

**Monitoring der Qualitätskomponente Phytobenthos
für WRRL und FFH-RL in den schleswig-holsteinischen Seen
Großer Plöner See, Neversdorfer See und Wittensee,
Teilkomponente Diatomeen 2022**

Vergabe Nr. ZB-U0-21-2040000-4122.1, Los 6 (Diatomeen)

April 2023

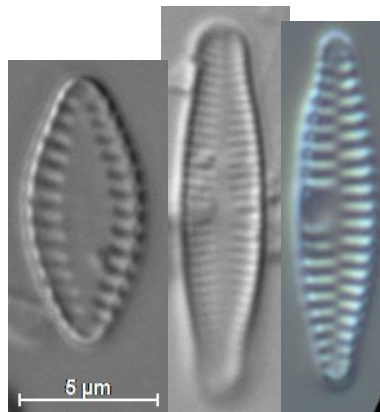


Abbildung 1: Die häufigsten Arten *Fragilaria brevistriata* im Großen Plöner See (durchschnittlich mit 15 % pro Probe), *Achnanthes minutissimum* var. *minutissimum* im Neversdorfer See (21 %), sowie *Fragilaria perminuta* im Wittensee (18 %).

Auftraggeber:

Landesamt für Umwelt Schleswig-Holstein
Dezernat Seen, Hamburger Chaussee 25, 24220 Flintbek

Auftragnehmer:

Dr. Petra Werner (Probenahme und Bericht)
Diatomeen als Bioindikatoren, www.bioindikator-diatomeen.de
Grainauer Str. 8, 10777 Berlin, Tel. (030) 960 85 235, Email: werner@bio-translations.de

Dr. Mirko Dreßler (Diatomeenbestimmung)
Diatomeen-Monitoring, Dorfstraße 6
18182 Rövershagen OT Behnkenhagen

Zitation: Autor [oder Bezeichnung des Auftragnehmers] (Jahr) Titel. Auftraggeber. Erscheinungsort. Seitenzahl + Anlagen
Werner, P., M. Dreßler (2023): Monitoring der Qualitätskomponente Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in den schleswig-holsteinischen Seen Großer Plöner See, Neversdorfer See und Wittensee, Teilkomponente Diatomeen 2022, Vergabe Nr. ZB-U0-21-2040000-4122.1. April 2023. - Endbericht. Im Auftrag des Landesamtes für Umwelt Schleswig-Holstein. Flintbek. P 40 + Anlagen + 1 DVD.
Namen der Bearbeiter/-innen
Dr. Petra Werner (Probenahme, Bericht), Dr. Mirko Dreßler (Diatomeenbestimmung)
Untersuchungsjahr(e)
2022
Qualitätskomponenten
Benthische Diatomeen
Ziele
Operatives Monitoring; WRRL-Bewertung
Gewässerkategorie
Seen
Flussgebietseinheiten
Schlei / Trave
Bearbeitungsgebiete
-
Wasserkörper
0114, 0286, 0449
Gewässernamen
Großer Plöner See, Neversdorfer See, Wittensee
FFH-Gebietsnummern
DE 1828-392, -, DE 1624-392

Inhaltsverzeichnis:

1. Anlass und Aufgabenstellung	4
2. Probenahmestellen	4
2.1 Großer Plöner See	5
2.2 Neversdorfer See	10
2.3 Wittensee.....	12
3. Material und Methoden	15
4. Ergebnisse.....	18
4.1 Großer Plöner See	20
4.2 Neversdorfer See	27
4.3 Wittensee.....	30
5. Zusammenfassung.....	34
6. Allgemeine Literatur	38
7. Verzeichnis der verwendeten Bestimmungsliteratur	39
8. Erklärungen zum Anhang	40

Abbildungsverzeichnis:

	Seite:
Abbildung 1: Fotos der häufigsten Diatomeenarten	1
Abbildung 2: Lage der untersuchten Seen	4
Abbildung 3: Lage der 15 Messstellen des Großen Plöner Sees.....	5
Abbildung 4: Lage der vier Messstellen des Neversdorfer Sees.....	10
Abbildung 5: Lage der acht Messstellen des Wittensees.....	12
Abbildung 6: Fotos von häufigen Taxa mit cf.....	19
Abbildung 7: Zusammenfassung der Bewertung Großen Plöner See	35
Abbildung 8: Zusammenfassung der Bewertung Neversdorfer See	36
Abbildung 9: Zusammenfassung der Bewertung Wittensee.....	37

Tabellenverzeichnis:

	Seite:
Tabelle 1: Charakterisierung und Fotos der Probestellen des Großen Plöner Sees.....	6
Tabelle 2: Charakterisierung und Fotos der Probestellen des Neversdorfer Sees.....	10
Tabelle 3: Charakterisierung und Fotos der Probestellen des Wittensees.....	12
Tabelle 4: Charakterisierung der Probenahme 2022.....	15
Tabelle 5: Häufige Diatomeen-Taxa und PHYLIB-Bewertung des Großen Plöner Sees.....	21
Tabelle 6: Historische Bewertungen des Großen Plöner Sees.....	25
Tabelle 7: Häufige Diatomeen-Taxa und PHYLIB-Bewertung des Neversdorfer Sees.....	28
Tabelle 8: Historische Bewertungen des Neversdorfer Sees.....	29
Tabelle 9: Häufige Diatomeen-Taxa und PHYLIB-Bewertung des Wittensees.....	31
Tabelle 10: Historische Bewertungen des Wittensees.....	33
Tabelle 11: Zusammenfassung der Seenbewertung.....	34

1. Anlass und Aufgabenstellung

Entsprechend der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU WRRL 2000) sollten über das Monitoring von Phytobenthos bzw. der Diatomeengesellschaften des Großen Plöner Sees, Neversdorfer Sees und Wittensees in Schleswig-Holstein für das Jahr 2022 für insgesamt 27 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). Diese Bewertungen anhand der benthischen Diatomeenbiozönose sollten, zusammen mit vorliegenden Altdaten, identifizieren, ob Maßnahmen für die Verbesserung der Wasserqualität notwendig sind bzw. ob Maßnahmen gegriffen haben.

2. Probenahmestellen

Alle drei Seen liegen in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland (Abb. 2), d.h. die Kalziumkonzentrationen im Seewasser sind ≥ 15 mg/l. Der Große Plöner See (GPS) und der Wittensee (Wit) sind nach der Seentypologie von Mathes et al. (2002) Typ 13, der Neversdorfer See (Nev) ist Typ 11. 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 $<1,5$) (Typ13) bzw. ist ungeschichtet mit einem relativ großem Einzugsgebiet ($VQ > 1,5$) sowie einer Wasser-Verweilzeit von >30 Tagen (Typ 11). Außerdem gehören der GPS und der Wit 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), der Nev hat den Diatomeentyp DS 11 (ungeschichtete Seen mit einer Verweilzeit über 30 Tagen).



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

2.1 Großer Plöner See

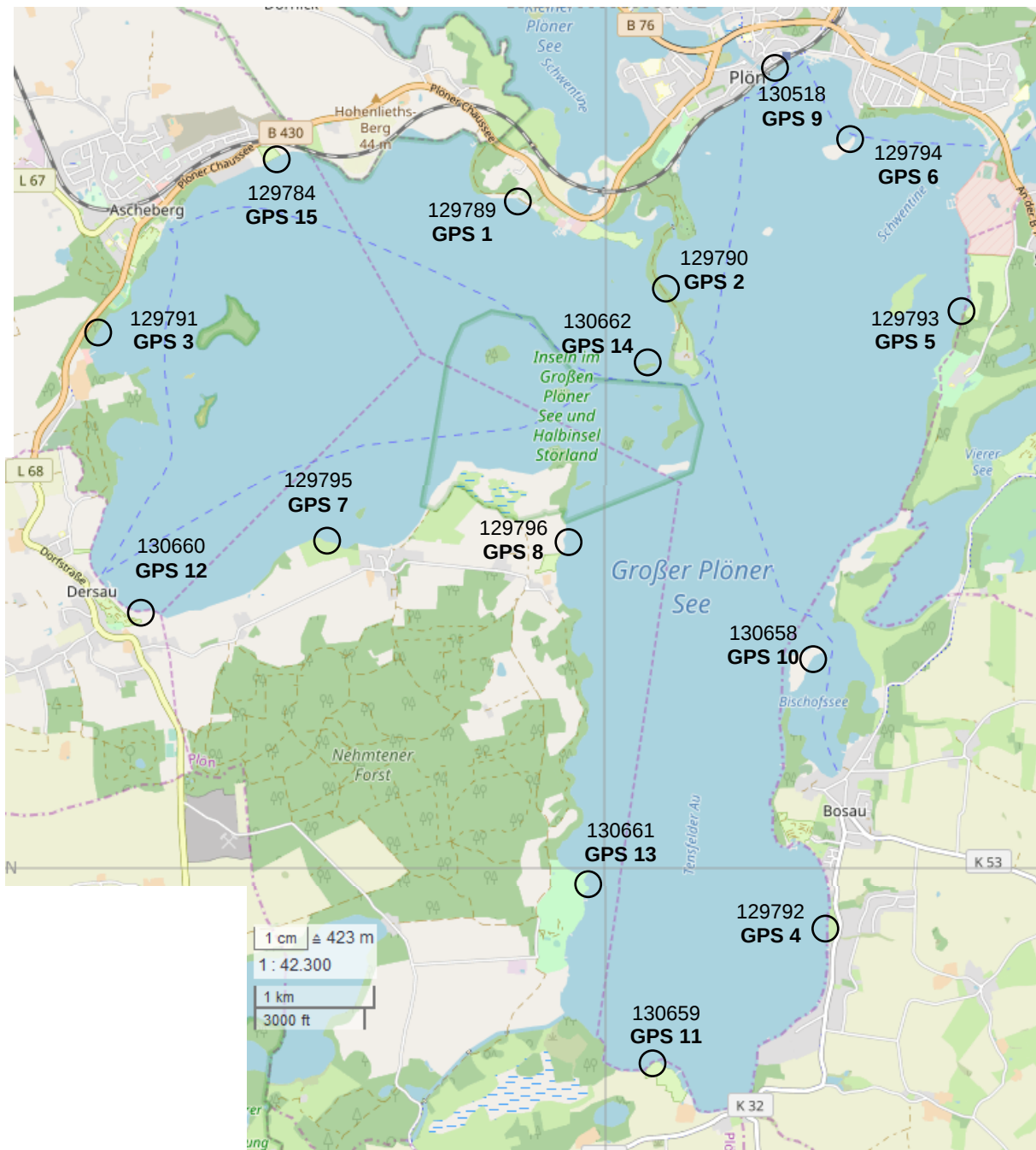
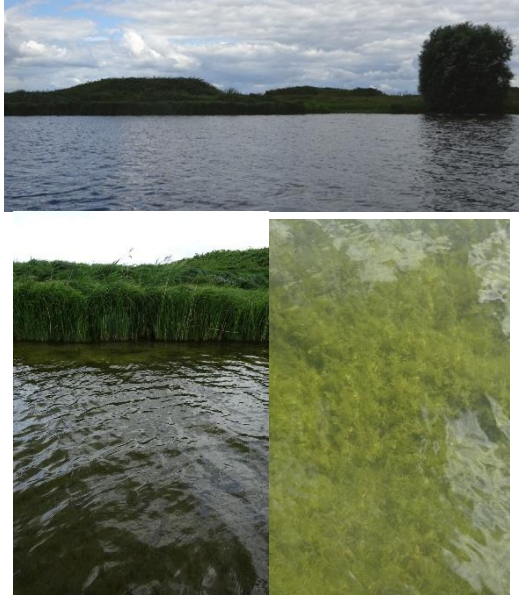


Abbildung 3: Lage der 15 Messstellen des **Großer Plöner Sees** an denen die benthischen Diatomeen im Jahr 2022 untersucht wurden. Kartenbasis: OpenStreetMap.

Tabelle 1: Charakterisierung und Fotos der bearbeiteten Probestellen des **Großen Plöner Sees** aus dem Jahr 2022.

Messstellencharakter	Foto der Messstelle
Großer Plöner See, Messstelle 129784, GPS 15	
Die Messstelle 129784 befindet sich am Nordufer des Sees nordöstlich von Ascheberg, östlich vom angrenzenden Zeltplatz. Landseits ca. 10m breiter Laubwaldstreifen erst mäßig steil, dann flach, wasserseits ragt eine Weide ca. 20m ins Wasser, davor Probenahme. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment war sandig, mit vereinzelt Steinen und Totholz.	
Großer Plöner See, Messstelle 129789, GPS 1	
Die Messstelle 129789 liegt mittig am Nordufer des Sees. Landseits Straße, bewaldeter steiler Hang, dann ca. 10m flach, Ufer wasserseits mit 5-10m überhängenden Ästen. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde von Steinen (70%), Sand und Kies gebildet. Steine oft mit Muschelkranz und gut mit Moos und Fadenalgen bewachsen. 70% Moosbedeckung.	
Großer Plöner See, Messstelle 129790, GPS 2	
Die Messstelle 129790 befindet sich im Nordteil des Großen Plöner Sees am Ostufer der flachen Prinzeninsel. Landseits Laubwald (u.a. Erle), Ufer wasserseits mit 10-20m überhängenden Ästen, Probenahme an dieser Grenze. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vor allem von Sand und etwas Steinen gebildet. Steine vereinzelt mit Köcherfliegenlarven, Schnecken und Muscheln.	
Großer Plöner See, Messstelle 129791, GPS 3	
Die Messstelle 129791 liegt am Westufer südlich von Ascheberg. Landseits flach mit Straße, dann Laubwald mit kleinem Waldweg. Weidebäume ragen 10-20m über das Wasser, Probenahme kurz vor den überhängenden Ästen. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vor allem von Sand gebildet, welches beprobt wurde. Verstreutes Totholz war gut mit Periphyton bewachsen, einzelner Kies und Steine waren durch 100% Muschelbewuchs nicht beprobbar.	

