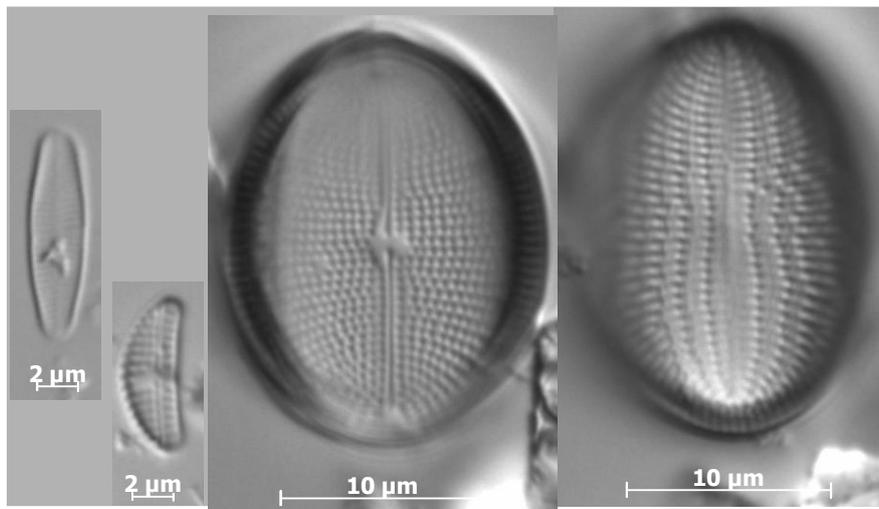


**Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für  
WRRL und FFH-RL in den schleswig-holsteinischen Seen  
Behlendorfer See, Großer Plöner See und Wittensee  
Teilkomponente Diatomeen, 2019**

Vergabe LLUR 0608.431903, Nr. ZB-U0-19-0257000-4121.6

März 2020



**Abbildung 1:** Die häufigsten Arten *Achnantheidium minutissimum* var. *minutissimum* im Behlendorfer See (durchschnittlich mit 22,3 % pro Probe), *Fragilaria brevistriata* im Großen Plöner See (13,0 %), *Amphora pediculus* im Großen Plöner See (19,3 %) und im Wittensee (18,8 %), sowie *Cocconeis pediculus* im Wittensee (13,8 %).

**Auftraggeber:**

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein  
Dezernat Seen, Hamburger Chaussee 25, 24220 Flintbek

**Auftragnehmer:**

Dr. Petra Werner  
Diatomeen als Bioindikatoren, [www.bioindikator-diatomeen.de](http://www.bioindikator-diatomeen.de)  
Grainauer Str. 8, 10777 Berlin, Tel. (030) 960 85 235, Email: [werner@bio-translations.de](mailto:werner@bio-translations.de)

Diatomeenbestimmung Behlendorfer See: Dr. Mirko Dreßler

Zitation: Autor [oder Bezeichnung des Auftragnehmers] (Jahr) Titel. Auftraggeber. Erscheinungsort. Seitenzahl + Anlagen
Werner, P., M. Dreßler (2020): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in den schleswig-holsteinischen Seen Behlendorfer See, Großer Plöner See und Wittensee, Teilkomponente Diatomeen, 2019, Vergabe LLUR 0608.431903, Nr. ZB-U0-19-0257000-4121.6. März 2020. - Endbericht. Im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein. Flintbek. P 43 + Anlagen + 1 DVD.
Namen der Bearbeiter/-innen
Dr. Petra Werner (alle Arbeiten), Dr. Mirko Dreßler (Diatomeenbestimmung Behlendorfer See)
Untersuchungsjahr(e)
2019
Qualitätskomponenten
Benthische Diatomeen
Ziele
Operatives Monitoring; WRRL-Bewertung
Gewässerkategorie
Seen
Flussgebietseinheiten
Schlei / Trave
Bearbeitungsgebiete
-
Wasserkörper
0019, 0114, 0449
Gewässernamen
Behlendorfer See, Großer Plöner See, Wittensee
FFH-Gebietsnummern
-, DE 1828-392, DE 1624-392

**Inhaltsverzeichnis:**

1. Anlass und Aufgabenstellung .....	4
2. Probenahmestellen.....	4
2.1 Behlendorfer See.....	5
2.2 Großer Plöner See .....	8
2.3 Wittensee .....	13
3. Material und Methoden.....	16
4. Ergebnisse .....	19
4.1 Behlendorfer See.....	20
4.2 Großer Plöner See .....	25
4.3 Wittensee .....	32
5. Zusammenfassung.....	36
6. Literaturverzeichnis .....	41
7. Verzeichnis der verwendeten Bestimmungsliteratur .....	42
8. Erklärungen zum Anhang .....	43

**Abbildungsverzeichnis:**

	Seite:
<b>Abbildung 1:</b> Fotos der häufigsten Diatomeenarten .....	1
<b>Abbildung 2:</b> Lage der untersuchten Seen .....	4
<b>Abbildung 3:</b> Lage der acht Messstellen des Behlendorfer Sees .....	5
<b>Abbildung 4:</b> Lage der 15 Messstellen des Großen Plöner Sees .....	8
<b>Abbildung 5:</b> Lage der acht Messstellen des Wittensees.....	13
<b>Abbildung 6:</b> Fotos von <i>Cymbella vulgata</i> mit und ohne cf.....	20
<b>Abbildung 7:</b> Zusammenfassung der Bewertung Behlendorfer See .....	37
<b>Abbildung 8:</b> Zusammenfassung der Bewertung Großen Plöner See .....	39
<b>Abbildung 9:</b> Zusammenfassung der Bewertung Wittensee.....	40

**Tabellenverzeichnis:**

	Seite:
<b>Tabelle 1:</b> Charakterisierung und Fotos der Probestellen am Behlendorfer See.....	5
<b>Tabelle 2:</b> Charakterisierung und Fotos der Probestellen am Großen Plöner See.....	9
<b>Tabelle 3:</b> Charakterisierung und Fotos der Probestellen am Wittensee.....	14
<b>Tabelle 4:</b> Charakterisierung der Probenahme 2019.....	16
<b>Tabelle 5:</b> Häufige Diatomeen-Taxa und PHYLIB-Bewertung des Behlendorfer Sees.....	23
<b>Tabelle 6:</b> Historische Bewertungen des Behlendorfer Sees.....	24
<b>Tabelle 7:</b> Häufige Diatomeen-Taxa und PHYLIB-Bewertung des Großen Plöner Sees.....	28
<b>Tabelle 8:</b> Historische Bewertungen des Großen Plöner Sees.....	30
<b>Tabelle 9:</b> Häufige Diatomeen-Taxa und PHYLIB-Bewertung des Wittensees.....	34
<b>Tabelle 10:</b> Historische Bewertungen des Wittensees.....	35
<b>Tabelle 11:</b> Zusammenfassung der Seenbewertung.....	36

## 1. Anlass und Aufgabenstellung

Für das Monitoring von Makrophyten und Phytobenthos des Behlendorfer Sees, Großen Plöner Sees und Wittensees in Schleswig-Holstein sollten für das Jahr 2019 für insgesamt 31 Messstellen die ökologischen Zustandsklassen pro Messstelle und pro See bestimmt werden.

Dafür sollten die benthischen Diatomeen jeder Messstelle nach dem PHYLIB-Verfahren beprobt und ausgewertet werden (Schaumburg et al. 2014). Für die Verschneidung der Teilkomponente Diatomeen mit der Teilkomponente Makrophyten wurden die Makrophyten-Bewertungen und Daten von Stuhr et al. (2020) bereitgestellt.

Die Einschätzung des ökologischen Zustandes der einzelnen Messstellen und der Seen sollten entsprechend anhand der benthischen Diatomeenbiozönose vorgenommen werden und anschließend gemeinsam anhand von Makrophyten und Phytobenthos. Diese Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU WRRL 2000) sollte zusammen mit dem Vergleich mit Altdaten identifizieren, ob Maßnahmen für die Verbesserung der Wasserqualität notwendig sind bzw. ob Maßnahmen ge-griffen haben.

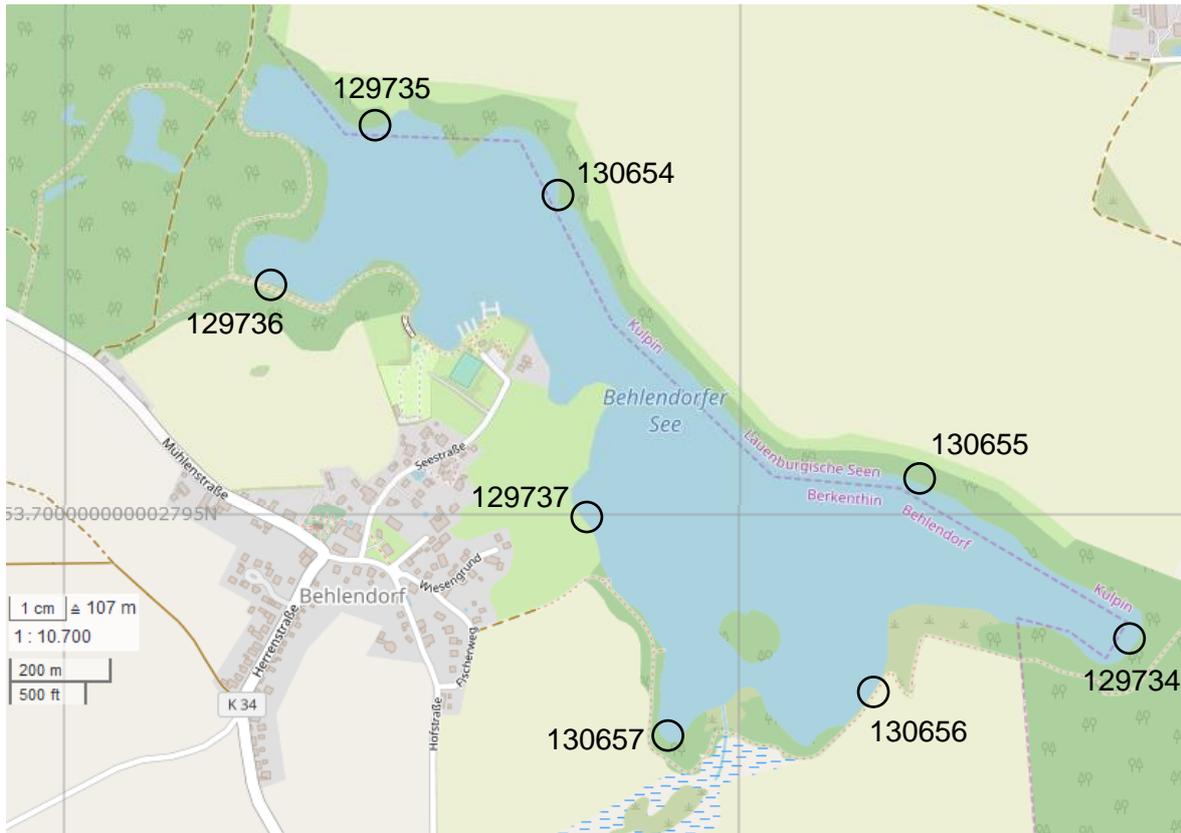
## 2. Probenahmestellen

Alle drei Seen liegen in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland (Abb. 2), d.h. die Kalziumkonzentrationen im Seewasser sind  $\geq 15$  mg/l. Sie sind nach der Seentypologie von Mathes et al. (2002) Typ 13, d.h. sie sind geschichtet und haben ein relativ kleines Einzugsgebiet (Einzugsgebietsfläche (inklusive Seefläche) zum Seevolumen (in  $\text{km}^2/106\text{m}^3$ )(VQ) ist  $<1,5$ ). Außerdem gehören alle drei Seen dem Diatomeentyp DS 13.2 an, d.h. das Wasser hat eine Verweilzeit zwischen zehn Jahren und einem Jahr (P-limitiert) (Schaumburg et al. 2014).



**Abbildung 2:** Lage der untersuchten Seen. Kartenbasis: OpenStreetMap.

### 2.1 Behlendorfer See



**Abbildung 3:** Lage der acht Messstellen des **Behlendorfer Sees** an denen die benthischen Diatomeen im Jahr 2019 untersucht wurden. Kartenbasis: OpenStreetMap.

**Tabelle 1:** Charakterisierung (u.a. Biota 2016) und Fotos aus dem Jahr 2019 der bearbeiteten Probestellen am **Behlendorfer See**.

Messstellencharakter	Foto der Messstelle
<b>Behlendorfer See, Messstelle 129734, BEH 1</b>	
<p>Die Messstelle 129734 liegt in der schmalen Bucht im Südosten des Behlendorfer Sees. Das Ufer ist waldbestanden und von Schwarz-Erlen dominiert, im Unterwuchs finden sich Straucharten, weiter landseits zunehmend Buche. Am Ufer treten zudem einige Grau-Weidengebüsche auf. Der wasserseitige Uferbereich ist schilfbestanden. Das Litoral weist ab 2 m Wassertiefe nur ein schwaches Gefälle auf, das Sediment wird überwiegend von Sandmudde und im tieferen Wasser von Feindetritusmudde gebildet.</p>	

Fortsetzung Tabelle 1: Charakterisierung der Messstellen	
Messstellencharakter	Foto der Messstelle
<b>Behlendorfer See, Messstelle 129735, BEH 2</b>	
<p>Die Messstelle 129735 wurde im Bereich eines kleinen Landvorsprungs am Ausgang der Nordwestbucht des Behlendorfer Sees aufgenommen. Am Seeufer ist ein schmaler Waldsaum ausgebildet, der bis in 5 m Uferentfernung von Schwarz-Erlen mit im Unterwuchs eingestreuten Eschen und Weiden geprägt ist. Der wasserseitige Uferbereich ist schilfbestanden. Der Litoralabfall vollzieht sich relativ steil, es dominieren bis in größere Wassertiefen sandig-steinige Substrate.</p>	
<b>Behlendorfer See, Messstelle 129736, BEH 3</b>	
<p>Messstelle 129736 liegt im Westen des Sees in der Bucht nördlich von Behlendorf. Das Ufer ist mit Buchen-Eschenwald bestanden und steigt landseits deutlich an. Uferparallel in ca. 10 m Entfernung verläuft ein Wanderweg (2 m Breite). Am Seeufer findet sich ein schmaler Gehölzsaum. Das Litoral fällt bis in 10 m Uferentfernung steil bis auf 2 m Wassertiefe ab. Das Substrat ist ufernah eher sandig-steinig, ab 2 m Wassertiefe ist eine Auflage mit Detritusmulde ausgebildet.</p>	
<b>Behlendorfer See, Messstelle 129737, BEH 4</b>	
<p>Messstelle 129737 wurde am mittleren Südufer des Sees bei Behlendorf untersucht. Landseits grenzt hier Weidegrünland an, das am Ufer durch einen etwa 2 m breiten Saum aus Feuchthochstauden und Rieden vom See abgegrenzt ist. Der wasserseitige Uferbereich ist schilfbestanden. Das Litoral fällt mäßig steil bis flach ab, als Sediment dominiert Sandmulde.</p>	
<b>Behlendorfer See, Messstelle 130654, BEH 5</b>	
<p>Messstelle 130654 wurde auf der Westseite eines kleinen Landvorsprungs am Nordufer des Behlendorfer Sees aufgenommen. Am Ufer ist ein etwa 50 m breiter Gehölzsaum ausgebildet. Ufernah findet sich erlendominierter Sumpfwald mit einzelnen an der Wasserlinie wurzelnden Grau-Weiden. Das Schilfröhricht wird zum Teil durch Kleineröhricht (Kalmus) ersetzt. Der Litoralabfall vollzieht sich relativ steil, es dominieren bis in größere Wassertiefen sandig-steinige Substrate.</p>	

<b>Fortsetzung Tabelle 1: Charakterisierung der Messstellen</b>	
<b>Messstellencharakter</b>	<b>Foto der Messstelle</b>
<b>Behlendorfer See, Messstelle 130655, BEH 6</b>	
<p>Messstelle 130655 liegt am östlichen Nordufer des Behlendorfer Sees östlich einer kleinen Badestelle. Landseitig ist ein schmaler Ufergehölzsaum ausgebildet dessen Krautschicht von dichtem Brombeergebüsch beherrscht wird. Der Uferanstieg ist zunächst flach dann deutlich steiler ansteigend. Seeseitig findet sich Schilfröhricht. Der Litoralabfall ist recht steil, vorherrschend sind sandig-steinige Substrate.</p>	
<b>Behlendorfer See, Messstelle 130656, BEH 7</b>	
<p>Messstelle 130656 wurde an einem westexponierten Uferbereich im Südosten des Behlendorfer Sees untersucht. Das Ufer wird hier zunächst von einem knapp 10 m breiten Staudensaum eingenommen, in den von der Seeseite her Röhrichtarten eindringen. Die angrenzenden Flächen werden als Grünland genutzt. Das Litoral weist durchweg ein relativ geringes Gefälle auf, der Gewässerboden ist bis in 1 m Wassertiefe sandig mit Kiesanteilen, im tieferen Wasser dominiert dann Sandmudde.</p>	
<b>Behlendorfer See, Messstelle 130657, BEH 8</b>	
<p>Messstelle 130657 wurde in einer kleinen Bucht im Süden des Sees östlich von Behlendorf untersucht. Das Ufer war in diesem Bereich von einem gut 15 m breiten und nassen Bruchwaldgebüsch gesäumt. Im Unterwuchs der Gehölze traten gehäuft Nässezeiger auf. Die Messstelle lag inmitten einer Schwimmblattzone. Das Sediment auf dem durchweg flach abfallenden Litoral wird ausschließlich von Detritusmudde gebildet.</p>	

## 2.2 Großer Plöner See



**Abbildung 4:** Lage der 15 Messstellen des **Großer Plöner Sees** an denen die benthischen Diatomeen im Jahr 2019 untersucht wurden. Kartenbasis: OpenStreetMap.

**Tabelle 2:** Charakterisierung (u.a. Biota 2017) und Fotos aus dem Jahr 2019 der bearbeiteten Probestellen am **Großen Plöner See**.

