

## **Bericht**

**zum Forschungsvorhaben:**

### **Regenerationspotenzial der Makrophyten aus Diasporenbanken im Großen Ratzeburger See und Behlendorfer See**

**Auftraggeber:** Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des  
Landes Schleswig-Holstein (LLUR)  
Hamburger Chaussee 25, 24220 Flintbek

**Ausschreibungsnummer:** 0608.431103

**Auftragnehmer:** Universität Rostock, Institut für Biowissenschaften  
Lehrstuhl Ökologie  
Albert-Einstein-Str. 3, 18051 Rostock

**Projektleitung:** Prof. Dr. Hendrik Schubert  
**Bearbeitung:** Dr. Tim Steinhardt



Rostock, den 12.11.2012

---

## Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung .....	3
2	Beschreibung der Seen und Beprobung.....	4
3	Methoden zur Untersuchung des Diasporenreservoirs.....	8
3.1	Analyse der Diasporenbank .....	8
3.2	Versuche zur Keimungsfähigkeit.....	10
4	Untersuchungen der Diasporenbank und Keimungsfähigkeit.....	10
4.1	Zusammensetzung und Tiefenabhängigkeit der Diasporenbank .....	11
4.2	Horizontale Verteilung der Diasporenbank.....	15
4.3	Keimungsfähigkeit der Diasporenbank.....	18
5	Regenerationspotenzial der Makrophyten .....	24
6	Zusammenfassung.....	27
7	Literatur .....	28
8	Anhang.....	30

---

## 1 Veranlassung

Mit der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) soll der gute Zustand der limnischen Seen in Schleswig-Holstein bis zum Jahr 2015 erreicht werden. Dieser Zustand orientiert sich an einem Referenzzustand, der der potenziell natürlichen Situation des Gewässers entspricht. Für zahlreiche Seen wurde im Verlauf der letzten Jahre der ökologische Zustand dieser Seen mittels den Qualitätskomponenten Phytoplankton und Makrophyten eingeschätzt. Dabei zeigte sich, dass die Unterwasservegetation meistens in einem schlechteren Zustand ist als das Phytoplankton. Als Indikator des Pelagials kennzeichnet das Phytoplankton den trophischen Zustand des Sees. Befindet sich das Phytoplankton in einem guten Zustand, erwartet man auch für die andere Qualitätskomponente gute Standortbedingungen und dem entsprechend die Ausbildung der Makrophyten. Oft ist das jedoch nicht der Fall und daraus resultiert eine unterschiedliche Bewertung der beiden Qualitätskomponenten. Besonders deutlich wird dieser Unterschied bei Seen, deren Nährstoffhaushalt sich regeneriert und das Phytoplankton bereits wieder einen guten ökologischen Zustand erreicht hat. Weiterhin gibt es Seen, bei denen durch paläolimnologische Untersuchungen der Sedimente kaum Diasporen von Makrophyten nachgewiesen wurden. In diesem Zusammenhang ist ein Vergleich der potenziellen mit der keimfähigen oder ökologisch aktiven Diasporenbank angebracht. Auf diese Weise kann man einen Überblick über die in der oberen Schicht des Sedimentes vorhandenen Taxa gewinnen und parallel dazu abschätzen, ob und in welchem Maße die Diasporenbank auskeimt.

Die Seen können nicht mit dem guten ökologischen Zustand bewertet werden, bis indikative und andere Makrophytenarten in ausreichender Quantität vorhanden sind, die diesen Zustand kennzeichnen. Mit den Kenntnissen zur Artenzusammensetzung und Keimungsfähigkeit der Diasporenbank können Aussagen zum Regenerationspotenzial getroffen werden und spezifische Maßnahmen zur Entwicklung der Unterwasservegetation im See abgeleitet werden.

---

## 2 Beschreibung der Seen und Beprobung

### Großer Ratzeburger See

Die Probenahme am Großen Ratzeburger See wurde am 15.08.2011 mittels eines motorisierten Schlauchbootes durchgeführt. In Tabelle 1 sind einige hydrologische und ökologische Eigenschaften des Sees zusammengefasst. Ausführliche Beschreibungen zur Vegetation des Großen Ratzeburger Sees findet man in Garniel & Klfl (2000) und Stuhr & Janaplan (2008).

Tabelle 1: Hydrographische und ökologische Parameter des Großen Ratzeburger Sees (nach Stuhr & Janaplan 2008, Auftraggeber: LLUR)

Seefläche [km <sup>2</sup> ]	13,36
Max. Tiefe [m]	24,4
Trophie anhand der Vegetation (Succow & Kopp (1985))	eutroph
Referenztrophy	mesotroph
Ökologische Zustandsklasse Teilkomponente Makrophyten (PHYLIB 4.0)	4
Erhaltungszustand nach FFH	C (mäßig bis schlecht)

Die Auswahl der Transekte erfolgte zunächst nach jenen der Vegetationsbeprobung durch Garniel & Klfl (2000) und Stuhr & Janaplan (2008) (Tab. 2). Das betrifft die Transekte der WRRL 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11 und 12. Dadurch wird ein Vergleich der Ergebnisse der Diasporenbankuntersuchungen und der Keimungsversuche mit denen der Vegetationsuntersuchungen vorangegangener Beprobungen möglich. Weiterhin wurden acht Transekte zusätzlich bearbeitet, so dass eine flächenhafte gleichmäßige Beprobung des Gewässers ermöglicht wurde. Um Verwechslungen mit den Transekten 2, 4 und 6 aus Garniel & Klfl (2000) zu vermeiden wurden entsprechend die Transektbezeichnungen 2a, 4a und 6a verwendet. In Abbildung 1 ist die Lage der Transekte für den Großen Ratzeburger See im Überblick dargestellt.

Tabelle 2: Vegetationsdaten und Beprobung des Großen Ratzeburger Sees.

Untersuchung	Bearbeitung
Vegetation 2000 (Garniel & KifL 2000)	10 Transekte: max. 4 Tiefenstufen (0 – 1 m, 1 – 2 m, 2 – 4 m, 4 – 6 m)
Stuhr & Ianaplan (2008)	Transekte 1 – 10 aus Garniel & KifL (2000) und 2 zusätzliche Transekte: max. 4 Tiefenstufen (0 – 1 m, 1 – 2 m, 2 – 4 m, 4 – 6 m)
Diasporenbank (21 Proben)	Transekte 1, 3, 7, 8, 10, 12 aus Stuhr & Ianaplan (2008) und 1 zusätzliches Transekt: 3 Tiefenstufen (0 – 1 m, 1 – 2 m, 2 – 4 m)
Keimung (51 Proben)	Transekte 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12 aus Stuhr & Ianaplan (2008) und 8 zusätzliche Transekte: 3 Tiefenstufen (0 – 1 m, 1 – 2 m, 2 – 4 m)

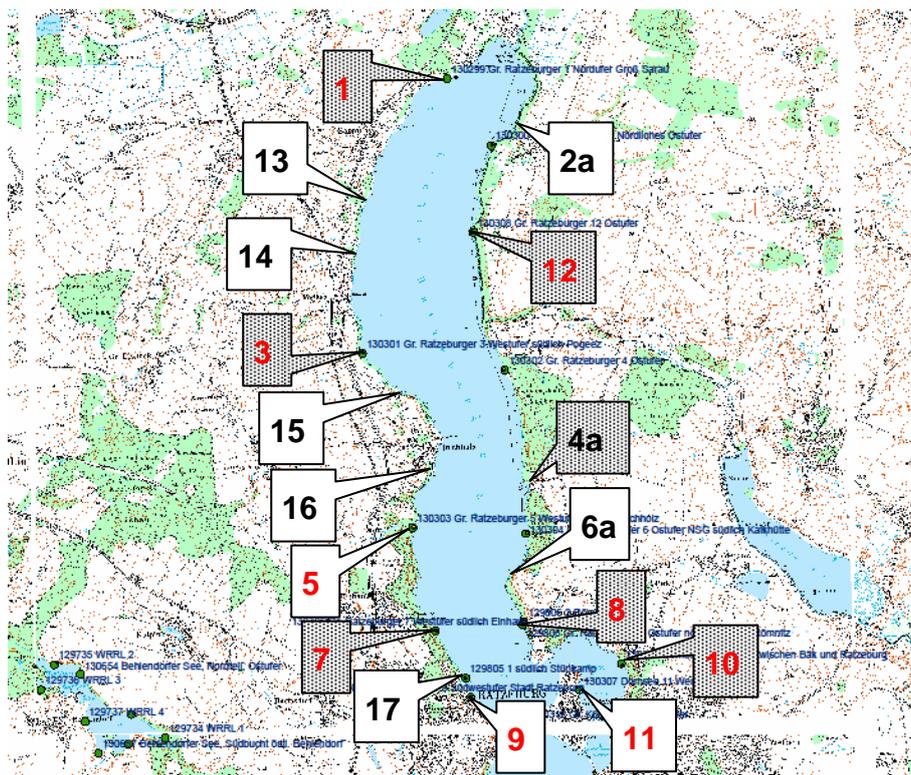


Abbildung 1: Lage der **2011** beprobten Transekte im Großen Ratzeburger See (rot: Transekte der WRRL nach Garniel & KifL (2000) sowie nach Stuhr & Ianaplan (2008), grau unterlegt: Diasporenzählung & Keimungsversuche, weiß unterlegt: Keimungsversuche). Eigene Darstellung, Quelle der Karte: LLUR Schleswig-Holstein.

---

In Tabelle 3 (Anhang, S. 30) sind die geographischen Koordinaten der Endpunkte der Transekte im Großen Ratzeburger See zusammengefasst. Dort befindet sich die Probenahmestelle der Tiefenstufe 2 – 4 m. Von diesem Punkt aus ist das Lot zur Uferlinie als Transekt mit den beiden Probenahmestellen der anderen Tiefenstufen zu betrachten.

### Behlendorfer See

Die Probenahme am Behlendorfer See wurde am 16.08.2011 ebenfalls mittels eines motorisierten Schlauchbootes durchgeführt. In Tabelle 4 sind einige hydrologische und ökologische Eigenschaften für diesen See zusammengefasst. Ausführliche Beschreibungen zur Vegetation des Behlendorfer Sees findet man in MariLim (2004/2005) und Stuhr & Janaplan (2010).

Tabelle 4: Hydrographische und ökologische Parameter des Behlendorfer Sees (nach Stuhr & Janaplan 2010, Auftraggeber: LLUR)

Seefläche [km <sup>2</sup> ]	0,6
Max. Tiefe [m]	15,0
Trophie anhand der Vegetation (Succow & Kopp (1985))	eutroph
Referenztrophy	oligotroph bzw. mesotroph
Ökologische Zustandsklasse Teilkomponente Makrophyten (PHYLIB 4.0)	4

Die Auswahl der Transekte erfolgte zunächst nach jenen der Vegetationsbeprobung durch Stuhr & Janaplan (2010) (Tab. 5). Das betrifft auch die Transekte der WRRL 1, 2, 3 und 4, die bereits durch MariLim (2004/2005) etabliert und untersucht wurden. Durch Stuhr & Janaplan (2010) wurden vier Transekte zusätzlich bearbeitet. Dadurch wird ein Vergleich der Ergebnisse der Diasporenbankuntersuchungen und der Keimungsversuche mit denen der Vegetationsuntersuchungen vorangegangener Beprobungen möglich. Weiterhin wurden acht Transekte zusätzlich bearbeitet, so dass eine flächenhafte gleichmäßige Beprobung des Gewässers ermöglicht wurde. In Abbildung 2 ist die Lage der Transekte für den Behlendorfer See im Überblick dargestellt.

Tabelle 5: Vegetationsdaten und Beprobung des Behlendorfer Sees.