Fortsetzung Tabelle 1: Charakterisierung der Messstellen	
Messstellencharakter	Foto der Messstelle
Großer Plöner See, Messstelle 129792, GPS 4	
Die Messstelle 129792 liegt am Ostufer südlich von Bosau. Das Ufer war landseits flach, mit Straße, dann eingezäuntes Weidegrünland, 3m breiter Wanderweg mit Bänken und ~5m breiter Gewässerrandstreifen mit Sträuchern und Weiden am Wasserrand. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vor allem von Sand sowie ~15% Steinen gebildet. Die meisten Steine waren mit Moos und Fadenalgen und/oder Muscheln bewachsen. Vereinzelt Potamogeton.	
Großer Plöner See, Messstelle 129793, GPS 5	
Die Messstelle 129793 befindet sich am nördlichen Ostufer, südlich von Ruhleben. Nördlich schließt das Gelände eines Campingplatzes an. Das Ufer war landseitig flach und mit Laubwald (u.a. Erlen) bestanden. Das Litoral fiel 2m flach ab, dann mittelsteil, dann wieder flach. Deshalb schwer, vor der Laubgrenze zu beproben. Das Sediment wurde vor allem von Sand sowie ~10% Steinen gebildet. Die meisten Steine mit Köcherfliegenkranz, vereinzelt mit Muscheln.	
Großer Plöner See, Messstelle 129794, GPS 6	
Messstelle 129794 liegt an der Ostspitze der kleinen, flachen, bewaldeten Insel Olsborg im Nordosten des Sees. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vor allem von Sand gebildet. Steine und Kies hatten nur einen sehr dünnem Biofilm, oft mit Muschelkränzen oder bis zu 100% mit Muscheln bewachsen, vereinzelt auch Köcherfliegenlarven. Viel Totholz, zum Teil mit Süßwasserschwämmen.	
Großer Plöner See, Messstelle 129795, GPS 7	
Messstelle 129795 befindet sich am mittleren Südufer des westlichen Seebeckens. Landseits ging die Wiese (Weideland) über in einen 15m breiten, bewaldeten Gewässerrandstreifen aus Erlen und Weiden mit ~5m überhängenden Ästen. Probenahme 1-6m davor. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vor allem von Sand und ~20% Steinen gebildet. ~70% Makrophytenbedeckung (<i>Chara</i> und <i>Potamogeton pectinatus</i>). Vereinzelt Muschelschill. Steine und Kies zum Teil mit Moos, Fadenalgen und <i>Dreissena</i> bewachsen.	

Fortsetzung Tabelle 1: Charakterisierung der Messstellen	
Messstellencharakter	Foto der Messstelle
Großer Plöner See, Messstelle 129796, GPS 8	
Messstelle 129796 liegt am Westufer nördlich des Ortes Godau. Landseits eine flach abfallende Wiese mit ~2m breitem Gewässerrandstreifen mit Weiden. Wasserseits 15-20m bis zum Palisadensaum, Probenahme ~3m vor dem Zaun. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vor allem von Sand gebildet, sowie ~je 10% aus Steinen und Kies. Fädige Grünalgen auf dem Boden mit ~15% Deckung, <i>Potamogeton perfoliatus</i> mit ~15% Deckung. Grundel und Stichlinge gesichtet. Steine oft mit Muschelkränzen, vereinzelt Köcherfliegenlarven, Fadenalgen und Moos.	
Großer Plöner See, Messstelle 130518, GPS 9	
Messstelle 130518 liegt am künstlich befestigten Nordufer des Sees in Plön. Der relativ steile Uferbereich war durch eine Steinschüttung aus Blöcken befestigt, an die landseitig ein ca. 2m breiter, mit Grass und Sträuchern bewachsener Gewässerrandstreifen und dann ein ca. 5 m breiter Schotterweg angrenzte, der durch eine ca. 1 m hohe Stahlspundwand von der Bahntrasse abgegrenzt war. Wasserseits war die Steinschüttung steil bis in ~30cm Tiefe, dann ~2m flach, dann steil. Zwischen den Blöcken Muschelteppich.	
Großer Plöner See, Messstelle 130658, GPS 10	
Messstelle 130658 befindet sich am Ostufer der kleinen Insel Bischofswarder, die den Bischofssee begrenzt, der vor dem Ostufer des Großen Plöner Sees liegt, nördlich von Bosau. Die Insel war flach und unbewaldet mit einer Weide. Das Littoral fiel erst ~10-20m flach, dann mittelsteil ab, mit ~5m breitem Röhrichtgürtel über die Hälfte des Transektiv. Die Ebene war zu 100% mit Makrophyten bedeckt und verdeckten damit die sehr vereinzelt Steine und Muscheln. Der Gewässerboden war ein Gemisch aus Sand und Schlamm.	

Fortsetzung Tabelle 1: Charakterisierung der Messstellen	
Messstellencharakter	Foto der Messstelle
Großer Plöner See, Messstelle 130659, GPS 11	
Messstelle 130659 liegt an der Südspitze des Sees nördlich der Ortschaft Pehmen. Östlich grenzte das Gelände eines Campingplatzes an. Landseitig flach: Ackerfeld, dann breite Gänsewiese (v.a. Graugänse), dann ~6m breiter Gewässerrandstreifen (Krautschicht, ohne Bäume) mit knapp 1m „Muschelstrand“ aus weißen Muscheln, weniger auffällig als im Jahr 2019. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde v.a. von Sand gebildet. Steine und Kies waren z.T. mit Muscheln, Fadenalgen und/oder Moos bewachsen. ~70% Makrophytenbedeckung (u.a. <i>Myriophyllum</i> , <i>Potamogeton</i>) und auch bodengründige Algen.	
Großer Plöner See, Messstelle 130660, GPS 12	
Messstelle 130660 liegt am Südufer des Westbeckens des Sees nordöstlich von Dersau vor einer öffentlichen Grünanlage, weiter landeinwärts schloss das Gelände eines Zeltplatzes an. Landseits flach, Wiese, öffentlicher Strand, begrenzt von Erlen und 1-2m breiter Gewässerrandstreifen. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde von Sand gebildet, vereinzelt Muschelschill, Schlamm, Kies und Steine. ~30% fädige Grünalgenbedeckung, vereinzelt <i>Potamogeton perfoliatus</i> .	
Großer Plöner See, Messstelle 130661, GPS 13	
Messstelle 130661 liegt am Westufer des Südbeckens nordöstlich von Nehnten. Landseitig kleine, flache, bewaldete Halbinsel, wasserseits mit 5-10m überhängenden Ästen, überwiegend Erlen, z.T. Linde, Bergahorn. Das Litoral fiel flach ab und bestand vor allem aus Sand, 20% Steinen, 10% Kies und etwas Schlamm. 40% Grünalgen- und 10% <i>Potamogeton</i> -Bedeckung. Steine mit Muschelkränzen und z.T. Köcherfliegenlarven, Egel, Moos, Fadenalgen oder dünner Sandschicht.	
Großer Plöner See, Messstelle 130662, GPS 14	
Messstelle 130662 liegt am Nordufer der flachen, bewaldeten (Laubwald) Insel Burmeister Warder westlich der Prinzeninsel. Mit 5-10m überhängenden Ästen, bis zu 5m davor im flachen Litoral beprobt. Das Sediment bestand aus Steinen, Sand und Kies und nur etwas Schlamm, vereinzelt Totholz und Makrophyten. Steine mit Muschelkränzen, vereinzelt Köcherfliegenlarven oder dünne Sandauflage.	

2.2 Neversdorfer See

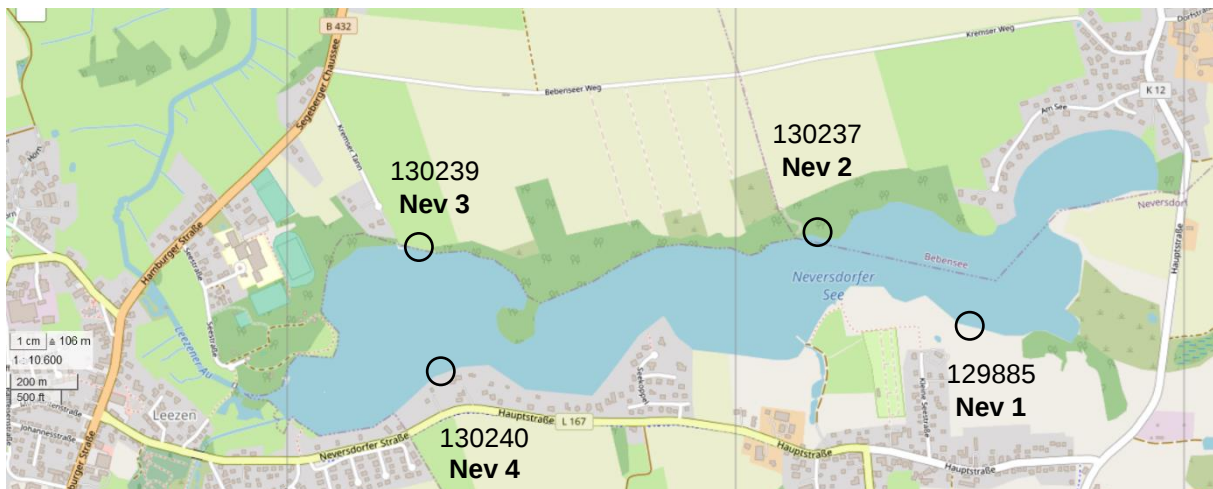


Abbildung 4: Lage der vier Messstellen des **Neversdorfer Sees** an denen die benthischen Diatomeen im Jahr 2022 untersucht wurden. Kartenbasis: OpenStreetMap.

Tabelle 2: Charakterisierung und Fotos der bearbeiteten Probestellen des **Neversdorfer Sees** aus dem Jahr 2022.

Messstellencharakter	Foto der Messstelle
Neversdorfer See, Messstelle 129885, Nev 1	
Die Messstelle 129885 liegt am Südufer im Osten des Sees, nördlich von Neversdorf. Landseits mittelsteil, Laubwald mit Erlen, wasserseits vereinzelt Schilf in Ufernähe, mit 6-10m überhängenden Ästen, Probenahme an dieser Grenze. Das Litoral fiel flach bis mittelsteil ab und wurde vor allem von Sand gebildet, ~10% Kies und etwas Schlamm und Steine, vereinzelt <i>Potamogeton</i> . Kies und Steine vereinzelt mit Egeln oder Köcherfliegenlarven.	 
Neversdorfer See, Messstelle 130237, Nev 2	
Die Messstelle 130237 liegt am Nordufer des Sees, etwas östlich der Mitte. Landseits mittelsteile Wiese, dann flach, vereinzelt Bäume mit bis zu 5m überhängenden Ästen. Wasserseits 2-3m breiter Röhrlichtgürtel mit schwimmender Algenblüte davor. Das Transekt wurde östlich vom Zugang zum Bootshaus nahe einer kleinen Weide und westlich von Schilf vor Erlen begrenzt. Das Litoral fiel mittelsteil ab. Das Sediment bestand vermutlich zu 100% aus Schlamm auf einer Sandschicht. Substrat vereinzelt mit Schnecken und Muscheln.	

Fortsetzung Tabelle 2: Charakterisierung der Messstellen	
Messstellencharakter	Foto der Messstelle
Neversdorfer See, Messstelle 130239, Nev 3	
Die Messstelle 130239 liegt am Nordufer des Sees, im westlichsten Becken. Landseits flach mit Bäumen am Ufer, ca. 10m breiter Röhrichtgürtel aus Rohrkolben und Schilf, davor schwimmende Algenblüte, Probenahme ca. 1-3m davor. Das Litoral fiel flach ab und wurde vermutlich zu 100% aus Schlamm gebildet, auf einer Sandschicht. Der Grund war gerade nicht mehr sichtbar, u.a. durch „wolkige“ Algenblüte unter Wasser.	
Neversdorfer See, Messstelle 130240, Nev 4	
Die Messstelle 130240 liegt am Südufer des Sees, westlich der Mitte. Landseits Wiese mit mittelsteilem Hang, vereinzelt Bäume, wasserseits 10-30m breiter Röhrichtgürtel aus Schilf und Rohrkolben, Probenahme 1m davor. Das Litoral fiel mittelsteil bis steil ab. Das Sediment bestand vermutlich zu 80% aus Schlamm und 20% aus einem Sand-Schlamm-Gemisch. Viele Fehlversuche mit Stechrohr, wegen Tiefe und quer liegenden Röhrichtwurzeln. Fisch im Kern gefangen (siehe rechtes Foto)! Stellenweise viele Schnecken, vereinzelt <i>Myriophyllum</i>.	

