denkmalspflege Baden-Württemberg stellte Sedimentmaterial zur Verfügung; besonderer Dank gilt Herrn Schlichterle sowie den Herren Müller und Harwath vom Regierungspräsidium Stuttgart. Herr Dr. Brombacher, Universität Basel, und Herr Dr. Herbig, Universität Frankfurt a.M., überließen mir von verschiedenen Standorten am Bodensee ausgelesene Gyrogoniten und Oosporen, wofür ich vielmals danke. Für Hinweise und kritische Durchsicht des Manuskriptes bedanke ich mich herzlich bei Herrn Dr. Schmieder, Universität Hohenheim und Herrn Dr. Kümmerlin, Institut für Seenforschung Langenargen.

### Literatur

- Blümel, C. & U. Raab (2004): Vorläufige Checkliste der Characeen Deutschlands.- Rostocker Meeresbiologische Beiträge 13: 9-26, Rostock
- Dienst M. & K. Schmieder (2003): Wiederfund von *Tolypella glomerata* (Characeae) im Bodensee-Untersee.- Berichte der Botanischen Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutschland 2: 115, Karlsruhe
- Dienst, M. (2010): Bestimmungsschlüssel für die im Bodensee vorkommenden Armleuchteralgen.- Arbeitsgruppe Bodenseeufer e.V. (ed.) Konstanz
- Dilger, M. (2004): Möglichkeiten des Nachweises von Characeen durch rezente Oosporen aus Sedimenten.- Rostocker Meeresbiologische Beiträge 13: 35-38, Rostock
- Dilger M. (2006): -Sächsische Floristische Mitteilungen Naturschutzbund Deutschland 10: 52-63, Leipzig
- Dilger, M. (2010): Merkmale zur Erkennung von *Nitella*- und *Tolypella*arten der Characeae über Oosporen aus Sedimenten oder von Pflanzen Rostocker Meeresbiologische Beiträge 23: 40-44, Rostock
- Kobl, U. (1996): Die submerse Vegetation zweier Transekte des Bodensee-Untersees unter besonderer Berücksichtigung der Diasporen-Bank.- Diplomarbeit an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
- Krause, W. (1986): Zur Bestimmungsmöglichkeit subfossiler Characeen-Oosporen am Beispiel aus Schweizer Seen.- Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich 131: 269-313, Zürich
- Krause, W. (1997): Charales (Charophyceae).- In: Ettl, H., G. Gärtner, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa 18, 202 pp., (Gustav Fischer) Jena
- Ostendorf, W. (2003): Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung 15: 187-198, Konstanz
- Schmieder, K. (1998): Submerse Makrophyten der Litoralzone des Bodensees 1993 im Vergleich mit 1978 und 1967.- Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee Bericht 46, 169 pp., o.O.

Schmieder , K. (2004): Die Characeen des Bodensees.- Rostocker Meeresbiologische Beiträge 13: 179-194, Rostock

*Anschrift des Verfassers:* Michael Dilger, Wachwitzer Bergstr. 12 b, D-01326 Dresden, e-Mail: mDilger12b@yahoo.de

*Manuskripteingang:* 2011-11-17

*Angenommen:* 2012-02-01