Untersuchung	Bearbeitung
Vegetation 2004 (MariLim 2004/2005)	4 Transekte: max. 4 Tiefenstufen (0 – 1 m, 1 – 2 m, 2 – 4 m, 4 – 6 m)
Stuhr & Ianaplan (2010)	Transekte 1 – 4 aus MariLim (2004/2005) und 4 zusätzliche Transekte: max. 4 Tiefenstufen (0 – 1 m, 1 – 2 m, 2 – 4 m, 4 – 6 m)
Diasporenbank (21 Proben)	Transekte 1, 3, 4 aus MariLim (2004/2005) und 5, 6, 7, 8 aus Stuhr & Ianaplan (2010): 3 Tiefenstufen (0 – 1 m, 1 – 2 m, 2 – 4 m)
Keimung (48 Proben)	Transekte 1 – 4 aus MariLim (2004/2005) und 5 – 8 aus Stuhr & Ianaplan (2010) und 8 weitere Transekte: 3 Tiefenstufen (0 – 1 m, 1 – 2 m, 2 – 4 m)

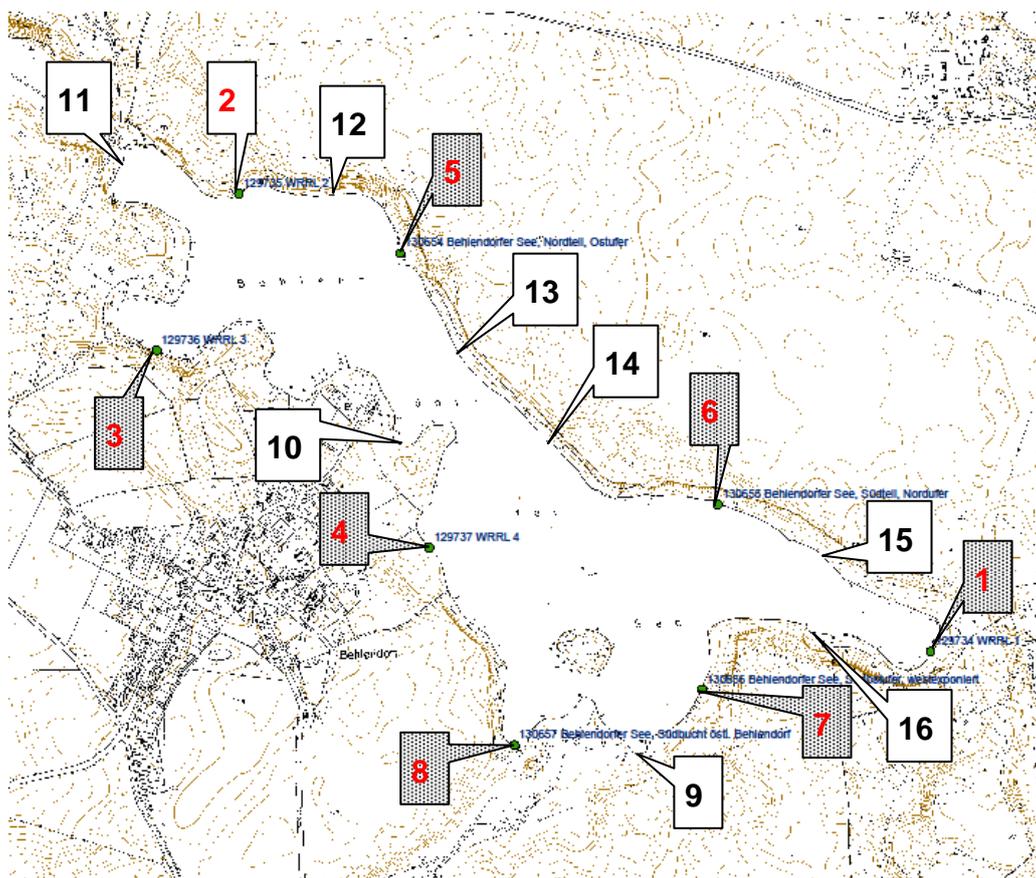


Abbildung 2: Lage der **2011** beprobten Transekte im Behlendorfer See (rot: Transekte der WRRL nach MariLim (2004/2005) sowie nach Stuhr & Ianaplan (2010), grau unterlegt: Diasporenzählung & Keimungsversuche, weiß unterlegt: Keimungsversuche). Eigene Darstellung, Quelle der Karte: LLUR Schleswig-Holstein.

---

In Tabelle 6 (Anhang, S. 30) sind die geographischen Koordinaten der Endpunkte der Transekte im Behlendorfer See zusammengefasst. Dort befindet sich die Probenahmestelle der Tiefenstufe 2 – 4 m. Von diesem Punkt aus ist das Lot zur Uferlinie als Transekt mit den beiden Probenahmestellen der anderen Tiefenstufen zu betrachten.

### **3 Methoden zur Untersuchung des Diasporenreservoirs**

Die Diasporenbank wurde mit zwei verschiedenen Methoden unterschiedlicher Beprobungsintensität untersucht. Die Transekte sind für beide Methoden anhand von vorausgegangenen Vegetationsuntersuchungen ausgewählt worden. Diese und die Beprobungsstrategie der eigenen Untersuchungen sind für beide Seen in den Tabellen 4 und 5 zusammengefasst. Einerseits war es das Ziel, das im Sediment vorhandene Diasporenpotenzial möglichst vollständig abzuschätzen (Diasporenbankanalyse). Hierzu wurden je See 21 Proben von sieben Transekten und drei Tiefenstufen bearbeitet, die über den See verteilt sind (Abb. 1, 2; Tab. 2, 5). Weiterhin sollte auch die Keimungsfähigkeit der Diasporen festgestellt werden. Dazu wurden im Großen Ratzeburger See insgesamt 17 Transekte und im Behlendorfer See 16 Transekte mit Proben aus je drei Tiefenstufen inkubiert (Abb. 1, 2; Tab. 2, 5). Mit diesen beiden Methoden zur Untersuchung der Diasporenbank sind Aussagen möglich, welcher Anteil der im Sediment vorhandenen Diasporen unter definierten Bedingungen keimt. Hierzu wurden für die Pflanzen vorteilhaftere Lichtbedingungen als die im See vorhandenen simuliert. Das Zusammenführen der Ergebnisse beider Methoden ermöglicht damit ein passenderes Abschätzen der Verhältnisse zwischen vorhandenen Taxa und den keimenden Arten. Da mittels der Diasporenbankanalyse teilweise nur Artengruppen bestimmbar sind, können diese Ergebnisse durch die Keimungsversuche präzisiert werden.

#### **3.1 Analyse der Diasporenbank**

Das Sieben der frischen Sedimente wurden mit einer Rüttelmaschine und einem Siebsatz mit den Maschenweiten 2 mm, 1 mm, 0,5 mm und 0,2 mm durchgeführt, so dass die Fraktionen 1-2 mm, 0,5-1 mm und 0,2-0,5 mm zurückbleiben. Die drei

---

Fraktionen wurden 8 Stunden bei 80 °C im Trockenschrank getrocknet. Das Auszählen der Proben erfolgte mittels eines Binokulars. Die Probenfraktionen 1-2 mm und 0,5-1 mm wurden vollständig untersucht, um alle vorhandenen Diasporen zu erfassen. Von der kleinsten Fraktion (0,2-0,5 mm) wurde aufgrund der teilweise großen Masse ein Anteil von 10 % dieser Fraktion untersucht (Ostendorp 1998). Die Diasporenzahlen in der gesamten Probe wurden auf eine Fläche von 1 m<sup>2</sup> umgerechnet, um spätere Vergleiche mit anderen Angaben zu ermöglichen. Zu berücksichtigen ist dabei immer, dass eine Sedimentschicht von 5 cm Tiefe untersucht wurde.

Da die zu untersuchenden Gewässer limnische Seen sind, kann nicht auf vorhandene Bestimmungsschlüssel für Oosporen von Characeen zurückgegriffen werden. Der Schlüssel von Vedder (2004) für die brackigen Küstengewässer enthält aber Süßwasserarten, so dass dieser als Grundlage verwendet wurde. Dieser ermöglicht nicht in jedem Fall die Unterscheidung bis zur Art, sondern es können teilweise nur Artengruppen erkannt werden, bei denen bis zu vier Arten in Frage kommen. Diese konnten durch das Ausschließen von nur im Salzwasser vorhandenen Arten für limnische Seen auf wenige Arten eingegrenzt werden. Im Folgenden werden die Gruppen dargestellt, die in den Seen zu finden sind.

Die Gattung *Nitella* hat einen ovalen Querschnitt der Oospore und eine typische Basalplatte (Soulié-Märsche 1989). Aus der Gruppe der kleinen und mittelgroßen Oosporen (bis ca. 750 µm) der Gattung *Chara*, die wiederum eine charakteristische Basalplatte hat, lassen sich Oosporen von *Chara contraria/vulgaris* eindeutig aufgrund der vorhandenen Basalsäule abtrennen, so dass diese aus zwei Arten bestehende Untergruppe identifiziert werden konnte. Von den restlichen Arten kann *Chara canescens* aufgrund der limnischen Bedingungen in den Seen ausgeschlossen werden, so dass eine zweite Untergruppe von Oosporen der Arten *Chara globularis/virgata/aspera* abzugrenzen ist.

Im Falle der Angiospermen wurde die Gattung *Potamogeton* nach Aalto (1970) und Jessen (1955) bestimmt. Ein gefundenes Taxon konnte nicht eindeutig bestimmt werden und deshalb wurde die Bezeichnung *Potamogeton pusillus/friesii* gewählt, da beide Arten in Frage kommen. Die andere auftretende Art ließ sich nach Form und Größe als *Potamogeton natans* zuordnen. Weitere Taxa konnten nach Bertsch (1941), Beijerinck (1947) identifiziert werden. Dies bezieht sich auf die

---

vorgefundenen Samen von *Zannichellia palustris*, *Najas marina* und *Myriophyllum* spp.

### **3.2 Versuche zur Keimungsfähigkeit**

Die Sedimente der drei Tiefenstufen wurden jeweils gut durchmischt und in je ein Becherglas überführt. Dazu wurde ein Sedimentvolumen von 200 ml verwendet und dieses mit 300 ml Seewasser überschichtet. Aus dem Seewasser wurden durch zwei Tage stehen lassen bei 7 °C die Schwebteilchen entfernt. Die Ansätze wurden bei 15 °C temperiert und mit 100 µmol ( $\pm$  20 µmol) Photonen pro m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> in einem Rhythmus von 12:12 Stunden Hell-/Dunkelphase behandelt. Diese Bedingungen wurden gewählt, da sie ungefähr einer Frühjahrskeimung entsprechen. Optimale Keimungsbedingungen werden für Characeen bei 12-15 °C erwartet. Die Bechergläser wurden wöchentlich kontrolliert, um die Gläser zu reinigen und destilliertes Wasser nachzufüllen. Die Pflanzen wurden nach 16 Wochen aus den Bechergläsern entfernt, um die Art zu bestimmen. Pflanzen bei denen noch nicht genügend Merkmale zur Bestimmung der Art ausgebildet waren, wurden so weit wie möglich (Gattung, Familie) bestimmt.

## **4 Untersuchungen der Diasporenbank und Keimungsfähigkeit**

Die detaillierten Ergebnisse der Datenauswertung der Vegetationsuntersuchungen vorangegangener Jahre sowie der Diasporenbankanalyse und Keimungsversuche einzelner Transekte sind im Anhang zusammengefasst. Es wurden die Arten dargestellt, für die mindestens ein Datensatz aus allen Untersuchungen zur Verfügung stand. Dabei wurden die Tiefenstufen des Auftretens der Taxa berücksichtigt und so ein überblicksartiger Vergleich für das Vorkommen in den unterschiedlichen Untersuchungen ermöglicht. Transekte für die keine Daten vorliegen wurden nicht aufgeführt.

---

#### 4.1 Zusammensetzung und Tiefenabhängigkeit der Diasporenbank

##### Großer Ratzeburger See

Insgesamt konnten sechs Artengruppen im Großen Ratzeburger See diagnostiziert werden (Tab. 7, Abb. 3). Im Sediment des Sees findet man Diasporen von den Angiospermen *Zannichellia palustris*, *Potamogeton pusillus/friesii* und *Najas marina*. Die erstgenannte Art und sowohl *Potamogeton pusillus* als auch *Potamogeton friesii* konnten als Pflanzen in der Vegetation des Jahres 2000 durch Garniel & KfL (2000) und im Jahr 2008 konnten noch die beiden *Potamogeton* Arten durch Stühr & Janaplan (2008) nachgewiesen werden. Die Samen dieser Laichkrautarten kommen mit geringen Diasporendichten derselben Größenordnung in den beiden größeren Tiefenstufen vor. Diese liegen in einer Größenordnung, wie sie in Strandseen nachgewiesen werden konnten (Selig & Steinhardt 2009). *Zannichellia palustris* trat im Jahr 2008 in der Vegetation nicht mehr auf, ist aber typischerweise in der Diasporenbank in allen Tiefenstufen nachweisbar und mit zunehmender Wassertiefe sind die Diasporendichten größer. Für *Najas marina* können keine Vegetationsnachweise der letzten Zeit angegeben werden, jedoch sind in Garniel & KfL (2000) ältere Quellen dargestellt, die diese Art für den Großen Ratzeburger See belegen. Danach gibt Raabe (1987) Fundorte von *Najas marina* zwischen Pogeez und Buchholz an. Die Nachweise dieser Art auf vier Transekten, die über den gesamten See verteilt sind, in der 0-1 m und 2-4 m Tiefenstufe bestätigen die früheren Vegetationsnachweise und den ursprünglich mesotrophen Zustand des Sees. Die typischerweise geringen Diasporendichten entsprechen etwa der Größenordnung, wie sie in der Schlei und dem Dassower See gefunden wurden (Selig & Steinhardt 2008).

Für andere Angiospermen, die in Vorjahren in der Vegetation auftraten, konnte kein Nachweis in der Diasporenbank erbracht werden. Das Fehlen von relativ schweren Diasporen ist nicht untypisch, da deren Anteil an der Diasporenbank im Sediment gering ist.

Tabelle 7: Mittlere Diasporendichten [ $\text{m}^{-2}$ ] (Standardabweichung) der drei Tiefenstufen sowie des gesamten Sees und Anteil der Taxa an der gesamten Diasporenbank (bezogen auf die Summe der Diasporen aller Taxa in allen Proben) im Großen Ratzeburger See.