2.3 Wittensee

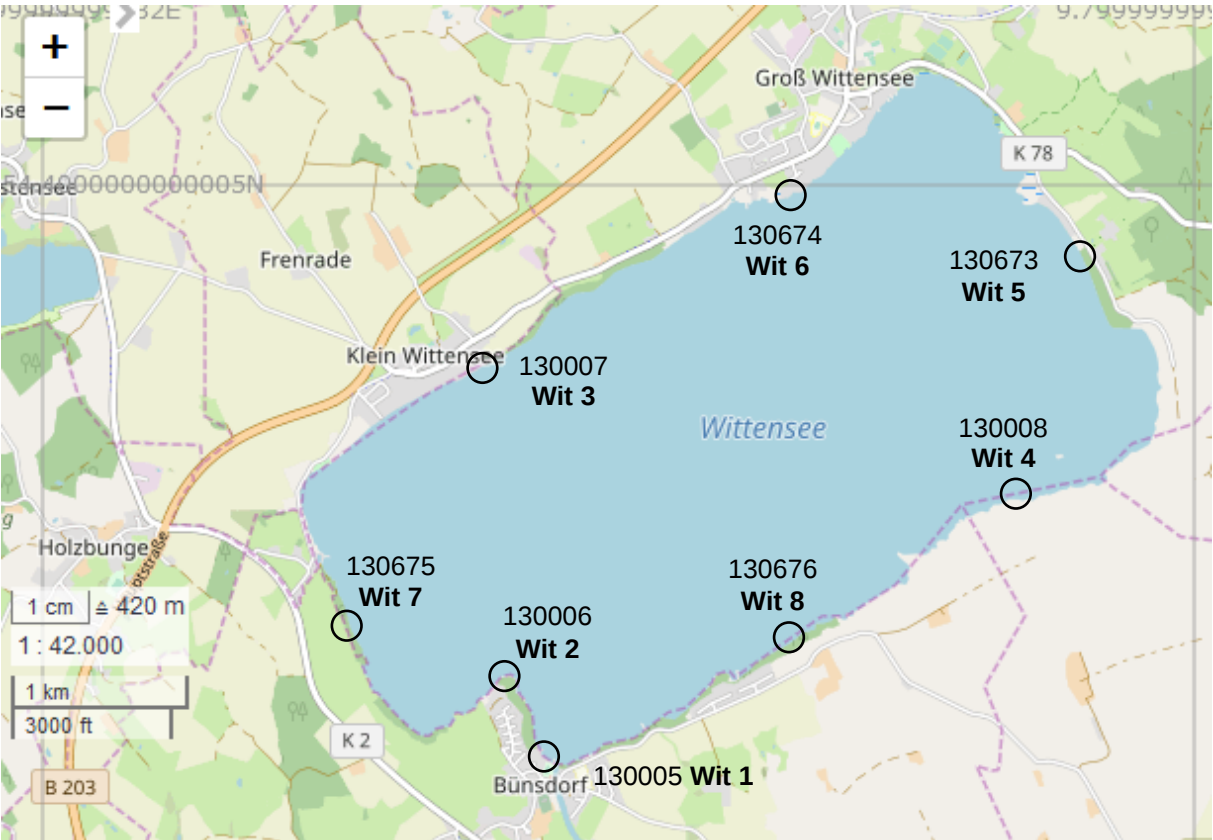


Abbildung 5: Lage der acht Messstellen des **Wittensees** an denen die benthischen Diatomeen im Jahr 2022 untersucht wurden. Kartenbasis: OpenStreetMap.

Tabelle 3: Charakterisierung und Fotos der bearbeiteten Probestellen des **Wittensees** aus dem Jahr 2022.

Messstellencharakter	Foto der Messstelle
Wittensee, Messstelle 130005, Wit 1	
Die Messstelle 130005 befindet sich am Südufer im Bereich eines kleineren Freibades der Ortslage Bünsdorf. Landseits flach, Wiese, dann ~5m breiter Gewässerrandstreifen mit Gräsern, u.a. drüsiges Springkraut und Eschenbäumen, kleiner Sandstrand mit Steg angrenzend. Probenahme kurz vor den überhängenden Ästen. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vor allem aus Sand und Steinen gebildet und war zu 70% von niedrig-wüchsigen Makrophyten bedeckt, u.a. <i>Myriophyllum</i> , Moos und Algen, vereinzelt <i>Potamogeton</i> . Steine mit Moos und Fadenalgen bewachsen, vereinzelt Muscheln.	

Fortsetzung Tabelle 3: Charakterisierung der Messstellen	
Wittensee, Messstelle 130006, Wit 2	
Die Messstelle 130006 befindet sich nahe der Spitze einer Landzunge am Südufer des Wittensees. Landseits flach, Erlenwald. Probenahme ~5m vor den überhängenden Ästen. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vor allem aus Steinen gebildet, ~25% Sand und etwas Schlamm und Kies. 70% Makrophytenbedeckung (Moos?). Steine waren teilweise bis komplett mit Moos und Fadenalgen überwachsen, vereinzelt <i>Dreissena</i> , Schnecken, Egel.	
Wittensee, Messstelle 130007, Wit 3	
Die Messstelle 130007 befindet sich am Nordufer des Wittensees am Rande der Ortschaft Klein Wittensee. Landseits Straße, Häuser, mäßig steiler, überwuchert Hang, angrenzend ist der Hang eine Wiese, wasserseits 15-20m breiter Schilfgürtel, Probenahme 1-2m davor. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment bestand v.a. aus Sand, ~20% Steine, etwas Schlamm und Kies, z.T. großflächig mit Moos überwachsen, ganz vereinzelt <i>Myriophyllum</i> und <i>Ceratophyllum</i> . Steine z.T. mit Moos und Fadenalgen bewachsen, vereinzelt Schnecken, Köcherfliegenlarven, Wasserasseln, Egel.	
Wittensee, Messstelle 130008, Wit 4	
Die Messstelle 130008 liegt am östlichen Südufer. Landseits flach, vor drei Jahren Maisfeld, nun Wiese, Erlenbäume am Ufer und ca. 5% drüsiges Springkraut. ~20m vor den ~5m überhängenden Ästen beprobt. Das Litoral fiel flach ab und wurde vor allem von Sand gebildet, fast vollständig von einer schwimmenden Algenblüte überdeckt, vereinzelt <i>Potamogeton</i> , <i>Myriophyllum</i> . Auf den Steinen vereinzelt Egel und Muscheln.	
Wittensee, Messstelle 130673, Wit 5	
Die Messstelle 130673 liegt am Ostufer westlich der Ortschaft Haby. Landseits flach, Erlenbäume, zum Teil 2m überhängend, Probenahme 15m vor dem Ufer. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment bestand vor allem aus Sand und Steinen. Algenblüte, durch Wind <20cm Sichttiefe, d.h. Tastproben. Vereinzelt Muscheln auf den Steinen, die zu 100% mit dicker Moos-/ Fadenalgenmatte bewachsen waren.	

Fortsetzung Tabelle 3: Charakterisierung der Messstellen	
Messstellencharakter	Foto der Messstelle
Wittensee, Messstelle 130674, Wit 6	
Die Messstelle 130674 liegt am Nordufer im Siedlungsraum von Groß Wittensee. Landseits flach, bewaldet, zum Teil 5m überhängende Äste, wasserseits 5-10m breiter Schilfgürtel, davor beprobt. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment bestand vor allem aus Sand. Algenblüte, durch Wind 30-40 cm Sichttiefe, dadurch meist Tastprobe. Steine vereinzelt mit Muscheln, 0-100% mit Moos und Fadenalgen bewachsen, viele Egel.	
Wittensee, Messstelle 130675, Wit 7	
Die Messstelle 130675 liegt am Westufer südöstlich der Ortschaft Sande. Landseits flach, Wald mit Unterholz, vor allem Erle, viele Nacktschnecken am Ufer, 5-10m überhängende Äste, an der Grenze beprobt. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vor allem von Sand gebildet und war zu 50% mit niedrigwüchsigen Makrophyten bedeckt, vereinzelt <i>Potamogeton</i> und Totholz. Steine zum Teil mit Moos und Fadenalgen bewachsen oder mit dünner Sandauflage, vereinzelt Egel.	
Wittensee, Messstelle 130676, Wit 8	
Die Messstelle 130676 befindet sich mittig am Südufer nördlich von Wentorf. Landseits flach mit Erlenwald, Ufer mit viel drüsigem Springkraut. Wasserseits 2-5m überhängende Ästen mittig im Transekt und 2-5m breiter Schilfgürtel. Vor den Bäumen/Schilf enthielt das Freiwasser Cyanobakterien-Kugeln. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment bestand vor allem aus Steinen, vereinzelt <i>Potamogeton</i> . Acht der zehn Steine zu 100% dick mit Moos und Fadenalgen bewachsen, vereinzelt mit Muscheln.	

3. Material und Methoden

Die **Probenahme** erfolgte vom 03.-06.07.2022 im Großen Plöner See, am 04.07.2022 im Neversdorfer See und am 02.07.2022 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. 80-130 cm mit Stechrohr (Neversdorfer See für drei der vier Messstellen) entnommen. In 24 der 27 Proben wurden Steine beprobt, in zehn Proben zusätzlich auch Kies und in fünf Proben zusätzlich auch Blöcke, Lehm, Sand und Schlamm. In einer Probe wurde ausschließlich Sand beprobt, während für die restlichen zwei Proben Schlamm und Sand beprobt wurde (Tab. 4).

Tabelle 4: Ort und Datum der **Probenahme** (PN) für benthische Diatomeen und beprobtes Substrat sowie Substrattiefe vom Großen Plöner See, Neversdorfer See und Wittensee im Jahr 2022. East/North-Angabe mittig vom ca. 20 m langen Transekt. Messstelle 129796 (GPS 8) wurde auf der Seeseite vom Palisadenzaun beprobt, deshalb einige Meter vom vorgegebenen Ort entfernt. *Beprobung mit Stechrohr vor einem Röhrichtgürtel. Schlamm = Schl, Steine = St.

See	MSt. Nr.	Abk.	UTM-32 East (DF)	UTM-32 North (DF)	PN 2022 Datum	Tiefe [cm]	Substrat
Großer Plöner See (GPS)	129784	GPS 15	32.588.769	6.001.302	3. Jul.	40-45	St
	129789	GPS 1	32.590.651	6.000.992	6. Jul.	35-40	St
	129790	GPS 2	32.591.932	6.000.319	3. Jul.	50-55	St, Kies
	129791	GPS 3	32.587.306	5.999.875	3. Jul.	40-45	Sand
	129792	GPS 4	32.593.386	5.995.027	5. Jul.	35-45	St
	129793	GPS 5	32.594.362	6.000.123	5. Jul.	45-55	St
	129794	GPS 6	32.593.462	6.001.545	3. Jul.	40-50	Kies, St
	129795	GPS 7	32.589.169	5.998.211	6. Jul.	30-40	Kies, St
	129796	GPS 8	32.591.174	5.998.231	6. Jul.	40-50	St, Kies
	130518	GPS 9	32.592.830	6.002.146	5. Jul.	40-50	St, Blöcke, Kies
Bischofssee	130658	GPS 10	32.593.230	5.997.289	5. Jul.	35-40	Sand/Schl-Mix, St
GPS	130659	GPS 11	32.591.871	5.993.904	4. Jul.	35-45	St, Kies
	130660	GPS 12	32.587.694	5.997.579	6. Jul.	30-40	Sand, St, Kies
	130661	GPS 13	32.591.398	5.995.486	6. Jul.	40-45	St
	130662	GPS 14	32.591.773	5.999.676	3. Jul.	30-40	St
Neversdorfer See	129885	Nev 1	32.584.850	5.969.606	4. Jul.	50-55	Kies, St
	130237	Nev 2	32.584.340	5.969.841	4. Jul.	40-130*	Schl, St, Kies
	130239	Nev 3	32.583.248	5.969.777	4. Jul.	80-100*	Schl, Sand
	130240	Nev 4	32.583.298	5.969.436	4. Jul.	120-130*	Schl, Sand
Wittensee	130005	Wit 1	32.548.338	6.025.059	2. Jul.	30-40	St
	130006	Wit 2	32.548.065	6.025.524	2. Jul.	40-50	St
	130007	Wit 3	32.547.976	6.027.280	2. Jul.	40-45	St
	130008	Wit 4	32.551.066	6.026.570	2. Jul.	30-40	St, Kies, Lehm
	130673	Wit 5	32.551.307	6.027.897	2. Jul.	30-40	St
	130674	Wit 6	32.549.763	6.028.291	2. Jul.	35-45	St
	130675	Wit 7	32.547.205	6.025.830	2. Jul.	40-45	St
	130676	Wit 8	32.549.742	6.025.785	2. Jul.	30-40	St

Die **Aufbereitung** der Diatomeenproben erfolgte mit Standardmethoden (Battarbee et al. 2001, Kalbe & Werner 1974). Jede Probe wurde mit 35 % Wasserstoffperoxid und Salzsäure (HCl) versetzt und im Wasserbad bei 80°C erhitzt, gewaschen und in Naphrax® eingebettet. Beim Waschen wurden die Proben bei 3800 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. Standardbestimmungsbücher waren Hofmann et al. (2013) und Lange-Bertalot et al. 2017. 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_2022 Werner Dreßler Abgabe.xlsx“), wurden für die PHYLIB-Importdatei unter ihrem Gattungsnamen eingegeben und mit einem Kommentar versehen. Sie beeinflussten die Bewertung nicht. Dies waren:

- *Adlafia langebertalotii*, *Amphora eileencoxie*, *Amphora minutissima* und *Amphora polonica*.

Außerdem wurden für die PHYLIB-Importdatei folgende Veränderungen an der Taxaliste vorgenommen (Datei „Phylib Import Seen SH 2022_D.xlsx“), siehe auch Fotos (Ordner „Abgabe Diatomeenfotos SH Seen 2022“):

- *Achnantheidium lineare* W.Smith wurde als *Achnantheidium minutissimum* var. *minutissimum* für die Phylib-Bewertung eingegeben, da sie noch in der Süßwasserflora (Krammer & Lange-Bertalot 1986–2004) als ebendiese abgebildet wurden (siehe Tafel 32 in Krammer & Lange-Bertalot 1986–2004 Band 2/4) und in der Vergangenheit von vielen Diatomeenbearbeitern so bestimmt wurde.
- *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.
- *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.
- *Fragilaria rhabdosoma* fehlt in der DV-Liste und ist der aktuelle Name für *Fragilaria bidens*, unter dem sie für PHYLIB eingegeben wurde.
- *Fragilaria mesolepta* sensu lato, für PHYLIB weiterhin *Fragilaria mesolepta*, real waren dies *Fragilaria mesolepta*, *F. subconstricta* Oestrup und/oder *Fragilaria aequalis*.
- *Fragilaria perminuta* sensu Hofmann et al. 2011 und sensu PHYLIB sind nach aktueller Literatur eigentlich immer andere Taxa, nie *F. perminuta* (siehe z.B. Van de Vijver und Ector 2020). Meistens sind dies aktuell Schalen der echten *Fragilaria recapitellata* Lange-Bertalot & Metzeltin (siehe Van de Vijver et al 2021), wohingegen die in Hofmann et al. 2011 abgebildeten *F. recapitellata* nach neuester Taxonomie ein anderes Taxon (*Fragilaria deformis*) sind. Auch *Fragilaria drouotiana* (Heudre et al. 2019) wurde für

PHYLIB als *Fragilaria perminuta* (DV-Nr. 26374) eingegeben, weil auch diese nach Hofmann et al. 2011 noch *F. perminuta* ist.