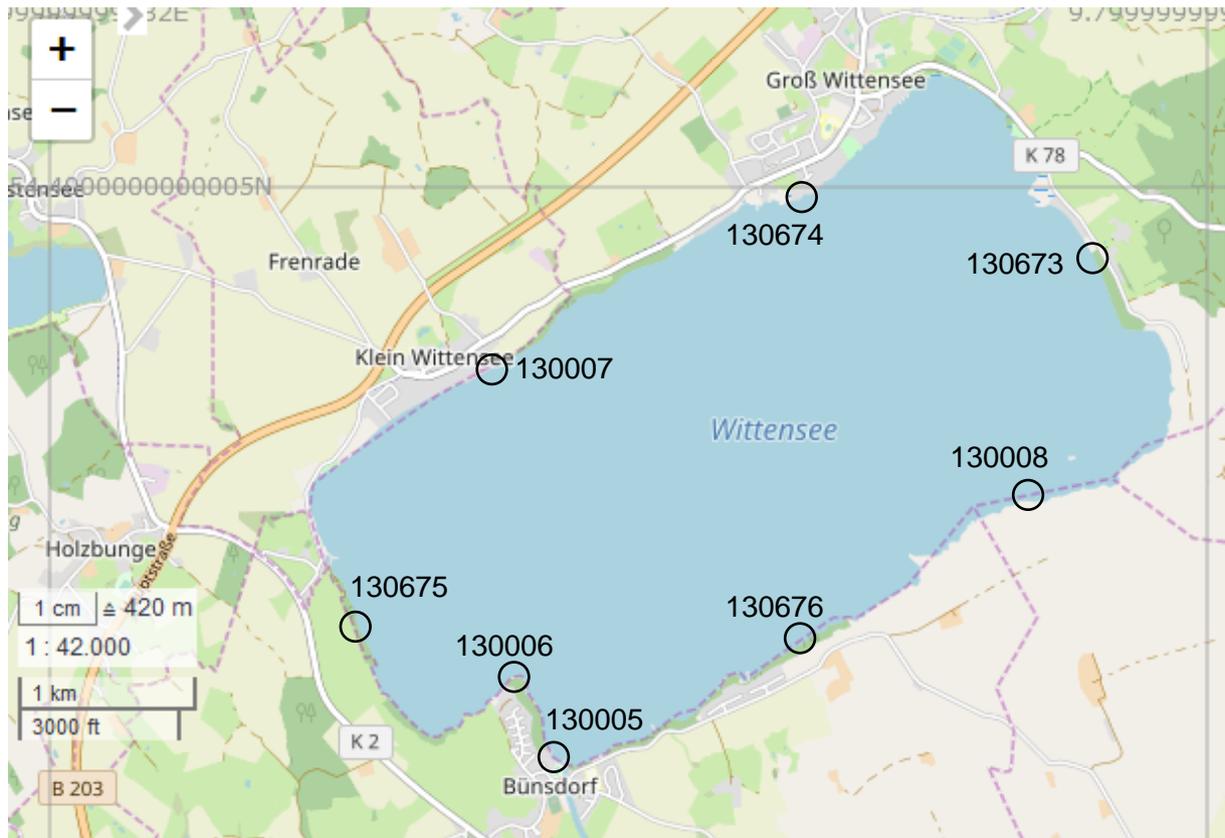
Messstellencharakter	Foto der Messstelle
<b>Großer Plöner See, Messstelle 129784, GPS 15</b>	
<p>Die Messstelle 129784 befindet sich am Nordufer des Sees nordöstlich von Ascheberg. Der unmittelbare Uferbereich ist von einem etwa 5 m breiten Saum aus Weiden und Erlen bestanden, nur an einer kleinen Badestelle findet sich eine Lücke im Gehölzsaum. Landseitig schließen sich Gärten mit Brachflächen an. Das Litoral fällt zunächst flach (&lt;2 m Wassertiefe), dann mäßig steil ab. Der Gewässerboden ist sandig mit teilweise größeren Mengen an Totholz im Flachwasser (&lt;1 m).</p>	
<b>Großer Plöner See, Messstelle 129789, GPS 1</b>	
<p>Die Messstelle 129789 liegt am Nordufer. Das flach ansteigende Ufer ist waldbestanden, teilweise ist die Vegetation überhängend. An der Uferlinie treten sehr vereinzelt Stauden und Röhrichtarten auf. Landseitig befindet sich eine kleine Lichtung mit einer Feuerstelle. Unmittelbar an der Uferlinie befindet sich eine etwa 30 cm hohe Abbruchkante mit z. T. frei liegendem Wurzelwerk. Das Litoral fällt zunächst flach (&lt;1 m), dann bis in 4 m Wassertiefe mäßig steil ab. Von 0-2 m Wassertiefe ist der Gewässerboden überwiegend sandig mit z. T. hohen Anteilen von Grob- und Feinkies.</p>	
<b>Großer Plöner See, Messstelle 129790, GPS 2</b>	
<p>Die Messstelle 129790 befindet sich im Nordteil des Großen Plöner Sees am Ostufer der Prinzeninsel. Das Ufer ist mit Laubmischwald bestanden. An der Uferlinie treten typische weit überhängende Ufergehölze und zerstreut Feuchtezeiger auf. Unterhalb einer 30 cm hohen Uferkante fällt das Litoral flach ab. Das Substrat besteht aus kalkreicher Gytija mit einer sandigen stellenweise steinig-kiesigen Auflage.</p>	
<b>Großer Plöner See, Messstelle 129791, GPS 3</b>	
<p>Die Messstelle 129791 liegt am Westufer südlich von Ascheberg. Das Ufer ist im Transektbereich mit Laubmischwald bestanden. Die Vegetation ist überhängend. Die Wasserlinie ist von einer etwa 0,3 m hohen von Baumwurzelgeflecht durchsetzten Kante gekennzeichnet, hinter der das Ufer landseitig flach ansteigt. Auch das Litoral fällt flach ab und der Gewässerboden ist überwiegend sandig mit höherem Muddeanteil unterhalb von 2 m Wassertiefe und Totholzaufgaben bis in 4 m Tiefe.</p>	

Fortsetzung Tabelle 2: Charakterisierung der Messstellen	
Messstellencharakter	Foto der Messstelle
<b>Großer Plöner See, Messstelle 129792, GPS 4</b>	
<p>Die Messstelle 129792 liegt am Ostufer südlich von Bosau. Am Ufer ist ein auf den Stock gesetzter Saum aus Weidengebüschen mit einzelnen Schwarz-Erlen ausgebildet, dahinter verläuft ein Wanderweg, anschließend Weidegrünland. Nahe der Wasserlinie und zwischen den Gebüsch findet sich eine ufertypische Staudenflur. Das Litoral fällt bis zu einer Wassertiefe von 4 m kontinuierlich flach ab. Der Gewässerboden ist überwiegend sandig, im Flachwasser auch mit mittleren Anteilen von Grobkies.</p>	
<b>Großer Plöner See, Messstelle 129793, GPS 5</b>	
<p>Die Messstelle 129793 befindet sich am nördlichen Ostufer südlich von Ruhleben. Nördlich schließt das Gelände eines Campingplatzes an. Das landseitig flach ansteigende Ufer ist waldbestanden. Die Vegetation ist teilweise überhängend. Das Litoral fällt zunächst bis in 1,4 m Wassertiefe recht flach ab, dahinter ist seewärts ein bis mindestens 10 m Wassertiefe steil abfallender Hang ausgebildet. Bis 2 m Wassertiefe ist der Gewässerboden sandig.</p>	
<b>Großer Plöner See, Messstelle 129794, GPS 6</b>	
<p>Messstelle 129794 liegt an der Ostspitze der Insel Olsborg im Nordosten des Sees. Die waldbestandene Insel ist ungenutzt. Das Ufer steigt landseits nach einer bis etwa 0,4 m hohen Kante kaum an. Die Äste der Ufergehölze ragen bis zu 5 m über die Wasseroberfläche. Das Litoral fällt zunächst bis in knapp 0,5 m Wassertiefe recht flach ab, dann ist ein sehr steil abfallender Hang ausgebildet. Bis zu einer Wassertiefe von 2 m ist der Gewässerboden sandig.</p>	
<b>Großer Plöner See, Messstelle 129795, GPS 7</b>	
<p>Messstelle 129795 befindet sich am mittleren Südufer des westlichen Seeteils. Das landseitige Ufer steigt hinter einer kleinen Kante flach an und ist grünlandbestanden. Entlang der Uferlinie zieht sich ein schmaler Saum aus jungen Erlen und Weiden. Das Litoral fällt in diesem Teil des Sees bis zu einer Wassertiefe von 4 m flach ab. Der Gewässerboden ist überwiegend sandig mit höherem Grobkiesanteil im Flachwasser.</p>	

Fortsetzung Tabelle 2: Charakterisierung der Messstellen	
Messstellencharakter	Foto der Messstelle
<b>Großer Plöner See, Messstelle 129796, GPS 8</b>	
<p>Messstelle 129796 liegt am Westufer nördlich des Ortes Godau. Das Ufer ist von einer lichten Reihe junger Schwarz-Erlen und Weiden gesäumt, landseitig erstrecken sich extensiv genutzte Weideflächen. Im Bereich des Transektes befindet sich eine Versuchsanlage zur Wiederansiedlung von Schilfröhricht. Das Gelände steigt landseitig flach an. Das Litoral fällt durchgängig flach ab. Bis zu einer Wassertiefe von 2 m ist der Gewässerboden überwiegend sandig.</p>	
<b>Großer Plöner See, Messstelle 130518, GPS 9</b>	
<p>Messstelle 130518 liegt am künstlich befestigten Nordufer des Sees in Plön. Der relativ steile Uferbereich ist durch eine Steinschüttung aus Blöcken befestigt, an die landseitig ein ca. 5 m breiter Schotterweg angrenzt, der durch eine ca. 1 m hohe Stahlspundwand von der Bahntrasse abgegrenzt ist. Das Ufer ist stellenweise locker mit jungen Erlen und Weiden bestanden. Das Litoral fällt bis 6 m Wassertiefe durchgängig steil ab. Bis zu einer Wassertiefe von 2 m dominieren Blöcke den Gewässerboden.</p>	
<b>Großer Plöner See, Messstelle 130658, GPS 10</b>	
<p>Messstelle 130658 befindet sich im Bischofssee am Ostufer des Bischofswarders. Die gesamte Insel wird beweidet. An der Wasserlinie ist ein schmaler Saum aus Feuchthochstauden ausgebildet. Das Ufer steigt landseitig mäßig steil an und liegt nach wenigen Metern ca. 1 bis 1,5 m oberhalb des Wasserspiegels. Das Litoral fällt zunächst flach, zwischen 1 und 4 m Wassertiefe dann mäßig steil ab. Im Flachwasser (&lt;1 m) ist der Gewässerboden sandig.</p>	
<b>Großer Plöner See, Messstelle 130659, GPS 11</b>	
<p>Messstelle 130659 liegt an der Südspitze des Sees nördlich der Ortschaft Pehmen. Östlich grenzt das Gelände eines Campingplatzes an das Transekt. Landseitig schließt sich an einen 10 m breiten Brachestreifen mit Grünlandarten und Hochstauden ein Acker an. Das Ufer steigt flach an. Die 0,4 m hohe Uferlinie ist durch eine Steinschüttung befestigt. Das Litoral fällt zwischen 1 und 2 m Wassertiefe flach ab. Im Flachwasser (&lt;1 m) besteht der Gewässerboden überwiegend aus Kies und Blöcken, seewärts schließt sandiges Substrat an.</p>	

Fortsetzung Tabelle 2: Charakterisierung der Messstellen	
Messstellencharakter	Foto der Messstelle
<b>Großer Plöner See, Messstelle 130660, GPS 12</b>	
<p>Messstelle 130660 liegt am Südufer des Sees nordöstlich von Dersau vor einer öffentlichen Grünanlage. Das Ufer ist mit einem Weidensaum bestanden, in dem sich eingestreut Schwarz-Erlen finden. Weiter landeinwärts schließt das Gelände eines Campingplatzes an. Im Transektbereich verläuft die Uferlinie ± gradlinig und das Ufer steigt flach an. Das Litoral fällt durchgängig flach ab und der Gewässerboden ist bis in 2 m Wassertiefe überwiegend sandig.</p>	
<b>Großer Plöner See, Messstelle 130661, GPS 13</b>	
<p>Messstelle 130661 liegt am Westufer nordöstlich von Nehmten. Im Uferbereich dominieren Erlen, die Vegetation ragt teilweise über. Landseitig befindet sich ein mit Buchen bestandener Damm, an den ein Erlen-Eschenwald angrenzt. Entlang der Uferlinie findet sich stellenweise eine von Baumwurzeln durchzogene etwa 0,2 m hohe Abbruchkante. Das Litoral fällt im Flachwasser zunächst flach, dann überwiegend mäßig steil ab. Der Gewässerboden ist bis 2 m Wassertiefe überwiegend sandig, im Flachwasser auch mit mittleren Kiesanteilen, vereinzelt Blöcken und Totholz.</p>	
<b>Großer Plöner See, Messstelle 130662, GPS 14</b>	
<p>Messstelle 130662 liegt am Nordufer der Insel Burmeister Warder westlich der Prinzeninsel. Das Ufer ist mit Erlen-Eschenwald bestanden. Die Äste der Ufergehölze ragen ca. 5 m über die Wasseroberfläche. Die Uferlinie ist stellenweise mit dichtem Baumwurzelgeflecht durchzogen. Das Litoral fällt im Flachwasser (&lt;1 m) flach, dann mäßig steil bis 4 m ab. Im Flachwasser ist das Substrat sandig mit teilweise mittleren Kiesanteilen und Blöcken. Seewärts schließt sich ein Gemisch aus Sand und Sandmudde an.</p>	

## 2.3 Wittensee



**Abbildung 5:** Lage der acht Messstellen des **Wittensees** an denen die benthischen Diatomeen im Jahr 2019 untersucht wurden. Kartenbasis: OpenStreetMap.

**Tabelle 3:** Charakterisierung (u.a. Biota 2017) und Fotos aus dem Jahr 2019 der bearbeiteten Probestellen am **Wittensee**.

Messstellencharakter	Foto der Messstelle
<b>Wittensee, Messstelle 130005, Wit 1</b>	
<p>Die Messstelle 130005 befindet sich am Südufer im Bereich eines kleineren Freibades der Ortslage Bünsdorf. Der unmittelbare Uferbereich ist von einem einreihigen Gehölzsaum aus Weiden, Erlen und Eschen bestanden. An der Uferlinie finden sich vereinzelte, sehr schütterere Röhrichtreste. Der landseitige Uferbereich sowie das Litoral weisen ein durchgehend flaches Gefälle auf. Das Litoral ist bis in 2 m Wassertiefe überwiegend sandig.</p>	
<b>Wittensee, Messstelle 130006, Wit 2</b>	
<p>Die Messstelle 130006 befindet sich nahe der Spitze einer Landzunge am Südufer des Wittensees. Der flach ansteigende Uferbereich ist von Erlenbruchwald bestanden, an den sich im Süden Grundstücke der Ortschaft Bünsdorf anschließen. Eine Röhricht- sowie eine Schwimmblattzone sind nicht vorhanden. Das Litoral fällt bis in 1 m Tiefe flach, danach mäßig steil ab und ist sandig mit hohen Kies- und Steinanteilen; ab 2 m Tiefe nehmen Muddeauflagen stark zu.</p>	
<b>Wittensee, Messstelle 130007, Wit 3</b>	
<p>Die Messstelle 130007 befindet sich am Nordufer des Wittensees am Rande der Ortschaft Klein Wittensee. Die Gärten der angrenzenden Häuser reichen hier unmittelbar bis an die Wasserlinie und sind durch Gehölzreihen begrenzt. Der wasserseitige Uferbereich ist schilfbestanden. Das Litoral fällt zunächst flach (&lt;1 m), dann mäßig steil ab. Der Gewässerboden ist bis 4 m Wassertiefe überwiegend sandig, im Flachwasser mit mittleren Kies- und Steinanteilen.</p>	
<b>Wittensee, Messstelle 130008, Wit 4</b>	
<p>Die Messstelle 130008 liegt am Südufer. Der Bereich erstreckt sich am Rande eines kleinen Bruchwaldes aus Schwarz-Erlen. Im unmittelbaren Uferbereich treten vereinzelt verschiedene Weiden auf. Hinter dem teilweise unterbrochenen, schmalen Waldstreifen befindet sich ein schmaler Grünlandstreifen, an den sich landwärts ein Acker anschließt. Das Litoral fällt durchgängig flach ab und der Gewässerboden besteht überwiegend aus einer Mischung aus Kies, Steinen und Blöcken.</p>	

Fortsetzung Tabelle 3: Charakterisierung der Messstellen	
Messstellencharakter	Foto der Messstelle
<b>Wittensee, Messstelle 130673, Wit 5</b>	
<p>Die Messstelle 130673 liegt am Ostufer westlich der Ortschaft Haby. Das flach ansteigende Ufer ist mit einem Erlen-, Ahorn- und Eschenmischwald bestanden. Seewärts ist diesem ein lückiger Grauweidensaum mit vereinzelt Großseggen vorgelagert. Das Litoral fällt durchgängig flach ab und der Gewässerboden ist bis 4 m Wassertiefe überwiegend sandig mit geringen bis mittleren Stein und Kiesanteilen bis zu Tiefen von 2 m.</p>	
<b>Wittensee, Messstelle 130674, Wit 6</b>	
<p>Die Messstelle 130674 liegt am Nordufer im Siedlungsraum von Groß Wittensee. In diesem Bereich erstrecken sich die Grundstücke der Häuser bis an die Wasserlinie. Der unmittelbare Uferbereich ist mit einem Erlensaum bestanden. Das landwärts flach ansteigende Ufer ist von Gärten mit Rasenflächen und Einzelgehölzen geprägt. Der wasserseitige Uferbereich ist schilfbestanden. Das Litoral fällt bis in 2 m Wassertiefe zunächst flach, dann zunehmend steil ab. Im Flachwasser (&lt;1 m) besteht der Gewässerboden überwiegend aus Kies.</p>	
<b>Wittensee, Messstelle 130675, Wit 7</b>	
<p>Die Messstelle 130675 liegt am Westufer südöstlich der Ortschaft Sande. Der Uferbereich ist von einem Erlenbruchwaldstreifen mit Eschenaufwuchs bestanden, an den sich landwärts Weideflächen anschließen. Die Äste der Ufergehölze ragen über die Wasseroberfläche. Das Litoral fällt über eine Strecke von 50 m bis auf 2 m Wassertiefe ab, bevor es zunächst wieder ansteigt. Der Gewässerboden besteht bis zu 2 m Tiefe überwiegend aus Grobkies und Blöcken.</p>	
<b>Wittensee, Messstelle 130676, Wit 8</b>	
<p>Die Messstelle 130676 befindet sich am Südufer nördlich von Wentorf. Der Uferbereich ist von Erlenbruchwald bestanden. Der wasserseitige Uferbereich ist schilfbestanden. Das Litoral fällt zunächst flach (&lt; 2 m), dann zunehmend steil ab. Der Gewässerboden ist überwiegend sandig, mit Blöcken und Kies in Bereichen unterhalb von 2 m Tiefe.</p>	

### 3. Material und Methoden

Die **Probenahme** erfolgte am 04.07.2019 im Behlendorfer See, vom 01.-07.07.2019 im Großen Plöner See und am 06.07.2019 im Wittensee entsprechend Schaumburg et al. (2014). Die Messstellen wurden photographisch dokumentiert (Tab. 1-3). Die Proben wurden aus einer Wassertiefe von 30-55 cm bzw. 90-210 cm mit Stechrohr (Behlendorfer See für sechs der acht Messstellen) entnommen. In 24 der 31 Proben wurden Steine beprobt, in vier Proben zusätzlich auch Kies und in fünf weiteren Proben zusätzlich Sand, Muscheln, Blöcke und/oder Totholz. In einer Probe wurde ausschließlich Totholz beprobt, während für die restlichen sechs Proben immer Schlamm beprobt wurde und zusätzlich Sand und/oder Totholz in vier dieser Proben (Tab. 4).