Art/Artengruppe	Tiefenstufe: von-bis [m]				Taxa
	0-1	1-2	2-4	See	
	n=7			n=21	n=126
	Anzahl [ $\text{m}^{-2}$ ]				Anteil [%]
<i>Zannichellia palustris</i>	152 (279)	860 (1826)	1416 (1851)	809 (1527)	0,54
<i>Potamogeton pusillus/friesii</i>	0	101 (268)	51 (134)	51 (169)	0,03
<i>Najas marina</i>	101 (173)	0	202 (401)	101 (254)	0,07
<i>Chara globularis/delicatula/aspera</i>	34186 (51494)	177759 (197683)	231516 (305652)	147820 (218702)	98,55
<i>Chara vulgaris/contraria</i>	809 (2141)	152 (279)	2579 (3800)	1180 (2614)	0,79
<i>Nitella</i> spp.	0	0	101 (268)	34 (154)	0,02

Aus der Gruppe der Characeen sind Taxa im Sediment vorhanden, aus denen jeweils drei Arten durch Garniel & KlFL (2000) (*Chara globularis*, *Chara vulgaris*, *Chara contraria*) und Stühr & Janaplan (2008) (*Chara globularis*, *Chara delicatula*, *Chara contraria*) in der Vegetation nachgewiesen werden konnten. Die Diasporendichten der *Chara globularis/delicatula/aspera* Gruppe sind die höchsten im Vergleich zu den anderen im See und nehmen mit der Wassertiefe zu. Diasporen dieser Artengruppe haben mit rund 99 % den höchsten Anteil an der Diasporenbank. Die *Chara vulgaris/contraria* Gruppe kommt ebenfalls in den drei Tiefenstufen, aber mit deutlich geringeren Diasporendichten vor. Eine Besonderheit ist die Gattung *Nitella*, die an nur einem Transekt in der Tiefenstufe 2-4 m mit Diasporendichten auftritt, wie sie auch im Dieksee gefunden werden konnten (Schubert & Steinhardt 2011). In Garniel & KlFL (2000) sind ältere Quellen dargestellt, die Characeenfunde belegen. Dazu gehört auch der Nachweis von *Nitella mucronata* durch Sonder (1890).

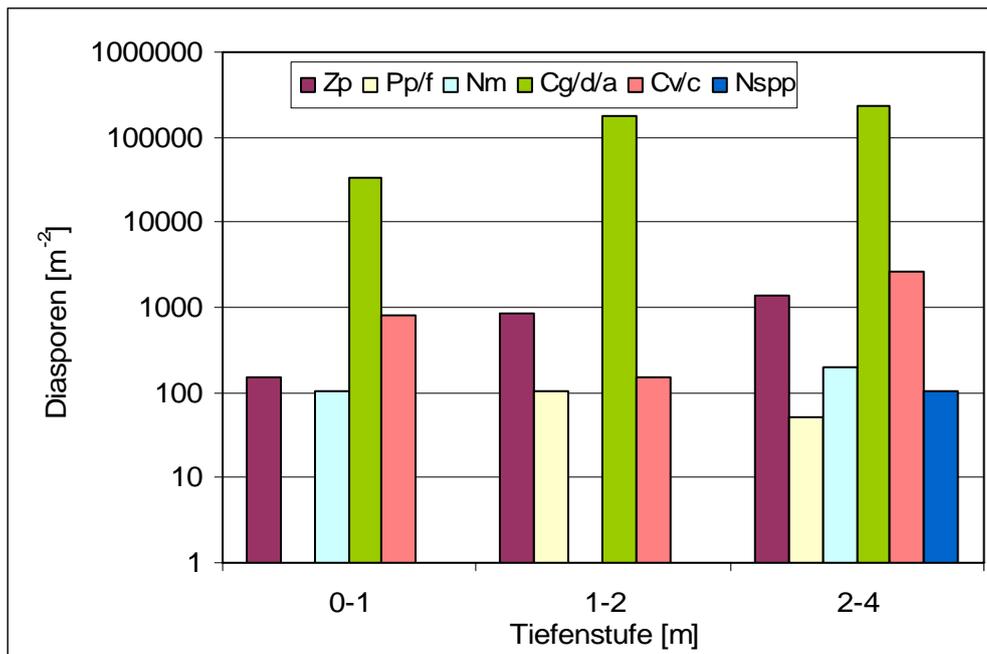


Abbildung 3: Tiefenabhängigkeit der Diasporendichten der Characeen und Angiospermen im Großen Ratzeburger See (Zp: *Zannichellia palustris*, Pp/f: *Potamogeton pusillus/friesii*, Nm: *Najas marina*, Cg/d/a: *Chara globularis/delicatula/aspera*, Cv/c: *Chara vulgaris/contraria*, Nssp: *Nitella* spp.).

### Behlendorfer See

Im Behlendorfer See können fünf Artengruppen festgestellt werden (Tab. 8, Abb. 4). In der Diasporenbank des Seesedimentes findet man Samen von den Angiospermen *Potamogeton pusillus/friesii*, *Potamogeton natans* und *Myriophyllum* spp. *Potamogeton friesii* konnte als Pflanze in der Vegetation des Jahres 2004 durch MariLim (2004/2005) und im Jahr 2010 konnten sogar *Potamogeton friesii* und *Potamogeton pusillus* nachgewiesen werden (Stuhr & Ianaplan 2010). Die Samen dieser Arten kommen mit geringen Diasporendichten derselben Größenordnung wie im Großen Ratzeburger See in den drei Tiefenstufen vor. *Potamogeton natans* wurde in Vegetationsuntersuchungen bisher nicht nachgewiesen, tritt auch nur in einer Tiefenstufe auf zwei Transekten mit geringen Diasporendichten auf. *Myriophyllum spicatum* wurde mit hohen Stetigkeiten in der Vegetation im Behlendorfer See sowohl im Jahr 2004 als auch 2010 gefunden (Stuhr & Ianaplan 2010). Der Nachweis von *Myriophyllum* spp. mit gleich bleibend relativ geringen Diasporendichten in drei Tiefenstufen bestätigt damit die Vegetationsuntersuchungen.

Tabelle 8: Mittlere Diasporendichten [ $\text{m}^{-2}$ ] (Standardabweichung) der drei Tiefenstufen sowie des gesamten Sees und Anteil der Taxa an der gesamten Diasporenbank (bezogen auf die Summe der Diasporen aller Taxa in allen Proben) im Behlendorfer See.

Art/Artengruppe	Tiefenstufe: von-bis [m]			See	Taxa
	0-1	1-2	2-4		
	n=7			n=21	n=105
	Anzahl [ $\text{m}^{-2}$ ]				Anteil [%]
<i>Potamogeton pusillus/friesii</i>	101 (173)	101 (268)	152 (401)	118 (282)	0,92
<i>Potamogeton natans</i>	0	0	101 (173)	34 (106)	0,26
<i>Myriophyllum</i> spp.	303 (430)	809 (1169)	657 (628)	590 (794)	4,62
<i>Chara globularis/delicatula/aspera</i>	1062 (2810)	9052 (20837)	16891 (32567)	9002 (22241)	70,45
<i>Nitella</i> spp.	0	7080 (17222)	2023 (5352)	3034 (10338)	23,75

Es sind Artengruppen von Characeen im Sediment vorhanden, deren Nachweis als Pflanzen in der Vegetation durch MariLim (2004/2005) nicht möglich war, obwohl diese Diasporenbanken damals schon bestanden haben müssen. Durch (Stuhr & lanaplan 2010) wurden *Chara contraria* und *Chara globularis*, letztere mit hoher Stetigkeit, in der Vegetation nachgewiesen. Die Diasporendichten der *Chara globularis/delicatula/aspera* Gruppe sind die höchsten im Vergleich zu den anderen im See und nehmen mit der Wassertiefe zu. Sie liegen ca. eine Zehnerpotenz unter jenen derselben Gruppe im Großen Ratzeburger See. Diasporen dieser Artengruppe haben mit rund 70 % den höchsten Anteil an der Diasporenbank. Die *Chara vulgaris/contraria* Gruppe konnte in der Diasporenbank für den Behlendorfer See nicht nachgewiesen werden. Sie wurde in der Vegetation durch Stuhr & lanaplan (2010) auch nur als außerhalb der Transekte in Einzelexemplaren „vorhanden“ festgestellt. Die Gattung *Nitella* tritt an zwei Transekten in den Tiefenstufen 1-2 m und 2-4 m mit deutlich höheren Diasporendichten auf, wie sie im Großen Ratzeburger See in der Tiefenstufe 2-4 m gefunden wurden. Diese Gattung deutet auf nährstoffärmere Bedingungen in der Vergangenheit hin.

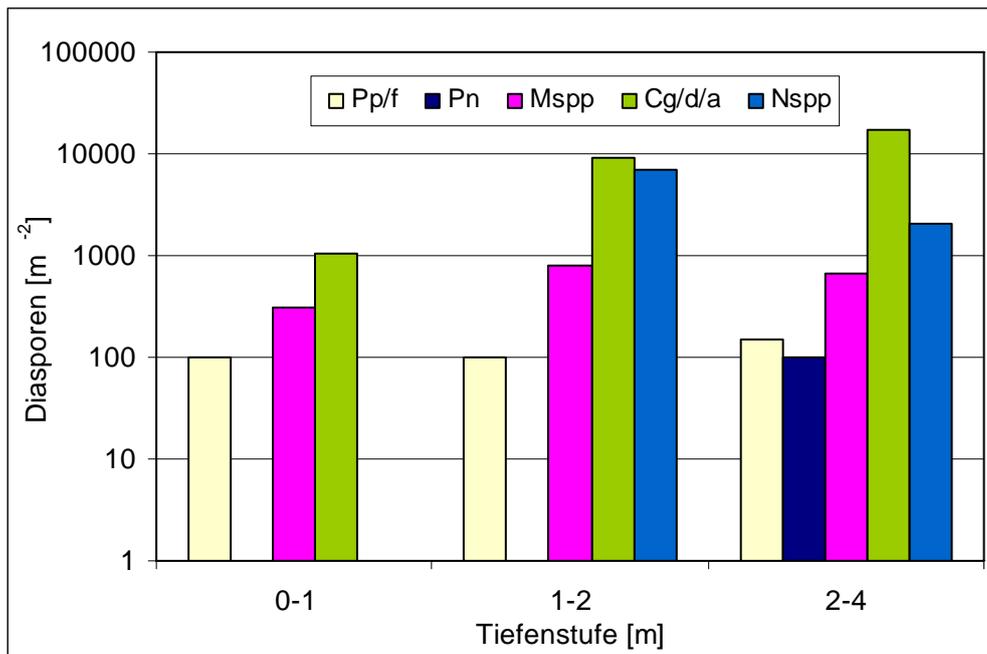


Abbildung 4: Tiefenabhängigkeit der Diasporendichten der Characeen und Angiospermen im Behlendorfer See (Pp/f: *Potamogeton pusillus/friesii*, Pn: *Potamogeton natans*, Mssp: *Myriophyllum* spp., Cg/d/a: *Chara globularis/delicatula/aspera*, Nssp: *Nitella* spp.).

#### 4.2 Horizontale Verteilung der Diasporenbank

Von den drei Tiefenstufen jedes Transektes wurde zur Darstellung der horizontalen Verbreitung der Diasporen im See der Mittelwert berechnet. Dadurch können Unterschiede zwischen den Transekten erkannt werden. Die Reihenfolge der Transekte der beiden Seen ist jeweils am Nordostufer beginnend im Uhrzeigersinn über den Süd-, West- und Nordteil der Seen gewählt worden (Abb. 1, 2). Zusätzlich erfolgte eine räumliche Darstellung der Diasporendichten jedes untersuchten Transektes in einer Karte (Anhang, S. 41, 43).

##### Großer Ratzeburger See

Die Anzahl der Taxa je Transekt schwankt zwischen eins im Domsee und fünf am Südostufer des Großen Ratzeburger Sees (Abb. 5). *Zannichellia palustris* findet man nicht im Domsee und nicht im angrenzenden Südwestteil des Sees. Im restlichen Seegebiet ist diese Art mit gleich bleibenden Diasporendichten vorhanden und erreicht lediglich auf Transekt drei um den Faktor zehn höhere Diasporendichten. Samen von *Potamogeton pusillus/friesii* findet man in etwa gleichen geringen Dichten nur im Südostteil des Großen Ratzeburger Sees. *Najas marina* wurde im den

Domsee einschließenden Südostteil des Sees nicht nachgewiesen, kommt aber im restlichen Gewässergebiet mit gleich bleibend geringen Diasporendichten vor.

Diasporen der *Chara globularis/delicatula/aspera* Gruppe kommen auf allen untersuchten Transekten des Sees vor, wobei die Diasporendichten im Nordwesten des Sees am höchsten, im Domsee und südwestlichen Seeteil am geringsten sind und am Ostufer des Sees mittlere Werte annehmen. Die *Chara vulgaris/contraria* Gruppe konnte auf fünf Transekten nachgewiesen werden, wobei auf Transekt vier am Ostufer die Diasporendichte deutlich geringer ist, als auf den anderen Transekten. Im Domsee und im Nordosten des Sees konnten Diasporen dieser Gruppe nicht belegt werden. Die Gattung *Nitella* tritt nur als Einzelfund mit geringen Diasporendichten im Südosten des Sees auf.