- *Gomphonella coxiae* besitzt keine DV-Nr., für PHYLIB als *Gomphonema olivaceum* eingegeben.
- *Nanofrustulum* (cf.) *trainorii* fehlt in DV-Liste und ist der aktuelle Name für *Fragilaria elliptica* (ohne cf) unter dem sie für PHYLIB eingegeben wurde. Ohne Elektronenmikroskop ist *N. trainorii* nicht von ähnlichen Taxa unterscheidbar, deshalb (cf.).
- *Placoneis parvapolonica* besitzt keine DV-Nr., ist aber nach Hofmann et al. 2011 noch *Placoneis clementis* und wurde als solche für PHYLIB 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.
- *Sellaphora atomoides*, fehlt in der DV-Liste und wurde deshalb als *Eolimna tantula* eingegeben (früherer Name).
- *Staurosirella martyi* fehlt in DV-Liste und ist der aktuelle Name für *Fragilaria martyi*, unter dem sie für PHYLIB eingegeben wurde.
- 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).

Vereinzelt kamen die planktischen Diatomeen *Diatoma tenuis* und *Nitzschia graciliformis* vor (Plankter nach Hofmann et al. 2011). Beide Arten stehen nicht in der Pennales-Plankton-Ausschlussliste nach Schaumburg et al. (2014, S. 45), sind in PHYLIB enthalten und *Diatoma tenuis* besitzt Indikatorwerte in PHYLIB. Es wurden stets mindestens 500 benthische Diatomeen pro Probe gezählt (also ohne diese beiden Arten), aber beide Arten wurden für PHYLIB mit eingegeben. Die PHYLIB Software berechnete demnach für alle Proben (n=27) planktische Arten mit Null Prozent.

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

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 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).

In drei der 27 Messstellen lag die Summe der cfs etwas über 5 %. Messstellen 129790 und 129795 vom Großen Plöner See (GPS 2 und GPS 7) enthielten insgesamt 8,6 % bzw. 5,6 % cfs und Messstelle 130007 vom Wittensee (Wit 3) enthielt insgesamt 9,5 % cfs. In Probe GPS 2 waren es 0,2 % *Navicula* cf. *aquaedurae* und 8,5 % *Gomphonema* cf. *clevei* (Abb. 6), in Probe GPS 7 waren es 0,4 % *Fragilaria* cf. *vaucheriae* und 5,2 % *Fragilaria* cf. *radians* und in Wit 3 waren es 0,2 % *Encyonema* cf. *silesiacum* var. *silesiacum*, 0,2 %, *Fragilaria* cf. *vaucheriae*, 7,4 % *Fragilaria* cf. *radians*, 1,2 % *Hippodonta* cf. *lueneburgensis* und 0,5 % *Gomphonema* sp. (*G.* aff. *graciledictum* oder *G.* cf. *subnaviculoides*) (siehe DVD für Fotos). Besonders problematisch ist der *Fragilaria radians-vaucheriae* Komplex (Abb. 6), weil viele Schalen nach Hofmann et al. (2011) oder Lange-Bertalot et al. (2017) nicht eindeutig zuzuordnen sind (Abb. 6), jedoch *F. radians* Referenzart (Kategorie A) für D 13.2-Seen ist, mit einem Trophiewert Nord von 0,38 und *Fragilaria vaucheriae* hingegen ist Degradationszeiger (Kategorie C) und besitzt einen Trophiewert Nord von 5,33. Beide Taxa kommen oft nebeneinander vor. Unklar ist, wie im Eichdatensatz mit den nicht eindeutig zuzuordneten Objekten umgegangen wurde und noch unklarer ist, wie dieser Artkomplex zukünftig aufgeschlüsselt werden wird: *Fragilaria vaucheriae* und *Fragilaria radians* sind in jedem Falle nach neuestem taxonomischen Stand so (Hofmann et al. 2011, Lange-Bertalot et al. 2017) nicht haltbar (siehe z.B. Tuji und Williams 2013, Van de Vijver 2022, Wetzel und Ector 2015). Dementsprechend wurden unklare Objekte mit cf versehen, damit sie nicht in die Bewertung mit einfließen.

Der Anteil an cfs lag somit nur geringfügig über der 5 % Hürde und sollte als einziges Kriterium kein Ausschlusskriterium für eine gesicherte Bewertung sein. So flossen für die Proben GPS 2, GPS 7 und Wit 3 insgesamt 21-33 RAQ-Taxa in den RAQ und 80-87 % aller Objekte in den Trophieindex ein (n=3), was häufig eine solidere Datengrundlage darstellt, als für andere, von PHYLIB als gesichert bewertete Proben (vgl. Kapitel 4.1-3). Entsprechend sind alle drei Proben aus fachgutachterlicher Sicht gesichert bewertbar.

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 fotografisch dokumentiert (siehe DVD).

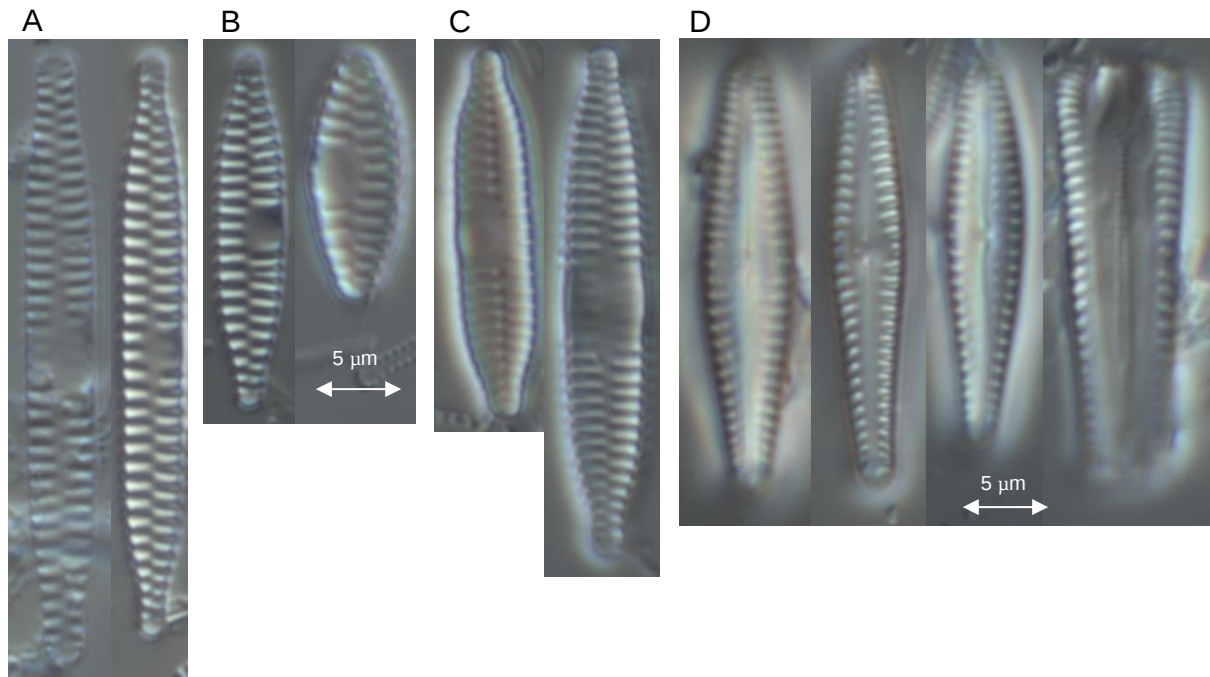


Abbildung 6: Fotos von häufigen Taxa mit cf. A) *Fragilaria radians*, B) *Fragilaria* cf. *radians*, C) *Fragilaria vaucheriae* und D) *Gomphonema* cf. *clevei* aus den Proben GPS 2, GPS 7 und Wit 3 aus dem Jahr 2022.

Ein weiteres Ausschlusskriterium sind > 5 % **aerophile Diatomeen** (Schaumburg et al. 2014). Aerophile Taxa kamen laut PHYLIB 5.3 nicht vor und beeinflussten die Bewertungen demnach nicht.

In den 27 Messstellen wurden im Jahr 2022 keine **Versauerungszeiger-Diatomeen** nachgewiesen. Solche Diatomeen beeinflussten die Bewertung demnach nicht.

Für eine verlässliche Bewertung mit dem Modul **Referenzartenquotient** (RAQ) werden für Gewässer des Diatomeentyps DS 13.2 zwölf und für Typ DS 11 acht indikative Taxa für eine gesicherte Bewertung gefordert (Schaumburg et al. 2014). Für die 27 Messstellen beruhte das RAQ-Modul auf 12-36 (Median 24) Taxa und gelten somit als verlässliche Bewertungen.

Für den hier genutzten **Trophieindex TI_{Nord}** gilt, dass die Bewertung nur dann als gesichert gilt, wenn der Anteil der eingestuften Taxa mindestens 60% erreicht und ansonsten nur eine ungesicherte Bewertung des Teilmoduls Diatomeen vorgenommen werden kann (Schaumburg et al. 2014). In 23 der 27 Proben flossen 61-96 % der Objekte in den TI_{Nord} ein (Median 85 %, n=23). Diese Bewertungen gelten demnach als gesichert (siehe Kapitel 4.1-3). In vier Proben lagen die Häufigkeit der Trophie-eingestuften Taxa jedoch nur bei 35 % (Wit 8), 41 % (Nev 3), 44 % (GPS 3) bzw. 45 % (Wit 2), womit diese Messstellen anhand von benthischen Diatomeen nicht gesichert bewertet werden konnten. Grund waren vor allem hohe Abundanzen von *Achnanthes minutissimum* var. *minutissimum* (Nev 3), *Cymbellonitzschia diluviana* (GPS3) und *Fragilaria perminuta* (Wit 2, Wit 8) die für Seen keinen Trophiewert besitzen (Kapitel 4.1-3).

4.1 Großer Plöner See

Häufige Diatomeen-Taxa: Die benthischen Diatomeenproben des Großen Plöner Sees aus dem Jahr 2022 wurden mit 0-52 % (Mittel 15 %, Median 5 %, n=15) von ***Fragilaria brevistriata*** dominiert. Am zweithäufigsten war ***Amphora pediculus*** mit 1,3-29 % (Mittel 10 %, Median 9 %, n=15). 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 mittel-hohen Trophiewert Nord (siehe Tab. 5), wie auch viele der restlichen häufigen Taxa (>5 %). Allerdings zeigen allein zehn der insgesamt 26 häufigen Taxa eutrophe bis hypertrophe Gewässer an und viele der häufigen Taxa sind Degradationszeiger (C-Taxa in Tab. 5): *Cocconeis neothumensis* (5-8 %, n=4), *Cocconeis pediculus* (5-21 %, n=4), *Cymbella parva* (8-27 %, n=4), *Epithemia sorex* (6-39 %, n=6), *Gomphonema minutum* (7-23 %, n=4) und *Nitzschia abbreviata* (5-11 %, n=5) waren in vier bis sechs Proben häufig (>5 %). Nur in ein bis drei Proben waren folgende Taxa häufig: *Amphora indistincta*, *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Cocconeis placentula* var. *placentula*, *Cocconeis pseudolineata*, *Cymbellonitzschia diluviana*, *Diatoma vulgaris*, *Epithemia adnata*, *Fragilaria bidens*, *Fragilaria* cf. *radians/vaucheriae* (siehe Abb. 6), *Fragilaria martyi*, *Fragilaria mesolepta*, *Fragilaria pinnata* var. *pinnata*, *Gomphonema pumilum* var. *rigidum*, *Gomphonema* cf. *clevei* (siehe Abb. 6), *Navicula cryptotenella*, *Navicula cryptotenelloides*, *Nitzschia fonticola* und *Rhoicosphenia abbreviata* (Tab. 5).

Bewertung mit PHYLIB: Die Anzahl der Diatomeen-Taxa mit Trophie-Wert je Probe lag bei 35 (GPS 3) bzw. zwischen 27 und 52 (n=14), wobei diese Taxa 44 % (GPS 3) bzw. 61-96 % aller Diatomeenobjekte je Probe in den Messstellen stellten. Somit enthielten 14 Proben einen ausreichend hohen Anteil an Trophie-indikativen Taxa für eine gesicherte Trophie-Bewertung. In der Probe GPS 3 gab es mit 51 % ein Massenvorkommen von *Cymbellonitzschia diluviana*, die zwar typischerweise in Seen mit mittleren bis hohen Trophiegraden vorkommt (Hofmann et al. 2011), jedoch keinen Trophiewert Nord besitzt. Die Art ist typisch für bewegten Sand, da sie sich gut anheften können und auch Perioden der Verschüttung gut überstehen (Lange-Bertalot et al. 2017). Es ist die einzige Probe, in der ausschließlich Sand beprobt wurde (weil das gut bewachsene Totholz nicht beprobt werden sollte und keine weiteren beprobaren Substrate zur Verfügung standen). Insgesamt wurden 10 der 15 Proben aus dem Großen Plöner See basierend auf dem **Trophieindex Nord** (TI_{Nord}) mit mäßig (3) bewertet, eine davon ungesichert. Die Messstellen GPS 1, GPS 7, GPS 9, GPS 10 und GPS 13 wurden mit unbefriedigend (4) bewertet, unter anderem aufgrund hoher Abundanzen der eutraphenten *Cocconeis pediculus* und *Gomphonema minutum* (Tab. 5).

Die Anzahl der **Referenzartenquotient** (RAQ)-Arten je Probe lag zwischen 15 und 32, die RAQ-Bewertungen gelten somit als gesichert. Unter den 26 häufigen Taxa kamen als RAQ-Arten acht Degradationszeiger (Kategorie C), aber keine Referenzart (Kategorie A) vor. Vierzehn Messstellen des Großen Plöner Sees wurden basierend auf dem RAQ mit unbefriedigend (4) bewertet, nur Probe GPS 9 mit mäßig (3) (Tab. 5). GPS 9 enthielt neben 14 Degradationszeiger (die zusammen 14 % stellten) auch 5 Referenzarten (6 %).