**Tabelle 4:** Ort und Datum der **Probenahme** (PN) für benthische Diatomeen und beprobtes Substrat sowie Substrattiefe vom Behlendorfer See, Großen Plöner See und Wittensee im Jahr 2019. East/North-Angabe mittig vom ca. 20 m langen Transekt. Messstelle 129796 (GPS8) wurde auf der Seeseite vom Palisadenzaun beprobt, deshalb einige Meter vom vorgegebenen Ort entfernt. \*Beprobung mit Stechrohr vor einem Schilfgürtel. Muschel= Mu, Schlamm = Schl, Steine = St, Totholz = TH.

See	MSt. Nr.	Abk.	UTM-32 East (DF)	UTM-32 North (DF)	PN 2019 Datum	Tiefe [m]	Substrat
Behlendorfer See	129734	BEH 1	32.611.680	5.951.243	4. Jul.	0,9-1,1*	Schl, Sand, TH
	129735	BEH 2	32.610.198	5.952.206	4. Jul.	1,1-1,2*	TH, Schl, Sand
	129736	BEH 3	32.610.004	5.951.894	4. Jul.	0,4-0,45/1,1*	St, Kies
	129737	BEH 4	32.610.602	5.951.467	4. Jul.	1,8*	Schl
	130654	BEH 5	32.610.538	5.952.087	4. Jul.	0,5-0,55	St
	130655	BEH 6	32.611.223	5.951.526	4. Jul.	1,3-1,5*	Sand, Schl
	130656	BEH 7	32.611.158	5.951.123	4. Jul.	1,9-2,1*	Schl, (Sand)
	130657	BEH 8	32.610.791	5.951.025	4. Jul.	1,0-1,2*	Schl
Großer Plöner See	129784	GPS 15	32.588.772	6.001.299	2. Jul.	0,4-0,45	St, Mu
	129789	GPS 1	32.590.651	6.001.004	2. Jul.	0,3	St
	129790	GPS 2	32.591.952	6.000.299	3. Jul.	0,4-0,45	St
	129791	GPS 3	32.587.306	5.999.856	2. Jul.	0,4-0,5	TH
	129792	GPS 4	32.593.384	5.995.026	3. Jul.	0,4-0,45	St
	129793	GPS 5	32.594.363	6.000.128	7. Jul.	0,4-0,45	St
	129794	GPS 6	32.593.464	6.001.552	3. Jul.	0,4-0,45	St, Kies
	129795	GPS 7	32.589.165	5.998.217	7. Jul.	0,3-0,4	St
	129796	GPS 8	32.591.172	5.998.228	5. Jul.	0,4-0,45	St
	130518	GPS 9	32.592.807	6.002.128	1. Jul.	0,45-0,55	St, Blöcke, Mu
	130658	GPS 10	32.593.224	5.997.287	5. Jul.	0,3-0,35	Sand, St, Mu
	130659	GPS 11	32.591.873	5.993.906	2. Jul.	0,3-0,35	St
	130660	GPS 12	32.587.691	5.997.583	2. Jul.	0,4-0,45	St, Mu, TH, Kies
	130661	GPS 13	32.591.396	5.995.481	5. Jul.	0,3-0,45	St, Kies
130662	GPS 14	32.591.768	5.999.678	3. Jul.	0,3-0,4	St	
Wittensee	130005	Wit 1	32.548.339	6.025.060	6. Jul.	0,3-0,4	St
	130006	Wit 2	32.548.083	6.025.523	6. Jul.	0,3	St
	130007	Wit 3	32.547.960	6.027.273	6. Jul.	0,35-0,45	St
	130008	Wit 4	32.551.044	6.026.577	6. Jul.	0,3-0,35	St, Kies
	130673	Wit 5	32.551.396	6.027.894	6. Jul.	0,3-0,4	St
	130674	Wit 6	32.549.764	6.028.295	6. Jul.	0,3-0,4	St
	130675	Wit 7	32.547.210	6.025.817	6. Jul.	0,35-0,4	St, Sand, TH
	130676	Wit 8	32.549.734	6.025.770	6. Jul.	0,3-0,35	St

Die **Aufbereitung** der Diatomeenproben erfolgte mit Standardmethoden (Battarbee et al. 2001). Jede Probe wurde mit 35 % Wasserstoffperoxid versetzt, gewaschen und in Naphrax® eingebettet. Beim Waschen wurden die Proben bei 1500 Umdrehungen pro Minute für zehn Minuten zentrifugiert.

Die **Analyse** der Dauerpräparate erfolgte entsprechend der Handlungsanweisung zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie für Seen (Schaumburg et al. 2014). Bei 1000-facher Vergrößerung wurden pro Probe mindestens 500 Diatomeen-Objekte identifiziert. Anschließend wurde für ~30 Minuten nach seltenen Arten gesucht und diese mit einer Häufigkeit von „0“ erfasst. Das Standardbestimmungsbuch war Hofmann et al. (2011). Zusätzlich wurden Heudre et al. 2019, Krammer (1997a, b, 2000, 2002, 2003), Krammer und Lange-Bertalot (1988-2004), Lange Bertalot (2001), Lange-Bertalot und Metzeltin (1996), Lange-Bertalot und Moser (1994), Lange-Bertalot & Ulrich (2014), Lange-Bertalot et al. (2011), Levkov (2009), Levkov et al. (2016), Monnier et al. (2012) und Reichardt (1999) genutzt.

Die **Bewertung** der Messstellen anhand von Diatomeen erfolgte mit der PHYLIB Software-Version 5.3.0 vom 18.02.2016 (Tab. 5, 7 und 9). Taxa, die nicht in PHYLIB 5.3 enthalten und entsprechend für PHYLIB „ungültige“ Taxa waren, aber die sicher bestimmt wurden (siehe auch Datei „Litoral diat\_ Seen\_ SH\_ 2019 Werner Dreßler Abgabe.xls“), wurden für die PHYLIB-Importdatei als *Achnanthes bremeyeri* (DV-Nr. 16527) eingegeben, eine Art, die ansonsten nicht vorkam und keine Indikatorwerte besitzt. So wird die Bewertung nicht verfälscht. Außerdem wurden für die PHYLIB-Importdatei folgende Veränderungen an der Taxaliste vorgenommen (Datei „Phylib Import Seen SH 2019\_D&M.xls“ und „-\_D.xls“), siehe auch Fotos (Ordner „Abgabe Diatomeenfotos SH Seen 2019“):

- *Amphora inariensis*: Es kamen regelmäßig *A. inariensis* vor, die zu kurz waren und mit *A. (cf.) inariensis* gekennzeichnet wurden. Obwohl sie <15µm lang waren wurden sie für PHYLIB ohne cf eingegeben und gegebenenfalls mit „echten“ *A. inariensis* aufaddiert, weil sie so auch in Hofmann et al. (2011) (Tafel 91:9) abgebildet ist und somit im Eichdatensatz vermutlich als solche erfasst wurde.
- *Amphora lange-bertalotii* var. *tenuis* und var. *lange-bertalotii*: Die Varietäten für diese Art werden weder in PHYLIB noch in der DV-Nr. Liste unterschieden. Deshalb wurde die Art für PHYLIB immer als *Amphora lange-bertalotii* eingegeben.
- *Amphora minutissima* W. SMITH (DV-Nr. 36246) ist nicht in PHYLIB 2016 enthalten (allerdings in PHYLIB 3.0 vom Dezember 2015).
- *Cymbella excisa* var. *angusta*: Diese Varietät ist nicht in PHYLIB enthalten und wurde deshalb als *Cymbella excisa* (DV-Nr. 36034) eingegeben.
- *Cymbella excisiformis* var. *nonprotracta*: Diese Varietät ist nicht in PHYLIB enthalten und wurde deshalb als *Cymbella excisiformis* (DV-Nr. 26133) eingegeben.
- *Cymbella hustedtii* var. *crassipunctata*: Diese Varietät ist nicht in PHYLIB enthalten und wurde deshalb als *Cymbella hustedtii* (DV-Nr. 36036) eingegeben.
- *Encyonema lange-bertalotii* war immer der Morphotyp 2. Die Morphotypen für diese Art werden weder in PHYLIB noch in der DV-Nr. Liste unterschieden. Deshalb wurde die Art für PHYLIB als *Encyonema lange-bertalotii* eingegeben.
- *Encyonema silesiacum* war immer die Varietät var. *altensis* Krammer. Im Gegensatz zu acht anderen Varietäten ist diese Varietät weder in PHYLIB noch in der DV-Nr. Liste enthalten. Deshalb wurde diese Varietät für PHYLIB als *Encyonema silesiacum* eingegeben.

- *Encyonema persilesiacum* Krammer: Diese sicher bestimmte Art ist ohne DV-Nr. und nicht in PHYLIB.
- *Encyonema ventricosum* war immer der Morphotyp 1. Die Morphotypen für diese Art werden weder in PHYLIB noch in der DV-Nr. Liste unterschieden. Deshalb wurde die Art für PHYLIB als *Encyonema ventricosum* eingegeben.
- *Fragilaria aquaplus* (Lange-Bertalot & Ulrich 2014) hat keine DV-Nummer und ist nicht in PHYLIB enthalten. Für PHYLIB wurde sie als *Fr. tenera* eingegeben, weil sie früher, und somit im Eichdatensatz, vermutlich als solche erfasst wurde. Im Hauptbestimmungsbuch Hofmann et al. 2011 ist *Fragilaria aquaplus* noch nicht enthalten, jedoch in Lange-Bertalot et al. (2017), der ergänzten und teilweise taxonomisch überarbeiteten, englischen Übersetzung von Hofmann et al. 2011, dort auf Tafel 8:26-30.
- *Fragilaria drouotiana* (Heudre et al. 2019) für PHYLIB als *Fragilaria perminuta* (DV-Nr. 26374) eingegeben, weil früher vermutlich als solche bestimmt.
- *Karayevia ploenensis* war immer die *var. gessneri*. Die Varietäten für diese Art werden weder in PHYLIB noch in der DV-Nr. Liste unterschieden. Deshalb wurde die Art für PHYLIB als *Karayevia ploenensis* eingegeben.
- *Navicula* (cf). *utermoehlii*: Für PHYLIB wurde kein cf. für diese zu kleinen (<8x4,5 µm) Exemplare gesetzt, weil sie so auch in Hofmann et al. (2011) abgebildet sind (Tafel 40:23-24).
- *Nitzschia puriformis* (Hlubikova et al. 2009) wurde für PHYLIB entsprechend Hofmann et al. 2011 als *Nitzschia pura* (DV-Nr. 6918) eingegeben.
- *Planothidium frequentissimum* (LANGE-BERTALOT) LANGE-BERTALOT (DV-Nr. 36209) steht mit dieser DV-Nr. in Hofmann et al. (2011). Für PHYLIB wurde dieses Taxon mit der DV-Nr. 16606 = *Planothidium frequentissimum var. frequentissimum* ersetzt, weil nur dieses Taxon Indikatorwerte hat (Degradationszeiger für einige Diatomeen-Seentypen, u.a. für DS 13.1 aber nicht für DS 13.2, Trophiewert Nord = 2,28).
- *Planothidium pumilum* nach Lange-Bertalot et al. (2017; Tafel 25:72-75), der ergänzten und teilweise taxonomisch überarbeiteten, englischen Übersetzung von Hofmann et al. 2011, wurde entsprechend Hofmann et al. 2011 (Tafel 24:59,62) für PHYLIB als *Planothidium granum* eingegeben.
- Wurde ein Taxon mit und ohne cf. identifiziert, dann wurde das „cf.“ für PHYLIB als „spec.“ eingegeben. Kamen dadurch mehr als ein „spec.“ derselben Gattung vor, so wurden sie für PHYLIB aufaddiert.

Zusätzlich zum Auftrag wurden auch planktische Diatomeen erfasst, d.h. zusätzlich zu den mindestens 500 benthischen Diatomeenobjekten. Da die Probenahme auf benthische Diatomeen ausgerichtet ist, wurden die planktischen Diatomeen nur erwähnt und unterstützend zur Bewertung mit herangezogen, wenn sie >10 % stellten. Hier bezieht sich Prozent Plankton stets auf die Summe aller planktischen und benthischen Diatomeenobjekte (= 100 %) (Tab. 5, 7 und 9).

*Nitzschia acicularis* ist laut Hofmann et al. (2011) eine Art mit planktischer Lebensweise, die häufig verdriftet wird und deshalb nicht berücksichtigt werden soll (S. 463). Die Art steht auch in der Ausschlussliste nach Schaumburg et al. (2014, S. 45). Entsprechend wurde die Art dem Plankton zugerechnet und ging nicht in die Bewertung mit ein. Die PHYLIB Software berechnete demnach für alle Proben (n=31) planktische Arten mit Null Prozent. Allerdings wird die Art in PHYLIB mit Indikatorwerten aufgelistet (Trophiewert Nord 5,83).

Häufige Diatomeen (> 1 % Abundanzanteil in mindestens einer Probe) wurden photographisch dokumentiert (siehe jpgs auf DVD).

Die **Bewertung** der Messstellen anhand von Diatomeen und Makrophyten erfolgte ebenfalls mit der PHYLIB Software-Version 5.3.0 vom 18.02.2016. Dafür wurden die von Stuhr et al. (2020) bereitgestellten Makrophytendaten mit den Diatomeendaten in einer PHYLIB-Importdatei zusammengefasst. PHYLIB verschneidet beide Module zu einer Gesamtbewertung im Makrophyten-Phytobenthos-Index (Tab. 5, 7 und 9).

#### 4. Ergebnisse

Im Folgenden werden folgende Standard-Farbkodierungen genutzt:

Ökologische Zustandsklasse	
1	sehr gut
2	gut
3	mäßig
4	unbefriedigend
5	schlecht
	ungesicherte Bewertung

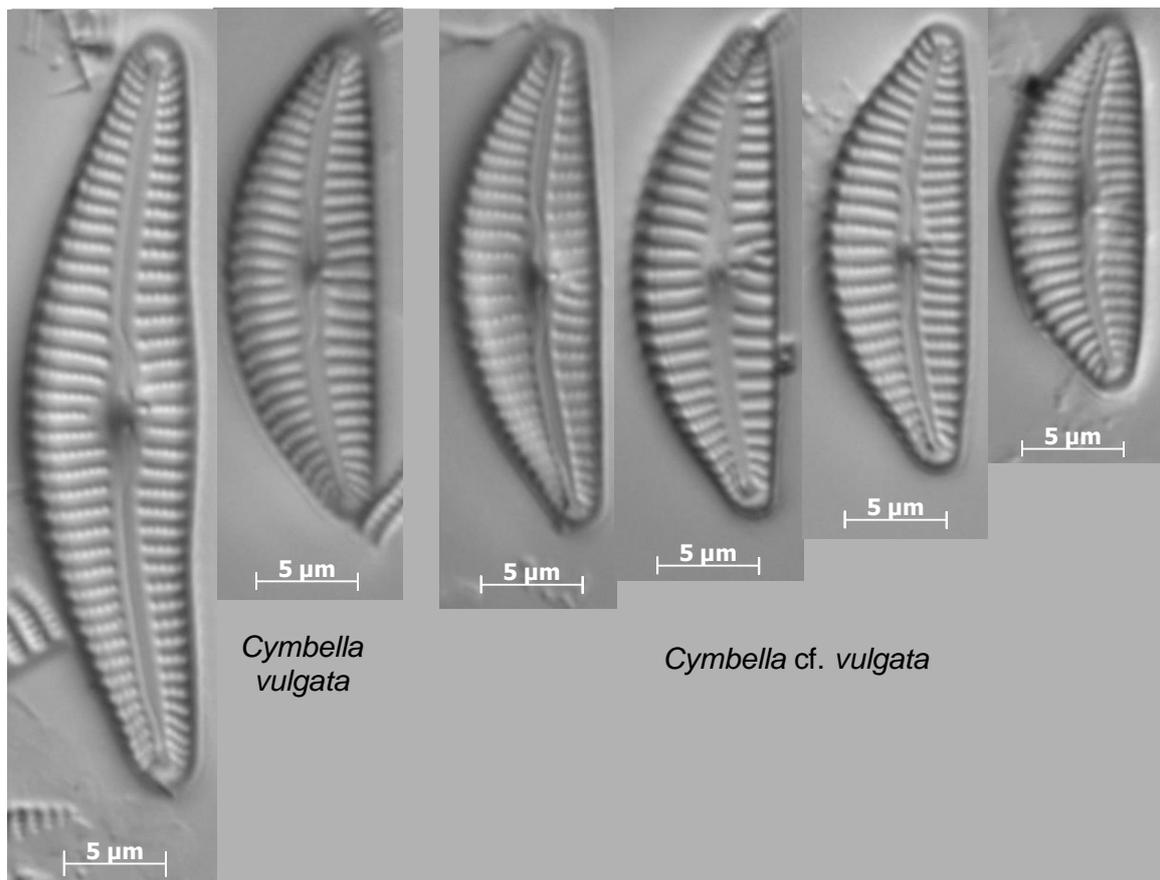
Insgesamt gibt es mehrere **Kriterien der Nichtauswertbarkeit und Nichtbewertbarkeit** (Schaumburg et al. 2014). "Proben können zur Bewertung nicht herangezogen werden, wenn der Anteil nur bis zur Gattung bestimmter, nicht bestimmbarer (spec) und/oder nicht eindeutig bestimmbarer Formen [im Folgenden "**cfs**"] einen Wert von 5 % überschreitet." (Schaumburg et al. 2014, S. 46). Dies ist kein sinnvolles Ausschlusskriterium, weil vielmehr wichtig ist, wie viel Prozent indikativer Taxa insgesamt in die Bewertung eingehen. Hier liefert die neue PHYLIB-Software einen Anhaltspunkt, weil sie die Anzahl und Häufigkeiten der Taxa mit einem Trophiewert angibt und die Anzahl der Taxa, die in den Referenzartenquotienten einfließt (siehe Tab. 5, 7 und 9).