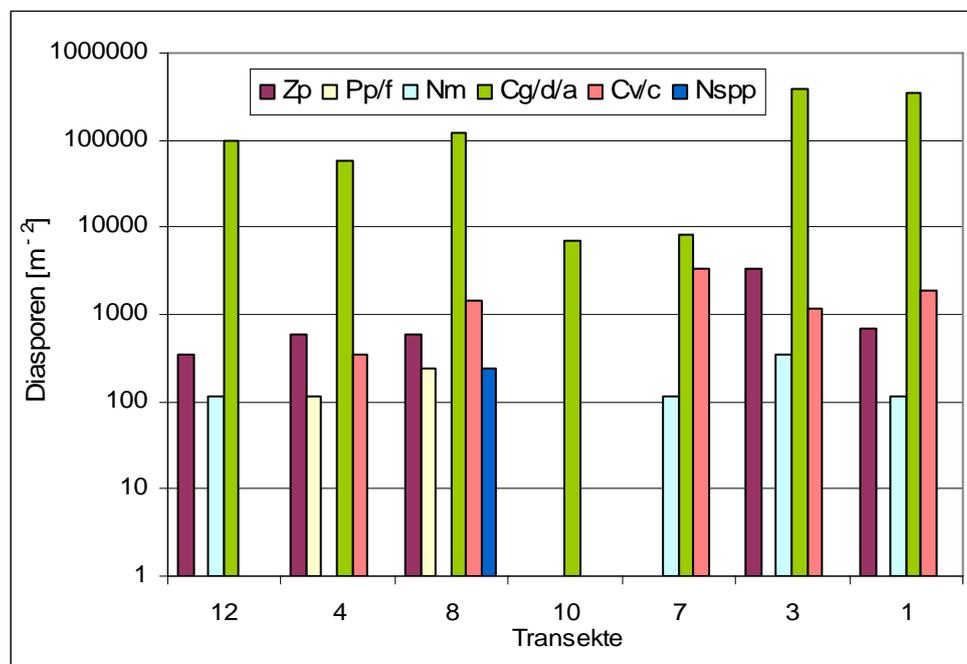


Abbildung 5: Horizontale Verbreitung der Diasporendichten der Characeen und Angiospermen im Großen Ratzeburger See (Zp: *Zannichellia palustris*, Pp/f: *Potamogeton pusillus/friesii*, Nm: *Najas marina*, Cg/d/a: *Chara globularis/delicatula/aspera*, Cv/c: *Chara vulgaris/contraria*, Nspp: *Nitella* spp.).

## Behlendorfer See

Im Behlendorfer See schwankt die Anzahl der Taxa zwischen eins am Nordostufer und fünf in einer südöstlichen Bucht (Abb. 6). In diesem See wird deutlich, dass die Anzahl der Taxa in den Buchten bedeutend höher ist (Transekt 1, 8, 3), als an den exponierten Uferbereichen. *Potamogeton pusillus/friesii* findet man in drei, *Potamogeton natans* nur in zwei dieser Buchten mit gleich bleibend geringen Diasporendichten. *Myriophyllum* spp. ist im gesamten See bis auf ein exponiertes Transekt am Nordostufer vorhanden. Die Diasporendichten dieser Art schwanken um den Faktor zehn.

Diasporen der *Chara globularis/delicatula/aspera* Gruppe kommen gleichmäßig im See, aber an zwei untersuchten Transekten des Sees nicht vor, wobei die Diasporendichten um den Faktor 20 schwanken. Die Gattung *Nitella* erscheint in zwei Buchten des Sees und hat auf Transekt 1 die höchsten Diasporendichten der vorhandenen Taxa.

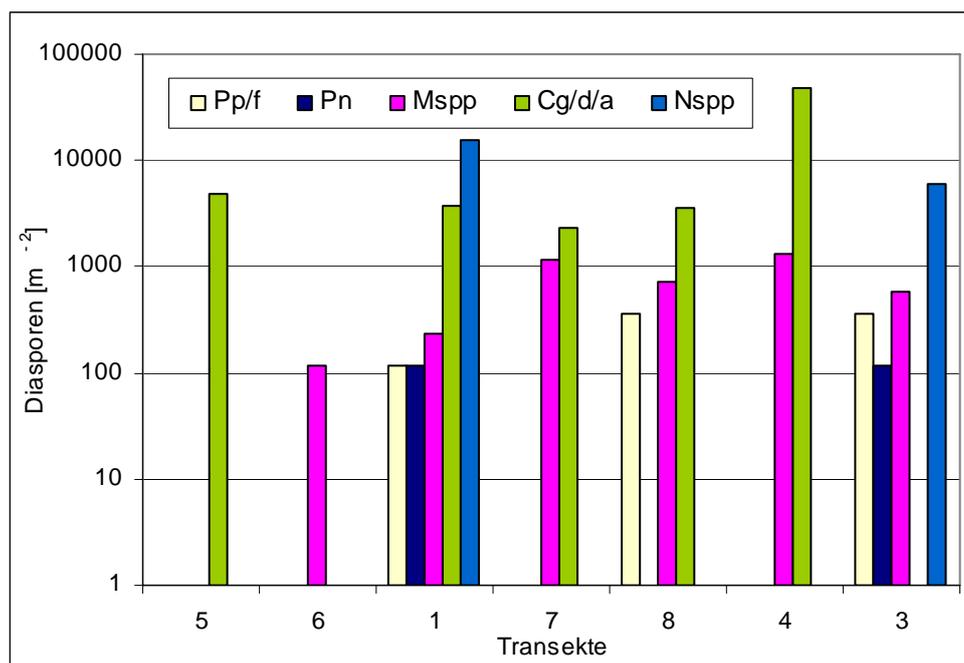


Abbildung 6: Horizontale Verbreitung der Diasporendichten der Characeen und Angiospermen im Behlendorfer See (Pp/f: *Potamogeton pusillus/friesii*, Pn: *Potamogeton natans*, Mspp: *Myriophyllum* spp., Cg/d/a: *Chara globularis/delicatula/aspera*, Nspp: *Nitella* spp.).

---

### 4.3 Keimungsfähigkeit der Diasporenbank

Aufgrund der geringen Keimlingszahlen erübrigt sich die Hochrechnung der Keimlingsdichten pro m<sup>2</sup> und eine transektweise graphische Darstellung. Zur räumlichen Veranschaulichung des Keimungsverhaltens wurden je Transekt die Keimlinge pro Probe (entspricht Tiefenstufe) dargestellt (Anhang, S. 43, 44).

#### Großer Ratzeburger See

Im Keimungsexperiment war es möglich in diesem See vier Arten zur Entwicklung zu bringen (Tab. 9). Insgesamt war die Anzahl der Keimlinge äußerst gering. Es konnten 15 Keimlinge der Characeen und ein Keimling der Angiospermenart *Potamogeton pectinatus* im gesamten Ansatz festgestellt werden. Die keimenden Characeenarten waren *Chara globularis* mit der höchsten Individuenzahl von neun und *Chara contraria* mit drei sowie *Nitellopsis obtusa* mit zwei Keimlingen im gesamten Ansatz des Sees. Die Individuenzahl pro Probe schwankte zwischen eins und drei, wobei letztere durch *Chara contraria* und *Chara globularis* erreicht wurden. *Chara contraria* kommt in nur einer Probe der Tiefenstufe 1-2 m auf einem Transekt vor. *Chara globularis* findet man auf drei Transekten in den Tiefenstufen 0-1, 1-2 und 2-4 m. *Nitellopsis obtusa* tritt ausschließlich in einer Probe mit zwei Keimlingen in der Tiefenstufe 2-4 m auf. In einem Fall konnte der Keimling nicht bis zur Art bestimmt werden, da bis zum Ende des Keimungsexperimentes die dafür notwendigen Merkmale noch nicht ausgebildet waren.

Zwei Arten sind sowohl in den Vegetationsuntersuchungen im Jahr 2000 und 2008 als auch in den Diasporenbankuntersuchungen und Keimungsversuchen 2011 nachgewiesen worden (Tab. 9). Das betrifft *Chara globularis* und *Chara contraria*. Fünf weitere Arten (*Chara delicatula*, *Chara vulgaris*, *Potamogeton friesii*, *P. pusillus* und *Zannichellia palustris*) konnten durch mindestens eine Vegetationsuntersuchung und in der Diasporenbank aber nicht in Keimungsversuchen belegt werden. Die Gattung *Nitella* konnte nur in der Diasporenbank gefunden werden. *Potamogeton pectinatus* ließ sich in der Diasporenbank nicht nachweisen, trat aber in den Vegetationsuntersuchungen im Jahr 2000 und 2008 sowie im Keimungsversuch auf.

Tabelle 9: Vorkommen der Arten in Vegetations-, Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen als Anteil aller beprobter Transekte bzw. Probestellen im Großen Ratzeburger See <sup>(a)</sup> Garniel & Klfl (2000), <sup>(b)</sup> Stühr & lanaplan (2008), (v): Art außerhalb der Transekte vorhanden, [...]: Anzahl der Probestellen).

	2000 <sup>a)</sup>	2008 <sup>b)</sup>	2011	
	Vegetation		Diasporen	Keimung
Anzahl beprobter Transekte [Probestellen] (vgl. Tab. 2)	10	12	7 [21]	17 [51]
<i>Chara contraria</i>	1	3	5 [7]	1[1]
<i>Chara delicatula</i>	-	7	7 [21]	-
<i>Chara globularis</i>	(v)	7	7 [21]	3[6]
<i>Chara vulgaris</i>	(v)	-	5 [7]	-
<i>Characeae</i> indet.	9	-	-	1[1]
<i>Nitella</i> spp.	-	-	1 [1]	-
<i>Nitellopsis optusa</i>	-	3	-	1[1]
<i>Alisma gramineum</i>	-	6	-	-
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	5	4	-	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	6	8	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	4	11	-	-
<i>Elodea nutallii</i>	-	9	-	-
<i>Lemna trisulca</i>	-	1	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	1	7	-	-
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	1	4	-	-
<i>Potamogeton crispus</i>	(v)	1	-	-
<i>Potamogeton friesii</i>	2	2	2 [2]	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	10	11	-	1[1]
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	6	11	-	-
<i>Potamogeton pusillus</i>	8	7	2 [2]	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	9	11	-	-
<i>Ranunculus aquatilis</i> agg.	1	-	-	-
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	-	1	-	-
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	-	2	-	-
<i>Zannichellia palustris</i>	10	-	5 [10]	-

---

Auf den Transekten 1, 6a, 12 und 14 keimten Pflanzen, die Artenzahl pro Transekt schwankte zwischen eins und drei (Anhang, Tab. 10, 14, 20, 21).

Auf Transekt 1 konnten die drei Characeen *Chara contraria*, *Chara globularis* und *Nitellopsis optusa* zur Keimung gebracht werden. Sie waren auch vorher in Vegetationsuntersuchungen vorhanden. Von *Nitellopsis optusa* wurden keine Oosporen nachgewiesen. *Najas marina* konnte durch den Diasporennachweis für dieses Transekt belegt werden (Tab. 10).

Auf dem Transekt 2a erfolgte keine Keimung von Pflanzen.

Trotzdem für Transekt 3 der Nachweis von Diasporen für zwei Characeengruppen und für zwei Angiospermenarten gelang, konnte keine Keimung festgestellt werden. *Najas marina* konnte durch den Diasporennachweis für dieses Transekt belegt werden (Tab. 11).

Auf dem Transekt 4a konnten zwei Characeen- und zwei Angiospermengruppen in der Diasporenbank nachgewiesen werden, die aber nicht zu einer Keimung führten (Tab. 12).

Für Transekt 5 lässt sich keine Characeen Keimung belegen, obwohl in Vegetationsuntersuchungen zwei dieser Arten festgestellt wurden. Auch aus der für dieses Transekt artenreichen Gruppe der Angiospermen tritt keine in den Keimungsversuchen auf (Tab. 13).

Transekt 6a zeigt für ein zusätzliches Transekt den Nachweis durch Keimung für die häufigste Characeenart *Chara globularis* im See (Tab. 14).

Auf Transekt 7 gibt es keine Keimung, obwohl sich eine Characeenart in der Vegetation und zwei Characeengruppen in der Diasporenbank nachweisen lassen. Die Gruppe *Chara vulgaris/contraria* und *Najas marina* konnte durch den Diasporennachweis erstmals für dieses Transekt belegt werden. Die artenreich vertretenen Angiospermen kommen ebenfalls nicht zur Keimung (Tab. 15).

Drei Characeen- und zwei Angiospermengruppen lassen sich auf Transekt 8 in der Diasporenbank nachweisen, die aber nicht zur Keimung kommen. Die Gattung *Nitella* lässt sich erstmalig für dieses Transekt durch die Diasporenbank nachweisen (Tab. 16).

Auf Transekt 9 keimen ebenfalls keine Pflanzen, obwohl Characeen- und Angiospermenarten in der Vegetation vorhanden waren (Tab. 17).

Transekt 10 ist durch Diasporen der Characeengruppe *Chara globularis/delicatula* gekennzeichnet, die erstmalig für dieses Transekt gezeigt werden. Eine weitere Art,

---

sowie zahlreiche Angiospermenarten traten in der Vegetation auf. Trotzdem ist kein Keimungserfolg auf diesem Transekt zu verzeichnen (Tab. 18).