Tabelle 5: Häufige (>5 %) Diatomeen-Taxa und Zusammenfassung der Bewertung der Proben anhand von benthischen Diatomeen im Jahr **2022** im **Großen Plöner See** mit PHYLIB 5.3 vom Februar 2016 für den Seentyp D 13.2.

PN= Probenahme, Sechsstellige Zahl = Messstellennummer, TW_{Nord} = Trophiewert Nord, D13.2 = Diatomeen-Seentyp 13.2, RA = Artgruppe für den Referenzartenquotienten (RAQ): C= Degradationszeiger, *Co. pla.* = *Cocconeis placentula*, 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, (in Klammern) = die mit PHYLIB berechneten, plausiblen Ergebnisse, auf deren Mittelwert FAG See beruht, * = siehe Abbildung 6.

Großer Plöner See	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	GPS 15	TW	D13.2
PN Datum 2022	6. Jul.	3. Jul.	3. Jul.	5. Jul.	5. Jul.	3. Jul.	6. Jul.	6. Jul.	5. Jul.	5. Jul.	4. Jul.	6. Jul.	6. Jul.	3. Jul.	3. Jul.	Nord	RA
Taxon [%] / Messstelle	129789	129790	129791	129792	129793	129794	129795	129796	130518	130658	130659	130660	130661	130662	129784		
<i>Amphora indistincta</i>	0	2	1	1	0	4	3	6	0	2	2	8	3	8	4	2,89	-
<i>Amphora pediculus</i>	4	12	8	12	29	9	6	8	9	1	3	9	11	19	12	2,89	-
<i>Cocconeis neothumensis</i>	0	3	5	1	2	1	0	8	0	0	1	7	3	5	4	2,15	-
<i>Cocconeis pediculus</i>	14	0	0	1	2	1	10	3	21	0	4	1	5	1	2	4,33	-
<i>Co. pla</i> var. <i>lineata</i>	3	9	3	1	1	1	4	1	2	0	1	1	3	7	1	2,93	-
<i>Co. pla</i> var. <i>placentula</i>	7	2	1	1	2	1	2	3	0	1	4	0	1	2	0	3,45	-
<i>Cocconeis pseudolineata</i>	3	3	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	4	5	0	3,45	C
<i>Cymbella parva</i>	1	0	0	27	9	2	1	8	11	0	0	0	1	4	0	-	-
<i>Cymbellonitzschia diluviana</i>	0	0	51	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-	-
<i>Diatoma vulgaris</i>	4	0	0	2	0	0	2	0	6	0	0	0	1	0	1	5,61	C
<i>Epithemia adnata</i>	0	1	1	2	4	6	0	3	0	0	0	0	1	0	1	2,42	-
<i>Epithemia sorex</i>	17	3	0	1	16	39	0	8	3	2	2	0	6	2	6	2,46	-
<i>Fragilaria bidens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	1	6,87	-
<i>Fragilaria brevistriata</i>	1	0	3	8	5	3	25	6	0	52	48	35	5	4	33	2,81	-
<i>Fr. cf. radians/vaucheriae</i> *	0	0	0	1	0	2	6	1	0	1	0	1	1	0	4,5	-	-
<i>Fragilaria martyi</i>	0	0	1	2	1	2	3	7	0	1	4	1	2	2	3	3,98	-
<i>Fragilaria mesolepta</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	3,82	C
<i>Fragilaria pinnata</i> var. <i>pinnata</i>	0	4	6	1	0	0	2	3	0	4	3	4,5	4	1	3	2,57	-
<i>Gomphonema cf. clevei</i> *	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
<i>Gomphonema minutum</i>	23	0	0	9	2	0	7	3	12	1	2	0	2	2	0	4,23	C
<i>Go. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>	0	2	0	1	0	4	1	1	0	0	0	0	1	6	0	2,75	C
<i>Navicula cryptotenella</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	-	-
<i>Navicula cryptotenelloides</i>	0	2	1	6	3	0	0	2	0	1	1	0	1	0	3	1,37	C
<i>Nitzschia abbreviata</i>	2	0	0	3	9	7	5	2	11	0	3	5	0	2	2	-	-
<i>Nitzschia fonticola</i>	5	0	0	0	0	1	1	0	6	0	3	0	8	0	2	3,72	C
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	8	17	0	3	3	7	3	1	2	0	3	1	4	2	1	4,35	C
Summe (%)	91	72	84	82	88	94	83	76	86	78	85	75	79	73	84		

Fortsetzung Tabelle 5: Häufige (>5 %) Diatomeen-Taxa und Zusammenfassung der Bewertung Großer Plöner See 2022

Großer Plöner See	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	GPS 15
PN Datum 2022	6. Jul.	3. Jul.	3. Jul.	5. Jul.	5. Jul.	3. Jul.	6. Jul.	6. Jul.	5. Jul.	5. Jul.	4. Jul.	6. Jul.	6. Jul.	3. Jul.	3. Jul.
Messstelle	129789	129790	129791	129792	129793	129794	129795	129796	130518	130658	130659	130660	130661	130662	129784
Plankton %	1,7	1,3	0,2	1,3	0,3	2,5	1,5	11,0	11,6	12,6	1,5	2,2	5,7	3,9	7,0
Gesamt #	37	66	48	70	56	48	51	57	38	66	55	60	58	58	55
TI-#	27	52	35	46	37	35	35	41	32	46	40	38	45	41	46
TI[%]	96	87	44	61	78	85	80	81	77	92	92	83	85	88	85
TI	0,29	0,47	0,48	0,43	0,51	0,48	0,35	0,47	0,33	0,37	0,43	0,45	0,37	0,55	0,48
TI-KI	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	4	3	3
RAQ-#	15	32	20	29	25	20	21	26	19	30	24	26	26	24	26
RAQ	0,13	0,06	0,10	0,17	0,24	0,20	0,10	0,12	0,26	0,10	0,13	0,12	0,12	0,13	0,15
RAQ-KI	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
DI	0,21	0,27	0,29	0,30	0,38	0,34	0,22	0,29	0,30	0,24	0,28	0,29	0,24	0,34	0,32
ÖZ D	4,0	3,8	3,7	3,6	3,3	3,46	4,0	3,7	3,7	3,9	3,7	3,7	3,9	3,48	3,6
ÖZ D FAG	4 (4,0)	4 (3,8)	4	4 (3,6)	3 (3,3)	3 (3,46)	4 (4,0)	4 (3,7)	4 (3,7)	4 (3,9)	4 (3,7)	4 (3,7)	4 (3,9)	3 (3,48)	4 (3,6)
ÖZ D See								3,8							
ÖZ D See FAG								4 (3,7)							

Basierend auf dem TI und dem RAQ lag der **Diatomeen-Index** (DI) je Probe zwischen 0,21 und 0,38 (Median 0,29, n=15). Dementsprechend wurde der ökologische Zustand für zwölf Proben basierend auf dem DI als unbefriedigend (4) bewertet (drei davon laut PHYLIB ungesichert) und für die weiteren drei Proben gesichert als mäßig (3). Basierend auf der Artenzusammensetzung ist die ökologische Bewertung der Einzelproben aus fachgutachterlicher Sicht plausibel (Tab. 5).

Laut PHYLB sind die Ergebnisse der Messstellen 129790 (GPS 2) und 129795 (GPS 7) nicht gesichert bewertbar, weil diese Proben mit 8,6 % bzw. 5,6 % **nicht eindeutig bestimmbarer Formen (cfs)** einen Wert von 5 % überschritt. Grund waren vor allem die häufigen *Fragilaria* cf. *radians* (5,2 % in Probe GPS 7) und *Gomphonema* cf. *clevei* (8,5 %, GPS 2) (Abb. 6, Tab. 5). Aus fachgutachterlicher Sicht sind beide Messstellen gesichert bewertet, weil ausreichend Taxa in die Bewertung einfließen. Der RAQ von Messstelle GPS 2 beruhte auf 32 Taxa und von GPS 7 auf 21 Taxa, statt der geforderten Mindestanzahl von zwölf. Mit 87 % (GPS 2) und 80 % (GPS 7) aller Objekte flossen deutlich über 60 % der für eine gesicherten Bewertung geforderten relativen Häufigkeiten in die TI-Bewertung ein und damit mehr als für drei von PHYLIB als sicher bewertet erachteten Proben (Tab. 5). 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 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 2022 mit unbefriedigend (3,8, n = 12). Berücksichtigt man die unnötigerweise von PHYLIB als ungesichert bewerteten Proben GPS 2 und GPS 7, so wird der See ebenfalls mit unbefriedigend bewertet (3,7 basierend auf den Dezimalzahlen und 3,8 basierend auf den ganzen Zahlen, wie von PHYLIB gefordert, n = 14). Das Bewertungsergebnis wird aus fachgutachterlicher Sicht anhand der Diatomeengesellschaft als plausibel angesehen (Tab. 5).

Die zusätzlich erfassten **planktischen Diatomeen**objekte stellten nur 0,2-7,0 % in 12 der 15 Messstellen, so dass hier keine unterstützende bzw. ergänzende Beurteilung anhand der planktischen Diatomeen gemacht werden kann. In den Messstellen GPS 8-10 stellten planktische Diatomeen 11,0-12,6 % (n=3; Tab. 5) und wurden von *Fragilaria crotonensis* dominiert, Zeiger mittlerer Trophie nach Mischke und Nixdorf (2008). Auch noch häufig waren *Asterionella formosa* und *Aulacoseira islandica* (Zeiger niedriger bis mittel-hoher Trophie) sowie *Aulacoseira granulata* und *Stephanodiscus hantzschii* (Zeiger hoher Trophie nach Mischke und Nixdorf 2008). Somit weisen die planktischen Diatomeen, im Gegensatz zu den benthischen Diatomeen, eher auf einen mäßigen Zustand des Freiwassers hin.

Vergleich mit Altdaten: Auch in den letzten beiden Untersuchungsjahren 2016 und 2019 wurden die 15 Messstellen des Großen Plöner Sees von der eutraphenten ***Amphora pediculus*** (2016: im Mittel 26 %, 2019: 19 %, 2022: 10 %) und ***Fragilaria brevistriata*** (2016: 6,0 %, 2019: 24 %, 2022: 15 %) dominiert. *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 sechs Proben in den Jahren 2019 und 2022 (Tab. 5, Biota 2017, Werner und Dreßler 2020).

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. Auch im Jahr 2022 verschlechterte (verringerte) sich der DI im Mittel geringfügig im Vergleich zum Jahr 2019, so dass der Trend weiterhin anhält. In vier Messstellen verschlechterte sich der DI mit 0,08-0,16 deutlich (GPS 1, 7, 10 und 13), in GPS 9 und GPS 12 verbesserte er sich mit 0,09-0,13 deutlich und in den restlichen Proben veränderte er sich nur geringfügig (Tab. 6).

Die **Gesamtbewertung** des Großen Plöner Sees anhand von benthischen Diatomeen wurde entsprechend im Jahr 2005 mit 3,5 (unbefriedigend) bewertet und mit 2,9 (mäßig) in den Jahren 2010 und 2016, wonach sich die Bewertung in den Jahren 2016, 2019 und 2022 stetig verschlechterte auf 3,7 (unbefriedigend) im Jahr 2022 (Tab. 6).

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. 7).

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 (Tab. 5). Somit scheinen über die Schwentine nicht mehr (oder weniger) Nährstoffe in den See zu gelangen, als aus anderen Gebieten des Einzugsgebietes.

Tabelle 6: 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 (Werner und Dreßler 2020) und 2022 (Tab. 5). Die Altdaten von Biota wurden mit PHYLIB 4.1 berechnet, die Daten aus den Jahren 2019 und 2022 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
129784 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
	2022	0,48	0,15	0,32	3,6	4
129789 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
	2022	0,29	0,13	0,21	4,0	4
129790 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
	2022	0,47	0,06	0,27	3,8	4
129791 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
	2022	0,48	0,10	0,29	3,7	4
129792 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
	2022	0,43	0,17	0,30	3,6	4
129793 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
	2022	0,51	0,24	0,38	3,3	3
129794 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
	2022	0,48	0,20	0,34	3,46	3

Fortsetzung Tabelle 6: Historische Bewertungen des Großen Plöner Sees

MSt	Jahr	TI	RAQ	DI	ÖZ D	ÖZ D FAG
129795	2004	0,48	0,27	0,38	n.g.(3)	-
GPS 7	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
	2022	0,35	0,10	0,22	4,0	4
129796	2005	0,48	0,23	0,36	n.g.(3)	-
GPS 8	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
	2022	0,47	0,12	0,29	3,7	4
130518	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
	2022	0,33	0,26	0,30	3,7	4
130658	2010	0,68	0,29	0,49	3	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
	2022	0,37	0,10	0,24	3,9	4
130659	2010	0,59	0,28	0,44	3	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
	2022	0,43	0,13	0,28	3,7	4
130660	2010	0,54	0,29	0,42	3	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
	2022	0,45	0,12	0,29	3,7	4
130661	2010	0,59	0,32	0,45	3	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
	2022	0,37	0,12	0,24	3,9	4
130662	2010	0,64	0,35	0,49	3	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
	2022	0,55	0,13	0,34	3,48	3
ÖZ D See	2004	n= 1			4(3,5)	-
	2005	n= 9			4(3,5)	-
	2010	n= 15			3(3,0)	3(2,9)
	2013	n= 15			3(3,2)	3(2,9)
	2016	n= 15			3(3,4)	3(3,3)
	2019	n= 15			4(3,6)	4(3,6)
	2022	n= 15			4(3,8)	4(3,7)

4.2 Neversdorfer See

Häufige Diatomeen-Taxa: Die benthischen Diatomeenproben des Neversdorfer Sees aus dem Jahr 2022 wurden mit 11-39 % pro Probe (im Mittel 22 %, Median 19 %, n= 4) 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. 7). Am zweithäufigsten war ***Amphora pediculus*** mit 2-9 % (Mittel 7 %, Median 8 %; n=4), gefolgt von ***Planothidium frequentissimum*** mit 2-9 % (Mittel und Median 5 %). Laut Hofmann et al. (2011) sind beide Arten über ein weites trophisches Spektrum zu finden. Entsprechend besitzen sie laut PHYLIB mit 2,89 bzw. 2,28 einen mittel-hohen Trophiewert Nord (siehe Tab. 7). Alle anderen häufigen Taxa (>5 % in einer Probe) stellten im Mittel <5 % aller Objekte. Dies waren *Cocconeis pediculus*, *Encyonopsis minuta*, *Fragilaria brevistriata*, *Fragilaria construens* f. *venter*, *Geissleria cummerowi*, *Gomphonema pumilum* var. *rigidum*, *Navicula cryptotenelloides* und *Rhoicosphenia abbreviata*. Insgesamt waren demnach oligotrophe bis hypertrophe Zeiger gleichermaßen vertreten (Tab. 7).