Nur in einer der 31 Messstellen lag die Summe der cfs über 5 %. Messstelle 129792 vom Großen Plöner See (GPS 4) enthielt 6,5 % *Cymbella cf. vulgata* (Abb. 6) und 0,4 % *Sellaphora cf. seminulum*. Der Anteil an cfs lag somit nur geringfügig über der 5 % Hürde und sollte als einziges Kriterium deshalb kein Ausschlusskriterium für eine gesicherte Bewertung sein (siehe Kapitel 4.2).

Insgesamt mussten die meisten Objekte mit cf bezeichnet werden, wenn Taxa nur in der Gürtelbandansicht vorlagen und keiner Valvenansicht sicher zugeordnet werden konnten. Für diese Taxa liegen keine Fotos vor. Andere problematische Taxa, die in Valvenansicht vorlagen, wurden photographisch dokumentiert (siehe DVD).

Ein weiteres Ausschlusskriterium sind > 5 % **aerophile Diatomeen** (Schaumburg et al. 2014). Aerophile Taxa stellten laut PHYLIB 5.3 nur 0-0,4 % der Diatomeenobjekte pro Probe (Median 0 %, n = 31) und beeinflussten die Bewertungen demnach nicht.

In den 31 Messstellen wurden im Jahr 2019 keine **Versauerungszeiger-Diatomeen** nachgewiesen. Solche Diatomeen beeinflussten die Bewertung demnach nicht.



**Abbildung 6:** *Cymbella cf. vulgata* aus Probe GPS4 sowie *Cymbella vulgata* zum Vergleich.

Für eine verlässliche Bewertung mit dem Modul **Referenzartenquotient** (RAQ) werden für Gewässer des Diatomeentyps DS 13.2 zwölf indikative Taxa für eine gesicherte Bewertung gefordert (Schaumburg et al. 2014). Für die 31 Messstellen beruhte das RAQ-Modul auf 20-43 (Median 28) Taxa und gelten somit als verlässliche Bewertungen.

Für den hier genutzten **Trophie-Index**  $TI_{\text{Nord}}$  gilt, dass die Bewertung nur dann als gesichert gilt, wenn der Anteil der eingestuft Taxa mindestens 60% erreicht und ansonsten nur eine ungesicherte Bewertung des Teilmoduls Diatomeen vorgenommen werden kann (Schaumburg et al. 2014). Im Großen Plöner See und Wittensee flossen 76-93 % der Objekte in den  $TI_{\text{Nord}}$  ein (Median 84 %,  $n=23$ ). Diese Bewertungen gelten demnach als gesichert (siehe Kapitel 4.2 und 4.3). Im Behlendorfer See hingegen lagen in nur drei der acht Messstellen die Häufigkeit der Trophie-eingestuften Taxa bei 61-81 %. In fünf Messstellen waren dies nur 39-51 %, womit diese Messstellen und somit auch dieser See anhand von benthischen Diatomeen nicht gesichert bewertet werden konnte. Grund waren vor allem hohe Abundanzen von *Achnantheidium minutissimum* var. *minutissimum*, die für Seen keinen Trophiewert besitzt (siehe Kapitel 4.1).

#### 4.1 Behlendorfer See

**Häufige Diatomeen-Taxa:** Die benthischen Diatomeenproben des Behlendorfer Sees aus dem Jahr 2019 wurden mit 8-47 % pro Probe (Median 19 %,  $n=8$ ) von *Achnantheidium minutissimum* var. *minutissimum* dominiert. Laut Hofmann et al. (2011) siedelt diese Art über eine weite Spanne der Trophie und hat eine weit gespannte ökologische Amplitude.

Entsprechend besitzt sie laut PHYLIB keinen Trophiewert Nord und ist eine Referenzart (A-Taxon in Tab. 5). Am zweithäufigsten war die niedrigere Trophie anzeigende *Nitzschia lacuum* mit 7-15 % in vier der acht Messstellen (Trophiewert Nord bei nur 1,27 siehe Tab. 5). Außerdem waren folgende Taxa in einer bis drei Proben häufig (>5 %), die zumeist Indikatoren des sehr guten oder guten Zustandes sind: *Achnanthydium inconspicuum*, *Encyonopsis minuta*, *Encyonopsis subminuta*, *Fragilaria construens* f. *construens*, *Fragilaria construens* f. *venter*, *Geissleria cummerowi*, *Karayevia clevei* var. *clevei*, *Navicula cryptotenelloides* und *Navicula lacuum*. Jedoch kommen in den Proben des Behlendorfer Sees auch Indikatoren des mäßigen Zustands häufig vor, die zum Teil zugleich Degradationszeiger sind (C-Arten in Tab. 9), wie z.B. *Amphora pediculus*, *Fragilaria brevistriata*, *Fragilaria pinnata* var. *pinnata*, *Navicula cari* und *Navicula utermoehlii* (Tab. 5).

**Bewertung mit PHYLIB:** Die Anzahl der Diatomeen-Taxa mit Trophie-Wert je Probe lag zwischen 30 und 44, wobei diese Taxa 39-51 % bzw. 61-81 % aller Diatomeenobjekte je Probe in fünf bzw. drei Messstellen stellten. Somit enthielten nur die Proben BEH 2, BEH 3 und BEH 5 einen ausreichend hohen Anteil an Trophie-indikativen Taxa für eine gesicherte Trophie-Bewertung. In den restlichen fünf Messstellen stellten allein von den häufigsten Taxa (>5 %) 33-47 % der Taxa ohne Trophiewert, allen voran die dominante *Achnanthydium minutissimum* var. *minutissimum*. Insgesamt werden sechs der acht Proben aus dem Behlendorfer See basierend auf dem **Trophieindex Nord** (TI<sub>Nord</sub>) mit gut (2) bewertet, zwei davon gesichert. Die Messstellen BEH 1 und BEH 5 werden mit sehr gut (1) bewertet, eine davon gesichert, da hier die Anteile der Trophie-sensitiven Taxa höher, als in den restlichen Proben war. In der gesicherten Bewertung von BEH 5 waren dies vor allem *Encyonopsis minuta*, *Encyonopsis subminuta*, *Navicula cryptotenelloides* und *Nitzschia lacuum*, die zusammen 40 % stellten (Tab. 5).

Die Anzahl der **Referenzartenquotient** (RAQ)-Arten je Probe lag zwischen 20 und 29, die RAQ-Bewertungen gelten somit als gesichert. Unter den 16 häufigen Taxa kamen als RAQ-Arten drei Degradationszeiger (Kategorie C) und drei Referenzarten (Kategorie A) vor. Alle acht Messstellen des Behlendorfer Sees werden basierend auf dem RAQ mit mäßig (3) bewertet (Tab. 5).

Basierend auf dem TI und dem RAQ lag der **Diatomeen-Index** (DI) je Probe zwischen 0,53 und 0,70 (Median 0,60, n=8). Dementsprechend wird der ökologische Zustand für sechs Proben basierend auf dem DI als gut (2) bewertet (einmal gesichert) und für die weiteren zwei Proben gesichert als mäßig (3). Basierend auf der Artenzusammensetzung kann die ökologische Bewertung der Einzelproben aus fachgutachterlicher Sicht als plausibel angesehen werden (Tab. 5).

Insgesamt bewerten die **Litoraldiatomeen** den ökologischen Zustand des **Behlendorfer Sees** im Jahr 2019 basierend auf drei gesicherten Messstellen mit gut (2,3), wenn man mit den Dezimalbewertungen rechnet und mit mäßig (2,7), wenn man mit den ganzen Zahlen rechnet (wie es PHYLIB macht). Da hier jedoch nur drei der acht Messstellen einfließen, ist die Gesamtbewertung nicht gesichert. Das PHYLIB Bewertungsergebnis kann aus fachgutachterlicher Sicht nicht als plausibel angesehen werden, da auch die Gesamtbewertung basierend auf allen acht Messstellen bei 2,3 liegt (egal ob die Bewertung auf den Dezimalbewertungen oder den ganzen Zahlen beruht) (Tab. 5). Entsprechend wird der Behlendorfer See anhand der benthischen Diatomeen fachgutachterlich, durch die geringe Datengrundlage ebenfalls ungesichert, als gut (2) eingestuft, unter der ergänzenden Berücksichtigung der ungesicherten Messstellen und der Dezimalbewertungen.

Die zusätzlich erfassten **planktischen Diatomeen**objekte stellten nur 1-8 % in sieben der acht Messstellen und lassen dort keine weitere Aussage zum ökologischen Zustand zu (Tab. 5). In Messstelle 129735 (BEH 2) stellten sie 11 % und wurden von *Cyclotella radiosa*, *Fragilaria crotonensis* und *Stephanodiscus parvus* dominiert (siehe Datei „Weitere Diatomeendaten Seen SH 2019 Werner Dressler.xls“). Diese Taxa sind nach Mischke und Nixdorf (2008) Zeiger mittlerer Trophie bzw. niedriger bis mittlerer Trophie (*Cyclotella radiosa*) und weisen entsprechend auf einen mäßigen Zustand des Freiwassers hin, mit leichten Tendenzen zum guten Zustand, wie auch die benthischen Diatomeen an dieser Stelle (Tab. 5).

Basierend auf dem **Makrophyten-Index** (Index M) wird der ökologische Zustand des Behlendorfer Sees im Jahr 2019 laut PHYLIB für sechs Messstellen gesichert als unbefriedigend (4) bewertet und für zwei Proben gesichert als mäßig (3). Fachgutachterlich wird BEH 1 besser bewertet (mit 3 statt 4) und BEH 6 schlechter (mit 4 statt mit 3), die restlichen sechs ökologischen Bewertung der Einzelproben werden aus fachgutachterlicher Sicht als plausibel angesehen (Stuhr et al. 2020) (Tab. 5).

Basierend auf den gesicherten Ergebnissen der Diatomeen- und Makrophyten-Indizes liegt der **Makrophyten-Phytobenthos-Index** (M-D Index) je Probe zwischen 0,14 und 0,51 (Median 0,30, n=8). Dementsprechend wird der ökologische Zustand für vier Proben als mäßig (3) bewertet und für vier Proben als unbefriedigend (4). Unter Beachtung der hier nicht berücksichtigten Daten (weil ungesichert oder durch Aufrundungen), der fachgutachterlichen Einstufungen der Makrophyten durch Stuhr et al. (2020) und ggf. der Bewertung nahe einer Klassengrenze, werden aus fachgutachterlicher Sicht sechs Messstellen-Bewertungen als plausibel eingestuft und Messstellen BEH 1 und BEH 4 besser mit mäßig (3 statt 4) bewertet. Im Mittel der ganzen Zahlen ergibt sich somit ein ökologischer Zustand des Behlendorfer Sees von 3,5 (unbefriedigend), im Mittel der Dezimalzahlen der acht Messstellenbewertungen von 3,3 (mäßig) (Tab. 5). Unter Beachtung der fachgutachterlichen Einstufungen der einzelnen Messstellen wird der Behlendorfer See aus fachgutachterlicher Sicht als mäßig eingestuft.

**Vergleich mit Altdaten:** Auch im letzten Untersuchungsjahr 2016 wurden die acht Messstellen des Behlendorfer Sees von *Achnanthydium minutissimum* var. *minutissimum* (2016: im Mittel 18 %, 2019: 22 %) und *Nitzschia lacuum* (2016: 8 %, n = 8, 2019: 5 %, n=8) dominiert (Tab. 5, Biota 2016). In den Jahren 2004, 2010, 2011 und 2013 zeigte der Diatomeenindex (DI) tendenziell in allen **acht Messstellen** eine stetig verbesserte Wasserqualität an, wonach sich in den Jahren 2014, 2016 und 2019 kein einheitlicher Trend zeigte. In fünf Messstellen zeigten sich im Jahr 2019 gegenüber 2016 kaum Veränderungen, während der DI (ungesichert) in BEH 1 deutlich zunahm (Verbesserung) und in BEH 2 und BEH 3 (gesichert) deutlich abnahm (Verschlechterung der Bewertung) (Tab. 6). Letztere Messstellen liegen im nordwestlichen Teil des Sees (Abb. 7), so dass sich die Frage stellt, welche Begebenheiten im nördlichen Bereich des Gewässers in den Wochen bzw. Monaten vor der Probenahme im Jahr 2019 schlechter waren als im Jahr 2016.

Die **Gesamtbewertung** des Behlendorfer Sees anhand von benthischen Diatomeen wurde im Jahr 2004 noch mit unbefriedigend und im Jahr 2010 mit mäßig bewertet, anschließend jedoch konstant mit gut (2) von 2011 bis 2019 (n=5) (Tab. 6). Demnach sind anhand der Diatomeenergebnisse entsprechend der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU WRRL 2000) keine Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität erforderlich.

**Tabelle 5:** Häufige (>5 %) Diatomeen-Taxa und Zusammenfassung der Bewertung der Proben anhand von benthischen Diatomeen und Makrophyten im Jahr **2019** im **Behlendorfer See** mit PHYLIB 5.3 vom Februar 2016 für den Seentyp D 13.2.

Sechsstellige Zahl = Messstellenummer,  $TW_{\text{Nord}}$  = Trophiewert Nord, D13.2 = Diatomeen-Seentyp 13.2, RA = Artgruppe für den Referenzartenquotienten (RAQ): A = Referenzart, C = Degradationszeiger, *Ac. min.* = *Achnantheidium minutissimum*, Gesamt # = Anzahl identifizierter Taxa pro Probe, TI-# = Anzahl der Taxa, die in den Trophieindex (TI) einfluss, TI-KI = ökologische Zustandsklasse anhand des TI, RAQ-# = Anzahl der Taxa, die in den RAQ einfluss, RAQ-KI = ökologische Zustandsklasse anhand des RAQ, DI = Diatomeenindex, ÖZ D = ökologische Zustandsklasse (ÖZ) anhand benthischer Diatomeen, FAG = fachgutachterliche Bewertung, \*Makrophytendaten (M) stammen von Stuhr et al. (2020): Index M (Makrophytenindex), ÖZ M und ÖZ M FAG; M-D Index = Makrophyten-Phytobenthos-Index, MSt = Messstelle.

Taxon [%]	BEH 1	BEH 2	BEH 3	BEH 4	BEH 5	BEH 6	BEH 7	BEH 8	TW	D13.2
	129 734	129 735	129 736	129 737	130 654	130 655	130 656	130 657	Nord	RA
<i>Achnantheidium inconspicuum</i>			11						-	-
<i>Ac. min. var. minutissimum</i>	37	22	16	8	9	47	28	11	-	A
<i>Amphora pediculus</i>		7			8				2,89	-
<i>Encyonopsis minuta</i>			10		8				1,02	A
<i>Encyonopsis subminuta</i>					8	7			1,02	A
<i>Fragilaria brevistriata</i>				6					2,81	-
<i>Fragilaria con. f. construens</i>								7	-	-
<i>Fragilaria construens f. venter</i>				21				5	-	-
<i>Fragilaria pinnata var. pinnata</i>		10		6					2,57	-
<i>Geissleria cummerowii</i>				6			5	16	-	-
<i>Karayevia clevei var. clevei</i>					8				2,25	-
<i>Navicula cari</i>				9				10	3,06	C
<i>Navicula cryptotenelloides</i>					9				1,37	C
<i>Navicula lacuum</i>				5				5	-	-
<i>Navicula utermoehlii</i>				5					2,43	C
<i>Nitzschia lacuum</i>		7	8		15		9		1,27	-
<b>Summe (%)</b>	37	45	45	67	65	54	42	55		
<b>Plankton %</b>	2,4	11,2	1,9	8,0	4,4	2,8	6,8	0,6		
<b>Gesamt #</b>	54	68	56	59	46	64	67	51		
<b>TI-#</b>	35	44	35	34	30	40	42	32		
<b>TI[%]</b>	45	61	64	51	81	39	49	40		
<b>TI</b>	0,82	0,78	0,76	0,73	0,95	0,79	0,77	0,75		
<b>TI-KI</b>	1	2	2	2	1	2	2	2		
<b>RAQ-#</b>	21	26	26	29	20	27	28	20		
<b>RAQ</b>	0,43	0,31	0,31	0,45	0,45	0,41	0,39	0,45		
<b>RAQ-KI</b>	3	3	3	3	3	3	3	3		
<b>DI</b>	0,63	0,55	0,53	0,59	0,70	0,60	0,58	0,60		
<b>ÖZ D</b>	2,2	2,5	2,6	2,3	1,9	2,3	2,4	2,3		
<b>ÖZ D FAG</b>	2	3	3	2	2	2	2	2		
<b>ÖZ D See</b>	2,7									
<b>ÖZ D See FAG</b>	2									
<b>Index M*</b>	0,25	0,15	0,22	0,25	0,33	0,44	0,14	0,16		Stuhr et al. (2020)
<b>ÖZ M*</b>	3,5	3,9	3,7	3,6	3,2	2,8	4,0	3,9		
<b>ÖZ M FAG*</b>	3	4	4	4	3	4	4	4		
<b>M-D Index</b>	0,25	0,35	0,37	0,25	0,51	0,44	0,14	0,16		
<b>ÖZ MSt</b>	3,5	3,3	3,2	3,6	2,6	2,8	4,0	3,9		
<b>ÖZ FAG</b>	3	3	3	3	3	3	4	4		
<b>ÖZ See</b>	3,5									
<b>ÖZ See FAG</b>	3									

**Tabelle 6:** Historische Bewertungen des **Behlendorfer Sees** anhand von **benthischen Diatomeen**. Die Tabelle der **Altdaten** stammt aus Biota (2016), S.8-9 (Tabelle 3), ergänzt um die Ergebnisse 2019 (Tab. 5). Alle Altdaten wurden mit PHYLIB 4.1 berechnet, nur die Daten aus dem Jahr 2019 mit PHYLIB 5.3 (Feb. 2016).