Keine Keimung erfolgte ebenfalls auf Transekt 11, auf dem bei einmaliger Vegetationsuntersuchung 2008 zwei Characeen- und einige weitere Angiospermenarten nachgewiesen werden konnten (Tab. 19).

Auf Transekt 12 keimt eine Characeenart, die leider unbestimmt bleiben musste. In der einmaligen Vegetationsuntersuchung 2008 traten die Arten *Chara globularis* und *Chara delicatula* auf. Aus der zahlreichen Gruppe der Angiospermen keimt keine Pflanze (Tab. 20).

Das zusätzliche Transekt 13 hat keinen Keimungserfolg.

Die häufigste Characeenart des Sees *Chara globularis* tritt zusammen mit *Potamogeton pectinatus* am zusätzlichen Transekt 14 auf (Tab. 21).

Die zusätzlichen Transekte 15 bis 17 haben keinen Keimungserfolg.

#### Behlendorfer See

In diesem See war es möglich im Keimungsexperiment zwei Arten zum Wachstum zu bringen (Tab. 22). Die Anzahl der Keimlinge beschränkt sich auf einen pro Art. Ein Keimling gehört zur Art *Chara globularis* und einer zur Angiospermenart *Myriophyllum spicatum*. Die Individuenzahl pro Probe ist eins, da die beiden Keimlinge in unterschiedlichen Proben und Transekten auftreten. *Chara globularis* findet man in der Tiefenstufe 2-4 m. *Myriophyllum spicatum* tritt in der Tiefenstufe 0-1 m auf.

*Chara globularis* ist sowohl in den Vegetationsuntersuchungen 2010 als auch in der Diasporenbank und den Keimungsversuchen 2011 nachgewiesen worden (Tab. 22). *Myriophyllum spicatum* konnte in beiden vorausgegangenen Vegetationsuntersuchungen sowie in der Diasporenbank als Gattung nachgewiesen werden und keimte dann 2011 unter Laborbedingungen. Zwei weitere Arten (*Potamogeton friesii*, *P. pusillus*) konnten durch mindestens eine Vegetationsuntersuchung und als Artengruppe in der Diasporenbank aber nicht in Keimungsversuchen belegt werden. Die Gattung *Nitella* und *Potamogeton natans* wurden ausschließlich in der Diasporenbank gefunden.

Tabelle 22: Vorkommen der Arten in Vegetations-, Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen als Anteil aller beprobter Transekte bzw. Probestellen im Behlendorfer See (<sup>a)</sup> MariLim (2004/2005), <sup>b)</sup> Stuhr & Ianaplan (2010), (v): Art außerhalb der Transekte vorhanden, [...]: Anzahl der Probestellen).

	2004 <sup>a)</sup>	2010 <sup>b)</sup>	2011	
	Vegetation		Diasporen	Keimung
Anzahl beprobter Transekte [Probestellen] (vgl. Tab. 5)	10	12	7 [21]	16 [48]
<i>Chara contraria</i>	-	(v)	-	-
<i>Chara globularis</i>	-	6	5 [8]	1[1]
<i>Nitella</i> spp.	-	-	2 [3]	-
<i>Butomus umbellatus</i>	-	1	-	-
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	-	(v)	-	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	4	4	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	3	6	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	3	5	M. spp. 6 [12]	1[1]
<i>Potamogeton crispus</i>	(v)	4	-	-
<i>Potamogeton friesii</i>	(v)	2	4 [3]	-
<i>Potamogeton natans</i>	-	-	2 [2]	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	(v)	(v)	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	2	5	-	-
<i>Potamogeton pusillus</i>	-	1	4 [3]	-
<i>Potamogeton trichoides</i>	-	1	-	-
<i>Ranunculus aquatilis</i> agg.	(v)	-	-	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	(v)	5	-	-

Auf den Transekten 4 und 7 keimte jeweils eine Pflanze (Anhang, Tab. 26, 29).

Auf Transekt 1 erfolgte keine Keimung. Die Characeenart *Chara globularis*, die 2010 in Vegetationsuntersuchungen auftrat, konnte in der Diasporenbank bestätigt werden. Das trifft ebenfalls für *Myriophyllum spicatum* und *Potamogeton friesii* zu. Zusätzlich waren auf diesem Transekt die Gattung *Nitella* und Samen von *Potamogeton natans* im Sediment vorhanden. Diese zwei Taxa wurden vorher in Vegetationsuntersuchungen nicht gefunden (Tab. 23).

Transekt 2 ist durch zwei Angiospermenarten gekennzeichnet, die in Vegetationsuntersuchungen, aber nicht im Keimungsexperiment auftreten (Tab. 24).

---

Aus Sedimenten von Transekt 3 kommt es ebenfalls nicht zur Keimung. Für dieses Transekt können die Gattung *Nitella* und *Potamogeton natans* durch die Diasporenbank erstmals nachgewiesen werden. Für *Myriophyllum spicatum* und *Potamogeton friesii* und *Potamogeton pusillus* werden die Vegetationsnachweise mit den Samenfinden in der Diasporenbank bestätigt (Tab. 25).

Auf Transekt 4 keimt *Chara globularis*, die in der Vegetation 2010 und auch in der Diasporenbank nachgewiesen werden konnte. Für *Myriophyllum spicatum* gelingt der Nachweis durch Samen der Gattung im Sediment (Tab. 26).

Transekt 5 hat keinen Keimungserfolg, obwohl Diasporen von *Chara globularis*, die auch in der Vegetation gefunden wurde, in der Diasporenbank vorhanden sind (Tab. 27).

Für Transekt 6 gelingt der Nachweis von Samen des *Myriophyllum spicatum*, das in der Vegetation vorher aber nicht gefunden wurde. Weitere Arten keimen nicht (Tab. 28).

Auf Transekt 7 keimt *Myriophyllum spicatum*, das in der Vegetation und der Diasporenbank als Gattung nachgewiesen ist. Für *Chara globularis* bestätigt sich der Vegetationsnachweis 2010 durch Funde der Diasporen im Sediment 2011 (Tab. 29).

Für die Diasporengruppen *Chara delicatula/globularis* und *Potamogeton friesii/pusillus* gelingt der Nachweis auf Transekt 8, deren Arten auf anderen Transekten im See in der Vegetation auftreten. *Myriophyllum spicatum*, das in der Vegetation vorkommt, wurde ebenfalls in der Diasporenbank gefunden (Tab. 30).

Auf den Zusatztransekten 9 bis 16 konnte keine Keimung festgestellt werden.

---

## 5 Regenerationspotenzial der Makrophyten

Das Besiedlungspotenzial durch Makroalgen und Angiospermen lässt sich mittels der Ergebnisse der Diasporenbankanalyse, der Keimungsversuche und den vorausgegangenen Vegetationsuntersuchungen sowie dem Bezug zur ursprünglichen potentiell natürlichen und damit wieder angestrebten Vegetation abschätzen.

### Großer Ratzeburger See

Die Untersuchung des Diasporenreservoirs deutet in qualitativer Hinsicht auf eine an Arten verarmte Diasporenbank für den gesamten See hin. Von den Characeenarten, die in der Vegetation rezent auftreten (Ausnahme: *Nitellopsis obtusa*), sind Diasporen im Sediment vorhanden und damit besteht auch ein Regenerationspotenzial. Weitere Characeen, die typisch für diesen See wären, sind in der Diasporenbank nicht zu finden und können sich dem zu Folge auch nicht regenerieren.

Im Falle der Angiospermen lassen sich viele Arten nicht nachweisen, die dadurch auch kein generatives Regenerationspotenzial haben. Oft sind diese Arten jedoch in der Lage durch vegetative Vermehrung den Bestand zu erhalten oder wieder neu zu etablieren, wie durch *Potamogeton pectinatus* im Keimungsversuch gezeigt wird. Aus diesem Grund spielt die Diasporenbank für diese Pflanzengruppe eine untergeordnete Rolle für die Wiederbesiedlung.

In quantitativer Hinsicht ist die Diasporenbank der Characeen der in der Vegetation vorhandenen Arten des Großen Ratzeburger Sees mäßig ausgebildet. Die Diasporendichten der Artengruppe *Chara globularis/delicatula* sind im überwiegenden Teil des Sees so hoch, dass die Regeneration über die Diasporenbank möglich sein müsste. Im Domsee und südwestlichen Bereich des Großen Ratzeburger Sees sind die Diasporendichten für eine Regeneration nicht ausreichend. Aufgrund dessen erscheint eine Wiederbesiedlung durch die bedeutenden Arten der Vegetation *Chara globularis* und *Chara delicatula* in Teilbereichen des Sees möglich. Die Artengruppe *Chara contraria/vulgaris* hat ein deutlich geringeres Regenerationspotenzial, da die Diasporendichten um ein bis zwei Zehnerpotenzen niedriger sind als die der vorher erwähnten Artengruppe. Im Domsee und Nordosten des Großen Ratzeburger Sees ist das Regenerationspotenzial durch das Fehlen der Artengruppe *Chara contraria/vulgaris*

---

eingeschränkt. Diasporen der Gattung *Nitella* sind auf ein Transekt und in ihrer Dichte beschränkt im See vorhanden, die keine Regeneration ermöglichen.

Die Keimungsversuche unterstützen überwiegend die Ergebnisse der Diasporenbankuntersuchung und deuten auf ein sehr geringeres Regenerationspotenzial der Diasporenbank hin. Die Keimlingsdichte ist für alle keimenden Arten auffallend gering. Im Keimungsexperiment etablieren sich drei der fünf in den Vegetationsuntersuchungen festgestellten Characeenarten, wobei sich auch unter Laborbedingungen als häufigste Art *Chara globularis* zeigt. In der flächenhaften Verbreitung der Arten im See hat diese Art vergleichsweise das höchste Besiedlungspotenzial obgleich im überwiegenden Teil des Sees keine Keimung festgestellt werden konnte. Aus der zweit häufigsten Diasporengruppe keimt *Chara contraria*, jedoch ist sie auf ein Transekt im See beschränkt und deutet damit auf ein entsprechend geringes Regenerationspotenzial hin. *Nitellopsis obtusa* ist ebenfalls auf ein Transekt beschränkt und wird nur sporadisch regenerieren.

### Behlendorfer See

Der aktuelle Zustand des Diasporenreservoirs ist in qualitativer Hinsicht kennzeichnend für eine an Arten verarmte Diasporenbank im gesamten See, obwohl Gattungen im Sediment zu finden sind, die auf artenreichere Vegetationsbedeckungen in der Vergangenheit hindeuten. Letztere sind jedoch so selten vorhanden, dass sie sich aus dieser Diasporenbank kaum regenerieren können. Von einer Characeenart, die in der Vegetation rezent auftritt, sind Diasporen im Sediment vorhanden und damit besteht auch ein Regenerationspotenzial.

Von den Angiospermen lassen sich nur vereinzelt Arten nachweisen, deren generatives Regenerationspotenzial folglich eingeschränkt ist. Jedoch können die Samen Hinweise darauf geben, wo diese Arten im See in der Vergangenheit etabliert waren. Parallel bilden sie auf diese Weise eine Diasporenbank, die langfristig vorhanden ist und später wieder aktiviert werden kann.

Unter quantitativem Aspekt betrachtet ist das Diasporenreservoir der Characeen der in der Vegetation vorhandenen und anderer Arten des Behlendorfer Sees schlecht ausgebildet. Die Diasporendichten der Artengruppe *Chara globularis/delicatula* sind im überwiegenden Teil des Sees so gering, dass die Regeneration über die Diasporenbank nicht möglich erscheint. In einigen Bereichen des Behlendorfer Sees sind keine Diasporen dieser Artengruppe und im gesamten See keine Diasporen von

---

*Chara contraria* vorhanden. Aufgrund dessen ist eine Wiederbesiedlung durch die in der Vegetation noch vorhandenen Arten *Chara globularis* und *Chara contraria* im See äußerst erschwert. Diasporen der Gattungen *Nitella* sind auf zwei Transekte in Buchten des Sees und in ihrer Dichte so eingeschränkt im See vorhanden, dass keine Regeneration möglich erscheint.

Die Keimungsversuche unterlegen überwiegend die Ergebnisse der Diasporenbankuntersuchung und deuten auf ein äußerst geringeres Regenerationspotenzial der Diasporenbank hin. Die Keimlingsdichte ist für alle keimenden Arten extrem gering. Im Keimungsexperiment wächst eine der beiden in den Vegetationsuntersuchungen festgestellten Arten. *Chara globularis* kann nur an einer Probestelle unter Laborbedingungen festgestellt werden. *Myriophyllum spicatum* ist im Gegensatz zu den Vegetationsfunden ebenfalls auf eine Probestelle und ein Transekt beschränkt, wird sich aber überwiegend vegetativ regenerieren.

Die Diasporenreservoirs des Großen Ratzeburger Sees und des Behlendorfer Sees können abschließend für eine erfolgreiche und zügige Regeneration einer artenreichen Vegetation im Sinne der potentiell natürlichen Vegetation bis zum Jahr 2015 als nicht ausreichend eingeschätzt werden. Es könnte sich vorerst eine Vegetation mit sehr geringer Flächendeckung mit lokal etwas häufiger auftretenden Arten mit einzelnen Begleitarten äußerst geringer Individuenzahl herausbilden. Die Regeneration der internen Diasporenbank im Sediment könnte erfolgen, falls diese Vegetation die Möglichkeit hat Diasporen auszubilden. Allerdings trifft das nur für Arten zu, die schon in der Vegetation der Seen vorhanden sind. Weitere Arten können nur durch Diasporenzugabe oder Anpflanzung etabliert werden.