Bewertung mit PHYLIB: Die Anzahl der Diatomeen-Taxa mit Trophie-Wert je Probe lag bei 31 (Nev 3) bzw. zwischen 37 und 52 (n=3), wobei diese Taxa 41 % (Nev 3) bzw. 61-80 % aller Diatomeenobjekte je Probe stellten. Somit enthielten drei Proben einen ausreichend hohen Anteil an Trophie-indikativen Taxa für eine gesicherte Trophie-Bewertung. In der Probe Nev 3 stellte allein *Achnantheidium minutissimum* var. *minutissimum* 39 %, ein Taxon ohne Trophiewert. Insgesamt werden zwei Proben aus dem Neversdorfer See basierend auf dem **Trophieindex Nord** (TI_{Nord}) mit gut (2) bewertet, eine davon ungesichert und zwei Proben gesichert mit mäßig (3)(Tab. 7).

Die Anzahl der **Referenzartenquotient** (RAQ)-Arten je Probe lag zwischen 12 und 25, die RAQ-Bewertungen gelten somit als gesichert. Unter den 11 häufigen Taxa kamen als RAQ-Arten je zwei Degradationszeiger (Kategorie C) und zwei Referenzarten (Kategorie A) vor. Alle vier Messstellen des Neversdorfer Sees werden 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 0,31 und 0,45 (Median 0,35, n=4). Dementsprechend wird der ökologische Zustand für drei Proben basierend auf dem DI als mäßig (3) bewertet (einmal ungesichert) und für Probe Nev 2 gesichert als unbefriedigend (4). Basierend auf der Artenzusammensetzung wird die ökologische Bewertung der Einzelproben aus fachgutachterlicher Sicht als plausibel angesehen (Tab. 7).

Insgesamt bewerten die **Litoraldiatomeen** den ökologischen Zustand des **Neversdorfer Sees** im Jahr 2022 basierend auf drei gesicherten Messstellen gesichert mit mäßig (3,3), sowohl wenn man mit den Dezimalbewertungen rechnet, als auch wenn man mit den ganzen Zahlen rechnet (wie es PHYLIB macht). Dies ist aus fachgutachterlicher Sicht plausibel.

Die zusätzlich erfassten **planktischen Diatomeen**objekte stellten in Nev 1 nur 3 % und lassen dort keine weitere Aussage zum ökologischen Zustand zu. In den übrigen Messstellen stellten sie 19-61 % (Tab. 7) und wurden von *Fragilaria crotonensis*, *Lindavia radiosa* (früher *Cyclotella radiosa* genannt) und *Stephanodiscus binatus* (früher *Stephanodiscus parvus* genannt) dominiert. Dies sind Zeiger niedrig-mittlerer bzw. vor allem mittlerer Trophie nach Mischke und Nixdorf (2008). Somit weisen die planktischen Diatomeen, ähnlich zu den benthischen Diatomeen, auf einen mäßigen Zustand des Freiwassers hin.

Tabelle 7: Häufige (>5 %) Diatomeen-Taxa und Zusammenfassung der Bewertung der Proben anhand von benthischen Diatomeen im Jahr **2022** im **Neversdorfer See** mit PHYLIB 5.3 vom Februar 2016 für den Seentyp D 11.

Sechsstellige Zahl = Messstellenummer, TW_{Nord} = Trophiewert Nord, D11 = Diatomeen-Seentyp 11, RA = Artgruppe für den Referenzartenquotienten (RAQ): A = Referenzart, C= Degradationszeiger, *Ac. min.* = *Achnanthydium 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, (in Klammern) = die mit PHYLIB berechneten, plausiblen Ergebnisse, auf deren Mittelwert die FAG See beruht.

Neversdorfer See, 04. Juli 2022						
	Nev 1	Nev 2	Nev 3	Nev 4	TW	D11
Taxon [%]	129885	130237	130239	130240	Nord	RA
<i>Ac. min. var. minutissimum</i>	16	23	39	11	-	A
<i>Amphora pediculus</i>	9	9	2	7	2,89	-
<i>Cocconeis pediculus</i>	0	6	3	6	4,33	-
<i>Encyonopsis minuta</i>	6	2	0	1	1,02	A
<i>Fragilaria brevistriata</i>	3	3	5	5	2,81	-
<i>Fragilaria construens f. venter</i>	0	1	5	2	-	-
<i>Geissleria cummerowi</i>	1	5	3	1	-	-
<i>Gomphonema pumilum var. rigidum</i>	9	1	0	5	2,75	-
<i>Navicula cryptotenelloides</i>	10	6	0	3	1,37	C
<i>Planothidium frequentissimum</i>	2	3	9	7	2,28	-
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	1	6	0	11	4,35	C
Summe (%)	57	64	66	58		
Plankton %	3,1	47,9	18,5	60,7		
Gesamt #	59	61	45	66		
TI-#	37	41	31	52		
TI[%]	70	61	41	80		
TI	0,67	0,50	0,60	0,54		
TI-KI	2	3	2	3		
RAQ-#	18	24	12	25		
RAQ	0,22	0,13	0,08	0,16		
RAQ-KI	4	4	4	4		
DI	0,45	0,31	0,34	0,35		
ÖZ D	3,0	3,6	3,45	3,4		
ÖZ D FAG	3 (3,0)	4 (3,6)	3	3 (3,4)		
ÖZ D See			3,3			
ÖZ D See FAG			3 (3,3)			

Vergleich mit Altdaten: Auch im letzten Untersuchungsjahr 2007 wurden die Messstellen des Neversdorfer Sees von *Amphora pediculus* dominiert, wohingegen *Achnanthes minutissimum* var. *minutissimum* und *Planothidium frequentissimum* nicht dominierten (Biota 2007). Stattdessen waren noch *Amphora inariensis* (im Jahr 2022 nur 0-1,6 %), *Cocconeis placentula* var. *lineata* (im Jahr 2022 nur 0,5-2,3 %), *Cocconeis neothumensis* (im Jahr 2022 nur 1,3-4,4 %) und *Planothidium jousacense* (im Jahr 2022 nur 0,2-3,4 %) sehr häufig, die im Jahr 2022 keine 5 % in einer Probe erreichten (Biota 2007, Tab. 7).

Im Vergleich zum Jahr 2007 verschlechterten (verringerten) sich alle Indices im Jahr 2022: Trophieindex, Referenzartenquotient und der Diatomeenindex (Tab. 8). Trotzdem wurde die **Gesamtbewertung** des Neversdorfer Sees anhand von benthischen Diatomeen in beiden Jahren (2007 und 2022) noch mit mäßig (3) bewertet, im Jahr 2022 zeigen sich Tendenzen zum unbefriedigenden Zustand. Demnach sind anhand der Diatomeenergebnisse entsprechend der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU WRRL 2000) Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität erforderlich.

Tabelle 8: Historische Bewertungen des **Neversdorfer Sees** anhand von **benthischen Diatomeen**.

Die **Altdaten** aus dem Jahr 2007 stammen aus Biota (2007), S. 128 (Tabelle 16) und wurden mit PHYLIB nach Schaumburg et al. (2007) berechnet, die Daten aus dem Jahr 2022 (Tab. 7) 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
129885	2007	0,71	0,33	0,52	3	
Nev 1	2022	0,67	0,22	0,45	3,0	3
130237	2007	0,70	0,25	0,47	3	
Nev 2	2022	0,50	0,13	0,31	3,6	4
130239	2007	0,71	0,25	0,48	3	
Nev 3	2022	0,60	0,08	0,34	3,45	3
130240	2007	0,61	0,40	0,50	3	
Nev 4	2022	0,54	0,16	0,35	3,4	3
ÖZ D See	2007	n= 5			3	
	2022	n= 4			3,3	3 (3,3)

4.3 Wittensee

Häufige Diatomeen-Taxa: Die benthischen Diatomeenproben des Wittensees aus dem Jahr 2022 wurden mit 1-59 % (Mittel 19 %, Median 7 %, n=8) von *Fragilaria perminuta*, mit 2-36 % (Mittel und Median 14 %, n=8) von *Cocconeis pediculus*, mit 0-35 % (Mittel 14 %, Median 11 %, n=8) von *Fragilaria brevistriata* und mit 2-18 % (Mittel und Median 10 %, n=8) von *Amphora pediculus* dominiert. Laut Hofmann et al. (2011) ist *F. perminuta* typischerweise in kalkreichen, meso- bis moderat eutrophen Seen zu finden, besitzt aber in PHYLIB keinen Trophiewert Nord und ist Degradationszeiger (C-Taxa in Tab. 9).

C. pediculus ist typischerweise bei mittleren bis höheren Trophiegraden zu finden, *Fragilaria brevistriata* und *A. pediculus* über ein weites trophisches Spektrum (Hofmann et al. 2011). Entsprechend besitzen sie laut PHYLIB mit 4,33, 2,81 bzw. 2,89 einen hohen bzw. mittel-hohen Trophiewert Nord (siehe Tab. 9), wie auch die meisten der restlichen häufigen Taxa, von denen viele ebenfalls Degradationszeiger sind (C-Taxa in Tab. 9): *Amphora indistincta*, *Cavinula scutelloides*, *Epithemia sorex*, *Fragilaria* cf. *radians* - *vaucheriae* Komplex, *Karayevia clevei* var. *clevei*, *Navicula cryptotenelloides* und *Navicula tripunctata* waren mit Mittel 2,1-3,3 % (n=8) nur in ein bis zwei Proben häufig (>5 %; Tab. 9).

Bewertung mit PHYLIB: Die Anzahl der Diatomeen-Taxa mit Trophie-Wert je Probe lag bei 27 (Wit 8) und 33 (Wit 2) bzw. zwischen 35 und 53, wobei diese Taxa 35 % (Wit 8) und 45 % (Wit 2) bzw. 78-93 % aller Diatomeenobjekte je Probe in den Messstellen stellten. Somit enthielten sechs Proben einen ausreichend hohen Anteil an Trophie-indikativen Taxa für eine gesicherte Trophie-Bewertung. In den Proben Wit 2 und Wit 8 gab es mit 50 % bzw. 59 % ein Massenvorkommen von *Fragilaria perminuta*, die zwar Zeiger meso-bis moderat eutropher Seen ist (Hofmann et al. 2011), jedoch keinen Trophiewert Nord besitzt. Der Trophiewert Süd liegt bei 4,2 (Gewichtung 2). Insgesamt werden sieben der acht Proben aus dem Wittensee basierend auf dem **Trophieindex Nord** (TI_{Nord}) mit mäßig (3) bewertet, fünf davon gesichert. Die Messstelle Wit 5 wird gesichert mit unbefriedigend (4) bewertet, da hier *Cocconeis pediculus* (Trophiewert 4,33) mit 36 % dominierte (in den anderen Proben maximal 19 %; Tab. 9).

Die Anzahl der **Referenzartenquotient** (RAQ)-Arten je Probe lag zwischen 18 und 36, die RAQ-Bewertungen gelten somit als gesichert. Unter den 14 häufigen Taxa kamen als RAQ-Arten vier Degradationszeiger (Kategorie C) und keine Referenzart (Kategorie A) vor. Sechs Messstellen des Wittensees werden anhand des RAQ mit unbefriedigend (4) bewertet, Wit 4 und Wit 8 mit mäßig (3) (Tab. 9).

Basierend auf dem TI und dem RAQ lag der **Diatomeen-Index** (DI) je Probe zwischen 0,26 und 0,39 (Median 0,34, n=8). Dementsprechend wurde der ökologische Zustand für fünf Proben anhand des DI als mäßig (3) bewertet (einmal ungesichert) und für drei Proben mit unbefriedigend (4) (zweimal ungesichert). Basierend auf der Artenzusammensetzung kann die ökologische Bewertung der Einzelproben aus fachgutachterlicher Sicht als plausibel angesehen werden (Tab. 9).

Laut PHYLIB ist das Ergebnis (ÖZ 4) der Messstelle 130007 (Wit 3) nicht gesichert bewertbar, weil diese Probe mit 9,5 % **nicht eindeutig bestimmbarer Formen (cfs)** einen Wert von 5 % überschritt. Grund waren vor allem die häufigen *Fragilaria* cf. *radians/vaucheriae* (7,6 %) (Abb. 6, Tab. 9). Aus fachgutachterlicher Sicht ist die Messstelle gesichert bewertet, weil ausreichend Taxa in die Bewertung einfließen. Der RAQ beruhte auf 33 Taxa statt der geforderten Mindestanzahl von zwölf. In fünf der restlichen sieben als

gesichert erachteten Proben beruhte der RAQ auf weniger Taxa (Tab. 9). Mit 82 % aller Objekte flossen deutlich über 60 % der für eine gesicherten Bewertung geforderten relativen Häufigkeiten in die TI-Bewertung ein (Tab. 9). 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 Dokumentation der cf-Taxa gefordert werden, um eine mögliche spätere Zuordnung zu ermöglichen (siehe auch Schwarz et al. 2019).