MSt = Messstelle, TI = Trophieindex, RAQ=Referenzartenquotient, DI= Diatomeenindex, ÖZ D = ökologische Zustandsklasse basierend auf benthischen Diatomeen, FAG = fachgutachterliche Bewertung, grau = n.g. = Bewertung nicht gesichert.

MSt	Jahr	TI	RAQ	DI	ÖZ D	ÖZ D FAG
<b>129734</b> BEH 1	2004	0,54	0,25	0,40	3	-
	2010	0,67	0,17	0,42	n.g. (3)	3
	2011	0,81	0,33	0,57	n.g. (2)	2
	2013	0,86	0,47	0,66	n.g. (2)	2
	2014	0,82	0,35	0,59	n.g. (2)	2
	2016	0,65	0,20	0,43	n.g. (3)	3
	2019	0,82	0,43	0,63	2,2	2
<b>129735</b> BEH 2	2004	0,41	0,12	0,27	4	-
	2010	0,78	0,23	0,50	3	3
	2011	1	0,33	0,67	2	2
	2013	1	0,50	0,75	2	2
	2014	1	0,50	0,75	2	2
	2016	0,97	0,52	0,75	2	2
	2019	0,78	0,31	0,55	2,5	3
<b>129736</b> BEH 3	2010	0,76	0,25	0,51	3	2
	2011	1	0,33	0,67	2	2
	2013	1	0,40	0,7	n.g. (2)	2
	2014	1	0,43	0,71	2	2
	2016	1	0,57	0,79	1	1
	2019	0,76	0,31	0,53	2,6	3
<b>129737</b> BEH 4	2010	0,51	0,21	0,36	n.g. (3)	3
	2011	0,93	0,33	0,63	n.g. (2)	2
	2013	0,84	0,47	0,66	n.g. (2)	2
	2014	0,82	0,35	0,58	n.g. (2)	2
	2016	0,82	0,38	0,60	n.g. (2)	2
	2019	0,73	0,45	0,59	2,3	2
<b>130654</b> BEH 5	2011	1	0,29	0,65	2	2
	2013	1	0,50	0,75	2	2
	2014	1	0,50	0,75	2	2
	2016	1	0,48	0,74	n.g. (2)	2
	2019	0,95	0,45	0,70	1,9	2
<b>130655</b> BEH 6	2010	0,64	0,33	0,49	n.g. (3)	3
	2011	0,97	0,41	0,69	2	2
	2013	1	0,50	0,75	2	2
	2014	1	0,55	0,77	2	2
	2016	0,95	0,39	0,67	2	2
	2019	0,79	0,41	0,60	2,3	2
<b>130656</b> BEH 7	2011	0,94	0,31	0,63	n.g. (2)	2
	2013	0,83	0,47	0,65	n.g. (2)	2
	2014	0,78	0,36	0,57	2	2
	2016	0,83	0,33	0,58	n.g. (2)	2
	2019	0,77	0,39	0,58	2,4	2
<b>130657</b> BEH 8	2011	0,71	0,26	0,48	n.g. (3)	3
	2013	0,60	0,33	0,47	n.g. (3)	3
	2014	0,79	0,36	0,58	n.g. (2)	2
	2016	0,79	0,41	0,60	n.g. (2)	2
	2019	0,75	0,45	0,60	2,3	2
<b>ÖZ D See</b>	2004				4(3,7)	-
	2010				n.g.	3(3,0)
	2011				2(2,0)	2(2,1)
	2013				n.g.	2(2,1)
	2014				2(2,0)	2(2,0)
	2016				2(1,8)	2(2,0)
	2019				n.g.(2,7)	2

## 4.2 Großer Plöner See

**Häufige Diatomeen-Taxa:** Die benthischen Diatomeenproben des Großen Plöner Sees aus dem Jahr 2019 wurden mit 6-38 % (Mittel und Median 19 %, n=15) von *Amphora pediculus* dominiert. Am zweithäufigsten war *Fragilaria brevistriata* mit 6-41 % in acht der 15 Messstellen. Laut Hofmann et al. (2011) sind beide Arten über ein weites trophisches Spektrum zu finden. Entsprechend besitzen sie laut PHYLIB mit 2,89 bzw. 2,81 einen mittelhohen Trophiewert Nord (siehe Tab. 9), wie auch viele der restlichen häufigen Taxa, von denen sehr viele Degradationszeiger sind (C-Taxa in Tab. 9): *Amphora indistincta* (5-10 %, n=4), *Cocconeis neothumensis* (5-12 %, n=4), *Epithemia sorex* (5-28 %, n=4) und *Nitzschia fonticola* (7-41 %, n=4) waren in vier Proben häufig (>5 %). Nur in ein bis zwei Proben waren folgende Taxa häufig: *Achnanthydium eutrophilum*, *Ac. minutissimum* var. *minutissimum*, *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Co. pseudolineata*, *Cymbella* cf. *vulgata*, *Encyonema reichardtii*, *Fragilaria construens* f. *binodis*, *Fragilaria construens* f. *venter*, *Fragilaria pinnata* var. *pinnata*, *Gomphonema elegantissimum*, *Go. minusculum*, *Go. pum.* var. *pumilum*, *Karayevia clevei* var. *clevei*, *Navicula cryptotenelloides*, *Navicula reichardtiana*, *Nitzschia abbreviata* und *Nitzschia paleacea*. Allerdings kamen im Großen Plöner See auch Zeiger sehr hoher Trophie häufig vor, wie zum Beispiel *Cocconeis pediculus*, *Gomphonema minutum*, *Mayamaea atomus* var. *permitis* und *Rhoicosphenia abbreviata* (Tab. 7).

**Bewertung mit PHYLIB:** Die Anzahl der Diatomeen-Taxa mit Trophie-Wert je Probe lag zwischen 35 und 57, wobei diese Taxa 73-93 % aller Diatomeenobjekte je Probe in den Messstellen stellten. Somit enthielten alle 15 Proben einen ausreichend hohen Anteil an Trophie-indikativen Taxa für eine gesicherte Trophie-Bewertung. Insgesamt wurden 12 der 15 Proben aus dem Großen Plöner See basierend auf dem **Trophieindex Nord** (TI<sub>Nord</sub>) mit mäßig (3) bewertet. Die Messstellen GPS 1, GPS 9 und GPS 12 wurden mit unbefriedigend (4) bewertet, da hier die Anteile der Trophie-sensitiven Taxa noch niedriger als in den restlichen Proben war. Besonders häufig war hier die nährstoffarme Habitate meidende *Nitzschia fonticola* (Hofmann et al. 2011) (Tab. 7).

Die Anzahl der **Referenzartenquotient** (RAQ)-Arten je Probe lag zwischen 23 und 43, die RAQ-Bewertungen gelten somit als gesichert. Unter den 27 häufigen Taxa kamen als RAQ-Arten 11 Degradationszeiger (Kategorie C) und nur eine Referenzart (Kategorie A) vor. Alle 15 Messstellen des Großen Plöner Sees wurden basierend auf dem RAQ mit unbefriedigend (4) bewertet (Tab. 7).

Basierend auf dem TI und dem RAQ lag der **Diatomeen-Index** (DI) je Probe zwischen 0,17 und 0,40 (Median 0,32, n=15). Dementsprechend wurde der ökologische Zustand für zehn Proben basierend auf dem DI als unbefriedigend (4) bewertet und für die weiteren fünf Proben als mäßig (3). Basierend auf der Artenzusammensetzung ist die ökologische Bewertung der Einzelproben aus fachgutachterlicher Sicht plausibel (Tab. 7).

Laut PHYLIB sind die Ergebnisse der Messstelle 129792 (GPS 4) nicht gesichert bewertbar, weil diese Probe mit 6,9 % **nicht eindeutig bestimmbarer Formen (cfs)** einen Wert von 5 % überschritt. Aus fachgutachterlicher Sicht ist die Messstelle gesichert bewertet, weil ausreichend Taxa in die Bewertung einfließen. Der RAQ von Messstelle GPS 4 beruhte auf 31 Taxa statt der geforderten Mindestanzahl von zwölf. In sieben der restlichen 14 als gesichert erachteten Proben beruhte er auf weniger Taxa. Die 31 Taxa entsprechen 46 % aller identifizierten Taxa (67 Taxa) in Probe GPS 4, z.B. in der gesichert bewerteten Probe

GPS 10 sind es nur 42 % (23 RAQ-Taxa und 55 Taxa insgesamt) (Tab. 7). Mit 73 % flossen zwar die geringsten Anteile aller 15 Proben in die TI-Bewertung von Probe GPS 4, jedoch liegt dies deutlich über, für eine belastbare TI-Bewertung geforderten, 60 %. Dies unterstreicht, dass es sinnvoll wäre, die 5 % cf-Hürde als Bewertbarkeitskriterium vollständig aufzuheben, zumal nicht sicher bestimmte Taxa nicht in die Bewertung einfließen (können) und somit in den Bewertungskriterien von RAQ und TI enthalten sind. Stattdessen sollte in diesem Falle eine photographische und verbale Dokumentation der cf-Taxa gefordert werden, um eine mögliche spätere Zuordnung zu ermöglichen (siehe auch Schwarz et al. 2019).

Insgesamt bewerteten die **Litoraldiatomeen** den ökologischen Zustand des **Großen Plöner Sees** im Jahr 2019 mit unbefriedigend (3,6). Berücksichtigt man die unnötigerweise von PHYLIB als ungesichert bewertete Probe GPS 4, so wird der See ebenfalls mit unbefriedigend bewertet (3,6 basierend auf den Dezimalzahlen und 3,7 basierend auf den ganzen Zahlen, wie von PHYLIB gefordert). Das Bewertungsergebnis wird aus fachgutachterlicher Sicht anhand der Diatomeengesellschaft als plausibel angesehen (Tab. 7).

Die zusätzlich erfassten **planktischen Diatomeen**objekte stellten nur 0-4,7 % in den 15 Messstellen (Tab. 7), so dass hier keine unterstützende bzw. ergänzende Beurteilung anhand der planktischen Diatomeen gemacht werden kann.

Basierend auf dem **Makrophyten-Index** (Index M) wird der ökologische Zustand des Großen Plöner Sees im Jahr 2019 laut PHYLIB für 13 Messstellen gesichert als mäßig (3) bewertet und für Proben GPS 15 und GPS 6 gesichert als gut (2) (Tab. 7). Fachgutachterlich wird GPS 4 besser bewertet (mit 2 statt 3) und GPS 6 schlechter (mit 3 statt mit 2), die restlichen 13 ökologischen Bewertung der Einzelproben werden aus fachgutachterlicher Sicht als plausibel angesehen (Stuhr et al. 2020).

Basierend auf den gesicherten Ergebnissen der Diatomeen- und Makrophyten-Indizes lag der **Makrophyten-Phytobenthos-Index** (M-D Index) je Probe zwischen 0,31 und 0,49 (Median 0,40, n=15). Dementsprechend wird der ökologische Zustand für alle 15 Proben als mäßig (3) bewertet. Anhand der Artenzusammensetzungen der Diatomeen, der Berücksichtigung des DI vom GPS 4 und der fachgutachterlichen Einstufungen der Makrophyten durch Stuhr et al. (2020) kann die ökologische Bewertung aus fachgutachterlicher Sicht für alle Messstellen als plausibel angesehen werden. Im Mittel der ganzen Zahlen ergibt sich somit ein ökologischer Zustand des **Großen Plöner Sees** von 3,0 (mäßig), im Mittel der Dezimalzahlen von 3,1 (mäßig), was aus fachgutachterlicher Sicht als plausibel angesehen wird (Tab. 7).

**Vergleich mit Altdaten:** Auch im letzten Untersuchungsjahr 2016 wurden die 15 Messstellen des Großen Plöner Sees von der eutraphenten ***Amphora pediculus*** (2016: im Mittel 26 %, 2019: 19 %) dominiert. In beiden Jahren war *Fragilaria brevistriata* die zweithäufigste Art (2016: 6,0 %, n<sub>14</sub>, 2019: 24 %, n<sub>8</sub>). *Epithemia sorex* (6,0 %), *Navicula cryptotenelloides* (5,8 %) und *Cocconeis neothumensis* (5,1 %) waren in allen 15 Proben im Jahr 2016 enthalten und ebenfalls häufig in ein bis vier Proben im Jahr 2019 (Tab. 7, Biota 2017).

Vom Untersuchungsjahr 2005 auf 2010 zeigte der **Diatomeenindex** (DI) in allen neun untersuchten **Messstellen** eine verbesserte Wasserqualität an, wonach sich in den Jahren 2013, 2016 und 2019 in 14 der dann 15 untersuchten Messstellen der DI verschlechterte (abnahm), auf ein Niveau unter dem von 2005 auf nun zumeist unbefriedigendem Niveau.

Dieser Trend verlief in den meisten Messstellen schwankend und nicht geradlinig. Nur in Probe GPS 15 (Nordufer des Sees, etwas östlich von Ascheberg, siehe Abb 8) verbesserte sich der DI vom Jahr 2016 auf 2019 deutlich von unbefriedigend auf mäßig. Die **Gesamtbewertung** des Großen Plöner Sees anhand von benthischen Diatomeen wurde von 2004 bis 2019 mit mäßig bis schwach unbefriedigend bewertet (3,0-3,6, n=6; Tab. 8).

Demnach sind entsprechend der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU WRRL 2000) **Maßnahmen zur Verbesserung** der Wasserqualität erforderlich. Da der See ein relativ kleines Einzugsgebiet im Vergleich zu seiner Größe hat (Seetyp 13 nach Mathes et al. 2002) dürfte sich eine Vergrößerung des Gewässerrandstreifens besonders positiv auswirken. Allerdings ist dies nicht an allen Messstellen möglich bzw. nötig. Grundsätzlich bedarf es für sinnvolle, effektive Maßnahmenvorschläge einer Analyse der Nährstoffeinträge in den Großen Plöner See. Dort, wo die Einträge z.B. durch Düngung von intensiv genutztem Ackerland, potentiell am höchsten sind, sind Maßnahmen wie vergrößerte Gewässerrandstreifen am effektivsten, weil dann z.B. auch Einträge durch Starkregenereignisse abgefedert werden können. Werden die Nährstoffe jedoch vor allem diffus eingetragen, dann müssen die Maßnahmen an den Quellen der Nährstoffe, also möglicherweise außerhalb des Einzugsgebiets des Sees, ergriffen werden. Die Analyse der benthischen Diatomeen gibt lediglich Hinweise darauf, dass der gesamte See betroffen ist und keine Seebecken oder Abschnitte besonders gut oder schlecht bewertet werden (Abb. 8).

Über den Behler See und Höftsee durchfließt die Schwentine den Großen Plöner See im Norden des Sees von Ost nach West in Richtung Plön Schwanensee, Stadtsee und schließlich Kleinen Plöner See. In dem Bereich liegen GPS 6 und GPS 9, die sich in ihrer Diatomeengesellschaft nicht drastisch von den restlichen Messstellen unterscheiden. Somit scheinen über die Schwentine nicht mehr (oder weniger) Nährstoffe in den See zu gelangen, als aus anderen Gebieten des Einzugsgebietes.

**Tabelle 7:** Häufige (>5 %) Diatomeen-Taxa und Zusammenfassung der Bewertung der Proben anhand von benthischen Diatomeen und Makrophyten im Jahr **2019** im **Großen Plöner See** mit PHYLIB 5.3 vom Februar 2016 für den Seentyp D 13.2.

Sechsstellige Zahl = Messstellenummer, TW<sub>Nord</sub> = Trophiewert Nord, D13.2 = Diatomeen-Seentyp 13.2, RA = Artgruppe für den Referenzartenquotienten (RAQ): A = Referenzart, C = Degradationszeiger, *Ac. min.* = *Achnanthidium minutissimum*, *Ma.* = *Mayamaea*, Gesamt # = Anzahl identifizierter Taxa pro Probe, TI-# = Anzahl der Taxa, die in den Trophieindex (TI) einfluss, TI-KI = ökologische Zustandsklasse anhand des TI, RAQ-# = Anzahl der Taxa, die in den RAQ einfluss, RAQ-KI = ökologische Zustandsklasse anhand des RAQ, DI = Diatomeenindex, ÖZ D = ökologische Zustandsklasse (ÖZ) anhand benthischer Diatomeen, FAG = fachgutachterliche Bewertung, \*Makrophytendaten (M) stammen von Stuhr et al. (2020): Index M (Makrophytenindex), ÖZ M und ÖZ M FAG; M-D Index = Makrophyten-Phytobenthos-Index, MSt = Messstelle.