---

## 6 Zusammenfassung

### Großer Ratzeburger See

Der Große Ratzeburger See hat eine an Arten verarmte Diasporenbank sowohl bezüglich auf den rezenten Zustand als auch auf den potentiell natürlichen Zustand der Vegetation, der durch Maßnahmen der WRRL erreicht werden soll. Die Diasporendichten lassen für die Artengruppe *Chara globularis/delicatula* vergleichsweise das beste Regenerationspotenzial erkennen. Gefolgt wird dieses von der Artengruppe *Chara vulgaris/contraria*. Die Gattung (*Nitella*), die nur historisch belegt ist, konnte im Sediment nachgewiesen werden. Jedoch sind deren Diasporenmengen für die Regeneration nicht ausreichend.

Durch Keimungsversuche wurde gezeigt, dass der überwiegende Teil der Arten der Diasporenbank der Characeen keimfähig ist. Die höchsten Keimlingsdichten hat *Chara globularis*. Als weitere Arten wachsen unter Laborbedingungen *Chara contraria* und *Nitellopsis obtusa*. Allerdings sind die Keimlingsdichten so gering, dass eine Regeneration aus der Diasporenbank äußerst erschwert ist.

### Behlendorfer See

Der Behlendorfer See hat ein Diasporenreservoir, das bezogen auf den rezenten Zustand als auch auf den potentiell natürlichen Zustand der Vegetation an Arten verarmt ist. Die Diasporendichten der Artengruppe *Chara globularis/delicatula* lassen im Vergleich zu anderen Taxa noch das beste Regenerationspotenzial erkennen. Die Gattung *Nitella* konnte im Sediment nachgewiesen werden jedoch ist die Keimfähigkeit der Diasporen möglicherweise durch die Alterung eingeschränkt.

Durch Keimungsversuche konnte gezeigt werden, dass aus der Artengruppe mit der höchsten Diasporendichte noch Characeenwachstum möglich ist. Die Keimung ist auf ein Individuum von *Chara globularis* im gesamten Versuch beschränkt. Als weitere Art wächst unter Laborbedingungen *Myriophyllum spicatum* mit einer Pflanze im Ansatz.

Generell kann die Regeneration aus der Diasporenbank beider Seen nur für Arten geschehen, die schon in der Vegetation vorhanden sind. Um die ursprüngliche Vegetation des Sees wieder herzustellen sind zusätzliche Maßnahmen durch den Menschen notwendig, wie die Zugabe von Diasporen oder die Ansiedlung von Pflanzen.

---

## 7 Literatur

Aalto, M. (1970): Potamogetonaceae Fruits. I. Recent and subfossil endocarps of the fennoscandian species. *Acta Botanica Fennica* 88: 74-76.

Beijerinck, W. (1947): *Zadenatlas der Nederlandsche Flora*, Weenmann & Zonen-Verlag, Wageningen.

Bertsch, K. (1941): *Früchte und Samen - Handbücher der praktischen Vorgeschichtsforschung*, Band I, Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart.

Garniel, A., KifL (2000): *Kartierung der Ufer- und Unterwasservegetation der Ratzeburger Seen*. Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein. 107 S.

Jessen, K. (1955): Key to subfossil Potamogeton. *Kopenhagen Botanisk Tidskrift* 52: 1-7. LAWA (1998) *Gewässerbewertung – Stehende Gewässer. Richtlinie zur Bewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien*. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: 74 S.

MariLim (2004/2005): *Untersuchung der Ufer- und Unterwasservegetation ausgewählter Seen in Schleswig-Holstein*. Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein. 201 S.

Ostendorp, W. (1998): *Hemmenhofener Methoden - Sedimentologische und Paläolimnische Methoden in der Siedlungsarchäologie*. *Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg* 68: 243-299.

Raabe, E.-W. (1987): *Atlas der Flora Schleswig-Holsteins und Hamburgs*. Hrsg: Dierssen, K., Mierwald, U. 1-654. Wachholtz, Neumünster.

Schubert, H., Steinhardt, T. (2011): *Regenerationspotenzial der Makrophyten aus Diasporenbanken des Dieksees*. Bericht für das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Ausschreibungsnummer 0608.431003, 25 S.

Selig, U., Steinhardt, T. (2008): *Sediment-Samen Analysen – Nachweis von Diasporen der Characeen und Angiospermen in Sedimenten innerer*

---

Küstengewässer. Bericht für das Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein: 34 S.

Selig, U., Steinhardt, T. (2009): Risikoabschätzung von Salzwassereinstrom in Strandseen. Bericht für das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Ausschreibungsnummer 4121.3-2008-470F, 85 S.

Sonder, C. (1890): Die Characeen der Provinz Schleswig-Holstein und Lauenburg nebst eingeschlossenen fremden Gebietstheilen. Inaug. Diss. Univ. Rostock: 1-63. Kiel.

Soulié-Märsche, I. (1989): Etude comparée de gyrogonites de Charophytes actuelles et fossiles et phylogénie des genres actuels. Imprimerie des Tilleuls, Millau, France: 237 pp.

Stuhr, J., lanaplan (2008): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL- und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen 2008. Auftraggeber: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig Holstein (LLUR). 195 S.

Stuhr, J., lanaplan (2010): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL- und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen 2010. Auftraggeber: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig Holstein (LLUR). 203 S.

Succow, M., Kopp, D. (1985): Seen als Naturraumtypen. Petermanns Geogr. Mitt. 3, 161-170.

Vedder, F. (2004): Morphologie und Taxonomie rezenter und subfossiler Characee-Oosporen aus der Ostsee. Rostock. Meeresbiolog. Beitr. 13: 43-54.

Weyer, K., Nienhaus, I., Tigges, P., Hussner, A., Becker, E. (2006): Entwicklung einer Methode zur Kartierung der Unterwasservegetation an großen Seen am Beispiel des Schaalsees und seiner angrenzenden Nebengewässer zur Erfüllung des operativen EG-WRRL-Monitorings und FFH-Monitorings. Endbericht 13.03.2006. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur- und Umwelt Schleswig-Holstein, Nettetal.

---

## 8 Anhang

Tabelle 3: Koordinaten für die untersuchten Transekte im Großen Ratzeburger See.

Transekt	N	E
T1	53°46,590'	10°45,350'
T2a	53°46,324'	10°45,857'
T3	53°44,669'	10°44,128'
T4a	53°43,727'	10°45,885'
T5	53°43,384'	10°44,649'
T6a	53°42,998'	10°45,704'
T7	53°42,545'	10°44,904'
T8	53°42,608'	10°45,907'
T9	53°42,046'	10°45,429'
T10	53°42,301'	10°47,100'
T11	53°42,139'	10°46,592'
T12	53°45,485'	10°45,362'
T13	53°45,852'	10°44,286'
T14	53°45,488'	10°44,135'
T15	53°44,237'	10°44,809'
T16	53°43,716'	10°44,870'
T17	53°42,316'	10°45,156'

Tabelle 6: Koordinaten für die untersuchten Transekte im Behlendorfer See.

Transekt	N	E
T1	53°41.961'	10°41.465'
T2	53°42.415'	10°40.182'
T3	53°42.246'	10°40.011'
T4	53°41.981'	10°40.568'
T5	53°42.355'	10°40.459'
T6	53°42.030'	10°41.119'
T7	53°41.855'	10°41.024'
T8	53°41.786'	10°40.694'
T9	53°41.796'	10°40.922'
T10	53°42.146'	10°40.510'
T11	53°42.440'	10°39.956'
T12	53°42.407'	10°40.325'
T13	53°42.271'	10°40.545'
T14	53°42.166'	10°40.680'
T15	53°41.986'	10°41.228'
T16	53°41.907'	10°41.275'

## Großer Ratzeburger See

Tabelle 10: **Transekt 1:** Arten in Vegetations-, Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m <sup>(a)</sup> Garniel & Klfl (2000), <sup>(b)</sup> Stühr & lanaplan (2008)).

Arten	2000 <sup>a)</sup>	2008 <sup>b)</sup>	2011	
	Vegetation		Diasporen	Keimung
<i>Chara contraria</i>	(B,C)	-	(A)	(B)
<i>Chara delicatula</i>	-	-	(A,B,C)	-
<i>Chara globularis</i>	(B,C)	-	(A,B,C)	(C)
<i>Chara vulgaris</i>	-	-	(A)	-
<i>Nitellopsis optusa</i>	-	(B)	-	(C)
<i>Alisma gramineum</i>	-	(B)	-	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	-	(A,B)	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	-	(B)	-	-
<i>Elodea nutallii</i>	-	(B)	-	-
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	-	(A)	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	-	(B)	-	-
<i>Najas marina</i>	-	-	(A)	-
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	-	(B)	-	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	(B,C)	(A,B)	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	-	(A,B)	-	-
<i>Potamogeton pusillus</i>	-	(B)	-	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	(B,C)	-	-	-
<i>Zannichellia palustris</i>	(B)	-	(B,C)	-

Tabelle 11: **Transekt 3:** Arten in Vegetations-, Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m (<sup>a</sup> Garniel & Klfl (2000), <sup>b</sup> Stuhr & lanaplan (2008)).

Arten	2000 <sup>a</sup>	2008 <sup>b</sup>	2011	
	Vegetation		Diasporen	Keimung
<i>Chara contraria</i>	(A,B,C)	(A,B)	(C)	-
<i>Chara delicatula</i>	-	(A,B,C)	(A,B,C)	-
<i>Chara globularis</i>	(A,B,C)	(A,B,C)	(A,B,C)	-
<i>Chara vulgaris</i>	-	-	(C)	-
<i>Nitellopsis optusa</i>	-	(B)	-	-
<i>Alisma gramineum</i>	-	(B)	-	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	(A,B,C)	(B,C)	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	-	(B,C)	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	-	(B)	-	-
<i>Najas marina</i>	-	-	(C)	-
<i>Nuphar lutea</i>	(A,B)	-	-	-
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	-	(B,C)	-	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	(A,B,C)	(A)	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	-	(B,C)	-	-
<i>Potamogeton pusillus</i>	(A,B)	(A)	-	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	(A,B,C)	(A,B,C)	-	-
<i>Zannichellia palustris</i>	(A,B)	-	(B,C)	-

Tabelle 12: **Transekt 4a:** Arten in Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m.

Arten	2011	
	Diasporen	Keimung
<i>Chara contraria</i>	(B,C)	-
<i>Chara delicatula</i>	(A,B,C)	-
<i>Chara globularis</i>	(A,B,C)	-
<i>Chara vulgaris</i>	(B,C)	-
<i>Potamogeton friesii</i>	(C)	-
<i>Potamogeton pusillus</i>	(C)	-
<i>Zannichellia palustris</i>	(B,C)	-

Tabelle 13: **Transekt 5:** Arten in Vegetations- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m, D: 4-6m (<sup>a)</sup> Garniel & Klfl (2000), <sup>b)</sup> Stuhr & lanaplan (2008)).

Arten	2000 <sup>a)</sup>	2008 <sup>b)</sup>	2011
	Vegetation		Keimung
<i>Chara globularis</i>	(B,C)	-	-
<i>Nitellopsis optusa</i>	-	(C)	-
<i>Alisma gramineum</i>	-	(C)	-
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	-	(B)	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	(B,C)	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	(B,C)	(B)	-
<i>Elodea nuttallii</i>	-	(B,C,D)	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	-	(B)	-
<i>Nuphar lutea</i>	(A,B)	-	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	(A,B,C)	(A,B)	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	-	(B,C)	-
<i>Potamogeton pusillus</i>	(B,C)	(B)	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	(A,B,C)	(B,C)	-
<i>Zannichellia palustris</i>	(A,B)	-	-

Tabelle 14: **Transekt 6a:** Arten in Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: B: 1-2m, C: 2-4m.

Arten	2011
	Keimung
<i>Chara globularis</i>	(B,C)

Tabelle 15: **Transekt 7:** Arten in Vegetations-, Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m <sup>(a)</sup> Garniel & Klfl (2000), <sup>(b)</sup> Stuhr & lanaplan (2008)).

	2000 <sup>a)</sup>	2008 <sup>b)</sup>	2011	
	Vegetation		Diasporen	Keimung
<i>Chara contraria</i>	-	-	(C)	-
<i>Chara delicatula</i>	-	-	(A,B,C)	-
<i>Chara globularis</i>	(B,C)	-	(A,B,C)	-
<i>Chara vulgaris</i>	-	-	(C)	-
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	(B,C)	-	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	(B,C)	(B,C)	-	-
<i>Najas marina</i>	-	-	(C)	-
<i>Potamogeton friesii</i>	(B,C)	-	-	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	(A,B,C)	(A,B)	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	(A,B)	-	-	-
<i>Potamogeton pusillus</i>	(B,C)	-	-	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	(A,B,C)	(B,C)	-	-
<i>Zannichellia palustris</i>	(A,B)	-	-	-

Tabelle 16: **Transekt 8:** Arten in Vegetations-, Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m <sup>(a)</sup> Garniel & Klfl (2000), <sup>(b)</sup> Stuhr & lanaplan (2008)).