Tabelle 9: Häufige (>5 %) Diatomeen-Taxa und Zusammenfassung der Bewertung der Proben anhand von benthischen Diatomeen im Jahr **2022** im **Wittensee** mit PHYLIB 5.3 vom Februar 2016 für den Seentyp D 13.2.

Sechsstellige Zahl = Messstellennummer, TW_{Nord} = Trophiewert Nord, D13.2 = Diatomeen-Seentyp 13.2, RA = Artgruppe für den Referenzartenquotienten (RAQ): 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, (in Klammern) = die mit PHYLIB berechneten, plausiblen Ergebnisse, auf deren Mittelwert die FAG See beruht, * = siehe Abbildung 6.

Wittensee, 02. Juli 2022										
	Wit 1	Wit 2	Wit 3	Wit 4	Wit 5	Wit 6	Wit 7	Wit 8	TW	D13.2
Taxon [%]	130005	130006	130007	130008	130673	130674	130675	130676	Nord	RA
<i>Amphora indistincta</i>	1	1	3	5	4	3	0	0,2	2,89	-
<i>Amphora pediculus</i>	16	4	10	8	18	9	11	2	2,89	-
<i>Cavinula scutelloides</i>	1	0	0	0	7	0,4	0	0	3,91	C
<i>Cocconeis pediculus</i>	2	10	12	17	36	19	2	16	4,33	-
<i>Epithemia sorex</i>	1	10	1	3	1	1	6	1	2,46	-
<i>Fragilaria brevistriata</i>	22	3	13	26	5	10	35	0	2,81	-
<i>Fragilaria perminuta</i>	4	50	4	9	1	17	5	59	-	C
<i>Fr. cf. radians/vaucheriae*</i>	1	1	8	0	0	3	2	2	-	-
<i>Karayevia clevei</i> var. <i>clevei</i>	3	1	6	2	2	2	2	0	2,25	-
<i>Navicula cryptotenelloides</i>	2	1	3	4	4	5	7	0	1,37	C
<i>Navicula tripunctata</i>	1	2	5	2	3	0	1	1	5,31	C
Summe (%)	54	83	63	76	82	70	70	82		
Plankton %	2,1	0,7	0,0	0,3	0,0	0,6	3,8	0,9		
Gesamt #	66	47	66	52	48	54	69	36		
TI-#	47	33	53	36	35	41	52	27		
TI[%]	87	45	82	86	93	78	88	35		
TI	0,44	0,42	0,40	0,47	0,39	0,49	0,50	0,41		
TI-KI	3	3	3	3	4	3	3	3		
RAQ-#	36	23	33	23	22	27	36	18		
RAQ	0,22	0,22	0,18	0,30	0,14	0,19	0,25	0,28		
RAQ-KI	4	4	4	3	4	4	4	3		
DI	0,33	0,32	0,29	0,39	0,26	0,34	0,37	0,34		
ÖZ D	3,49	3,6	3,7	3,3	3,8	3,46	3,3	3,45		
ÖZ D FAG	3 (3,49)	4	4 (3,66)	3 (3,25)	4 (3,79)	3 (3,46)	3 (3,31)	3		
ÖZ D See				3,2						
ÖZ D See FAG				3 (3,49)						

Insgesamt bewerten die **Litoraldiatomeen** den ökologischen Zustand des **Wittensees** im Jahr 2022 laut PHYLIB mit mäßig mit Tendenzen zu unbefriedigend (3,2 bzw. mit 3,46 basierend auf den Dezimalzahlen der Einzelbewertungen, n= 5). Das Bewertungsergebnis ist aus fachgutachterlicher Sicht anhand der Diatomeengesellschaft plausibel, auch wenn mit einer Bewertung von 3,49 (n=6) die Tendenzen zum unbefriedigenden Zustand (4) sehr deutlich ausgeprägt sind (Tab. 9).

Die zusätzlich erfassten **planktischen Diatomeen**objekte stellten nur 0-3,8 % in den acht Messstellen (Tab. 9), so dass hier keine unterstützende bzw. ergänzende Beurteilung anhand der planktischen Diatomeen gemacht werden kann.

Vergleich mit Altdaten: Auch in den Untersuchungsjahren 2016 und 2019 zählten die eutraphente ***Amphora pediculus*** (2016: im Mittel 26 %, 2019: 19 %, 2022: 10 %), ***Fragilaria brevistriata*** (2016: 11 %; 2019: 9 %, 2022: 14 %) und ***Fragilaria perminuta*** (2016: 7 %, n=8; 2019: 7 %, 2022: 19 %) zu den häufigen Arten (Biota 2017, Werner und Dreßler 2020, Tab. 9). Im Gegensatz zu den Jahren 2019 und 2022 zählte ***Cocconeis pediculus*** (2019: 13 %, 2022: 14 %) im Jahr 2016 jedoch 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 den Jahren 2000 und 2001 wurde nur die Messstelle Wit 1 beprobt. Der **Diatomeenindex** (DI) bewertete diese Messstelle in beiden Jahren mit unbefriedigend (DI = 0,24 bzw. 0,27). Ab dem Jahr 2010 wurden alle acht Messstellen untersucht und zeigten für das Jahr 2010 mit zumeist mäßigen Bewertungen (DI Mittel: 0,37) eine deutliche Verbesserung an. In den Jahren 2013, 2016 und 2019 zeigte der DI wieder eine deutliche Verschlechterung an (DI Mittel immer 0,28) und sank wieder auf eine unbefriedigende Bewertung (4). Erst im Jahr 2022 stieg der DI wieder auf im Mittel 0,33 und erreichte damit fast wieder die Bedingungen aus dem Jahr 2010 bzw. wieder eine mäßige Bewertung. Entsprechend lag die **Gesamtbewertung** des Wittensees anhand von benthischen Diatomeen seit dem Jahr 2000 relativ konstant bei unbefriedigend und nur in den Jahren 2010 und 2022 bei mäßig, d.h. die Gesamtsituation des Sees verbesserte sich von 2019 auf 2022, auch wenn die Tendenzen zum unbefriedigenden Zustand (ÖZ D von 3,49) noch deutlich sind (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 10: Historische Bewertungen des **Wittensees** anhand von **benthischen Diatomeen**. Die **Altdaten** stammen aus Biota (2017), S.28-29 (Tabelle 9) für die Jahre 2000-2016, sowie Werner und Dreßler (2020) für das Jahr 2019, ergänzt um die Ergebnisse aus dem Jahr 2022 (Tab. 9). Die Biota - Altdaten wurden mit PHYLIB 4.1 berechnet, die Daten aus den Jahren 2019 und 2022 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
130005 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
	2022	0,44	0,22	0,33	3,49	3
130006 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
	2022	0,42	0,22	0,32	3,6	4
130007 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
	2022	0,40	0,18	0,29	3,7	4
130008 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
	2022	0,47	0,30	0,39	3,3	3
130673 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
	2022	0,39	0,14	0,26	3,8	4
130674 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
	2022	0,49	0,19	0,34	3,46	3
130675 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
	2022	0,50	0,25	0,37	3,3	3
130676 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
	2022	0,41	0,28	0,34	3,45	3
ÖZ D See	2000	n = 1			4,0	-
	2001	n = 1			4,0	-
	2010	n = 8			3,0	3,1
	2013	n = 8			3,9	3,9
	2016	n = 8			3,9	3,9
	2019	n = 8			4,0	3,7
	2022	n = 5 / 6			3,2	3,49

5. Zusammenfassung

Der **Große Plöner See** wurde im Jahr **2022** laut PHYLIB anhand von benthischen Diatomeen gesichert mit unbefriedigend (3,8) bewertet, fachgutachterlich ebenso (3,7) (Tab.11).

Der **Neversdorfer See** wurde im Jahr **2022** laut PHYLIB und fachgutachterlich anhand von benthischen Diatomeen gesichert mit mäßig (3,3) bewertet (Tab.11).

Der **Wittensee** wurde im Jahr **2022** laut PHYLIB anhand von benthischen Diatomeen gesichert mit mäßig (3,2) bewertet, fachgutachterlich ebenso, aber mit deutlichen Tendenzen zu unbefriedigend (3,5) (Tab.11).

Tabelle 11: Zusammenfassung der Seenbewertung anhand von benthischen Diatomeen im Jahr 2022 mit PHYLIB 5.3 vom Februar 2016 für den Seentyp D 13.2 bzw. D 11.

ÖZ D = ökologische Zustandsklasse (ÖZ) anhand benthischer Diatomeen (D), See = Bewertung des Sees anhand aller gesichert bewerteten Messstellen (n) von insgesamt 15 Messstellen im Großen Plöner See, vier Messstellen im Neversdorfer See und acht Messstellen im Wittensee, FAG = fachgutachterliche Bewertung.

2022	Großer Plöner See		Neversdorfer See		Wittensee	
	D 13.2	n von 15	D 11	n von 4	D 13.2	n von 8
ÖZ D See PHYLIB	3,8	12	3,3	3	3,2	5
ÖZ D See FAG	3,7	14	3,3	3	3,49	6

Eine übersichtliche Darstellung der häufigsten Taxa und der berechneten Indizes des **Großen Plöner Sees** ist in Tab. 5 und Abb. 7 gegeben. Die benthischen Diatomeenproben des Großen Plöner Sees aus dem Jahr **2022** wurden von *Fragilaria brevistriata* (im Mittel 15 %, n=15) und *Amphora pediculus* (im Mittel 10 %, n=15) dominiert. Die mäßig bis relativ diversen Proben enthielten 37 bis 70 Taxa (Median 56, n=15). Der Trophieindex (TI) bewertete 10 der 15 Proben mit mäßig (eine davon ungesichert) und fünf mit unbefriedigend, während der Referenzartenquotient (RAQ) 14 Messstellen mit unbefriedigend und eine mit mäßig (3) bewertete. Beide Indices lieferten aus fachgutachterlicher Sicht plausible Bewertungen, ebenso wie der auf ihnen beruhende Diatomeen-Index, der zwölf Proben mit unbefriedigend (zwei davon ungesichert) und drei Proben mit mäßig (eine ungesichert) bewertete. Allerdings sind zwei der laut PHYLIB aufgrund > 5 % cfs als nicht gesichert bewertbaren Proben (beide als unbefriedigend eingestuft) aus fachgutachterlicher Sicht gesichert bewertbar, weil sie auf einer sehr soliden Datengrundlage beruhen (Tab. 5, Abb. 7).

Insgesamt bewertete PHYLIB den Großen Plöner See anhand von benthischen Diatomeen im Jahr 2022 mit unbefriedigend (3,8), was fachgutachterlich plausibel erscheint (Tab. 5, Abb. 7). Historisch zeigten die Diatomeen tendenziell eine Verschlechterung der Wasserqualität an, von einer mäßigen Bewertung im Jahr 2010 auf eine unbefriedigende im Jahr 2022 (Tab. 5-6, Abb. 7).

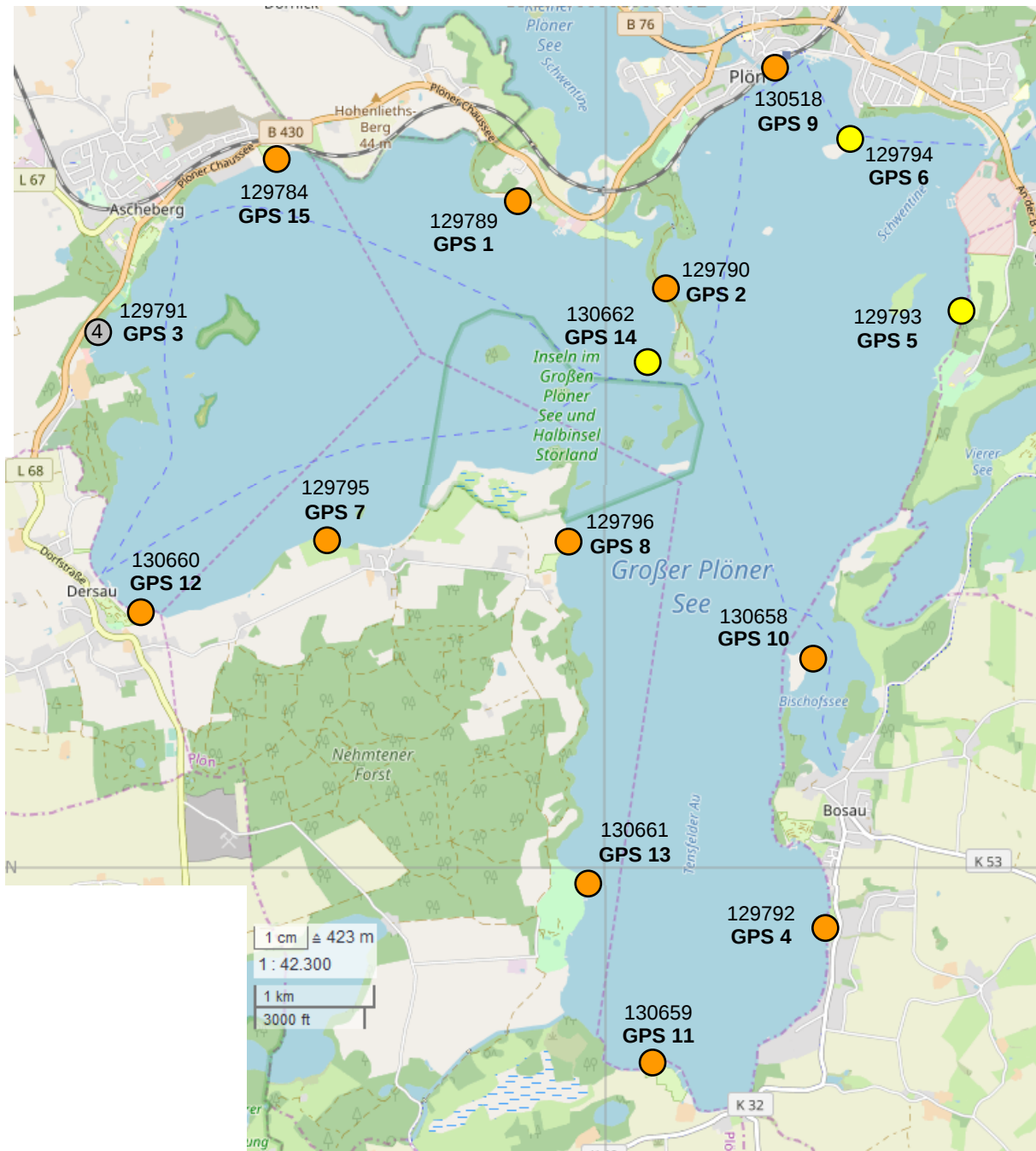


Abbildung 7: Zusammenfassung der fachgutachterlichen Bewertung des ökologischen Zustandes des **Großen Plöner Sees** anhand von benthischen Diatomeen im Jahr **2022**. Gelb = mäßige Bewertung (3), orange = unbefriedigende Bewertung (4); grau = ungesicherte Bewertung Kartenbasis: OpenStreetMap.