<b>Großer Plöner See</b>	GPS 15	GPS 1	GPS 2	GPS 3	GPS 4	GPS 5	GPS 6	GPS 7	GPS 8	GPS 9	GPS 10	GPS 11	GPS 12	GPS 13	GPS 14	<b>TW</b>	<b>D13.2</b>
<b>PN Datum 2019</b>	2.7	2.7	3.7	2.7	3.7	7.7	3.7	7.7	5.7	1.7	5.7	2.7	2.7	5.7	3.7	<b>Nord</b>	<b>RA</b>
<b>Taxon [%]</b>	<b>129784</b>	<b>129789</b>	<b>129790</b>	<b>129791</b>	<b>129792</b>	<b>129793</b>	<b>129794</b>	<b>129795</b>	<b>129796</b>	<b>130518</b>	<b>130658</b>	<b>130659</b>	<b>130660</b>	<b>130661</b>	<b>130662</b>		
<i>Achnanthidium eutrophilum</i>											8					-	-
<i>Ac. min. var. minutissimum</i>				5	6											-	A
<i>Amphora indistincta</i>	7							10						5	5	2,89	-
<i>Amphora pediculus</i>	14	38	29	21	24	19	8	14	23	6	8	14	18	26	24	2,89	-
<i>Cocconeis neothumensis</i>			6				7	5						11	12	2,15	-
<i>Cocconeis pediculus</i>		9								8						4,33	-
<i>Co. placentula var. lineata</i>															5	2,93	-
<i>Cocconeis pseudolineata</i>														7		3,45	C
<i>Cymbella cf. vulgata</i>					7											-	-
<i>Encyonema reichardtii</i>							6									3,97	C
<i>Epithemia sorex</i>			5			28	13		7							2,46	-
<i>Fragilaria brevistriata</i>	37				15		6	40	12		41	32	9			2,81	-
<i>Fragilaria construens f. binodis</i>	5															-	-
<i>Fragilaria construens f. venter</i>								5			6					-	-
<i>Fragilaria pinnata var. pinnata</i>									8		10					2,57	-
<i>Gomphonema elegantissimum</i>				10												2,75	C
<i>Gomphonema minusculum</i>															10	-	-
<i>Gomphonema minutum</i>										17						4,23	C
<i>Go. pum. var. pumilum</i>															8	2,75	C
<i>Karayevia clevei var. clevei</i>															6	2,25	-
<i>Ma. atomus var. permitis</i>				9												5,74	C
<i>Navicula cryptotenelloides</i>			5													1,37	C
<i>Navicula reichardtiana</i>				7												3,51	C
<i>Nitzschia abbreviata</i>		8					9									-	-
<i>Nitzschia fonticola</i>		10								41		7	14			3,72	C
<i>Nitzschia paleacea</i>							6			5						3,5	C
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>			10													4,35	C
<b>Summe (%)</b>	63	65	55	53	51	47	55	74	50	77	72	54	42	49	70		

**Fortsetzung Tabelle 7: Häufige (>5 %) Diatomeen-Taxa und Zusammenfassung der Bewertung**

<b>Großer Plöner See</b>	GPS 15	GPS 1	GPS 2	GPS 3	GPS 4	GPS 5	GPS 6	GPS 7	GPS 8	GPS 9	GPS 10	GPS 11	GPS 12	GPS 13	GPS 14	
<b>Taxon [%]</b>	<b>129784</b>	<b>129789</b>	<b>129790</b>	<b>129791</b>	<b>129792</b>	<b>129793</b>	<b>129794</b>	<b>129795</b>	<b>129796</b>	<b>130518</b>	<b>130658</b>	<b>130659</b>	<b>130660</b>	<b>130661</b>	<b>130662</b>	
<b>Plankton %</b>	0,2	1,0	2,1	1,7	0,4	1,0	3,4	0,6	2,1	4,7	1,5	0,0	0,0	0,8	0,4	
<b>Gesamt #</b>	55	53	62	67	67	79	63	58	73	52	55	66	73	57	55	
<b>TI-#</b>	43	41	42	50	43	57	46	42	54	39	35	43	52	42	39	
<b>TI[%]</b>	83	86	88	80	73	84	82	87	87	93	78	84	76	89	84	
<b>TI</b>	0,54	0,38	0,48	0,45	0,52	0,56	0,48	0,50	0,51	0,22	0,59	0,42	0,28	0,50	0,55	
<b>TI-KI</b>	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	
<b>RAQ-#</b>	26	28	31	39	31	43	32	31	36	27	23	30	39	28	27	
<b>RAQ</b>	0,19	0,21	0,10	0,21	0,13	0,21	0,16	0,16	0,11	0,11	0,22	0,07	0,13	0,14	0,19	
<b>RAQ-KI</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
<b>DI</b>	0,37	0,30	0,29	0,33	0,32	0,38	0,32	0,33	0,31	0,17	0,40	0,24	0,20	0,32	0,37	
<b>ÖZ D</b>	3,3	3,7	3,7	3,5	3,5	3,3	3,6	3,5	3,6	4,2	3,2	3,9	4,1	3,5	3,3	
<b>ÖZ D FAG</b>	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	3	
<b>ÖZ D See</b>	3,6															
<b>ÖZ D See FAG</b>	4															
<b>Index M*</b>	0,53	0,50	0,50	0,40	0,49	0,46	0,65	0,50	0,49	0,50	0,45	0,37	0,48	0,43	0,50	Stuhr et al. (2020)
<b>ÖZ M*</b>	2,4	2,5	2,5	2,9	2,6	2,7	1,8	2,5	2,6	2,6	2,8	3,0	2,6	2,8	2,5	
<b>ÖZ M FAG*</b>	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<b>M-D Index</b>	0,45	0,40	0,40	0,36	0,49	0,42	0,48	0,42	0,40	0,33	0,43	0,31	0,34	0,38	0,43	
<b>ÖZ MSt</b>	2,9	3,1	3,1	3,2	2,6	3,0	2,7	3,0	3,1	3,4	3,0	3,5	3,3	3,2	2,9	
<b>ÖZ FAG</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<b>ÖZ See</b>	3,0															
<b>ÖZ See FAG</b>	3															

**Tabelle 8:** Historische Bewertungen des **Großen Plöner Sees** anhand von **benthischen Diatomeen**. Die Tabelle der **Altdaten** stammt aus Biota (2017), S.23-24 (Tabelle 5), ergänzt um die Ergebnisse 2019 (Tab. 7). Alle Altdaten wurden mit PHYLIB 4.1 berechnet, nur die Daten aus dem Jahr 2019 mit PHYLIB 5.3 (Feb. 2016).

MSt = Messstelle, TI = Trophieindex, RAQ=Referenzartenquotient, DI= Diatomeenindex, ÖZ D = ökologische Zustandsklasse (ÖZ) basierend auf benthischen Diatomeen, FAG = fachgutachterliche Bewertung, grau = n.g. = Bewertung nicht gesichert.

MSt	Jahr	TI	RAQ	DI	ÖZ D	ÖZ D FAG
<b>129784</b> GPS 15	2005	0,46	0,15	0,31	4	-
	2010	0,55	0,19	0,37	3	3
	2013	0,44	0,11	0,28	4	4
	2016	0,41	0,18	0,30	4	4
	2019	0,54	0,19	0,37	3,3	3
<b>129789</b> GPS 1	2005	0,57	0,25	0,41	n.g.(3)	-
	2010	0,62	0,26	0,44	3	3
	2013	0,65	0,27	0,46	3	3
	2016	0,52	0,21	0,37	3	3
	2019	0,38	0,21	0,30	3,7	4
<b>129790</b> GPS 2	2005	0,53	0,23	0,38	n.g.(3)	-
	2010	0,62	0,39	0,50	3	3
	2013	0,52	0,28	0,40	3	3
	2016	0,62	0,28	0,45	3	3
	2019	0,48	0,10	0,29	3,7	4
<b>129791</b> GPS 3	2005	0,60	0,20	0,40	n.g.(3)	-
	2010	0,65	0,26	0,46	3	3
	2013	0,52	0,11	0,31	4	4
	2016	0,57	0,14	0,35	3	3
	2019	0,45	0,21	0,33	3,5	4
<b>129792</b> GPS 4	2005	0,55	0,22	0,39	3	-
	2010	0,59	0,32	0,45	3	3
	2013	0,60	0,22	0,41	3	3
	2016	0,56	0,22	0,39	n.g.(3)	3
	2019	0,52	0,13	0,32	3,5	4
<b>129793</b> GPS 5	2005	0,59	0,33	0,46	3	-
	2010	0,68	0,32	0,50	3	3
	2013	0,62	0,32	0,47	3	3
	2016	0,58	0,32	0,45	3	3
	2019	0,56	0,21	0,38	3,3	3
<b>129794</b> GPS 6	2005	0,44	0,21	0,33	n.g.(4)	-
	2010	0,73	0,26	0,49	3	3
	2013	0,59	0,17	0,38	3	3
	2016	0,65	0,15	0,40	3	3
	2019	0,48	0,16	0,32	3,6	4
<b>129795</b> GPS 7	2004	0,48	0,27	0,38	n.g.(3)	-
	2005	0,57	0,17	0,37	3	-
	2010	0,64	0,38	0,51	3	3
	2013	0,63	0,22	0,43	3	3
	2016	0,54	0,16	0,35	3	3
2019	0,50	0,16	0,33	3,5	3	
<b>129796</b> GPS 8	2005	0,48	0,23	0,36	n.g.(3)	-
	2010	0,59	0,26	0,43	3	3
	2013	0,56	0,18	0,37	3	3
	2016	0,47	0,16	0,32	4	4
	2019	0,51	0,11	0,31	3,6	4

Fortsetzung Tabelle 8: Historische Bewertungen des Großen Plöner Sees

MSt	Jahr	TI	RAQ	DI	ÖZ D	ÖZ D FAG
<b>130518</b>	2010	0,45	0,33	0,39	3	3
GPS 9	2013	0,57	0,18	0,38	3	3
	2016	0,50	0,10	0,30	4	4
	2019	0,22	0,11	0,17	4,2	4
	<b>130658</b>	2010	0,68	0,29	0,49	3
GPS 10	2013	0,66	0,29	0,48	3	3
	2016	0,55	0,20	0,38	3	3
	2019	0,59	0,22	0,40	3,2	3
	<b>130659</b>	2010	0,59	0,28	0,44	3
GPS 11	2013	0,51	0,17	0,34	3	3
	2016	0,46	0,14	0,30	4	4
	2019	0,42	0,07	0,24	3,9	4
	<b>130660</b>	2010	0,54	0,29	0,42	3
GPS 12	2013	0,39	0,16	0,28	4	4
	2016	0,49	0,19	0,34	3	3
	2019	0,28	0,13	0,20	4,1	4
	<b>130661</b>	2010	0,59	0,32	0,45	3
GPS 13	2013	0,60	0,20	0,40	3	3
	2016	0,49	0,17	0,33	4	4
	2019	0,50	0,14	0,32	3,5	4
	<b>130662</b>	2010	0,64	0,35	0,49	3
GPS 14	2013	0,51	0,15	0,33	3	3
	2016	0,56	0,23	0,40	3	3
	2019	0,55	0,19	0,37	3,3	3
	<b>ÖZK See</b>	2004				4(3,5)
	2005				4(3,5)	-
	2010				3(3,0)	3(2,9)
	2013				3(3,2)	3(2,9)
	2016				3(3,4)	3(3,3)
	2019				4(3,6)	4

### 4.3 Wittensee

**Häufige Diatomeen-Taxa:** Die benthischen Diatomeenproben des Wittensees aus dem Jahr 2019 wurden mit 13-24 % (Mittel und Median 19 %, n=8) von *Amphora pediculus* und mit 6-20 % (Mittel 13 %, Median 15 %, n=8) von *Cocconeis pediculus* dominiert. Laut Hofmann et al. (2011) ist *A. pediculus* über ein weites trophisches Spektrum zu finden und *C. pediculus* typischerweise bei mittleren bis höheren Trophiegraden. Entsprechend besitzen sie laut PHYLIB mit 2,89 bzw. 4,33 einen mittleren bzw. hohen Trophiewert Nord (siehe Tab. 9), wie auch die meisten restlichen häufigen Taxa, von denen viele Degradationszeiger sind (C-Taxa in Tab. 9): *Epithemia sorex* (im Mittel 8,0 %, n=5), *Fragilaria brevistriata* (9,4 %, n=6) und *Karayevia clevei* var. *clevei* (6,4 %, n=4) waren in mehreren Proben (4-6) häufig (>5 %). Nur in ein bis zwei Proben waren folgende Taxa häufig: *Achnanthydium eutrophilum*, *Amphora indistincta*, *Cavinula scutelloides*, *Cocconeis neothumensis*, *Fragilaria construens* f. *venter*, *Fragilaria perminuta*, *Gomphonema minutum*, *Navicula cryptotenelloides* und *Rhoicosphenia abbreviata* (Tab. 9).

**Bewertung mit PHYLIB:** Die Anzahl der Diatomeen-Taxa mit Trophie-Wert je Probe lag zwischen 36 und 45, wobei diese Taxa 77-92 % aller Diatomeenobjekte je Probe in den Messstellen stellten. Somit enthielten alle acht Proben einen ausreichend hohen Anteil an Trophie-indikativen Taxa für eine gesicherte Trophie-Bewertung. Insgesamt wurden sieben der acht Proben aus dem Wittensee basierend auf dem **Trophieindex Nord** (TI<sub>Nord</sub>) mit mäßig (3) bewertet. Die Messstelle Wit 6 wird mit unbefriedigend (4) bewertet, da hier die Anteile der Trophie-sensitiven Taxa noch niedriger als in den restlichen Proben war (Tab. 9).

Die Anzahl der **Referenzartenquotient** (RAQ)-Arten je Probe lag zwischen 25 und 32, die RAQ-Bewertungen gelten somit als gesichert. Unter den 14 häufigen Taxa kamen als RAQ-Arten fünf Degradationszeiger (Kategorie C) und keine Referenzart (Kategorie A) vor. Alle acht Messstellen des Wittensees werden anhand des RAQ mit unbefriedigend (4) bewertet (Tab. 9).

Basierend auf dem TI und dem RAQ lag der **Diatomeen-Index** (DI) je Probe zwischen 0,26 und 0,32 (Median 0,28, n=8). Dementsprechend wurde der ökologische Zustand für alle acht Proben anhand des DI als unbefriedigend (4) bewertet. Basierend auf der Artenzusammensetzung kann die ökologische Bewertung der Einzelproben aus fachgutachterlicher Sicht als plausibel angesehen werden (Tab. 9).

Insgesamt bewerten die **Litoraldiatomeen** den ökologischen Zustand des **Wittensees** im Jahr 2019 mit unbefriedigend (4,0 bzw. mit 3,7 basierend auf den Dezimalzahlen der Einzelbewertungen). Das Bewertungsergebnis ist aus fachgutachterlicher Sicht anhand der Diatomeengesellschaft plausibel (Tab. 9).

Die zusätzlich erfassten **planktischen Diatomeenobjekte** stellten nur 0,2-1,2 % in den acht Messstellen (Tab. 9), so dass hier keine unterstützende bzw. ergänzende Beurteilung anhand der planktischen Diatomeen gemacht werden kann.

Basierend auf dem **Makrophyten-Index** (Index M) wird der ökologische Zustand des Wittensees im Jahr 2019 laut PHYLIB für drei Messstellen gesichert als mäßig (3) bewertet, für drei Messstellen gesichert als gut (2) und für Wit 3 und Wit 6 gesichert als sehr gut (1) (Tab. 9). Letztere zwei Messstellen werden fachgutachterlich jedoch nur mit mäßig (3 statt 1) bewertet und Wit 1 nur mit unbefriedigend (4 statt 3), die restlichen fünf ökologischen Bewertung der Einzelproben werden aus fachgutachterlicher Sicht als plausibel angesehen (Stuhr et al. 2020).

Basierend auf den gesicherten Ergebnissen der Diatomeen- und Makrophyten-Indizes lag der **Makrophyten-Phytobenthos-Index** (M-D Index) je Probe zwischen 0,36 und 0,54 (Median 0,43, n=8). Dementsprechend wird der ökologische Zustand für sieben der acht Proben als mäßig (3) bewertet und knapp mit gut (2,46) für Wit 3. Anhand der Artzusammensetzungen der Diatomeen und der fachgutachterlichen Einstufungen der Makrophyten durch Stühr et al. (2020) wird die ökologische Bewertung aus fachgutachterlicher Sicht für sechs Messstellen als plausibel angesehen und für die Messstellen Wit 1 und Wit 3 als zu gut eingestuft. Letztere werden fachgutachterlich als unbefriedigend (Wit 1 mit 4 statt 3) bzw. mäßig (Wit 3 mit 3 statt 2) eingestuft. Im Mittel der ganzen Zahlen und auch der Dezimalzahlen ergibt sich somit ein ökologischer Zustand des **Wittensees** von 2,9 (mäßig) (Tab. 9), was aus fachgutachterlicher Sicht als plausibel angesehen wird.

**Vergleich mit Altdaten:** Auch im letzten Untersuchungsjahr 2016 wurden die acht Messstellen des Wittensees von der euträphenten *Amphora pediculus* (2016: im Mittel 26 %, 2019: 19 %, n=8) dominiert. Im Gegensatz zum Jahr 2019 zählte *Cocconeis pediculus* (2019: 13 %, n=8) im Jahr 2016 nicht zu den häufigen Arten. Diese Art ist bei mittleren bis höheren Trophiegraden weit verbreitet und fehlt weitgehend in oligotrophen Habitaten (Hofmann et al. 2011). In beiden Jahren zählten jedoch *Fragilaria brevistriata* (2016: 11 %, n=8; 2019: 9 %, n=6) und *Fragilaria perminuta* zu den häufigen Arten (2016: 7 %, n=8; 2019: 7 %, n=2) (Tab. 9, Biota 2017).

In den Jahren 2000 und 2001 wurde nur die Messstelle Wit 1 beprobt. Der **Diatomeenindex** (DI) bewertete diese Messstelle zumeist mit unbefriedigend. Ab dem Jahr 2010 wurden alle acht Messstellen untersucht und zeigten eine deutliche Verbesserung mit zumeist mäßigen Bewertungen an. Der DI zeigte dann bis zum Jahr 2013 wieder eine deutliche Verschlechterung an und sank auf eine unbefriedigende Bewertung (4) und blieb auf diesem Niveau auch zumeist in den Jahren 2016 und 2019. Die **Gesamtbewertung** des Wittensees Sees anhand von benthischen Diatomeen lag seit dem Jahr 2000 relativ konstant bei unbefriedigend (n=6). Ausnahmen bildete nur eine mäßige Bewertung im Jahr 2010 (Tab. 10).