	2000 <sup>a)</sup>	2008 <sup>b)</sup>	2011	
	Vegetation		Diasporen	Keimung
<i>Chara contraria</i>	(B,C)	-	(B,C)	-
<i>Chara delicatula</i>	-	(A)	(A,B,C)	-
<i>Chara globularis</i>	(B,C)	(A)	(A,B,C)	-
<i>Chara vulgaris</i>	-	-	(B,C)	-
<i>Nitella</i> spp.	-	-	(C)	-
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	(C)	(B,C)	-	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	-	(A)	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	-	(A,B,C)	-	-
<i>Elodea nutallii</i>	-	(C)	-	-
<i>Potamogeton friesii</i>	(C)	(C)	<i>P. friesii/pusillus</i> (B)	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	(A,B,C)	(A,B,C)	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	(A,B,C)	(A,B,C)	-	-
<i>Potamogeton pusillus</i>	(A,B,C)	(B)	<i>P. friesii/pusillus</i> (B)	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	(A,B,C)	(B,C)	-	-
<i>Zannichellia palustris</i>	(A,B)	-	(A,C)	-

Tabelle 17: **Transekt 9:** Arten in Vegetations- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m, D: 4-6m (<sup>a</sup>) Garniel & KifL (2000), <sup>b</sup>) Stuhr & lanaplan (2008)).

Arten	2000 <sup>a</sup>	2008 <sup>b</sup>	2011	
	Vegetation		Keimung	
<i>Chara globularis</i>	(B,C)	-	-	-
<i>Nitellopsis optusa</i>	-	(C)	-	-
<i>Alisma gramineum</i>	-	(C)	-	-
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	(B,C)	(B)	-	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	(B,C)	-	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	-	(B)	-	-
<i>Elodea nuttallii</i>	-	(B,C,D)	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	-	(B)	-	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	(A,B,C)	(A,B)	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	(A,B,C)	(B,C)	-	-
<i>Potamogeton pusillus</i>	-	(B)	-	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	-	(B,C)	-	-
<i>Zannichellia palustris</i>	(A,B)	-	-	-

Tabelle 18: **Transekt 10:** Arten in Vegetations-, Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m, D: 4-6m (<sup>a</sup>) Garniel & KifL (2000), <sup>b</sup>) Stuhr & lanaplan (2008)).

	2000 <sup>a</sup>	2008 <sup>b</sup>	2011	
	Vegetation		Diasporen	Keimung
<i>Chara contraria</i>	(B)	-	-	-
<i>Chara delicatula</i>	-	-	(A,B,C)	-
<i>Chara globularis</i>	-	-	(A,B,C)	-
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	(A,B,C)	(B)	-	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	(B,C)	-	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	(A,B,C)	(A,B)	-	-
<i>Elodea nuttallii</i>	-	(A,B,C,D)	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	-	(B)	-	-
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	(B,C)	-	-	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	(A,B,C)	(B)	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	(A,B,C)	(B)	-	-
<i>Potamogeton pusillus</i>	(B)	(B)	-	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	(A,B,C)	(A)	-	-
<i>Zannichellia palustris</i>	(A,B)	-	-	-

Tabelle 19: **Transekt 11:** Arten in Vegetations- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m <sup>(a)</sup> Stühr & lanaplan (2008)).

Arten	2008 <sup>a)</sup>	
	Vegetation	Keimung
<i>Chara delicatula</i>	(B)	-
<i>Chara globularis</i>	(B)	-
<i>Elodea canadensis</i>	(A)	-
<i>Elodea nuttallii</i>	(A,B,C)	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	(C)	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	(B)	-

Tabelle 20: **Transekt 12:** Arten in Vegetations- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m, D: 4-6m <sup>(a)</sup> Stühr & lanaplan (2008)).

Arten	2008 <sup>a)</sup>	
	Vegetation	Keimung
<i>Chara delicatula</i>	(C)	-
<i>Chara globularis</i>	(C)	-
<i>Characeae</i> indet.	-	(A)
<i>Alisma gramineum</i>	(B,C)	-
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	(C)	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	(C)	-
<i>Elodea canadensis</i>	(C)	-
<i>Elodea nuttallii</i>	(C)	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	(B,C,D)	-
<i>Potamogeton pectinatus</i>	(A,B,C)	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	(A,B,C)	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	(B,C)	-
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	(C)	-

Tabelle 21: **Transekt 14:** Arten in Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m.

Arten	2011
	Keimung
<i>Chara globularis</i>	(A,B,C)
<i>Potamogeton pectinatus</i>	(B)

## Behlendorfer See

Tabelle 23: **Transekt 1:** Arten in Vegetations-, Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m <sup>(a)</sup> MariLim (2004/2005), <sup>(b)</sup> Stuhr & lanaplan (2010)).

Arten	2004 <sup>a)</sup>	2010 <sup>b)</sup>	2011	
		Vegetation	Diasporen	Keimung
<i>Chara delicatula/globularis</i>	-	<i>C. globularis</i> (B,C)	(B,C)	-
<i>Nitella</i> spp.	-	-	(B)	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	(A,B,C)	(B,C)	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	(A,B,C)	(B)	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	(A,B,C)	(B,C)	<i>M. spp.</i> (A,B)	-
<i>Potamogeton crispus</i>	-	(C)	-	-
<i>Potamogeton friesii</i>	-	(B,C)	<i>P. friesii/pusillus</i> (A)	-
<i>Potamogeton natans</i>	-	-	(C)	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	(A,B)	(B,C)	-	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	-	(B,C)	-	-

Tabelle 24: **Transekt 2:** Arten in Vegetations- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m <sup>(a)</sup> MariLim (2004/2005), <sup>(b)</sup> Stuhr & lanaplan (2010)).

Arten	2004 <sup>a)</sup>	2010 <sup>b)</sup>	2011
		Vegetation	Keimung
<i>Ceratophyllum demersum</i>	(A,B)	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	(B)	(A,B,C)	-

Tabelle 25: **Transekt 3:** Arten in Vegetations-, Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m, D: 4-6m <sup>(a)</sup> MariLim (2004/2005), <sup>b)</sup> Stuhr & lanaplan (2010)).

Arten	2004 <sup>a)</sup>	2010 <sup>b)</sup>	2011	
		Vegetation	Diasporen	Keimung
<i>Chara delicatula/globularis</i>	-	<i>C. globularis</i> (C)	-	-
<i>Nitella</i> spp.	-	-	(B,C)	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	(B,C)	(C)	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	(B,C)	(C)	<i>M. spp.</i> (C)	-
<i>Potamogeton crispus</i>	-	(C)	-	-
<i>Potamogeton friesii</i>	-	(C)	<i>P. friesii/pusillus</i> (C)	-
<i>Potamogeton natans</i>	-	-	(C)	-
<i>Potamogeton pusillus</i>	-	(D)	<i>P. friesii/pusillus</i> (C)	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	-	(B)	-	-

Tabelle 26: **Transekt 4:** Arten in Vegetations-, Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m <sup>(a)</sup> MariLim (2004/2005), <sup>b)</sup> Stuhr & lanaplan (2010)).

Arten	2004 <sup>a)</sup>	2010 <sup>b)</sup>	2011	
		Vegetation	Diasporen	Keimung
<i>Chara delicatula/globularis</i>	-	<i>C. globularis</i> (B,C)	(B,C)	<i>C. globularis</i> (C)
<i>Ceratophyllum demersum</i>	(B,C)	(C)	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	(A,B)	(B,C)	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	(A,B)	(A,B,C)	<i>M. spp.</i> (B,C)	-
<i>Nuphar lutea</i>	-	(A,B)	-	-
<i>Potamogeton crispus</i>	-	(C)	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	(B)	(B,C)	-	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	-	(B,C)	-	-

Tabelle 27: **Transekt 5:** Arten in Vegetations-, Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m <sup>(a)</sup> Stuhr & Ianaplan (2010)).

Arten	2010 <sup>a)</sup>		
	Vegetation	Diasporen	Keimung
<i>Chara delicatula/globularis</i>	<i>C. globularis</i> (B)	(A,B)	-
<i>Elodea canadensis</i>	(A,B,C)	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	(B,C)	-	-

Tabelle 28: **Transekt 6:** Arten in Vegetations-, Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m <sup>(a)</sup> Stuhr & Ianaplan (2010)).

Arten	2010 <sup>a)</sup>		
	Vegetation	Diasporen	Keimung
<i>Chara delicatula/globularis</i>	<i>C. globularis</i> (C)	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	(B,C)	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	-	<i>M. spp.</i> (C)	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	(B)	-	-

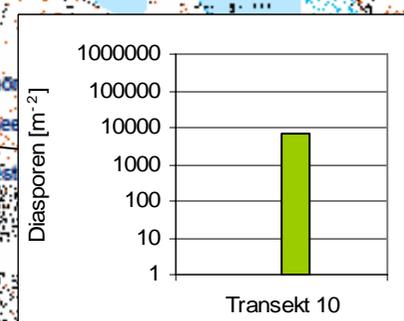
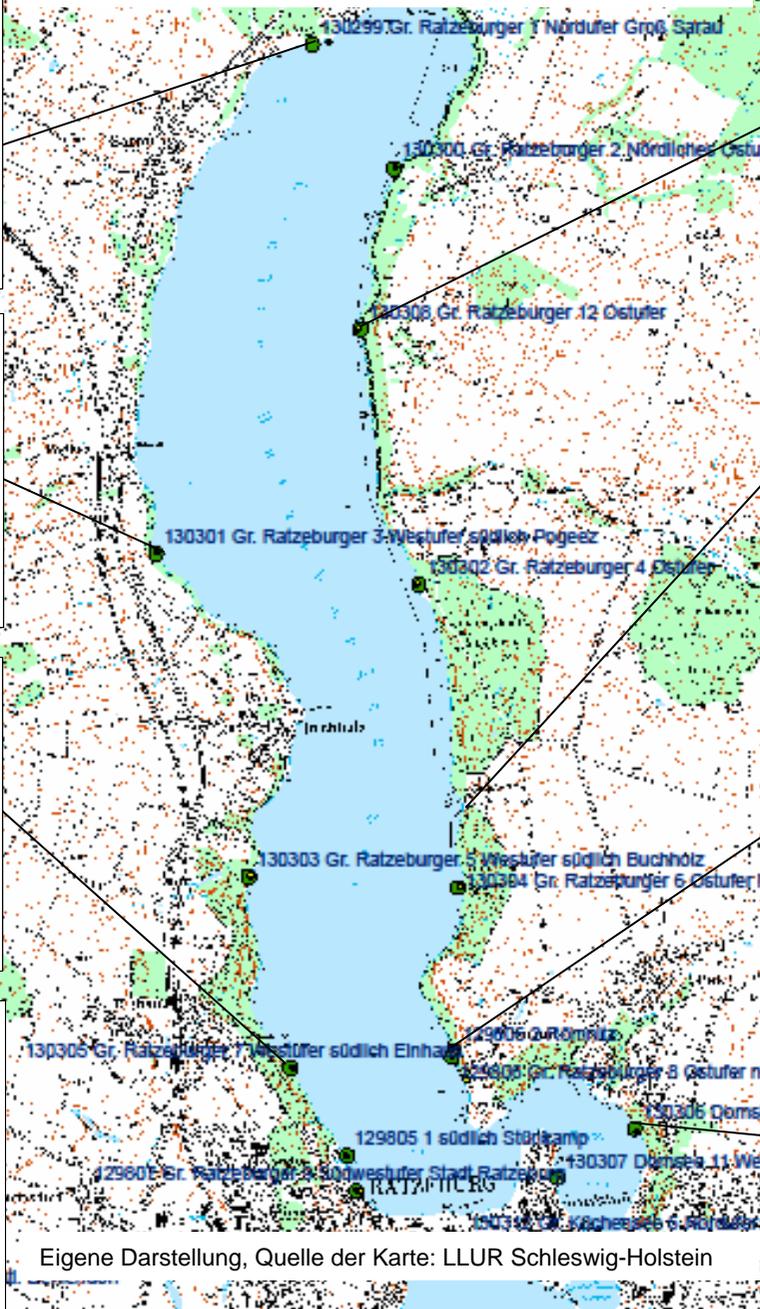
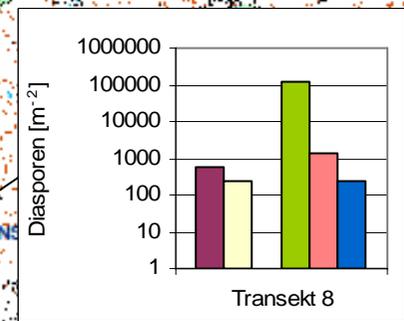
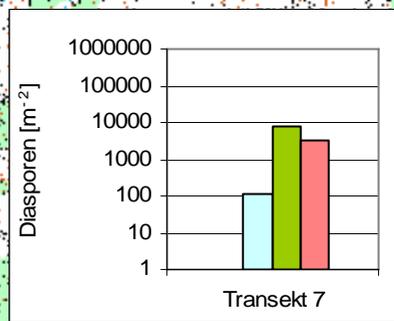
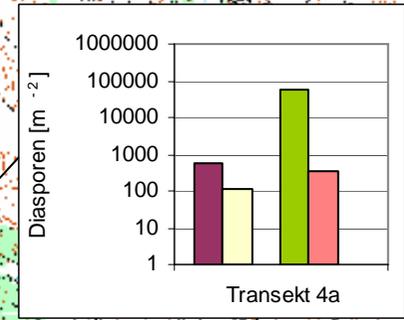
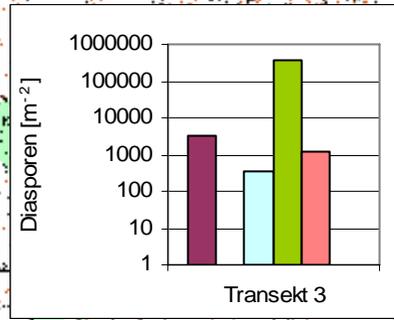
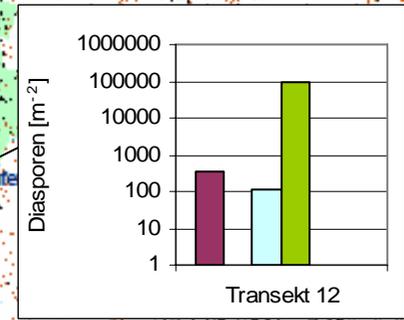
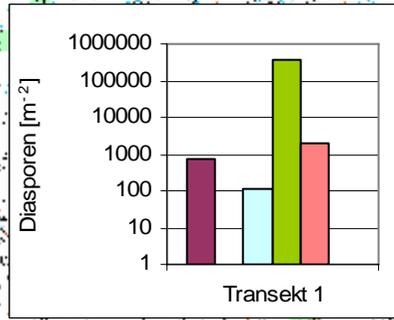
Tabelle 29: **Transekt 7:** Arten in Vegetations-, Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m, D: 4-6m <sup>(a)</sup> Stuhr & Ianaplan (2010)).