Eine übersichtliche Darstellung der häufigsten Taxa und der berechneten Indizes des **Neversdorfer Sees** ist in Tab. 7 und Abb. 8 gegeben. Die mäßig diversen benthischen Diatomeenproben des Neversdorfer Sees aus dem Jahr **2022** enthielten 45 bis 66 Taxa (Median 60, $n=4$) und wurden von *Achnantheidium minutissimum* var. *minutissimum* dominiert (im Mittel 22 %, $n=4$). Diese Art besitzt keinen Trophiewert und stellte 39 % in Nev 3. Deshalb lag der Anteil an Trophie-indikativen Taxa hier unter 60 % und lieferte entsprechend keine gesicherten Trophie-Bewertung oder Diatomeen-Index. Der Trophieindex (TI) bewertete zwei Proben mit gut (eine davon ungesichert) und zwei mit mäßig, während der Referenzartenquotient (RAQ) alle vier Messstellen mit unbefriedigend bewertete. Beide Indices lieferten aus fachgutachterlicher Sicht plausible Bewertungen, ebenso wie der auf ihnen beruhende Diatomeen-Index, der drei Proben mit mäßig (einmal ungesichert) und eine mit unbefriedigend bewertete (Tab. 7, Abb. 8). Insgesamt bewertete PHYLIB den Neversdorfer See anhand von benthischen Diatomeen im Jahr 2022, wie auch im Jahr 2007, mit mäßig (3,3), was fachgutachterlich plausibel erscheint (Tab. 7, Abb. 8).

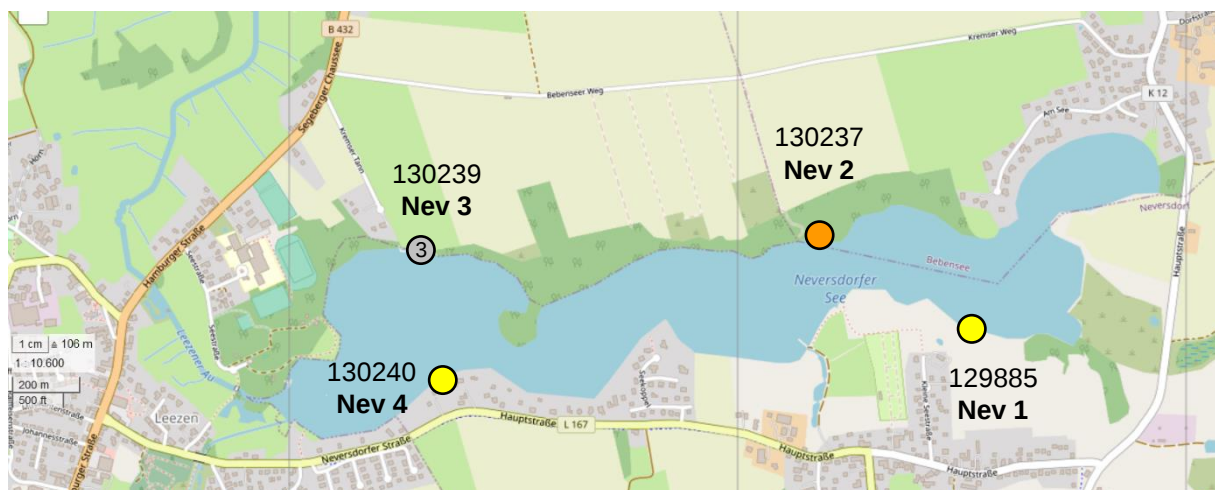


Abbildung 8: Zusammenfassung der fachgutachterlichen Bewertung des ökologischen Zustandes des **Neversdorfer Sees** anhand von benthischen Diatomeen im Jahr 2022. Gelb = mäßige Bewertung (3), orange = unbefriedigende Bewertung (4), grau = ungesicherte Bewertung; Kartenbasis: OpenStreetMap.

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 **2022** wurden von *Fragilaria perminuta* (im Mittel: 19 %), *Cocconeis pediculus* (14 %), *Fragilaria brevistriata* (14 %) und *Amphora pediculus* (10 %) dominiert. Die mäßig diversen Proben enthielten 36 bis 69 Taxa (Median 53, n=8). Der Trophieindex (TI) bewertete sieben der acht Proben mit mäßig (zwei davon ungesichert) und eine Messstelle mit unbefriedigend, während der Referenzartenquotient (RAQ) sechs Messstellen mit unbefriedigend und zwei mit mäßig bewertete. Beide Indices lieferten aus fachgutachterlicher Sicht plausible Bewertungen, ebenso wie der auf ihnen beruhende Diatomeen-Index, der fünf Proben mit mäßig (eine davon ungesichert) und drei Proben mit unbefriedigend (zwei ungesichert) bewertete. Allerdings gilt eine der mit unbefriedigend eingestuften Proben laut PHYLIB aufgrund > 5 % cfs als nicht gesichert bewertet. Aus fachgutachterlicher Sicht ist sie jedoch gesichert bewertbar, weil sie auf einer sehr soliden Datengrundlage beruht (Tab. 9, Abb. 9).

Insgesamt bewertete PHYLIB den Wittensee anhand von benthischen Diatomeen im Jahr 2022 mit mäßig (3,2), was fachgutachterlich plausibel erscheint, auch wenn sich deutliche Tendenzen zu unbefriedigend zeigten (Tab. 9, Abb. 9). Im letzten Jahrzehnt zeigten die Diatomeen tendenziell zuerst eine Verschlechterung der Wasserqualität an, von einer mäßigen Bewertung im Jahr 2010 auf eine unbefriedigende in den Jahren 2013, 2016 und 2019, aber im Jahr 2022 wieder eine Verbesserung mit einer mäßigen Bewertung, allerdings noch mit deutlichen Tendenzen zum unbefriedigenden Zustand (Tab. 9-10, Abb. 9).

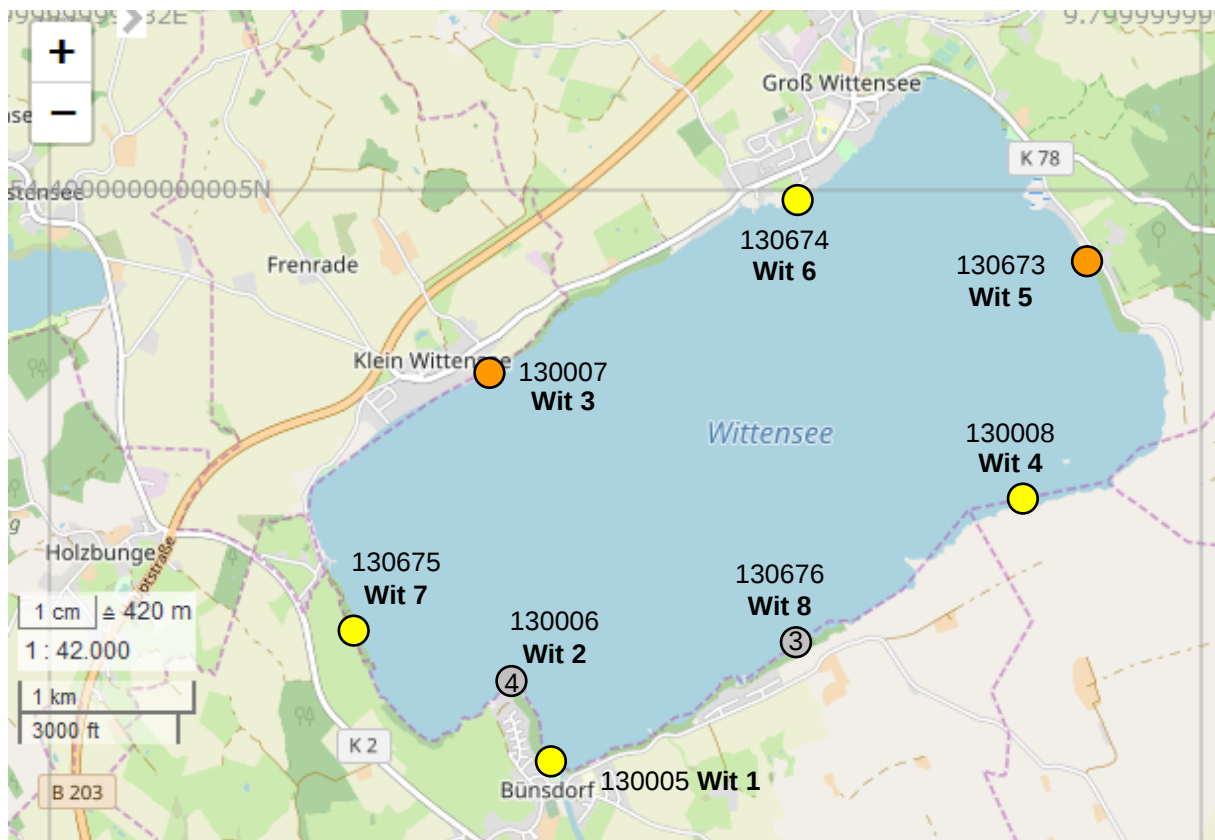


Abbildung 9: Zusammenfassung der fachgutachterlichen Bewertung des ökologischen Zustandes des **Wittensees** anhand von benthischen Diatomeen im Jahr **2022**. Gelb = mäßige Bewertung (3), orange = unbefriedigende Bewertung (4), grau = ungesicherte Bewertung; Kartenbasis: OpenStreetMap.

6. Allgemeine Literatur

- Battarbee, R.W., Jones, V.J., Flower, R.J., Cameron, N.G., Bennion, H., Carvalho, L., Juggins, S. (2001): Diatoms. In: Smol, J.P., Birks, H.J.B., Last, W.M. (Eds.), Tracking environmental change using lake sediments. Vol. 3, Terrestrial, algal, and siliceous indicators. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, pp. 155-202.
- Biota - Institut für ökologische Forschung und Planung (2007). Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in schleswig-holsteinischen Seen. Endbericht 2008 für das 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. Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Flintbek.
- 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.
- Kalbe L, Werner H (1974) Das Sediment des Kummerower Sees. Untersuchungen des Chemismus und der Diatomeenflora. Internationale Revue der Gesamte Hydrobiologie 59: 755-782.
- Mathes, J., Plambeck, G., & Schaumburg, J. (2002): Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km² 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 et al. (2007): Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Seen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos (Stand Februar 2007). Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.). www.bayern.de/lfw/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser_seen/pilot/d_seen.pdf. München.
- 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.
- 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.

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. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. A.R.G. Gantner Verlag K.G.
- Hofmann G, Werum M, Lange-Bertalot H (2013): Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. 2. korrigierte Auflage. Koeltz Scientific Books.
- 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): *Cymboplectra*, *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: Achnanthaceae (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 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-Kopanja, 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. Ganter Verlag, Rugell.
- Tuji, A., & Williams, D. M. (2013). Examination of types in the *Fragilaria vaucheriae*–*intermedia* species complex.
- Wetzel, C. E., & Ector, L. (2015). Taxonomy and ecology of *Fragilaria microvaucheriae* sp. nov. and comparison with the type materials of *F. uliginosa* and *F. vaucheriae*. Cryptogamie, Algologie, 36(3), 271-289.
- Van de Vijver, B., & Ector, L. (2020). Analysis of the type material of *Synedra perminuta* (Bacillariophyceae) with the description of two new *Fragilaria* species from Sweden. Phytotaxa, 468(1), 89-100.
- Van de Vijver, B., Hürlimann, J., Williams, D. M., Levkov, Z., Wetzel, C. E., & Ector, L. (2021). *Fragilaria subrecapitellata* (Fragilariaceae, Bacillariophyta), a new diatom species from Switzerland. Diatom Research, 36(2), 119-131.
- Van de Vijver, B. (2022). *Fragilaria radians* (Kützinger) DM Williams et Round, the correct name for *F. gracilis* (Fragilariaceae, Bacillariophyta): a critical analysis of this species complex in Europe. Fottea/Czech Phycological Society.-Praha, Czech Republic, 2007, currens, 22(2), 256-291.

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 PN_D Fotos SH Seen 2022“, enthält 120 Fotos der Messstellen von der Probenahme (PN) im Jahr 2022
- Ordner „Abgabe Diatomeenfotos SH Seen 2022“, enthält Fotos der Taxa, die mit mindestens einem Prozent pro Probe vorkamen oder nicht sicher bestimmt werden konnten (cfs.)
- Litoraldiat_Seen_SH_2022 Werner Dreßler Abgabe.xlsx
- Stammdaten Fotos u Extras D_SH Seen 2022.xlsx, enthält Stammdaten zu den Probenahme- und Diatomeenfotos und die Auflistung der zusätzlich erfassten planktischen Diatomeen.
- Phylib Import Seen SH 2022_D.xlsx
- Phylib Export Seen SH 2022_D.xlsx
- Phylib Bericht SH Seen 2022_D.pdf, der von PHYLIP generierte Bericht mit Diatomeendaten (D)
- Bericht SH Seen_D 2022 Werner.pdf
- Bericht SH Seen_D 2022 Werner.docx