Demnach sind entsprechend der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU WRRL 2000) **Maßnahmen zur Verbesserung** der Wasserqualität erforderlich. Der größte Zufluss des Wittensees ist der Mühlenbek, der an der Nordecke in den See mündet (zwischen den Messstellen Wit 5 und Wit 6), der Abfluss ist die Schirnau bei Bünsdorf (nähe Messstelle Wit 1) im Süden des Sees. Jedoch weist der See praktisch keine Buchten auf und ist sehr windexponiert, wodurch das Wasser gut durchmischt ist und sich kaum Unterschiede in der Bewertung zwischen den Messstellen zeigen (Abb. 9). Da der See ein relativ kleines Einzugsgebiet im Vergleich zu seiner Größe hat (Seetyp 13 nach Mathes et al. 2002) dürfte sich eine Vergrößerung des Gewässerrandstreifens besonders positiv auswirken. Jedoch könnten die Nährstoffe z.B. auch über das Grundwasser in den See gelangen und nicht ausschließlich aus dem Oberflächenwasser. Auch hier wäre deshalb eine detaillierte Kartierung des Einzugsgebietes und der potentiellen (je nach Wetterlage) und realen Nährstoffeinträge sinnvoll, um effektive Maßnahmen vorschlagen zu können. Die hier vorgestellten Ergebnisse weisen vor allem auf einen Handlungsbedarf hin.

**Tabelle 9:** Häufige (>5 %) Diatomeen-Taxa und Zusammenfassung der Bewertung der Proben anhand von benthischen Diatomeen und Makrophyten im Jahr **2019** im **Wittensee** mit PHYLIB 5.3 vom Februar 2016 für den Seentyp D 13.2.

Sechsstellige Zahl = Messstellenummer, TW<sub>Nord</sub> = Trophiewert Nord, D13.2 = Diatomeen-Seentyp 13.2, RA = Artgruppe für den Referenzartenquotienten (RAQ): A = Referenzart, C= Degradationszeiger, Gesamt # = Anzahl identifizierter Taxa pro Probe, TI-# = Anzahl der Taxa, die in den Trophieindex (TI) einfluss, TI-KI = ökologische Zustandsklasse anhand des TI, RAQ-# = Anzahl der Taxa, die in den RAQ einfluss, RAQ-KI = ökologische Zustandsklasse anhand des RAQ, DI = Diatomeenindex, ÖZ D = ökologische Zustandsklasse (ÖZ) anhand benthischer Diatomeen, FAG = fachgutachterliche Bewertung, \*Makrophytendaten (M) stammen von Stuhr et al. (2020): Index M (Makrophytenindex), ÖZ M und ÖZ M FAG; M-D Index = Makrophyten-Phytobenthos-Index, MSt = Messstelle.

<b>Wittensee 06. Juli 2019</b>										
	Wit 1	Wit 2	Wit 3	Wit 4	Wit 5	Wit 6	Wit 7	Wit 8	TW	D13.2
<b>Taxon [%]</b>	<b>130005</b>	<b>130006</b>	<b>130007</b>	<b>130008</b>	<b>130673</b>	<b>130674</b>	<b>130675</b>	<b>130676</b>	<b>Nord</b>	<b>RA</b>
<i>Achnanthydium eutrophilum</i>						6	7		-	-
<i>Amphora indistincta</i>					6			5	2,89	-
<i>Amphora pediculus</i>	17	24	23	24	18	13	13	19	2,89	-
<i>Cavinula scutelloides</i>					12				3,91	C
<i>Cocconeis neothumensis</i>							6		2,15	-
<i>Cocconeis pediculus</i>	6	20	7	15	15	19	10	15	4,33	-
<i>Epithemia sorex</i>	9	6		12	6		7		2,46	-
<i>Fragilaria brevistriata</i>	12	6	18		5		8	8	2,81	-
<i>Fr. construens f. venter</i>	6								-	-
<i>Fragilaria perminuta</i>		6				7			-	C
<i>Gomphonema minutum</i>						7			4,23	C
<i>Karayevia clevei var. clevei</i>			7	5	5			8	2,25	-
<i>Navicula cryptotenelloides</i>			6						1,37	C
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>						6	7		4,35	C
<b>Summe (%)</b>	50	62	61	56	68	59	58	55		
<b>Plankton %</b>	1,0	0,6	1,0	1,0	0,2	1,2	0,2	0,6		
<b>Gesamt #</b>	68	61	58	56	49	51	65	62		
<b>TI-#</b>	45	41	42	45	36	36	44	45		
<b>TI[%]</b>	77	86	92	89	91	83	77	86		
<b>TI</b>	0,43	0,45	0,44	0,41	0,45	0,38	0,45	0,50		
<b>TI-KI</b>	3	3	3	3	3	4	3	3		
<b>RAQ-#</b>	32	32	30	29	25	25	28	31		
<b>RAQ</b>	0,09	0,19	0,13	0,10	0,12	0,16	0,11	0,13		
<b>RAQ-KI</b>	4	4	4	4	4	4	4	4		
<b>DI</b>	0,26	0,32	0,29	0,26	0,28	0,27	0,28	0,31		
<b>ÖZ D</b>	3,8	3,6	3,7	3,8	3,7	3,8	3,7	3,6		
<b>ÖZ D FAG</b>	4	4	4	4	4	4	4	4		
<b>ÖZ D See</b>				4,0						
<b>ÖZ D SeeFAG</b>				4						
<b>Index M*</b>	0,46	0,52	0,79	0,61	0,65	0,74	0,49	0,51		Stuhr et al. (2020)
<b>ÖZ M*</b>	2,7	2,5	1,2	2,0	1,8	1,4	2,6	2,5		
<b>ÖZ M FAG*</b>	4	2	3	2	2	3	3	3		
<b>M-D Index</b>	0,36	0,42	0,54	0,43	0,47	0,51	0,39	0,41		
<b>ÖZ MSt</b>	3,2	3,0	2,5	2,9	2,8	2,6	3,1	3,0		
<b>ÖZ FAG</b>	4	3	3	3	3	3	3	3		
<b>ÖZ See</b>				2,9						
<b>ÖZ See FAG</b>				3						

**Tabelle 10:** Historische Bewertungen des **Wittensees** anhand von **benthischen Diatomeen**. Die Tabelle der **Altdaten** stammt aus Biota (2017), S.28-29 (Tabelle 9), ergänzt um die Ergebnisse 2019 (Tab. 9). Alle Altdaten wurden mit PHYLIB 4.1 berechnet, nur die Daten aus dem Jahr 2019 mit PHYLIB 5.3 (Feb. 2016).

MSt = Messstelle, TI = Trophieindex, RAQ=Referenzartenquotient, DI= Diatomeenindex, ÖZ D = ökologische Zustandsklasse (ÖZ) basierend auf benthischen Diatomeen, FAG = fachgutachterliche Bewertung.

MSt	Jahr	TI	RAQ	DI	ÖZ D	ÖZ D FAG
<b>130005</b> Wit 1	2000	0,40	0,08	0,24	4	-
	2001	0,43	0,12	0,27	4	-
	2010	0,62	0,26	0,44	3	3
	2013	0,61	0,11	0,36	3	3
	2016	0,40	0,18	0,29	4	4
	2019	0,43	0,09	0,26	3,8	4
<b>130006</b> Wit 2	2010	0,50	0,30	0,40	3	3
	2013	0,48	0,16	0,32	4	4
	2016	0,44	0,12	0,28	4	4
	2019	0,45	0,19	0,32	3,6	4
<b>130007</b> Wit 3	2010	0,44	0,11	0,28	4	4
	2013	0,47	0,15	0,31	4	4
	2016	0,37	0,10	0,23	4	4
	2019	0,44	0,13	0,29	3,7	4
<b>130008</b> Wit 4	2010	0,48	0,18	0,33	3	3
	2013	0,44	0,13	0,29	4	4
	2016	0,43	0,14	0,29	4	4
	2019	0,41	0,10	0,26	3,8	4
<b>130673</b> Wit 5	2010	0,46	0,23	0,34	3	3
	2013	0,39	0,07	0,23	4	4
	2016	0,51	0,20	0,36	3	3
	2019	0,45	0,12	0,28	3,7	4
<b>130674</b> Wit 6	2010	0,51	0,26	0,39	3	3
	2013	0,44	0,14	0,29	4	4
	2016	0,45	0,13	0,29	4	4
	2019	0,38	0,16	0,27	3,8	4
<b>130675</b> Wit 7	2010	0,58	0,26	0,42	3	3
	2013	0,41	0,06	0,24	4	4
	2016	0,42	0,14	0,28	4	4
	2019	0,45	0,11	0,28	3,7	4
<b>130676</b> Wit 8	2010	0,49	0,25	0,37	3	3
	2013	0,31	0,14	0,23	4	4
	2016	0,36	0,13	0,25	4	4
	2019	0,50	0,13	0,31	3,6	4
ÖZ See	2000				4(4,0)	-
	2001				4(4,0)	-
	2010				3(3,0)	3(3,1)
	2013				4(3,9)	4(3,9)
	2016				4(3,9)	4(3,9)
	2019				4(4,0)	4

## 5. Zusammenfassung

Der **Behlendorfer See** wurde im Jahr 2019 laut PHYLIB anhand von benthischen Diatomeen ungesichert mit mäßig (2,7) bewertet, fachgutachterlich mit gut (2) und anhand von benthischen Diatomeen und Makrophyten laut PHYLIB mit unbefriedigend (3,5), fachgutachterlich mit mäßig (3) (Tab.11).

Der **Große Plöner See** wurde im Jahr 2019 laut PHYLIB anhand von benthischen Diatomeen mit unbefriedigend (3,6) bewertet, fachgutachterlich ebenso (4) und anhand von benthischen Diatomeen und Makrophyten laut PHYLIB mit mäßig (3,0), fachgutachterlich ebenso (3) (Tab.11).

Der **Wittensee** wurde im Jahr 2019 laut PHYLIB anhand von benthischen Diatomeen mit unbefriedigend (4,0) bewertet, fachgutachterlich ebenso (4) und anhand von benthischen Diatomeen und Makrophyten laut PHYLIB mit mäßig (2,9), fachgutachterlich ebenso (3) (Tab.11).

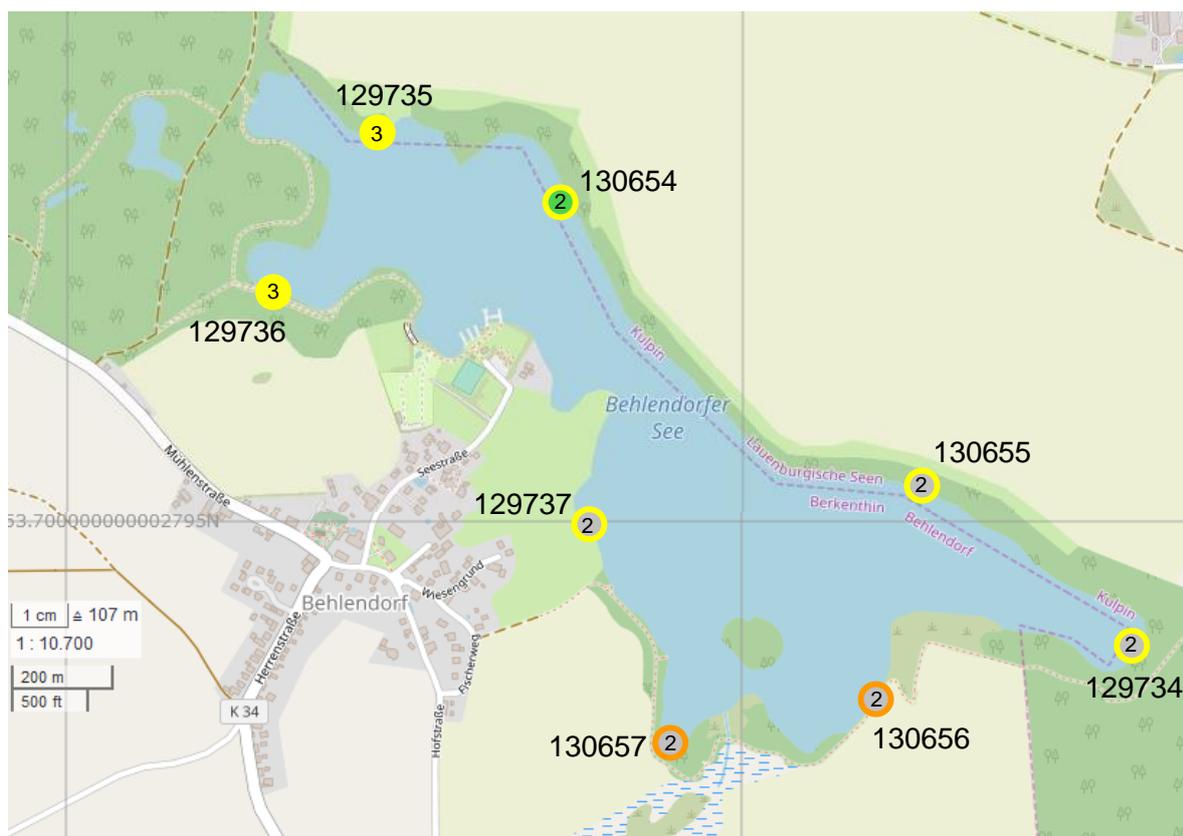
**Tabelle 11:** Zusammenfassung der Seenbewertung anhand von benthischen Diatomeen und Makrophyten im Jahr 2019 mit PHYLIB 5.3 vom Februar 2016 für den Seentyp D 13.2.

ÖZ D = ökologische Zustandsklasse (ÖZ) anhand benthischer Diatomeen (D), See = Bewertung des Sees anhand aller Messstellen, mit acht Messstellen im Behlendorfer See und Wittensee, sowie 15 Messstellen im Großen Plöner See, FAG = fachgutachterliche Bewertung, \*Makrophytendaten (M) stammen von Stuhr et al. (2020).

2019	Behlendorfer See	Großer Plöner See	Wittensee
ÖZ D See	2,7	3,6	4,0
ÖZ D See FAG	2	4	4
ÖZ M-D See	3,5	3,0	2,9
ÖZ M-D See FAG	3	3	3

Eine übersichtliche Darstellung der häufigsten Taxa und der berechneten Indizes des Behlendorfer Sees ist in Tab. 5 und Abb. 7 gegeben. Die mäßig diversen benthischen Diatomeenproben des **Behlendorfer Sees** aus dem Jahr **2019** enthielten 46 bis 68 Taxa (Median 57,5, n=8) und wurden von *Achnantheidium minutissimum* var. *minutissimum* dominiert (im Mittel n=22 %). Diese und weitere häufige Arten besitzen keinen Trophiewert. Deshalb lag der Anteil an Trophie-indikativen Taxa in fünf der acht Messstellen unter 60 % und lieferten entsprechend keine gesicherten Trophie-Bewertungen, Diatomeen-Indices bzw. See-Gesamtbewertung anhand von Diatomeen. Der Referenzartenquotient stufte alle acht Messstellen gesichert mit mäßig ein. Die drei gesichert bewerteten Messstellen stufen den Behlendorfer See anhand von benthischen Diatomeen insgesamt mit mäßig (2,7) ein. Fachgutachterlich gilt die Bewertung durch die geringe Datengrundlage ebenfalls als ungesichert, wird jedoch unter der ergänzenden Berücksichtigung aller Daten als gut eingestuft, wie auch in den letzten Vorjahren (Tab. 5-6, Abb. 7).

Die Makrophyten bewerteten den Behlendorfer See im Jahr 2019 gesichert mit mäßig bis unbefriedigend (3-4) (Stuhr et al. 2020). Entsprechend bewertete der Makrophyten-Phytobenthos-Index den Behlendorfer See im Jahr 2019 insgesamt mit unbefriedigend (3,5). Unter Beachtung der in PHYLIB nicht berücksichtigten Daten und der Bewertung an einer Klassengrenze, wird der Behlendorfer See aus fachgutachterlicher Sicht als mäßig eingestuft (Tab. 5, Abb. 7).

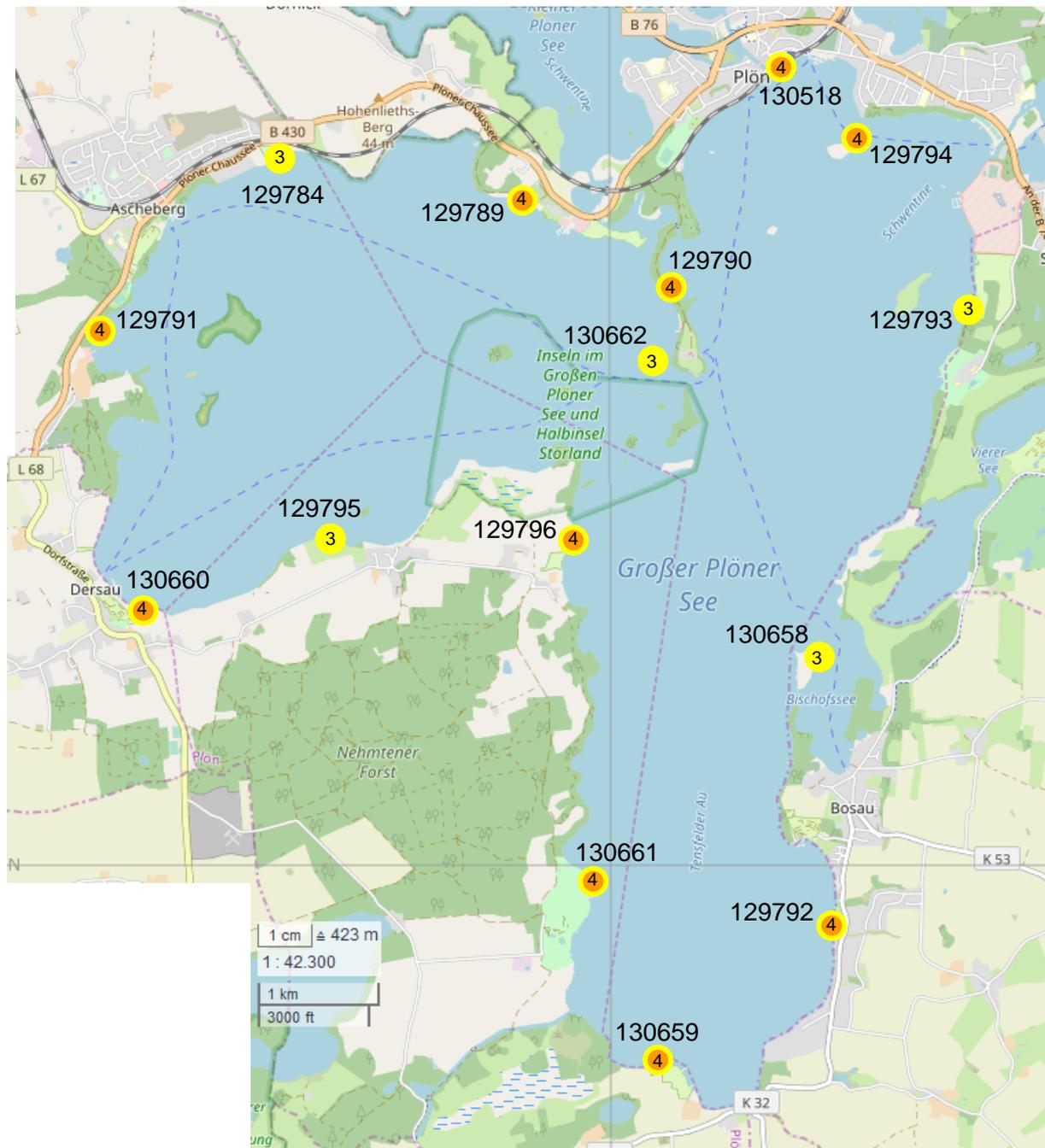


**Abbildung 7:** Zusammenfassung der Bewertung des ökologischen Zustandes des **Behlendorfer Sees**. Kreisfüllung und -zahl = fachgutachterliche Bewertung anhand von benthischen Diatomeen im Jahr **2019**. Farbe des Kreisrandes der Messstellen = fachgutachterliche Bewertung anhand von benthischen Diatomeen und Makrophyten im Jahr 2019; grün = gute Bewertung (2), gelb = mäßige Bewertung (3), grau = ungesicherte Bewertung; Kartenbasis: OpenStreetMap.