Arten	2010 <sup>a)</sup>		
	Vegetation	Diasporen	Keimung
<i>Chara delicatula/globularis</i>	<i>C. globularis</i> (A,C)	(C)	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	(C)	-	-
<i>Elodea canadensis</i>	(A,B)	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	(A,B,C,D)	<i>M. spp.</i> (A,B,C)	(A)
<i>Potamogeton crispus</i>	(C)	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	(A,B)	-	-
<i>Potamogeton trichoides</i>	(C)	-	-

Tabelle 30: **Transekt 8:** Arten in Vegetations-, Diasporenbank- und Keimungsuntersuchungen, Tiefenstufen: A: 0-1m, B: 1-2m, C: 2-4m <sup>(a)</sup> Stühr & lanaplan (2010)).

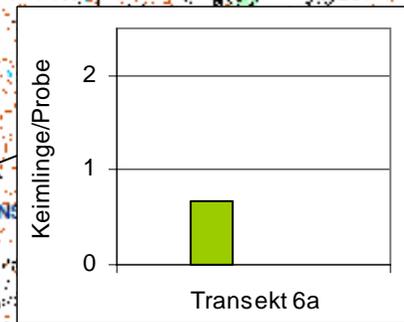
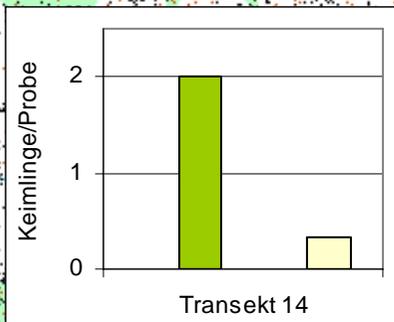
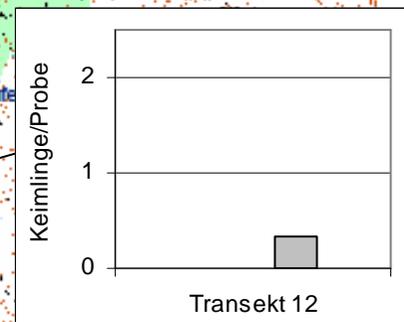
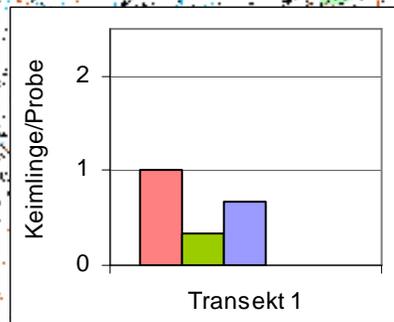
Arten	2010 <sup>a)</sup>	2011	
	Vegetation	Diasporen	Keimung
<i>Chara delicatula/globularis</i>	-	(C)	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	(C)	<i>M. spp.</i> (A,B,C)	-
<i>Nuphar lutea</i>	(A,B)	-	-
<i>Potamogeton friesii/pusillus</i>	-	(A,B)	-
<i>Ranunculus circinatus</i>	(C)	-	-

# Verbreitung der Diasporen verschiedener Taxa im Großen Ratzeburger See

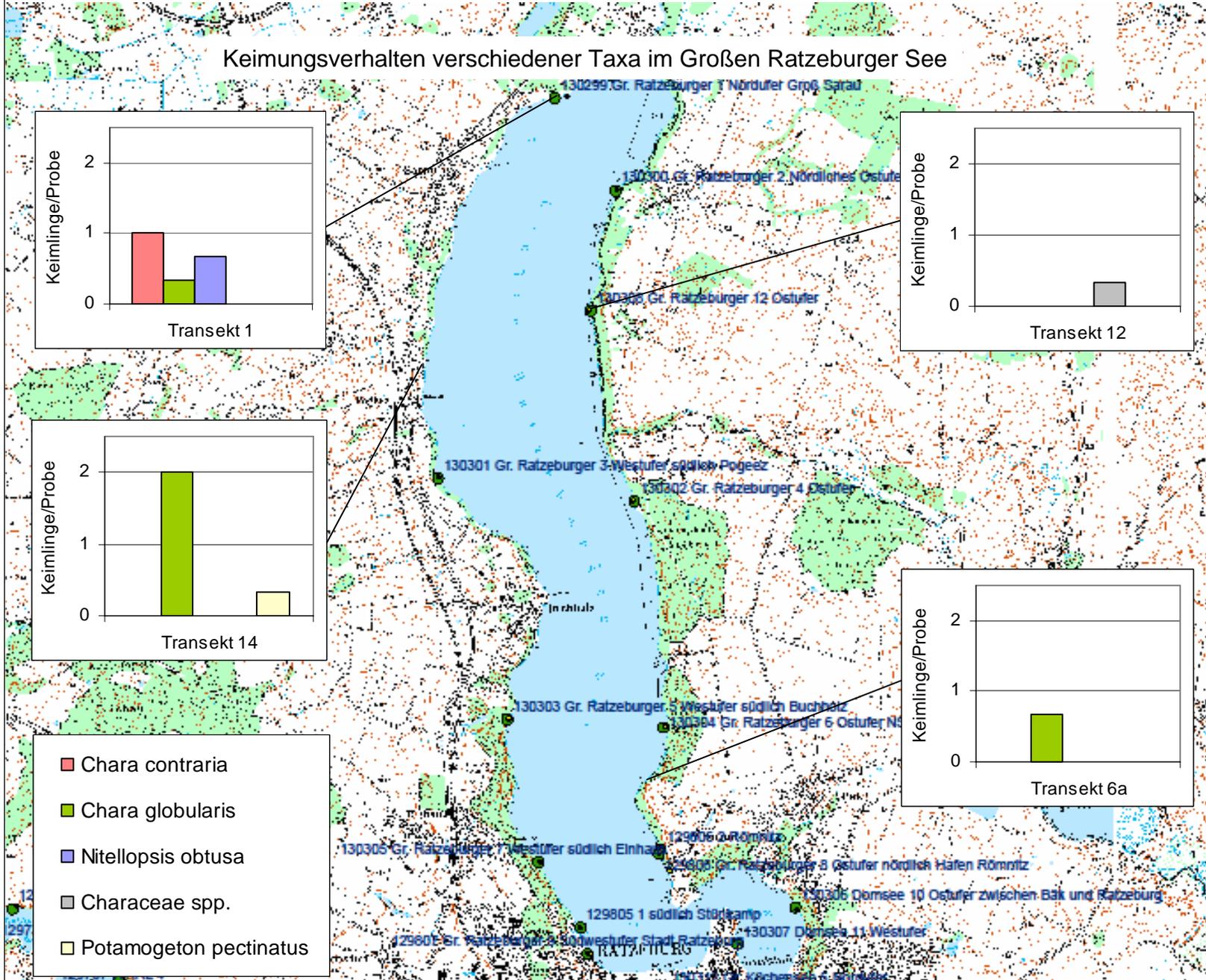


Eigene Darstellung, Quelle der Karte: LLUR Schleswig-Holstein

# Keimungsverhalten verschiedener Taxa im Großen Ratzeburger See

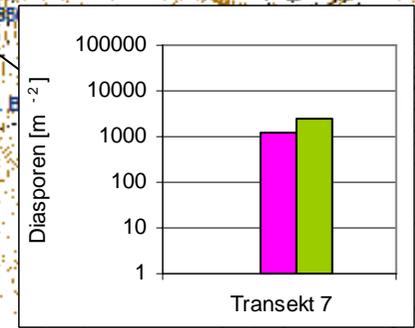
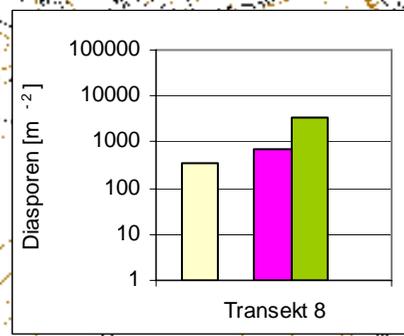
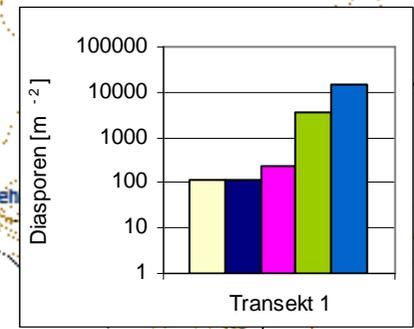
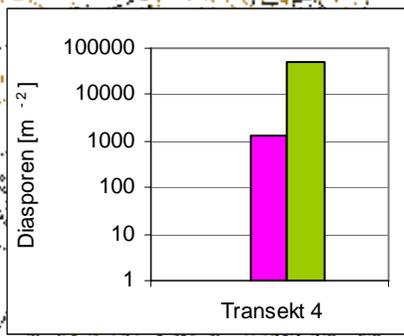
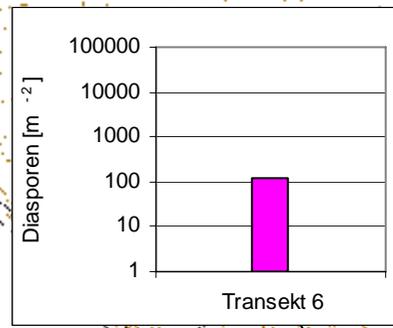
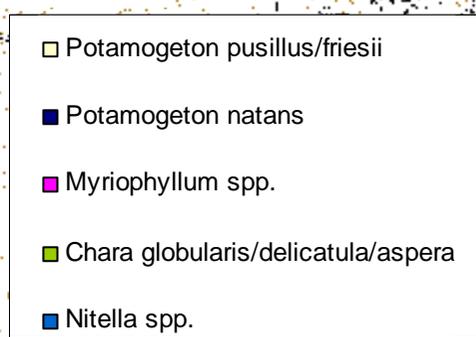
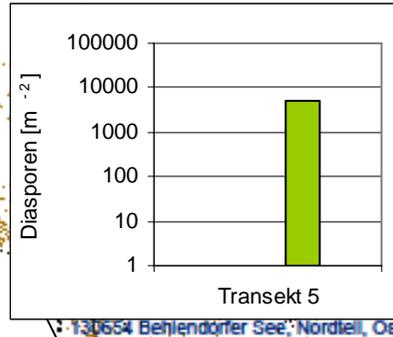
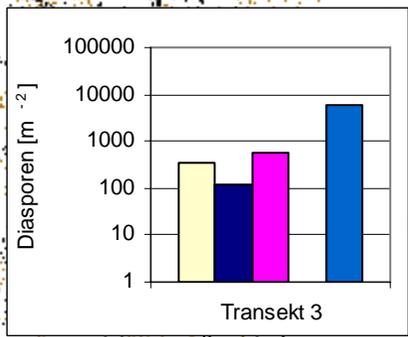


- Chara contraria
- Chara globularis
- Nitellopsis obtusa
- Characeae spp.
- Potamogeton pectinatus



Eigene Darstellung, Quelle der Karte: LLUR Schleswig-Holstein

# Verbreitung der Diasporen verschiedener Taxa im Behlendorfer See



Eigene Darstellung, Quelle der Karte: LLUR Schleswig-Holstein

# Keimungsverhalten verschiedener Taxa im Behlendorfer See