Eine übersichtliche Darstellung der häufigsten Taxa und der berechneten Indizes des Großen Plöner Sees ist in Tab. 7 und Abb. 8 gegeben. Die benthischen Diatomeenproben des **Großen Plöner Sees** aus dem Jahr **2019** wurden von *Amphora pediculus* (im Mittel 19 %, n=15) und *Fragilaria brevistriata* (13 %, n=15) dominiert. Die relativ diversen Proben enthielten 52 bis 79 Taxa (Median 62, n=15). Der Trophieindex (TI) bewertete 12 der 15 Proben mit mäßig und drei mit unbefriedigend, während der Referenzartenquotient (RAQ) alle 15 Messstellen mit unbefriedigend bewertete. Beide Indices lieferten gesicherte und aus fachgutachterlicher Sicht plausible Bewertungen, ebenso wie der auf ihnen beruhende Diatomeen-Index, der zehn Proben mit unbefriedigend und fünf Proben mit mäßig bewertete (Tab. 7, Abb. 8).

PHYLIB bewertete die Probe GPS 4 als ungesichert, weil 6,9 % der Objekte nicht eindeutig bestimmt werden konnten. Da sowohl die TI als auch die RAQ auf denen der DI beruht, auch laut PHYLIB, als gesichert gelten, wird die Bewertung der Probe GPS 4 hingegen fachgutachterlich als gesichert bewertet. Insgesamt bewertete PHYLIB den Großen Plöner See anhand von benthischen Diatomeen im Jahr 2019 mit unbefriedigend (3,6), was fachgutachterlich plausibel erscheint (Tab. 7, Abb. 8). Die Makrophyten bewerteten den Großen Plöner See im Jahr 2019 gesichert besser mit insgesamt mäßig (2,9) (Stuhr et al. 2020).

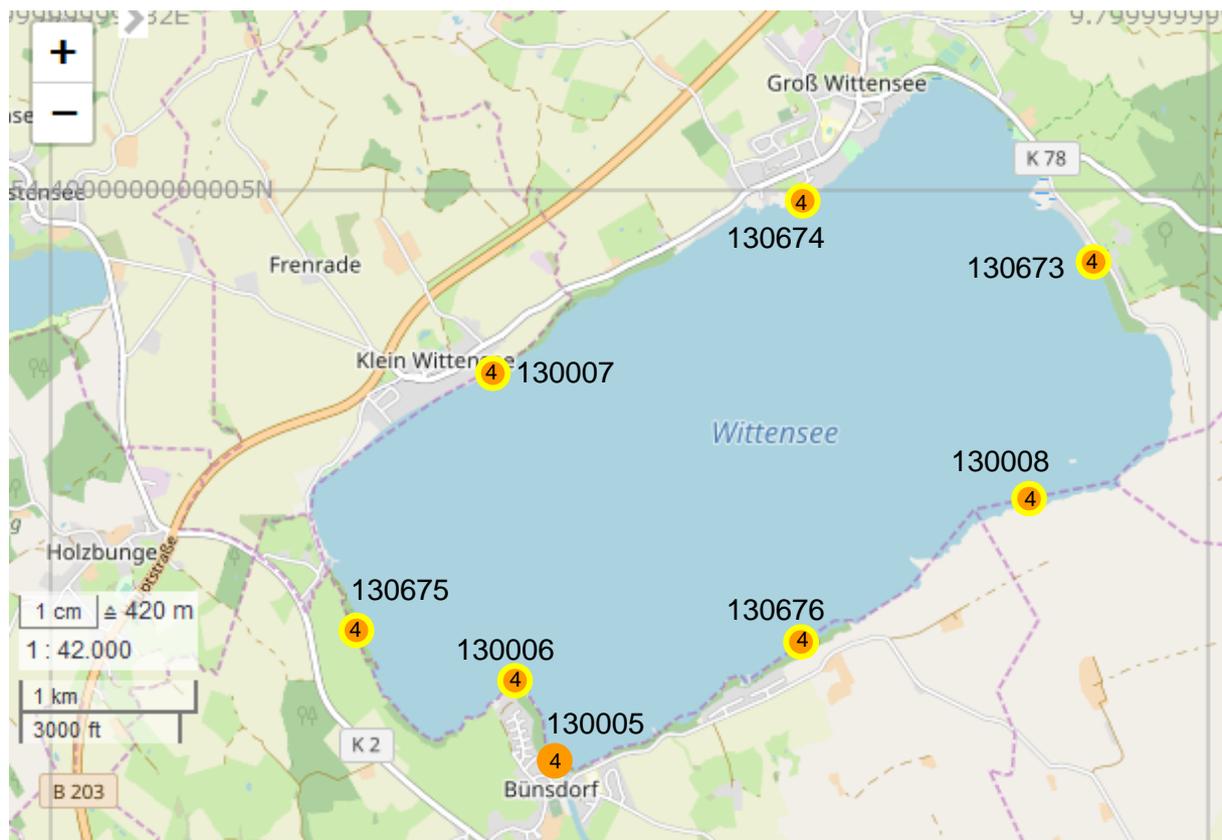
Entsprechend bewertete der Makrophyten-Phytobenthos-Index den Großen Plöner See im Jahr 2019 insgesamt mit mäßig (3,0), was aus fachgutachterlicher Sicht plausibel erscheint. Historisch zeigten die Diatomeen tendenziell eine Verschlechterung der Wasserqualität an, von einer mäßigen Bewertung im Jahr 2010 auf eine unbefriedigende im Jahr 2019 (n=3) (Tab. 7-8, Abb. 8).



**Abbildung 8:** Zusammenfassung der Bewertung des ökologischen Zustandes des **Großen Plöner Sees**. Kreisfüllung und -zahl = fachgutachterliche Bewertung anhand von benthischen Diatomeen im Jahr **2019**. Farbe des Kreisrandes der Messstellen = fachgutachterliche Bewertung anhand von benthischen Diatomeen und Makrophyten im Jahr 2019; gelb = mäßige Bewertung (3), orange = unbefriedigende Bewertung (4); Kartenbasis: OpenStreetMap.

Eine übersichtliche Darstellung der häufigsten Taxa und der berechneten Indizes des Wittensees ist in Tab. 9 und Abb. 9 gegeben. Die benthischen Diatomeenproben des **Wittensees** aus dem Jahr **2019** wurden von *Amphora pediculus* (im Mittel 19 %, n=8) und *Cocconeis pediculus* (13 %, n=18) dominiert. Die mäßig diversen Proben enthielten 49 bis 68 Taxa (Median 59,5, n=8). Der Trophieindex (TI) bewertete sieben der acht Proben mit mäßig und eine Messstelle mit unbefriedigend, während der Referenzartenquotient (RAQ) alle acht Messstellen mit unbefriedigend bewertete. Beide Indices lieferten gesicherte und aus fachgutachterlicher Sicht plausible Bewertungen, ebenso wie der auf ihnen beruhende Diatomeen-Index der ebenfalls alle acht Proben mit unbefriedigend (4,0) bewertete (Tab. 9, Abb. 9).

Die Makrophyten bewerteten den Wittensee im Jahr 2019 gesichert besser mit insgesamt gut (2,1) laut PHYLIB bzw. mäßig (2,8) aus fachgutachterlicher Sicht (Stuhr et al. 2020). Entsprechend bewertete der Makrophyten-Phytobenthos-Index den Wittensee im Jahr 2019 insgesamt mit mäßig (2,9), was aus fachgutachterlicher Sicht plausibel erscheint. Historisch zeigten die Diatomeen tendenziell eine Verschlechterung der Wasserqualität an, von einer mäßigen Bewertung im Jahr 2010 auf eine unbefriedigende im Jahr 2019 (n=3) (Tab. 9-10, Abb. 9).



**Abbildung 9:** Zusammenfassung der Bewertung des ökologischen Zustandes des **Wittensees**. Kreisfüllung und -zahl = fachgutachterliche Bewertung anhand von benthischen Diatomeen im Jahr **2019**. Farbe des Kreisrandes der Messstellen = fachgutachterliche Bewertung anhand von benthischen Diatomeen und Makrophyten im Jahr 2019; grün = gute Bewertung (2), gelb = mäßige Bewertung (3), orange = unbefriedigende Bewertung (4); Kartenbasis: OpenStreetMap.

## 6. Literaturverzeichnis

- Biota - Institut für ökologische Forschung und Planung (2016). Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in schleswig-holsteinischen Seen 2015. Diatomeenbewertung Behlendorfer See. Endbericht 2015. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Kiel.
- Biota - Institut für ökologische Forschung und Planung (2017). Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in schleswig-holsteinischen Seen 2016. Los 5. Endbericht 2016. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Flinckbek.
- Europäische Union (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Union, L 327/1-L327/72, 22.12.2000.
- Mathes, J., Plambeck, G., & Schaumburg, J. (2002): Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km<sup>2</sup> zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Implementierung der EUWRRL in Deutschland: Ausgewählte Bewertungsmethoden und Defizite. Aktuelle Reihe 5: 15-23.
- Mischke, U. & Nixdorf, B. (Hrsg.) (2008): Gewässerreport (Nr. 10): „Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie“, BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2, ISSN 1434-6834.
- Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D. (2014): Bewertung von Seen mit Makrophyten & Phytobenthos für künstliche und natürliche Gewässer sowie Unterstützung der Interkalibrierung. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Endbericht im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Projekt-Nr. O 10.10; Auftragnehmer: Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- Schwarz, A., M. Dreßler, P. Werner, K. Krahn. (2019). Zweiter deutscher Ringversuch benthische Diatomeen 2014/2015. Abschlussbericht/ November 2019. 110 Seiten.
- Stuhr, J., van de Weyer, K. et. al. (2020): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL- und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen. Vegetation des Behlendorfer Sees, des Bültsees, des Garrensees, des Großen Plöner Sees, des Großen Pönitzer Sees, des Großen Segeberger Sees, des Ihlsees (Krs. Segeberg), des Kollsees, des Langsees (Kosel), des Pinnsees, des Schluensees, des Suhrer Sees und des Wittensees im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume. Kiel. P278 + Anhang + 1 CD

## 7. Verzeichnis der verwendeten Bestimmungsliteratur

- Heudre, D., Wetzel, C. E., Moreau, L., & Ector, L. (2019). *Fragilaria drouotiana* sp. nov.: a new epiphytic freshwater diatom species (Fragilariaceae, Bacillariophyta) in lakes of Northeastern France. *Algological Studies*, 1-13.
- Hlubikova, D., Blanco, S., Falasco, E., Goma, J., Hoffmann, L., & Ector, L. (2009). *Nitzschia alicae* sp. nov. and *N. puriformis* sp. nov., new diatoms from European rivers and comparison with the type material of *N. sublinearis* and *N. pura*. *Journal of Phycology*, 45(3), 742-760.
- Hofmann, G., M. Werum und H. Lange-Bertalot (2011): Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflorea Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. A.R.G. Gantner Verlag K.G.
- Krammer, K. (1997a): Die cymbelloiden Diatomeen, Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa, Teil 1 Allgemeines und Encyonema Part. *Bibliotheca Diatomologica* Band 36. Cramer, Berlin Stuttgart, pp 1–382
- Krammer, K. (1997b): Die cymbelloiden Diatomeen, Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa, Teil 2 Encyonema part., Encyonopsis and Cymbellopsis. *Bibliotheca Diatomologica* Band 37. Cramer, Berlin Stuttgart, pp 1–469
- Krammer, K. (2000): The genus *Pinnularia*. *Diatoms of Europe* 1, 703
- Krammer, K., (2002): *Cymbella*. In Lange-Bertalot, H. (ed.), *Diatoms of Europe*, Vol. 3. A.R.G. Gantner Verlag, Ruggel.
- Krammer, K. (2003): *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gophocymbelloides*, *Afrocymbella*. In Lange-Bertalot, H. (ed.), *Diatoms of Europe*, Vol. 4. A.R.G. Gantner Verlag, Ruggel.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1988–2004): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae. 2/1: Naviculaceae, 876 S.; 2/2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 596 S.; 2/3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, 576 S.; 2/4: Achnantheaceae (ergänzter Nachdruck), 437 S.; Stuttgart, Fischer
- Lange-Bertalot, H. (2001): *Navicula sensu stricto*. 10 Genera Separated from *Navicula sensulato* Frustulia. *Diatoms of Europe* 2, 526 S.
- Lange-Bertalot, H., Metzeltin, D. (1996): Oligotrophie-Indikatoren. 800 Taxa repräsentativ für drei diverse Seen-Typen. *Iconographia Diatomologica* 2: 1–390
- Lange-Bertalot, H., Moser, G. (1994): *Brachysira*. Monographie der Gattung. *Bibliotheca Diatomologica* 29: 1–212.
- Lange-Bertalot, H., Ulrich, S. (2014): Contributions to the taxonomy of needle-shaped *Fragilaria* and *Ulnaria* species. *Lauterbornia* 78, 1-73.
- Lange-Bertalot, H., M. Bak, A. Witkowski und N. Tagliaventi (2011): *Eunotia* and Some Related Genera. In *Diatoms of Europe* Volume 6, 747 S. Gantner Verlag, Ruggel.
- Lange-Bertalot et al. (2017), Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M., Cantonati M. (2017): Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species Used in Ecological Assessment. M. Cantonati, M.G. Kelly & H. Lange-Bertalot (Eds.): *Koeltz Botanical Books*, 1-942.
- Levkov, Z. (2009): *Amphora sensu lato*. *Diatoms of Europe* Volume 5, 916 S. Gantner Verlag, Ruggel.
- Levkov, Z., Lange-Bertalot, H., Mitić-Kopanjan, D., & Reichardt, E. (2016): The Diatom Genus *Gomphonema* from the Republic of Macedonia: With 4425 Figures on 201 Plates. *Diatoms of Europe* Volume 8, 552 S. *Koeltz Botanical Books*.
- Monnier O, Ector L, Rimet F, Ferréol M, Hoffmann L (2012): *Adlafia langebertalotii* sp. nov. (Bacillariophyceae), a new diatom from the Grand-Duchy of Luxembourg morphologically similar to *A. suchlandtii* comb. nov. *Nova Hedwigia Beiheft* 130: 131-140.
- Reichardt, E. (1999): Zur Revision der Gattung *Gomphonema*. *Iconographia Diatomologica* 8, 203 S. Gantner Verlag, Ruggel.

## 8. Erklärungen zum Anhang

Alle erforderlichen Grundlagendaten, Diatomeen-Taxalisten, berechneten Indizes und die Fotos der Probennamestellen und der benthischen Diatomeen befinden sich als elektronischer Anhang auf der mit diesem Bericht zusammen gelieferten Daten-DVD. Im Einzelnen befinden sich die folgenden Ordner bzw. Dateien auf der DVD:

- Ordner „Abgabe PNfotos SH Seen 2019“, enthält 86 Fotos der Messstellen von der Probenahme (PN) im Jahr 2019
- Ordner „Abgabe Diatomeenfotos SH Seen 2019“, enthält 181 Fotos der Taxa, die mit mindestens einem Prozent pro Probe vorkamen oder nicht sicher bestimmt werden konnten (cfs.)
- Litoraldiat\_Seen\_SH\_2019 Werner Dreßler Abgabe.xlsx
- Weitere Diatomeendaten Seen SH 2019 Werner Dressler.xlsx, enthält Stammdaten zu den Probenahme- und Diatomeenfotos und die Auflistung der zusätzlich erfassten planktischen Diatomeen.
  
- Phylib Import Seen SH 2019\_D&M.xlsx, D&M = Diatomeen & Makrophyten
- Phylib Import Seen SH 2019\_D.xlsx
- Phylib Export Seen SH 2019\_D&M.xlsx
- Phylib Export Seen SH 2019\_D.xlsx
- Phylib Bericht SH Seen 2019\_D&M.pdf, der von Phylib generierte Bericht mit Diatomeen- und Makrophytendaten (D&M)
- Phylib Bericht SH Seen 2019\_D.pdf, der von Phylib generierte Bericht mit Diatomeendaten (D)
  
- Bericht SH Seen 2019 Werner.pdf
- Bericht SH Seen 2019 Werner.docx
- Tabellen des Berichts Seen SH 2019 Werner.xlsx